

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Geschichte der inductiven Wissenschaften, der Astronomie, Physik, Mechanik, Chemie, Geologie

von der frühesten bis zu unserer Zeit

Whewell, William

Stuttgart, 1840

Drittes Buch. Geschichte der griechischen Astronomie

Drittes Buch.

Geschichte der griechischen Astronomie.

Τοδε δε μηδεις ποτε φοβηθη των Ἑλληνων, ὡς ε χρη
περι τα θεια ποτε πραγματευεσθαι θνητες οντας.

Nie besorgte einer der Griechen, daß es dem Sterblichen nicht
zieme, sich mit den Himmlischen zu beschäftigen.

Plato Epinomia.

E i n l e i t u n g.

Die frühesten astronomischen Begriffe sind aus der Sprache des gewöhnlichen Lebens entstanden, und scheinen auf den ersten Blick nichts Technisches zu enthalten. „Tag, Jahr, Monat, Himmel, Sternbild“ — sind Worte, die auch den sorglosen, rohen Menschen nicht fremd sind, aber sie sind doch die ersten Elemente der Astronomie. Wie es möglich war, daß der menschliche Geist, unter allen Feldern der Erkenntniß, auf diesem allein so früh schon, und zwar bloß aus den alltäglichsten Erscheinungen, eine Wissenschaft errichten konnte, werden wir später, in der „Philosophie der Wissenschaften“ umständlich zu erläutern Gelegenheit finden. Zwei der hieher gehörenden Ursachen aber müssen wir jetzt schon anzeigen. Erstens ist nämlich das auch im gemeinen Leben gewöhnliche Verfahren, durch welches wir eine Anzahl von homogenen Dingen auf eine höhere Einheit zurückführen, wie dieß bei den obigen Benennungen „Jahr, Monat“ u. s. der Fall ist, offenbar ein rein inductives Verfahren, und demnach dasjenige, dem alle Wissenschaften ihr Daseyn verdanken. Zweitens aber sind die Ideen, welche hier jener Induction zu Grunde liegen, alle der Art, daß sie auch dem gemeinsten Manne sehr bestimmt und deutlich vorliegen, wie z. B. die von Raum und Zeit, von Zahl, Gestalt, Bewegung, Wiederkunft u. dgl., so daß also, gleich bei der ersten Beschäftigung mit diesen Gegenständen, die sie bezeichnenden Begriffe eine scharfbegrenzte, wissenschaftliche Form annahmen.

Wir wollen nun die einzelnen Wege kennen lernen, die der menschliche Geist in Beziehung auf die Erscheinungen des Himmels von den frühesten Zeiten an gegangen ist.

Erstes Capitel.

Frühester Zustand der Astronomie.

Erster Abschnitt.

Entstehung des Begriffs von dem Jahr.

Der Begriff von Tag dringt sich den Menschen gleichsam von selbst in allen Verhältnissen des Lebens auf. Die regelmäßige Abwechslung des Lichts und der Finsterniß, der relativen Wärme und Kälte, des Lärms und der Stille, der Geschäfte und der Ruhe aller lebenden Dinge; die Erscheinung des Auf- und Niedersteigens und des Untergangs der Sonne, selbst die mit diesen Erscheinungen verbundenen und eben so regelmäßig auf einander folgenden Bedürfnisse der Nahrung und des Schlafes — alle diese in so abgemessenen, kurzen, und eben daher so leicht aufzufassenden Perioden von immer wiederkehrenden, Jedermann sichtbaren, ja auffallenden Phänomene müssen in jedem Menschen, der nur eben von Zeit und Periode eine Vorstellung hat, den bestimmten Begriff des Tages, d. h. derjenigen Periode erzeugen, in welcher die eben genannten Erscheinungen in der Ordnung, wie sie regelmäßig auf einander folgen, enthalten sind.

Der Begriff von Jahr wird auf dieselbe Weise gebildet, indem wir auch hier wieder andere Phänomene, die eben so regelmäßig wiederkehren, wie jene, durch einen, den ganzen Cyclus derselben umfassenden Zeitraum bezeichnen. Aber dieser zweite Begriff erforderte schon, wenn er ebenfalls bestimmt seyn sollte, eine größere Aufmerksamkeit auf die ihn constituirenden Erscheinungen. Denn hier ist die regelmäßige Wiederkehr derselben weniger auffallend, und die Periode ist auch viel größer, um in allen ihren Theilen mit Leichtigkeit aufgefaßt zu werden. Ungewöhnlich kühle Sommer oder warme Winter mögen Kinder und Wilde schon oft auf die Ansicht geführt haben, daß die aufeinander folgenden Jahre von ganz ungleicher Länge sind, was bei den „Tagen“ nicht so leicht der Fall seyn kann.

Demungeachtet ist die Wiederkehr der das Jahr bildenden Erscheinungen so offenbar, daß wir uns den Menschen nicht wohl ohne diesen Begriff denken können, obschon dieselben Erschei-

nungen in verschiedenen Ländern und Klimaten gar große Veränderungen erleiden. In einigen Gegenden ändert der Winter die Ansicht des Landes gänzlich, indem er grasige Ebenen und dichtbelaubte Wälder und fließende Ströme in schneebedeckte Wüsten und in starre Eisfelder verwandelt, während wieder in andern Ländern die Wiesen ihr Grün und die Bäume ihre Blätter durch das ganze Jahr behalten, und wo nur die Regenzeit oder die, von den unsern ganz verschiedenen Arbeiten des Landmanns, die Reihe der vorübergehenden Jahreszeiten bezeichnen. Doch wurde, in allen Theilen der Oberfläche der Erde, der jährliche Kreislauf dieser Erscheinungen durch eine eigene Benennung unterschieden. Der Bewohner der Aequatorialgegenden hat am Ende eines jeden sechsten Monats die Sonne vertikal über seinem Scheitel, und so ähnlich auch für ihn die Erscheinungen des Himmels in den nächsten sechs Monaten, mit denen der eben so langen vorhergehenden Periode sind, so finden wir doch bei keinem jener Völker ein Jahr, dessen Länge nur die Hälfte des unsrigen beträgt. Bloß die Araber ¹⁾, die weder Schiffahrt noch Ackerbau treiben, haben ein von dem Monde abhängiges Jahr, und borgen dafür auch, wenn sie von dem Sonnenjahr sprechen wollen, die Benennung desselben aus einer andern Sprache.

Im Allgemeinen bezeichneten die verschiedenen Völker diese Periode immer durch ein solches Wort, das mit der Wiederkehr der Jahreszeiten und der Landarbeiten in irgend einem Zusammenhange steht. Das *Annus* der Römer bezeichnet einen Ring, wie wir in dem davon abgeleiteten *Annulus* sehen; das griechische *ενιαυτος* drückt „etwas in sich selbst Wiederkehrendes“ aus, und das Wort, welches in mehreren celtischen Sprachen unser „Jahr“ bezeichnet, soll, wie das *Year* der Engländer, von dem alten *Yra* kommen, das in der schwedischen Sprache ebenfalls „Ring“ heißt und vielleicht aus dem römischen *Gyrus* stammt.

Zweiter Abschnitt.

Bestimmung des Civiljahrs.

Sobald die Menschen das Bedürfnis fühlten, Ereignisse, die in längeren Zwischenzeiten vorgefallen waren, unter einander zu

1) Ideler. Berl. Memoir. 1813. S. 51.

verbinden, mußte sich ihnen jene Periode der wechselnden Jahreszeiten gleichsam von selbst zu diesem Zwecke anbieten. Wenn aber diese Verbindung mit einiger Genauigkeit erfolgen sollte, so mußte man vor allem die Anzahl Tage kennen, die jeder dieser Jahreszeiten entsprechen, eine Kenntniß, die schon höhere Fähigkeiten und Kunstgriffe, als die bisher erwähnten, voraussetzt. Um z. B. mit so großen Zahlen zu rechnen, wie die sind, die der Menge der Tage im Jahre gleichkommen, muß man schon ein bestimmtes „Zahlensystem“ und gewisse praktische Rechnungsmethoden kennen ¹⁾. Die Indianer in Südamerika, die Kussa Kaffern, die Hottentoten und die Einwohner von Neuholland, die nicht weiter zählen sollen ²⁾, als die Finger und Zehen ihrer Hände und Füße, können daher den Begriff eines Jahres von 365 Tagen nicht mehr aufnehmen, und dasselbe wird von allen den Völkern gelten, welche jene ersten Schritte zur Civilisation, eine Zählungsart von zwei oder fünf oder zehn Einheiten, noch nicht kennen.

Aber selbst wenn eine Nation schon ein solches Zahlensystem besitzt, so wird es ihr noch immer schwer genug fallen, die genaue Anzahl der Tage zu finden, welche jene Periode des Wechsels der Jahreszeiten in sich schließt; da die unbestimmte Begrenzung dieser Zeiten und die oft großen Veränderungen, welchen sie von einem Jahre zum andern unterworfen sind, die darauf zu gründende Länge des Jahrs lange sehr ungewiß lassen wird. Erst dann wird es dem Menschen möglich seyn, diesem Zwecke näher zu kommen, wenn er eine längere Zeit durch auf die verschiedenen Stellungen und Bewegungen der Sonne aufmerksam gewesen ist, also auf Erscheinungen, die viel mehr Beobachtungsgeist und Präcision der practischen Auffassung erfordern, als der bloße Wechsel von Licht und Dunkel, oder von warm und kalt. Die Bewegung der Sonne am Himmel, die Verschiedenheit der Orte auf der Erde, wo sie für uns auf- und untergeht, die größte Höhe über dem Horizont, die sie jeden Mittag erreicht, das veränderliche Verhältniß des Tags zur Nacht während dem Laufe des Jahres, alles dieß kann, wie

1) M. f. den Art. Arithmetic. in der Encycl. Metrop. (von Peacock) Art. 8.

2) Ibid. Art. 32.

man wohl bei näherer Aufmerksamkeit schon sehr früh bemerkt haben mag, zu jenem Ziele führen. Doch wird die Rückkehr der Sonne, wenn sie ihre größte oder auch ihre kleinste mit-tägige Höhe über dem Horizont erreicht hat, mit der Wieder-kunft ihres Auf- oder Untergangs an demselben irdischen Ge-genstande, wohl diejenige Erscheinung seyn, die man vorzugs-weise zu jenem Zwecke gebraucht hat. Daher werden auch die Sonnenwenden (*τροπαὶ ἡλίου*) von Hesiod wiederholt als die-jenigen Punkte gebraucht, von denen er die Jahreszeiten der verschiedenen Arbeiten des Landmanns zählt. „Fünfzig Tage „nach der Wendung der Sonne, sagte er ³⁾, ist die angemessenste „Zeit zum Anfang der Jagd“ u. s. f.

Diese Erscheinungen sind allerdings verschieden für verschie-dene Erdstriche, aber die Periode der Wiederkehr ist doch für alle Länder dieselbe. Wenn auch nur eine derselben mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet wurde, so konnte man schon eine ge-näherte Kenntniß der Anzahl der Tage eines Jahres erhalten, und je länger die Beobachtungen dieser Art fortgesetzt wurden, desto genauer mußte auch, wie schon aus der Natur des Gegen-standes folgt, jene Kenntniß werden.

Nebst diesen Kennzeichen, die zu einer genauen Bestimmung der Jahreslänge durch die Sonne führten, gab es noch andere Erscheinungen von einer weniger scharf bestimmten Art, die aber dafür auch dem gemeinsten Manne auffallen mußte, wie z. B. die jährliche Wiederkehr der Zugvögel, der Schwalben (*χελιδόν*) und der Geier oder Habichte (*ἰκτίς*). Aristophanes sagt in sei-nem Lustspiele dieses Namens, daß es das Geschäft dieser Vögel sey, die Jahreszeiten zu bezeichnen, und auch Hesiod schon be-trachtet das Geschrei der Kraniche als den Vorboten des kom-menden Frühlings ⁴⁾. Die Griechen kannten anfangs nur zwei Jahreszeiten, den Sommer (*θερος*) und Winter (*χειμὼν*), wel-cher lehte die ganze kühle und regnige Zeit des Jahres umfaßte. Später wurde der Winter in zwei Theile getheilt, in *χειμὼν* und *εαρ* (Frühling), und der Sommer ebenso in *θερος* und *πωρὰ* (Herbst). Tacitus sagt, daß die Germanen weder die Wohl-

3) Hesiod. Opera et Dies. V. 661.

4) Ideler, Chronologie. I. 240.

thaten, noch selbst den Namen des Herbstes kennen: Autumni perinde nomen ac bona ignorantur. Über das Wort „Herbst“ oder Harvest scheint doch ein altgermanisches Wort zu seyn ⁵⁾).

In derselben Periode, in welcher die Sonne durch ihren ganzen Cyclus von Erscheinungen geht, vollenden auch die Fixsterne einen andern Kreis von Erscheinungen, und diese letztern wurden vielleicht eben so früh, wie jene, zur Bestimmung der Länge des Jahres gebraucht. Viele von den Gruppen, welche die Fixsterne am Himmel bilden, mußten, so wie die ausgezeichnet helleren Sterne, schon in den ersten Zeiten die Blicke der Menschen auf sich ziehen. Man bemerkte wohl bald, daß diese Sterne zu gewissen Jahreszeiten nach dem Untergange der Sonne am westlichen Himmel sichtbar waren, daß sie bald darauf der Sonne selbst immer näher und näher kamen und endlich ganz in dem hellen Lichte dieses Gestirns verschwanden. In einigen Wochen darauf sah man dieselben Sterne wieder im Osten kurz vor der Sonne aufgehen, und sich jeden folgenden Tag wieder von derselben mehr und mehr entfernen. Dieser Auf- und Untergang der Fixsterne in Beziehung auf die Sonne konnte in den Gegenden von Griechenland und Chaldäa, wo die Luft so rein ist, gar leicht auch als ein Zeichen der verschiedenen Jahreszeiten gebraucht werden, und Aeschylus ⁶⁾ zählt dieß als eine der vielen Wohlthaten auf, die Prometheus, der Lehrer aller Künste, dem frühesten Menschengeschlechte mitgetheilt hat. So wurde der Aufgang der Pleiaden am Abend als ein Zeichen des herannahenden Winters betrachtet ⁷⁾. Das Anschwellen des Nils in Aegypten fiel mit dem helischen Aufgang des Sirius, den die Aegyptier Sothis nannten, zusammen. Selbst ohne solche Instrumente, durch die man die Zeit und die Grade eines Bogens am Himmel mit einiger Genauigkeit messen kann, konnte man doch, durch Beobachtungen dieser Art, die Anzahl der Tage im Jahre mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmen, und dadurch die Grenzen der Jahreszeiten durch jene Erscheinungen der Fixsterne festsetzen. Ja diese Beobachtungen des Auf- und Untergangs der Fixsterne scheinen selbst die erste

5) Ideler, Chronologie. I. 243.

6) Aeschyl. Prometh. Vincit.

7) Vergl. Ideler Chronol. I. 242 und Plin. H. Nat. XVIII. 69.

nähere Kenntniß des gestirnten Himmels veranlaßt und heraufgeführt zu haben. So lehrt Hesiod die Landleute ⁸⁾, daß sie beim Aufgang der Pleiaden ernten und bei dem Untergange derselben pflügen sollen. Auf ähnliche Weise wird von ihm auch Sirius ⁹⁾, Arctur ¹⁰⁾, die Hyaden und Orion ¹¹⁾ gebraucht.

Auf solchen Wegen also wurde endlich gefunden, daß das Jahr nahe 365 Tage enthalte. Die Aegyptier eigneten sich die Ehre dieser Entdeckung zu, wie Herodot ¹²⁾ erzählt. Die Priester jenes Landes lehrten ihn, „daß die Aegyptier zuerst die „wahre Länge des Jahrs gefunden und dasselbe in zwölf gleiche „Theile getheilt haben, und sie sagten, daß man diese Entdeckung mit Hülfe der Sterne gemacht habe.“ — Jeder dieser zwölf Theile, oder jeder dieser Monate, bestand aus 30 Tagen, und am Ende des Jahrs wurden noch 5 Tage hinzugefügt, „wodurch der jährliche Sonnenkreis vollendet war.“ Es scheint, daß auch die Juden sehr früh schon eine ähnliche Zeitrechnung gehabt haben, denn die Sündfluth, die 150 Tage währte (Genes. VII. 24), soll mit dem 17ten Tag des zweiten Monats (Genes. VII. 11) angefangen und mit dem 17ten Tag des siebenten Monats (Genes. VIII. 4) geendet, das heißt, 5 Monate zu 30 Tagen, gedauert haben.

Ein solches Jahr mit einer bestimmten ganzen Zahl von Tagen wird ein Civiljahr (oder ein bürgerliches Jahr) genannt, und es gehört zu den allerfrühesten, noch auf uns gekommenen Einrichtungen derjenigen Völker, die bereits die ersten Schritte zur Civilisation gemacht haben, so wie auch die Bemühungen, das bürgerliche Jahr mit dem natürlichen (mit dem Lauf der Sonne) in Uebereinstimmung zu bringen, zu den ältesten Spuren gehören, die uns von wahrhaft systematischen Erkenntnissen der ersten Menschen erhalten worden sind.

Dritter Abschnitt.

Verbesserung des Civiljahrs; Julianischer Kalender.

Durch die bisherige Art, die Länge des Jahrs in ganzen Tagen zu bestimmen, läßt sich diese Periode mit der eigentlichen

8) Hesiod. Opera et Dies. V. 381.

9) Id. V. 413.

10) Id. V. 562.

11) Id. V. 612. Vergl. Ideler, histor. Untersuchungen, S. 209.

12) Herodot. II. 4.

Wiederkehr der Jahreszeiten in keine genaue Uebereinstimmung bringen. Die wahre Länge des Jahres ist nämlich, wie bekannt, nahe 365 Tage und 6 Stunden. Wenn nun also ein Jahr von bloß 365 Tagen besteht, so wird nach vier Jahren das fünfte schon um einen ganzen Tag zu früh anfangen, wenn man nämlich den Anfang des Jahres in Beziehung auf die Sonne und die Fixsterne betrachtet, und in 120 Jahren würde es schon um 30 Tage oder um einen ganzen Monat zu früh anfangen, ein Fehler, den auch eine geringe Aufmerksamkeit sehr leicht bemerken müßte. Auf diese Weise würde demnach das bürgerliche Jahr nicht mehr mit den Jahreszeiten übereinstimmen, der Anfang von jenem würde bald in diese, bald in jene Jahreszeit fallen, und daher auch diese Jahreszeiten selbst nicht weiter anzeigen; das Wort „Jahr“ würde unbestimmt und zweifelhaft werden, und die Verbesserung desselben würde sich immer mehr aufdringen, je weiter man in der Zeit selbst vorschreitet.

Man weiß jetzt nicht mehr, wer zuerst die Unzulässigkeit dieser ganzen Zahl von 365 Tagen entdeckt hat ¹⁾. Wir finden diese Kenntniß, die Zugabe von 6 Stunden oder den vierten Theil eines Tages, beinahe bei allen gebildeten Völkern des Alterthums, so wie auch die mannigfaltigen Mittel, davon Rechnung zu tragen. Das gewöhnlichste war die Einschaltung (Intercalation), die auch wir noch beibehalten haben, indem wir nämlich alle vierte Jahre dem Monat Februar einen Tag mehr geben, als in den drei andern Jahren. Auch in Westindien fand man schon diese Einschaltungen vor. Die Mexicaner z. B. gaben am Ende von je 52 Jahren noch 13 Tage hinzu. Die Methode der alten Griechen aber (die sich zu diesem Zwecke der Octaëdris oder des Cykels von acht Jahren bedienten), war mehr zusammengesetzt, weil sie ihr Jahr auch noch mit dem Lauf des Mondes in Uebereinstimmung bringen wollten, wovon wir später sprechen werden. Die Aegyptier im Gegentheile ließen ihr bürgerliches Jahr absichtlich von einer Jahreszeit zur andern wan-

1) Syncellus (Chronographia) sagt, daß der Sage zufolge der König Afeth der erste zu den 360 Tagen, die das älteste Jahr bildeten, die fünf andern Tage hinzugab, um die Länge des Jahres auf 365 Tage zu bringen. Afeth soll im XVIII. Jahrhundert vor Ch. G. gelebt haben.

bern, wenigstens in Beziehung auf ihre religiösen Gebräuche. „Sie wünschen nicht, sagt Geminus ²⁾, daß dieselben Opfer ihrer „Götter immer auf dieselben Jahreszeiten fallen, sondern daß „sie vielmehr alle diese Zeiten allmählig durchwandern, und daß „daher dasselbe Fest bald auf den Frühling oder Sommer, bald „wieder in den Herbst oder Winter falle.“ Die Periode, in welcher sonach ihre Feste alle Jahreszeiten durchlaufen, betrug 1461 Jahre, denn 1460 Jahre zu $365\frac{1}{4}$ Tagen sind gleich 1461 Jahren zu 365 Tagen. Diese Periode von 1461 Jahren hieß bei den Aegyptiern die Sothische Periode, von Sothis (Hundsstern oder Sirius), daher derselbe Zeitraum auch zuweilen die Canicular-Periode genannt wird ³⁾.

Andere Völker gebrauchten diese Intercalation nicht zur Verbesserung ihres Jahrs, sondern sie rectificirten dasselbe von Zeit zu Zeit, wenn sich die Fehler zu stark angehäuft hatten. Die Perser sollen alle 120 Jahre einen Monat von 30 Tagen hinzugefügt haben. Der Kalender der Römer war anfangs sehr unvollkommen, wurde aber später durch Numa verbessert und sollte auch für die Folgezeit durch die Auguren in Ordnung erhalten werden. Allein dieß geschah nicht, und die Folge dieser Vernachlässigung war eine gänzliche Unordnung des Kalenderwesens dieses Volkes, dem endlich Julius Cäsar ein Ende machte. Auf den Rath des Aegyptiers Sosigenes adoptirte er die Einschaltung eines Tages in je vier Jahren, die wir im Allgemeinen noch jetzt beibehalten, und um den bis auf seine Zeit angewachsenen Fehler wegzubringen, setzte er 90 Tage zu dem Jahre, in welchem diese verbesserte Zeitrechnung anfang, welches Jahr deshalb das *Annus confusionis* genannt wurde. Dieser Julianische Kalender begann mit dem ersten Januar des Jahrs 45 vor Chr. G.

Vierter Abschnitt.

Versuche die Länge des Mondmonats zu bestimmen.

Der Kreislauf des Monds, in welchem dieses Gestirn alle seine Veränderungen durchläuft, wird, in den frühesten Sprachen

2) Geminus. Uranolog.

3) Censorinus de Die Natali, Cap. 18.

schon, nach diesem Gestirne selbst benannt. Diese Veränderungen des Mondes fallen in der That mehr in die Sinne, als die jährlichen Variationen der Sonne; jene drängen sich auch dem Sorgloseten gleichsam auf, und wenn die Sonne von uns scheidet, zieht der Mond vor allen andern Gestirnen unsere Blicke nur um so mehr auf sich, als die Stille und Ruhe der Nacht sich zu den Betrachtungen des Himmels so viel mehr eignet, als die geräuschvollen Geschäfte des Tages. Ueberdies sind die Veränderungen der Gestalten des Mondes und seines Ortes unter den Gestirnen so auffallend, und die Periode derselben ist so kurz, daß sie auch von dem schwächsten Gedächtniß leicht aufgenommen werden kann. Aus diesen Ursachen mag es erklärt werden, warum die ältesten Völker ihre Zeiten lieber nach Monden, als nach den Jahren der Sonne gezählt haben.

Die Benennungen, welche sie für diese Periode gebraucht haben, scheinen uns auf die früheste Geschichte der Sprachen selbst zurückzuführen. Unser Wort „Monath, Month u. f.“ ist offenbar von dem Worte „Mond, Moon u. f.“ abgeleitet, und diese Bemerkung scheint in allen Teutonischen Sprachen zu gelten. Auch das griechische $\mu\eta\nu$ (Monat) kam von $\mu\eta\nu\eta$ (Mond), wie dieses Gestirn schon im Homer genannt wird, obschon man späterhin die Benennung „Selene“ gebrauchte ¹⁾.

Auch dieser Monat ist keine Periode von einer ganzen Anzahl von Tagen, da sie mehr als 29 und weniger als 30 Tage in sich faßt. Die letzte Zahl wurde anfangs vorgezogen, wahrscheinlich weil sie die einfachste war, und sie herrschte auch lange Zeit in vielen Ländern. Aber schon eine geringe Anzahl von solchen Mondmonaten zu 30 Tagen zeigte keine Uebereinstimmung mehr mit den Erscheinungen des Mondes. Eine weitere Betrachtung zeigte, daß man mit abwechselnden Monaten von 29 und 30 Tagen eine lange Zeit durch leicht ausreichen könnte.

Die Griechen nahmen diese Mondzeitrechnung an, und sie sahen daher die Tage ihres Monats als die Repräsentanten der Mondphasen an. Der letzte Tag jedes Monats wurde $\epsilon\tau\eta\ \kappa\alpha\iota$

1) Cicero leitet das Wort mensis von mensura (Maß) ab, und einige Etymologen wollen alle die oben genannten Benennungen von dem hebräischen Manah (Maß) deriviren, mit dem auch das arabische Almanach verwandt seyn soll.

vea (der alte und neue) genannt, da auf ihn die Verschwindung und die Wiedererscheinung dieses Gestirns fiel ²⁾). Auch waren die Fest- und Opfertage der Griechen, wie sie durch die Kalender bestimmt wurden, in unmittelbarem Zusammenhange mit den Perioden der Sonne und des Mondes: „Gesetze und Orakel; sagt Geminus, bestimmten, daß bei den Opfern drei Dinge „beachtet werden, der Tag, der Monat und das Jahr.“ Bei solchen Ansichten mußte ihnen ein verbessertes System der Interpolation als eine religiöse Pflicht erscheinen.

Da die getroffene Abwechslung der Mondmonate von 29 und 30 Tagen nicht genau mit dem Lichtwechsel des Mondes übereinstimmte, so gerieth diese Zeitrechnung der Griechen bald in Unordnung. Aristophanes läßt in seinen „*Wolken*“ den Mond sich beschweren über diese schlechte Einrichtung des griechischen Kalenders (Nubes, Vers. 615—619). Allein die Verbesserung dieser Unordnung sollte sich, so wurde es gewünscht, nicht bloß auf eine genauere Kenntniß der Mondphasen beziehen, sondern sie sollte zugleich eine bessere Verbindung des Mondjahres mit dem Sonnenjahre umfassen, da das letzte doch immer der Hauptzweck aller früheren Zeitrechnung seyn mußte.

Fünfter Abschnitt.

£ u n i f o l a r j a h r .

Nimmt man in einem Jahre sechs Monate zu 30 und sechs zu 29 Tagen, so erhält man ein Jahr von 354 Tagen, so daß demnach die Differenz zwischen einem solchen Mondjahr und einem Sonnenjahre von $365\frac{1}{4}$ Tag, volle $11\frac{1}{4}$ Tage betragen würde. Diesem Fehler wollte man schon in sehr frühen Zeiten dadurch begegnen, daß man in jedem zweiten Jahre einen ganzen Monat von 30 Tagen einschaltete. Herodot ¹⁾ hat uns eine Conversation Solons aufbehalten, die eine noch rohere Einschaltungsart enthält. Beide Verfahren aber können nicht als ein wahrer Fortschritt der Chronologie angesehen werden.

²⁾ Aratus in der Stelle von dem Monde, die Geminus S. 33 anführt.

¹⁾ Herodot I. 15.

Der erste Cyclus, der als eine wahrhaft genäherte Verbindung zwischen den Sonnen- und Mondjahren zu betrachten ist, war die Octaëdris oder die bereits erwähnte Periode von acht Jahren. Acht Jahre von 354 Tagen, zusammen mit drei Monaten von 30 Tagen, geben die Summe von 2922 Tagen, und dieß ist auch zugleich der genaue Betrag von acht Jahren, deren jedes $365\frac{1}{4}$ Tag hat. Diese Periode wird demnach dem gewünschten Zwecke wenigstens so weit entsprechen, als die oben angegebene Länge des Solar- und Lunarcyclus an sich selbst genau ist ²⁾. Sie wird übrigens verschiedene äußere Gestalten annehmen, je nach der Art, wie die Einschaltungen in die verschiedenen Monate vertheilt werden. Das gewöhnliche Verfahren war, einen dreizehnten Monat am Ende jedes dritten, fünften und achten Jahres einzuschalten. Diese Einrichtung oder diese Periode wird verschiedenen Personen und Zeiten zugeschrieben. Dodwell setzt die Einführung derselben in die 59. Olympiade, im VI. Jahrhundert vor Ch. G., aber Ideler hält die astronomischen Kenntnisse der Griechen von dieser Zeit nicht fähig, eine solche Einrichtung zu treffen.

Indeß war dieser neue Cyclus nichts weniger, als sehr genau. Die Dauer von 99 (nämlich 8mal 12, mehr 3) Lunationen ist nahe $2923\frac{1}{2}$ Tage, also mehr als 2922 Tage, so daß man also in 16 Jahren schon einen Fehler von 3 Tagen hatte. Dieser Cyclus von 16 Jahren (Heccaedecaëteris), mit drei Interpolationstagen an seinem Ende, soll eingeführt worden seyn, um die Berechnung mit dem Monde in Uebereinstimmung zu bringen, aber auf diese Weise wurde wieder der Anfang des Jahrs in Beziehung auf die Sonne verschoben. Nach zehn solchen Cyclen, d. h. nach 160 Jahren, würden die eingeschalteten Tage auf 30 steigen, und sonach würde das Ende des Mondjahres um einen ganzen Monat von dem Ende des Sonnenjahres voraus seyn. Schließt man aber das Mondjahr mit dem Ende des vorhergehenden Monats, so könnte man die beiden Jahre

²⁾ Der Solarcyclus beträgt 365 T. 6 St., während das wahre Solarjahr (die tropische Umlaufszeit der Erde 365 T., 5 St., 48 Min., 47.81 Sec. beträgt. Der obige Lunarcyclus beträgt $29\frac{1}{2}$ Tag, während die wahre synodische Revolution des Mondes jetzt gleich 29 T., 12 St., 44 Min., 27 Sec. ist.

wieder zur Harmonie bringen, wodurch man also einen Cyclus von 160 Jahren erhielt.

Allein dieser Cyclus von 160 Jahren war nur aus dem von 16 Jahren genommen und wahrscheinlich nicht in den eigentlichen Volksgebrauch gekommen, was mit dem anderen, wenigstens mit dem von acht Jahren, allerdings der Fall gewesen ist.

Allein eine viel genauere und von diesen Cykeln ganz unabhängige Periode wurde im Jahr 432 vor Chr. v. von Meton ³⁾ eingeführt. Diese aus 19 Jahren bestehende Periode ist so genau und angemessen, daß sie noch bis auf diese Tage von uns selbst gebraucht wird. Die Zeit, welche 19 Sonnenjahre und 235 Lunationen umfassen, ist nahe dieselbe (die frühere ist nämlich um $9\frac{1}{2}$ Stunden, und die letzte um $7\frac{1}{2}$ Stunden kleiner als 6940 ganze Tage). Wenn daher diese 19 Jahre so in 235 Monate getheilt werden, daß sie mit den Veränderungen des Mondes übereinkommen, so werden am Ende dieser Periode dieselben Erscheinungen wieder in derselben Ordnung beginnen, wie zuvor.

Damit aber 235 Monate, von 30 und von 29 Tagen, zusammen 6940 Tage machen, mußte man 125 von den ersten, und 110 von den letzten Monaten nehmen, wo dann die ersten volle, die letzten aber hohle Monate genannt worden sind. Man bediente sich eines eigenen Kunstgriffs, um die 110 hohle Monate unter die 6940 Tage zu vertheilen. Man fand, daß nahe auf je 63 Tage ein hohler Monat komme. Zählt man also 30 Tage für jeden Monat, und läßt man jeden 63sten Tag einen Tag aus, so hat man in 19 Jahren 100 Tage ausgelassen. Und dieß hat man denn auch wirklich gethan, indem man den dritten Tag des dritten Monats, den sechsten Tag des fünften Monats, den neunten Tag des siebenten Monats u. s. f. ausließ, und dadurch diese Monate hohl nahm. Von den neunzehn Jahren der Periode mußten sieben Jahre von dreizehn Monaten seyn, aber man steht nicht mehr, nach welcher Regel man diese sieben Jahre ausgewählt hat. Einige unserer Chronologen geben das 3., 6., 8., 11., 14., 17. und 19. Jahr dafür an, andere aber nehmen dafür das 3., 5., 8., 11., 13., 16. und 19. Jahr an.

Die nahe Uebereinstimmung der Solar- und Lunar-Periode in diesem Cyclus von neunzehn Jahren war ohne Zweifel eine

³⁾ Ideler, Hist. Unters. S. 208.

bedeutende Entdeckung für die Zeit, in welcher sie gemacht worden ist. Es ist aber nicht leicht, den Weg zu zeigen, wie man darauf gekommen seyn mag, da wir nicht wissen, auf welche Weise man damals die Tage des Kalenders mit den Erscheinungen des Himmels in Uebereinstimmung zu bringen suchte. Die Länge des Monats wurde ohne Zweifel durch die Beobachtungen derjenigen Finsternisse, die in der Zeit sehr weit von einander entfernt waren, mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt, da man sehr früh schon bemerkte, daß diese Finsternisse nur zur Zeit des Neumoder Vollmonds eintreten ⁴⁾. Wenn aber einmal die Länge des Monats genau bekannt war, so war die Entdeckung eines dem Volkskalender regulirenden Cyclus bloß Sache der arithmetischen Gewandtheit, und mußte daher von dem Zustande der Arithmetik jener Zeit abhängen, obgleich vielleicht die Entdeckung selbst mehr dem arithmetischen Scharfsinn irgend eines Einzelnen, als der Methode der Wissenschaft selbst zugeschrieben werden muß. Es ist möglich, daß der „Meton'sche Cyclus“ genauer war, als sein Urheber selbst es wußte, und daß er durch einen glücklichen Zufall weiter gekommen ist, als er durch irgend eine streng wissenschaftliche Berechnung seiner Zeit gekommen seyn könnte. In der That ist dieser Cyclus so genau, daß die Kirche jezt noch, durch seine Hülfe, die Neumonde zur Bestimmung des Osterfestes bestimmt, und die in unsern Kalendern aufgeführte „goldene Zahl“ ist bekanntlich nur die Zahl, welche die Jahre dieses Cyclus anzeigt ⁵⁾.

Etwa hundert Jahre später (i. J. 330 vor Chr. G.) wurde dieser Cyclus von Calippus verbessert, der den Fehler desselben durch die Beobachtung einer Monds-Finsterniß entdeckte, die er sechs Jahre vor dem Tode Alexanders des Großen angestellt hatte ⁶⁾. In diesen corrigirten Cyclus wurden wieder vier Meton'sche Perioden von neunzehn Jahren genommen, und am Ende

4) Thycyd. VII. 50. IV. 52 und II. 28.

5) Derselbe Cyclus von neunzehn Jahren wurde auch eine sehr lange Zeit durch von den Chinesen gebraucht, deren bürgerliches Jahr, wie das der Griechen, ebenfalls aus Monaten von 29 und 30 Tagen bestand. Auch die Siamesen haben dieselbe Periode (Astronom. Lib. Usef. Knowl.).

6) Delambre Hist. de l'Astron. Aec. C. 17.

des 76sten Jahrs ein Tag weggelassen, um dadurch von den Stunden Rechnung zu tragen, um welche, wie oben gesagt wurde, jene 6940 Tage größer als neunzehn Jahre und als 235 Lunationen sind. Diese „Calippische Periode“ gebraucht Ptolomäus in seinem *Almagest* zur Angabe der von ihm angeführten Finsternisse.

Diese beiden Perioden, von Meton und Calippus, setzen ohne Zweifel schon eine beträchtlich nahe Kenntniß der Astronomen jener Zeit von der wahren Länge des Mondmonats voraus, und die erste besonders ist ein recht glückliches Mittel, um den Sonnen- und Mond-Kalender in Uebereinstimmung zu bringen.

Der Römische Kalender, von dem unser eigener abstammt, zeugt von viel weniger Geschicklichkeit, als der Griechische. Ob schon die Chronologen in Beziehung auf die Construction des römischen Kalenders nicht ganz übereinstimmen, so ist doch nicht zu zweifeln, daß ihre Monate sich ursprünglich ebenfalls auf den Mond bezogen haben. Auf welche Weise sie aber auch den Lauf des Mondes mit dem der Sonne in Uebereinstimmung zu bringen sich bemüht haben mögen, so ist doch so viel klar, daß der Versuch mißglückt, und daß er in spätern Zeiten ganz aufgegeben worden ist. Die Römischen Monate, vor und nach der Correction durch Julius Cäsar, waren bloße Theile des Jahres, die zu den Neu- und Vollmonden keine weitere Beziehung mehr hatten. Da aber die Neueren diese Eintheilung des Jahres beibehalten haben, so hat dadurch unser Kalender zwar einen der frühesten Versuche, unsere Zeitrechnung mit den Erscheinungen des Himmels in Uebereinstimmung zu bringen, aber auch zugleich einen gänzlich mißglückten Versuch, aufgenommen, um ihn der spätesten Folgezeit zu überliefern.

Wenn man nun, wie es dieser Geschichte ziemt, auf die eigentlichen Fortschritte der Wissenschaft sieht, so scheinen bloße Kalenderverbesserungen nur wenig Stoff zu unseren Betrachtungen zu liefern. Aber sie dürfen deßhalb nicht ganz übergangen werden. Denn wenn die Kalender eines scheinbar noch rohen Volkes, eines noch ganz unwissenschaftlichen Zeitalters, doch schon einen höheren Grad von Uebereinstimmung mit den wahren Bewegungen der Sonne und des Mondes zeigen (wie dieß bei den Lunarkalendern der Griechen, und den Solarkalendern der Mexikaner der Fall ist), so enthalten solche Schriften zugleich

die einzigen Ueberreste von den astronomischen Entdeckungen dieser Völker, auf welche sie vielleicht viel Zeit und Mühe und Geisteskraft verwendet haben, von denen aber alle weitere Spuren verloren gegangen sind. Spätere Verbesserungen dieser Art, die erst entstehen, wenn bereits die astronomischen Beobachtungen einen höheren Grad von Genauigkeit erreicht haben, sind von geringem Werthe für die Geschichte der Wissenschaft, da sie den ihnen zu Grunde liegenden Entdeckungen nur nachfolgen und gewöhnlich noch tief unter denjenigen Erkenntnissen stehen, aus welchen sie abgeleitet werden, während so kurze und doch zugleich so genaue Perioden, wie die des Meton, vielleicht noch das erste Gepräge der Kenntniß tragen, welche sie enthalten, und immerhin genaue Beobachtungen sowohl, als auch arithmetischen Scharfsinn voraussetzen. Die Entdeckung eines solchen Cyclus setzt immer einen talentvollen glücklichen Geist voraus, wie die Entdeckung eines jeden anderen Naturgesetzes. Außer dem aber mag uns die nähere Betrachtung solcher Versuche fremd bleiben, da sie mehr der Kunst, als der Wissenschaft, angehören, und da sie mehr eine bloße Anwendung unserer Erkenntniß auf das practische Leben, als eine wahre Erweiterung dieser Erkenntniß sind.

Sechster Abschnitt.

Die Constellationen.

Bei dem ersten aufmerksamen Blick zum Himmel wird man zu einer gewissen Anordnung der Gestirne derselben in verschiedenen Gruppen gleichsam aufgefordert. Wie aber der Mensch dazu gekommen seyn mag, diesen Gruppen so seltsame phantastische Namen und Bedeutungen zu geben, die sie in der That schon in den allerältesten Zeiten erhalten haben, möchte schwer zu erklären seyn. Einzelne Sterne und auch auffallende Gruppen derselben, wie z. B. die Pleiaden, führt schon Homer und Hesiod an, und die in dem Buche „Job“ enthaltenen Benennungen gehören einer noch viel frühern Zeit ¹⁾.

1) Kannst du hemmen den süßen Einfluß der Chima (der Pleiaden),
oder lösen das Band von Kesil (Orion)? Kannst du aufstellen

Das Merkwürdigste bei diesen Sternbildern ist erstens, daß sie ganz willkürliche Combinationen von einzelnen Gestirnen enthalten, da die künstlichen Figuren, in welche man sie einzuschließen suchte, gar keine Ähnlichkeit mit der Anordnung der Sterne selbst zu haben scheinen, und zweitens, daß demungeachtet diese Figuren auch in sehr entfernten Ländern wieder angetroffen werden, so daß eine Mittheilung derselben von einem Volke zum andern nicht weiter geläugnet werden kann. Die ganz willkürliche Zusammenstellung dieser Figuren zeigt, daß sie mehr das Werk der Imagination und der mythologischen Ansichten, als das der Convenienz und einer wahren Anordnung gewesen seyn muß. „Die Sternbilder,“ sagt einer unserer heutigen Astronomen ²⁾, „scheinen diese Figuren und Benennungen absichtlich erhalten zu haben, um die Verwirrung und Unschicklichkeit so groß als möglich zu machen. Zahllose Schlangen winden sich in langen, verwickelten Zügen, die man kaum mit dem Auge verfolgen kann, am Himmel hin; Bären, Löwen, Hunde, Vögel und Fische, große und kleine, nördliche und südliche, treiben sich da herum und verwirren alle Gegenstände. Ein besseres System der Constellationen würde eine wesentliche Nachhülfe für unser Gedächtniß seyn.“ Wenn man diese Gruppen durch Gestalten anzeigen wollte, die ihnen in der That ähnlich sind, so würde man in den meisten Fällen auf ganz andere Benennungen, als die eingeführten, gelangen. So findet der gemeine Mann bei uns mit Recht angemessener, daß der Haupttheil des Sternbildes, den die Alten „den großen Bären“ genannt haben, der „Wagen“ heiße ³⁾.

Mazzaroth (Sirius) in seiner Jahreszeit? oder kannst du leiten Aisch (Arctur) mit seinen Söhnen? Job. XXXVIII. 31. — Der Arctur und Orion und die Pleiaden gemacht hat und die Gemächer des Südens Job. IX. 9. — Dupuis VI. 545 glaubt, daß Aisch oder αἶξ die „Ziege“ bedeutet. M. s. Hyde's Ulughbeigh.

2) Herschel.

3) Beide Benennungen waren auch schon den ersten Griechen bekannt. Ἀρκτον ἦν καὶ ἀμαξαν επικλησιν καλεσθαι.

Die Bären, die man gewöhnlich den Wagen nennt. Homer. Odys. I.

Ἀρκτος war wahrscheinlich die traditionelle, und ἀμαξα die, der auffallend ähnlichen Form wegen, gewöhnliche Benennung.

Die erwähnte Aehnlichkeit der Benennung der Sternbilder in verschiedenen Gegenden ist in der That sehr auffallend. Die Uebereinstimmung der Chaldäischen, Aegyptischen und Griechischen Benennungen ist nicht zu verkennen. Mehrere Schriftsteller behaupten, daß dieselbe Aehnlichkeit auch in den Arabischen und Indischen Constellationen wieder gefunden werde ⁴⁾, wenigstens unter denen des Thierkreises. Obschon aber die Figuren beinahe alle dieselben sind, so sind doch die Benennungen und die mit ihnen verbundenen Mythen verschieden, je nach den historischen und religiösen Ansichten jedes Volkes ⁵⁾. Der himmlische Fluß, den die Griechen Eridanus nannten, hieß bei den Aegyptiern der Nil. Viele sind der Ansicht, daß die Zeichen des Thierkreises, die Zone, in welcher die Sonne und der Mond einhergeht, ihre Benennungen erhalten haben von dem Lauf der Jahreszeiten, von der Bewegung der Sonne, oder von den Arbeiten der Landleute. Wenn wir diejenige Lage des Himmels ⁶⁾ auffuchen, die vermöge der jetzt wohlbekannten Theorie die Präcession der Nachtgleichen vor 15,000 Jahren stattgehabt hat, so ist die Bedeutung der Zeichen des Thierkreises, in Beziehung auf den Lauf der Sonne und auf das Klima von Aegypten, in der That sehr auffallend ⁶⁾, daher man auch davon Gelegenheit genommen hat, die Erfindung des Thierkreises in jene entfernte Zeitperiode zu versetzen. Andere Schriftsteller haben dieses zu große Alterthum als unwahrscheinlich verworfen, und dafür die Hypothese aufgestellt, daß das jeder Jahreszeit angewiesene Sternbild dasjenige sey, welches in dieser Jahreszeit bei dem Einbruche der Nacht eben aufgeht. Auf diese Weise, glauben sie, wurde die „Wage,“ durch welche die Gleichheit der Tage und Nächte angezeigt wird, unter diejenigen Sterne versetzt, die bei dem Anfang des Frühlings zur Abendzeit aufgehen. Durch diese Annahme würde die Zeit der Erfindung der Sternbilder im Zodiacus auf das Jahr 2500 vor unserer Zeitrechnung gebracht werden.

4) Dupuis VI. 548. Der Indische Thierkreis setzt einen Widder und einen Fisch an die Stelle unseres Steinbocks, so daß selbst hier die Aehnlichkeit nicht gut geläugnet werden kann. Bailly, Hist. d'Astr. I. S. 157.

5) Dupuis VI. 549.

6) Laplace, Hist. d'Astron., in dessen Expos. du Syst. du Monde.

Ohne Zweifel hatte die Phantasie und wahrscheinlich auch der Aberglaube seinen guten Theil bei der Bildung der Constellationen des Himmels. Wenigstens ist gewiß, daß schon in ungemein früher Zeit sehr abenteuerliche Eigenschaften mit demselben verbunden wurden ⁷⁾. Die Astrologie ist schon in den ältesten Zeiten im Osten bekannt gewesen, und nach ihr hatten die Gestirne einen sehr wesentlichen Einfluß auf den Charakter und das Schicksal der Menschen, da sie in unmittelbarer Verbindung mit den höhern Mächten der Natur stehen sollten.

Fernerhin können wir die Bildung dieser Constellationen und die mit ihnen verbundenen Begriffe als einen der frühesten, und zugleich als einen gänzlich mißlungenen Versuch ansehen, in den Gestirnen des Himmels irgend eine Relation zu uns selbst zu finden. Die ersten Versuche der Menschen, die Erscheinungen und Bewegungen der himmlischen Körper durch Schlüsse auf Einheit und Zusammenhang zurückzuführen, wurden auf eine ganz falsche Weise gemacht. Denn statt diese Erscheinungen bloß in Beziehung auf Raum und Zeit und Zahl, auf eine rein rationelle Art, zu betrachten, wurden noch ganz andere Mittel zu Hülfe gerufen, die Phantasie, die Tradition, Hoffnung, Furcht, Ahnung des Uebernatürlichen, Verhängniß u. dergl. Der Mensch, für diesen Grad der Erkenntniß noch zu jung, mußte erst lernen, welche Ideen er, um seine Versuche mit Erfolg anzustellen, über diese Gegenstände in sich aufnehmen, und welche er von seinen Betrachtungen ausschließen müsse. In jener frühen Zeit war diese Unkenntniß wohl sehr natürlich und auch zu entschuldigen, aber dafür ist es desto merkwürdiger, zu sehen, wie lang und hartnäckig der Glaube sich erhielt (wenn er ja in unsern Tagen in der That schon gänzlich erloschen ist), daß die Bewegungen der Gestirne mit den Schicksalen der Menschen in unmittelbarem Zusammenhange stehen, und daß es uns möglich sey, das Gesetz dieser Verbindung zu entdecken.

Wir können daher auch denjenigen nicht beistimmen, welche die Astrologie der früheren Jahrhunderte nur „als eine entartete „Astronomie, als den Mißbrauch einer noch viel früheren eigentlichen Wissenschaft“ betrachten ⁸⁾. Die Astrologie bezeichnet

7) Dupuis VI. 546.

8) Dupuis VI. 546.

vielmehr die ersten Schritte der Menschen zur Astronomie, indem sie dieselben gewöhnte, die Erscheinungen des Himmels in Gruppen zu ordnen, in eine Art von Zusammenhang zu bringen, und ihnen am Ende zu zeigen, daß jene eingebildeten mythologischen Relationen, von denen sie so Großes erwarteten, nur einen sehr geringen Werth haben. Seitdem sie einmal zu dieser Ueberzeugung gekommen sind, sieht man die Wissenschaft selbst, im Gefolge von deutlichen Begriffen des Raums, der Zeit und der Zahl, stetigen Schritts auf der wahren Bahn einhergehen.

Siebenter Abschnitt.

Die Planeten.

Als man einmal mit den Gestirnen des Himmels eine nähere Bekanntschaft eingegangen hatte, konnten sich auch die „Planeten“ nicht leicht mehr der Aufmerksamkeit des Beobachters entziehen. Venus besonders mußte durch ihren Glanz und durch ihre immerwährende Nähe bei der Sonne die Augen der Menschen bald auf sich ziehen. Pythagoras soll der erste gewesen seyn, der den Morgen- und Abendstern für ein und dasselbe Gestirn hielt. Gewiß wurde diese Bemerkung schon sehr früh gemacht, da eine nur ein oder zwei Jahre fortgesetzte Betrachtung des Himmels schon darauf leiten mußte.

Auch Jupiter und Mars, die oft noch heller als Venus sind, konnten nicht lange unbemerkt bleiben. Merkur und Saturn haben zwar weniger Licht, aber in jenen reinen Himmelsstrichen mußten auch sie, bei einiger Aufmerksamkeit, bald gefunden werden. Aber die sonderbaren Bewegungen dieser Körper unter den andern Gestirnen des Himmels unter eine bestimmte Regel zu bringen, mag wohl viel Zeit und Mühe gekostet haben, und wahrscheinlich waren die ersten, ohne Zweifel sehr frühen Versuche zu diesem Zweck, mehr astrologischer, als eigentlich astronomischer Natur.

In einer Zeit, zu der unsere einigermaßen verlässliche Geschichte der Menschheit nicht hinaufreicht, wurden diese Planeten, zugleich mit der Sonne und dem Monde, durch die Aegyptier, oder durch irgend ein anderes sehr altes Volk, in eine gewisse Ordnung gegen einander gestellt. Wahrscheinlich hielt man sich dabei an die verschiedene Geschwindigkeit, mit welcher die

Planeten unter den Fixsternen einhergehen. Denn obschon die Bewegung eines jeden einzelnen Planeten sehr veränderlich ist, so ist doch die Stufenreihe dieser Geschwindigkeiten von einem Planeten zu dem andern, sehr in die Augen fallend, und diese jedem derselben eigene Bewegung scheint die Phantasie jener frühern Völker auf die Ansicht gebracht zu haben, daß auch jedem Planeten ein eigener Charakter, eine ihm ausschließend zukommende Eigenschaft beizuhöhe. So wurde Saturn mit einer kalten trägen Natur begabt; Jupiter, der wegen seiner schnellern Bewegung auch näher zur Sonne versetzt wurde, galt für einen gemäßigten, Mars für einen feurig lebhaften Körper u. s. w.

Es wird nicht nöthig seyn, bei den Benennungen und Eigenschaften dieser Körper, die ihnen von den Alten beigelegt wurden, länger zu verweilen ¹⁾. Bemerken wir dafür, daß sie die deutlichen Spuren einer der ältesten unserer Zeiteintheilungen, die „der Woche,“ an sich tragen. Diese Eintheilung der Zeit in sieben Tage ist, wie wir aus den ältesten Schriften der Juden sehen, aus dem grauesten Alterthume zu uns gekommen. Diese Woche fand sich bei den Arabern, den Assyriern und den Aegyptiern ²⁾. Auch die Bramanen Indiens kennen sie, und auch hier werden die einzelnen Tage der Woche nach den Planeten benannt.

Es scheint nicht leicht, die leitende Idee aufzufinden, welche zu diesen Benennungen der Wochentage Gelegenheit gegeben hat. In den ältesten Zeiten ließ man die Planeten in folgender Ordnung auf einander folgen, wenn man mit den von der Erde entferntesten anfängt: „Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, „Merkur und Mond.“ Und das wahrscheinlichste Verfahren,

- 1) Achilles Tatiüs (Uranol) gibt folgende Aegyptische und Griechische Namen der Planeten nebst ihren Eigenschaften.

	Aegypt.	Griechisch.	Eigenschaften.
Saturn.	Νεμεσεως	Κρονος αστηρ φαινων,	hell.
Jupiter.	Οσιριδος	Zeus, Διος φασθων,	glänzend.
Mars.	Ηρακλεους	— — πυροεις,	feurig.
Venus.	—	Αφροδιτης	εωσφορος, morgenbringend.
Merkur.	Απολλωνος	Ερμης	στιλβων, blinkend.

- 2) Laplace, Hist. d'Astron.

mit ihnen die einzelnen Tage der Woche zu bestimmen, scheint folgendes zu seyn. — (Man nahm an, daß jeder dieser Himmelskörper, in der angeführten Ordnung, die einzelnen Stunden des Tages beherrschen oder der Regent dieser Stunden seyn, und daß überdies derjenige, welcher die erste Stunde eines Tages regiert, auch zugleich diesem Tage seinen Namen geben soll. So hieß also z. B. der Tag, dessen erste Stunde Saturn regierte, *Dies Saturni*, oder Samstag. Demnach beherrschte Jupiter die zweite Stunde dieses Tags, Mars die dritte, die Sonne die vierte u. s. w., also auch der Mond die siebente, dann wieder Saturn die achte, Jupiter die neunte u. s. w., so daß demnach die fünfzehnte und zwei und zwanzigste Stunde wieder auf Saturn, die drei und zwanzigste auf Jupiter, die vier und zwanzigste auf Mars und die fünf und zwanzigste, das heißt die erste Stunde des folgenden Tages, auf die Sonne kam, daher auch dieser zweite Tag der Woche *Dies Solis* oder Sonntag genannt wurde. In diesem zweiten Tage beherrschte also Venus die zweite Stunde, Merkur die dritte und die Sonne wieder die achte, fünfzehnte und zwei und zwanzigste, so daß also Venus die drei und zwanzigste, Merkur die vier und zwanzigste, und daher der Mond die erste Stunde des nächstfolgenden Wochentags beherrschte, weshalb dieser Tag Montag, *Dies Lunae*, genannt wurde u. s. w. L.)

Man kann mit Laplace ²⁾ die „Woche“ als das älteste Denkmal der Astronomie der Vorzeit betrachten. Ohne Unterbrechung wand sich diese einfache Periode aus den dunkelsten Zeiten der Vorwelt bis auf unsere Tage, indem sie ihren Lauf durch so viele Jahrhunderte fortsetzte, ungestört von den Revolutionen der Völker und selbst von den Verwirrungen, in welche unsere übrige Zeitrechnung so oft verfallen ist. Als die Gottheiten jener Zeit, die den Tagen dieser Periode ihre Namen gegeben hatten, von ihren Thronen steigen mußten, wurden die Benennungen der alten Teutonischen Götter an ihre Stelle gesetzt ³⁾. Nur die Quäcker, welche diese heidnischen Namen der Wochentage nicht annehmen wollten, verwarfen zugleich mit ihnen das älteste Monument des die Welt so lange beherrschenden astrologischen Aberglaubens.

2) Laplace, Hist. d'Astron.

3) Donnerstag, Thursday, kömmt von Thor, dem Donnergotte, Freitag, Friday, von Freya, der Venus der alten Deutschen u. s.

Achter Abschnitt.

Kreise der Sphäre.

Die bisher angeführten Erfindungen können zwar als Fortschritte in der astronomischen Erkenntniß, aber nicht als reine technische oder wissenschaftliche Speculationen betrachtet werden, da eine richtige Zählung der Zeit nur als eines der ersten Bedürfnisse der aus dem rohen Zustand der Wildheit sich erhebenden Völker angesehen werden muß. Die Eintheilung des Himmels aber durch Hülfe einer Kugel, auf deren Oberfläche mehrere Kreise in bestimmten Richtungen gezogen sind, ist ein wesentlicher Schritt zur Astronomie. Es ist schwer, die ersten Urheber dieser Sphären anzugeben. Die Ansicht des Himmels selbst leitet uns schon auf die Idee einer hohlen Kugel, auf deren Oberfläche die Sterne stehen. Man sah bald, daß man die Bewegung dieser Sterne, wie sie jede Nacht durch gesehen wurde, durch eine Drehung jener Kugel um einen bestimmten Durchmesser, um eine Aye derselben, darstellen kann. Man bemerkte nämlich unter diesen Sternen des Himmels einen, der an dieser Bewegung keinen Theil nimmt, sondern scheinbar stille steht, während die andern alle sich in parallelen Kreisen um jenen bewegen, und dabei ihre Distanzen unter sich unverändert beibehalten. Dieser unbewegliche Stern ist alle Nächte derselbe und immer an derselben Stelle, während alle übrigen ihre allgemeine Stellung gegen den Horizont mit jeder Nacht etwas ändern, und die ganze Periode aller dieser Aenderungen in einem jeden Jahre durchlaufen. Alles dieß stimmt sehr wohl mit jener ersten Ansicht überein, daß der Himmel, gleich einem großen Dome, in der Gestalt einer Kugel über uns gewölbt ist, und daß sich diese Kugel immerwährend und regelmäßig um eine Aye bewegt, die durch jenen in scheinbarer Ruhe befindlichen Stern geht.

Allein damit ist jene Erscheinung noch nicht erklärt, nach welcher die Lage der Gestirne gegen den Horizont von einer Nacht zur andern während dem Laufe eines Jahres geändert wird. Man fand wohl bald, daß man, zu diesem Zwecke, noch eine eigene Bewegung der Sonne unter den fixen Gestirnen des Himmels an jener Kugel Fläche annehmen müsse. Diese Sonne macht wahrscheinlich durch die Helligkeit ihres Lichts die

in ihrer Nähe stehenden Sterne unsichtbar, wie dieß auch der Vollmond, wenigstens mit den schwächeren Sternen thut, daher wir diese Sterne, wie das Licht des Tages gen Abend abnimmt, wieder allmählig hervorkommen sehen. Und wie dann diese Sonne, wenn sie während einem Jahr ihre ganze Bahn unter den Sternen zurücklegt, mit jedem Aufgang den Tag, und mit jedem Untergange die Nacht über uns heraufführt, so wird auch, während derselben Zeit eines Jahres, jeder Theil des gestirnten Himmels, einer nach dem andern, zur Nachtzeit sich unsern Blicken darstellen.

Dieser Satz, „daß die Sonne ihren Weg unter den Sternen „in jedem Jahre zurücklegt,“ ist die Basis der ganzen Astronomie, und ein großer Theil dieser Wissenschaft besteht nur in der weitzern Entwicklung und Erläuterung dieses Satzes. Es ist schwer, die Methode, durch welche man diese Bahn der Sonne am Himmel näher kennen lernte, oder die eigentlichen Entdecker derselben, oder auch nur die Zeit dieser Entdeckung anzugeben. Es mochte wohl nicht gleich einleuchten, wie man diesen Weg der Sonne unter den Sternen bestimmen soll, da die Sterne, bei welchen sie eben ist, durch sie selbst unsichtbar gemacht werden. Wenn man den ganzen Umfang des Himmels in zwölf gleiche Theile oder „Zeichen“ theilt, so bemerkt Autolycus, der älteste Schriftsteller über diese Gegenstände, dessen Werke auf uns gekommen sind ¹⁾, daß die Sonne immer die Sterne eines solchen Zeichens für uns unsichtbar macht. Demnach würden diejenigen Sterne, die beim Auf- oder Untergange der Sonne ihr zunächst noch sichtbar seyn, ein halbes Zeichen (oder 15 Grade) von ihr abstehen, die abendlichen Sterne auf der Ostseite, und die morgendlichen auf der Westseite der Sonne. Mit Hülfe dieser Bemerkung konnte ein Beobachter, der nur einige Kenntniß des gestirnten Himmels besaß, jeden Tag diejenigen Sterne angeben, bei welchen die Sonne für diesen Tag sich eben aufhielt.

Auf diesen oder einem ähnlichen Weg wurde ohne Zweifel die Bahn der Sonne am Himmel von den ersten Astronomen gefunden. Thales, den man den Vater der griechischen Astronomie nennt, lernte diese Kenntnisse wahrscheinlich bei den Aegyptiern, und brachte sie von da in sein Vaterland. Seine

¹⁾ Delambre, Astr. Anc. S. XIII.

Einsicht war vielleicht noch beträchtlich weiter vorgedrungen, wenn es wahr ist, was man von ihm behauptet, daß er eine Finsterniß vorhersagen konnte. Allein dieß ist nicht übereinstimmend mit den Fortschritten, die seine Nachfolger in der Astronomie noch zu machen hatten.

Der Kreis, in welchem sich die Sonne jährlich am Himmel bewegt, ist gegen den, welchen die Sterne täglich zurücklegen, um einen beträchtlichen Winkel geneigt. Plinius²⁾ sagt, daß Anaximander, ein Schüler des Thales, diese schiefe Lage der Ecliptik zuerst bemerkt, und dadurch, wie er sich ausdrückt, „die Thore des Himmels geöffnet habe“³⁾.“ Ohne Zweifel hat der, welcher zuerst eine klare Idee von der Natur der Sonnenbahn in der Himmelsphäre aufstellte, einen großen Schritt gemacht, der gleichsam von selbst zu allem Uebrigen führte, aber es hält schwer, zu glauben, daß die Aegyptier und Chaldäer nicht schon früher so weit gekommen seyn sollten.

Die tägliche Bewegung der Himmelsphäre und die Bewegung der Sonne und des Mondes in ihren eigenen Bahnen gaben einer eigenen mathematischen Doctrin, „der Lehre von der Sphäre“ den Ursprung, die einen der frühesten Zweige der practischen Mathematik bildete. Bei dieser Gelegenheit wurde eine Anzahl von neuen technischen Ausdrücken eingeführt. Man nahm den Himmel als eine „ganze Sphäre“ an, obschon wir jedesmal nur die Hälfte derselben sehen. Man setzte ferner voraus, daß er sich um den (uns sichtbaren oder) nördlichen, und überdieß noch um einen, jenem entgegengesetzten südlichen Pol drehe, und nannte durch die diese beiden Pole verbindende gerade Linie die „Axe“ des Himmels. Derjenige größte Kreis, der in der Mitte zwischen diesen zwei Polen liegt, und den Himmel in zwei Hälften theilt, wurde Aequator (*ισμμεριως*) genannt. Die zwei dem Aequator parallelen Kreise, welche die schiefe Bahn der Sonne über und unter dem Aequator begrenzten, hießen die Wendekreise (*Tropici*, *τροπικαι*), weil die Sonne, wenn sie in ihrem Laufe diese Kreise erreicht hat, gleichsam wieder in die vorige Gegend des Himmels zurückkehrt. Diese

2) Hist. Nat. II. Cap. VIII.

3) Plutarch. de Plac. Philosoph. L. II. Cap. XII. sagt, daß Pythagoras diese Entdeckung gemacht habe.

nigen Sterne, welche nie untergehen, sind von einem anderen Kreise eingeschlossen, der der arktische Kreis (αρκτικός von ἀρκτος, dem großen Bären, der selbst nicht untergeht) genannt wurde. Ein ihm gegenüberstehender, von dem Südpole eben so weit entfernter Kreis hieß der antarktische, und er enthielt diejenigen Sterne, die bei uns nicht mehr aufgehen⁴⁾. Die dem Aequator parallele Zone, welche die ganze Sonnenbahn enthält, wurde Zodiacus (Thierkreis) genannt; die zwei Punkte, in welchen die Sonnenbahn den Aequator durchschneidet, hießen die Aequinoctialpunkte, weil zu der Jahreszeit, wo die Sonne in diesen Punkt tritt, Tag und Nacht auf der ganzen Erde gleich groß ist. Solstitialpunkte aber wurden die zwei Punkte der Sonnenbahn genannt, in welchen sie die beiden Wendekreise berührte. Die Coluren (κόλouroi, verstümmelte Kreise) sind jene Kreise, welche durch die beiden Pole und durch die Solstitialpunkte gehen, und sie haben ihren Namen davon, daß man immer nur einen Theil derselben sieht, weil der andere unter dem Horizonte ist.

Der Horizont (ὁρίζων) wird gewöhnlich als die Grenze zwischen Erd- und Himmel angenommen. In der „Lehre von der Sphäre“ ist er als ein größter Kreis, d. h. als ein solcher Kreis vorausgesetzt, der durch den Mittelpunkt des Himmels und der dem Himmel concentrischen Erde geht, so daß demnach immer die Hälfte des Himmels über dem Horizonte ist. Dieser Ausdruck begegnet uns zuerst in einem Werke Euclid's, das *Phänomena* (Φαινόμενα) genannt wird.

Wir besitzen zwei Schriften des Autolycus⁵⁾ (der nahe 300 Jahre vor Ch. G. lebte), welche die Resultate der „Theorie der Sphäre“ auf eine deductive Weise enthalten. In dem Werke *Περὶ Κινουμένης Σφαίρας* (von der beweglichen Kugel) zeigt er, wie aus der Annahme einer gleichförmigen täglichen Bewegung der Sphäre verschiedene Eigenschaften des Auf- und Untergangs und der Bewegungen der Gestirne folgen. Und in einer zweiten Schrift: *Περὶ Ἐπιτολῶν καὶ Ἀυσεῶν* (von dem Auf- und Untergehen⁶⁾) setzt er die Bewegung der Sonne in ihrer

4) Die beiden Polarkreise der neuern Astronomie sind von jenen arktischen und antarktischen Kreisen verschieden.

5) Delambre, Astr. Anc. S. 19.

6) Ib. S. 25.

Bahn gleichförmig voraus, und gibt verschiedene Propositionen über den Auf- und Untergang der Sterne in Beziehung auf den gleichzeitigen Auf- und Untergang der Sonne ⁷⁾. Mehrere von diesen Propositionen werden jetzt noch als für die Astronomie wesentlich betrachtet, und sind selbst zum Verständniß der griechischen und römischen Dichter nothwendig.

Das oben erwähnte Werk von Euclid ist von derselben Art. Delambre ⁸⁾ schließt aus diesem Werke, daß Euclid seine astronomischen Kenntnisse nur aus Büchern genommen, aber nie selbst den Himmel beobachtet habe.

Bemerken wir hier zum erstenmale, was wir später noch oft in dieser Geschichte sehen werden — den Trieb des menschlichen Geistes zur Deduction. So oft er sich so viele Kenntnisse der Art verschafft, daß sie durch logische Schlüsse verbunden und wieder in ihre Theile aufgelöst werden können, so oft sucht er auch daraus eine Art von Wissenschaft zu bilden, indem er diese Schlüsse in ein System zu bringen strebt. Die Geometrie ist von jeher ein Lieblingsgegenstand dieses Triebes gewesen, und sie sowohl, als auch die Trigonometrie, die ebene wie die sphärische, sind bis auf die gegenwärtigen Zeiten dasjenige Feld gewesen, auf dem sich das mathematische Talent der Deduction vorzugsweise gefallen hat, indem schon einige wenige Wahrheiten genügten, um auf ihnen, als auf einer Basis, das ganze Gebäude der Wissenschaft zu erheben.

Neunter Abschnitt.

Kugelgestalt der Erde.

Die Begründung der Kugelgestalt der Erde ist als ein wichtiger Schritt der Astronomie betrachtet worden, da sie die erste von jenen Ueberzeugungen enthält, die mit dem offenbaren Sinnen-scheine im Widerspruche steht, und demungeachtet von der Wissenschaft über alle Zweifel erhoben wird. Dem Menschen den Glauben aufzudringen, daß die Begriffe von „Oben“ und „Unten“ sich

7) Ueber den sogenannten cosmischen, helischen und achronischen Auf- und Untergang der Sterne.

8) Astr. Anc. S. 53.

bloß auf verschiedene Richtungen in verschiedenen Stellen beziehen; daß das Meer, anscheinend so eben, doch convex ist; daß die Erde, die uns auf so festem Grund zu ruhen scheint, doch ganz und gar ohne Unterstützung ist: dieß sind allerdings große Triumphe des entdeckenden sowohl, als auch des die Andern belehrenden Geistes. Man wird dieß nicht läugnen können, wenn man bedenkt, daß vor noch nicht sehr langer Zeit die Lehre von den Antipoden für monstros und kezerisch verschrieen worden ist.

Und doch führt die Verschiedenheit der Lage des Horizonts an verschiedenen Orten der Oberfläche der Erde schon jeden Anfänger in der Astronomie auf die Annahme einer kugelförmigen Erde. Anaximander ¹⁾ soll der erste unsere Erde kugelförmig und zugleich frei im Raume schwebend angenommen haben, so wie er auch eine Kugel construirt haben soll, auf welcher man die Länder und Meere der Erde sehen konnte. Da wir aber die Beweise, die er für seine Behauptung gebraucht haben mag, nicht kennen, so können wir auch über den Werth derselben nicht urtheilen. Vielleicht war dieser sein Satz nicht besser begründet, als der, den ihm Diogenes Laertius ebenfalls zuschreibt, daß die Erde die Gestalt einer Säule oder eines Pfeilers habe. Wahrscheinlich wurden diese Vertheidiger der Kugelgestalt der Erde durch die Bemerkung darauf geführt, daß die geographischen Breiten oder die Polhöhen an verschiedenen Orten der Erde ebenfalls verschieden sind. Sie mochten gefunden haben, daß der Weg, den sie auf der Erde von Nord gen Süd zurücklegen, dem Wege proportional ist, welchen ihr Horizont, während einer solchen Reise, am Himmel beschrieb, und da dieser Horizont für jeden Ort der Erde eine wasserrechte oder tangirende Lage hat, so konnten sie leicht auf die Ansicht kommen, daß die Erde in der Mitte der himmlischen Kugel aufgestellt und selbst wieder eine ähnliche, nur kleinere Kugel ist.

Bei Aristoteles findet man diese Lehre schon so bestimmt ausgedrückt, daß man ihn für den ersten Begründer derselben ansehen kann ²⁾. „Was die Gestalt der Erde betrifft, sagt er, so muß sie eine Kugel seyn.“ Er beweist dieß zuerst durch das abwärts gerichtete Streben aller Dinge an allen Orten der

1) M. f. Brucker, Vol. I. S. 486.

2) Aristot. de Coelo. Lib. II. Cop. XIV. Casaubon. S. 290.

Erde, und setzt dann hinzu: „Dazu kommt noch das Zeugniß
 „der Sinne. Denn wenn die Erde keine Kugel wäre, so würden
 „die Mondsfinsternisse keine so gestalteten Ausschnitte in diesem
 „Gestirne zeigen; denn die Schattengrenze des Mondes nimmt
 „während dem Laufe eines Monats verschiedene Gestalten an,
 „die einer geraden Linie, die einer convexen und dann wieder
 „einer concaven Kreislinie, aber zur Zeit der Finsterniß ist diese
 „Grenze immer convex. Da nun eine Mondsfinsterniß durch den
 „Erdschatten entsteht, so muß diese Erde selbst die Gestalt einer
 „Kugel haben. Auch folgt aus der Erscheinung der Sterne über
 „dem Horizont, daß diese Gestalt kugelförmig, und zugleich, daß
 „diese Kugel selbst nicht eben sehr groß seyn kann. Denn wenn
 „man auch nur wenig gen Süd oder gen Nord fortgeht, so än-
 „dert sich der Kreis des Horizonts sogleich auffallend, so daß die
 „in unserem Scheitel stehenden Sterne sich sofort von demselben
 „entfernen. Eben so werden mehrere (südliche) Sterne in Aegypten
 „und Cyprien noch gesehen, die man in den nördlicher lie-
 „genden Ländern nicht mehr sieht, und wieder andere Sterne, die
 „gegen Norden liegen, bleiben in den nördlichen Gegenden der
 „Erde, während ihrem ganzen täglichen Laufe, über dem Hori-
 „zont, während sie in den südlichen Gegenden gleich allen andern
 „auf- und untergehen. — Die Mathematiker, die den Umfang
 „der Erde durch Schlüsse bestimmen wollen, geben denselben zu
 „400,000 Stadien an, woraus wir denn folgern, daß die Gestalt
 „der Erde nicht nur sphärisch, sondern daß auch ihr Volumen
 „nur gering ist, wenn man sie mit dem Himmel vergleicht.“

Diese Wahrheit, einmal aufgefaßt, konnte dann auch
 leicht noch durch andere Gründe vertheidigt und bestätigt werden,
 wie wir derselben in mehreren Schriftstellern finden. So sagt
 z. B. Plinius ³⁾, „daß alle Dinge einen Hang haben, nach dem
 „Ort der schweren Körper zu fallen, und da dieser Ort der
 „Mittelpunkt der Erde ist, daß diese Erde selbst keinen solchen
 „Hang haben kann; ferner, daß die Unebenheiten der Oberfläche der
 „Erde so gering sind, daß sie keinen wesentlichen Einfluß auf die
 „Gestalt der Erde haben können; daß die Wassertropfen von
 „selbst die Kugelform annehmen; daß die Grenzen des Meeres

3) Plinius, Hist. Nat. II. LXV.

„herabfallen müßten, wenn die Oberfläche desselben nicht eben, falls abgerundet wäre; daß wir von entfernten Schiffen zuerst die obersten Theile erblicken, was ebenfalls die runde Gestalt der Erde beweist u. s. f.“ — Dieselben Sätze werden auch in unseren Tagen noch in den Schulen vorgetragen, so daß also schon in jenen frühen Zeiten gleichsam die Sätze gesammelt worden sind, die jetzt noch einen Theil unserer Wissenschaft bilden.

Zehnter Abschnitt.

Lichtgestalten des Mondes.

Sobald man sich einmal einen bestimmten Begriff von dem Monde, als einem kugelförmigen Körper, gemacht hatte, der sich in einer Bahn um die Erde bewegt, von welcher die außer dieser Bahn stehende Sonne nicht eingeschlossen wird, so war man auch schon auf dem Wege, die verschiedenen Lichtgestalten, die uns der Mond während jedem Monate zeigt, auf eine befriedigende Weise zu erklären, da die convexe Lichtseite des Mondes immer der Sonne zugewendet ist. Diese Erklärung ließ sich auf eine sehr einfache Weise selbst für den gemeinen Mann verständlich machen, wenn z. B. eine steinerne Kugel von der Sonne beschienen wird, und wenn wir uns so stellen, daß uns der Stein in derselben Richtung mit dem Monde erscheint. Dann wird der von der Sonne beschienene Theil des Steines immer eine der Lichtphase des Mondes ähnliche Gestalt haben, mit dem einzigen Unterschiede, daß wir den dunklen Theil der uns zugewendeten Seite des Mondes nicht, oder doch nicht so deutlich sehen, wie bei dem Steine.

Diese Erklärung der Lichtgestalten des Mondes wird dem Anaximander zugeschrieben, und Aristoteles kannte sie ebenfalls¹⁾. Auch konnte sie, da sie sich gleichsam von selbst anbietet, den Chaldäern und Aegyptiern nicht wohl entgangen seyn, wenn ihre Astronomen sich überhaupt damit beschäftigt haben, die Ursachen der Erscheinungen des Himmels zu erforschen.

1) Aristot. Probl. XV.

Fünftes Abschn.itt.

F i n s t e r n i s s e.

Die Finsternisse wurden schon in den ältesten Zeiten mit vorzüglicher Theilnahme betrachtet. Der Glaube an einen übernatürlichen Einfluß der Gestirne auf den Menschen, der, wie wir gesehen haben, schon in dem grauen Alterthume herrschte, konnte nur mit Verwunderung und Schrecken auf plötzliche Aenderungen in den Erscheinungen des Himmels blicken, die man durch lange Zeit nur sehr regelmäßig vor sich gehen sah. In diesem Falle befanden sich wahrscheinlich alle Völker zur Zeit ihrer anfangenden Bildung.

Dieser Eindruck, den die Finsternisse auf die Menschen machte, war auch die Ursache, warum sie so sorgfältig bemerkt und der Nachwelt erhalten worden sind. Auch sind die Nachrichten von den beobachteten Finsternissen die ältesten astronomischen Denkmäler der Vorzeit, die uns überliefert worden sind.

Sobald man einmal einige von den Gesetzen entdeckt hatte, nach welchen andere Erscheinungen des Himmels, z. B. der Lauf der Sonne oder die Lichtgestalten des Monds, so regelmäßig auf einander folgen, so war die Vermuthung wohl sehr natürlich, daß auch diese ungewöhnlichen und scheinbar unregelmäßigen Phänomene ebenfalls gewissen Gesetzen unterliegen könnten. Die Aufsuchung eines solchen Gesetzes scheint schon in sehr frühen Zeiten der Menschengeschichte erfolgreich gewesen zu seyn. Die Chaldäer sollen bereits im Stande gewesen seyn, künftige Finsternisse voraus zu sagen. Sie thaten dieß wahrscheinlich mit Hülfe ihres Cyklus von 223 Monaten oder nahe 18 Jahren, da am Ende einer jeden solchen Periode die Finsternisse des Monds und der Sonne wieder in derselben Ordnung zurückkehren. — Dieß war wohl das erste Beispiel der Vorhersagung einer bestimmten Erscheinung des Himmels. Die Chinesen trugen sich noch mit einer viel früheren Erzählung dieser Art, nach welcher unter der Regierung von Tscho-kang, gegen das Jahr 2000 vor Chr. Geb. eine Sonnenfinsterniß sich ereignet haben soll, bei welcher Gelegenheit zwei hohe Staatsbeamte und Astronomen, welche diese Finsterniß schlecht vorausberechnet hatten, von dem regierenden Kaiser zum Tode verurtheilt worden sind. Allein diese Nachricht

scheint nicht verlässlich, da das ganze folgende Jahrtausend durch die chinesischen Jahrbücher auch nicht einer einzigen Beobachtung oder irgend einer astronomischen Erscheinung erwähnen, und da selbst später noch die chinesische Astronomie auf einer sehr niederen Stufe der Ausbildung stehen geblieben ist.

Es ist schwer, den Weg zu finden, auf welchem die Chaldäer zu ihrem Cyklus von 18 Jahren gekommen seyn mögen. Man kann mit Delambre voraussetzen ¹⁾, daß sie die von ihnen beobachteten Finsternisse genau aufgezeichnet, und dann, bei der Durchsicht ihrer Verzeichnisse gefunden haben, daß die Mondsfinsternisse in bestimmten Zeiten wieder kommen. Man kann auch mit andern Schriftstellern annehmen, daß sie die Bewegungen des Mondes und der Sonne mit besonderer Sorgfalt verfolgt haben, und dadurch endlich auf die Periode gekommen sind, welche diese Ordnung der Finsternisse umfassen. Aber dieser letztere Weg setzt schon viel höhere astronomische Kenntnisse voraus. Es ist daher wahrscheinlicher, daß dieser Cyklus auf jenem ersten Wege gefunden worden ist. Nach $6585\frac{1}{3}$ Tag oder nach 223 Lunationen kehren die Finsternisse in derselben Ordnung, und auch nahe in derselben Größe, wieder zurück. Die Schriftsteller der Alten wenigstens bestreiten es nicht, daß die Chaldäer mit dieser Periode von 18 Jahren, die sie Saros nannten, bekannt waren, noch daß sie mit Hülfe derselben die Finsternisse berechnet haben.

Zwölfter Abschnitt.

Erste Folgen dieses frühesten Zustandes der Astronomie.

Jeder Zustand der Wissenschaft wird von einer Reihe practischer Anwendungen und systematischer Versuche begleitet, die aus dem bereits oben erwähnten Gange geistvoller Menschen zu deductiven Speculationen entspringen. Der früheste Zustand der Astronomie, so weit sie schon als eigentliche Wissenschaft betrachtet werden kann, gibt uns deren mehrere Beispiele, von welchen wir einige hier kurz anführen wollen.

1) Delambre, Astr. Anc. S. 212.

Vorherbestimmung der Finsternisse.

Die verschiedenen Cykeln, welche die ältesten Völker zum Behufe ihres Kalenders oder ihrer Zeitrechnung erfunden hatten, gab ihnen auch, wie bereits gesagt, Gelegenheit, die künftigen Finsternisse vorherzubestimmen, und dieser Zweig der astronomischen Erkenntniß wurde in allen Zeiten mit einer Art von Vorliebe ausgebildet.

Irdische Zonen.

Nachdem einmal die Kugelgestalt der Erde erkannt war, wurde die „Lehre von der Sphäre“, die man bisher nur für den Himmel gebraucht hatte, auch auf die Erde angewendet. Demnach wurde die Oberfläche der Erde durch verschiedene imaginäre Kreise in eine Art von Eintheilung gebracht. Man zog auf der Erde den Aequator, die Wendekreise und andere Kreise ganz in derselben Winkeldistanz, wie man sie früher auf dem Himmel verzeichnet hatte. Dadurch gerieth man auf die Annahme, daß die Erde in, dem Aequator parallele, Gürtel oder Zonen eingetheilt sey, die sehr wesentlich unter einander verschieden seyn sollen. Je näher man gegen Süden reiste, desto wärmer wurde das Klima. Man schloß daraus, ohne es eben in der That erfahren zu haben, daß der Theil der Erde, der zwischen den beiden Wendekreisen enthalten ist, wegen seiner großen Hitze ganz unbewohnbar seyn müsse, und daß eben so der von den beiden Polarkreisen eingeschlossene Theil der Erde, durch seine große Kälte, allem Leben feindlich entgegen wirke. Diese Ansicht war, wie jetzt Jeder weiß, ungegründet, aber jene Eintheilung der Erde in parallele Zonen führte demungeachtet zu mehreren sehr richtigen und nützlichen Propositionen über die Länge der Tage und Nächte an verschiedenen Orten der Erde und dgl.

Gnomonik.

Eine andere Frucht der „Lehre von der Sphäre“ war die Gnomonik, oder die Kunst, Sonnenuhren zu verfertigen. Anaximenes soll, wie Plinius erzählt, der erste die Griechen diese Kunst gelehrt haben, so wie auch er und Anaximander die erste Sonnenuhr in Lacedämon errichtet haben sollen.

Größe der Sonne.

Die oben erwähnte Erklärung der Lichtgestalten des Mondes führte Aristarch von Samos auf eine sehr sinnreiche Methode, die Verhältnisse der Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde durch Beobachtung zu bestimmen. Wenn der Mond, in seinen Vierteln, genau halb beleuchtet ist, so ist in dem Dreiecke zwischen Sonne, Erde und Mond der Winkel am Monde gleich 90 Graden. Beobachtet man also in diesem Augenblicke den Winkel an der Erde, so ist der Sinus dieses Winkels gleich der Entfernung des Mondes von der Erde, dividirt durch die Entfernung der Erde von der Sonne. Man erhält also die Sonnenparallaxe aus der bekannten Parallaxe des Mondes, welche letzte durch unmittelbare Beobachtungen auf der Erde leicht gefunden werden kann. Diese in theoretischer Beziehung richtige Methode läßt aber keine verlässliche practische Ausführung zu, da es sehr schwer ist, die Zeit anzugeben, wann der Mond genau zur Hälfte beleuchtet, oder wann die Schattengrenze (bei ihrem Uebergang aus einer converen Curve in eine concave) genau eine gerade Linie ist, und da der geringste Fehler in dieser Zeitangabe jenes Verhältniß der beiden Distanzen sehr unrichtig machen kann. Auch war das Resultat, welches Aristarch erhielt, sehr fehlerhaft, indem er fand, daß die Entfernung der Sonne nur achtzehnmahl größer seyn soll, als die des Mondes von der Erde, da sie doch, wie wir jetzt wissen, über vierhundertmahl größer ist.

Ob schon wir leicht noch länger bei diesen Gegenständen verweilen könnten, so wird es doch angemessener seyn, vorwärts zu eilen. Zu dem Vorhergehenden wurden wir durch das Interesse gleichsam verleitet, welches der speculative Geist der Griechen über die frühesten astronomischen Entdeckungen verbreitete, so lange derselbe bloß bei diesen Speculationen verweilte. Nun aber ist es Zeit, dasselbe Volk zu betrachten, wie es zu einem würdigeren Geschäfte, zu der eigentlichen Entwicklung und Vollendung jener frühen Entdeckungen übergeht.

Zweites Capitel.

Eingang zu der inductiven Epoche Hipparch's.

Obschon wir die nächsten Folgen jener frühesten astronomischen Entdeckungen keineswegs vollständig aufgezählt zu haben glauben, gehen wir doch sofort zu der Betrachtung der nun folgenden großen Entdeckung über, die in der Geschichte der Astronomie Epoche gemacht hat: zu der Theorie der Epicykel und der excentrischen Kreise. Ehe wir aber diese Theorie selbst näher kennen lernen, wollen wir, unserm ursprünglichen Plane gemäß, vorerst einige von den Versuchen und Conjecturen, die ihr vorausgingen, und zugleich die anwachsende Menge von Thatsachen näher betrachten, welche das Bedürfniß einer solchen Theorie immer fühlbarer machte.

Zu den bisher erzählten Fortschritten der Astronomie bedurfte man keines besonderen Talents, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen. Die Bewegungen der Himmelskörper konnten und mußten beinahe als die Resultate einer Bewegung der Sphäre betrachtet werden, und auch die Variationen dieser Erscheinungen des Himmels, wie sie von verschiedenen Punkten der Erdoberfläche gesehen werden, führten gleichsam von selbst auf die Annahme der Kugelgestalt der Erde. In allen diesen Fällen leitete die erste Vermuthung, die Voraussetzung der einfachsten Gestalt und die Annahme der einfachsten, der gleichförmigen, Bewegung sofort zu solchen Resultaten, die keine nachträglichen Verbesserungen mehr erforderten. Allein diese Einfachheit, diese leichte und uns gleichsam von selbst sich anbietende Erklärung des Gegenstandes konnte keine Anwendung mehr finden, sobald es sich um die Darstellung der viel mehr zusammengesetzten Bewegungen der Planeten handelte. Diese wunderbar verschlungenen Bahnen der „Wandelsterne“ waren nicht so leicht zu ergründen, „da jeder derselben, wie Cicero sich ausdrückte, so mannigfaltige „Veränderungen in seinem Laufe erleidet, bald vor-, bald rückwärts, bald schnell, bald wieder langsam geht, bald zur Abendzeit erscheint, allmählig schwächer wird, und wieder in der

„Morgendämmerung mit neuem Lichte hervortritt ¹⁾.“ Eine weiter fortgesetzte Aufmerksamkeit auf diese Planeten mochte wohl eine gewisse, übrigens sehr verwickelte Regelmäßigkeit in ihren Bewegungen bemerken, die man auch als einen „Tanz“ derselben zu beschreiben pflegte. Diodor ²⁾ erzählt, daß die Chaldäer den Auf- und Untergang der Gestirne von der Finne des Belus-Tempels mit vielem Fleiße beobachtet haben. Auf diesem Wege allein konnten sie auch nur die Perioden des Vor- und Rückgangs von Mars, Jupiter und Saturn gefunden haben, so wie die Zeiten ihres Umlaufs, in welchen sie wieder zu denselben Punkten des Himmels zurückkehren ³⁾. Merkur und Venus blieben immer in der Nachbarschaft der Sonne, um welche sie, gleich einem Pendel, ihre auf und ab gehenden Schwingungen, zu beiden Seiten der Sonne, vollenden, so daß es jenen alten Beobachtern nicht schwer fallen konnte, die Größe und Dauer der Amplituden dieser Schwingungsbogen zu bestimmen.

Von diesen Bewegungen der Planeten hat man sich, in den ältesten Zeiten, etwa auf folgende Art Rechenschaft zu geben gesucht. — Saturn z. B. geht, wie man fand, in je 30 unserer Jahre 29 mal durch jenen Cyklus von Veränderungen, nach welchen er sich bald vor-, bald rückwärts bewegt, so daß er zugleich in derselben Zeit seine ganze Bahn am Himmel vollendet, und wieder zu demselben Fixsterne zurückkehrt. Mit solchen Darstellungen, mit solchen Bestimmungen und Perioden mögen sich die ältesten Astronomen des Orients lange Zeit begnügt haben. Allein der Scharfsinn der Griechen, der dabei nicht stehen blieb, suchte ein sinnliches Bild, einen eigenen Mechanismus zu erschaffen, durch den man jene verwickelten Bewegungen darstellen

1) Ea quae Saturni stella dicitur, *παυρον*que a Graecis nominatur, quae a terra abest plurimum, triginta fere annis cursum suum conficit; in quo cursu multa mirabiliter efficiens, tum antecedendo, tum retardando, tum vespertinis temporibus delitescendo, tum matutinis se rursum aperiendo, nihil immutat sempiternis saeculorum aetatibus, quin eadem iisdem temporibus efficiat. Cicero, de Nat. Deor. Lib. II. und auf gleiche Weise auch von den andern Planeten.

2) Delambre, Astr. Anc. S. 4.

3) Plinius, Hist. Nat. L. II.

konnte, und sie fanden dazu bald ein sehr angemessenes Mittel. Venus z. B., die im Ganzen sich vorwärts oder von West gen Ost unter den Fixsternen bewegt, sieht man zu gewissen Zeiten einen kurzen Weg rückwärts (von Ost gen West) gehen, dann einige Tage still stehen, und dann wieder ihre erste vorwärts gerichtete Bewegung annehmen. Die Griechen stellten sich also vor, daß Venus in dem Umkreis eines Reisens (Kades) liege, dessen Ebene, verlängert, nahe durch die Erde geht, dessen Mittelpunkt aber sich selbst wieder am Himmel, und zwar vorwärts (von West gen Ost) rund um uns bewegt, während sich derselbe Reisen in derselben Richtung um seinen eigenen Mittelpunkt bewegt, und so den an dem Umkreis befestigten Planeten mit sich fortführt. Bei dieser Einrichtung wird die Bewegung des Reisens um seinen eigenen Mittelpunkt, an manchen Stellen, der Bewegung dieses Mittelpunkts entgegen wirken, und sie zuweilen sogar gänzlich aufheben, wo dann der Planet uns am Himmel stillstehend erscheinen muß, so wie er sogar rückwärts zu gehen scheinen wird, wenn die Rotation des Reisens um seinen Mittelpunkt jene geocentrische Bewegung dieses Mittelpunktes noch übertrifft. Ganz dieselbe Erscheinung würden wir haben, wenn zur Nachtzeit ein Mann mit einer brennenden Lampe in einiger Entfernung von uns in der Peripherie eines Kreises herumgeht, wo uns das Licht dieser Lampe bald vor-, bald rückwärts zu gehen, bald für einige Augenblicke gänzlich stillzustehen scheinen würde.

Eine solche Vorrichtung wurde nun für jeden einzelnen Planeten ausgedacht, und die imaginären Reisen oder Kreise, die man zu diesem Zwecke anwendete, wurden Epicykel genannt.

Die Anwendung dieses sinnreichen Mechanismus auf die Planeten scheint in Griechenland um die Zeit des Aristoteles entstanden zu seyn. In Plato's Werken findet man einen sonderbaren Vorgesmack von dieser Art von mechanischen Speculationen. Im zehnten Buche der „Politik“ liest man nämlich die Erzählung des Alcinus aus Pamphylien, der, nachdem er in der Schlacht scheinbar getödtet war, auf dem Scheiterhaufen wieder erwachte, und nun den Zuhörern mittheilt, was er während seiner Entrückung von der Erde gesehen hat. Unter anderen Offenbarungen beschreibt er auch die Maschinerie, durch welche die Himmelskörper in Bewegung gesetzt werden. Die Um-

drehungsaxe des ganzen Himmels ist eine große diamantene Spindel, die das „Schicksal“ zwischen seinen Knien hält, und an dieser Aye sind, mittelst verschiedener Stäbe, Ringe befestigt, in deren Umkreisen die Planeten sich bewegen, wo denn die Ordnung und Größe dieser Stäbe und Ringe umständlich beschrieben werden. — Ebenso beschreibt Plato in seinen „Epinomis“ die verschiedenen Bewegungen der himmlischen Körper auf eine Weise, die allerdings eine bestimmtere Bekanntschaft mit dem allgemeinen Charakter der planetarischen Bewegungen verräth, und nachdem er von den Aegyptiern und Syriern, als den ersten Ausbildnern dieser Kenntnisse, gesprochen hat, muntert er seine eigene Landsleute zur weiteren Verfolgung dieses Gegenstandes mit den merkwürdigen Worten auf: „Was wir Griechen von den Barbaren erhalten, pflegen wir zu verbessern und weiter auszubilden, so daß wir dennoch hoffen dürfen, daß auch diese Kenntnisse von uns weit über die Grenze geführt werden mögen, welche die Fremden erreicht haben.“ Doch weiß er die Schwierigkeiten einer solchen Erweiterung und die dazu nothwendigen Kenntnisse gehörig zu würdigen. „Ein (solcher) Astronom,“ setzt er hinzu, „muß ein Mann von den vorzüglichsten Talenten seyn, und sein Geist muß schon von Jugend auf mit diesen Studien, besonders den mathematischen, bekannt gemacht werden, sowohl mit der Zahlenlehre, als auch mit jenen anderen Zweigen der Mathematik, die so nahe mit der „Wissenschaft des Himmels“ verwandt sind, und die man thörichter Weise die „Erdmessenkunst“ (Geometrie) genannt hat.“

Diese Vorhersagungen wurden im weiteren Verlaufe der griechischen Astronomie auf eine sehr merkwürdige Weise erfüllt.

Die Auflösung dieses Problems machte bald, nachdem es einmal aufgestellt war, rasche Fortschritte. Eudox von Knidos soll, wie Simplicius ⁴⁾ erzählt, die Hypothese dieser beweglichen Kreise oder Sphären, der erste eingeführt haben. Calipp von Cyzicus besuchte den Polemarch, einen vertrauten Freund des Eudox, und ging dann mit ihm nach Athen, um daselbst dem Aristoteles die Entdeckung des Eudox mitzutheilen, mit dessen Hülfe er auch dieselbe noch weiter ausgebildet haben soll.

4) Lib. II. De Coelo Bullialdus. S. 18.

Anfangs suchte man diese Hypothese ohne Zweifel nur so weit zu bringen, daß sie die allgemeinsten Erscheinungen der Planeten: ihre Stationen und Retrogradationen, darstellen konnte, aber man erkannte bald, daß auch die Bewegungen der Sonne und des Mondes, so wie selbst die Bewegungen der Planeten, welche in dieser Hypothese als kreisförmig angenommen wurden, noch mehreren Anomalien oder Unregelmäßigkeiten unterliegen, die eine noch weitere Vervollkommnung jener Hypothese nothwendig machten.

Jener Mangel an Gleichförmigkeit in der Bewegung der Sonne und des Mondes mußte, obschon er viel weniger als die der Planeten auffiel, doch leicht bemerkt werden, als man einmal angefangen hatte, nur einige Genauigkeit in die astronomischen Beobachtungen zu bringen. Wir haben bereits oben (im ersten Kapitel) gesehen, daß schon die Chaldäer in dem Besitze einer Periode von 18 Jahren waren, die sie bei der Vorherbestimmung der Finsternisse gebrauchten, und die vielleicht durch eben solche genauere Mondsbeobachtungen von ihnen gefunden worden ist, obschon es wahrscheinlicher ist, daß sie bloß durch die von ihnen aufbewahrten Verzeichnisse der bereits vorübergegangenen Finsternisse auf jene Periode gekommen seyn mögen. Die Bewegungen des Mondes sind so verwickelt, daß sie ohne Mühe und langfortgesetzte Beobachtungen nicht wohl auf bestimmte Gesetze zurückgebracht werden können. Wenn man die Bahn dieses Satelliten unter den Fixsternen des Himmels verzeichnet, so findet man, daß sie, wie die der Sonne, schief gegen den Aequator liegt, daß sie aber demungeachtet nicht, gleich dieser, immer durch dieselben Fixsterne geht. Eben so ist also auch die Breite des Mondes, oder sein senkrechter Abstand von der Ecliptik, nicht für jeden Punkt der Ecliptik derselbe. Die Ursache davon ist, daß die Knoten, oder die Punkte, in welchen die Ecliptik von der Mondbahn geschnitten wird, beweglich sind und ihre Lage stets ändern, so daß diese Knoten im Mittel jährlich um nahe $19\frac{1}{2}$ Grad auf der Ecliptik rückwärts oder von Ost gen West gehen. Ueberdies ist auch die Bewegung des Mondes, in seiner Bahn selbst betrachtet, keineswegs gleichförmig, sondern seine Geschwindigkeit in verschiedenen Punkten seiner Bahn ist ebenfalls sehr verschieden. Wenn der Mond nach einer bestimmten Anzahl seiner Umläufe um die Erde wieder

zu derselben Lage gegen die Sonne, gegen jene Knoten und auch gegen diese Punkte seiner größten und kleinsten Geschwindigkeit in der Bahn zurückgekehrt ist, so werden auch alle die Umstände, von welchen eigentlich die Finsternisse abhängig sind, wieder dieselben seyn, und diese Finsternisse selbst werden daher wieder einen neuen Cyklus in derselben Ordnung beginnen ⁵⁾. In $6585\frac{1}{3}$ Tagen aber sind 239 Umläufe des Mondes in Beziehung auf die Punkte der größten und kleinsten Geschwindigkeit in seiner Bahn 241 Umläufe in Beziehung auf seine Knoten, und endlich 223 ganze Umläufe in Beziehung auf die Sonne enthalten, daher diese Periode von $6585\frac{1}{3}$ Tagen die Finsternisse des Mondes und der Sonne wieder auf die frühere Ordnung und Größe derselben zurückführt.

Wenn die Chaldäer die Bewegung des Mondes unter den Fixsternen nur mit einiger Genauigkeit beobachten konnten, wie man dieß voraussetzen muß, wenn sie jene Perioden in der That auf dem Wege unmittelbarer Mondsbeobachtungen gefunden haben sollen, so konnte ihnen die Veränderlichkeit seiner Geschwindigkeit nicht wohl entgehen, da der tägliche Weg des Mondes in seiner Bahn, im Laufe einer jeden Revolution, von 22 bis zu 26 Durchmesser des Mondes (von $11\frac{4}{10}$ bis $13\frac{5}{10}$ Graden) variirt. Aber es fehlen uns alle Nachrichten, daß sie diese Variationen gekannt haben, und Delambre ⁶⁾ mag daher wohl Recht haben, wenn er alle solche genauere Beobachtungen nur den Griechen zuschreibt.

5) Nach den neuesten Bestimmungen ist für den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts von dem Monde

die siderische Revolution gleich	27.321661	Tage
die tropische	27.321582	„
die synodische	29.530589	„
die anomalystische	27.554600	„
und der Drachenmonat	27.212220	„

wo die siderische Revolution die Umlaufszeit des Mondes um die Erde in Beziehung auf die Fixsterne, die tropische in Beziehung auf die Nachtgleichen, die synodische in Beziehung auf die Sonne, die anomalystische in Beziehung auf die Punkte der größten und kleinsten Geschwindigkeit, und wo endlich der Drachenmonat die Umlaufszeit des Mondes in Beziehung auf die Knoten seiner Bahn mit der Ecliptik bezeichnet. L.

6) Delambre, Astr. Anc. I. 212.

Auch die Ungleichförmigkeit der Bewegung der Sonne mußte bekannt werden, sobald man nur ein Mittel hatte, die Länge der vier Jahreszeiten, d. h. diejenigen Epochen mit Verläßlichkeit zu beobachten, wo die Sonne in den Nachtgleichen oder in den Solsticialpunkten ankömmt. Diese Jahreszeiten würden nämlich alle unter sich von gleicher Länge seyn, wenn die Geschwindigkeit der Sonne immer dieselbe wäre.

Es konnte nicht schwer seyn, einzusehen, daß man mit Hülfe der Epicykel auch von solchen Ungleichheiten Rechenschaft geben kann. Ein Reifen, an welchem die Sonne oder der Mond befestigt ist, und der sich um die Erde und zugleich um seinen eigenen Mittelpunkt bewegt, mußte die Wirkung hervorbringen, daß diese beiden Gestirne bald schnell, bald wieder langsam zu gehen scheinen, ganz eben so, wie dieß oben bei den Planeten der Fall gewesen ist, nur konnten diese Reifen oder Ringe für die Sonne und den Mond viel kleiner seyn, als für die Planeten. Es ist daher wahrscheinlich, daß man schon zu Plato's und Aristoteles Zeiten Versuche machte, diese Hypothese der Epicykel in Gang zu bringen, obschon die eigentlich wissenschaftliche Ausbildung derselben erst in die Tage Hipparch's gefallen ist.

Das Problem, welches sich den Astronomen zur Lösung anbot, und welches auch, wie man sagt, Plato denselben förmlich angeboten hat, läßt sich in bestimmten Worten so ausdrücken: „die „Bewegungen der Himmelskörper durch eine Combination von „gleichförmigen kreisförmigen Bewegungen darzustellen.“ — Daß nämlich eine kreisförmige Bewegung auch zugleich eine gleichförmige seyn sollte, war eine Voraussetzung, die, wenn sie bloß anfangs als die einfachste, gleichsam nur zum Versuche, gewählt worden wäre, nicht getadelt werden könnte. Allein diese Bedingung, die in der That in der Natur nicht besteht, wurde in der Folge mit einer Hartnäckigkeit festgehalten, die in die ganze Astronomie eine unendliche Verwirrung eingeführt hat. Die Geschichte dieser Annahme zeigt uns einen der ausgezeichnetsten Fälle jener Vorliebe des menschlichen Geistes zur Einfachheit und Uebereinstimmung, welche zwar die Quelle beinahe aller unserer allgemeinen Wahrheiten ist, welche aber auch zugleich schon viele Irrthümer erzeugt und Jahrtausende lang festgehalten hat. In unseren Tagen ist es allerdings leicht, zu sehen, wie phantastisch man damals die Idee von Einfachheit und Vollkommenheit, in

der Lehre von der gleichförmigen Bewegung der Himmelskörper in Kreisen, aufgenommen und ausgelegt hat. Die Platoniker, so wie auch früher schon die Pythagoräer, hatten diese Ansicht als ein unantastbares Dogma in ihren Schulen aufgenommen. Nach Geminus „setzten sie die Bewegung der Sonne, des „Mondes und aller Planeten gleichförmig und in Kreisen vor „sich gehend voraus, da sie unter den ewigen und göttlichen „Dingen keine solche Unordnung zugeben konnten, nach welcher „dieselben bald geschwinder, bald wieder langsamer gehen, bald „endlich gänzlich stille stehen. Wer könnte eine solche Unregelmäßigkeit der Bewegung auch nur bei einem Menschen erträglich finden, der auf Anstand und Sitte hält. Zwar zwingen „uns die Verhältnisse des gemeinen Lebens öfter, unsere Schritte „zurückzuhalten oder zu beschleunigen, aber in der höchstvollkommenen Natur der Himmelskörper ist es unmöglich, einen „Grund aufzufinden, warum dieselben bald langsamer, bald wieder „geschwinder gehen sollten, und eben deswegen haben jene Weisen „auch das Problem aufgestellt, auf welche Art man die Bewegungen dieser Körper durch einen „gleichförmigen Fortschritt „derselben in Kreisen“ darstellen könnte.“

Diese Ansicht führte demnach auf geradem Wege zu der Theorie der Epicykel. Es ist wahrscheinlich, daß diese Theorie, wenigstens für die Planeten, zu oder selbst noch vor den Zeiten Plato's schon als die wahre angenommen war. Aristoteles aber setzt uns dieselbe zuerst näher auseinander 7). „Eudox“, sagt er, „gab „jedem Planeten vier Sphären. Die erste drehte sich mit den „Fixsternen (wodurch die tägliche Bewegung des Himmels entsteht); die zweite Sphäre gab dem Planeten eine Bewegung „längs der Ecliptik (wodurch die sogenannte mittlere Länge des „Planeten entsteht); die dritte Sphäre hatte ihre Ape 8) senkrecht „auf die Ecliptik (wodurch die Ungleichheit der Bewegung in

7) Aristoteles, Metaphys. XI. 8.

8) Aristoteles sagt: „die dritte hatte ihre Pole in der Ecliptik.“ Allein dieß scheint aus einem Mißverständniß von seiner Seite entstanden zu seyn. Er bekennt, daß er diese Nachrichten von den eigentlichen Astronomen erhalten habe (ex της οικειοτατης φιλοσοφιας των μαθηματικων), die er aber nicht vollkommen verstanden haben mag.

„Länge dargestellt wurde), und die vierte endlich die gegen jene „Richtungen schiefe Bewegung (oder die Bewegung in der „Breite).“ — Er soll auch der Sonne und dem Monde eine eigene Bewegung in der Breite, und daher eine besondere Sphäre zu diesem Zwecke ertheilt haben; aber entweder hat Aristoteles jene Nachrichten, oder haben wir seine Ausdrücke nicht gehörig verstanden, denn es wäre absurd, dem Eudox eine Kenntniß der Bewegung der Sonne in der Breite zuschreiben zu wollen. Callippus setzte noch zwei andere Sphären für die Sonne und den Mond hinzu, um die Erscheinungen dieser beiden Himmelskörper vollkommen zu erklären, so daß es also scheint, er habe die ungleichen Geschwindigkeiten derselben bereits gekannt. Er soll selbst für die Planeten noch eine fünfte Sphäre ausgedacht haben, wahrscheinlich um dadurch die Excentricität ihrer Bahnen zu erklären.

In dieser ersten Gestalt, in welcher die neue Hypothese auftrat, scheint man sich um die Größen und Entfernungen der verschiedenen Kreise, aus welchen die complicirte Maschine bestand, wenig gekümmert zu haben. Die Auflösung der „schiefen“ Bewegung des Mondes in zwei andere, die Eudox vorschlug, war nicht eben der einfachste Weg, die Sache darzustellen. Callippus wollte noch auf andere bemerkte Unregelmäßigkeiten Rücksicht nehmen, wodurch die Anzahl der Kreise dieses Systems beinahe verdoppelt und das System noch verwickelter wurde. Nach seiner Hypothese bestand die ganze Maschine aus nicht weniger, als 55 Sphären.

Dies waren also die Fortschritte, welche die neue Idee der epicyclischen Hypothese kurz vor dem Auftreten Hipparch's gemacht hatte, durch welchen sie erst ihr eigentlich wissenschaftliches Daseyn erhielt. Doch wurde demselben auch noch auf einem anderen Wege, durch Sammlung von Beobachtungen, eifrig vorgearbeitet. Schon die Chaldäer hatten bereits um das Jahr 367* vor Chr. Geb. in Babylon mehrere Finsternisse beobachtet, und diese Beobachtungen sind den Griechen überliefert worden, da Hipparch und Ptolemäus ihre Theorie des Mondes auf diese Finsternisse gründeten. ~~Nicht~~ für ganz so verläßlich dürfen wir wohl die Erzählung halten, daß die Chaldäer zur Zeit von Alexander dem Großen eine Reihe von Beobachtungen besaßen, die volle 1900 Jahre alt waren, und die Callisthenes, auf Aristoteles

*0! Sind früher! Wenn wir immer 3 Jährchen einen Tagung
h. ist 2 mal zu wenig. In Babylonien. In Chaldäer wohnen
unwirdig über 2000 v. Chr. Finsternis*

Verlangen, nach Griechenland gebracht haben soll. In der That beginnen alle griechischen Beobachtungen von einigem Werthe erst mit der Alexandrinischen Schule. Aristyll und Timocharis scheinen, wie man aus den Citationen Hipparch's sieht, die Orte der Fixsterne und der Planeten, und die Zeiten der Solstitien zwischen den Jahren 295 und 269 vor Chr. Geb. beobachtet zu haben. Ohne diese Beobachtungen würde es dem Hipparch sehr schwer, wo nicht unmöglich gewesen seyn, die Theorie der Sonne und die der Präcession der Nachtgleichen aufzustellen. Wenn Beobachtungen, die in der Zeit sehr von einander entfernt sind, unter sich verglichen werden sollen, so müssen sie zuerst auf eine ihnen allen gemeinschaftliche Epoche reduzirt werden. Die Chaldäer rechneten nach der Nabonassarischen Aera, die mit dem Jahre 749 vor Chr. Geb. anfang. Die griechischen Beobachtungen aber wurden auf die Calippische Periode (die 76 Jahre betrug) bezogen, und die mit dem Jahre 331 vor Chr. Geb. anfang, und nach welcher Hipparch und Ptolemäus ihre Beobachtungen anzugeben pflegten.

Drittes Capitel.

Inductive Epoche Hipparch's.

Erster Abschnitt.

Aufstellung der Theorie der Epicykel.

Obschon die Idee der Epicykel bereits zu Plato's Zeiten bestanden, und obschon die Nachfolger desselben sich an dem neuen Problem auf mannigfaltige Weise zu üben gesucht hatten, so müssen wir doch Hipparch als den eigentlichen Entdecker und Begründer dieser Theorie betrachten, da er sich nicht, wie jene, begnügte, bloß die Möglichkeit einer Darstellung der himmlischen Bewegungen durch Kreise zu behaupten, sondern da er die Wirklichkeit, ja die Nothwendigkeit dieser Darstellung bewies, und da er zugleich die wahre Größe und Verhältnisse dieser Kreise durch Rechnung bestimmt hatte. Mit Recht sagt

man, „daß derjenige eine Sache entdeckt, der ihre Wirklichkeit „am ersten beweist“, nicht bloß, weil eine jede Theorie, ehe sie als wahr erwiesen wird, keinen Vorzug vor allen den andern Meinungen hat, unter welchen sie herumirrt, sondern vielmehr, weil erst derjenige, der sich ihrer auf dem Wege der Rechnung bemächtigt, sie allein mit derjenigen klaren Bestimmtheit besitzt, wodurch sie, so zu sagen, erst sein Eigenthum wird.

Um diese Theorie der Epicykel in der That aufzustellen, war es nothwendig, die Größe, die Distanz und die Lagen aller dieser Kreise oder Sphären zu bestimmen, in welchen sich die Himmelskörper bewegen, und zwar so zu bestimmen, daß dadurch die scheinbaren unregelmäßigen Bewegungen dieser Körper den Beobachtungen gemäß dargestellt werden. Die beste Einsicht in die Schwierigkeiten dieses Problems werden wir erhalten, wenn wir uns die in der That statthabenden Bewegungen dieser Körper, die wir nun vollständig kennen, näher vorstellen wollen. Die wahre Bewegung der Erde um die Sonne, also auch die scheinbare Bewegung der jährlichen Sonne um die Erde geht nicht, wie man früher glaubte, in einem Kreise vor sich, dessen Mittelpunkt die Erde ist, sondern sie hat in einer Ellipse statt, in deren Mittelpunkt die Erde nicht ist, und die Geschwindigkeit der Sonne ist am größten, wenn sie diesem Orte der Erde im Innern der Ellipse am nächsten kömmt. Man könnte statt dieser Ellipse auch wohl noch einen Kreis annehmen, wenn man nur die Erde nicht in den Mittelpunkt dieses Kreises setzt, denn auch dann würde die Sonne eine desto größere Geschwindigkeit haben, je näher sie demjenigen Punkte ihrer Peripherie (dem Perigäum) kömmt, welcher zunächst bei der Erde steht. Eine solche kreisförmige Bahn wurde von den Alten eine *excentrische* genannt, so wie man die Distanz der Erde von dem Mittelpunkte dieses Kreises die *Excentricität* hieß. Man kann durch eine leichte geometrische Betrachtung zeigen, daß ein solcher excentrischer Kreis ganz dieselbe scheinbare Bewegung der Sonne geben würde, wie ein kreisförmiger Epicykel, in dessen Peripherie sich die Sonne gleichförmig bewegt, während der Mittelpunkt dieses Epicykels wieder gleichförmig in der Peripherie eines andern Kreises einhergeht, in dessen Mittelpunkt die Erde steht. Auch hat schon Ptolemäus (im dritten Buche seines *Almagest's*) diese Identität des excentrischen Kreises mit den Epicykeln vollständig erkannt.

Excentrischer Kreis der Sonne.

Nachdem Hipparch deutlich erkannt hatte, daß sich auf diese Weise die Bewegung der Sonne den Beobachtungen gemäß darstellen lasse, so war es nun seine Sache, um die Möglichkeit der Hypothese zur Wirklichkeit zu erheben, von diesem excentrischen Kreise, in welchem sich die Sonne bewegen sollte, erstens die Excentricität, zweitens den der Erde nächsten Punkt der Peripherie oder das Perigeum (Erdnähe), und endlich drittens die Epoche anzugeben, zu welcher die Sonne in dieses Perigeum tritt. Nur durch die gehörige Angabe dieser drei Elemente der Sonnenlehre konnte er die Wahrheit seiner epicyclischen oder, was dasselbe ist, seiner excentrischen Hypothese genügend beweisen. Und dieß hat er auch in der That gethan, und sich eben dadurch in den Stand gesetzt, fortan den Ort und die Geschwindigkeit der Sonne für jede künftige Zeit durch Rechnung voraus zu bestimmen, oder mit andern Worten, eine Sonnentafel zu construiren, aus der man den Ort der Sonne unter den Gestirnen des Himmels für jede vergangene oder folgende Zeit berechnen konnte. Diese Tafeln, die uns Ptolemäus ¹⁾ mittheilt, enthalten die Anomalie oder die Ungleichheit der Bewegung der Sonne, und zwar mit Hülfe der Prosthaphäresis (unserer heutigen Mittelpunktsgleichung), die für jede Distanz der Sonne von dem Perigeum zu ihrer mittleren (oder gleichförmigen) Bewegung hinzugesetzt werden muß, um die wahre Bewegung derselben zu erhalten, wie sie uns von der excentrischen Lage der Erde aus in der That erscheint.

Mancher Leser wird vielleicht glauben, daß die Berechnung eines Sonnenorts für jede vergangene oder künftige, auch noch so weit von uns entfernten Zeit, die Kenntniß einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen der Sonne, die man zu allen Jahreszeiten angestellt hat, voraussetzen muß. Allein dieß ist keineswegs der Fall, und eben darin that sich der Genius des Erfinders dieser Theorie, wie dieß bei allen solchen Gelegenheiten geschieht, hervor, daß er durchsah, daß auch schon eine sehr kleine Anzahl von Beobachtungen vollkommen hinreicht, die Wahrheit seiner

1) Almagest. Lib. III.

Hypothese für alle Zeiten zu beweisen. Zwei beobachtete Aequinoctien und ein Solstitium genügten dem Geiste Hipparchs, um seinen großen Zweck zu erreichen. „Er bemerkte,“ sagt Ptolemäus, „daß die Zeit von dem Frühlingsäquinoctium zu dem „Sommerföstitium $94\frac{1}{2}$ Tage, die von dem Sommerföstitium „aber zu dem Herbstäquinoctium nur $92\frac{1}{2}$ Tage betrage, und „aus diesen zwei Beobachtungszeiten wußte er den Schluß abzuleiten, daß die gerade Linie, welche den Mittelpunkt des excentrischen Kreises der Sonne mit dem Mittelpunkte des Zodiacus „(d. h. mit dem Mittelpunkt der Erde) verbindet, den vier und „zwanzigsten Theil des Halbmessers jenes excentrischen Kreises „beträgt, und daß das Apogäum (die Erdweite) in der Peripherie dieses Kreises um $24\frac{1}{2}$ Grad vor dem Sommerföstitium „liege.“

Die Genauigkeit dieser Tafel oder dieses Canons der Sonne wurde nicht nur durch die Uebereinstimmung derselben mit den Beobachtungen der Griechen aus jener Zeit (welche letztere noch sehr unvollkommen waren), sondern noch viel mehr dadurch bestätigt, daß man nun, mit Hülfe dieser Tafeln, die Sonn- und Mondfinsternisse genau voraus berechnen konnte. Diese Finsternisse sind nämlich ein sehr guter Probiertestein solcher Tafeln, weil schon die geringste Aenderung in dem Orte der Sonne oder des Mondes die Erscheinung einer Finsterniß ganz umändern, ja wohl völlig unmöglich machen kann. Obgleich nun Hipparchs Tafeln, wenn sie mit unseren neuern verglichen werden, nicht mehr auf Genauigkeit Anspruch machen können, so hielten sie doch jene schwere und immer wiederkehrende Prüfung mit einer für jene Zeit sehr erträglichen Richtigkeit aus, und bestätigten auf diese Weise die Wahrheit der Theorie, nach welcher sie berechnet waren.

Excentrischer Kreis des Monds.

Die Bewegungen des Monds sind viel mehr zusammengesetzt, als die der Sonne. Da aber für die letzte die Annahme eines excentrischen Kreises oder eines Epicykels hinreichend gefunden war, so mußte der Versuch ganz natürlich scheinen, auf dieselbe Weise auch den Mond zu behandeln. In der That zeigte Hipparch, daß man durch dieses Mittel wenigstens die größte Un-

gleichheit des Mondes darstellen kann. Es ist nicht eben leicht, die verschiedenen Wege anzuzeigen, auf denen man hier zum Ziele zu kommen suchte, da es schon schwer hält, durch bloße Worte (ohne analytische Formeln) die bloßen Thatsachen der Bewegung des Mondes auszudrücken. Wenn dieses Gestirn eine sichtbare, helle Spur seines Weges unter den Gestirnen des Himmels zurückließe, so würde diese als eine äußerst verwickelte krumme Linie erscheinen. Der Umfang einer jeden Revolution des Monds gleitet über oder unter der vorhergehenden weg, und viele solche Revolutionen zusammen genommen bilden eine Art von sehr complicirtem Netzwerk, das sich über die Fläche des Thierkreises verbreitet²⁾. Bei jedem Umlauf des Monds wird die Länge desselben durch eine Anomalie verändert, die der oben von der Sonne erwähnten ähnlich ist. Ueberdies aber weicht die Bahn des Mondes auch zu beiden Seiten der Ecliptik ab, wodurch die verschiedene Breite des Monds entsteht. Man bemerkte aber bald, daß die Periode, in welcher diese Breite alle ihre auf einander folgenden Veränderungen durchwandert, nicht dieselbe ist, in welcher die Veränderungen der Länge eingeschlossen sind, und eben dieß ist die Ursache, daß der Mond in jeder folgenden Revolution wieder einen andern Weg am Himmel beschreibt, und daß dieser Weg, so wie auch die Geschwindigkeit, mit welcher er zurückgelegt wird, immerwährenden Aenderungen unterworfen ist.

Demungeachtet wußte Hipparch diese Bewegungen des Monds ganz eben so in Tafeln zu bringen, wie er es für die Sonne gethan hatte. Mit viel größerer Schärfe, als je vor ihm geschehen ist, bestimmte er die sogenannte mittlere Bewegung des Monds in Länge und Breite, und stellte dann die Anomalien der Länge, wie oben bei der Sonne, durch einen excentrischen Kreis dar.

Aber bei diesen Versuchen begegnete ihm noch ein neues Hinderniß. Das Apogäum der Sonne blieb immer auf derselben Stelle des Himmels unbeweglich stehen, wenigstens konnte Ptolemäus für den von Hipparch vor 270 Jahren angegebenen Ort

2) Man findet einen sehr angemessenen Versuch, diesen Gegenstand bildlich darzustellen in dem Companion to the British Almanak für d. J. 1831.

dieses Apogäums der Sonne keine Verbesserung finden. Nicht so bei dem Monde, dessen Apogäum eine sehr bedeutende Bewegung im Raume hat. Schon vor Hipparch (der nahe 150 Jahre vor Ch. G. lebte) hatte man einen Cyclus von 6585 $\frac{1}{3}$ Tagen gefunden, in welchem 241 siderische und 239 anomalistische Revolutionen des Monds enthalten sind. Dieser Unterschied von zwei Revolutionen in nahe 18 Jahren gab die Veranlassung zu der Annahme, daß bei dem Monde der excentrische Kreis selbst wieder eine eigene Bewegung habe, nach welcher das Apogäum vorwärts oder von West gen Ost geht, so daß also nebst den drei Elementen, die wir oben für die Sonnentafeln angeführt haben, für den Mond noch ein Viertes hinzukam, nämlich die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Apogäum desselben am Himmel vorwärts bewegt.

Auch diese Aufgabe wurde von Hipparch gelöst, und seine Mondstafeln beruhen ebenfalls nur auf einigen wenigen Beobachtungen des Monds, nämlich bloß auf sechs meistens von den Chaldäern beobachteten Finsternissen ³⁾. Drei von diesen Finsternissen wurden zu Babylon in den Jahren 366 und 367 der Nabonassarischen Aera, und die drei anderen wurden zu Alexandrien in dem 547ten Jahre dieser Aera beobachtet. Auf diese Weise konnte er die Excentricität und das Apogäum der Mondbahn für zwei Epochen bestimmen, die 180 Jahre von einander entfernt waren, wodurch er also auch die Bewegung dieses Apogäums erhielt ⁴⁾.

Zwar gibt es noch, außer den von Hipparch beobachteten, mehrere andere große Ungleichheiten des Mondes, aber seine Mondstafeln waren demungeachtet für jene Zeiten sehr brauchbar, besonders zur Berechnung der Finsternisse, da

3) Ptolemaeus, Almag. IV. 10.

4) Ptolemäus stellt die Ungleichheit des Monds durch einen Epicykel vor, aber Hipparch gebrauchte dazu den excentrischen Kreis, wie für die Sonne. Es ist bereits oben gesagt worden, daß beide, in Beziehung auf die Resultate, identisch sind. Auf die Planeten wurde dieselbe Theorie der Epicykel damals noch nicht, wenigstens nicht auf mathematischem Wege, fortgeführt, obschon auch sie, wie jene zwei ersten Gestirne, Ungleichheiten unterliegen, die sich ganz auf dieselbe Weise durch Epicykel oder durch excentrische Kreise darstellen lassen.

glücklicherweise die größte von den Ungleichheiten, die Hipparch nicht berücksichtigte, nämlich die sogenannte Erection, zur Zeit des Neus und Vollmonds gänzlich verschwindet.

Diese numerische, auf Beobachtung und auf Rechnung gegründete Auseinandersehung der Bewegungen des Monds und der Sonne, diese Begründung der Theorie der Epicykel und endlich die auf dieser Theorie erbauten Tafeln der beiden Gestirne enthalten den größten und schönsten Theil des hohen Verdienstes, das sich Hipparch um die Ausbildung der Astronomie erworben hat.

Hipparch hatte, und zwar mit großer Genauigkeit, die mittleren Bewegungen der Planeten bestimmt, aber der Mangel an hinreichenden Beobachtungen hinderte ihn, auch die Ungleichheiten derselben durch seine epicyklische Theorie darzustellen. Die Masse der sämtlichen Beobachtungen, die er von seinen Vorgängern erhielt, war, wie Ptolemäus sagt, lange nicht so groß, als die, welche er selbst uns hinterließ. „So kam es,“ setzt er hinzu ⁵⁾, „daß er, der die Bewegung der Sonne und des Monds durch seine Epicykel so genau darzustellen wußte, für die Planeten, so weit wir aus seinen Schriften sehen können, nicht einmal einen Versuch dazu machte, sondern sich bloß damit begnügte, die bisher gesammelten Beobachtungen in Ordnung zu bringen, ihnen von seinen eigenen mehr, als er von andern erhalten hatte, hinzuzufügen, und endlich seinen Zeitgenossen die Unzulänglichkeit derjenigen Hypothesen zu zeigen, durch welche andere Astronomen die Erscheinungen des Himmels darzustellen gedachten.“ — Es scheint, daß schon mehrere Astronomen vor ihm den Versuch gewagt hatten, einen „Canon“ oder eine „Tafel“ für die Planeten zu entwerfen, durch welche man den scheinbaren Ort dieser Körper für jede gegebene Zeit durch Rechnung bestimmen könnte; aber da sie ohne Rücksicht auf die Excentricität der Bahnen entworfen waren, so konnten sie nicht anders, als sehr fehlerhaft und ganz unbrauchbar seyn.

Ptolemäus sagt mit Recht, daß Hipparch seine bekannte Wahrheitsliebe und seinen geraden Sinn dadurch bezeugte, daß er diesen Theil der von ihm begonnenen großen Arbeit der Nachwelt überließ. Die von ihm aufgestellte Theorie der Sonne und des Monds zeigt ihn uns als einen der größten, erfindungs-

5) Ptolemaeus, Almag. IX. 2.

reichsten Astronomen, und sie bestätigt zugleich vollkommen das hohe Ansehen, in welchem er immer bei seinen Zeitgenossen und Nachfolgern gestanden hat.

In der That wird man unter den Weisen des Alterthums kaum einen zweiten mehr finden, von dem alle so gleichstimmig nur mit Bewunderung sprechen. Ptolemäus selbst, dem wir eigentlich die nähere Kenntniß dieses außerordentlichen Mannes verdanken, spricht beinahe nie von diesem Manne, ohne demselben zugleich irgend ein lobendes Beiwort hinzuzufügen. Hipparch ist ihm nicht nur ein „sorgfältiger und „vortrefflicher Beobachter,“ sondern auch zugleich „ein höchst „wahrheits- und arbeitliebender Mann“⁶⁾, der in allen Theilen „der Wissenschaft seinen seltenen Scharfsinn und seine bewunderungswürdige Erfindungskraft gezeigt hat.“ — Indem Plinius der Ältere von ihm und von Thales spricht, ruft er begeistert aus: „Große Männer, weit erhaben über das gemeine Maaß „menschlicher Kräfte, die ihr die Geseze entdeckt habt, denen die „himmlischen Körper gehorchen; die ihr die Herzen der Menschen „von den Fesseln befreit habt, mit welchen das Vorurtheil und „die Furcht vor den Erscheinungen des Himmels (der Finsternisse) „sie umgab. Heil Euch und Eurem hohen Geiste, der uns die „Sprache des Himmels und die Geseze des Universums kennen „gelehrt, der das Band geknüpft hat, welches fortan die Menschen mit den Göttern verbindet.“ — Auch die neueren Schriftsteller können von Hipparch nur mit Bewunderung sprechen. Selbst Delambre, der so selten lobt und so gern tadelt, scheint alle seine Sprödigkeit zu verlieren, wenn er auf Hipparch kommt. Von Aristarch bemerkt er⁷⁾, daß „unglücklicherweise“ sein Werk ganz auf uns gekommen ist, und von Halicon aus Cyzicus, der eine Finsterniß richtig vorausgesagt hat, sagt er⁸⁾, daß, wenn je die Geschichte wahr ist, Halicon mehr glücklich als geschickt gewesen seyn mag. Aber von Hipparch heißt es⁹⁾: „In ihm „sehen wir einen der außerordentlichsten Männer des Alterthums, „ja den allergrößten in denjenigen wissenschaftlichen Untersuchungen, welche die Combination der Geometrie mit den

6) Ptolem. Almag. IX. 2.

7) Delambre, Astr. Anc. I. 73.

8) Ibid. I. 17.

9) Ibid. I. 186.

„Beobachtungen erfordern.“ Delambre setzt noch hinzu, offenbar um diese Lobrede mit der geringschätzigen Weise zu versöhnen, in welcher er gewöhnlich von mittelmäßigen astronomischen Beobachtungen spricht, „daß gute Beobachtungen und vorzügliche „Instrumente nur sehr langsam, nur durch eine Reihe von Jahrhunderten und durch die Vereinigung vieler ausgezeichneten „Männer erhalten werden können, während Fleiß und Geisteskraft von dem einzelnen Manne abhängig ist.“

Außer dieser Theorie der Epicykel verdanken wir dem Hipparch noch mehrere andere große Entdeckungen und Verbesserungen in der Astronomie. Allein jene erscheint als der größte Vor-schritt dieser Wissenschaft unter den Alten, und daher als der „leitende Punkt“ unserer Geschichte, deren Zweck nur die Aufzeichnung des Fortgangs der reellen theoretischen Erkenntniß, und der diesen Fortgang zunächst begleitenden Verhältnisse ist.

Zweiter Abschnitt.

Würdigung der Theorie der Epicykel.

Es wird nicht unangemessen seyn, hier den eigentlichen Werth dieser epicyklischen Theorie näher kennen zu lernen, um so mehr, da vielleicht manche zu leicht davon denken. Denn erstens wird jetzt diese Theorie als falsch anerkannt, und einige der ausgezeichnetsten Astronomen der neuern Zeit verdanken ihren Ruhm größtentheils dem Verdienste, jene Theorie zuerst in ihrer Blöße gezeigt und sie endlich völlig zerstört zu haben. Zweitens ist auch diese Theorie nicht bloß falsch, sondern auch äußerst zusammengesetzt und verwickelt, so daß sie jetzt nur als eine Masse von willkürlichen und selbst absurden Complicationen betrachtet wird. So spricht Milton von diesem Gegenstande ¹⁾.

.. He his fabric of the heavens
Hath left to their disputes, perhaps to move
His laughter at their quaint opinions wide;
Hereafter when they come to model heaven
And calculate the stars, how will they wield
The mighty frame! how build, unbuild, contrive,
To save appearances! how gird the sphere
With centric and eccentric scribbled o'er
Cycle in epicycle, orb in orb! u. s. f.

1) Milton, Verlorenes Paradies VIII.

„ . . Er übergab seinen Himmelsbau ihrer geschwähigen Zänkerey (mundum tradidit disputationibus eorum), vielleicht nur, um über ihre weither geholten Hypothesen zu lächeln. Und als sie dann kamen, um die Sterne zu berechnen und selbst die Himmel zu modelliren, wie behandelten sie den erhabenen Bau! Sie rissen nieder, bauten wieder auf, und quälten sich ab, um nur den Schein zu retten. Sie bevölkerten den Himmel mit centrischen und excentrischen Kreisen, die sie übereinander thürmten, mit Cyklen in Epicyklen, mit Bahn' in Bahnen u. s. f.“

Wer erinnert sich nicht dabei des bekannten Ausspruchs Alphons des Zehnten von Castilien ²⁾, als man ihm dieses verwickelte System auseinandersetzte: „Wenn ich damals mit „zu Rathe gezogen worden wäre, so hätte ich einen anderen, „einfacheren und besseren Plan für das Weltall vorgeschlagen.“ — Ueberdies wird dieses epicyklische System noch mit einer phantastischen Conception von der Beschaffenheit der Sphären beladen, aus welchen es zusammengesetzt ist, daß nämlich diese Sphären alle von Krystall seyn, und daß auch die weiten Zwischenräume, welche diese Sphären von einander trennen, aus einer soliden Masse bestehen sollen, zwischen welchen sich jene Krystallsphären, als eben so viele Kugelschaalen, immerwährend bewegen, eine Annahme, die man mit Recht für unglaublich und monstros gehalten hat.

Allein wir müssen vorerst diese Ansichten zu verbessern oder ganz zu entfernen suchen, damit wir erstens dieser Hipparchischen, oder wie sie gewöhnlich genannt wird, dieser Ptolemäischen Hypothese nicht Unrecht thun, und zweitens noch aus einem andern, für uns noch wichtigeren Grund. Wir können nämlich an diesem Beispiele sehen, wie eine Theorie in hohem Grade schätzbar seyn mag, obschon sie von dem wahren Zustande der Dinge falsche Ansichten aufstellt, und wie sie, wenn sie gleich ganz unnöthige Verwicklungen in sich aufgenommen hat, doch für die Wissenschaft selbst von sehr großem Nutzen seyn kann. Bei den weiteren, späteren Fortschritten unserer Erkenntniß kann der Fall eintreten, daß der Werth des wahren Theils einer Theorie den anderen falschen Theil derselben weit überwiegt, und daß der Gebrauch, der Nutzen irgend einer Vorschrift durch ihren

2) Im Jahre 1232 nach Ch. G.

Mangel an Simplicität keineswegs verringert wird. Die ersten Schritte der menschlichen Erkenntniß verlieren dadurch ihren Werth nicht, daß sie nicht auch zugleich die letzten sind, und der Anfang einer Reise in unbekannte Gegenden erfordert oft nicht weniger Muth und Kraft als das Ende derselben.

Das eigentlich Wahre an Hipparch's Theorie und das, dessen Werth durch keine nachfolgende Entdeckung vermindert werden konnte, ist die „Auflösung“ der scheinbaren Bewegungen der himmlischen Körper in ein Aggregat von bloß kreisförmigen Bewegungen. Der Prüfstein der Wahrheit und Realität dieser Auflösung ist der, daß sie zur Construction von „Tafeln“ führt, durch welche die Orte jener Körper für jede gegebene Zeit, mit den Beobachtungen nahe übereinstimmend, angezeigt werden. — Das Grundprincip der ganzen Methode ist die Annahme, daß alle Bewegungen des Himmels gleichförmig sind und in Kreisen vor sich gehen. Diese Annahme kann man allerdings falsch nennen, und wir haben gesehen, welche sonderbare, phantastische Gründe man zu Gunsten dieser Annahme aufgestellt hat. Aber irgend eine Hypothese ist doch einmal nothwendig, um die Bewegungen jedes Planeten in verschiedenen Punkten seiner Bahn unter einander in Verbindung zu bringen, das heißt, um irgend eine Theorie dieser Bewegungen zu erhalten, und man muß gestehen, eine einfachere Hypothese, als eben diese, kann man nicht mehr finden. Das eigentliche Verdienst dieser Theorie besteht also darin, daß man, wenn man einmal den Betrag der Excentricität, der Lage des Apogeums und der Epoche aus einigen wenigen Beobachtungen gehörig bestimmt hat, man daraus, mittels jener Theorie, den Ort des Planeten für alle, auch für die entferntesten Zeiten, in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen ableiten kann. Um irgend eine bemerkte Ungleichheit in der Bewegung durch Hülfe eines Epicykels darzustellen, dazu wird nicht bloß vorausgesetzt, daß diese Ungleichheit in der That existire, sondern auch, daß diese Ungleichheit der Art sey, daß sie an gewissen Stellen ihren größten und kleinsten Werth habe, daß sie zwischen diesen Stellen nach einem bestimmten Gesetze allmählig zu- und abnehme, und daß daher der eingeführte Epicykel alle diese Modificationen der Ungleichheit vollständig darstellen müsse.

Dies wird noch weiter durch die Bemerkung erläutert, daß

diese Auflösung der himmlischen Bewegungen in lauter kreisförmige im Grunde ganz mit der besten und neuesten Methode übereinstimmt, welche die Astronomen unserer Tage für jene Bewegungen anwenden. Diese unsere Methode besteht bekanntlich darin, alle Ungleichheiten der himmlischen Bewegungen durch Reihen darzustellen, deren einzelne Glieder, jedes für sich, die einzelnen Theile darstellt, aus welchen man sich jede Ungleichheit zusammengesetzt vorstellt. Diese Glieder enthalten aber nur die Sinus und Cosinus von gewissen Winkeln, das heißt, sie enthalten gewisse technische Hülfsmittel, durch welche man den Kreis, also auch die kreisförmigen Bewegungen auszumessen pflegt, unter der Voraussetzung, daß alle kreisförmige Bewegung ihrer Natur nach auch eine gleichförmige Bewegung ist, und daher mit der Zeit selbst in einem constanten Verhältniß bleibt, eine Voraussetzung, welche die Alten ihrer epicyclischen Theorie ebenfalls zu Grunde gelegt haben. In dieser Beziehung ist also das große Problem, alle himmlischen Bewegungen in partielle, kreisförmige aufzulösen, dieses Problem, das schon vor zwei Jahrtausenden in Plato's Schule aufgestellt worden ist, auch noch in unsern Zeiten der Gegenstand, mit welchem sich die wissenschaftliche Astronomie vorzugsweise beschäftigt.

Daß Hipparch bei seinem ersten Versuche, dieses Problem für die Bewegungen der Sonne und des Mondes aufzulösen, seinen Zweck so vollständig erreichte, und daß er zugleich die Möglichkeit der Anwendung seiner Methode auf alle andere Himmelskörper so klar erkannte, dieß allein sichert ihm schon eine der ersten Stellen unter den großen Astronomen aller Zeiten. Was die Vorwürfe und selbst die Spöttereien betrifft, die sich manche gegen die Verwicklung dieses Systems erlaubt haben, so sieht man leicht, daß sie von wenig Gewichte sind. Als ein Rechnungssystem ist es nicht nur gut, sondern, wie wir so eben gezeigt haben, selbst in ihrer Hauptbeziehung nicht von dem neuesten und besten System verschieden. Wenn die Bewegungen der Planeten, durch irgend eine Berechnungsart, so gut als nur möglich, dargestellt werden, und wenn man dann über die Verwicklung und Beschwerde dieser Rechnung Klage führen wollte, so mögen wir nur die Natur selbst, nicht aber den Astronomen anklagen. Dieser wird sich gegen solche Vorwürfe ohne Zweifel

zu vertheidigen wissen. „Ohne uns, sagt Ptolemäus ³⁾, ohne uns durch die Verwicklung einer Hypothese oder durch die Schwierigkeit einer Berechnung abschrecken zu lassen, haben wir bloß darauf zu sehen, die Erscheinungen der Natur so gut als möglich darzustellen. Wenn diese Hypothese jede einzelne Ungleichheit genau darstellt, so wird die Combination derselben der Wahrheit gemäß seyn, und warum sollen wir uns über die Verwicklungen der himmlischen Körper so sehr verwundern, da uns doch die Natur dieser Körper noch so gänzlich unbekannt ist?“

Aber man könnte jetzt sagen, daß jene himmlischen Bewegungen in der That viel einfacher sind, als sie in jener Hypothese dargestellt waren, und daß die ganze Theorie der Epicykel, als Construction der eigentlichen Planetenwelt betrachtet, völlig grundlos und falsch ist. Darauf kann erwiedert werden, daß keiner der bessern Astronomen des Alterthums, so viel wir wissen, diesen Epicykeln eine wirkliche, reelle Existenz zugeschrieben hat. Wenn auch die dogmatischen Philosophen, wie Aristoteles, diese himmlischen Sphären für wirklich bestehende, solide Körper gehalten haben mögen, so spricht doch Ptolemäus ⁴⁾ von ihnen nur, als von bloßen imaginären Dingen, und schon aus seinem Beweise, den er für die Identität eines Epicykels mit einem excentrischen Kreise gibt, folgt klar, daß er diese Epicykel für nichts anderes gehalten hat, als für eine geometrische Conception, durch welche er die scheinbaren Bewegungen des Himmels den Beobachtungen gemäß darzustellen versuchte.

Es ist allerdings wahr, daß die reellen Bewegungen der Planeten viel einfacher sind, als die scheinbaren, wie sie von der (selbst wieder beweglichen) Erde gesehen werden, und daß wir demnach, die wir diese reellen Bewegungen kennen, jene Verwicklungen und Verwirrungen der alten Hypothesen nur mit einer Art von Abneigung betrachten müssen. Allein diese reellen Bewegungen würden wir nie kennen gelernt haben, wenn nicht zuerst jene scheinbaren Bewegungen so fleißig und genau untersucht worden wären. Wie schwer der Uebergang von den Erscheinungen zur Wahrheit, von den beobachteten Thatsachen zur

3) Almag. XIII. 2.

4) Almag. III. 3.

wahren Theorie derselben ist, davon kann sich jeder leicht selbst überzeugen, wenn er es versucht, aus bloßen allgemeinen Begriffen von der reellen Bewegung des Mondes die Regeln abzuleiten, nach welchen man eine Finsterniß berechnen soll, oder auch nur einem Anfänger zu zeigen, welcher Art der scheinbare Weg des Mondes unter den Sternen des Himmels ist.

Der beste Beweis von dem Verdienste und dem hohen Werthe der epicyklischen Theorie besteht darin, daß sie geeignet war, die gesammten astronomischen Kenntnisse jener Zeiten zu umfassen, daß sie den Astronomen Mittel zu anderen, noch besseren und genaueren Methoden an die Hand gab, und daß sie endlich, wenn wir so sagen dürfen, als ein Behältniß diente, in welchem man die Resultate einer langen Reihe von Arbeiten und Entdeckungen, der Griechen, Römer, Araber und der Europäer des Mittelalters, aufnehmen und so lange bewahren konnte, bis endlich die neue Theorie sich erhob, durch welche jene ältere entbehrlich gemacht und ihrer so lange treu erfüllten Pflichten überhoben werden konnte. Es mag manchem sonderbar scheinen, daß der Vater dieser neuen Theorie, daß Copernicus selbst die Epicykel der Alten noch unverändert beibehalten hat. Allein er behielt nur das von der Theorie der Alten bei, was wir oben als das eigentlich Werthvolle derselben bezeichnet haben. „Wir müssen „annehmen, sagt er ⁵⁾, daß die himmlischen Bewegungen kreisförmig sind, weil die Ungleichheiten derselben ein bestimmtes „Gesetz befolgen und in unveränderlichen Perioden wiederkehren, „was sie nur dann thun können, wenn sie in Kreisen vor sich „gehen.“

In diesem Sinne also war Hipparch's Theorie eine reelle und unzerstörbare Wahrheit, die nicht durch spätere Wahrheiten widerlegt oder verworfen, sondern die in jeder folgenden, bessern astronomischen Theorie, mit ihren wahren Bestandtheilen aufgenommen und gleichsam von ihr absorbiert werden konnte, und die daher auch für alle Folgezeiten einen der wichtigsten Theil unserer astronomischen Erkenntniß bilden wird.

Schon eine geringe Ueberlegung wird uns zeigen, daß die Einführung und Aufstellung der epicyklischen Theorie zwar die charakteristischen Kennzeichen an sich trägt, die wir oben als die Bedin-

5) Copernicus. De Revol. L. I. Cap. 4.

gungen eines jeden wahren Fortschritts der Wissenschaft bezeichnet haben, nämlich die „Anwendung von klaren, angemessenen Ideen „auf eine Reihe von reellen Thatsachen.“ Die Klarheit der geometrischen Conception, durch die es dem Hipparch möglich wurde, der Sonne und dem Monde ihre Bahn am Himmel anzuweisen, bedarf hier keiner weiteren Erläuterung, und wir haben so eben gezeigt, wie dieselben Ideen, auf das ganze Planetensystem angewendet, auch die verschiedenen Erscheinungen dieser anderen Himmelskörper den Beobachtungen gemäß dargestellt haben. Um diese Schritte in der Wissenschaft zu machen, war Mühe und Fleiß in der Sammlung und Sichtung der Beobachtungen, war mathematische Klarheit der Begriffe, war endlich ein stetes Festhalten der Ansicht nothwendig, daß jede gute Theorie nur in einer glücklichen Analyse der Beobachtungen bestehe.

Dritter Abschnitt.

Präcession der Nachtgleichen.

Dieselben Eigenschaften, die wir in den bisher erwähnten Untersuchungen Hipparch's bemerkt haben, sorgsamem Fleiß in der Sammlung von Beobachtungen und eine klare Bestimmtheit des Begriffs in der Darstellung derselben — dieselben Eigenschaften finden wir auch bei seinen andern Entdeckungen, die wir hier kurz anzeigen wollen.

Eine der wichtigsten dieser Entdeckungen ist die des „Vorrückens der Nachtgleichen.“ — Der Umstand, der ihn darauf führte, war eine von ihm bemerkte Aenderung der Länge aller Fixsterne. Diese Längen werden bekanntlich auf der Ekliptik von dem Punkte an gezählt, wo diese Ekliptik den Aequator durchschneidet. Jene Längen werden sich also ändern, wenn diese Ekliptik oder wenn die Sonnenbahn sich ändert. Allein eine Aenderung in der Länge dieser Bahn ist nicht so leicht zu bemerken. Man lernt den Weg der Sonne unter den Sternen nicht durch eine bloße Ansicht des Himmels, sondern nur durch eine Reihe von Schlüssen aus ganz andern Beobachtungen kennen. Hipparch bediente sich zu diesem Zwecke besonders der Mondsfinsternisse. Da nämlich diese Finsternisse immer nur an solchen Orten sich ereignen, die der Sonne am Himmel diametral gegenüber stehen,

so gaben sie ihm ein Mittel, den Ort der Sonne für jede solche Zeit kennen zu lernen. Indem er aber die von ihm selbst beobachteten Finsternisse mit denen verglich, die nahe 150 Jahre vor ihm Timocharis angestellt hatte, fand er, daß der helle Stern, der damals schon, wie jetzt, die Kornähre der Jungfrau genannt wurde, und der zu seiner Zeit sechs Grade von dem Nachtgleichenpunkte entfernt war, daß dieser Stern vor 150 Jahren acht Grade von demselben Punkte abstand. Er fiel bald auf die Vermuthung, daß eine ähnliche Aenderung der Länge wohl bei allen Fixsternen Statt habe, aber sein philosophischer Geist ließ ihn diese Vermuthung nicht sogleich als Wahrheit annehmen. Er untersuchte auf ähnliche Weise auch den Ort des Regulus und mehrerer anderer Fixsterne, und fand seine dadurch frühere Vermuthung vollkommen bestätigt. Auch jetzt aber konnte er nicht wohl annehmen, daß diese Sterne alle ihre Länge in der That ändern, sondern er suchte vielmehr, ob die von ihm bemerkte Erscheinung ihren Grund vielleicht in einer Aenderung derjenigen Kreise habe, die man, wie wir schon oben gesagt haben, auf der Sphäre des Himmels gezogen hat, um dadurch die Lage der Gestirne angeben zu können.

Die Klarheit, mit welcher Hipparch die von ihm bemerkte Erscheinung des Himmels betrachtete, folgt schon aus der von ihm gegebenen Erklärung derselben. Nach ihm hat, wie uns Ptolemäus erzählt, der Grund jener Aenderung in einer Bewegung des Himmels statt, die um den Pol der Ekliptik, nicht aber um den Pol des Aequators vor sich geht. (Mit andern Worten: Jene Erscheinung wird durch die Annahme vollkommen erklärt, daß der Pol des Aequators um den ruhenden Pol der Ekliptik, gegen die Ordnung der Zeichen, oder daß der Aequator sich auf der ruhenden Ekliptik, ebenfalls gegen die Ordnung der Zeichen, sich bewegt, wobei der Aequator sich nahe selbst parallel bleibt. L.) Dadurch wurde der reine Begriff dieser eigenthümlichen Bewegung sowohl, als auch die Realität ihrer Existenz, diese zwei Hauptbedingungen jeder wahren Entdeckung, zur klaren Ansicht gebracht. Welche Masse von Beobachtungen aber durch diese Entdeckung unter ein gemeinschaftliches Gesetz gebracht worden ist, dieß läßt sich gewissermaßen schon daraus abnehmen, daß durch die Präcession, die seit Hipparchs Zeit bis auf unsere Tage die Orte aller Sterne am Himmel nahe um 30 Grade

verändert hat, die ganze Revolution des gestirnten Himmels um volle 360 Grade ihrer Peripherie erst in dem Zeitraume von 25,000 Jahren vollendet seyn wird. Auf diese Weise ist diese Entdeckung das Band geworden, welches die entferntesten Perioden unserer Menschengeschichte mit einander verbindet, wie denn auch z. B. die scharfsinnigen Untersuchungen Newton's in seiner Chronologie sämmtlich nur auf dieser Präcession der Nachtgleichen beruhen.

Diese zwei Entdeckungen, die der Construction der Tafeln der Sonne und des Mondes, und die der Präcession, gehören zu den größten und wichtigsten Fortschritten der Astronomie, nicht nur an sich selbst, sondern auch in Beziehung auf die neuen Gegenstände und Untersuchungen, zu welchen sie die Astronomen geführt haben. Die erste fand Ordnung und ein beständiges Gesetz unter den Erscheinungen, die dem ersten Blicke nur Verwirrung und immerwährende, regellose Menderung darboten, und die zweite lehrte uns eine neue, immerfort thätige Veränderung aller Fixsterne des Himmels kennen, die man bisher, wie schon ihr Name sagt, als fest und für ewige Zeiten unbeweglich angenommen hatte. Entdeckungen dieser Art waren wohl geeignet, gar manche Fragen in dem forschenden Geiste des Menschen zu erwecken, da fortan nichts mehr, ohne die strengste Untersuchung, als fest und beständig angenommen werden konnte, und da keine künftige, scheinbar auch noch so verwickelte Erscheinung uns von dem Versuche abschrecken konnte, eine einfache Erklärung und ein regulirendes Gesetz derselben zu suchen, nachdem uns dieß bei einem der schwersten Probleme dieser Art so glücklich gelungen war. Allein diesen Forderungen zu entsprechen, waren vor allem bessere Beobachtungsmethoden nothwendig, als die, mit welchen man sich bisher begnügt hatte. Ueberdieß führten jene zwei großen Entdeckungen, so wie auch die, welche durch sie zunächst veranlaßt wurden, zu mancherlei Folgerungen, Verbindungen und Erweiterungen, durch welche die Wissenschaft selbst nur gewinnen konnte. Kurz, diese Epoche der Induction leitete, wie dieß bei jeder solchen Epoche der Fall ist, auf eine ihr zunächst folgende Periode der Entwicklung, der Verification, und der Anwendung und Erweiterung derjenigen Schätze, in deren Besitz man sich so eben gesetzt hatte.

Viertes Capitel.

Folgen der inductiven Epoche Hipparch's.

Erster Abschnitt.

Untersuchungen zur Bestätigung der gefundenen Theorie.

Die Entdeckung des leitenden Gesetzes der Bewegungen der Sonne und des Mondes, und die der Präcession der Nachtgleichen können als die zwei Glanzpunkte der Hipparchischen Astronomie betrachtet werden, als die zwei Stamm entdeckungen, aus welchen manche andere, kleinere hervorsproßten. Durch sie wurde das Bedürfniß fühlbar gemacht, auch die übrigen Nebenzweige des großen Baumes näher kennen zu lernen, und dieses Bedürfniß wurde durch eine Reihe von eifrigen Beobachtern und Berechnern befriedigt, die zuerst aus der Alexandrinischen Schule, und später auch aus andern gebildeten Ländern hervorgingen. Indem wir aber der verschiedenen Bemühungen dieser Nachfolger Hipparch's gedenken wollen, werden wir uns kürzer, als bisher, fassen können, da die bloße weitere Entwicklung einer einmal aufgestellten Lehre für unsere Geschichte nicht mehr von dem Gewichte seyn kann, wie jene erste Conception, jene primitive Bestätigung der Fundamentalwahrheit, auf welche dann später jede systematische Doctrin gewöhnlich erbaut wird. Doch dürfen diese Perioden der Verifikation nicht gänzlich übersehen werden, und ihre Betrachtung ist vielleicht nirgends so nützlich, als eben in der Astronomie.

Eigentlich aber hinterließ Hipparch seinen Nachfolgern nur wenig von jenen Nebenarbeiten, zu welchen seine großen Entdeckungen Veranlassung gegeben haben. Er selbst hatte schon mit der genauesten Sorgfalt beinahe alle einzelne Theile seines Gegenstandes untersucht. Wir wollen hier nur die vorzüglichsten derselben näher bezeichnen.

Das von ihm aufgestellte Gesetz der Präcession, nach welchem bloß der Aequator sich auf der festen Ekliptik bewegt, setzte voraus, daß die Orte der Fixsterne am Himmel und ihre gegenseitigen Distanzen unveränderlich sind, und eben so beruhten auch seine Sonnen- und Mondtafeln gleichsam stillschweigend auf der

Voraussetzung, daß unser Tag, so wie auch unser Jahr, unverändert von derselben Länge für alle Zeiten bleibe. Allein Hipparch begnügte sich nicht, diese zwei Hypothesen als die Basis seiner Theorie bloß anzunehmen, er suchte sie auch zu beweisen.

1) Unbeweglichkeit der Fixsterne.

Schon die bloße Entdeckung der Präcession mußte sofort auf die Frage führen, wenn sie auch früher nie aufgestellt worden wäre, ob die Fixsterne auch in der That immer denselben Ort am Himmel einnehmen. Diese wichtige Frage zu beantworten, unternahm Hipparch die Construction einer eigenen Himmelskarte. Denn obschon die Resultate seiner Unternehmung von ihm eigentlich nur in Worten ausgedrückt wurden, so glauben wir doch diesen Namen dem von ihm entworfenen Catalog der vorzüglichsten Fixsterne geben zu müssen. Er bedient sich nämlich zur Ortsbezeichnung dieser Sterne der sogenannten *Alignements*, indem er immer drei oder mehr solcher Sterne auswählt, die durch eine scheinbare gerade Linie am Himmel unter einander verbunden werden können. So sagt er z. B., daß der größere Stern in der südlichen Scheere des Krebses, ferner der hellere in demselben Sternbilde, der dem Kopf der Hydra vorangeht, und endlich der hellste Stern im kleinen Hund, nahe in derselben geraden Linie liegen. Ptolemäus, der uns diese und viele andere *Alignements* Hipparch's erhalten hat, folgert daraus, daß sich die gegenseitige Lage der Sterne seit Hipparch's Zeit, d. h. seit nahe 300 Jahren nicht geändert habe, eine Wahrheit, die man ohne Hipparch's Catalog, der 1080 Sterne enthielt, nicht bestätigen konnte.

Diese Aufzählung der vorzüglichsten Sterne des Himmels durch Hipparch ist ein in der Geschichte der Astronomie sehr berühmt gewordenes Ereigniß. Plinius ¹⁾ spricht davon mit Bewunderung als von einer erhabenen, übermenschlichen Unternehmung: *Ausus rem etiam Deo improbam, annumerare posteris stellas.* Derselbe Geschichtschreiber erzählt uns, daß die Ausführung dieser großen Arbeit durch ein wunderbares astrono-

1) Plin. Hist. Nat. II. XXVI.

misches Ereigniß veranlaßt worden sey, nämlich durch die Erscheinung eines neuen, früher unsichtbaren Sterns: novam stellam et aliam in aevo suo genitam deprehendit, ejusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, anne hoc saepius fieret, moverenturque et eae, quas putamus affixas. Gegen diese Nachricht ist nichts einzuwenden, nur mag man mit Delambre²⁾ bemerken, daß uns nicht gesagt wird, ob dieser neue Stern am Himmel geblieben, oder vielleicht bald darauf wieder verschwunden ist. Ptolemäus erwähnt weder des Sterns noch dieser Geschichte, und sein Catalog enthält keinen hellen oder größern Stern, der nicht auch in den „Catasterismen“ des Eratosthenes gefunden würde. Diese Catasterismen sind ein Verzeichniß von 475 der hellsten Sterne, die nach der Ordnung der Sternbilder, zu welchen sie gehören, aufgezählt werden, und die nahe sechzig Jahre vor Hipparch zusammengeschrieben worden sind.

2) Beständigkeit des Jahrs.

Hipparch unternahm auch die Untersuchung, ob alle Jahre gleiche Länge haben, und obschon er, bei seiner ängstlichen Liebe zur Genauigkeit³⁾, sich selbst über diese Gleichheit nicht völlig zufrieden stellen konnte, so zeigte er doch, durch die Finsternisse sowohl, als auch durch die Beobachtungen der Zeiten, in welchen die Sonne durch die Aequinoctialpunkte geht, daß der Unterschied der aufeinander folgenden Jahre, wenn er ja noch besteht, wenigstens ungemein klein seyn müsse. Die Beobachtungen der nachfolgenden Astronomen, besonders die des Ptolemäus, bestätigten diese Meinung, und zeigten mit Verlässlichkeit, daß die Länge des Jahrs für alle Zeiten unveränderlich ist.

3) Beständigkeit des Tags, Zeitgleichung.

Schwerer war es, sich von der völligen Gleichheit der Tage zu überzeugen. Das Jahr nämlich wird durch die von der Natur gegebene Anzahl der Tage, die es enthält, gemessen, aber

2) Delambre, Astr. Anc. I. 290.

3) Ptolem. Almag. III. 2.

der Tag wird von uns selbst nur durch künstliche Mittel in Stunden oder in seine Theile getheilt. Die mechanischen Mittel der Alten reichten jedoch nicht hin, diese letzte Eintheilung mit der hier nöthigen Genauigkeit vorzunehmen, obschon ihre Astronomen sich auch wohl der Wasseruhren und anderer ähnlicher Instrumente bedienten. Man nahm indeß als das einfachste, was man voraussetzen konnte, an, daß die scheinbare tägliche Bewegung der Fixsterne, durch welche eigentlich die Länge des Tages bestimmt wird, vollkommen gleichförmig und immer von derselben Dauer ist. Aus dieser Annahme folgte von selbst, daß der Sonnentag (d. h. die von einer Culmination der Sonne bis zur nächstfolgenden andern) ungleich seyn müsse, weil nämlich die Geschwindigkeit der Sonne für verschiedene Zeiten veränderlich ist. Diese Bemerkung führte auf die sogenannte Zeitgleichung, d. h. auf den Unterschied der Zeit, die für jeden Augenblick zwischen einer richtigen Sonnenuhr und einer guten (nach der sogenannten mittleren Zeit gehenden) astronomischen Uhr statt hat. Die alten griechischen Astronomen haben auf diese Zeitgleichung immer Rücksicht genommen, was voraussetzt, daß sie auch die Unveränderlichkeit des Tages anerkannt haben.

Zweiter Abschnitt.

Untersuchungen, welche Hipparch's Theorie nicht bestätigten.

Einige von den Untersuchungen Hipparch's und seiner Nachfolger betrafen die eigentliche schwache Seite der von ihm aufgestellten Theorie, und sie würden, wenn die Beobachtungen der Alten genau genug gewesen wären, entweder auf die Verbesserung, oder auch auf eine gänzliche Verwerfung dieser Theorie geführt haben.

Unter diesen müssen wir zuerst der Parallaxe der Himmelskörper erwähnen, das heißt jener scheinbaren Versetzung ihres Ortes am Himmel, wenn sie von diesem oder einem anderen Punkte der Oberfläche der Erde betrachtet werden. Ptolemäus handelt umständlich von diesem Gegenstande, und man kann nicht zweifeln, daß auch Hipparch sich sorgfältig damit beschäftigt habe, da er ein eigenes »parallactisches Instrument«

erfunden hat. Der Begriff einer Parallaxe, als einer geometrischen Conception, war in der That zu einfach, als daß man ihn lange hätte übersehen können, und schon bei der ersten Begründung der „Lehre von der Sphäre“ mußte es auffallend erscheinen, daß man, ohne bemerklichen Irrthum, jeden Punkt der Oberfläche als den Mittelpunkt der Himmelskugel annehmen konnte. Allein wenn dieß in Beziehung auf die Fixsterne als richtig anerkannt wurde, durfte man es auch für die Sonne und den Mond als wahr voraussetzen? Bei der Sonne zwar ist die Ortsveränderung, die sie durch die Parallaxe erleidet, so gering, daß auch der beste practische Astronom des Alterthums dieselbe unmöglich bemerken konnte, aber bei dem Monde verhielt sich diese Sache ganz anders. Der Mond kann durch die Parallaxe um einen Bogen am Himmel versetzt werden, der zweimal den Durchmesser dieses Gestirns (genauer $0^{\circ} 57'$) beträgt, eine Größe, die auch das unvollkommenste astronomische Instrument angeben muß, wenn es auf diesen Namen überhaupt noch Anspruch machen will. Das Gesetz, nach welchem die durch die Parallaxe erzeugten Aenderungen erfolgen sollen, ist leicht zu finden, wenn man die Erde als kugelförmig voraussetzt, aber die eigentliche „Größe“ dieser Aenderung hängt von der Distanz des Mondes von der Erde ab, und setzt also wenigstens eine gute Beobachtung zur Bestimmung dieser Distanz voraus. Ptolemäus hat eine Tafel der Wirkungen der Parallaxe berechnet, deren Argument die scheinbare Höhe des Mondes ist, und wobei er verschiedene Distanzen des Mondes voraussetzt. Allein diese Distanzen stimmen in ihrer Aufeinanderfolge nicht mit der wahren Bewegung des Mondes überein, weil sie, wie natürlich, nur nach der epicyclischen Bewegung desselben angenommen wurden.

In der That ist diese ganze epicyclische Theorie, obschon sie, die „scheinbaren Orte“ oder die Länge und Breite der Himmelskörper allerdings der Wahrheit gemäß darzustellen vermag, doch in Beziehung auf die Distanzen derselben von der Erde, sehr fehlerhaft. Man kann die Halbmesser eines oder auch mehrerer Epicykel so annehmen, daß dadurch die scheinbaren Längen der Planeten mit jeder willkürlichen Genauigkeit dargestellt werden; allein wenn man dieß thut, so lassen sich, eben weil man es gethan hat, die Distanzen der Planeten von der Erde nicht mehr der Wahrheit gemäß darstellen und umgekehrt.

Durch die in verschiedenen Zeiten beobachtete Parallaxe lassen sich die für dieselben Zeiten statthabenden Verhältnisse der Distanzen des Mond's von der Erde finden. Ein anderes Mittel, die letzten Verhältnisse zu finden, gewährt die Beobachtung des scheinbaren Durchmessers des Mond's in verschiedenen Zeiten. Allein beide Beobachtungen, die der Parallaxe und die des scheinbaren Durchmessers des Mond's, konnten mit den unvollkommenen Instrumenten der Alten, wie es scheint, nicht mit der erforderlichen Schärfe gemacht werden, um daraus ein Argument gegen ihr epicyklisches System abzuleiten, obschon die Falschheit desselben auf diesem Wege sich am besten hätte erkennen lassen müssen. Man begnügte sich, wie es scheint, mit der Uebereinstimmung dieses Systems in Beziehung auf die beobachteten Längen der Planeten, die man auch allein mit einiger Genauigkeit messen konnte, und bekümmerte sich wenig darum, ob auch die Distanzen derselben von der Erde durch dasselbe System genau dargestellt wurden, weil man doch die Beobachtungen der Parallaxe sowohl, als auch die der scheinbaren Durchmesser dieser Planeten, aus welchen sich allein jene Distanzen ableiten ließen, mit den Instrumenten jener Zeit nicht genau genug beobachten konnte.

In der That läßt sich zeigen (m. s. Littrow's theor. und pract. Astr. Vol. II. S. 110 u. f. L), daß derjenige Halbmesser des Epicykels, welcher die Ungleichheit der Länge des Mond's richtig darstellt, die Ungleichheit seiner Distanz von der Erde um das Doppelte zu groß gibt. Ptolemäus nahm die Excentricität der Mondsbahn gleich $\frac{1}{12} = 0.0833$ des Halbmessers dieser Bahn an, da sie doch in der That nur halb so groß (genauer gleich 0.0548) ist. Dieser Theil der von Hipparch aufgestellten epicyklischen Theorie trägt also in sich selbst den Keim ihrer Zerstörung. Auch wurde die Unzulässigkeit dieser Theorie von der Zeit an vollständig anerkannt, als die astronomische Beobachtungskunst dahin gelangt war, den scheinbaren Durchmesser des Mond's bis auf seinen dreißigsten oder vierzigsten Theil (d. h. bis auf eine Minute) genau zu messen. Wir werden in der Folge sehen, welche weitere Wege diese Theorie eingeschlagen hat; hier mag es genügen, zu bemerken, daß eine sehr lange Zeit vergehen mußte, bis die Kunst zu beobachten solche Fortschritte gemacht hatte, die Unzulässigkeit jener Hypothese vollkommen zu erweisen.

Dritter Abschnitt.

Beobachtungsmethode der griechischen Astronomen.

Da es in allen sogenannten Verificationsperioden eine Hauptsache ist, die absolute Größe der Dinge, um die es sich handelt, mit Genauigkeit kennen zu lernen, so müssen auch alle Verbesserungen der bisher zu den Beobachtungen gebrauchten Instrumente und Methoden als charakteristische Züge einer solchen Epoche betrachtet werden. Wir wollen hier einige derselben näher anführen.

Die Schätzung der Distanzen der Gestirne durch das bloße Auge ist ein sehr unverlässliches Verfahren, obschon es die Alten öfters angewendet zu haben scheinen. Man liest in ihren Schriften von Sternen, die zwei oder drei Ellen (cubitus, $\pi\eta\chi\upsilon\varsigma$) von einander abstehen. Man kann sich einen Begriff von der Genauigkeit einer solchen Messungsart machen, wenn man hört, daß die frühern Griechen die Sonne einen Fuß groß angenommen haben, eine Meinung, die Cleomedes ¹⁾ auf das Umständlichste zu widerlegen für gut fand.

Etwas genauer ist die Methode der Alignements, von der wir schon oben bei Gelegenheit des Sternencatalogs von Hipparch gesprochen haben. Eine gerade Linie z. B. durch die zwei Hinterräder des Wagens (des großen Bären) geht verlängert durch den Polarstern, eine Art sich auszudrücken, die man auch wohl jetzt noch gebraucht, um Anfängern den gestirnten Himmel kennen zu lehren.

An verlässlichere Beobachtungen irgend einer Art aber konnte man nicht eher denken, bis die Astronomen auf das Zusammentreffen der Gesichtslinie der Himmelskörper mit eigentlichen Instrumenten verfielen, dieses Zusammentreffen mag nun durch unmittelbares Sehen oder auch, bei der Sonne besonders, durch den Schatten derselben vermittelt werden.

1) M. f. Delambre, Astr. Anc. I. 222.

Die älteste und gewöhnlichste Weise, die Lage der Himmelskörper zu bestimmen, war ohne Zweifel die, wo die Höhe der Sonne durch die Länge des Schattens gefunden wurde, den ein von ihr beschienener senkrechter Stab (oder ein Gnomon) auf seinen horizontalen Boden wirft. Nach einem Memoir von Gaubil, das zuerst in der *Connaisance des temps* f. d. J. 1809 erschien ²⁾, fand Tschou-kong um das Jahr 1100 vor Ch. G. in der untern Stadt Loyang, die jetzt Honanfu heißt, die Schattenlänge eines Gnomons von acht Fuß Höhe zur Zeit des Sonnensolstitiums gleich einem und einem halben Fuß. — Die Griechen bedienten sich schon sehr früh eines ähnlichen Verfahrens. Strabo sagt ³⁾, „daß Byzanz und Marseille auf demselben Breitenparallel liegen, weil in diesen Städten die Schatten dasselbe Verhältniß zu der Länge des Gnomons haben, wie Hipparch berichtet, der hierin dem Pytheas folgt.“

Allein die Astronomen drücken die Lagen der Himmelskörper gewöhnlich durch sogenannte Winkeldistanzen aus, und diese werden am einfachsten durch den Bogen eines Kreises angegeben, dessen Mittelpunkt das Auge des Beobachters einnimmt. Der Gebrauch des Gnomons mag durch graphische Methoden der Geometrie auf diese Bestimmungen der Winkel durch ihre Tangenten geführt haben, obschon man auch schon sehr früh diese Winkel unmittelbar durch Kreisinstrumente, die an ihrer Peripherie eingetheilt waren, gemessen zu haben scheint. Man theilte diese Peripherie schon in den ältesten Zeiten in 360 gleiche Theile, vielleicht weil man durch jeden solchen Theil, für jene Beobachtungen nahe genug, den täglichen Weg der Sonne am Himmel darstellen wollte. Die Lage der Sonne wurde durch den Schatten eines durch den Mittelpunkt auf dem Kreise senkrechten Styles an der eingetheilten Peripherie desselben angezeigt. Eines der ältesten Instrumente dieser Art war die Hemisphäre des Berosus. Eine hohle Halbkugel wurde mit ihrem Rande horizontal gestellt, und in dem Mittelpunkte derselben wurde ein Stiel befestigt. Der Schatten des untersten Endpunkts dieses

2) Useful knowledge. Hist. Astron. S. 5.

3) Delambre, Astr. Anc. I. 257.

Stiels hatte dann dieselbe Lage gegen den tiefsten Punkt der Halbkugel, welche die Sonne gegen den höchsten Punkt des Himmels hatte. Doch wurde dieses Instrument vielmehr zur Eintheilung des Tages in Stunden gebraucht.

Eratosthenes ⁴⁾ bestimmte der erste die Größe der Neigung der Ecliptik gegen den Aequator, man weiß nicht mehr, durch welche Instrumente. Er soll von der Großmuth des Ptolemäus Evergetes zwei Armillen erhalten haben, die aus verschiedenen Kreisen zusammengesetzt waren. Sie wurden in dem Porticus von Alexandrien aufgestellt, wo sie lange Zeit zu den Beobachtungen dienten. Einer dieser Kreise wurde so gestellt, daß er mit dem Aequator parallel war, wo dann an dem Tage die Sonne durch den Aequator ging, an welchem die innere Seite dieses Ringes nicht beschienen wurde. Mit einem solchen Instrumente konnte man also die Zeit der Nachtgleichen finden. Auch Hipparch scheint sich eines ähnlichen Werkzeugs bedient zu haben ⁵⁾. „Der Kreis von Kupfer,“ sagt Ptolemäus, „der zu Alexandrien in dem sogenannten Quadratportal aufgestellt war, scheint zur Beobachtung der Nachtgleichen bestimmt gewesen zu seyn.“ Ein solches Instrument wurde Aequinoctial-Armille genannt.

Ptolemäus beschreibt auch eine Solstitial-Armille, die aus zwei Ringen bestand, die sich in einander bewegten. Der innere war mit zwei hervorstehenden, einander diametral gegenüber liegenden Schnäbeln versehen. Diese Kreise wurden beide in die Ebene des Meridians gebracht, und dann der innere so lange gedreht, bis der Schatten des einen Schnabels genau auf den anderen fiel, wo dann der Ort der Sonne im Mittag durch die Eintheilung des äußeren Ringes bestimmt werden konnte.

Zu den Berechnungen wurde schon damals der Grad in 60 Minuten, und die Minute in 60 Secunden eingetheilt. Allein für die Mechaniker jener Zeit war es unmöglich, die Peripherie ihrer Kreise in so viel kleine Theile zu theilen. Die Armillen von Alexandrien waren nur in Sechstheile des Grades oder von zehn zu zehn Minuten getheilt. Die an diesen Instrumenten beobachteten Winkel aber pflegte man in Theilen

4) Delambre, Astr. Anc. I. 86.

5) Ptolem. Almag. III. 2.

der ganzen Peripherie anzugeben. So sagte Eratosthenes, daß der Zwischenraum zwischen den beiden Sonnenenden $41\frac{1}{83}$ der Peripherie betrage ⁶⁾.

Man bemerkte bald, daß man zu diesen Beobachtungen keinen ganzen Kreis brauchte. Ptolemäus sagt daher ⁷⁾, daß er bequemer zu seinen Höhen-Beobachtungen eine viereckige Platte von Stein oder Holz gebrauchte, auf deren einer Seite der vierte Theil eines Kreises mit seinen Eintheilungen angebracht ist. In dem Mittelpunkte dieses Kreises wurde ein Stift senkrecht auf die Platte angebracht, und wenn dann der oberste Halbmesser des Kreises horizontal gestellt wurde, so konnte man die Höhe der Sonne durch den Schatten finden, welcher von jenem Stifte auf die Peripherie des Kreises geworfen wurde. Als das Bedürfniß einer größern Genauigkeit dieser Beobachtungen mehr und mehr fühlbar wurde, war man auf verschiedene Vorrichtungen und Verbesserungen dieser Instrumente bedacht. Sie wurden mittels einer Mittagslinie genau in die Ebene des Meridians gestellt; die Ebene des Instruments wurde durch ein Bleiloth in eine vertikale Lage gebracht, so wie auch der oberste Halbmesser durch die Wasserwage horizontal gestellt u. s. f. ⁸⁾.

Auf diese Weise konnte man also die Lage der Sonne und des Mondes am Himmel mittels des Schattens beobachten, welchen diese Gestirne verursachten. Zur Beobachtung der Sterne versetzte der Beobachter längs der Fläche seines Rings, so daß der von dem Stern ausgehende Lichtstrahl dieser Fläche parallel wurde ⁹⁾.

- 6) Delambre, Astr. Anc. I. 87. Seine Beobachtung gab ihm wahrscheinlich für diesen Zwischenraum $47\frac{2}{3} = 47.66$ Grade, und $\frac{47.66}{360}$

ist gleich 0.132 oder nahe gleich $\frac{11}{83}$.

- 7) Almagest. I. 1.

- 8) Schon Ptolemäus bemerkte die Krümmung seiner Instrumente, die aus Holz gemacht waren, wenn sie sich durch die Feuchtigkeit warfen. Almag. III. 2. Er sah, daß der innere Rand seines Aequatorialrings in demselben (Aequinoctial-) Tage zweimal beleuchtet wurde, denn er wußte nicht, daß die Ursache dieser Erscheinung in der Refraction zu suchen ist.

- 9) Delambre, Astr. Anc. I. 185. Ptolem. Almag. I. 1.

Später fand man es angemessener, die Sonne unmittelbar in Beziehung auf die Ekliptik zu beobachten, und zu diesem Zwecke gebrauchte man das sogenannte Astrolabium, dessen Beschreibung uns Ptolemäus aufbehalten hat ¹⁰⁾. Auch dieses Instrument bestand aus mehreren ineinander beweglichen Ringen, von welchen der eine in die Lage der Ekliptik gebracht wurde, während man den anderen, der immer durch den Pol der Ekliptik ging, so stellte, daß seine Fläche zugleich die Sonne traf. Auf diese Weise konnte man auch die Lage des Monds gegen die Ekliptik und die Position desselben gegen die Sonne oder gegen einen Fixstern bestimmen.

Dieses Astrolabium blieb lange im Gebrauch, noch länger aber der oben erwähnte Quadrant des Ptolemäus, der, im größern Maasstab ausgeführt, den sogenannten Mauerquadranten bildet, dessen man sich noch in den neuesten Zeiten zu bedienen pflegte.

Es mag auffallend erscheinen ¹¹⁾, daß Hipparch, der eine längere Zeit durch die Gestirne in Beziehung auf den Aequator (also Rectascensionen und Declinationen) beobachtet hatte, späterhin den Gebrauch seines Aequatorial-Instruments gänzlich verließ, und das Astrolab vorzog, welches unmittelbar die Lage der Gestirne gegen die Ekliptik (oder die Länge und Breite dieser Gestirne) angab. Wahrscheinlich that er dieß in Folge seiner Entdeckung der Präcession, nach welcher die Breite aller Fixsterne unverändert bleibt, so daß er für verschiedene Zeiten nur die Länge derselben zu kennen nöthig hatte ¹²⁾.

10) Ptolem. Almag. V. 1.

11) Delambre, Astr. Anc. S. 181.

12) Die Folgen dieser Wahl Hipparch's sind jetzt noch in allen Theilen der Astronomie sichtbar. Die ganze Einrichtung unserer Instrumente und ihre innige Verbindung, besonders mit unserer Zeitbestimmung durch Uhren, verweist uns, bei unsern Berechnungen, auf den Aequator, während die meisten unserer Beobachtungen, wie auch die Ebenen bei den Planeten- und Kometenbahnen, sich noch immer auf die Ekliptik beziehen. Unsere Sternencataloge stimmen mit unserer Beobachtungsart überein, da sich hier diese Uebereinstimmung besonders fühlbar machte; aber dieß ist nicht mehr der Fall mit den neuern Tafeln der Sonne und des Monds, und aller Planeten, die sich noch immer, wie bei den alten Grie-

Zu den erwähnten Instrumenten kann man auch die Dioptern und das parallactische Instrument zählen, deren sich Hipparch und Ptolemäus bedienten. Mittels des letztern wurde die Zenithdistanz der Gestirne durch zwei an einem Stabe angebrachte Absehen beobachtet, welcher Stab sich um den Endpunkt eines andern drehen ließ, der mittels eines Bleiloths senkrecht gestellt wurde, wo man dann den Winkel zwischen den beiden Stäben messen konnte.

Das folgende Beispiel einer aus dem Ptolemäus entlehnten Beobachtung mag uns zeigen, auf welche Weise man damals diese Beobachtungen anzugeben pflegte. „In dem zweiten Jahre „Antonins, den neunten Tag des Pharmuthi, nahe bei Untergang der Sonne, als die letzten Theile des Stiers im Meridian waren, d. h. ($5\frac{1}{2}$ Aequinoctialstunden nach dem Mittag), war „der Mond im dritten Grad der Fische, in dem Abstand von „92 Graden und 8 Minuten von der Sonne; eine halbe Stunde „später war die Sonne untergegangen, und das Viertel der „Zwillinge im Meridian, und da erschien Regulus an dem andern „Ringe des Astrolabs, $57\frac{1}{2}$ Grad mehr vorwärts, als der „Mond, in Länge ¹³⁾.“ Aus diesen Angaben berechnet dann Ptolemäus die Länge des Regulus.

Nach dem Vorhergehenden sieht man wohl, daß die Beobachtungen der Alexandrinischen Astronomen auf keine große Genauigkeit Anspruch machen konnten. Dieser Umstand hatte aber, nach der allgemeinen Aufnahme der Hipparchischen Theorie, einen sehr ungünstigen Einfluß auf den Fortgang der Wissenschaft. Hätten jene Astronomen den Ort des Mondes Tag für Tag genau angeben können, so würden sie alle die Ungleichheiten desselben entdeckt haben, die so spät erst durch Tycho Brahe gefunden wurden; und hätten sie die Parallaxe oder den schein-

chen, auf die Ekliptik beziehen, obschon wir sie doch, gleich den Fixsternen, nur in Beziehung auf den Aequator beobachteten. Indes möchte es schwer seyn, die Astronomen dahin zu vereinigen, sich von diesem, dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft nicht mehr angemessenen Reste des Alterthums zu trennen, um die gewünschte Gleichförmigkeit zwischen den Beobachtungen und ihren Berechnungen zu erhalten. L.

13) Delambre, Astr. Anc. II. 248.

baren Durchmesser des Mondes auch nur mit einiger Schärfe messen können, so würden sie ihre epicyklische Theorie, durch die Kenntniß der wahren Mondbahn, als vollkommen falsch erkannt haben. Aber die große Unvollkommenheit ihrer Beobachtungen und die sehr geringe Uebereinstimmung derselben mit den Berechnungen hielt sie von allen weiteren Fortschritten ab, und hieß sie ihre beliebte Theorie mit serviler Zustimmung und bloß mit dunklem Bewußtseyn erkennen, statt mit jener rationalen Ueberzeugung, mit jener intuitiven Klarheit, die allein der Wissenschaft einen Anstoß zum weiteren, wahren Fortschritte geben kann.

Vierter Abschnitt.

Periode von Hipparch bis Ptolemäus.

Wir wollen nun die Nachfolger Hipparch's bis zu Ptolemäus näher kennen lernen, dem ersten großen Astronomen, der seit jenem in der Geschichte dieser Wissenschaft erschien, obschon auch er nur in der Reihe derjenigen steht, welche die von Hipparch aufgestellte Theorie bloß bestätigt, entwickelt, und in einzelnen Theilen weiter ausgeführt haben. Die übrigen Astronomen, die zwischen diesen beiden Männern lebten, drangen selbst auf dem letzten Wege nicht weiter vor, obschon man mit Recht annehmen darf, daß sie ihre Arbeiten unter sehr günstigen Verhältnissen ausgeführt haben, da sie alle sich der freigebigen Unterstützung der Aegyptischen Könige zu erfreuen hatten ¹⁾. Die „göttliche Schule Alexandriens,“ wie sie von Synesius im vierten Jahrhundert genannt wird, scheint nur sehr wenig Männer hervorgebracht zu haben, die im Stande waren, die Wissenschaft vorwärts zu führen, oder auch nur, die Entdeckungen ihres unsterblichen Lehrers zu bestätigen und weiter zu begründen. Die mathematische Klasse dieser Schule wußte sehr viel zu schreiben, und offenbar beobachteten sie auch fleißig: aber ihre Beobachtungen waren von geringem Werth, und ihre Schriften sind bloße Expositionen der von ihrem Meister aufgestellten Theorie

1) Delambre, Astr. Anc. II. 240.

mit den geometrischen Folgerungen derselben, ohne weitere Bemühung, sie mit den Beobachtungen selbst zu vergleichen. So scheint z. B. auch nicht einer dieser Männer um die Verifikation der von Hipparch entdeckten Präcession der Nachtgleichen sich bemüht zu haben, bis hinauf zur Zeit des Ptolemäus, volle 250 Jahre nach jenem; eben so wenig wird bei den Schriftstellern dieser Zwischenzeit jener Präcession auch nur erwähnt, und Ptolemäus führt keine einzige Beobachtung aus dieser Periode an, während er unablässig von den Beobachtungen des Hipparch spricht, so wie von der des Aristyll und Timochanis, des Conon und anderer, die noch vor Hipparch gelebt und beobachtet haben.

Demungeachtet ist die Alexandrinische Schule, so unfruchtbar sie auch für die Astronomie war, für die literarische Cultur überhaupt von großem, nützlichem Einfluß gewesen. Viele Schriften derselben hat uns die Zeit erhalten, obschon die von Hipparch selbst verloren gegangen sind. Wir besitzen noch das „Uranologium“ von Geminus (im Jahre 70 vor Ehr. Geb.), eine systematische Zusammenstellung der Astronomie, in welcher Hipparch's Theorie mit ihren nächsten Folgerungen gehörig auseinander gesetzt wird, und die vorzüglich recht gute Nachrichten von den verschiedenen chronologischen Cykeln enthält, deren Gebrauch mit der Calippischen Periode aufhörte. Eben so haben wir noch die „Kreistheorie der Himmelskörper“ von Cleomedes (60 Jahre vor Ehr. Geb.), deren vorzüglichster Theil die „Theorie der Sphäre“ ist, mit Einschluß der Folgen der Kugelgestalt der Erde. Ein anderes Werk „Ueber die Sphäre“ von Theodosius aus Bithynien (50 Jahre vor Ehr. Geb.) enthält die vorzüglichsten Lehren dieses Gegenstandes, und ist lange, selbst in den neuern Zeiten, als allgemeines Lehrbuch gebraucht worden. Hieher gehört auch Menelaus, der etwas später als jener lebte, und der uns drei Bücher über die Sphären hinterlassen hat.

Eine der vorzüglichsten „Deductionen“ jeder geometrischen Theorie, wie z. B. der von der Sphäre oder von den Epicykeln, besteht ohne Zweifel in der numerischen Berechnung der Resultate dieser Theorie in einzelnen Fällen. Auf diesem Wege hat man z. B. auf der epicyklischen Theorie die Sonnen- und Mondstafeln erbaut, wie wir bereits oben gesagt haben. Allein dieser Bau setzte eine neue Rechnungsmethode, die Trigonometrie, voraus, durch welche man die Verhältnisse der Seiten und

Winkel der Dreiecke bestimmen konnte. Hipparch selbst hatte sich diese neue Methode entworfen, wie er denn überhaupt der Urheber jedes großen Fortschritts in der Astronomie der Alten gewesen ist ²⁾. Er schrieb ein Werk in zwölf Büchern „Ueber die „Construction der Tafeln der Sehnen und Bogen,“ da die Griechen Tafeln dieser Art zur Auflösung der Dreiecke gebrauchten. Die „Lehre von der Sphäre“ erforderte auf ähnliche Weise auch eine „sphärische Trigonometrie“, und Hipparch scheint auch diese zuerst ausgebildet zu haben ³⁾, da er Resultate vorträgt, die den Besitz einer Methode zur Auflösung sphärischer Dreiecke voraussetzen. Auch Hypsikles, ein Zeitgenosse des Ptolemäus, machte mehrere Versuche zur Auflösung solcher Probleme. Allein es ist auffallend, daß die erwähnten Nachfolger Hipparch's, nämlich Theodosius, Cleomed und Menelaus, der Berechnung der Dreiecke, der ebenen wie der sphärischen, nicht einmal Erwähnung thun ⁴⁾, obschon der letzte, wie man sagt ⁵⁾, über die Chordentafel ein eigenes Werk geschrieben hat, das aber verloren gegangen ist.

Wir werden später noch oft sehen, wie vorherrschend in gebildeten Zeiten die Anlage ist, welche die Schriftsteller zu den Commentatoren vorhergegangener Werke macht. Dasselbe Bestreben zeigte sich auch schon sehr früh in der Alexandrinischen Schule. Aratus ⁶⁾, der gegen 270 vor Chr. Geb. am Hofe des Antigonus, Königs von Macedonien, lebte, beschrieb die Sternbilder des Himmels in zwei Gesängen, welche die Aufschrift tragen: „Phaenomena“ und „Prognostica“. — Diese Gedichte waren wenig mehr, als eine in Verse gebrachte Darstellung der Schrift des Eudorus über den achronischen und helischen Auf- und Untergang der Sterne. Dieses Werk wurde sogar der Gegenstand eines eigenen Commentars, den Hipparch über dasselbe verfaßte, der dieß vielleicht für den einfachsten Weg hielt, seinen Entdeckungen eine günstige Aufnahme bei dem größern Kreise der Leser zu verschaffen. Die Römer wurden durch drei lateinische Uebersetzungen mit diesem

2) Delambre, Astr. Anc. II. 37.

3) Delamb. Anc. Ast. I. 117.

4) Id. Ibid. I. 248.

5) Id. Ibid. II. 37.

6) Id. Ibid. I. 74.

Gedichte des Aratus bekannt gemacht; die erste derselben war von Cicero, von dessen Uebersetzung noch verschiedene Fragmente auf uns gekommen sind ⁷⁾; die zweite ist von Germanicus Cäsar, einem der Schwiegersöhne des Kaisers Augustus, und diese ist beinahe vollständig auf uns gekommen; die dritte ebenfalls vollständige endlich ist die von Avienus ⁸⁾. Die „Astronomica“ des Manilius und das „Poeticon Astronomicum“ des Hyginus, beide aus der Zeit des Augustus, sind Dichtungen, welche die ersten Elemente der Astronomie mit mythologischen Ausschmückungen zu verbinden suchen, die aber für die Geschichte der Astronomie ohne weiteren Werth sind. Nahe dasselbe Urtheil läßt sich auch über die Erläuterungen und Declamationen von Cicero, Seneca und Plinius fällen, da sie uns von keiner Erweiterung der astronomischen Erkenntnisse Nachricht geben, und da sie selbst nicht selten nur dunkle und unbestimmte Begriffe über die Gegenstände verrathen, die sie beschreiben wollen.

Die merkwürdigsten Stellen in den zwei letztgenannten Autoren sind vielleicht noch die rhetorischen Ausdrücke, mit welchen sie ihre Bewunderung für die Entdeckungen in der Physik und Astronomie mittheilen. In einer dieser Stellen drückt Seneca seine Ueberzeugung von dem unbegrenzten Fortgang der Wissenschaft, als die eigentliche Bestimmung des Menschen, aus. Ob schon dieser Glaube nicht viel mehr, als eine unbestimmte Meinung war, die auf einer willkürlichen Annahme beruhte, so führte sie doch zu manchen andern Vermuthungen, von welchen einige, da sie zufälliger Weise in Erfüllung gegangen sind, viel Aufsehen gemacht haben. So spricht Seneca von den Kometen ⁹⁾: „die Zeit wird kommen, wo diese Dinge, die jetzt verborgen sind, durch Genie und Fleiß an's Licht gelangen werden, und die Nachwelt wird sich verwundern, daß wir so alltägliche Dinge nicht wissen konnten.“ Die Bewegungen der Planeten, setzt er hinzu, die so verwickelt und scheinbar verworren sind, werden dem=

7) Zwei Copien dieser Uebersetzung, mit Zeichnungen sehr verschiedener Zeitalter, des Römischen und des Anglo-Sächsischen, werden, nach Ottley's Bericht, in der Archaeologia, Vol. XVIII. beschrieben.

8) Montucla, Hist. des Mathem. I. 221.

9) Seneca, Quaest. nat. VII. 25.

ungeachtet auf bestimmte Geseze zurückgeführt, und Andere sollen nach uns kommen, die uns auch die Bahnen der Kometen enthüllen werden. — Solche Muthmaßungen und Voraussetzungen aber darf man ihrer großen Weisheit wegen nicht eben bewundern, denn Seneca wurde mehr durch die Phantasie, als durch wahre Vernunftgründe, zu diesen Meinungen gebracht. Doch sollen sie auch nicht als bloße glückliche Einfälle, ohne alles weitere Verdienst, betrachtet werden, da sie uns vielmehr beweisen, daß die Ueberzeugung von der Existenz solcher allgemeinen Geseze, und daß der Glaube an die Möglichkeit der Entdeckung solcher Geseze, immer dann in des Menschen Brust sich erhebt, wenn er sich einmal zum Nachdenken über so erhabene Gegenstände gewöhnt hat.

Eine wichtige practische Anwendung der bisher erworbenen theoretischen Kenntnisse wurde durch die bereits erwähnte Kalenderverbesserung des Julius Cäsar gemacht, und das Verdienst dieser Verbesserung gehört recht eigentlich der Alexandrinischen Schule an, da der Astronom Sosigenes, der sie ausführte, aus Aegypten zu diesem Zwecke nach Rom berufen wurde.

Fünfter Abschnitt.

E r d m e s s u n g e n .

Nur wenige Versuche wurden, wie wir bereits gesagt haben, in dieser Epoche gemacht, die den Zweck hatten, die ersten Entdeckungen der früheren Astronomen von Alexandrien zu erweitern oder auch nur zu bestätigen. Eine Frage beschäftigte besonders die Aufmerksamkeit der besseren Köpfe dieser und auch wohl aller Zeiten: die Größe der Erde, deren Gestalt bereits allgemein als kugelförmig angenommen war. Die Chaldäer hatten in einer viel früheren Zeit behauptet, daß ein Mann den Umfang der ganzen Erde binnen einem Jahre zurücklegen würde. Allein dieß war bloß eine auf Nichts gegründete Sage. — Der Versuch des Eratosthenes aber, dieses Problem zu lösen, beruhte auf vollkommen richtigen Gründen. Die Stadt Syene lag unter dem Wendekreise, weil dort, am Tag der Sonnenwende, alle senkrechten Gegenstände keinen Schatten mehr warfen, und weil ein senkrechter Brunnen an diesen Tagen

bis an seinen Boden von der Sonne beschienen wurde. Zu Alexandrien aber war die Sonne, an denselben Tagen, um die Zeit des Mittags, noch um den fünfzigsten Theil der Peripherie, oder um $7\frac{2}{10}$ Grade von dem Zenit entfernt. Beide Städte lagen nahe in demselben Meridian, und ihre Distanz wurde durch die königlichen Straßenaufseher zu 5000 Stadien bestimmt. Daraus schloß Eratosthenes, daß der Umkreis der Erde 250,000, und der Halbmesser derselben 40,000 Stadien betrage. Aristoteles ¹⁾, der ein Jahrhundert vor Eratosthenes lebte, sagt, daß die Geometer den Umkreis der Erde zu 400,000 Stadien angegeben haben, und Hipparch, 150 Jahre nach Eratosthenes, war der Ansicht, daß das Resultat des Letzteren um seinen zehnten Theil vergrößert, also der Umfang der Erde auf 275,000 Stadien gebracht werden sollte ²⁾. — Posidonius, der berühmte Freund Cicero's, machte einen anderen Versuch zu demselben Zwecke. Zu Rhodus erschien der Stern Canopus eben noch am Horizont; zu Alexandrien erhob er sich im Mittag schon bis zu dem 48sten Theil der Peripherie. Auch diese beiden Orte liegen nahe in demselben Meridian, und ihre Distanz beträgt 5000 Stadien, woraus Posidonius den Umkreis der Erde zu 240,000 Stadien ableitete. Wir können aber alle diese Messungen nicht als genau betrachten, da wahrscheinlich weder auf die Messung der geradlinigen Distanz der beiden Endpunkte, noch auf die des Bogens, welchen sie zwischen sich enthalten, große Sorgfalt verwendet worden ist. Endlich ist auch die Größe des zu diesen Messungen angewendeten Stadiums nichts weniger, als genau bekannt.

Als die Araber im neunten Jahrhundert die vorzüglichsten Behauer der Astronomie wurden, so wiederholten sie diese Messungen mit größerer Genauigkeit. Unter dem Kalifen Almamun ³⁾ wurde die weite Ebene von Singiar in Mesopotamien zu dieser Unternehmung ausgewählt. Die arabischen Astronomen theilten sich daselbst in zwei Gesellschaften, von welchen die eine unter der Anführung des Chalid ben Abdolmalic stand, während die andere der Leitung des Alis ben Isa übergeben wurde. Die eine derselben ging in der Richtung des Meridians nördlich, die

1) Aristot. de Coelo. II. ad fin.

2) Plin. Hist. Nat. II. 108.

3) Montucla. Hist. des Math. I. 357.

andere südlich, ihren zurückgelegten Weg durch unmittelbare Anlegung ihrer Meßstangen bezeichnend, bis jede einen vollen Grad auf der Oberfläche der Erde vollendet hatte. Sie fanden diese zwei Grade, den einen 56 und den andern $56\frac{2}{3}$ Meilen, die Meile zu 4000 Ellen (Cubitus) gerechnet. Um allen Zweifel über das von ihnen gebrauchte Maaß zu entfernen, wird gesagt, daß damit der sogenannte schwarze Cubitus gemeint sey, der 27 Zolle enthielt, wo jeder Zoll sechsmal die Dicke eines Gerstenkorns beträgt.

Sechster Abschnitt.

Entdeckung der Erection durch Ptolemäus.

Wir haben zum Schlusse des vorhergehenden Abschnitts bereits der Araber erwähnt, weil in der That in der Zeit von Hipparch bis zu den Arabern und selbst viel weiter noch keine große, Epoche machende Entdeckung gefunden wird, mit welcher sich eine neue Periode der Wissenschaft beginnen ließe. Es wird daher auch belehrender für uns seyn, den Charakter dieser langen Periode bloß im Allgemeinen kennen zu lernen, als ein umständliches Verzeichniß von allen den unbekannten und meistens werthlosen Schriftstellern und ihren, doch nur geborgten und oft selbst nur halbverstandenen Meinungen aufzustellen. Einer jedoch zeichnet sich unter dieser Menge rühmlich aus, ja sein Name ist selbst berühmter geworden, als der seines großen Vorgängers, und seine, glücklicherweise auf uns gekommene Werke enthalten neunundneunzig Hunderttheile dessen, was uns von der ganzen griechischen Astronomie bekannt geworden ist. Zwar war er nicht der Gründer einer neuen Theorie, aber wir verdanken ihm doch einige sehr wichtige Fortschritte in der Bestätigung, der Verbesserung und der weiteren Entwicklung der von Hipparch aufgestellten neuen Theorie. — Wir sprechen von Ptolemäus, dessen Werk *Μεγάλη Συναξίς* (Große Construction) eine vollständige Auseinandersetzung des Zustandes der Astronomie seiner Zeit (d. h. der Zeit von 110 bis 150 nach Chr. Geb. unter der Regierung Adrians und Antonins) enthält. Dieses Werk ist unter uns mehr durch einen fremden Namen bekannt, der uns zur Erinnerung dient, daß wir unsere erste Kenntniß seines Inhalts den

Arabern verdanken, die es *Al Magisti* oder *Almagest* genannt haben.

Als eine mathematische Exposition der epicyclischen Theorie und der Anwendung derselben auf die Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten und aller übrigen astronomischen Untersuchungen ist es ein glänzendes, dauerndes Denkmal des Fleißes, der Geschicklichkeit und des Scharfsinns seines Verfassers. In der That sehen alle übrigen astronomischen Schriften, die von den Alten auf uns gelangt sind, kaum irgend etwas von Werth zu dem Vorrathe von Kenntniß hinzu, den wir aus dem *Almagest* erhalten, und wer immer die Astronomie der Griechen kennen lernen will, muß sich vorzugsweise, wenn nicht allein, zu Ptolemäus wenden. Er gibt uns einen vollständigen Bericht über die Art, auf welche Hipparch die Hauptpunkte seiner Theorie festgesetzt hat, einen Bericht, den wir um so bereitwilliger von ihm hinnehmen, da er selbst immer nur mit Bewunderung, mit Begeisterung von seinem großen Meister spricht, dem er und dem auch wir selbst jene glänzenden Entdeckungen verdanken.

In den meisten Zweigen der Wissenschaft weiß Ptolemäus dem, was Hipparch gethan, noch wesentliche Verbesserungen oder genauere Bestimmungen hinzuzufügen. Wir wollen dieselben nicht alle umständlich anführen, sondern begnügen uns mit der näheren Anzeige derjenigen zwei Theile des *Almagests*, die in der Hipparchischen Theorie wahrhaft neue Fortschritte bezeichnen, nämlich der Evection des Mondes, und der Planetentheorie.

Die Ungleichheiten des Mondes hat man, wie bereits gesagt, durch Hülfe der Epicykel darzustellen gesucht, indem man die Halbmesser derselben aus der Beobachtung der Finsternisse durch Berechnung zu bestimmen suchte. Aber obschon die Hypothese eines Epicykels hinreichte, den Ort des Mondes am Himmel zur Zeit der Finsternisse zu bestimmen, so konnte man doch damit noch nicht für andere Punkte der Mondbahn ausreichen. Ptolemäus bemerkte dieß, als er sich anschickte, die Winkel-Distanzen des Mondes von der Sonne auch außer den Finsternissen zu beobachten. „Diese Distanzen, sagt er ¹⁾ stimmten wohl zuweilen, aber oft auch wieder nicht mit der epicyclischen Theorie überein; aber bei einer näheren Untersuchung fand sich

1) Ptolem. *Almag.* V. 2.

„bald eine bestimmte Regel für diese Differenz“²⁾), die später von Bullialdus, einem Astronomen des siebzehnten Jahrhunderts, den Namen der Evection erhielt. Ptolemäus ging sofort daran, diese Ungleichheit durch seine Combination von Kreisen darzustellen, und da Hipparch für die (elliptische) Mittelpunktsgleichung des Mondes bereits einen Epicykel gebraucht hatte, der sich in der Peripherie eines Kreises bewegte, dessen Mittelpunkt die Erde einnahm, so setzte Ptolemäus die Erde außer den Mittelpunkt des letzten Kreises, um dadurch jener Ungleichheit zu genügen, so daß er also einen Epicykel mit einem excentrischen Kreis verband. Die Art, wie er diese beiden Kreise gebrauchte, war etwas verwickelt, verwickelter kann man sagen, als nöthig war³⁾. Nach ihm bewegt sich die Erdferne seines excentrischen Kreises rückwärts (oder gegen die Ordnung der Zeichen), während der

- 2) Diese Regel läßt sich jetzt am einfachsten auf folgende Art ausdrücken. — Bezeichnet a die Länge des Mond's weniger der der Sonne, und ist b die Anomalie des Mond's vom Perigeum gezählt, so ist jene Ungleichheit oder die sogenannte Evection gleich $1^{\circ}3' \sin (2a - b)$. Für die Neu- und Vollmonde ist a gleich 0 oder 180° , also die Evection gleich $-1.3 \sin b$. Für die Zeit der beiden Viertel aber ist a gleich 90 oder 270, also auch die Evection $+1.3 \sin b$. — Die elliptische Mittelpunktsgleichung des Mond's aber ist für alle Punkte der Bahn gleich $6^{\circ}3' \sin b$. Die griechischen Astronomen vor Ptolemäus beobachteten den Mond nur zur Zeit der Finsternisse, oder im Neu- und Vollmond, wo sie demnach für die Summe dieser zwei größten Ungleichheiten des Mond's ($6^{\circ}3' - 1.3$) $\sin b$ oder $5^{\circ} \sin b$ finden mußten, und da sie diese letzte Größe für die, von der Excentricität der Mondbahn abhängige Mittelpunktsgleichung des Mond's ansahen, so fanden sie aus dieser zu kleinen Gleichung auch eine zu kleine Excentricität der Mondbahn. Ptolemäus aber, welcher der erste, den Mond auch in den Quadraturen (oder den Vierteln) beobachtete, fand für die Summe jener Ungleichheiten in diesen beiden Zeiten ($6.3 + 1.3$) $\sin b$ oder $7^{\circ}3' \sin b$, also wieder die Excentricität der Mondbahn hier, in den Vierteln, eben so viel zu groß, als man sie zur Zeit der Finsternisse zu klein gefunden hatte. Er schloß daraus, daß die Excentricität der Mondbahn veränderlich sey, was aber nicht gegründet ist. L.

- 3) Hätte Ptolemäus, umgekehrt, die Mittelpunktsgleichung des Mond's durch einen excentrischen Kreis, und die Evection durch einen Epicykel vorgestellt, so würde die Darstellung seiner Mondbewegung viel einfacher geworden seyn.

Mittelpunkt des Epicykels nahe zweimal geschwinder auf der Peripherie des excentrischen Kreises vorwärts fortschreitet, so daß der Mittelpunkt des Epicykels in jedem Monat zweimal sich um den excentrischen Kreis bewegt. Durch diese Vorrichtung wurde allerdings die Bewegung des Mondes so weit richtig dargestellt, daß jene zweite Ungleichheit, oder daß die Erection die Länge des Mondes zur Zeit des Neu- und Vollmondes am meisten verminderte, und wieder im Gegentheile in den Vierteln am meisten vermehrte.

Die Entdeckung der Erection und ihre Darstellung durch die epicyklische Theorie war, aus mehr als einem Grunde, ein sehr wichtiger Schritt in der Astronomie. Wir wollen dieses hier etwas näher angeben.

1) Sie führte zuerst auf die Vermuthung, daß die Bewegungen der himmlischen Körper mehreren verschiedenen Ungleichheiten unterworfen seyn mögen; daß, wenn man auch eine Gattung derselben entdeckt oder auf eine bestimmte Regel zurückgebracht hat, dann wieder andere sichtbar werden; daß die Entdeckung einer solchen Regel auch wohl zugleich auf die Entdeckung von Abweichungen dieser Regel führen könne, welche letztere dann wieder neue Regeln erforderten; daß man überhaupt, bei der Anwendung der Theorie auf die Beobachtungen, nicht bloß diejenige bestimmte Erscheinung, welcher jene Theorie entsprechen soll, sondern auch noch häufig andere, gleichsam übrigbleibende Erscheinungen findet, denen durch jene Theorie nicht entsprochen wird, und die daher ganz außer den Grenzen der bisherigen Berechnung stehen; und daß sonach die Natur nicht immer so einfach und regelmäßig ist, wie sie unsere Hypothesen darstellen, sondern daß wir von ihr selbst immer weiter vorwärts zu mehr und mehr verwickelten Phänomenen, gleichsam zu einer Anhäufung von Regeln und Verhältnissen, geführt werden. Eine solche Thatsache, wie die Erection, dargestellt durch eine solche Hypothese, wie die des Ptolemäus, war sehr geeignet, einem aufmerksamen Astronomen den Muth zu benehmen, wahre Naturgesetze aus bloßen ideellen Ansichten, oder nur aus einigen wenigen Beobachtungen ableiten zu wollen.

2) Die Entdeckung der Erection hatte eine Wichtigkeit, die aber erst spät hinterher erkannt wurde, indem sie als die erste jener zahlreichen Ungleichheiten des Mondes auftrat, die ihren

Ursprung in der störenden Kraft der Sonne haben. Diese Ungleichheiten wurden nur nach und nach entdeckt, und sie führten endlich zu der Aufstellung des Gesetzes der allgemeinen Gravitation. Die früheste Ungleichheit des Mond's, welche die Alten kennen lernten, kam aus einer ganz andern Quelle, nämlich aus derselben, aus welcher auch die Ungleichheit der Bewegung der Sonne entsteht, aus der Bewegung derselben in einer Ellipse, ohne alle Rücksicht auf äußere Störungen. Diese erste Ungleichheit, wie sie genannt wurde, ist jetzt unter der Benennung der Mittelpunktsgleichung bekannt ⁴⁾, und diese kommt nicht nur der Sonne und dem Monde, sondern auch allen Planeten ohne Ausnahme zu, da sich alle diese Körper in Ellipsen bewegen; während die Erection dem Monde ausschließlich angehört, und, wie gesagt, aus einer ganz andern Quelle, nämlich aus den Störungen kommt, welche der Mond in der Bewegung um seinen Hauptplaneten, um die Erde, von der Sonne erleidet. Die Entdeckungen der andern großen Ungleichheiten des Mond's, der Variation und der sogenannten jährlichen Gleichung schließen sich jener der Erection durch Ptolemäus unmittelbar an, obschon sie erst viele Jahrhunderte nach Ptolemäus von Tycho Brahe im sechzehnten Jahrhunderte gemacht worden sind. Die vorzüglichste Ursache dieser langen Verzögerung lag in der Unvollkommenheit der astronomischen Instrumente jener Zeiten.

3) Die epicyklische Hypothese war sehr geeignet, diese neue Entdeckung in sich aufzunehmen. Bloss ein zweiter Epicykel zu dem ersten gefügt, war, wie wir gesehen haben, hinreichend,

4) Diese Mittelpunktsgleichung ist der Unterschied des Ortes des Planeten in seiner elliptischen Bahn von demjenigen Orte, den der Planet einnehmen würde, wenn er sich in derselben Umlaufszeit gleichförmig in einem Kreise bewegen würde, dessen Mittelpunkt die Sonne einnimmt. Man nennt den lehten, bloß imaginären Planeten, den mittleren, während der eigentliche, in der Ellipse sich bewegende, der wahre Planet genannt wird. Kennt man also für jede gegebene Zeit die Länge des mittleren Planeten, die aber wegen ihrer gleichförmigen Bewegung sehr leicht zu finden ist, so darf man nur zu ihr die Mittelpunktsgleichung hinzufügen, um sofort auch die gesuchte Länge des wahren Planeten in seiner Bahn zu erhalten. L.

diese Ungleichheit darzustellen. Auch wurden alle, reellen und eingebildeten, übrigen Entdeckungen von Ptolemäus bis zu Copernikus hinauf, dieser Theorie der Epicykel, wenn wir so sagen dürfen, einverleibt, wie denn dieß auch von Tycho mit der von ihm entdeckten Variation und jährlichen Gleichung in der That geschehen ist. Auch Copernikus hatte, wie wir bereits oben bemerkten, die Epicykel in seiner neuen Theorie unverändert beibehalten, und, was besonders merkwürdig erscheinen mag, selbst Newton ⁵⁾ hatte noch die Bewegung des Mondsapogeums mittelst eines Epicykels zu erläutern gesucht. Als ein Mittel, die beobachteten Ungleichheiten jeder Art in der Bewegung der Himmelskörper darzustellen, und der eigentlichen Berechnung zu unterwerfen, war demnach diese epicyklische Theorie sehr geeignet, der Astronomie selbst in der Folgezeit noch sehr wichtige Dienste zu leisten, so große Fortschritte und Erweiterungen sie auch in dieser Zeit erhalten mochte. Auch war diese Theorie im Grunde, wie bereits gesagt, identisch mit dem noch jetzt gebräuchlichen Verfahren, nach welchem die Astronomen alle diese Ungleichheiten durch bestimmte Reihen von Kreisfunktionen auszudrücken pflegen.

4) Obschon aber diese Doctrin von den Epicykeln und excentrischen Kreisen, als bloße Hypothese, sehr zulässig, und als Mittel zur Darstellung der einzelnen himmlischen Bewegungen sehr angemessen erschien, so verlor sie doch durch die wiederholten, sich immer mehr häufenden Anwendungen, desto mehr die Gestalt einer eigentlich wissenschaftlichen Theorie, je öfter sie gebraucht und in immer neuen Nothfällen zu Hülfe gerufen werden mußte. Wenn sie auch jene Ungleichheiten, den sehr beschränkten Forderungen der Astronomen jener Zeiten gemäß, mit genügender Genauigkeit darstellte, so gab sie doch keine getreue Ansicht von der eigentlichen Natur dieser Bewegungen, und noch weniger von den Ursachen derselben. Je mehr diese Doctrin, mit den steigenden Bedürfnissen der Wissenschaft, erweitert und ausgebildet wurde, desto verwickelter und verworrener wurde sie zugleich, da sie doch, wie dieß bei jeder wahren Theorie stets der Fall ist, immer einfacher werden, immer klarer und deutlicher hervortreten sollte. Wenn eine Gattung von Bewegungen eine gewisse Anordnung und Verbindung dieser Epicykel hervor-

5) Newton, Princip. Lib. III. Prop. XXXV.

gerufen hatte, so mußte diese wieder abgeändert und modificirt, ja oft gänzlich verworfen werden, sobald eine andere, neue Gattung von Bewegungen hinzukam, die ebenfalls wieder ihre besonderen Erklärungen durch dieselben Epicykel verlangten. Man konnte durch dieses Hülfsmittel die Längen, und allenfalls auch die Breiten der Planeten mit einigermaßen befriedigender Genauigkeit darstellen, allein von den Parallaxen und von den scheinbaren Durchmessern dieser Planeten ließ sich, durch diese epicyklische Doctrin, keine Rechenschaft geben. In der That hätten auch die Griechen, wie wir bereits erwähnt, jene Doctrin als falsch und unstatthaft gänzlich verwerfen müssen, wenn nur ihre Instrumente gut genug gewesen wären, die Distanzen des Mondes von der Erde, durch Hülfe des scheinbaren Durchmessers desselben, mit einiger Verlässlichkeit zu bestimmen ⁶⁾. Gewiß nur die Unvollkommenheit der Instrumente und sonach der ganzen astronomischen Beobachtungskunst jener Zeiten war die Ursache, daß diese Theorie der Epicykel so viele Jahrhunderte durch ihre Herrschaft in der Wissenschaft erhalten konnte.

Siebenter Abschnitt.

Beschluß der Geschichte der griechischen Astronomie.

Wir sollten nun zu dem bereits erwähnten zweiten großen Schritte übergehen, durch welchen Ptolemäus sein Verdienst um die Wissenschaft begründet hat, zu seiner Bestimmung der Theorie der Planeten durch Hülfe der Epicykel. Da aber dieser Gegenstand, so interessant er auch für sich selbst ist, in der Geschichte der Wissenschaft keine neue Epoche begründet, so wollen wir nur kurz bei ihm verweilen. — Alle Planeten bewegen sich bekanntlich in Ellipsen um die Sonne, so wie auch der Mond sich um die Erde, und, scheinbar wenigstens, die Sonne

6) Die Veränderung des scheinbaren Durchmessers des Mondes ist so groß, daß sie uns selbst mit sehr mittelmäßigen Instrumenten nicht mehr entgehen könnte. Dieser scheinbare Durchmesser beträgt in der Erdnähe 2010, und in der Erdferne 1762 Secunden, also 248 Secunden oder 4 Minuten 8 Secunden weniger, als in dem ersten Punkte. L.

selbst sich um diese unsere Erde bewegt. Die Planeten werden also, so wie der Mond und die Sonne, einer Mittelpunkts- gleichung unterworfen seyn, da diese bloß von der Bewegung in der Ellipse kömmt. Diese erste Ungleichheit wird demnach bei den Planeten, so wie dieß oben für die Sonne und den Mond geschehen ist, durch einen excentrischen Kreis vorgestellt werden können. Für die andere, größere und auffallendere Ungleichheit aber, nach welcher diese Planeten bald vor-, bald rückwärts gehen, wurde von den Alten der eigentliche Epicykel zu Hülfe gerufen, der sich auf jenem excentrischen Kreise bewegen sollte. Die Bestimmung der Größe dieser Excentricität des letzten Kreises, und die Angabe des Orts der Erdnähe und Erdferne jener planetarischen Bahnen war nun die Aufgabe, die Ptolemäus zu lösen sich bemühte, da Hipparch, wie wir gesehen haben, nicht die zu einer solchen Unternehmung nothwendigen Beobachtungen vorgefunden hatte.

Die Bestimmungen der Excentricität hatten aber, in der Ansicht des Ptolemäus, etwas Eigenthümliches, auf das wir hier besonders aufmerksam machen müssen. — Die elliptische Bewegung der Planeten hat um die Sonne Statt; Ptolemäus aber sah diese Bewegungen als von der Sonne unabhängig an, indem er sie bloß auf die Erde bezog, und auf diese Weise war diejenige Excentricität, die er zu bestimmen hatte, eigentlich die Summe von zwei Excentricitäten, von der der Planeten- und von jener der Erd-Bahn. Ptolemäus stellte dieß auf die hergebrachte Weise durch seinen Mechanismus eines excentrischen Kreises (des excentrischen Deferenten, wie er diesen Kreis nannte), und durch einen Epicykel dar, dessen Mittelpunkt auf der Peripherie jenes Deferenten, jedoch so sich bewegte, daß diese Bewegung des Mittelpunkts des Epicykels, nicht um den Mittelpunkt des Deferenten, sondern um einen andern Punkt dieses deferirenden Kreises, gleichförmig angenommen wurde. Dieser andere Punkt wurde der Aequant genannt. — Ohne hier weiter in diesen Gegenstand einzudringen, mag es genügen, zu sagen, daß es ihm durch eine glückliche Combination dieser deferirenden Kreise mit ihren Epicykeln gelang, jene beiden Ungleichheiten der planetarischen Bewegungen mit einer für seine Zeiten genügenden Genauigkeit darzustellen. Indem er seine eigenen Beobachtungen mit denen seiner Vorgänger (z. B. mit den Beobach-

tungen der Venus durch Timocharis) verglich, gelang es ihm auch, die Dimensionen und Stellungen dieser Kreise für alle Planeten gehörig zu bestimmen ¹⁾).

Indem wir hier unsere Nachrichten von den Fortschritten der Griechen in der Astronomie schließen, bemerke ich bloß, daß es meine Absicht dabei war, nur die vorzüglichsten Gegenstände anzugeben, auf welchen der eigentliche Fortschritt der Wissenschaft bei diesem Volke beruhte, nicht aber alle einzelnen Theile des Gegenstandes umständlich auszuführen. Einige Parthieen jener alten Theorien, z. B. die Art, auf die Breite des Monds und der Planeten Rücksicht zu nehmen, sind demjenigen, was bereits oben gesagt wurde, im Allgemeinen analog, und bedürfen daher hier keiner besonderen Anführung. Andere Theile der griechischen Astronomie, wie z. B. die Refraction, nahmen bei diesem Volke keine klare, bestimmte Gestalt an, und können höchstens als entfernte Vorspiele zu den Entdeckungen

- 1) Ptolemäus bestimmte die Halbmesser und die Umlaufzeiten seiner beiden Kreise für die Planeten auf folgende Weise. — Für die sogenannten unteren Planeten, d. h. für Merkur und Venus, nahm er den Halbmesser des Deferenten gleich dem Halbmesser der Erdbahn, und den des Epicykels gleich dem der Planetenbahn an. Für dieselben Planeten verhielt sich, nach seiner Voraussetzung, die Umlaufzeit des Planeten in seinem Epicykel zur Umlaufzeit des epicyklischen Mittelpunkts im Deferenten, wie die synodische Revolution des Planeten zu der tropischen Revolution der Erde um die Sonne. — Für die drei oberen Planeten, Mars, Jupiter und Saturn aber war der Halbmesser des Deferenten gleich dem Halbmesser der Planetenbahn, und der Halbmesser des Epicykels gleich dem Halbmesser der Erdbahn; die Umlaufzeit des Planeten in seinem Epicykel aber verhielt sich zur Umlaufzeit des epicyklischen Mittelpunkts im Deferenten, wie die synodische Revolution des Planeten zur tropischen Revolution desselben Planeten. Ptolemäus hätte offenbar schon durch eine einzige dieser beiden Voraussetzungen die geometrische Bewegung aller Planeten den Beobachtungen gemäß darstellen können, aber er scheint diese Duplicität der Darstellung gewählt zu haben, um bei den untern sowohl, als auch bei den oberen Planeten dem Epicykel stets den kleineren der beiden Halbmesser geben zu können, oder um stets den kleineren Kreis auf dem größeren, nicht umgekehrt, sich bewegen zu lassen. L.

der Neueren in diesem Punkte betrachtet werden. Ehe wir aber zu dieser neuen Geschichte der Astronomie übergehen, müssen wir noch einen langen, immer merkwürdigen, obschon zugleich betrübenden Weg durch weite, unfruchtbare Wüsten zurücklegen.

Achter Abschnitt.

Astronomie der Araber.

Die eben erwähnte Wüste dehnt sich von Ptolemäus bis zu Copernicus aus. Nach jenem schritt die griechische Astronomie nicht mehr vorwärts, und von ihm bis zu Copernicus war aller Geist der wissenschaftlichen Entdeckung in tiefen Schlaf versunken. Während dieser langen Zeit von vierzehn Jahrhunderten ¹⁾ erschienen bloß die Araber als die Träger der astronomischen Kenntnisse, als die Mittler, welche die alte Zeit der Wissenschaft mit der neuen verbanden. Sie erhielten sie von den Griechen, ihren Besiegten, und sie überlieferten ihre gesammelten Schätze ebenfalls den Eroberern Westeuropas, als hier die Liebe zur Wissenschaft und die Fähigkeit, sie zu fassen, wieder erwacht war. In dieser langen Zwischenzeit hatte aber das kostbare Erbe der Vorzeit nur wenige Veränderungen erlitten. Die arabischen Astronomen waren getreue, aber unbeholfene Diener, die das ihnen anvertraute Gut zu bewahren, aber nicht zu vermehren wußten. In der Geschichte der arabischen Astronomie findet man nur wenige Züge, die auf einen Fortgang der Wissenschaft deuten; aber da dieses Wenige als eine unmittelbare Folge der griechischen Astronomie betrachtet werden muß, so wollen wir einige Züge derselben kurz anzeigen.

Als das Szepter der westasiatischen Länder in die Hände der Abbassidischen Caliphen ²⁾ überging, erhob sich Bagdad, „die Stadt des Friedens“, zu Pracht und Bildung, und diese Stadt wurde der Hauptsitz der Wissenschaft unter den Nachfolgern Almansors des Siegreichen, so wie es Alexandrien unter den Nachfolgern des großen Macedoniens gewesen war. Die Astronomie

1) Ptolemäus starb gegen d. J. 150 nach Chr. Geb. und Copernicus am 24. Mai 1543.

2) Gibbon, Hist. of the decl. X. 31.

vor allen gewann die Gunst der Mächtigen und die Liebe der Gebildeten im Volke, und alles Gute, dessen sie sich unter ihren neuen Freunden rühmen konnte, scheint seinen Ursprung nur in dem Schutze, und also in der persönlichen Zuneigung der sarakcenischen Fürsten genommen zu haben. Unter solchen Ermunterungen mußte, in allen den Theilen der Wissenschaften, Großes geschehen, die von dem Reichtume und dem Einflusse der Mächtigen abhängen. Man übersehte die Werke der Griechen; man errichtete Instrumente von ungewöhnlicher Größe, baute Sternwarten und unterhielt Beobachter, und da die neuen Beobachtungen die Fehler der bisher bestehenden Tafeln erkennen lehrten, so wurden sofort auch neue Tafeln entworfen. Noch unter Almanzor wurden die Schriften der Griechen aus allen Gegenden gesammelt und die meisten derselben in die arabische Sprache übersezt³⁾. Unter derselben Regierung erschien auch die Uebersetzung der *Μεγαλή Συναξίς* des Ptolemäus, die fortan den Namen Almagest erhielt, von Isaaq ben Homain.

Der größte arabische Astronom aber kam erst ein halbes Jahrhundert später. Dieß ist Albategnius, wie er gewöhnlich genannt wird, oder eigentlich Muhammed ben Geber Albatani, der, wie der letzte Name sagt, aus Batan, einer Stadt Mesopotamiens⁴⁾ stammte. Albategnius, ein syrischer Prinz, hatte seine Residenz Uraete oder Racha in Mesopotamien, doch stellte er auch einen Theil seiner Beobachtungen in Antiochien an. Sein Werk ist in der lateinischen Uebersetzung auf uns gekommen. „Nachdem ich, schreibt er, die Syntaxis des Ptolemäus gelesen „und die Rechnungsmethoden der Griechen kennen gelernt hatte, „leiteten mich meine eigenen Beobachtungen darauf, daß jene „wohl noch einige Verbesserungen erleiden könnten.“ Er fand es nöthig, zu den Bemerkungen des Ptolemäus noch einige Zusätze zu machen, so wie dieser es mit denen des Abrahäus (Hipparch's) gethan hat. Demnach gab Albategnius eigene Tafeln der Sonne, des Mond's und der Planeten heraus, die lange Zeit nach ihm in großem Ansehen standen.

Allein dadurch wurde die Herausgabe anderer Tafeln nicht aufgehalten. Unter dem Kalifen Hakem (gegen d. J. 1000 nach

3) Gibbon, X. 36.

4) Delambre, Astr. du moyen Age. 4.

Ehr. Geb.) erschienen die Tafeln des Ebn Junis für die Sonne, den Mond und die Planeten, die deshalb die Hakemitischen Tafeln genannt worden sind. Bald darauf gab Arzachel von Toledo seine Toledinischen Tafeln heraus. Im dreizehnten Jahrhundert gab Nasir Eddin seine Gestirntafeln heraus, die er dem Tartarischen Fürsten Ilchan gewidmet hatte, und die deswegen die Ilchanischen Tafeln hießen. Noch zwei Jahrhunderte später erschien Ulugh Beigh, der Enkel Timur-khans (oder Tamerlan's) ein Fürst aus den Ländern jenseits des Oryx. Die Tafeln dieses eifrigen practischen Astronomen werden selbst von den neuen Astronomen als sehr wichtig für jene Zeiten angeführt. Sie wurden von Hyde im Jahre 1665 herausgegeben. — Diese Reihen von astronomischen Tafeln, denen wir noch mehrere andere hinzufügen könnten, führt uns bis hinauf zu den alphonsinischen Tafeln, die zuerst im Jahr 1252 unter den Auspicien von Alphonso X., Königs von Castilien, erschienen, und durch die wir uns schon der Grenze der neueren Astronomie nähern. Diese letzten Tafeln wurden durch einen Verein von fünfzig Astronomen zusammengebracht, unter welchen sich Alragel und Alkabit aus Toledo besonders auszeichneten. Sie erschienen gedruckt zu Venedig 1483 und berichtigt ebendas. 1524 und zu Paris 1545.

Allen diesen Tafeln wurde die epicyclische Theorie des Ptolemäus zu Grunde gelegt, und jene größtentheils ohne alle Abänderung. Die Araber fühlten wohl zuweilen die übermäßige Verwicklung dieser Lehre, die sie so eifrig studirten, aber ihr Geist hatte nicht die Kraft der Erfindung, durch welche sich die Astronomen Europas in späteren Zeiten ihren eigenen Weg zu einem einfacheren und besseren Systeme zu bahnen wußten. So sagt Alpetragius im Eingange zu seiner „Theorie der Planeten“, „daß er anfangs über die Verwicklung dieses Systems ganz erstaunt und verwirrt war, daß aber späterhin Gott die Gnade hatte, ihm das verborgene Geheimniß seiner Planetenbahnen zu offenbaren, ihm die Essenz seiner Wahrheit kund zu geben, und ihm die wahre Gestalt der planetarischen Bewegungen aufzudecken.“ Sein System bestand, nach Delambre ⁵⁾ in der Annahme einer spiralförmigen Bewegung der Planeten von Ost gen West, ein Einfall, den doch schon Ptolemäus widerlegt hatte. Ein anderer arabischer Astronom, Geber von Sevilla, weiß an

5) Delambre, Hist. du Moyen Age. C. 7.

Ptolemäus sehr viel zu tadeln ⁶⁾, aber ohne ihn wesentlich verbessern zu können. Uebrigens sind die arabischen Beobachtungen im Allgemeinen schätzenswerth, da sie mit bessern Instrumenten und mit mehr Geschicklichkeit gemacht sind, als die griechischen, und da sie uns zugleich dienen, die Stätigkeit oder auch die Veränderlichkeit mehrerer Elemente kennen zu lernen, wie die der Schiefe der Ekliptik, der Neigung der Mondbahn u. f.

Doch müssen wir einiger Theorien der Araber besonders erwähnen. Die wichtigste derselben ist die Entdeckung der Bewegung der Erdnähe durch Albategnius. Er hatte für seine Zeit die Länge des Periheliums der Erdbahn gleich 82 Grade gefunden, während es von Ptolemäus in die Länge von 65 Graden gesetzt wurde. Der Unterschied von vollen 17 Graden konnte unmöglich auf Rechnung von unvollkommenen Beobachtungen gesetzt werden, obschon sich dieser Punkt allerdings nicht gut mit Schärfe bestimmen läßt. Der Schluß davon, auf die Beweglichkeit dieses Punktes, ist so einfach, daß man wohl nicht mit Delambre übereinstimmen kann, der das Recht auf diese Entdeckung dem Albategnius verkümmern oder ganz absprechen will, bloß weil es derselbe nicht ausdrücklich ausgesprochen hat.

Um zu dieser Entdeckung zu gelangen, schlossen übrigens die arabischen Astronomen ganz richtig aus ihren eben so richtigen Beobachtungen. Aber sie waren nicht immer so glücklich. Arzachel fand im eilften Jahrhundert die Länge des Perihels der Erdbahn um einige Grade geringer, als Albategnius, der gegen das Jahr 880 lebte, woraus jener sofort den Schluß zog, daß das Perihel in dieser Zwischenzeit rückwärts gegangen sey. Allein wir wissen jetzt, da wir die Theorie dieser Bewegung sehr wohl kennen, daß sich die Sache ganz anders verhält. Albategnius, dessen Verfahren weniger genau war, als das des Arzachel, hatte sich um eben jene Differenz geirrt, und das Perihel für seine Zeit um so viel zu groß angegeben, woraus dann Arzachel auf ein Rückwärtsgehen desselben irriger Weise geführt worden ist. Auf solchen fehlerhaften Beobachtungen wurde dann eine wunderliche, ebenfalls ganz falsche Hypothese erbaut, die unter dem Namen der Trepidation der Fixsterne lange Zeit im Schwunge blieb. Arzachel war auf den Einfall gekommen, daß ein einfaches Rückwärtsgehen der Aequinoctialpunkte auf der festen

6) Delambre, Hist. du Moyen Age. S. 180.

Ekliptik (wie sie von Hipparch aufgestellt wurde) nicht hinreichte zur Erklärung der scheinbaren Bewegungen des gestirnten Himmels, sondern daß man zu diesem Zwecke noch zwei kleine Kreise von nahe acht Graden im Halbmesser anwenden müsse. Diese Kreise hatten ihre Mittelpunkte in den beiden Aequinoctialpunkten, und ihre Peripherien sollte der erste Punkt des Widlers und jener der Wage während nahe 800 Jahren zurücklegen. Auf diese Weise würden die wahren Nachtgleichpunkte 400 Jahre durch rückwärts, und dann eben so lange wieder vorwärts gehen, wobei auch noch die Breite der Fixsterne eine Aenderung erleiden müßte. Obschon aber eine solche Bewegung ganz grundlos und bloß eingebildet ist, so fand sie doch viele Anhänger unter den Astronomen, und wurde selbst noch in der ersten Ausgabe der Alphonstnischen Tafeln angewendet, später aber, wie sie es verdiente, gänzlich verworfen.

Eine wichtige Ausnahme von dem allgemeinen Vorwurf, daß die Astronomie unter den Arabern keine Fortschritte machte, wurde erst vor Kurzem von Sedillot gefunden ⁷⁾. Es scheint, daß Mohammed Abul Wefa al Buzdjani, ein arabischer Astronom des zehnten Jahrhunderts, der um das Jahr 975 zu Bagdad beobachtete, eine neue große Ungleichheit des Monnds entdeckt habe, dieselbe, welche jetzt unter dem Namen der Variation bekannt ist und für deren ersten Entdecker man bisher Tycho Brahe gehalten hat. In Folge dieser Ungleichheit ist die Geschwindigkeit des Monnds am größten im Neu- und Vollmond, und am kleinsten in den beiden Vierteln, so daß also der Mond vom ersten Viertel bis zum Vollmond hinter seinem mittlern Orte ist; daß er im Vollmond selbst mit diesem mittlern Orte übereinstimmt; daß er ferner von dem Vollmond bis zu dem letzten Viertel vor seinem mittlern Orte ist, und so weiter, woraus dann sofort folgt, daß die größte Wirkung dieser Anomalie in die Octanten, d. h. in diejenigen Punkte seiner Bahn fällt, die in der Mitte zwischen den vier Vierteln liegen. (vergl. S. 177) Ein Theil des „Almagest“ von Abul Wefa ist in der k. Bibliothek zu Paris aufbewahrt. Nachdem er in demselben die zwei schon früher bekannten Ungleichheiten des Monnds, die Mittelpunkts-

7) Sedillot, Nouvelles Recherches sur l'hist. de l'Astron. chez les Arabes. Nouv. Journal asiatique. 1835. Novemb. N 95. (Vergl. Libri, Hist. des sciences mathém. en Italie. S. 122. 154. 401. u. f. l.).

gleichung und die Erection aufgezählt hat, gibt er dem neunten Abschnitt seines Werks die Aufschrift: „Ueber eine dritte Anomalie des Monds, Muhazal oder Prosneusis genannt.“ Wenn der Mond, sagt er hier, in der Erdnähe oder Erdferne ist, wo jene zwei ersten Anomalien verschwinden, so fand ich durch meine Beobachtungen, daß der Mond, wenn er zugleich nahe im Gedrittschein oder im Gesechstschein mit der Sonne stand, stets um $1\frac{1}{4}$ Grad von seinem berechneten Orte entfernt war. „Ich schloß „daraus,“ fährt er fort, „daß diese Anomalie von den beiden „anderen unabhängig ist, was allein durch eine Abweichung des „Durchmessers des Epicykels von dem Mittelpunkt des Thierkreises verursacht werden kann.“

Man wird hier bemerken, daß die Entdeckung dieser neuen Ungleichheit des Monds auf einem reell-inductiven Weg gemacht worden ist. Die Beobachtungen zeigten eine Abweichung von der bisherigen Berechnung, und man wußte diejenigen Fälle, wo diese Abweichung statthatte, gehörig auszuwählen und auf die wahre inductive Weise unter einander zu vergleichen. Der dadurch gemachte Fortschritt war allerdings nicht eben sehr groß, denn Abul Wefa scheint bloß die Existenz, nicht aber die wahre Größe, noch auch das Gesetz dieser Ungleichheit gefunden zu haben. Demungeachtet gibt uns diese Entdeckung einen höhern Begriff von dem wahren wissenschaftlichen Geist der Araber, als alles übrige, was wir von ihnen kennen gelernt haben.

Unter seinen Zeitgenossen und nächsten Nachfolgern aber scheint diese Entdeckung keine besondere Aufmerksamkeit auf sich gezogen zu haben, wenigstens war sie längst schon vergessen, als Tycho Brahe, sechs Jahrhunderte später, diese schöne Entdeckung noch einmal machte. Man kann nicht umhin, diesen Umstand als einen Beweis der geistigen Beschränktheit der arabischen Periode zu betrachten. Die Gelehrten unter den Arabern waren so wenig daran gewohnt, die Wissenschaft als etwas Fortschreitendes zu betrachten, daß sie nicht einmal den Muth hatten, an diejenigen Entdeckungen zu glauben, die sie selbst gemacht hatten, und daß sie durch die Fessel der Autorität selbst dann noch zurückgehalten wurden, wenn sie, was selten genug eintrat, ihren griechischen Meistern einige Schritte vorangeeilt waren.

Da die Araber ihre ganze astronomische Theorie (bis auf die wenigen so eben bezeichneten Ausnahmen) von den Griechen genommen hatten, so nahmen sie auch von denselben die mathe-

mathematischen Methoden an, durch deren Hülfe man zu jenen Theorien gekommen war. Die Arithmetik und Trigonometrie, die zwei vorzüglichsten dieser Hilfsmethoden, wurden in den Händen der Araber bedeutend verbessert. In der ersten besonders leisteten sie der ganzen gebildeten Welt durch die Einführung der noch jetzt unter uns gewöhnlichen Zahlzeichen, statt den unbeholfenen der Alten, einen Dienst, den man nicht leicht zu hoch anschlagen kann ⁸⁾. Diese Zahlzeichen scheinen indischen Ursprungs zu seyn, wie die Araber selbst anerkannten, und sonach würden sie keine Ausnahme von dem oben aufgestellten Vorwurf begründen, daß nämlich der wissenschaftliche Erfindungsgeist den Arabern nicht vorzugsweise beigewohnt habe ⁹⁾.

8) Montucla, *Hist. de Math.* I. 376.

9) Diese Erfindung, nach welcher jedes Zahlzeichen einen doppelten Werth hat, einen absoluten und einen relativen, welcher letztere durch die Stellung des Zeichens ausgedrückt wird, scheint so einfach, und ist uns allen bereits so gewöhnlich geworden, daß wir kaum mehr im Stande sind, den hohen Werth derselben gehörig zu schätzen. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur fragen, in welchem Zustande sich wohl unsere Mathematik und mit ihr alle diejenigen Wissenschaften befinden würden, welche die Mathematik zu ihrer Grundlage haben, wenn wir unsere Rechnungen noch auf die Weise machen müßten, auf welche sie die alten Römer mit ihren Zahlzeichen gemacht haben, wo z. B. M tausend, D fünfhundert, C einhundert, L fünfzig u. s. f. bedeutete. — Die hohe Wichtigkeit dieser Erfindung muß uns aber auch zugleich auf eine zweite Frage führen, nämlich auf das Volk oder auf den einzelnen Mann, dem wir ein so großes werthvolles Geschenk verdanken. Unser Verf. schreibt sie, wie wir gesehen haben, den Indiern zu, von welchen sie die Araber zu uns gebracht haben sollen. Dieß war auch bisher in der That die am meisten verbreitete Meinung. Allein erst in unsern Tagen ist dieser Gegenstand wieder zu einer neuen, ernsteren Discussion gekommen, und es wird diesem Orte nicht unangemessen seyn, die vorzüglichsten Resultate jener Untersuchung kurz mitzutheilen. Libri, in seiner *Hist. des sciences mathém. en Italie*. Vol. I. S. 20. (Paris 1838) schreibt die Erfindung unseres gegenwärtigen arithmetischen Systems den Hindus zu, von welchen sie Leonard Fibonacci (wie er in einer Contraction statt Filius Bonacci heißt) erhalten und in das europäische Abendland eingeführt haben soll. Fibonacci war ein Kaufmann in Pisa, und sein erstes und vorzüglichstes Werk ist der „*Tractatus de l'Abaco*“, das er im Jahr 1202 geschrieben hat. Er erzählt darin,

Eine andere arabische Verbesserung, zwar von untergeordnetem Rang, aber doch von großem Nutzen, verdanken wir dem Albategnius. Er führte die Sinus oder die halben Chorden in die Trigonometrie ein, statt den ganzen, viel unbeholfnern, welche die Griechen gebraucht hatten. Ueber den Ursprung des

daß er Aegypten, Syrien, Griechenland und die Provence durchreist, und in jenen Ländern die indische Rechnungsart kennen gelernt hat, die er für ganz vorzüglich halte, und daher hier seinen Landsleuten mittheilen wolle. Er legt, und mit Recht, sehr viel Gewicht darauf, daß man mit dieser seiner von den Hindus erlernten Methode, durch bloß zehn Zeichen, alle Zahlen, auch die größten, schreiben könne. Cum his itaque novem figuris, sagt er, et cum sino 0, quod arabice Zephirum appellatur, scribitur quilibet numerus. Diese und die übrigen mathematischen Schriften des Fibonacci sind nie gedruckt worden, sondern sie liegen noch jetzt in dem Staube der Bibliotheken als Manuscripte begraben.

Gegen diese Ansicht Libri's, daß wir unser heutiges Zahlensystem von den Indiern, wenn auch vielleicht erst durch Vermittelung der Araber, erhalten haben, hatte schon früher Chasles (in den *Mém. couronnés par l'Acad. de Bruxelles*, Vol. XI. Brüssel 1837) Einwendungen gemacht, und dieselben erst neuerlich noch zu bekräftigen gesucht. Nach Chasles (in *s. Comptes rendus de l'Acad. de Paris* 1839, Janvier 21) stammt unser gegenwärtiges Zahlensystem nicht aus dem Oriente, sondern aus Griechenland, und zwar von Pythagoras oder doch von der Pythagoräischen Schule. In der Geometrie des Boethius oder Boetius (geb. 470, gest. 526 nach Ch. G.) befindet sich nämlich eine hieher gehörende Stelle über den sogenannten Abacus oder Tabula Pythagorica welche man, nach Chasles, bisher ganz unrichtig verstanden haben soll. Chasles entdeckte ein bisher unbekanntes Manuscript dieses Werks, wo dieser locus classicus ganz verständlich unsere gegenwärtige Rechnungsart auseinandersetzt und selbe auch als der Pythagoräischen Schule gehörig angibt. Chasles fand auch noch, daß diese Rechnungsart zugleich dieselbe ist, die Gerbert (Pabst Sylvester II.) um das Jahr 1000 unserer Zeitrechnung vorgetragen hat. Drei bisher ganz unbekannte Manuscripte der Leidner, und eines der k. Pariser Bibliothek sollen diese Thatsachen über allen Zweifel erheben, und Chasles schließt daraus, daß diese Rechnungsart uns weder von den Arabern noch von den Indiern gelehrt worden, sondern daß sie, schon vor unserer Bekanntschaft mit den Arabern, wenigstens unter den Gelehrten in Europa, bekannt und angenommen war, daß sie aber vor dem XIII. Jahrhundert nicht in den eigentlichen Volksgebrauch überging, und daß sie endlich

Worts Sinus hat man allerlei Vermuthungen. Die wahrscheinlichste ist vielleicht die, nach welcher Sinus die wörtliche Uebersetzung des arabischen Gib (Falte) ist, so daß die zwei Hälften der Chorde, zusammengefaltet, den Sinus bilden.

Das größte Geschenk, welches die Wissenschaft den Arabern verdankt, ist, daß sie von diesem Volke, während einer langen Periode von Finsterniß und Verwilderung, aufrecht erhalten wurde, so daß Europa, als einmal die Tage des Unheils zu Ende gingen, die Wissenschaft aus den Händen dieses Volkes ungeschwächt wieder entgegen nehmen konnte. Wir werden später sehen, wie der Genius Europa's mit diesem kostbaren Erbe verfuhr, nachdem er es einmal wieder erhalten hatte.

(Es wird nicht unangemessen seyn, am Ende dieses Buches die vorzüglichsten Züge der Literaturgeschichte dieses Volkes zusammen zu stellen. — Es wurde bereits gesagt, daß die Araber ihre Kenntnisse meistens nur aus den Schriften der Griechen genommen haben. Almamon († 833 nach Ch. G.) hatte dem griechischen Kaiser, Michael dem Stammler, einen Frieden dictirt, dessen eine Hauptbedingung war, den Arabern eine Anzahl griechischer Manuscripte auszuliefern. Diese Uebersetzungen wurden bald sehr beliebt unter den Nachfolgern der ersten Chalifen, aber es ist zu beklagen, daß die meisten derselben nicht sowohl aus dem griechischen Original, als vielmehr aus frühern, meistens sehr fehlerhaften syrischen Uebersetzungen gemacht worden sind, und daß auch die Araber selbst bei ihren Arbeiten mit

selbst unter den Gelehrten des VI. bis VIII. Jahrhunderts wieder in eine beinahe allgemeine Vergessenheit gekommen ist. Aus dieser Ursache hätten sich auch die vielen Uebersetzer der arabischen Schriften im XIII. Jahrhundert mit den algebraischen und arithmetischen Schriften der Araber beinahe gar nicht befaßt, was sie gewiß gethan haben würden, wenn sie eine so vortreffliche, neue Art zu zählen darin gefunden hätten, oder wenn ihnen diese Art zu zählen nicht schon anders woher bekannt und selbst schon geläufig gewesen wäre. Damit stimme nun auch das oben erwähnte Manuscript der k. Bibliothek zu Paris überein, das von Radulph, Bischof von Laon, verfaßt ist, der mit seinem Bruder, dem berühmten Anselmus, in Paris und Laon Professor war, und i. J. 1132 gestorben ist, und der in diesem Manuscripte selbst sagt, daß dieses System der Numeration bei den Abendländern ganz in Vergessenheit gekommen, und erst von Gerbert und Hermann wieder aufgeweckt und in den Gebrauch eingeführt worden ist. L.

sehr wenig Auswahl und Kritik verfahren. Außer den griechischen Schriftstellern über Medicin, die sich ihrer besondern Vorliebe erfreute, waren es vorzüglich die Philosophen Griechenlands, und unter diesen vor allen Aristoteles und Plato, mit welchen sich die Araber beschäftigten. Der erste schien ihrem speculativen, und der zweite ihrem schwärmerischen Talente zuzusagen, und sie suchten bald beide, so heterogen sie auch seyn mochten, nicht nur mit sich selbst, sondern auch mit den Dogmen ihres Islamismus zu vereinigen ¹⁾. Leider hat der Haß der Spanier gegen die Mauren die arabischen Schriften sehr selten gemacht. Indes sieht man aus den immer noch sehr zahlreichen Ueberresten derselben, daß sie sich vorzüglich mit der Auslegung des Aristoteles beschäftigten, dessen Ansehen sie über alles verehrten. Alfarabi (oder Abu Nasr Ibn Farhan † 954), der den Namen des zweiten Metaphysikers erhielt (der erste war und blieb Aristoteles) rühmte sich, die Bücher der Physik des Stagiriten vierzigmal, und die Rhetorik desselben zweihundertmal durchgelesen zu haben, und Averroes (oder Abul Walid † gegen 1200) behauptete, daß die Natur erst bei der Geburt des Aristoteles vollendet worden sey. Alkendi (Jacob ben Isak Alkendi † 880), vorzugsweise der „Philosoph“ genannt, trug durch seine Vorlesungen über den Aristoteles, die er zu Basra hielt, ebenfalls viel zu der Hochachtung seiner Landsleute für die alten Griechen bei. Avicenna (Abu Ali al Hosain Ibn Sina † 1036), der „Fürst der Aerzte“ genannt, galt zugleich unter den Arabern als der

-
- 1) Aus dieser Quelle entstanden unter den Arabern die Motasalim, eine heterodoxe Secte von Gelehrten, die mit den ersten Gnostikern der Christen viel Aehnlichkeit hatte, und die auch, wie diese, der gegen sie ausgebrochenen Verfolgung unterlag. Johannes Chrysostomus aus Damascus († 790) scheint dazu vorzüglich beigetragen zu haben, da er, der Gründer des ersten eigentlichen Systems einer christlichen Theologie, die philosophischen Werke des Aristoteles in das Syrische übersetzte oder vielmehr auf seine Weise umarbeitete, die dann von den Arabern begierig aufgefaßt und weiter geführt wurde. Dieser Johannes Damascenus galt für einen der vorzüglichsten Theologen der morgenländisch-griechischen Kirche, und stand lange Zeit im Dienste eines Chalifen, starb aber als Mönch im Kloster Saba bei Jerusalem. Seine Werke gab Lequien zu Venedig 1748 in 2 Foliobänden heraus.

größte aristotelische Philosoph, so wie er auch vielleicht unter allen Schriftstellern jener Zeiten den bedeutendsten Einfluß auf die sogenannten Scholastiker der folgenden Jahrhunderte ausgeübt hat. Algazel (Abu Alhme del Gasali † 1127), ein berühmter Eiferer für den Islamismus, erklärte sich auf das heftigste gegen alle Philosophie in seiner „*Destructio omnium systematum*“, welcher Schrift Averroes seine „*Destructio Destructionis*“ entgegensetzte. — Abu Dschufur Ibn Tophail (aus Sevilla, † 1176) wurde durch seinen philosophischen Roman, *Hai ebn Voktan* oder (*Philosophus autodidactus*) berühmt, das schönste Product der arabischen Literatur, das wir kennen gelernt haben. Er trieb die Verehrung für Aristoteles so weit, daß er die Formen (Schemen) desselben für geistige Kräfte, mit eigener Intelligenz begabt, für besondere Naturwesen erklärte, deren Complex die Weltseele bildet, welche letzte Gott selbst zur Quelle und zum Mittelpunkt hat. — Unter den Schülern des oben erwähnten Averroes war der berühmteste Maimonides (Moses ben Maimon † 1205), der gefeiertste Schriftsteller der Juden im Mittelalter, von seinen Zeitgenossen unter dem Namen „der Ruhm des Orients und die Leuchte des Abendlandes“ bekannt²⁾.

Die Araber vor Mahomed scheinen seit den ältesten Zeiten für sich abgeschlossen, ohne Zusammenhang mit den übrigen Völkern, ihre nächsten Gränzernachbarn ausgenommen, gelebt zu haben, gegen welche lezten sie ihre Unabhängigkeit männlich zu behaupten wußten. Aber in den Nomaden Arabiens schlummerten seltene Kräfte, deren Erwachen zuerst ihr Schwert, und dann ihren Glauben mit bewunderungswürdiger Schnelligkeit über einen großen Theil der Erde verbreitete. Dieser Glaube war früher Sabäismus. Arm an Kenntnissen, ohne roh zu seyn, befreundeten sie sich mit der sie umgebenden Natur und beobachteten die Gestirne des Himmels, die ihnen als Wegweiser zu ihren nächtlichen Wanderungen dienten. Die Stämme der Beduinen hatten Sagen und genealogische Ueberlieferungen, und die Gesänge ihrer Dichter waren ihnen Ergözung zugleich und Volksunterricht³⁾. Dieses der ganzen übrigen Erde unbekannte

2) Ein ausführlicheres Verzeichniß der arabischen Philosophen findet man in: Tydemann's *conspectus operis Ibn Chalciani, de vitis illustrium virorum*. Leiden 1809.

3) Sylvest. de Sacy. in *Mém. des Inscript.* Vol. 50. S. 247.

Hirtenvolk erhob sich, durch die Kraft eines einzigen Mannes, plötzlich zu einer erobernden weltbeherrschenden Nation. Der Koreschite Abul Kasem Mohammed aus Mekka (geb. 20. April 571, gest. 8. Juni 632) kündigte sich, ergriffen von dem Glauben an höhere Offenbarung, in der Nacht der Geheimnisse (am 27. Ramasan 609) als göttlichen Gesandten an. Alle Hindernisse und Gefahren besiegend erreichte er sein hohes Ziel und hinterließ seinem Volke das noch jezt im Orient allgemein verehrte und heilige Buch, den Koran, dessen 114 Suren Mohammeds erster Nachfolger, der Chalife Abubekr (im J. 633) gesammelt hatte, und der unter den zweiten Chalifen Othman (650) allgemein bekannt gemacht wurde. Die Zeit dieser ersten Chalifen war den kriegerischen Stürmen geweiht und ohne Ertrag für Gesittung und Wissenschaft. Auch unter den Ommajaden, an welche das Chalifat von Mekka nach Damaskus gelangte, blieb die geistige Bildung der Nation noch auf einer niedern Stufe stehen, da noch immer soldatischer Enatismus vorwaltete, der seinen Schrecken nach Asien, Afrika und Europa verbreitete, und dem, weit von allen wissenschaftlichen Bedürfnissen entfernt, der Koran genügte. Aber mit der Dynastie der Abbassiden (i. J. 750) beginnt das Zeitalter der arabischen Literatur. Diese Eroberer waren für höhere Geistesbildung sehr empfänglich. Sie hatten an dem genußreichen Leben der Bewohner Syriens, Griechenlands und Aegyptens Geschmack gefunden, und der durch reiche Beute zunehmende Wohlstand hatte, unter den Großen besonders, den Sinn für Frieden, für Kunst und Wissenschaft, und für eine veredelte Behaglichkeit des Lebens erweckt. Die Prunksucht der Chalifen in ihrer glanzvollen Residenz zu Bagdad begünstigte diesen Hang. Almanfun (753 bis 775) berief syrische Aerzte aus der Schule der Nestorianer an seinen Hof, unter welchen ihn besonders Georg Bochtischua auf den reichen Gehalt der medicinischen Literatur der Griechen aufmerksam machte. Dieß gab Anlaß zur schnellen Vermehrung der schon früher angefangenen syrischen Uebersetzungen aus dem Griechischen, und bald darauf zur Uebertragung derselben aus dem Syrischen in die Landessprache der Araber. Auch wurden die mit Medicin in näherer Verbindung stehenden griechischen Werke über Philosophie, Naturkunde, Astronomie und Mathematik immer mehr berücksichtigt. Es bildeten sich, dem neuen Bedürfniß gemäß, Unterrichtsanstalten und wissen-

schaftliche Academien im großen Style. Der Hof des durch Tapferkeit, Gerechtigkeit und Liebe zur Wissenschaft ausgezeichneten Chalifen Harun al Raschid (786—808) wurde der Hauptsitz dieser Anstalten, deren Glanz sich bald über ganz Südasien verbreitete. Noch freigebiger und kunstliebender erwies sich sein Sohn, Al Mamun (808—833), der überall, besonders in Griechenland, literarische Schätze sammeln, und Gelehrsamkeit und Gelehrte jeder Art in seinen hohen Schutz nehmen ließ. Unter ihm und seinem Nachfolger, dem Chalifen Motasem (833—841) wurden förmliche große Uebersetzungs-Gesellschaften errichtet, die griechische unter Aufsicht des syrischen Arztes Joannes Mesve, dem Lehrer Mamun's, und die persische unter Joannes ebn Batrik. Andere ähnliche Unterrichtsanstalten und Academien wurden, außer der Hauptstadt Bagdad, auch in Kufa, Damascus, Basra, Bokhara, Samarkand und in anderen großen Städten des Reichs errichtet, wie denn die Nebenländer des weit verbreiteten Reiches mit dem Chalifensitze in wissenschaftlicher Thätigkeit wetteiferten, die gleichsam zum Hofton und zum gewöhnlichen Bedürfniß der Mächtigen und Großen geworden war. So fand Kunst und Wissenschaft Pflege und Achtung in Persien seit dem achten Jahrhundert unter der Herrschaft der Barmekiden, Somaniden und Buiden; in Aegypten unter den Ajubiden, Bahoriden und Abbassiden; in Nordafrika unter den Aglabiden und anderen Herrscherfamilien. Am folgereichsten für Europa war der Anbau der Literatur und Kunst in Spanien unter den Ommajaden (vom Jahre 755 bis 1038), besonders unter den Chalifen Abderrahman III. und Hafem II. Zu dieser Zeit war es, und nicht, wie viele glauben, unter Ferdinand und Isabella, wo Amerika entdeckt wurde, zu jener ersten Zeit war es, daß Spanien sein wahrhaft goldenes Jahrhundert und die höchste Stufe seines Glanzes erreicht hatte. Damals goß Spanien, von arabischem Feuer erwärmt, sein geistiges Licht in reichen Strömen aus über das ganze übrige, in finsterner Nacht der Barbarei liegende Europa, und selbst über den fernen Osten, aus welchem dieses Licht zuerst gekommen war. Hier fügte der glänzende Hof der Ommajaden zu dem Rufe der Waffen noch den Ruhm der Kunst und Wissenschaft, und aus allen Theilen Europa's, ja selbst aus den entferntesten Ländern. Asiens wanderte man nach der Academie von Cordova. Nie vielleicht wurde die Wissenschaft und jede Blüthe

des menschlichen Geistes höher geschätzt und mehr geehrt, als am Hofe Hakems II., und der Ruf seiner Academie zu Cordova ließ den der längst verschollenen zu Alexandrien, ließ selbst den Ruf der kurz zuvor von Harun und Mamun gestifteten Hochschulen von Bagdad, Kufa, Bassora u. a. weit hinter sich zurück. Auch war zu keiner anderen Zeit Spanien intelligenter und reicher und glücklicher, und nie waren daselbst die Finanzen, die Verwaltung, die Industrie, der innere und äußere Handel, der Landbau und selbst der Zustand der öffentlichen Straßen besser besorgt, als in dieser glänzenden Zeit. Diese mohamedanische Academie zu Cordova hat sich sogar den Ruhm angieigen, der Christenheit einen Papst gegeben zu haben, der durch sein eigenes Vorbild, durch seine Schriften und durch seine Erziehung von Kaisern und Königen, mehr als irgend ein anderer, auf die Kultur des damals der Bildung jeder Art so hochbedürftigen christlichen Europa's auf das wohlthätigste eingewirkt hat. Papst Sylvester II. († 1003), das Kind armer Landleute in der Auvergne, hatte den Schatz seiner ausgebreiteten Kenntnisse an dieser hohen Schule Spaniens gesammelt, um ihn dann der übrigen, nicht bloß im Geiste, sondern auch in der Wahrheit von ihm beherrschten christlichen Welt mitzutheilen. Aber nicht bloß in Cordova, der prachtvollen Residenzstadt Abderrahmans und Hakems, sondern auch in den vielen andern blühenden Städten Spaniens, in Granada, Toledo, Sevilla, Valencia, Murcia, Almeria, Malaga u. a. gab es weltberühmte Hochschulen, Academien und reiche Büchersammlungen. In Hakems Pallast jedoch versammelten sich die berühmtesten Männer seiner Zeit, und hier wurde auch die Sammlung der vorzüglichsten Schriften seines und aller vorhergehenden Jahrhunderte aufgestellt, die er mit großen Kosten durch eigene Abgesandte in den größten Städten von Afrika, Aegypten, Syrien, Arabien und Persien entweder aufkaufen, oder, wo dieß unmöglich war, abschreiben ließ. Auf diese Weise sammelte er eine Masse von 600,000 Manuscripten, deren Katalog allein 44 Bände faßte. Von den vielen in seine Nähe gezogenen Gelehrten forderte er nichts, als die Beendigung ihrer angefangenen Werke, indem er es an nichts mangeln ließ, um ihnen die Mittel und die nöthige Muse zu ihren Unternehmungen zu sichern 4). Dieß war die Nationalbildung,

4) M. s. über die Geschichte der arab.-span. Literatur Murphry, history of the mahomedan. Emp. in Spain; Casiri biblioth. Arab.

dies die Nationalwohlthat Spaniens im neunten Jahrhundert — und welches ist das Schicksal dieser beiden immer unzertrennlichen Gefährtinnen in demselben Lande zu unserer Zeit? — Beide theilen ihr Loos mit den gegenwärtigen Unterrichtsanstalten und Akademien dieses Reiches; sie sind alle entflohen, um der Noth, dem Elende und der Barbarei ihre Stelle zu überlassen. So wahr ist, was Leibnitz sagte, daß ein Volk schon durch die Errichtung wissenschaftlicher Anstalten sich dem Bunde der civilisirten Nationen beigesellt und dadurch allein in den Kreis derjenigen eintritt, die an der allgemeinen geistigen Entwicklung und daher auch an dem Glücke der Menschheit wahren und lebendigen Antheil nehmen. L).

Ehe wir diesen Gegenstand für immer verlassen, wollen wir noch bemerken, daß die Astronomie noch jezt in unserer Sprache häufige Spuren ihres Aufenthalts unter den Arabern an sich trägt. Dahin gehört z. B. unser Zenith und der ihm gegenüberstehende Punkt, das Nadir; die dem Horizonte parallelen Kreise oder Almikantharats; so wie Azimut, Alhidade u. m. a. Mehrere Sterne tragen noch jezt arabische, obschon oft sehr verstümmelte Namen, wie Aldebaran, Rigel, Fomalhaut, und dahin gehört auch das Wort Almanach, vielleicht das am meisten unter uns gebräuchliche Wort von allen, die aus der arabischen Zeit der Astronomie auf uns übergegangen sind ⁵⁾.

Hisp.; Aschbach, Geschichte der Ommajaden 1830; Mitteldorf de institutis litt. in Hisp. Götting. 1811.

- 5) Es ist nicht meine Absicht, alle Bemühungen der anderen Nationen anzuführen, die, so berühmt sie auch sonst gewesen seyn mögen, dem großen System der europäischen Kultur fremd geblieben sind. Sonst müßte ich auch von der Astronomie einiger orientalischer Völkerschaften sprechen, z. B. von den Chinesen, von denen Montucla (Hist. du Math. I. 465) sagt, daß sie schon im dritten Jahrhundert unserer Zeitrechnung die erste Ungleichheit (die Mittelpunktsgleichung) des Mond's, und die eigene Bewegung der Fixsterne (oder die Präcession der Nachtgleichen) entdeckt haben sollen, da doch die Griechen diese Entdeckungen schon fünf Jahrhunderte früher gemacht haben.
-