

Geschichte
der
Wissenschaften in Deutschland.

Neuere Zeit.

Sechszehnter Band.

Geschichte der Astronomie.

München, 1877.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

Reprinted with the permission of the original publishers

JOHNSON REPRINT CORPORATION
111 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10003

JOHNSON REPRINT COMPANY LIMITED
Berkeley Square House, London, W.1

Geschichte

der

Astronomie

von

Rudolf Wolf.

München, 1877.

Druck und Verlag von H. Oldenbourg.

Reprinted with the permission of the original publishers

JOHNSON REPRINT CORPORATION
111 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10003

JOHNSON REPRINT COMPANY LIMITED
Berkeley Square House, London, W.1

First reprinting, 1965, Johnson Reprint Corporation

**Printed in West Germany
Druck: Anton Hain KG, Meisenheim (Glan)**

Vorwort.

Es ist keine leichte Aufgabe die Geschichte einer Wissenschaft so zu schreiben, daß sie jedem Gebildeten zugänglich ist und dennoch auch den Fachmann befriedigt, und ich muß es meinen Lesern zu beurtheilen überlassen inwieweit mir die Lösung derselben gelungen ist. Immerhin glaube ich aussprechen zu dürfen und sogar zu sollen, daß ich gegenüber den bis jetzt vorhandenen Geschichtswerken über Astronomie theils in dieser Richtung, theils überhaupt einen gewissen Fortschritt gemacht zu haben hoffe, indem ich einerseits meiner Geschichte eine Gliederung gab, welche alle Gebiete und Richtungen möglichst gleichmäßig und übersichtlich zu behandeln erlaubte, während bisdahin gerade der Kern der Astronomie, die messende Beobachtung, fast ganz vernachlässigt wurde, und auch die literarische Thätigkeit nur beiläufig Erwähnung fand, — und indem ich anderseits so ziemlich den ganzen gelehrten Apparat, welcher manchen Laien abschrecken könnte, während er dem Fachmanne gerade das Werthvollste sein dürfte, den Noten zuwies. Ich will mich jedoch mit diesen kurzen Andeutungen begnügen, um das durch die Ueberfülle des zu verarbeitenden Stoffes bereits etwas dickleibig gewordene Buch nicht noch mehr zu überlasten, dagegen kann ich nicht umhin noch eine Pflicht zu erfüllen: Als mir 1872, wo zwar der Plan zu dieser Geschichte vollständig fertig war und das meiste Material bereit lag, dagegen die eigentliche Redaction erst bevorstand, in Folge längerer Ueberanstrengung eine schwere Krankheit drohte, so daß ich genöthigt war mein Arbeitsfeld

sofort auf ein Minimum zu beschränken, so kam mir nicht nur die historische Commission durch Gewährung einer bedeutenden Fristverlängerung in zuvorkommendster Weise entgegen, sondern es gab mir Herr Robert Willwiler, der mir schon bei Sammlung des Materials durch vielfache Auszüge und Uebersetzungen große Dienste geleistet hatte, dadurch den Muth das unternommene Werk nicht ganz fallen zu lassen, daß er sich anerbote dasselbe nach meinem Plane vollständig auszuarbeiten, und mich nur mit der Anwendung der letzten Redactionsfeile zu belasten. Kaum war ich jedoch mit Bewilligung der Commission auf sein Anerbieten eingegangen und dadurch einer mich drückenden Würde entledigt worden, als sich meine sonst kräftige Gesundheit wieder so weit herstellte, daß ich wagen durfte die Redaction dennoch selbst an die Hand zu nehmen, und da trat Herr Willwiler mit derselben Bereitwilligkeit, mit welcher er in den Riß gestanden war, wieder zurück, — immerhin in der Weise, daß er mir auch von da weg für Ergänzung des Materiales und dann schließlich bei den Correcturen treulich an die Hand ging. Ich erfülle daher nur eine Pflicht, wenn ich ihm hier öffentlich meinen wärmsten Dank darbringe.

Zürich, im Juni 1877.

Rudolf Wolf.

Inhalt.

Erstes Buch.

Die Astronomie der ältesten Völker.

	Seite
Cap. I. Das Ptolemäische Weltssystem	3—105
1. Einleitung	3
2. Erste Umschau	3
3. Die tägliche Bewegung	4
4. Anfang und Eintheilung des Tages	5
5. Die jährliche Bewegung	6
6. Die Wandelsterne	7
7. Die Finsternisse	8
8. Die Kometen und Meteore	10
9. Älteste Zeitrechnung nach dem Monde	11
10. Älteste Zeitrechnung nach der Sonne	14
11. Der Meton'sche Cyclus	15
12. Der Julianische Kalender	17
13. Eintheilung und Anfang des Jahres	18
14. Die Zeitregenten und die Astrologie	20
15. Die ältesten Ansichten über das Weltssystem	23
16. Die Ansichten der Pythagoräer	25
17. Die Lehren von Plato und Aristarch	31
18. Die Lehren von Eudoxus und Aristoteles	38
19. Die Academie in Alexandrien	43
20. Hipparch's Theorie der Sonne	45
21. Die Theorie des Mondes	48
22. Die Theorien der Planeten	55
23. Die Syntaxis und das Ptolemäische Weltssystem	60
24. Der Verfall von Alexandrien	63
25. Bagdad und Cairo	66
26. Samarkand und Cordova	71
27. Die Kloster Schulen und Universitäten	75

	Seite
28. Neapel und Toledo	77
29. Die Encyclopädisten	80
30. Purbach und Regiomontan	85
31. Die Buchdruckerkunst	90
32. Die Kalender und Ephemeriden	94
Cap. 2. Die ersten Messungen und Berechnungen	106—176
33. Das numerische Rechnen	106
34. Der Kreis und seine Einteilung	109
35. Die Sphäre	112
36. Die beiden Trigonometrien	116
37. Der Gnomon	122
38. Die Instrumente mit Geradtheilung	125
39. Die Instrumente mit Kreistheilung	129
40. Die Sand- und Wasseruhren	134
41. Die Gewichtuhren	136
42. Die Sonnenuhren und Sonnenquadranten	141
43. Die Bestimmung der Mittagslinie und der Zeit	146
44. Die Bestimmung der Polhöhe	149
45. Die geographischen Coordinaten	153
46. Die Sterncoordinaten	155
47. Die Präcession und das tropische Jahr	158
48. Das Astrolabium und Torquetum	160
49. Das Planisphärium	162
50. Die ersten Erdmessungen	166
51. Bestimmung der scheinbaren Durchmesser	169
52. Bestimmung der Entfernung des Mondes und der Sonne	171
Cap. 3. Die Gestirnsbeschreibung	177—196
53. Die Sonne	177
54. Der Mond	178
55. Die Planeten	179
56. Die ältesten Nachrichten und Beobachtungen von Kometen	180
57. Der Kometenaberglaube	182
58. Die Meteore	186
59. Der Thierkreis	188
60. Die übrigen Sternbilder	190
61. Die Gestirnsbeschreibung	191
62. Die Sternkataloge und Himmelsgloben	193
Cap. 4. Die ältesten Schriftsteller und ihre Herausgeber	197—218
63. Der Almagest	197
64. Einige andere Lehrbücher des Alterthums	200

	Seite
65. Die Schriften der Araber	203
66. Die Libros del Saber	205
67. Die Sphaera mundi	208
68. Die Theoricae planetarum	211
69. Einige andere Lehrbücher des Abendlandes	212
70. Die Sammlungen von Pappus, Seneca und Plinius	214
71. Die Encyclopädien	216
72. Die ersten historischen Schriften	217

Zweites Buch.

Die Reformation der Sternkunde.

Cap. 5. Das Copernikanische Weltssystem	221—339
73. Einleitung	221
74. Nicolaus Copernicus	222
75. Das Copernikanische Weltssystem	227
76. Die sog. Vorläufer	229
77. Die Erbschaft	232
78. Die Beweise	233
79. Reinhold und Rhäticus	235
80. Das Werk „De revolutionibus“	238
81. Die erste Aufnahme	242
82. Die Verfolgung	246
83. Galileo Galilei	248
84. Die Beurtheilung	250
85. Peter Apian	264
86. Wilhelm IV.	266
87. Tycho Brahe	269
88. Rothmann und Bürgi	272
89. Die Uranienburg	276
90. Tycho in Prag	279
91. Johannes Kepler	281
92. Das <i>Mysterium cosmographicum</i>	287
93. Die <i>Astronomia nova</i>	291
94. Die <i>Harmonices mundi</i>	298
95. Die <i>Rudolphinischen Tafeln</i>	302
96. Der neue <i>Umagest</i>	306
97. Das <i>Fernrohr Galilei's</i>	310
98. Der <i>Sidereus nuncius</i>	313
99. Die beiden <i>Fabricius</i>	315
100. <i>Marius, Harriot, Scheiner und Gysat</i>	318
101. <i>Hevel</i>	320

	Seite
102. Christian Huygens	323
103. Snellius und Mercator	324
104. Nonius, Bernier, Morin und Gascoigne	326
105. Die ersten Vorschläge zur Kalenderreform	328
106. Die gregorianische Kalenderreform	330
107. Die spätern Schicksale	333
108. Die Kalendariographie und Chronologie	336
Cap. 6. Die Ergebnisse der Beobachtungen	340—388
109. Die Fortschritte des numerischen Rechnens	340
110. Die weitere Entwicklung der Trigonometrien	343
111. Die Prosthaphäresis und die Logarithmen	347
112. Die Rechenmaschinen	353
113. Die Erfindung, Vervollkommnung und Verbreitung des Fernrohrs	355
114. Das Fernrohr als Wärmemittel und das Sehen am Tage	362
115. Die Transverfale und der Bernier	365
116. Der Azimutal- und der Mauerquadrant	367
117. Die Pendeluhren	369
118. Die Bestimmung des Azimuthes	373
119. Die Bestimmung der Breite	375
120. Die Bestimmung der Ortszeit	377
121. Die Bestimmung der Länge	379
122. Das hessische Sternverzeichnis	381
123. Die Beobachtungen von Tycho und Hevel	383
124. Die Gradmessungen von Snellius, Norwood und Riccioli . . .	385
125. Die Chorographie	386
126. Die Parallaxe	387
Cap. 7. Die ersten Entdeckungen mit dem Fernrohr	389—427
127. Die Entdeckung der Sonnenflecken	389
128. Die spätern Studien an der Sonne	391
129. Die Selenographie	395
130. Die Planeten	398
131. Die Entdeckung der Jupitersmonde	400
132. Das Saturnsystem	403
133. Die Kometenbeobachtungen	407
134. Die ersten Kometentheorien	409
135. Die Meteore	412
136. Die neuen und die veränderlichen Sterne	414
137. Die Milchstraße, die Sternhaufen und Nebelflecken	418
138. Die Sternbilder und Sternkarten	420

	Seite
Cap. 8. Die literarischen Leistungen	428—438
139. Das Epitome Kepler's	428
140. Cassendi's Institutio und Boulliau's Astronomia philolaica	430
141. Einige andere Lehrbücher	432
142. Die Sammelwerke und Wörterbücher	434
143. Die historischen Schriften	435
144. Die Bibliographie Geßner's	437

Drittes Buch.

Die neuere Astronomie.

Cap. 9. Die allgemeine Gravitation	441—554
145. Einleitung	441
146. Isaac Newton	444
147. Die allgemeine Gravitation	446
148. Jean Picard	447
149. Die Pariser Sternwarte und die Cassini	449
150. Römer und die Sternwarte in Kopenhagen	452
151. Flamsteed und die Sternwarte in Greenwich	454
152. Kirch und die Berliner Sternwarte	457
153. Die Principien	460
154. Edmund Halley	463
155. Die ersten Bahn- und Massenbestimmungen	464
156. Die Ausnahme der Principien	466
157. Die ersten Nachfolger Newton's	470
158. Leonhard Euler	472
159. Clairaut und d'Alembert	475
160. Bouguer und La Condamine	478
161. Richer und Lacaille	480
162. Die Venusdurchgänge	482
163. James Bradley	483
164. Die Geschwindigkeit und die Aberration des Lichtes	486
165. Tobias Mayer	491
166. Die Mercurslänge	495
167. Kant und Lambert	498
168. Wilhelm Herschel	503
169. Joseph Louis Lagrange	505
170. Pierre Simon Laplace	508
171. Die Mécanique céleste	510
172. Die sog. Störungen	511
173. Die Théorie der Ebbe und Fluth	512
174. Giuseppe Piazzi	513

	Seite
175. Zach und Olbers	515
176. Gauß und seine Theoria motus	520
177. Bessel und seine Fundamenta	522
178. Die Nachfolger von Laplace	525
179. Die Theorie der Sonne	528
180. Die Theorie des Mondes	530
181. Die Theorien der Planeten	532
182. Die Ephemeriden	535
183. Die Entdeckung Neptun's	537
184. Die Fallversuche	539
185. Das Foucault'sche Pendel	541
186. Die Fixsternparallaxe	542
187. Struve und die Sternwarten in Dorpat und Pulkowa	544
188. Sonnenflecken und Erdmagnetismus	546
189. Die Photographie	547
190. Die Spektroskopie	548
191. Die Telegraphie	551
192. Die Verbreitung der Sternwarten über die ganze Erde	553
Cap. 10. Die neuere Beobachtungskunst	555—649
193. Die Fortschritte des numerischen Rechnens	555
194. Die Fortschritte des trigonometrischen Rechnens	556
195. Die Methode der kleinsten Quadrate	559
196. Die mechanisch-optischen Institute	561
197. Die Krümmtheilung und das Ablesemikroskop	565
198. Die Tabennecke und Mikroskope	570
199. Die Libelle	572
200. Der Theodolit	574
201. Der Meridiankreis	576
202. Die Registrirapparate	579
203. Der Spiegelsextant und Spiegelkreis	581
204. Die Spiegelteleskope	583
205. Das achromatische Fernrohr	585
206. Das Equatorcal	587
207. Der Kreismikrometer	590
208. Der Positionsmikrometer	591
209. Der Helioteter	593
210. Die Regulatoren und Chronometer	594
211. Die Hülfsmittel zur Bestimmung der Zeit	596
212. Die Bestimmung des Azimuthes	598
213. Die Meridianbeobachtungen	598
214. Die Refraction	601
215. Die neuern Breitenbestimmungen	607

	Seite
216. Die neuern Längenbestimmungen	609
217. Die Personalgleichung	611
218. Die Bestimmung der Sterncoordinaten	612
219. Die Gradmessung von Picard	613
220. Der Streit über die Gestalt der Erde	613
221. Die Gradmessungen in Peru und Lappland	616
222. Einige spätere Gradmessungen	618
223. Die französische Gradmessung und das metrische System	621
224. Die neuesten Gradmessungen	625
225. Die Bestimmung der Länge des Sekundenpendels	629
226. Die Resultate für Größe und Gestalt der Erde	630
227. Die neuere Chorographie	632
228. Die Dichte der Erde	633
229. Die Expedition von Richer	635
230. Die Expedition ans Cap	637
231. Die Venusdurchgänge von 1761 und 1769	639
232. Die neuesten Expeditionen	646
Cap. II. Der Haas des Himmels	650—748
233. Die ältern Ansichten über die Beschaffenheit der Sonne	650
234. Die Periodicität in der Häufigkeit der Sonnenflecken	651
235. Die Beziehungen zwischen der Sonne und den Planeten	656
236. Die neuern Ansichten über die physische Beschaffenheit der Sonne	661
237. Der Mond	666
238. Die alten Planeten	671
239. Die Entdeckung des Uranus	680
240. Die Lücke zwischen Mars und Jupiter	683
241. Die Entdeckung der vier kleinen Planeten	684
242. Der Asteroidenring	688
243. Die Auffindung Neptuns	691
244. Das Jovialkallicht	693
245. Die Meteoriten	696
246. Die Sternschnuppen und Feuerkugeln	699
247. Die Sternschnuppenregen	700
248. Der Halley'sche Komet	701
249. Die neue Kometenfurcht	706
250. Die Kometenjäger	708
251. Die Kometen-Beobachter und -Berechner	711
252. Die Kometen von kurzer Umlaufszeit	714
253. Die physische Beschaffenheit der Kometen	718
254. Kometen und Sternschnuppen	721
255. Der süßliche Sternhimmel	723
256. Die Nöthungen und Zonenbeobachtungen	725

	Seite
257. Die Vertheilung der Sterne und die Milchstraße	727
258. Die Sternataloge	728
259. Die Sternarten	730
260. Die fortschreitende Bewegung der Sonne	731
261. Die Sternbergleichungen	734
262. Die Sternspectren	737
263. Die veränderlichen Sterne	738
264. Die Fixsterntrabanten	739
265. Die Doppelsterne	741
266. Die Berechnung der Doppelsternbahnen	744
267. Die Sternhaufen und Nebel	745
268. Der Bau des Himmels	747
Cap. 12. Die neuere literarische Thätigkeit	749—790
269. Die Lehrbücher	749
270. Lalande und seine Schriften	751
271. Littrow und seine Schriften	754
272. Einige neuere Lehrbücher	756
273. Das Journal des Savans, die Philosophical Transactions und die Acta Eruditorum	759
274. Die academischen Schriften	760
275. Die Journale	762
276. Die monatliche Correspondenz	763
277. Die astronomischen Nachrichten	765
278. Einige neuere Journale	768
279. Die Publicationen der astronomischen Gesellschaften	770
280. Die Wörterbücher	770
281. Weidler und seine Schriften	773
282. Montucla und seine Geschichte	775
283. Bailly und seine Geschichte	776
284. Delambre und seine Schriften	778
285. Humboldt und sein Cosmos	781
286. Mädler und seine Schriften	782
287. Einige andere historische und literarische Schriften	783
288. Die verwerfliche Literatur	789

Erstes Buch.
Die Astronomie der ältesten Völker.

1. Capitel.

Das Ptolemäische Weltssystem.

1. Einleitung. Da keine Geschichte ohne Zeitrechnung und keine Zeitrechnung ohne astronomische Grundlage bestehen kann, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die ersten Begriffe aus der Himmelskunde vorhistorischer Zeit entstammen und somit auch ihre Geschichte an das Gebiet der Sage hinaufreicht. Und in der That finden sich da und dort in alten Monumenten und Schriftstücken einzelne Anklänge an eine solche vorhistorische Astronomie, die man versuchen kann, zu einem Gesamtbilde zu vereinigen, ohne sich darum auf den gefährlichen Standpunkt derjenigen zu stellen, die aus gewissen Maaßverhältnissen bei alten Bauwerken und dunkeln Aussprüchen bei Schriftstellern mit mehr oder weniger vorgefaßter Meinung alles Mögliche herauslesen und uns den Glauben beibringen wollen, es habe bereits vor undenklicher Zeit ein Geschlecht von ganz hervorragender Bildung gelebt, dem wir noch gegenwärtig an Kenntnissen kaum gleich kommen und das eigentlich so ziemlich Alles, was wir an solchen besitzen, auf uns vererbt habe, außer seinem Namen und den Beweisen seiner Existenz.

2. Erste Umschau. In den ältesten Zeiten mag den Menschen der von ihnen bewohnte Erdboden, welcher ihnen als unübersehbare, muthmaßlich überall an's Meer reichende und vom Himmel wie von einem Dache überwölbte Scheibe erschien, den

Inbegriff der Welt gebildet haben, ohne daß die Erscheinungen am Firmamente von ihnen ernstlich beachtet wurden. Doch darf man wohl annehmen, daß das regelmäßige Auf- und Niedersteigen der Sonne und der dadurch herbeigeführte Wechsel von Tag und Nacht sehr bald zum Bewußtsein kam, — daß nur wenig später die immer wiederkehrende Folge der auffallenden Lichtgestalten des Mondes bemerkt wurde, — daß auch der, nicht etwa nur in den Stellungsverhältnissen des Tagesgestirns, sondern schon in den Witterungsverhältnissen, in der Pflanzenwelt und überhaupt auf der Erde selbst leicht erkennbare Cyclus der Jahreszeiten nicht lange verborgen blieb, — und daß endlich gewiß sehr frühe die dadurch angebeuteten Zeitabschnitte von Tag, Woche, Monat und Jahr für eine, wenn auch anfänglich noch ziemlich rohe Zeitrechnung Verwendung fanden.

3. Die tägliche Bewegung. Bei einzelnen, durch frühe Cultur ausgezeichneten Völkern begann bald eine genauere Beachtung der Erscheinungen am Himmel: Sie bemerkten, daß die Sterne im Allgemeinen ihre gegenseitige Stellung beibehalten und eine gemeinschaftliche, der täglichen Bewegung der Sonne ähnliche Bewegung besitzen, — etwa wie wenn sie an dem scheinbaren Himmelsgewölbe befestigt wären und dieses sich um einen bestimmten Punkt, den sogenannten Pol, gleichförmig drehen würde, oder eigentlicher um die diesen Pol mit dem Beobachter verbindende Gerade, die scheinbare Weltaxe, deren Neigung gegen den Horizont Polhöhe genannt wurde. Sie bestimmten, indem sie einen Stab aufstellten, beim Auf- und Niedersteigen der Sonne gleiche Schatten desselben aufsuchten, und den so erhaltenen Winkel halbirten, die Richtung nach dem höchsten Sonnenstande, die Mittagsrichtung oder Mittagslinie — fanden, daß die durch Letztere bestimmte Verticalebene, der sogenannte Meridian, unveränderlich sei und durch die Weltaxe gehe, — und erhielten aus der Verbindung der Mittagslinie mit dem schattenwerfenden Stabe ein erstes Instrument, den sogenannten Gnomon, an welchem sie sodann offenbar je den Eintritt

des Mittags und überdieß aus der Länge des mittägigen Schattens auch die Mittagshöhe der Sonne bestimmen konnten. — Zu diesen früh entwickelten Völkern gehörten die Egyptianer, deren an 3000 v. Chr. hinaufreichende Pyramiden genau nach den vier Weltgegenden orientirt sind, — die Chinesen, welche nur wenig später eigene Beamte besaßen, um gewisse Epochen und Erscheinungen, wie z. B. die Eintritte der Jahreszeiten oder der halb näher zu besprechenden Verfinsterungen, vor auszubestimmen — und die Babylonier, deren, meist schlechtweg Chaldäer genannte Beluspriester sich sogar auf einem hohen Thurme ihres Tempels eine Art Sternwarte eingerichtet hatten.

4. Anfang und Eintheilung des Tages. Die Zwischenzeit zwischen Sonnenauf- und Untergang, oder den eigentlichen Tag, scheinen schon die ältesten Völker, jedenfalls spätestens die Babylonier, in 12 unter sich gleiche Theile oder Stunden getheilt zu haben, wie uns dieß die muthmaßlich älteste Sonnenuhr zur Anschauung bringt, welche der von dem spätern Geschichtschreiber gleichen Namens wohl zu unterscheidende Chaldäer Berosus, der um 640 v. Chr. auf der Insel Kos gegenüber Milet eine stark besuchte Schule gründete, erfunden haben soll, — eine unter dem Namen Heliotrop oder Skaphe noch bei den Griechen und Römern gebräuchliche in Stein eingehauene Halbkugel, auf der die Schattenwege der in ihrem Centrum aufgestellten kleinen Kugel verzeichnet und je in 12 gleiche Theile getheilt waren¹⁾. Indem man sodann diesen 12 Tagesstunden auch je 12 unter sich gleiche Nachtstunden gegenüberstellte, erhielt man die sogenannten ungleichen Stunden, deren Verschiedenheit natürlich um so bemerklicher und unbequemer wurde, je weiter man sich vom Equator entfernte; aber nichts desto weniger hielt man lange an dieser

¹⁾ Im Jahre 1741 wurde eine solche Uhr in den Ruinen einer Villa auf dem Tusulanischen Berge gefunden, und von Buzzeri in s. Schrift „D'una antica villa scoperta sul dosso del Tuscolo. Vinezia 1746 in 4“ beschrieben; 1751 wurde zu Castelnuova im Kirchenstaate, 1702 zu Sperculanum je eine ähnliche Uhr ausgegraben x. Vergl. 42.

Eintheilung fest, und erst bei den spätern Griechen brach sich nach und nach, und auch da vorerst nur für wissenschaftliche Zwecke, die Uebung Bahn, den ganzen Tag in 24 gleiche oder Equinoctialstunden einzutheilen. Bei einzelnen Völkern war auch eine Eintheilung des ganzen Tages in 12 Doppelstunden gebräuchlich, wie sich dieß noch bis auf die neuere Zeit z. B. bei den Japanesen erhalten hat, — noch bei andern endlich eine Eintheilung in 60 Stunden, von der sich jetzt noch Spuren in Indien zeigen sollen ²⁾. Zum Schlusse bleibt zu bemerken, daß die Babylonier den Tag mit Sonnenaufgang begannen, — die Griechen, wie jetzt noch die Türken und bis vor Kurzem wenigstens auch einzelne italienische Ortschaften, mit Sonnenuntergang, — die Römer, wie wir jetzt bürgerlich, mit Mitternacht, — und später die Araber, wie wir jetzt astronomisch, erst mit Mittag ³⁾. In Basel bestand bis 1798 die sonderbare Uebung, daß die Uhren schon etwa um Mittag und Mitternacht Eins schlugen ⁴⁾.

5. Die jährliche Bewegung. Während man früher bloß etwa bemerkt hatte, daß zu derselben Nachtstunde der Stand der Sterne nicht immer derselbe war, sondern mit der Jahreszeit wechselte, so zeigte später ein sorgfältiges Aufmerken auf die vor und nach der Sonne eben noch sichtbaren oder helisch auf- und untergehenden Sterne in entschiedenster Weise, daß die Sonne gegen den Sternen immer mehr zurückbleibt, bis sie nach einem bestimmten Zeitraume, dem Jahre, um einen vollen Umlauf zurückgeblieben ist oder wieder in die erste Lage zurückkehrt, — ja es konnte nach und nach auf diese Weise oder vielleicht noch besser mit Hülfe von Schattenbeobachtungen ¹⁾ die Länge des Jahres annähernd zu 365 $\frac{1}{4}$ Tagen bestimmt werden. Anderseits

²⁾ Vergl. Schlagintweit in Münchn. Sitzungsber. 1871, pag. 128 u. f.

³⁾ Bürgerlich begannen und beginnen muthmaßlich jetzt noch die Araber und überhaupt die Mohammedaner ihren Tag mit Sonnenuntergang. Vergl. „Zwiler, Ueber die Zeitrechnung der Araber (Berl. Abh. 1812/13).“

⁴⁾ Vergl. Band 3 meiner „Biographien“ und Nr. 258 meiner culturhist. Notizen in der Zürcher Vierteljahrschrift.

¹⁾ Vergl. 49.

ergab sich aus den mit dem Gnomon gemessenen Mittagshöhen der Sonne, daß diese entsprechend den Tageslängen und Jahreszeiten ebenfalls der Periode von $365\frac{1}{4}$ Tagen unterliegen, und daß somit die später Ekliptik genannte Bahn der Sonne gegen den zur Weltaxe senkrechten Hauptkreis der Himmelskugel, den sog. Equinoctial oder Equator geneigt sein müsse, — ja es ließ sich offenbar diese Neigung aus der halben Differenz der größten und kleinsten Mittagshöhe leicht ermitteln, und so fand schon um 1100 v. Chr. der zu Loj-ang residirende chinesische Kaiser Tschu-kong den für jene Zeit ziemlich richtigen Werth von $23^{\circ} 52'$ für diese sog. Schiefe der Ekliptik^{*)}. — Es konnten nun auch die Jahreszeiten bestimmt definirt werden. Der Frühling begann, wenn beim Längerwerden des Tages die Sonne in den Equator trat und somit Tag- und Nachtgleichs oder das sog. Equinoctium vorhanden war und dauerte nun bis die Sonne ihren höchsten Mittagstand erreicht hatte, oder wieder im Begriffe war sich neuerdings dem Equator zuzuwenden. Mit diesem Momente, der Sonnenwende oder dem Solstitium, begann der Sommer, — mit dem Wiedereintritte in den Equator oder mit dem zweiten Equinoctium, der Herbst, — und endlich mit dem Momente, wo die Sonne ihren tiefsten Mittagstand erreicht hatte oder mit dem zweiten Solstitium, der Winter.

6. Die Wandelsterne. Da der Mond sich unter den Sternen noch viel rascher bewegt als die Sonne, — sich im Aufgehen sogar noch gegen Letztere sehr auffallend verspätet, — und sich seiner Stellung nach mit den gleichzeitig sichtbaren Sternen unmittelbar vergleichen läßt, so wurde er wohl vor Allen aus als Wandelstern erkannt und auch sehr frühe gefunden, daß er schon in etwa $27\frac{1}{3}$ Tagen, einem sog. siderischen Monate, zu denselben Sternen zurückkehrt, während dagegen die Zwischenzeit zweier gleichen Phasen, der sog. synodische

^{*)} Pythagoras wird zuweilen als der Erste bezeichnet, welcher von der Beschaffenheit der Sonnenbahn Kenntniß gehabt und ihre Schiefe bestimmt habe, — er mag der erste Grieche gewesen sein.

Monat oder die Zeit, in welcher der Mond die Sonne einmal überholt, etwa $29\frac{1}{2}$ Tage beträgt. Schon mehr Aufmerksamkeit brauchte es, um zu erkennen, daß die Mondbahn mit der Ekliptik einen Winkel von etwa 5° bildet; doch war, da der Mond noch hinlänglich kräftigen Schatten wirft, auch diese Bestimmung aus den am Gnomone erhältlichen größten und kleinsten Culminationshöhen desselben abzuleiten, während dagegen die Lage der Durchschnittslinie beider Ebenen, oder der sog. Knotenlinie, und ihre Bewegung wohl erst ziemlich später beim genauern Verfolgen der sofort zu besprechenden Finsternisse erkannt wurde ¹⁾. Von großer Aufmerksamkeit zeugt es, daß schon in vorhistorischer Zeit außer Sonne und Mond noch fünf andere Wandelsterne oder Planeten aufgefunden wurden, ja so ziemlich allen Völkern bekannt waren, da sich für dieselben in jeder Sprache auch Namen finden sollen. Sie bilden in Verbindung mit den zwei frühern, nach der ihnen schon von den Alten gegebenen Folge, die Reihe

Saturn ♄ mit der Umlaufszeit $29\frac{1}{2}$ Jahre.

Jupiter ♃	„	„	„	12	„
Mars ♂	„	„	„	2	„
Sonne ☉	„	„	„	1	„
Venus ♀	„	„	„	$\frac{2}{3}$	„
Merkur ☿	„	„	„	$\frac{1}{4}$	„
Mond ☾	„	„	„	$\frac{1}{12}$	„

Merkwürdig ist es besonders, daß in dieser Reihe sogar der wegen beständiger Sonnennähe so selten sichtbare Merkur erscheint.

7. Die Finsternisse. Sehr früher Zeit fällt gewiß auch die Erkenntniß zu, daß der Vollmond zuweilen beschattet wird, der Neumond zuweilen die Sonne bedeckt, und es ist kaum als Beweis für Jahrhunderte lange allgemeine Unbekanntheit mit den Ursachen dieser, ausschließlich an die Zeit der Syzygien, oder der Opposition und Conjunction, gebundenen sog. Verfinsterungen von Mond und Sonne, oder wenigstens des regelmäßigen Ein-

¹⁾ Vergl. 21.

tretenß dieser Erscheinungen anzusehen, daß nicht nur die der Cultur fremder gebliebenen Völkerschaften sich vor denselben fürchteten, sondern sogar von den Griechen eine durch den jonischen Philosophen Anaxagoras im 5. Jahrh. v. Chr. verfaßte Schrift über die, von ihm theilweise in dem Durchgange sonst unsichtbarer Körper zwischen Mond und Erde vermuthete, Ursache der Mondfinsternisse als gotteslästerlich angesehen wurde und die drohende Todesstrafe durch Pericles nur mit Aufbietung all' seines Einflusses von seinem frühern Lehrer abgewandt werden konnte ¹⁾. Namentlich ist nicht zu bezweifeln, daß die Chinesen und Babylonier schon zur Zeit des Weltweisen Thales mehrere Jahrhunderte umfassende Aufzeichnungen über die auffallendsten Erscheinungen am Himmel besaßen, und durch sie bereits auf die periodische Wiederkehr entsprechender Finsternisse nach einem Zeitraume von 223 Monden oder 18 Jahren und 11 Tagen, welchen sie Saros nannten, aufmerksam geworden waren und diesen Saros zur Vorausbestimmung benutzten ²⁾; denn es wird nicht nur in chinesischen Annalen angegeben, daß in diesem Lande schon 2697 v. Chr. eine Finsterniß aufgezeichnet wurde, und daß einige hundert Jahre später zwei chinesische Würdenträger Hi und Ho die Todesstrafe erlitten, weil sie über einem Saufgelage eine Sonnenfinsterniß anzukündigen versäumten, — sondern es bemerkt Aristoteles ³⁾ ausdrücklich, daß er viele beglaubigte Notizen über langjährige Beobachtungen der Ägypter und Babylonier besitze,

¹⁾ Anaxagoras, der etwa von 500 bis 428. lebte, reich und viel gereist war, soll Schüler und Nachfolger von Anaximenes gewesen sein.

²⁾ Da nach 29.53059 Tagen, dem synodischen Monate, der Mond in dieselbe Stellung zu Sonne und Erde, in 27.21222 Tagen aber, dem draconitischen Monate, in dieselbe Stellung zu der Knotenlinie seiner Bahn zurückkehrt und

$$29.53059 \times 223 = 6585 . 32157$$

$$27.21222 \times 242 = 6585 . 35724$$

so kehren in der That nach 223 Monden dieselben Bedingungen sehr nahe wieder. Vergl. 21. — Nach Diodoros kannten die Chaldäer auch den wirklichen Grund der Mondfinsternisse und wußten ganz gut, daß sich der Saros für Voraussage einer Sonnenfinsterniß „für einen bestimmten Ort“ nicht immer bewährt.

³⁾ Vergl. f. Schrift „De coelo“; Ausg. Prantl pag. 49.

so daß die Richtigkeit des von Simplicius⁴⁾ und Plinius⁵⁾ überlieferten Berichtes kaum bezweifelt werden kann, es habe Aristoteles seinen Großneffen und Schüler Callisthenes, welcher mit Alexander nach Babylon zog, gebeten, ja recht eifrig nach den alten astronomischen Beobachtungen der Chaldäer zu fahnden, und es sei diesem gelungen, viele auf Backstein eingegrabene Beobachtungen zurückzubringen, deren älteste damals schon über 2000 Jahre hinaufreichten. Dieser letztern Nachricht gegenüber ist es zwar allerdings etwas sonderbar, daß Ptolemäus in seinem später zu besprechenden *Almagest* so wenige alte Beobachtungen mittheilt und z. B. die älteste, durch ihn erwähnte chaldäische Beobachtung einer Mondfinsterniß nur dem Jahre 721 v. Chr. angehört; doch könnte dieß damit zusammenhängen, daß er alle Zeitangaben, welche vor die auf 747 v. Chr. fallende Ära von Nabonnassar reichen, für zu unsicher hielt und jedenfalls hat eine solche Auslassung doch weniger Beweisraft gegen, als die Existenz des Saros für das hohe Alter der chaldäischen Beobachtungen. Letztere Periode muß auch Thales bekannt geworden sein, da man sich kaum anders zu erklären wüßte, wie er, nach dem Zeugnisse von Herodot und Plinius, im Stande war, die Sonnenfinsterniß vom 28. Mai 585 v. Chr. wenigstens dem Jahre nach richtig voraus zu verkünden⁶⁾.

8. **Die Kometen und Meteore.** Die Chaldäer scheinen die Kometen ohne Furcht betrachtet, ja sie für eine Art von Wandelsternen gehalten und daher beobachtet, sogar ihre Wiederkehr erwartet zu haben; nach Stobaeus glaubten sie, daß, analog wie die Fische zuweilen in die Tiefe des Meeres tauchen, so auch die Kometen zeitweise in die fernsten Theile des Himmels ziehen und

⁴⁾ Comment. zu Aristoteles de coelo; pag. 123 ed. Ald.

⁵⁾ Hist. nat. VII, 57.

⁶⁾ Vergl. Hind in *Athenaeum* 1852, Kiry in *Phil. Trans.* 1853, — Zsch, *Recherches sur les principales éclipses de l'antiquité etc.* — Früher wurde diese Finsterniß nach Olmanns auf den 30. Sept. 609 verlegt; vergl. *Berl. Abh.* 1812/13 und *Astr. Jahrb.* auf 1823.

während der Dauer ihres dortigen Aufenthaltes für uns verschwinden. Leider gingen nun zwar ihre betreffenden Beobachtungen und Aufzeichnungen später ganz verloren; aber dafür haben sich zum Glück wenigstens einzelne solche von den Chinesen erhalten, so daß nicht nur der fleißige Pingre sein noch später zu besprechendes Kometenverzeichnis mit einem muthmaßlich 2296 v. Chr. in China gesehenen Kometen eröffnen konnte, sondern sich wirklich schon aus sehr früher Zeit aus jenem merkwürdigen Lande eine schöne Reihe von, wenn auch noch etwas rohen Nachrichten und Andeutungen über das Auftreten, Aussehen und den scheinbaren Lauf solcher Körper erhalten hat, welche die neuere Astronomie wenigstens theilweise nutzbar zu machen wußte. Das 1871 von John Williams unter dem Titel „Observations of Comets from B. C. 611 to A. D. 1640. Extracted from the Chinese Annals“ zu London herausgegebene Werk, das nicht weniger als 372 von den Chinesen im Laufe jener 22½ Jahrhunderte gesehene und, wenigstens von 157 v. Chr. hinweg, theilweise beobachtete Kometen namhaft macht, bildet wohl das schönste Ehrendenkmal für jene alte Culturstätte. — Auch das Erscheinen von Sternschnuppen, Feuerkugeln und dergleichen wurde von den Chinesen beobachtet und aufgezeichnet, und ein betreffendes Verzeichnis, welches der leider früh verstorbene jüngere Biot¹⁾ aus den alten chinesischen Annalen zog, und unter dem Titel „Catalogue générale des étoiles filantes et des autres météores observés en Chine pendant 24 siècles“ herausgab²⁾, macht eine lange Reihe solcher Notizen namhaft, von welchen die beiden ältesten sich auf einen 1687 v. Chr. in China gesehenen Sternschnuppenschauer und einen 644 v. Chr. daselbst eingetroffenen Fall von Meteorsteinen beziehen.

9. Älteste Zeitrechnung nach dem Monde. Da die Länge des Cyclus der Mondphasen natürlich früher mit einer gewissen

¹⁾ Vergl. für ihn 223.

²⁾ Paris 1846 in 4; auch *Mém. prés.* Vol. 10.

Genauigkeit bekannt war als das Sonnenjahr, so hat man sich nicht zu verwundern, daß die alten Völker und so auch die Chinesen und Babylonier, ihre Zeitrechnung zunächst auf den Mond gründeten und erst später, als der Begriff des Jahres und seiner Wichtigkeit für die bürgerlichen Verhältnisse sich mehr und mehr abklärte, Versuche gemacht wurden, diesem Letztern gerecht zu werden, d. h. die Mondperiode oder den Monat in ein bestimmtes Verhältniß zum Jahre zu bringen. Das älteste Jahr bestand sehr wahrscheinlich aus 12 Monaten zu 30 Tagen, so daß es so ziemlich das Mittel aus der für den Ablauf von 12 Mondwechseln und 4 Jahreszeiten nöthigen Anzahl von Tagen darstellte¹⁾; doch scheint dieses Jahr von 360 Tagen, da dadurch der synodische Monat von nahe 29 $\frac{1}{2}$ Tagen, auf welchen man damals noch mehr Gewicht als auf das Sonnenjahr legte, gar zu schlecht dargestellt war, bald durch andere Combinationen ersetzt worden zu sein, bei welchen man volle Monate von 30 Tagen mit leeren Monaten von 29 Tagen wechseln ließ. So führten die Griechen ziemlich frühe sechs solcher Monatpaare als Bürgerliches Jahr ein, so daß dieses somit 354 Tage umfaßte²⁾; dabei begann es mit dem ersten Monat nach dem Sommer-solstitium. Später wurde³⁾, wahrscheinlich etwa 594 v. Chr., durch Solon, die Uebung eingeführt, jedem zweiten Jahre noch einen

¹⁾ Nach Hesiod war bei den Griechen zu seiner Zeit wirklich ein solches Jahr gebräuchlich.

²⁾ Hiermit stimmte auch das „cyclische“ Jahr der arabischen Astronomen überein; das bürgerliche Jahr der Araber bestand dagegen (nach Zeller's in 4 cit. Abh.) aus 12 Monaten, von denen jeder mit dem Abend begann, an dem die Mondsicke zum ersten Male sichtbar wurde — oder, wenn bewölkter Himmel die Beobachtung der Sicke verstellte, sobald der 30. Tag des alten Monats abgelaufen war. Dabei zählten sie ihre 12 Monate „Muharrem, Safar, Rebi elawwel, Rebi elachir, Dschemâdi elawwel, Dschemâdi elachir, Rodscheb, Schabân, Ramadân, Schewwâl, Dsâ 'lkade, Dsâ 'lhedsche“, ohne die mindeste Rücksicht auf die Sonne, von dem Jahre der Flucht Mohammed's an, und zwar so, daß ihr erster Tag Muharrem des betreffenden Jahres, welchen sie als Epoche der Hedschra wählten, mit unserm 15. Juli 622 übereinstimmt.

³⁾ Vergl. Herodot. I. 15.

vollen Monat beizulegen, so daß Jahr und Monat die durchschnittlichen Längen

$$\frac{354 \times 2 + 30}{2} = 369,00 \quad \frac{354 \times 2 + 30}{12 + 13} = 29,52$$

erhielten. Noch etwas später und wohl unter Mitwirkung des noch bei anderer Gelegenheit zu erwähnenden Eudoxus^{*)} ersetzte man diese sog. Trieteris^{*)}, um das mittlere bürgerliche Jahr dem wirklichen Jahre noch etwas näher zu bringen, in der Weise durch eine Okteteris, daß jedes dritte, fünfte und achte Jahr je einen Schaltmonat von 30 Tagen erhielt, wodurch Jahr und Monat die durchschnittlichen Längen

$$\frac{354 \times 8 + 30 \times 3}{8} = 365,250, \quad \frac{354 \times 8 + 30 \times 3}{12 \times 8 + 3} = 29,515$$

annahmen, somit nun beide mit den jetzt angenommenen Werthen 365.24222 und 29.53059 ziemlich klappten, obgleich strenge genommen, das Jahr noch etwas zu groß, namentlich aber der Monat etwas zu klein war. Da nun die Griechen großen Werth darauf setzten, daß jeder Monat mit dem Tage beginne, wo Abends die Mondspichel zum ersten Male wahrgenommen werde, und dieß mit der bestehenden Zeitrechnung aus angegebenen Gründen auf die Dauer nicht erreicht werden konnte, so wurde zu verschiedenen Malen am Kalender „gedoctert“, bis am Ende eine so arge Verwirrung entstand, daß sich Aristophanes^{*)} bewogen fand, dieselbe auf dem Theater zu persifliren. — Bei den Römern, die nach den Einen anfänglich ein Jahr von nur 10 Monaten und zusammen 304 Tagen^{*)}; nach den Andern dagegen ebenfalls ein Jahr von sechs vollen und sechs leeren Monaten hatten, wurde

^{*)} Vergl. 18 und „Böckh, Ueber die vierjährigen Sonnenreise der Alten, vorzüglich den Eudoxischen. Berlin 1863 in 8.“

^{*)} Nach Iseler bezeichnete sowohl „*διὰ τρίτων ἡ τριῶν*“ als „*tertio quaque anno*“ ein Jahr ums andere, oder jedes zweite Jahr.

^{*)} Vergl. dessen Nubes 615—19.

^{*)} Das sog. Jahr von 304 Tagen dürfte wohl nur ein fester Zeitabschnitt zur Berechnung von Zinsen und dergleichen gewesen sein, der eingeführt wurde, als die Länge des eigentlich bürgerlichen Jahres zu wechseln begann.

etwa zur Zeit von Numa statt Letzterem ein vierjähriger Cyclus gebräuchlich, in welchem jedes zweite Jahr einen Schaltmonat von 22, jedes vierte aber einen solchen von 23 Tagen erhielt, so daß Jahr und Monat im Mittel auf

$$\frac{354 \times 4 + 22 + 23}{4} = 365,25, \quad \frac{354 \times 4 + 22 + 23}{12 \times 4 + 2} = 29,22$$

gebracht wurden, folglich diese Einschaltung zwar das Jahr nahe in Ordnung brachte, dagegen die ebenfalls verlangte Uebereinstimmung mit dem Monde vollständig aufhob. Anstatt sich nun etwa wie die Griechen zu helfen, fanden es jedoch sodann die Römer bequemer, einfach ihren Pontifex damit zu beauftragen, den Kalender jeweilen nöthigenfalls wieder mit dem Himmel in Uebereinstimmung zu bringen, und je das Eintreten des durch ihn sodann oft sehr willkürlich, mehr nach politischen als astronomischen Gründen bestimmten ersten Monatstages durch die öffentlichen Ausrufer dem Volke zur Kenntniß zu bringen, womit wohl der noch später von den Römern für den ersten Monatstag gebrauchte Name Calendä^{*)} zusammenhängt. Es entstand dadurch schließlich begreiflicherweise noch eine viel ärgere Confusion als bei den Griechen, welche Voltaire mit den Worten „Les généraux romains triomphaient toujours, mais ils ne savaient pas quel jour ils triomphaient“ so gut gekennzeichnet hat.

10. **Älteste Zeitrechnung nach der Sonne.** Die für die Cultur ihres Landes so wichtige Ueberschwemmung des Nils veranlaßte die Egyptianer, früher als alle andern Völker ein Sonnenjahr einzuführen. Sie setzten dasselbe zu 365 Tagen fest und ließen hierfür den 12 Monaten à 30 Tagen¹⁾, welche ebenfalls ihr erstes Jahr gebildet haben mochten, fünf Ergänzungstage folgen. Und diese Uebung behielten sie sogar noch bei, nachdem sie längst erkannt hatten, daß ihr Jahr um $\frac{1}{4}$ Tag zu kurz

^{*)} Von calare, ausrufen.

¹⁾ Sie hatten nach griechischer Ueberlieferung die Namen: „Thoth, Phaophi, Athyr, Choiak, Tybi, Mechir, Phamenoth, Pharmuthi, Pachon, Payni, Epiphi, Messori“. Dem Messori wurden die fünf Ergänzungstage angehängt.

sei, — ja sie functionirten dieselbe, wie Geminus erzählt^{*)} sogar dadurch, daß sie es für nothwendig erklärten, ihre Feste alle Jahreszeiten durchwandern zu lassen, damit nicht immer dieselben Opfer auf dasselbe Fest fallen. Natürlich mußte nämlich auf diese Weise der ursprünglich mit dem helischen Aufgange des Sirius (Sothis, Hundstern) zusammenfallende Jahresanfang je alle vier Jahre um einen ganzen Tag in Beziehung auf die Jahreszeiten zurückweichen, so daß er unter Voraussetzung der Richtigkeit jenes Jahres von $365\frac{1}{4}$ Tagen in $4 \times 365 = 1460$ Jahren^{*)} oder nach Ablauf einer sothischen Periode sich gerade um eines ihrer Jahre verschoben hatte, oder 1461 ihrer Jahre gleich 1460 Sonnenjahren waren. Später gingen sie jedoch von dieser Uebung ab und fügten, wie die Inschrift eines 1866 durch Lepsius und seine Gefährten bei dem Dorfe San in Unteregypten aufgefundenen Steines beweisen soll, von 238 v. Chr. hinweg jedem vierten Jahre noch einen sechsten Ergänzungstag bei, der als Fest der „Wohlthätigen Götter“ begangen wurde^{*)}.

11. Der Meton'sche Cyclus. Der Unordnung im griechischen Kalender half der zu Athen lebende Mathematiker und Astronom Meton in folgender Weise gründlich ab: Er schlug 433 v. Chr. vor, einen Cyclus einzuführen, der einerseits 125 volle und 110 leere Monate, und andererseits 12 gemeine Jahre à 12 Monate und 7 Schaltjahre à 13 Monate umfaßte, — somit Monat und Jahr im Mittel auf

$$\frac{125 \times 30 + 110 \times 29}{235} = 29,532, \frac{125 \times 30 + 110 \times 29}{19} = 365,263$$

^{*)} Isagoge in phaenomena. (Ed. Hilderico. Altorfii 1590 in 8.)

^{*)} Biot macht in s. „Mémoire sur divers points d'astronomie ancienne. Lu 1845“ darauf aufmerksam, daß zwar gegenüber der richtigen Jahreslänge die 1460 auf 1505 Jahre erhöht werden müßten, daß dagegen die Rechnung für die Zwischenzeit zweier helischen Aufgänge des Sirius, unter Voraussetzung, sie treten bei 11° Depression der Sonne ein und werden in Egypten beobachtet für mehrere Jahrtausende fast genau $365\frac{1}{4}$ Tage ergebe, also die Periode von 1460 Jahren sich in Beziehung auf diesen Stern vollkommen rechtfertige.

^{*)} Vergleiche auch die in 9 erwähnte Schrift von Böckh.

brachte. Dieser Cyclus von 6940 Tagen und der in Beziehung auf denselben von Meton entworfene Kalender fand vielleicht nicht unmittelbar, aber jedenfalls bald allgemeinen Beifall und sicherte, besonders nachdem man etwa 330 v. Chr. auf Vorschlag von Kalippus noch die Uebung angenommen hatte, in jedem vierten Cyclus einen vollen Monat zu einem leeren zu machen, wodurch Monat und Jahr die mittlern Längen

$$\frac{4 \times 6940 - 1}{4 \times 235} = 29,531 \quad \frac{4 \times 6940 - 1}{4 \times 19} = 365,250$$

erhielten, der griechischen Zeitrechnung bereits so gute Ordnung, daß die praktische Verwendung des spätern Vorschlages von Hipparch die Kalippische Periode nochmals zu vervierfachen und wieder einen Tag wegzulassen, nicht mehr nothwendig erschien und so leider auch wirklich unterblieb, obschon dadurch Monat und Jahr die nahe richtigen Mittelwerthe $29^{\text{d}},5305$ und $365^{\text{d}},2467$ erhalten hätten. Ob Meton diesen seinen Namen tragenden und ganz vortrefflichen Mondzirkel¹⁾ selbstständig gefunden, oder ob er ihn einem entsprechenden Cyclus nachgebildet hat, welchen Hoang-ti schon um 2620 v. Chr. in China unter dem Namen Tschong eingeführt haben soll²⁾, läßt sich kaum mit voller Sicherheit ausmitteln, thut aber am Ende auch wenig zur Sache. Dafür mag schließlich als Zeichen, welche Wichtigkeit man

¹⁾ Die Berechtigung dieses durch Zuschlag von 12 Monaten aus dem Caros folgenden Cyclus geht aus

$$\frac{29,53059}{365,24222} = 1 : [12, 2, 1, 2, 1, 1, 17, \dots]$$

$$= \frac{1}{19}, \frac{2}{25}, \frac{3}{27}, \frac{4}{29}, \frac{11}{106}, \frac{19}{225}, \frac{224}{4181}, \dots$$

auf das Schönste hervor und zugleich ist es charakteristisch, daß auch die frühern Cyklen der Griechen sämmtlich in der Reihe der Näherungsbrüche repräsentirt sind, die der Römer aber nicht. — Vergl. „Reblich, der Astronom Meton und sein Cyclus. Hamburg 1854 in 8°.“

²⁾ Vergl. z. B. „Rübler, Geschichte der Himmelskunde I, 7“ und „Biot, Etudes sur l’astronomie indienne & sur l’astronomie chinoise, Paris 1862 in 8°.“ — Andere, z. B. Sedillot, sind eher geneigt, anzunehmen, daß der 19jährige Cyclus erst viel später in China eingeführt, und dorthin aus Griechenland gebracht worden sei.

auch später noch diesem Cyclus beilegte, angeführt werden, daß die Ordnungszahl, welche einem gewissen Jahre in demselben zufällt, seit dem Mittelalter die goldene Zahl dieses Jahres genannt wird.

12. Der Julianische Kalender. Im Jahre 707 der Stadt Rom oder 47 v. Chr., wo Julius Cäsar¹⁾ mit der Würde eines Pontifex maximus bekleidet wurde, traf bei den Römern die bürgerliche Nachtgleiche volle 85 Tage vor der astronomischen, d. h. mitten im Winter ein und es war somit wirklich nicht überflüssig, daß der große Feldherr auch auf diesem Gebiete Ordnung schaffte. Obschon selbst nicht ohne betreffende Kenntnisse, hatte er doch den richtigen Takt, noch einen Fachmann, den Astronomen Sosigenes aus Alexandrien zu verschreiben, um mit ihm eine Kalenderverbesserung zu berathen, und die Folge war, daß besagtem Jahre 707, dem sog. Jahr der Verwirrung oder eigentlich dem letzten Jahre der Verwirrung, 85 Tage angehängt wurden, um den aufgelaufenen Fehler zu heben, — daß die Rechnung nach dem Monde ganz fallen gelassen und nach der wohl schon früher bei den Egyptern²⁾ vorgekommenen Uebung ein Cyclus von vier Jahren eingeführt wurde, von welchem drei gemeine Jahre à 365 Tage waren, das vierte aber durch einen Schalttag, der vor dem 24. Februar oder dem Dies sextus ante calendas Martias³⁾ eingereiht und als bissextus bezeichnet wurde, auf 366 Tage gebracht war und annus bissextilis oder Schaltjahr hieß. Dieser Kalender fand, nachdem er zwar bald nach dem Tode Cäsars von den Priestern verpfuscht, dann aber von Augustus neuerdings gemäß Cäsars Intentionen eingeführt worden war, unter dem Namen des Julianischen binnen kurzer Zeit die größte Verbreitung, blieb ca. 16 Jahrhunderte

¹⁾ Er wurde 44 v. Chr. in seinem 56. Lebensjahre ermordet.

²⁾ Vergl. 10. — Auch die Chinesen sollen neben dem Mondjahre ein solches Sonnenjahr angewandt haben.

³⁾ Vergl. 13.

lang fast allgemein im Gebrauch, und hat sich noch bis jetzt bei den Befennern der griechischen Kirche erhalten.

13. Eintheilung und Anfang des Jahres. Entsprechend den 12 Monaten, welche man anfänglich auf das Jahr gerechnet hatte¹⁾, wurde auch die Sonnenbahn in 12 Theile oder Zeichen getheilt, welche entsprechend den 12 Sternbildern des Thierkreises²⁾ benannt wurden, obgleich sie als Zwölftel, auch abgesehen von einer im Folgenden zu besprechenden langsamen Verschiebung³⁾, nie eigentlich damit übereinstimmen konnten, und diese Zwölftheilung wurde unverändert beibehalten, als man Schaltmonate einführte, ja noch als das Sonnenjahr zur unmittelbaren Grundlage der Zeitrechnung gewählt wurde. — Die Römer scheinen ziemlich frühe für die 12 Monate die Namen

Martius	Aprilis	Majus	Junius
Quintilis	Sextilis	September	October
November	December	Januarius	Februarius

eingeführt zu haben⁴⁾, von welchen sie, da sie gegen einen Monat ohne Mitte ein Vorurtheil besaßen, den vier fett gedruckten Monaten 31, den übrigen (mit Ausnahme des auf 27 Tage reducirten Februarius) nur 29 Tage gaben, so daß ihr Jahr damals wirklich, wie es bei der ersten Mondrechnung sein mußte, 354 Tage zählte; dabei sollten muthmaßlich⁵⁾ die ersten Monattage, die Calendae, dem ersten Sichtbarwerden der Mondichel entsprechen, — die bei den großen Monaten auf den 7., bei den kleinen auf den 5. Tag fallenden Nonae dem ersten Viertel, —

¹⁾ Vergl. 9.

²⁾ Vergl. 59.

³⁾ Vergl. 49.

⁴⁾ Die vier ersten Monate sollen (nach Sirius VIII.) der Reihe nach dem Kriegsgotte Mars, — dem Sonnengotte Apollo, der den Beinamen Aperta besaß, — dem Jupiter, der den Beinamen Majus, der Erhabene, trug — und der frühesten Mondgöttin Juno gewidmet gewesen sein. Die Namen der zwei letzten Monate soll Numa zur Erinnerung an den Zeitgott Janus oder Janus und den Todtengott Februus oder Pluto eingeführt haben.

⁵⁾ Vergl. 9.

die bei erstern auf den 15., bei letztern auf den 13. gesetzten Idus dem Vollmonde, — und das Jahr endlich hatte mit dem Idus Martii zu beginnen. Als sodann jedes zweite Jahr noch einen Schaltmonat unter dem Namen Mercedonius erhielt, wurde dadurch die Jahreslänge wesentlich verbessert, aber damit zugleich, streng genommen, die frühere Mondrechnung abgeschafft und die Bedeutung der Monate verändert, und diese frühere Bedeutung erhielten sie auch nicht mehr ganz zurück, als Julius Cäsar die erwähnte Kalenderreform durchführte, da er zwar die alten 12 Monate beibehielt, jedoch, um von 354 auf 365 oder 366 Tage zu kommen, dem Aprilis, Junius, September & November je einen, — dem Sextilis (später, nachdem Antonius dem Quintilis zum Andenken an die Julianische Reform den Namen Julius gegeben hatte, durch den römischen Senat nach Augustus benannt), December & Januarius sogar je zwei, — dem Februarius endlich einen, jedes vierte Jahr aber noch einen zweiten Tag beilegte, welcher letztere zwischen dem 23. und 24. Februar eingefügt wurde⁶⁾, wo früher auch der Schaltmonat eingeschoben worden war. Auch Karl der Große behielt bei der von ihm festgesetzten Jahreseintheilung jene 12 Monate, nur gab er ihnen⁷⁾ die Namen: „Lentzimānoth, Ostarmānoth, Wunnimānoth, Brachmānoth, Hewimānoth, Aranmānoth, Herbistmānoth, Windumemānoth, Witumānoth, Heilagmānoth, Wintarmānoth, Hornunc“, von denen sich einige neben oder statt den römischen bis auf jetzt in den Ländern deutscher Zunge erhalten haben. Den Jahresanfang, der schon im Jahre 601 der Stadt oder 153 v. Chr. mit dem Amtsantritt der Consuln von den Idus Martiae auf die Calendae Januariae versetzt worden war, beließ Julius Cäsar auf Anfang Januar. Im Allgemeinen herrschte übrigens gerade in letzterer Beziehung noch lange keine Uebereinstimmung: So begannen die Christen ihr Jahr im sechsten bis neunten Jahrhundert meist mit

⁶⁾ Vergl. 12.

⁷⁾ Vergl. „F. Piper. Karl der Große, Kalendarium und Ostertafel. Berlin 1858 in 8°.“

Mariä Empfängniß (XII. 8), — vom zehnten bis fünfzehnten Jahrhundert in Deutschland mit Weihnachten (XII. 25, also nahe dem Wintersonnwendtag XII. 21, mit welchem die Chinesen ihr Sonnenjahr anfangen), in Frankreich und England dagegen um Ostern (oder III. 26, also nahe der Frühlingsnachtgleiche III. 21 und noch näher Mariä Verkündigung III. 25), — vom 16. Jahrhundert hinweg (in Frankreich seit 1563, in Genf seit 1575 z.) wie die Römer mit dem ersten Januar (Eintritt der Sonne in das Perigäum, Beschneidung Christi); doch war nie eine Regel bindend, und so behielt z. B. England seinen alten Jahresanfang bis 1752 bei⁹⁾. — Bezüglich der Ausgangspunkte für die Zeitrechnung oder der sog. Aeren ist zu bemerken, daß die Chinesen seit 2661 v. Chr. nach 60jährigen, den Sossos der Babylonier entsprechenden Cyclen zählen, auf deren jeden sie 742 Neumonde rechnen¹⁰⁾. Die Griechen zählten ihre Jahre von 776 v. Chr. in Olympiaden von vier Jahren, — die Römer von der auf 753 v. Chr. gesetzten Erbauung Roms an. Später wurde besonders häufig die von 747 v. Chr. datirende Aera Nabonnassers angewandt¹¹⁾, bis dann um die Mitte des sechsten Jahrhunderts auf Vorschlag von Dionysius Exiguus bei den Christen allgemein die Uebung in Aufnahme kam, das Jahr der Geburt Christi als Erstes einzuführen, — während die Araber etwa ein Jahrhundert später ihre Mondjahre von ihrer Hedschra aus zu zählen begannen¹²⁾.

14. Die Zeitregenten und die Astrologie. Die Alten ordneten, wie bereits mitgetheilt wurde¹⁾, die ihnen bekannt gewor-

⁹⁾ Vergl. 107.

¹⁰⁾ Vergl. „Souciet, observations faites en Chine. Paris 1729 in 4.“

¹¹⁾ Diese von Ptolemäus fortwährend angewandte Aera fällt auf den ersten Tag des ersten Jahres der Regierung von Nabonnassar, der mit dem 26. Februar des Jahres 3967 der julianischen Periode übereinstimmt, so daß also von dieser Keptern, für welche 108 zu vergleichen, bereits 3966 Jahre und 56 Tage oder die von Jdeler Absolutzahl genannte Anzahl von 1448638 Tagen verfloßen war, als jene Aera eintrat. Vergl. 22 für eine Anwendung.

¹²⁾ Vergl. 9.

¹⁾ Vergl. 6.

denen sieben Wandelsterne nach ihren Umlaufzeiten und gaben sie in der hierdurch erhaltenen Reihenfolge: Saturn (♄), Jupiter (♃), Mars (♂), Sonne (☉), Venus (♀), Merkur (☿) und Mond (☾) den 24 Tagesstunden so als Regenten bei, daß ♄ die erste Stunde des Tages, ♃ die zweite, ♂ die dritte u. regierte, — daß also ♄ je wieder die 8., 15. und 22. Stunde zufiel, also ♃ die 23. und ♂ die 24., folglich ☉ die erste Stunde des zweiten Tages u., — daß endlich derjenige Planet, welcher die erste Stunde eines Tages beherrschte, dem Tage seinen Namen gab, und so in jeder Woche die sieben Tage der Reihe nach ♄, ☉, ☾, ♂, ♃, ♁, ♀ als sog. Tagesregenten hatten, und auch nach ihnen benannt wurden, — Benennungen, an welche wir jetzt noch in allen Sprachen vielfache Anklänge finden, wie die Parallele:

Dies Saturni	Samstag,	Samedi,	Sabbato,	Saturday
„ Solis	Sonntag,	Dimanche,	Domenica,	Sunday
„ Lunae	Montag,	Lundi,	Lunedì,	Monday
„ Martis	Dienstag,	Mardi,	Martedì,	Tuesday
„ Mercurii	Mittwoch,	Mercredi,	Mercoledì,	Wednesday
„ Jovis	Donnerstag,	Jeudi,	Jovedì,	Thursday
„ Veneris	Freitag,	Vendredi,	Venerdì,	Friday

um so deutlicher zeigt, als Mars den altdeutschen Schlachten-göttern Thues, Zio und Erich entspricht²⁾, — Mercur dem Wodan, — Jupiter dem Donnerer Thor, — und Venus der Freia; allerdings findet sich dann aber in derselben auch der jüdische Sabbath³⁾ als Sabbato und Sabbathstag oder Samstag (Sonnenabend) vertreten und der christliche Dominica oder Tag des Herrn⁴⁾:

²⁾ Daher der schweizer-deutsche „Zistig“ und der steiermärkische „Erstag“.

³⁾ Die Juden zählten vom Sabbath aus die folgenden Wochentage als Prima Sabbati, Secunda Sabbati etc. auf, und hatten keine besondern Namen für sie.

⁴⁾ Die ersten Christen benutzten außer dem Sonntage besonders den Mittwoch und Freitag (den vierten und sechsten Wochentag) als Gebetstage und bezeichneten sie aus diesem Grunde als feria quarta und feria sexta, — Bezeichnungen, welche sich dann bald auf die übrigen Tage ausdehnten.

Wann und durch wen diese Zeitregenten und Tagesbenennungen eingeführt wurden, ist bis jetzt nicht mit Sicherheit ermittelt worden; doch deutet eine Notiz bei Dion Cassius auf ägyptischen Ursprung hin. Ob auch die Uebung denjenigen Planeten, dessen Nummer bei Division der um vier verminderten Jahreszahl durch sieben als Rest hervorgeht, als Jahresregent zu betrachten, derselben Quelle entsprungen ist, muß hier unerörtert bleiben; dagegen ist einerseits in Beziehung auf die Woche noch Folgendes beizufügen: So verbreitet sie auch seit den ältesten Zeiten als Periode war, scheint sie dagegen als bürgerlicher Zeitabschnitt lange nur bei einzelnen Völkern, wie z. B. bei den Ägyptern und Juden in Gebrauch gekommen zu sein^{*)}; so hatten z. B. die Römer früher anstatt der siebentägigen eine Art acht tägige Woche, in welcher sieben Arbeitstagen ein Markttag, Nundinas genannt, folgte, und erst Kaiser Constantin führte die siebentägige Woche bei ihnen dadurch ein, daß er etwa 325, wo er die christliche Religion zur Staatsreligion erhob, diesen Markt- und Ruhetag auf den Sonntag verlegte, welchen die Christen als ersten Schöpfungstag und Auferstehungstag Christi statt dem Sabbath als Feiertag und Wochenanfang gewählt hatten. — Andererseits ist zu erwähnen, daß derselbe Ideengang, welcher darauf führte, die Wandelsterne zu Zeitregenten zu erheben, es auch nahe legte, sie als Dolmetsche, deren eigene Bewegung dazu dienen möchte, das Künftige vorherzusagen, zu betrachten und ihrer gegenseitigen Stellung überhaupt einen gewissen Einfluß zuzuschreiben^{*)}. So entstand bei der üppigen, für Traumgebilde ohnehin große Vorliebe besitzenden Phantasie der Morgenländer bald, und im engsten Zusammenhange mit ihren religiösen Anschauungen und Uebungen, bei den Chaldäern und Ägyptern eine Art Sterndeutung oder

^{*)} Auch die Araber scheinen die Woche seit alter Zeit gebraucht, und die neue Woche je mit dem Untergange der Sonne am Sabbath begonnen zu haben.

^{*)} Vergl. „Diodorus Siculus, Historiarum libri aliquot qui extant. Basilea 1539 in 4^o (Franz. durch Terrasson. Amsterdam 1738)“, der sich ziemlich einflüßlich über die Astrologie der Chaldäer verbreitet.

Astrologie, welche in dieser zum Theil nicht unberechtigten Form in der jüngsten Zeit wieder neuerdings aufgetreten ist, wie z. B. in den Studien über den Einfluß des Mondes, der Sonnenflecken u. Dagegen war allerdings die sich bald zu ihr gesellende sog. *Astrologia judiciaria*, d. h. die später speciell unter dem Namen Astrologie verstandene Kunst, einzelne Ereignisse aus den Sternen vorherzusagen, z. B. aus der Stellung der Gestirne bei Geburt eines Menschen seine Nativität zu ermitteln oder ihm ein sog. Horoskop zu stellen, von Anfang an ein purer und meist bewußt-betrügerischer Schwindel, gerade wie ihre ältern und neuern Geschwister: die Wahrsagerei, Geisterbeschwörung, Tischklopferei u. und überhaupt jeder Betrieb, welcher die Dummheit ausbeutet, — und es bringt den Chaldäern und Egyptern wenig Ehre, daß ihre Namen z. B. in Rom Jahrhunderte lang mit Astrolog identificirt wurden¹⁾. Immerhin darf nicht vergessen werden, daß die Astronomie ihrer wahnsinnigen Schwester, der Astrologie, viel verdankt, indem gar viele Beobachtungen ohne sie nicht gemacht, viele Tafeln ohne sie nicht berechnet worden, ja gar manche Astronomen ohne sie verhungert wären.

15. Die ältesten Ansichten über das Weltssystem. Während die Babylonier, Chinesen und Egypter sich damit begnügten, einzelne Erfahrungen zu sammeln, gewisse Perioden festzustellen u. und sich bei ihnen noch kaum Spuren von irgend welchem wissenschaftlichen Systeme finden, so schlugen dagegen schon die ältern Griechen einen ganz entgegengesetzten Weg ein: Sie begnügten sich mit dem wenigen Thatsächlichen, das sie aus der Ferne zu sich herüber holen konnten, und suchten sich dann alsbald diese dürftigen Bausteine zu einem ihren übrigen Anschauungen entsprechenden Ganzen zu vereinigen, ohne sich allzusehr um die Uebereinstimmung desselben mit der Wirklichkeit zu bekümmern oder gar zu versuchen, durch Anstellung geeigneter neuer Beobachtungen und Verwerthung derselben mit Hülfe der von ihnen erfolgreich

¹⁾ Für die spätern Schicksale der Astrologie vergl. 25 und 29.

gepflegten reinen Mathematik sich die Mittel zu verschaffen, um den Beweis der Wahrheit antreten zu können. So kam Thales, welchen man als den ersten Lehrmeister seiner Landsleute in astronomischen Dingen zu betrachten hat, nachdem er etwa 600 v. Chr. von einer Reise nach Egypten nach seinem Geburtsort Milet zurückgekehrt war, um dort die sog. jonische Schule zu gründen¹⁾, theils durch Anlehnung an den bestehenden Volksglauben, theils durch philosophische Speculationen dazu, die Erde für eine wie ein Schiff auf Wasser schwimmende kreisrunde Scheibe zu halten²⁾, über welche der Himmel wie eine Glocke gestürzt sei, und es störte ihn wenig, daß er dadurch zu der sonderbaren Annahme genöthigt wurde, es sinken die Gestirne beim Untergange in den Ocean und schwimmen in diesem nach ihren Aufgangspunkten zurück. Und diese primitiven Anschauungen vererbten sich mit geringen Modificationen auch auf viele spätere Philosophen: So wick Anaximander³⁾ in Beziehung auf die Erdscheibe nur darin von Thales ab, daß er ihre Dicke auf ein Drittel ihres Durchmesser anwachsen oder die Scheibe zum Cylinder werden, und diesen freischwebend in der Mitte der Weltkugel ruhen ließ, weil kein Grund vorhanden sei, warum ein Körper, der sich in der Mitte einer hohlen Kugel befinde, nach irgend einer Seite hin sich vorzugsweise bewegen sollte; die Glocke von Thales wurde bei ihm zur Krystallkugel, an welcher die Fixsterne hafteten und die sich um die Erde „wie der Hut um unsern Kopf“ drehte⁴⁾, dagegen die Welt nicht abschloß, sondern hinter sich noch Raum für die Wandelsterne: Sonne, Mond und Planeten, ließ. Der

¹⁾ Thales wurde 639 v. Chr. zu Milet geboren und starb etwa 548 zu Athen. Manche machen ihn zum Schüler von Demofokos, vergl. 4.

²⁾ Aus dieser schwimmenden kreisrunden Scheibe machten dann spätere Berichterstatter irrthümlich eine freischwebende Kugel.

³⁾ Ein Schüler von Thales, der von 610 bis 546 v. Chr. lebte.

⁴⁾ Vergl. die hier überhaupt vielfach benutzte Schrift „Joh. Conr. Schaubach, Geschichte der griechischen Astronomie bis auf Eratosthenes. Göttingen 1802 in 8°.“

etwas spätere Anaximenes²⁾ verminderte dagegen Thales gegenüber die Dicke der Erdscheibe eher noch etwas und ließ die Luft seine Scheibe, diese aber das Wasser tragen, — während Xenophanes zum Tragen der Erde weder der Luft noch des Wassers bedurfte, da er ihr die Gestalt eines Tympanon oder einer Kesselpaule zugeschrieben haben soll, durch die der Himmel zu der Weltkugel ergänzt wurde, so daß die Erde nach unten bis an die Grenze ging oder also gewissermaßen im Unendlichen wurzelte. Noch für Leukipp, Demokrit und Anaxagoras war die Erde eine flache, von der Luft getragene Walze, ja der Letzgenannte soll bestimmt ausgesprochen haben, daß die Polhöhe für die ganze Erde zu derselben Zeit dieselbe, dagegen zu verschiedenen Zeiten verschieden gewesen sei; anfangs habe der Weltpol scheinrecht über der Erdoberfläche gestanden, allmählig aber habe sich der Süden dieser Welt geneigt und ihr Norden gehoben, damit die Welt die Vorzüge klimatischer Abwechslung genießen könne. Ein Fortschritt gegen Thales und Anaximander und eine Annäherung an die sofort zu besprechenden Ideen der Pythagoräer lag dagegen allerdings darin, daß Anaxagoras also offenbar das Himmelsgewölbe mitsammt den an ihm ausgestreuten Sternen sich als ein Ganzes regelmäßig um Pole oder eine Aze drehen und dabei die Mehrzahl der Gestirne in einem Theile ihrer Bahn unter der Erde durchgehen ließ.

16. Die Ansichten der Pythagoräer. Im Vergleiche mit der jonischen Schule machten Pythagoras und seine Nachfolger ungeheure Fortschritte in Erkenntniß der cosmischen Verhältnisse. Um das erste Viertel des sechsten Jahrhunderts v. Chr. geboren¹⁾,

¹⁾ Ein Schüler von Anaximander, der um 550 v. Chr. blühte.

²⁾ Nach „Ed. Röh, Geschichte unserer abendländischen Philosophie. Mannheim 1846—58, 2 Bde. in 8^o“, wurde Pythagoras 569 v. Chr. zu Tyrus geboren, wo sich sein auf der Insel Samos ansässiger Vater damals in Handelsgeschäften aufhielt. Es gibt aber Röh überhaupt gegenüber allen frühern Forschern so viel Detail und ist so kühn in seinen Combinationen, daß man unsicher wird, wo sich bei ihm Dichtung und Wahrheit trennen, und ihm nicht zu folgen wagt.

scheint Pythagoras vorerst die jonische Philosophie kennen gelernt, — dann lange Jahre auf Reisen zugebracht zu haben, wobei er sich mutmaßlich je an der Quelle mit den Kenntnissen der älteren Kulturvölker bekannt machte, — nach seiner Rückkehr aber successive in seiner Vaterstadt Samos und anderen Orten, jedoch der Zeitumstände wegen ohne besondern Erfolg, als Lehrer aufgetreten zu sein. So ziemlich das erste und einzige Sichere ist jedoch ^{*)}, daß Pythagoras spätestens gegen Ende des sechsten Jahrhunderts nach der griechischen Pflanzstadt Kroton in Unter-Italien übersiedelte, wo er bald viele Schüler und Anhänger gewann, welche er zu einer Art Geheimbunde vereinigte, der lange großen Einfluß besaß, dann aber durch den Pöbel zersprengt wurde. Ob Pythagoras diesen Sturm wenigstens zum Theil noch erlebte und durch ihn gezwungen wurde, im höchsten Alter nach Metaponte zu flüchten, wo er im Anfange des fünften Jahrhunderts gestorben sein soll, ist bereits wieder ungewiß; jedenfalls aber hatte die, später wenigstens theilweise wieder gelungene Reconstituierung der nach ihm benannten Schule erst lange nach seinem Tode statt, und es fehlt daher um so mehr jede direkte Uebersieferung der ursprünglichen Lehren des Meisters. Daß zu diesen Lehren jedoch, außer der Pythagoras ebenfalls ehrenden Lehre von der Mehrheit der Welten, vor allem die Lehre von der Kugelform der Erde und ihres Freischwebens im Weltcentrum gehörte, ist ziemlich gewiß, da sie bei der jonischen Schule absolut fehlt, und sich dagegen bei den ersten Pythagoräern bereits vorfindet. Auch sagt nicht nur Diogenes Laertius, der über gute Quellen verfügte, ganz unzweideutig ^{*)}: „Pythagoras nimmt die Welt kugelförmig an, in ihrer Mitte die Erde enthaltend, welche gleichfalls kugelförmig und rund umher bewohnt ist“ — son-

^{*)} Vergl. z. B. „Ed. Jeller, die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung, 3. Aufl., Th. 1, Leipzig 1869 in 8^o“, dessen scharfe Polemik gegen Böthich vollkommen begreife, während mir dagegen diejenige gegen die Raisonnements von Gruppe und Martin etwas stark und ungerechtfertigt erscheint.

^{*)} „De vitis, dogm. et apophtegm. clar. virorum (In Pythag.)“

bern es läßt sich sogar der Gedankengang, der einen so ausgezeichneten Denker auf eine solche Lehre führen mußte, klar darlegen, wie dieß hier im Auszuge aus Gruppe⁴⁾ geschehen mag: „Sowie der mathematische Sinn nur ein wenig ausgebildet ist“, sagt dieser treffliche Schriftsteller, „muß sogleich eingesehen werden, daß der Mond eine Kugel ist; die Lichtphasen zeichnen ihn uns als eine solche. Ist er eine Kugel, ohne dieß eine Kugel von sehr erheblichem Umfange und Gewichte, so kann er nicht wohl an den Himmel oder an irgend einen ihn tragenden Ring angeheftet sein. Er muß freischwebend durch eigene Kraft seine Bahn vollenden. Dieser freischwebende Himmelskörper bietet uns nun eine Oberfläche, welche der Erdoberfläche ähnlich zu sein scheint; die Alten sprechen von seinen Bergen und Thälern, Spalten und Klüften, die in dem klaren südlichen Himmel auch ohne Fernrohr erkannt werden konnten. Entscheidend aber wurden die Mondfinsternisse, jenes Phänomen, das Thales und Anaximander nicht zu erklären im Stande waren, so daß letzterer deshalb sogar die schon gefundene richtige Theorie der Sonnenfinsternisse wieder aufgab. Der Mond ist es, welcher bei Verfinsternung der Sonne vor diese tritt und mit seiner kugelförmigen Gestalt einen kreisförmigen Abschnitt in dieselbe hineinzeichnet. Diesen sich fortbewegenden kreisförmigen Abschnitt sehen wir nun auch bei den Mondfinsternissen, und es fragt sich nur, welcher kugelförmige Weltkörper es sei, der sich zwischen Mond und Sonne stelle, um auf gleiche Weise die Ursache der Verfinsternung zu werden“). Man mußte das ganze bisherige Weltssystem aufgeben, um sagen zu können: **Die Erde**; aber so mangelhaft auch unsere Nachrichten sind, so unterliegt es dennoch nach dem oben Angeführten fast keinem Zweifel, daß Pythagoras es wirklich war, der diesen wichtigen, eine weite Kluft zwischen ihm und

⁴⁾ „D. F. Gruppe, Die kosmischen Systeme der Griechen, Berlin 1851 in 8.“
— Otto Friedrich Gruppe, Professor der Philosophie in Berlin, wurde 1804 zu Danzig geboren.

⁵⁾ Vergl. 7.

seinen Vorgängern öffnenden Schritt that. „Dort befand sich der Gedanke noch im Einklange mit der unmittelbaren Anschauung“, fährt Gruppe fort; „wie schwindlich jetzt: Die Erde selbst ein freischwebender Stern im Weltall“. Und einmal so weit, fiel es Pythagoras nicht mehr schwer, ein sowohl seinen philosophischen Anschauungen als auch zur Noth den Erscheinungen genügendes erstes Weltssystem aufzustellen: Die im Mittelpunkt der Welt schwebende Erdkugel hatte die Aze für die Umdrehung des, den Abschluß des All's bildenden Firmamentes zu tragen, und erlaubte Sonne, Mond und Planeten ungehindert Bahnen um sie zu beschreiben. Letztere Körper hatten ebenfalls Kugelgestalt und beschrieben Kreisbahnen, da für Pythagoras nur Kreis und Kugel vollkommen genug waren, um der ewigen Fortdauer der Welt und der Göttlichkeit der Gestirne zu genügen. Die sämtlichen Bahnen der Wandelsterne, deren rückläufige Bewegung in zur Aze schiefen Ebenen bereits erkannt war, hatten ferner die Erde zum gemeinschaftlichen Mittelpunkt oder es war das System geocentrisch^{*)}. Endlich folgten sich nach Pythagoras, wie, als nebensächlich für seine Zeit, zuletzt bemerkt werden mag, von der Erde nach der Fixsternsphäre hin die Wandelsterne in der Reihenfolge: Mond, Sonne, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn — und ihre Entfernungen von der Erde standen^{†)} in bestimmten harmonischen Verhältnissen^{‡)}, in Folge deren die Gesamtbewegung einen Wohlklang, die sogenannte Sphärenmusik, hervorbrachte. — Ob schon frühere Schüler an dem System des Meisters rüttelten, oder ob erst der mehr als ein Jahrhundert jüngere, von Kroton oder Tarent gebürtige und gegen Ende des fünften Jahrhunderts in Theben lehrende Pythagoräer Philolaus

*) Daß Pythagoras selbst ein solches erstes geocentrisches System aufgestellt habe, nimmt auch der um die älteste Geschichte so hochverdiente Martin an; vergl. seine Abhandlung „Hypothèse astronomique de Pythagore“ im Jahrgange 1872 von Boncompagni's Bulletin.

†) Vergl. Buch 2 von Plinius Naturgeschichte.

‡) Vergl. damit die spätern analogen Ideen von Kepler.

sich in einem neuen Weltssystem versuchte, läßt sich kaum ermitteln. Letzterer glaubte, wie aus den vielfach und namentlich auch durch Bösch⁹⁾ interpretirten, durch Plato, Aristoteles u. in wörtlichen Citaten erhaltenen Fragmenten seiner drei Bücher „Ueber die Natur“ hervorgeht, nicht nur in den Mittelpunkt des All's das edelste Element, das Feuer, versetzen, sondern auch noch hinter dem Firmamente, als Abschluß nach außen, eine Feuer-Umhüllung annehmen zu müssen. Um das Centralfeuer, das für ihn nur schwach leuchtete, dagegen das eigentliche Lebensprinzip des Ganzen war, hatten sich alle Welten in fester Ordnung in der Richtung von West nach Ost zu bewegen: zu oberst und am langsamsten die Fixsternsphäre¹⁰⁾, — dann nach unten und immer rascher die durchsichtigen Sphären von Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur, mit welcher Letztem sich der obere Himmel oder die Region des Unveränderlichen und Ewigen abschloß, — dann die Sonne, eine Art Kristallkörper, der aus der obern Region Licht und Wärme sammelte um sie der untern zuzuwerfen, — dann der sich während einem Umlaufe zweimal umdrehende Mond, den er sich ringsum von einem Riesengeschlechte bewohnt dachte, und mit dem er überhaupt die Region des Veränderlichen, des Entstehens und Vergehens, eröffnete, — dann die Erde, welche sich in einem Tage und einer Nacht in einem zu den Bahnen der Planeten schiefen Kreise¹¹⁾ um das Centralfeuer, dem sie hiebei beständig ihre unbewohnte Hälfte zuwandte, bewegte und dadurch die scheinbare tägliche Bewegung der übrigen Welten von Ost nach West hervorbrachte, — und zuletzt, wohl um die heilige Zehnzahl voll zu machen, schwerlich um die Erde gegen das Centralfeuer

⁹⁾ „Untersuchungen über Philolaus des Pythagoräers Lehren, Berlin 1819 in 8.“ — August Bösch lebte von 1785 bis 1866, wo er als Prof. d. Philos. in Berlin starb.

¹⁰⁾ Diese in der relativen Bewegung ohnehin verschwindende, also sehr harmlose langsame Rotation wurde der Fixsternsphäre offenbar nur um der Analogie willen gegeben und es war ein totaler Mißgriff von Bösch, aus derselben auf Bekanntschaft mit der Präcession schließen zu wollen.

¹¹⁾ Dem Equator, — im Gegensatze zur Ekliptik.

zu decken, jedenfalls nicht um gewisse Finsternisse zu erklären¹²⁾, die nur mit geistigem Auge gesehene und die schöpferische Kraft eines philosophischen Kopfes so schön kennzeichnende Antichthon, oder die immer mit Erde und Centralfeuer in derselben Geraden stehende sogenannte Gegenerde¹³⁾. — Daß dieses System, das zunächst auf der unhaltbaren Basis stand, es könne in den Zahlen der Schlüssel zur Erkenntniß der Natur gefunden werden, — das den wirklichen Erscheinungen so kümmerlich entsprach, und dessen Urheber sich offenbar wenig um sie und ihre wahren Gründe bekümmerte, sondern alle seine Schlaueit darauf verwandte, die nur in seinem Gehirne existirenden Weltbestandtheile, das Centralfeuer und die Antichthon, sogar unter Aufgeben der seinen Meister ehrenden Annahme der Existenz von Antipoden, zu verstecken, — das kaum einen andern Werth beanspruchen darf als den eines rohen Versuches, durch Opfern der Ruhe und der bevorzugten Stellung der Erde eine Erklärung der täglichen Bewegung zu geben, — und das nur aus totalem Mißverständnisse, wie namentlich durch Verwechslung des Centralfeuers mit der Sonne, früher für einen Vorläufer des copernicanischen Weltsystems gehalten wurde¹⁴⁾, — daß ein solches System sich

¹²⁾ Man darf solche Finsternisse nicht bei Philolaus suchen; wenn man aber dennoch z. B. die vor Kenntniß der Refraction unerklärlichen sog. horizontalen Mondfinsternisse mit Hülfe der Gegenerde erklären wollte, so müßte es jedenfalls in anderer Weise geschehen, als es Veschel auf pag. 33 seiner „Geschichte der Erdkunde, München 1865 in 8^o“ versuchte, da bei Philolaus Erde und Gegenerde auf demselben Durchmesser standen, auch nicht das Centralfeuer, sondern die Sonne leuchtete und hinter dunkeln Körpern Schatten verursachte.

¹³⁾ Die Gegenerde des Philolaus wird von Vielen zwischen Erde und Centralfeuer gesetzt, während Jdelet in seiner Abhandlung „Ueber das Verhältniß des Copernicus zum Alterthum (Zach. M. G. XXIII, 1811) und auch Schaubach in seiner in 15 citirten Schrift (pag. 457) die betreffende Stelle bei Plutarch (De plac. phil. III, 11) entschieden so deuten, daß Erde und Gegenerde das Centralfeuer zwischen sich gefaßt haben, was dann auch besser zu dem unten erwähnten Vorgehen der spätern Pythagoräer paßt, beide zu einer das Centralfeuer umfassenden Kugel zu vereinigen.

¹⁴⁾ Daß diese bei Copernicus und Kepler vorkommende und ihrer Zeit allenfalls noch verzeihliche Verwechslung, sich bis auf Bailly (Astr. anc. 220)

fogar in der alten Zeit nur ganz vorübergehend einige Geltung verschaffen konnte, liegt auf der Hand. Und in der That lehrten die spätern Pythagoräer, wie namentlich Hiketas, Heraklit und Ekphantus, theils mehr oder weniger zum System des Meisters zurück, theils modificirten sie, unter offenbarer Einwirkung der im Folgenden zu entwickelnden Ideen anderer Schulen, das Philolaische System, indem sie die Erde und Gegenerde zu einer Hohlkugel vereinigten, die das Centralfeuer umschloß und sich ohne Ortsveränderung um dasselbe drehte, so daß die tägliche Bewegung erklärt blieb.

17. Die Lehren von Plato und Aristarch. Den Schülern von Pythagoras konnte es bei ihrem einseitig philosophischen Standpunkte, aus dem die wirklichen Erscheinungen sozusagen unsichtbar blieben, fast unmöglich gelingen, dessen cosmische Ideen in befriedigender Weise weiter auszubilden; es brauchte, um sich auf einen wesentlich neuen Standpunkt zu schwingen, auch einen neuen Meister, und dieser fand sich dann auch bald nach Philolaus in dem mit Pythagoras ebenbürtigen Plato. — Im Jahre 429 v. Chr. zu Athen geboren, lebte Plato bis zum Tode seines Lehrers Sokrates in dieser Stadt; dann machte er verschiedene Reisen nach Egypten und Unter-Italien, gründete nach seiner Rückkehr in die Vaterstadt daselbst unter dem Namen „Akademie“ eine neue Philosophenschule, und stand nun derselben bis zu seinem 348 erfolgten Tode mit Auszeichnung vor. Selbst ein trefflicher Mathematiker, wie uns dieß seine Lehre vom geometrischen Orte und seine erste Bearbeitung der Kegelschnitte beweisen, verlangte er auch von seinen Schülern mathematische Vorkenntnisse, wußte sie für Pflege der exacten Wissenschaften

und Delambre (Astr. anc. I, 16) erhalten konnte, ist fast unbegreiflich, besonders bei Lesterm, dem Schaubach und Ideler vorangingen. Durch die Schriften von Böckh und Martin, denen sich nun noch neuerlich Schiaparelli mit s. Abhandlung „I Precursori di Copernico nell' Antichità (Pubbl. Mil. III, 1873; deutsche Uebers. von Max. Curtze, Leipzig 1876 in 8)“ angeschlossen, ist nun allerdings so gründlich aufgeräumt worden, daß solche Irrungen kaum mehr zu befürchten sind.

zu gewinnen, und hatte die Genugthuung, mehrere der berühmtesten Probleme des Alterthums, wie z. B. die Verdoppelung des Würfels und die Trisection des Winkels, von solchen mit Erfolg bearbeitet zu sehen. — Auch für die cosmischen Verhältnisse interessirte sich Plato auf das Entschiedenste, und erstieg nuthmaßlich nach und nach drei wesentlich verschiedene Stufen, auf deren oberster er wenigstens annähernd bereits dasjenige erreicht zu haben scheint, was überhaupt auf diesem Wege erreicht werden kann: Als junger Mann und noch zur Zeit, als er seinen „Phädon“ schrieb, stand er total auf dem Boden der jonischen Schule und betrachtete so namentlich auch die Erde, im Gegensatz zu der Himmelskugel¹⁾, als eine in der Mitte derselben freischwebende kreisrunde Scheibe. Später wurde Plato, theils durch seine Reise nach Unter-Italien und vielleicht noch anderweitigen direkten Verkehr mit Pythagoräern, theils indem er die bereits erwähnten, von Philolaus verfaßten drei Bücher käuflich an sich brachte, mit anderen Anschauungen, so namentlich mit der Lehre von der Kugelgestalt der Erde und den zwei verschiedenen Versuchen, die tägliche Bewegung zu erklären, bekannt, und erstieg nun zu der Zeit, wo er seinen „Timäus“ und seine „Republik“ schrieb, eine zweite, ihn bereits über Pythagoras erhebende Stufe: In seinem Timäus schrieb nämlich Plato: „Die Erde, unsere Ernährerin, welche gedreht²⁾ ist um die durch das All ausgespannte Aze, macht er zur Wächterin und Hervorbringerin von Nacht und Tag“, und dann wieder als er auf die Wohnsitze der Seelen zu sprechen gekommen: „Einige versetzt der Welterschöpfer auf die Erde, andere auf den Mond, andere auf die übrigen Instrumente der Zeit“; ferner stellte er am Schlusse seiner Republik³⁾ folgendes Weltssystem auf: „Die Weltaxe geht durch die Pole und durch den Mittelpunkt der Erdkugel, welche fest daran ruht. Um

¹⁾ Plato braucht für den Himmel den Ausdruck *σφαιροειδής*, für die Erde dagegen *περιφερής*.

²⁾ Nach anderer Uebersetzung: Geballt oder gewickelt.

³⁾ Nach der mehrerwähnten Schrift von Gruppe.

diese Weltaxe nun kreisen eine Anzahl von acht concentrischen, in einander geschachtelten Sphären, die äußerste für die Fixsterne, die andern sieben aber für die Planeten. Diese Sphären kreisen um dieselbe Axe mit dem Fixsternhimmel; der ganze Unterschied besteht darin, daß sie ungleiche Bewegung haben, obwohl auch in derselben Richtung bewegt“. — Wenn nun auch die zweite und dritte Stelle, ohne Rücksicht auf die erste, an Deutlichkeit zu wünschen übrig lassen, wie sich bei Plato überhaupt ein ängstliches Bestreben zeigt, seine fortschrittlichen Gedanken zu verhüllen, ja die dritte einen förmlichen Widerspruch in sich enthält, so spricht dagegen jene erste so klar und deutlich aus, es bringe die Erde durch ihre Axendrehung den Wechsel von Tag und Nacht hervor, daß man kaum denken sollte, es könnte noch Jemand bezweifeln, es habe Plato die tägliche Bewegung durch Drehung der Erde erklärt, und er habe auch in den folgenden Stellen dieser Erklärung gedenken wollen, — und dennoch haben sich solche Zweifel nicht nur im Alterthum, wo sich die Zeugnisse für und wider so ziemlich aufheben, sondern auch in der neuern Zeit vielfach Geltung zu verschaffen gesucht, — ja es sind die Ideler, Gruppe u., die der auch von mir vertretenen Ansicht hulldigten, von den Bösch, Grote u. hart angegriffen worden⁴⁾. — Aber

⁴⁾ Obgleich ich diese literarische Fehde nicht geradezu mit Besäsel als einen Streit „um einen Strohhalm“ bezeichnen möchte, so kann ich mich doch nicht entschließen, hier weiteres Detail über dieselbe zu geben, sondern verweise dafür theils auf die schon erwähnten Schriften von Schaubach, Ideler, Gruppe und Schiaparelli, theils auf „Bösch, De platonico systemate coelestium globorum, Heidelberg 1810 in 8^o“ und: „Untersuchungen über die kosmischen Systeme des Platon, mit Bezug auf Herrn Gruppe's kosmische Systeme der Griechen. Berlin 1852 in 8^o“, — „Grote, Platon's Lehre von der Rotation der Erde und die Auslegung derselben durch Aristoteles. Aus d. Engl. durch J. Holzamer. Prag 1861 in 8^o — u.“ Ich füge bloß bei, daß es mir räthselhaft erscheint, wie Ideler, der in seiner mehrerwähnten Abhandlung von 1811 nach sorgfältiger Erwähnung aller pro et contra zu dem Schlusse gekommen war, es scheine ihm in jener Stelle des Timäus „ganz unzweideutig“ zu liegen, daß Plato wirklich an eine Axendrehung gedacht habe, dann 1830 in seiner später zu erwähnenden zweiten Abhandlung über Eudoxus einfach und ohne Angabe

was gewinnen schließlich diejenigen, die aus übertriebener Düsterei Plato's Ehrenkranz ein schönes Blatt entreißen wollen? Doch wirklich nichts, als daß sie dieselbe Lehre von der Axendrehung, welche sie dem Verfasser des Timäus abstreiten, nicht etwa nur, weil sie eben denn doch anerkannter Maßen zu jener Zeit auftauchte, ohne bessere oder auch nur ebenso gute Berechtigung irgend einem der früher genannten Zeitgenossen oder Schüler¹⁾ zuschreiben, sondern am Ende noch zugestehen müssen, es habe dann Plato in seinen spätern Jahren möglicher Weise selbst noch diese Lehre angenommen, ja sei vielleicht sogar über dieselbe hinausgegangen, und habe eine dritte Stufe erstiegen. Und in der That, wenn wir sehen, wie Plato im siebenten Buche seiner spätesten Schrift, seinen „Gesetzen“, auf die Astronomie zu sprechen kommt als auf etwas, das unmittelbar mit der Lehre vom höchsten Gott zusammenhänge, worüber aber zur Zeit noch ganz irrige Vorstellungen herrschen, — wenn wir ihn sagen hören, das Wahre, das sich davon wissen lasse, sei aber nicht sowohl für die Ältern, in ihren Ansichten verknöcherten Männer, als vielmehr für die Jugend zu lernen, es sei die Lehre der Zukunft, die wunderbar, nicht leicht und doch auch nicht schwer sei, — dann wörtlich lesen²⁾: „die Lehre über den Mond und die Sonne und die übrigen Gestirne ist, o Freunde, nicht richtig, sondern es verhält sich damit ganz umgekehrt; denn jedes derselben beschreibt immer denselben Weg, nicht viele, sondern immer einen im Kreise, es scheint aber viele zu beschreiben; das schnellste derselben wird aber mit Unrecht für das langsamste gehalten und umgekehrt“, und schließlich noch damit die von Plutarch gegebenen Nachrichten zusammenhalten, nach denen Plato in seinem höhern Alter seine kosmische Ansicht geändert, die Erde nicht mehr in der

eines 1811 begangenen Irrthums jenen Schluß wieder fallen ließ, weil Böckh „einen überzeugenden Beweis für die gänzliche Unbeweglichkeit der Erde beim Plato“ gegeben habe.

¹⁾ Vergl. 10.

²⁾ Ich folge der von Gruppe gegebenen Uebersetzung.

Mitte des Ganzen gelassen, sondern diesen Platz einem andern bessern Gestirne eingeräumt habe, — müssen wir dann nicht die Ueberzeugung gewinnen, daß Plato damals sehr wahrscheinlich nicht nur die Rotation der Erde angenommen habe, sondern bereits zum heliocentrischen Systeme vorgedrungen sei. — Ich finde es sogar der ganzen Sachlage entsprechend, daß ein so eminenten Mann, dem die um die Erde gelegten concentrischen Sphären gegenüber den mehr und mehr bekannt gewordenen Ungleichheiten in den Bewegungen der Planeten später nicht mehr genügen konnten und dessen Standpunkt andererseits die im Folgenden zu besprechenden Hülfsmittel der Mathematiker nicht entsprachen, — der den Versuch von Philolaus kannte, durch Entfernung der Erde aus dem Centrum und durch Annahme ihrer Bewegung um dasselbe ein neues Hülfsmittel zu erwerben, — ja dem muthmaßlich auch so gut als Heraclit, den Einige zum Erfinder derselben machen wollen, die Lehre der Egyptianer, daß Merkur und Venus sich um die Sonne bewegen, nicht fremd war, — ich finde es ganz natürlich, wiederhole ich nochmals, daß ein solcher Mann zur Annahme des heliocentrischen Systems gelangte; aber auch ganz natürlich, daß er selbst über die Kühnheit seines Gedankens erschrocken, und nicht wagte, denselben offener auszusprechen, als es nach den oben angeführten Stellen und Zeugnissen geschah. Fehlte ja wenig, daß, als fast ein Jahrhundert später Aristarch von Samos¹⁾ den schlummernden Gedanken neu faßte und offen aussprach, ein Sturm gegen ihn arrangirt wurde, wie dieß wohl deutlich genug aus folgender Erzählung hervorgeht, die Plutarch²⁾ einem gewissen Lucius in den Mund legt: „Hänge uns nur keinen Proceß wegen Unglaubens an den Hals, Theuerster“, läßt er ihn sagen, „wie einst Kleantes meinte, ganz Griechenland müsse den Samier Aristarch als Religionsverächter, der den heiligen Welttheerb verrücke, vor Gericht laden, weil nämlich der

¹⁾ Aristarch lebte um 270 v. Chr. — Vergl. für f. Arbeiten auch 51 und 52.

²⁾ In f. Schrift „D. facie in orbe lunae.“

Mann, um die Himmelserscheinungen richtig zu stellen, den Himmel stillstehen, die Erde dagegen sich in einem schiefen Kreise⁹⁾ fortwälzen und zugleich um ihre eigene Aze drehen ließ“. — Was in Beziehung auf Aristarch's Ideen in der eben angeführten Stelle noch undeutlich bleiben möchte, ergänzt eine durch seinen Zeitgenossen, den großen Archimedes¹⁰⁾ in seiner sogenannten „Sandrechnung“ gegebene betreffende Nachricht. In der an König Gelon adressirten Widmung dieser Schrift, — in welcher sich dieser größte Mathematiker des Alterthums die eigenthümliche Aufgabe stellte zu zeigen, daß die Anzahl der Sandkörner fälschlich als unzählbar bezeichnet werde, indem man sogar eine Zahl angeben könne, welche größer als die Anzahl der Sandkörner sei, die im ganzen Weltraume Platz hätten, selbst wenn man ihm die von Aristarch gewollte größte Ausdehnung zuschreiben würde¹¹⁾,

⁹⁾ Der Ekliptik.

¹⁰⁾ Er wurde 287 v. Chr. zu Syrakus geboren und 212 bei Eroberung dieser Stadt durch die Römer von einem Soldaten getödtet. Es wird behauptet, er habe in jungen Jahren einige Zeit in Alexandrien studirt. Vergl. für ihn auch 51. — Von s. Schriften gab Thomas Gehauff oder Venatorius (Bas. 1544 in Fol.) eine erste, Jof. Torelli (Oxon. 1793 in Fol.) die als bestanerkannte und vollständigste Ausgabe in griech. und lat. Sprache, F. Peyrard (Paris 1807 in 4, — 1808 in 2 Vol. in 8) eine sorgfältige französische Uebersetzung.

¹¹⁾ Archimedes nahm zur Lösung seiner Aufgabe an, ein Weinkörnchen sei mit 10^4 Sandkörnern gleichwerthig und sein Durchmesser m sei in der Breite eines Fingers 40mal enthalten, ein Stabium habe 10^6 Finger, — der Durchmesser d der Erde betrage nicht 10^6 Stabien, — der Abstand a der Erde von der Sonne endlich sei einerseits höchstens 10^4 Erddurchmesser und anderseits sei er das geometrische Mittel zwischen d und dem Durchmesser f der Fixsternsphäre. Man hat somit

$$d = m \cdot 40 \cdot 10^4 \cdot 10^6 = m \cdot 4 \cdot 10^{11}$$

$$a = 4 \cdot 10^{16} \cdot m \quad d : a = u : f$$

oder

$$f = m \cdot 4 \cdot 10^{19}$$

und daher, wenn x die Anzahl der Sandkörner bezeichnet, welche den ganzen Weltraum erfüllen würden, da sich Kugeln wie die dritten Potenzen ihrer Durchmesser verhalten,

$$x : 10^6 = (4 \cdot 10^{19} \cdot m)^3 : m^3 \quad \text{oder} \quad x = 4^3 \cdot 10^{61}$$

so daß x jedenfalls kleiner als 100 mit einem Gefolge von 61 Nullen oder kleiner als 1000 Quintillionen ist.

— sagt nämlich Archimedes wörtlich: „Du weißt, daß die Mehrzahl der Astronomen unter Welt eine Kugel versteht, deren Centrum mit dem der Erde zusammenfällt und deren Radius gleich der Entfernung der Erde und Sonne ist. Aristarch von Samos berichtet diese Dinge, und widerlegt sie in den Propositionen, welche er gegen die Astronomen veröffentlicht hat. Nach seiner Meinung ist die Welt viel größer als soeben gesagt wurde; denn er setzt voraus, daß die Sterne und die Sonne unbeweglich seien, — daß die Erde sich um die Sonne als Centrum bewege, — und daß die Fixsternsphäre, deren Centrum ebenfalls in der Sonne liege, so groß sei, daß¹³⁾ der Umfang des von der Erde beschriebenen Kreises sich zu der Distanz der Fixsterne verhalte wie das Centrum einer Kugel zu ihrer Oberfläche“. Obgleich also Aristarch's betreffende Schrift verloren ging¹⁴⁾, so unterliegt es somit doch keinem Zweifel, daß er das heliocentrische System offen lehrte, ja bereits Sorge trug den naheliegendsten Einwurf gegen dasselbe zu beseitigen. Wie er dagegen zu dieser Lehre kam, für die nach ihm noch besonders ein gewisser Seleukus eingestanden sein soll¹⁵⁾, darüber erfahren wir leider nichts, und es bleibt daher wohl das Natürlichste, dem bereits oben Geäußerten entsprechend anzunehmen, Aristarch habe zwar das Grundprinzip derselben den Anschauungen Plato's entnommen, besitze aber das größte Verdienst um ihre weitere Ausbildung und größere Präcisirung, und sei überdies für dieselbe mannhaft eingestanden.

¹³⁾ Wie er sich ausdrückte, um „unendlich“ zu umschreiben.

¹⁴⁾ Das Werk „Aristarchii Samii de mundi systemate libellum, cum notis A. de Roberval. Paris 1644 in 12^o“, das sich angeblich auf ein arabisches Msc. stützen sollte, ist, wie schon Weidler und noch neuerlich Martin nachwies, einfach eine von Roberval selbst zu Gunsten des Copern. Systems verfaßte und dann von ihm, um sich gegen Angriffe zu bedecken, Aristarch unterschobene Schrift.

¹⁵⁾ Wenn Plutarch in s. platonischen Quaestionen (VIII, 1) andeutet, es habe Seleukus die Richtigkeit der Aristarch'schen Hypothese förmlich bewiesen, so ist dieß offenbar eine auf irgend einem Mißverständnis beruhende irrthümliche Angabe.

18. Die Lehren von Eudoxus und Aristoteles. So großartig und correct unserer Zeit die kosmischen Anschauungen Plato's und Aristarch's erscheinen, so konnten sie doch damals noch unmöglich festen Boden gewinnen, da sie nicht nur etwa in den Augen des Laien in argem Widerspruche mit der gemeinen Erfahrung zu stehen schienen, sondern auch für den Fachmann pure Hypothesen waren, die jeder thatsächlichen Begründung entbehrten. Sollte die Astronomie wirklich gedeihen und sich den ihr zukommenden Rang unter den Wissenschaften erwerben und behaupten, so mußte die philosophische Methode der mathematischen weichen, d. h. es mußte das bis dahin bei den Griechen gebräuchliche Speculiren auf Grund von nur beiläufig gemachten Erfahrungen aufgegeben und der mühsame aber dafür auch einzig sichere Weg eingeschlagen werden, eigentliche Beobachtungen zu sammeln und anzustellen, um sodann aus diesen nach geometrischen Regeln untrügliche Resultate ziehen zu können. Plato selbst hatte offenbar, während er seine eigenen Gedanken über das Weltgebäude zu ordnen bemüht war, diese Nothwendigkeit erkannt, da er den der Sternkunde Beflissenen das Studium der Geometrie dringend empfahl, und es ist daher kaum zufällig, daß es gerade zwei frühere Schüler von ihm, Eudoxus und Aristoteles waren, welche für die mathematische Methode und für den inductiven Weg überhaupt zuerst Bahn brachen. — Etwa 409 v. Chr. zu Knidos geboren, erwarb sich Eudoxus schon als er Plato's Schüler war, den Ruf eines ausgezeichneten Geometers und später, nachdem er einige Jahre in Egypten zugebracht hatte, auch den eines ganz vorzüglichen Astronomen. Er gründete in Byzizos eine Schule, mit der er etwa 359 nach Athen übersiedelte, wo er aber schon 356 zu allgemeinem Bedauern starb, da er sich nicht nur auf dem Gebiete der Mathematik und Astronomie als Lehrer und Schriftsteller große Geltung verschafft, sondern sich auch als Arzt und Gesetzgeber verdient gemacht hatte. Obgleich ebenfalls tüchtiger Philosoph, galten ihm dennoch Erfahrung und Beobachtung als die einzigen Quellen der Erkenntniß auf dem

Gebiete der Naturkunde und es ist nicht zu bezweifeln, daß seine später zu erwähnenden ganz erheblichen Leistungen auf demjenigen der praktischen Astronomie noch viel bedeutender ausgefallen wären, wenn ihm bessere Instrumente und ergiebigere Rechnungsmethoden zur Disposition gestanden hätten. Immerhin basirt der große Ruf von Eudoxus auf seiner sog. „homocentrischen Sphärentheorie“, zu deren Aufstellung er durch die in Egypten erhaltene und dann wohl auch noch durch eigene Untersuchungen weiter gepflegte Kenntniß von den in der Bewegung der Wandelsterne zu Tage tretenden Ungleichheiten veranlaßt wurde¹⁾ und die er in einem Werke „*Περὶ τῶν ταχυτήτων*“, d. h. „Ueber die Geschwindigkeiten“ der Sonne, des Mondes und der Planeten, niederlegte. Leider erhielt sich jedoch diese Schrift nur in einzelnen fragmentarischen Mittheilungen anderer Schriftsteller²⁾ und erst in der neuern Zeit ist es den Bemühungen der Ideler und Schiaparelli gelungen³⁾, das System von Eudoxus zu reconstituiren und seine bis dahin von den Meisten verkannte Bedeutsamkeit ins richtige Licht zu stellen: Für Eudoxus, der nur auf unmittelbare Anschauung und Beobachtung basiren wollte, waren alle Bewegungen auf die Erde, als den Standpunkt des Beobachters, zu beziehen, in ihre Grundbestandtheile zu zerlegen und diese darzustellen, — wobei er allerdings von der damals allgemeinen Ansicht ausging, daß jede solche Elementarbewegung eine gleichförmige Bewegung im Kreise sei, so daß er sie durch eine um zwei Pole gleichmäßig rotirende Sphäre, in deren Centrum die Erde stehe, repräsentiren könne. Jedem Wandelsterne gab er nun solcher Sphären so viele, als er ihm Elementarbewegungen zuschrieb, wobei die Axe jeder folgenden Sphäre durch die vorhergehende getragen und der

¹⁾ Schwertlich, wie oft erzählt wurde, weil Plato eine betreffende Aufgabe stellte.

²⁾ Vergl. namentlich „Aristoteles Metaphys. XII, 8“ und „Simplicius Comment. zu Aristoteles de Coelo II.“

³⁾ „Ideler, Ueber Eudoxus. Zwei Vorlesungen. (Berl. Abh. 1828 und 1830)“ und „Schiaparelli, Le sfere omocentriche di Eudosso, di Calippo e di Aristotele (Publ. del. Osserv. di Brera IX).“

Wandelstern selbst in den Equator der letzten Sphäre gesetzt wurde: So gab er jedem Wandelstern eine erste Sphäre, deren Bewegung der täglichen Bewegung der Fixsternsphäre entsprach, — dann eine zweite, sich in entgegengesetztem Sinne drehende, deren zur Axe senkrechter Hauptkreis in die Ekliptik fiel und deren Drehzeit der Zeit entsprach, welche der betreffende Wandelstern braucht, um den Thierkreis zu durchlaufen¹⁾, so daß sie die mittlere Bewegung in Länge darstellte; bei Mond und Sonne trat zu diesen zwei Sphären je noch eine dritte hinzu, um die bei Ersterem wirklich vorhandene, bei Letzterem analog vermuthete Bewegung in Breite, sowie beim Mond das Zurückgehen der Knoten zu erklären, — bei den Planeten noch je eine dritte und vierte, deren Drehzeiten dem synodischen Umlaufe entsprachen²⁾ und welche die Stationen und Retrogradationen darzustellen hatten, — jedoch bleibt bei den mangelhaften Nachrichten der Alten in Beziehung auf die genauere Anordnung der dritten und allfällig vierten Sphäre noch Manches unklar, so daß Ideler und Schiaparelli zu Muthmaßungen gezwungen waren, für welche wohl am Besten auf ihre Schriften hingewiesen wird. Für hier genügt der mit Obigem geleistete Nachweis, daß Eudoxus einen viel tiefern Einblick in die Bewegung der Wandelsterne besaß als irgend einer seiner Vorgänger und bei den Planeten bereits die sonst gewöhnlich einer spätern Zeit zugeschriebene Ausscheidung der dem synodischen Umlaufe entsprechenden sog. „zweiten Ungleichheit“ vornahm, während er dagegen allerdings die Neigungen der Planetenbahnen gegen die Ekliptik übersehen zu haben scheint, — von der mit seiner Sphärentheorie geradezu unverträglichen „Ersten Ungleichheit“ nicht einmal zu sprechen³⁾. Dabei ist mit Sicher-

¹⁾ Er nahm hierfür je 1 Jahr für ☉, ♀ und ♁ an, — 2 für ♂, — 12 für ♃, — und 30 für ♄, — für ♁ wohl nicht voll einen Monat.

²⁾ Eudoxus setzte nach Simplicius den synodischen Umlauf der Venus auf 19 Monate an, bei Merkur 110 Tage, bei Mars 25 Monate und 20 Tage, bei Jupiter und Saturn nahe 13 Monate.

³⁾ Vergl. 21 für diese beiden Ungleichheiten.

heit anzunehmen, daß ihm seine Sphären nur mathematische Hülfsmittel waren und daß jedenfalls das zweifelhafte Verdienst, in denselben die Krystallsphären der jonischen Schule wieder aufleben zu lassen, Andern zugehört. — Mit vollem Rechte wurde aus angegebenen Gründen das neue geocentrische System von Eudoxus zu jener Zeit fast allgemein dem heliocentrischen System Plato's vorgezogen und überhaupt sehr günstig aufgenommen; als aber Aristoteles dasselbe als einen Mechanismus auffaßte und, nachdem schon Kalippus zur Erklärung weiterer Anomalien den 27 Sphären des Eudoxus noch weitere 7 zugefügt hatte, aus metaphysischen Gründen störende Einwirkungen der obern auf die untern Sphären vermuthete und zu deren Beseitigung noch 22 sog. „rückwirkende“ Sphären einreichte, so verlor es mit der Einfachheit auch den ursprünglichen Charakter und wurde nun mit Recht vielfach bekämpft, ja bald wieder verlassen¹⁾. Glücklicherweise erwarb sich aber der eben genannte, berühmteste Schüler von Plato noch andere, reellere Verdienste, so daß specieller auf ihn eingetreten werden muß: Zu Stagyra in Macedonien 384 v. Chr. dem königl. Leibarzte Nikomachos, der sich rühmte von Askulap abzustammen, geboren, folgte Aristoteles, nachdem er eine Reihe von Jahren die Akademie in Athen besucht hatte, einem Rufe Philipp's von Macedonien als Lehrer des jungen Alexander, bei dem er bis nach seiner Thronbesteigung im Jahre 336 ausgehalten, ja ihn noch auf mehreren Feldzügen begleitet zu haben scheint²⁾. Später lehrte er als Arzt nach Athen zurück und eröffnete dort eine Schule, in welcher er seine Vorträge meist im Auf- und Abgehen hielt und damit seinen Schülern den Namen der Perumwandelnden oder „Peripatetiker“ erwarb. Theils um seiner Lehren, theils um seiner Anhänglichkeit an Macedonien willen angefeindet, flüchtete er schließlich mit seinen meisten Schülern nach Chalcis auf Euböa und starb dort 322 an Gift, das er, aus Furcht nach Athen ausgeliefert zu werden, genommen

¹⁾ Vergl. 17 und 20—23.

²⁾ Alexander lebte von 357—323.

haben soll. Die für uns wichtigsten seiner zahlreichen Schriften⁹⁾ sind bereits beiläufig erwähnt worden und es kann sich natürlich hier überhaupt nicht darum handeln, alle seine großen wissenschaftlichen, aber in ihrer Mehrzahl der Astronomie fremden Leistungen auseinander zu setzen. Dagegen darf nicht übersehen werden, daß Aristoteles sich das allen inductiven Wissenschaften zu Gute kommende Verdienst erworben hat, im Gegensatz zu den Akademikern die Nothwendigkeit hervorgehoben zu haben, vor Allem fleißig zu beobachten und Beobachtungen Anderer zu sammeln, ja dahin zu streben, daß man den ganzen Umfang der Erscheinungen kennen lerne, und dann erst versuchen soll, Systeme aufzustellen. „Noch sind die Erscheinungen nicht hinreichend erforscht“, sagt er¹⁰⁾, „wenn sie es aber dereinst sein werden, alsdann ist der Wahrnehmung mehr zu trauen als der Speculation und Letzterer nur insoweit, als sie mit den Erscheinungen Uebereinstimmendes gibt.“ Er ging in dieser Weise auch selbst mit gutem Beispiele voran und mehrere von ihm notirte seltene astronomische Erscheinungen, wie z. B. eine Bedeckung des Mars vom Monde und eine eben solche eines Sterns in den Zwillingen durch Jupiter, sind Beweise, daß auch die Sternkunde dabei nicht leer ausging¹¹⁾. Andererseits begreift sich aber, daß Aristoteles von diesem Standpunkte aus dahin gelangen mußte, wenigstens vorerst von der Azendrehung der Erde zu abstrahiren, während er dagegen ihre Kugelgestalt adoptiren konnte, weil für Letztere faktische Beweise vorlagen. Er stellte die Letztern in einer seiner Schriften¹²⁾ in ähnlicher Weise zusammen, wie es jetzt noch in populären Schriften üblich ist, indem er nicht nur anführte, wie schon aus der beständig kreisförmigen Be-

⁹⁾ Die von dem Abbé Baticuz herausgegebene „Lettre d'Aristote à Alexandre sur le système du monde. Avec la traduction française et des remarques. Paris 1768 in 8“ dürfte kaum ächt, und müßte dann jedenfalls von Aristoteles in jüngern Jahren geschrieben sein.

¹⁰⁾ De generatione animalium III, 10.

¹¹⁾ Vergl. auch das in 7 Mitgetheilte.

¹²⁾ „De coelo II, 14 (Ausg. Franckl. pag. 180).“

grenzung, welche der Erdschatten bei einer Mondfinsterniß zeige, gefolgert werden könne, daß die Erde die Gestalt einer Kugel habe, sondern ausdrücklich sagte: „Auch folgt aus der Erscheinung der Sterne über dem Horizonte, daß diese Gestalt kugelförmig und zugleich, daß diese Kugel nicht eben sehr groß sein kann; denn wenn man auch nur ein wenig gen Süd oder gen Nord fortgeht, so ändert sich der Kreis des Horizontes sogleich auffallend, so daß die in unserm Scheitel stehenden Sterne sich sofort von demselben entfernen. Ebenso werden mehrere (südliche) Sterne in Egypten und Cypern noch gesehen, die man in den nördlicher liegenden Ländern nicht mehr sieht, und wieder andere Sterne, die gegen Norden liegen, bleiben in den nördlichen Gegenden der Erde während ihres ganzen täglichen Laufes über dem Horizonte, während sie in den südlichen Gegenden gleich allen andern auf- und untergehen.“ Hierzu fügte später Plinius¹⁹⁾ noch bei, daß alle Dinge einen Hang haben, nach dem Mittelpunkte der Erde zu fallen, also die Erde selbst keinen Hang zum Fallen haben könne, — daß die Unebenheiten der Oberfläche der Erde so gering seien, daß sie keinen wesentlichen Einfluß auf ihre Gestalt haben können, — daß endlich die runde Gestalt der Erde auch dadurch bewiesen werde, daß man von entfernten Schiffen zuerst die obersten Theile erblicke.

19. Die Academie in Alexandrien. — Der von Aristoteles gepflanzte Sinn für ächte Naturforschung hielt geraume Zeit vor, und trieb namentlich in dem kurz vor seinem Tode gegründeten Alexandrien die schönsten Blüthen: Sein großer Schüler hatte nach Eroberung von Egypten um 332 v. Chr. diese Stadt, mit der Bestimmung Mittelpunkt des Welthandels zu werden, angelegt, und als nach der Theilung seines Reiches der von ihm über Egypten eingesetzte Staatthalter, der Macedonier Ptolemäus Lagi, sich zum König empor schwang, wurde dieselbe durch ihn und seine Nachfolger, die Ptolemäer, unter denen ganz be-

¹⁹⁾ In seiner „Historia naturalis.“

sonders sein Sohn Ptolemäus Philadelphus erwähnt zu werden verdient, nicht nur verschönert, sondern sie zogen auch namhafte Gelehrte herbei, wie z. B. die berühmten Geometer Euklid und Apollonius, von denen der Erstere die mutmaßlich durch Eudoxus planirten „Elemente“ der Geometrie in mustergültiger Weise ausarbeitete, und der Zweite namentlich die durch Plato begonnene Theorie der Kegelschnitte zu einer förmlichen Disciplin erhob¹⁾, — ferner die verdienten praktischen Astronomen Aristyll und Timocharis, welche die Ersten gewesen zu sein scheinen, die den bloßen Aufzeichnungen der Egyptianer und Babylonier eigentliche Beobachtungen substituirt, von denen im Folgenden noch mehrmals gesprochen werden wird²⁾, — und auch den bereits genannten und noch oft zu nennenden Aristarch³⁾. Die Ptolemäer erbauten die sogenannte Akademie oder das Museum, wo theils unterrichtet werden, theils die Mehrzahl der Lehrer sogar arbeiten und wohnen konnte, ja legten unter Leitung des Demetrius Phalereus, welchem später der vielseitig gebildete, aber namentlich auch als Mathematiker und Astronom hochverdiente Eratosthenes⁴⁾ im Amte folgte, eine große Bibliothek an, welche bald in Hunderttausenden von Manuscripten die ganze damalige Wissenschaft repräsentirte. So wurde Alexandrien in relativ kurzer Zeit zu einem eigentlichen Centrum der Gelehrsamkeit⁵⁾, von dem unter Anderm die großartigen Arbeiten aus-

¹⁾ Euklid lebte etwa 300 v. Chr., — Apollonius, der aus Perga in Pamphylien gebürtig war, etwa ein Jahrhundert später. Sie zählen mit Archimedes und Diophant zu den vier großen reinen Mathematikern des Alterthums. Vergl. für sie auch 21, 35 und 44.

²⁾ So namentlich 46 und 49. Sie scheinen Zeitgenossen von Euklid gewesen zu sein.

³⁾ Vergl. z. B. 17, 51 und 52.

⁴⁾ Er wurde 276 v. Chr. zu Cyrene in Afrika geboren, erwarb sich früh durch umfassende Gelehrsamkeit so großen Ruf, daß ihn Ptolemäus Philadelphus nach Alexandrien zog, — und lebte daselbst bis 195, wo er erblindete und sich dann freiwillig den Hungertod gab.

⁵⁾ Für die Akademie in Alexandrien mag auf die Werke „Jaques Matter, Essai historique sur l'école d'Alexandrie. Paris 1820, 2 Vol. in 8, —

gingen, über welche theils die folgenden Nummern, theils mehrere spätere Abschnitte zu berichten haben werden, und die mit Recht den Stolz des Alterthums bildeten.

20. **Hipparch's Theorie der Sonne.** Das erste theoretische Ergebniß von größeter Bedeutung, das die Astronomie den Alexandrinern zu verdanken hat, knüpft sich an den Namen des großen Hipparch, der im Anfange des zweiten Jahrhunderts v. Chr. zu Nicäa in Bithynien, oder nach anderen Nachrichten auf der Insel Rhodus geboren wurde, und sodann zunächst auf dieser letzten, wohl vorübergehend auch zuweilen in Alexandrien, wo er vielleicht studirt hatte und mit dem er jedenfalls in beständigem Rapport blieb, beobachtete, rechnete und specularte¹⁾. Leider haben sich zwar keine weitem Nachrichten über das Leben dieses offenbar ganz vorzüglich begabten Forschers erhalten, und auch seine Schriften sind mit Ausnahme einer später zu erwähnenden Jugendarbeit²⁾ verloren gegangen; dagegen reicht das, was uns über seine Arbeiten der später seine Fußstapfen verfolgende Ptolemäus aufbewahrt hat, vollkommen hin, um das Hipparch beigelegte Epitheton zu rechtfertigen, — sogar wenn vorläufig nur Eine seiner vielen Arbeiten³⁾ in's Auge gefaßt wird: Dieser unvergleichliche Mann, welchen man, bei aller Anerkennung der Vorarbeiten von Eudoxus, doch als den eigentlichen Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie zu betrachten hat, fand nämlich

Jules Simon, *Histoire de l'école d'Alexandrie*. Paris 1845, 2 Vol. in 8, — Barthélemy St. Hilaire, *Essai de l'école d'Alexandrie*. Paris 1845 in 8 — und Bacherot, *Histoire critique de l'école d'Alexandrie*. Paris 1845 bis 51, 3 Vol. in 8^o hingewiesen werden, obgleich dieselben die für uns wichtigste erste Zeit der Akademie beinahe ignoriren und überhaupt fast einseitig vom philosophischen Standpunkte aus geschrieben sind.

¹⁾ Die erste Hipparch zugeschriebene Beobachtung ist die des Herkulesquinciums vom Jahre 161 v. Chr. (*Almag. Halma I, 153*), — die erste ihm ganz sicher zugehörnde betrifft eine Mondfinsterniß von 146 (I, 156), — die letzte im *Almagest* gegebene Beobachtung Hipparch's aber ist eine Mondbeobachtung von 126 (I, 205).

²⁾ Vergl. 61.

³⁾ Vergl. für andere 21—22, 36, 44—45, 47—49 und 52.

etwa 150 v. Chr., daß die Jahreszeiten ungleiche Längen haben, indem statt den $91\frac{1}{4}$ Tagen, welche bei gleicher Länge auf jede derselben kommen würden, dem Frühling $94\frac{1}{2}$, dem Sommer $92\frac{1}{2}$, dem Herbst 88 und dem Winter 90 Tage zufallen⁴⁾. Wollte er also, wie auch ihm noch als nothwendig erschien, die gleichförmige Bewegung im Kreise festhalten, so blieb ihm nur übrig, das Centrum des Sonnenkreises von der Erde gegen den sechsten Grad der Zwillinge um $\frac{1}{24}$ seines Radius zu verschieben⁵⁾, — folglich gab es in der Sonnenbahn zwei, später Apfiden genannte, charakteristische Gegenpunkte: Eine Erdferne oder ein Apogeum in 66 und eine Erbnähe oder ein Perigeum in 246 Grad Länge, — die von der Erde aus gesehenen Winkelabstände der Sonne vom Apogeum differirten von den wirklichen Abständen um eine angebbare Größe, die sogenannte Gleichung, welche im Mag. auf $\pm 2^\circ 23'$ ansteigen konnte, und es mußten die erstern Abstände um dieselbe corrigirt werden, um die letztern

⁴⁾ Vergl. 47 für die Bestimmung der Equinoctien und Solstitien.

⁵⁾ Betrag und Richtung der Verschiebung mittelste Hipparch nach dem dritten Buche des Almagest in folgender Weise aus. Bei gleichförmiger Bewegung im Kreise entsprechen den $94\frac{1}{2}^\circ$ des Frühlings $93^\circ 9'$, den $92\frac{1}{2}^\circ$ des Sommers aber $91^\circ 11'$, also war Bogen $ABC = 184^\circ 20'$ oder Bogen $Aa = 2^\circ 10'$

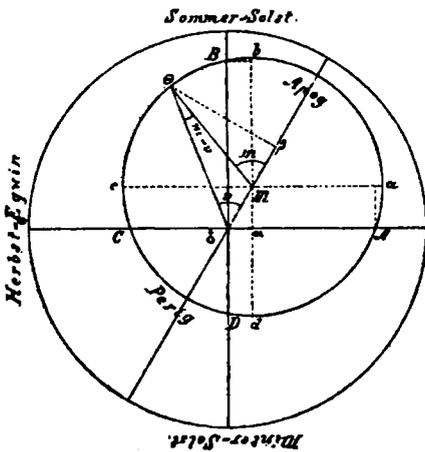


Fig. 1.

folglich Bogen $Bb = 93^\circ 9' - 90^\circ - 2^\circ 10' = 0^\circ 59'$.

Da nun nach der Sehnen-tafel (v. 34), für welche der Radius zu 60 partes à 60' angenommen war, die Subtensa von $2 \times 2^\circ 10'$ gleich $4^p 32'$ und die Subtensa von $2 \times 0^\circ 59'$ gleich $2^p 4'$ war, so war $ma = 2^p 16'$ und $ga = 1^p 2'$, also nach dem pythagoräischen Lehrsatze $m\delta = 2^p 29\frac{1}{2}' = \frac{1}{24}$ von 60^p oder dem Radius, während aus ma und $m\delta$ wieder nach der Sehnen-tafel der Winkel $m\delta a = 65\frac{1}{2}^\circ$ oder nahe $66^\circ = 2^\circ 6'$ hervorging.

zu erhalten^{*)}. Umgekehrt konnte Hipparch, sobald er entweder für eine beliebig gewählte Epoche den sogenannten mittlern Ort der Sonne durch ihre vom Mittelpunkt der Bahn gemessene Länge, oder den Moment eines Durchganges der Sonne durch ihr Apogeum bestimmt hatte, für jede andere Zeit leicht die auf das Bahnzentrum bezügliche Entfernung vom Apogeum oder die sogenannte mittlere Anomalie (m) berechnen, und daraus durch Anbringen der Gleichung die der Erde entsprechende wahre Anomalie (v), also auch die wahre Länge erhalten. Er wählte nun als Epoche den Anfang des ersten Jahres der Regierung des babylonischen Königs Nabonassar, der 424 Jahre vor Alexanders Leb. oder genauer auf den 26. Februar des Jahres 747 v. Chr. Geburt fiel^{†)}, bestimmte für sie den mittlern Ort der Sonne zu $11^{\circ} 45' = 330^{\circ} 45'$ und konnte nun so eine förmliche Sonnenephemeride aufstellen, was bis dahin noch Niemand gelungen war. — Als sodann später Albategnius^{‡)} Hipparch's Theorie revidirte, fand er, daß die Länge des Apogeums ganz bedeutend, nämlich bis auf $82^{\circ} 17'$ zugenommen habe, und wurde so, wenn auch seine Bestimmung etwas zu groß war^{§)},

*) Die Gleichung $m-v$ konnte offenbar für jeden Werth von m mit Hilfe der Schenktafel sehr leicht gefunden werden, indem man successive $\odot\beta$, $M\beta$, $\delta\beta$, $\delta\odot$ und v berechnete. Sie trug wohl ursprünglich den Namen Abweichung oder Anomalie, der aber bald in der im Texte angegebenen Bedeutung gebraucht und sodann durch den an den Wechsel des Vorzeichens erinnernden Namen Prosthaphaeresis (zusammengezogen aus $\pi\rho\acute{o}\sigma\theta\epsilon\sigma\iota\varsigma =$ Addition und $\acute{\alpha}\psi\alpha\iota\rho\epsilon\sigma\iota\varsigma =$ Subtraction) ersetzt wurde, welcher übrigens später (v. 111) ebenfalls noch eine andere Bedeutung erhielt.

†) Vergl. 13.

‡) Vergl. 25.

§) Nach Albategnius Bestimmung ergab sich, von Ptolemäus bis auf ihn 780 Jahre rechnend, eine jährliche Bewegung des Apogeums von etwa $(82^{\circ} 17' - 66^{\circ}) : 780 = 75''$ gegen den Frühlingspunkt, also da er letzterm (v. 49) eine Bewegung von $54''$ im Sinne der täglichen Bewegung zuzuschreiben hatte, eine Bewegung von $21''$ im Sinne der Zeichen. Er hätte aber nur eine Länge von 78° finden sollen und diese hätte ihm sodann bei übrigens gleicher Berechnung für die jährliche Bewegung des Apogeums nur $12''$ ergeben. — Die Excentricität der Erde gegen die Sonnenbahn fand Albategnius gleich $0,0173264$, — die Gleichung zu $1^{\circ} 58'$.

zum Entdecker der Bewegung des Apogeums im Sinne der Zeichen, aber veranlaßte allerdings durch seinen Fehler auch gleichzeitig eine ziemlich lange andauernde Irrlehre: Als nämlich Arzachel um 1080 neuerdings jene Länge bestimmte, fand er dafür nothwendig einen kleinern Werth als sein Vorgänger, also ein scheinbares Zurückgehen des Apogeums seit Albategnius, und statt den frühern Werth zu prüfen, hatten die Zeitgenossen nichts Eiligeres zu thun, als unter dem Namen der Trepidation der Fixsterne eine eigene, schon von Thebit¹⁰⁾ gemuthmaßte Theorie aufzustellen, um dieses angebliche Vor- und Rückwärtsgehen zu erklären.

21. Die Theorie des Mondes. Die glückliche und völlig ausreichende Erklärung des scheinbaren Sonnenlaufes mit Hülfe des excentrischen Kreises veranlaßte Hipparch zu versuchen, sich auch von der Bewegung des Mondes in ähnlicher Weise Rechenschaft zu geben. Es wurde ihm jedoch bald klar, daß dieß viel schwieriger sei, weil beim Monde nicht nur zu der ungleichförmigen Bewegung in Länge eine ebensolche in Breite hinzukomme, sondern auch die größten und kleinsten Bewegungen in Länge, und ebenso die größten und kleinsten Breiten successive in alle Punkte des Thierkreises fallen, also sowohl die Apfidenlinie der Mondbahn, als ihre Durchschnittslinie mit der Ekliptik, die sogenannte Knoten- oder Drachen-Linie, jede für sich umlaufen müsse, folglich beim Monde außer dem synodischen und siderischen Monate¹⁾ noch zwei weitere Perioden in Betracht zu ziehen seien: der die Rückkehr zur Apfidenlinie oder zur gleichen Anomalie messende anomalistische, und der die Rückkehr zur Drachenlinie angegebende draconitische Monat. Hipparch stellte sich nun zunächst die Aufgabe, die mittlere Dauer dieser Perioden genau zu bestimmen, resp. eine Anzahl von Tagen zu ermitteln, welche die sämtlichen 4 Monate als aliquote Theile in sich fasse. Diefür bot sich ihm die alte Saros von $6585\frac{1}{3}$ Tagen dar,

¹⁰⁾ Vergl. 63.

¹⁾ Vergl. 6.

welche in der That nicht nur²⁾ sehr nahe 223 synodische und 242 draconitische Monate umfaßt, sondern auch nahe 239 anomalistische und 241 siderische Monate³⁾. Multipliziert man jede der vier letztern Zahlen mit 360 und dividirt jedes der erhaltenen Produkte mit $6585\frac{1}{8}$, so erhält man für den Mond als mittlere tägliche

synodische Bewegung	12°,19073
Bewegung in Beziehung auf die Knoten .	13°,22940
Bewegung in Beziehung auf die Apfiden .	13°,06570
siderische Bewegung in Länge	13°,17473

Mit diesen der Wahrheit schon ziemlich nahe kommenden Zahlen begnügte sich jedoch Hipparch nicht, sondern suchte sie nach und nach mit Hilfe aller vorliegenden Beobachtungen der Mondfinsternisse zu verbessern, und setzte sie schließlich auf die Beträge

12,19075 13,22935 13,06498 13,17646

fest, von denen er nun für seine weitern Untersuchungen Gebrauch machte. Für diese ging er zunächst von drei durch die Chaldäer beobachteten Mondfinsternissen aus, deren Witten nach Reduktion auf unsere Zeitrechnung und Alexandrien auf

720 v. Chr. III 19, 8^b 32^m

719 " " III 8, 11 10

719 " " IX 1, 7 40

zu setzen sind, so daß die Zwischenzeiten

354^d,1042 und 176^d,8417

betragen, für welche unter Annahme, es entspreche 0°,986 einem Tage, als mittlere Bewegung der Sonne und damit auch als relative Bewegung des je mit ihr in Opposition stehenden Mondes

349° 15' und 169° 30'

folgen, während nach obigen Zahlen für die mittlere Bewegung

²⁾ Vergl. 7.

³⁾ Es ist nämlich

$$27,55460 \times 239 = 6585,58940$$

$$27,32166 \times 241 = 6584,52006$$

des Mondes in Länge und in Beziehung auf die Apsiden, diesen Zwischenzeiten⁴⁾ die Werthe

$$\begin{array}{rcc} 354^{\circ} 51' & \text{und} & 170^{\circ} 7' \\ 306^{\circ} 25' & & 150^{\circ} 25' \end{array}$$

zufommen. Durch Vergleichung dieser verschiedenen Bewegungen gelang es nun Hipparch, wie Ptolemäus im vierten Buche seines bald einläßlich zu besprechenden Almagest's erzählt, ähnlich wie für die Sonne, auch für den Mond einen seiner Bewegung im großen Ganzen genügenden excentrischen Kreis zu finden, mußte jedoch denselben, im Sinne der Bewegung des Mondes und entsprechend dem Ueberschusse der siderischen über die anomalistische Bewegung, sich um das Centrum des Thierkreises drehen lassen, — und trotzdem wurde dadurch nur die sich in den Syzygien zeigende Ungleichheit dargestellt, während die zwar von Hipparch geahnte, aber doch erst später von dem eben erwähnten, mit Recht gleichfalls berühmten Nachfolger Hipparch's, dem um 140 n. Chr. zu Alexandrien lebenden Mathematiker und Geographen Claudius Ptolemäus⁵⁾ aus Beobachtungen in den Quadraturen definitiv aufgefundenen zweiten Ungleichheit, die sogenannte Evection, unerklärt blieb. Ptolemäus war daher genöthigt, die Arbeit noch einmal an die Hand zu nehmen, und zog nun vor, den excentrischen Kreis zur Darstellung der neuen Ungleichheit aufzusparen, für die frühere, oder die sogenannte Gleichung, dagegen ein Hülfsmittel zu verwerthen, das Apol-

⁴⁾ Unter Weglassung der ganzen Umdrehungen.

⁵⁾ Leider kennt man von Ptolemäus nicht die mindesten Lebensumstände, — nicht einmal seinen Geburtsort, da die frühere Verlegung desselben nach Pelusium als auf einem bloßen Mißverständniß beruhend, erwiesen worden ist. Um so besser ist man dagegen mit seinen Arbeiten bekannt, für welche z. B. noch auf 22, 23, 34, 38 und 62 zu verweisen ist; seine acht Bücher „Geographia (Bas. 1533)“ constatiren in ihrem wissenschaftlichen Theile keine erheblichen Fortschritte in der geographischen Ortsbestimmung oder Chorographie, haben aber früher dennoch eine große Rolle gespielt. Wädler läßt (Gesch. d. Himmelskunde I, 77) Ptolemäus „im 78. Jahre seines thatenreichen Lebens“ sterben, ohne jedoch eine Quelle anzuführen.

Ionius schon vor alten Zeiten zu solchen Zwecke vorgeschlagen, aber Hipparch entweder gar nicht oder höchstens probeweise gebraucht hatte, weil es ihm nicht naturgemäß erschien. Dieses, allerdings nur vom mathematischen Standpunkte aus zulässige, unsern Darstellungen durch Reihen verwandte Mittel bestand darin, daß der Körper, dessen ungleichförmige Bewegung um einen Punkt durch eine Combination gleichförmiger Kreis-Bewegungen dargestellt werden sollte, an einen Hilfskreis, den sogenannten Epicykel, versetzt wurde, in welchem er sich gleichförmig zu bewegen hatte, während gleichzeitig der Mittelpunkt des Epicykels sich in einem zweiten, dem sogenannten deferirenden Kreise gleichförmig um jenen Punkt bewegte. Ptolemäus wandte dasselbe in der Weise an, daß er den Mond in einem anomalistischen Monate einen Epicykel, das Centrum des Letztern aber in einem drakonitischen Monate einen deferirenden Kreis um die Erde beschreiben ließ, und dabei die Anordnung traf, daß der deferirende Kreis gegen die Ekliptik um die Neigung der Mondbahn geneigt war, und seine Knotenlinie eine retrograde Bewegung besaß, welche dem Ueberschusse der Bewegung in Beziehung auf die Knoten über die Bewegung in Länge entsprach, — eine Anordnung, durch welche er erreichte, in der folgenden Untersuchung von der Neigung und der Bewegung der Knoten ohne Schaden Umgang nehmen zu können. Unter Zugrundelegung derselben drei Mondfinsternisse, welche schon Hipparch benutzt hatte, und der oben daraus abgeleiteten Zahlen, leitete er zunächst auf scharfsinnige Weise ab^{*)}, daß, wenn man den Radius des deferirenden Kreises zu 60 partes annehme, derjenige des Epicykels $5\frac{1}{60} = 5^\circ 13'$ oder 0,0869 des Erstern betragen müsse, — welche letztere Zahl sich bei Anwendung des excentrischen Kreises offenbar als Excentricität ergeben hätte. Einmal dieses Verhältniß gefunden, ergab sich dann leicht, daß die Gleichung im

^{*)} Set E die Erde, C der mittlere und M' der wahre Ort des Mondes zur Zeit der ersten Finsterniß, und trägt man $M'PM'' = 306^\circ 25'$, ferner $M''M''' =$

So reihte sich, nachdem einmal der erste Schritt gelungen war, verhältnißmäßig leicht ein Ergebnis an das andere, und es könnte noch manches mitgeteilt werden; aber, nachdem einmal an einem Beispiele die von Ptolemäus mit so großem Geschick befolgte wahrhaft mathematische Methode klar vor Augen gelegt ist, so wäre es kaum am Platze, alle weitem einzelnen Kunstgriffe, Rechnungen und Ergebnisse vorzuführen, und es mag genügen noch ganz beiläufig zu erwähnen, daß es ihm unter Zuzug weiterer Beobachtungen nicht nur gelang, auch die Neigung der Mondbahn zu $5^{\circ} 0'$ und die Länge des aufsteigenden Knotens zu $5^{\circ} 4' 11''$ sicherer, als es bis dahin geschehen war, zu bestimmen⁹⁾, sondern die bereits, als von ihm aufgefunden, erwähnte zweite Ungleichheit dadurch darzustellen, daß er das Centrum des deferirenden Kreises um $10^h 29'$ gegen das Apogeum hin rückte und dasselbe überdieß täglich in retrogradem Sinne $11^{\circ} 9'$ um die Erde zurücklegen ließ, um dem Epicykel dafür die doppelte synodische Bewegung von $24^{\circ} 23'$ geben zu dürfen, — ja schließlich die restirenden kleinen Unterschiede zwischen Theorie und Beobachtung durch Annahme einer Art Schwankung der Apfidenlinie, seiner sogenannten *Prosenusis*, noch etwas zu vermindern. Immerhin scheint sich Ptolemäus selbst nicht verhehlt zu haben, daß spätere Nachfolger veranlaßt sein werden, seine Mondtheorie noch mehr zu vervollkommen, und es ist dieß in der That auch mehrfach geschehen, — ob aber schon dem Araber *Abul-Wefa*¹⁰⁾ oder erst viel später dem Dänen *Tycho Brahe*¹¹⁾ ein betreffender erster Schritt durch Entdeckung einer, sich namentlich in den Octanten zeigenden dritten Ungleichheit, der sogenannten *Variation*, gelang, ist zwar vielfach untersucht, aber noch nicht mit voller Sicherheit ermittelt worden. Nachdem man nämlich früher die Entdeckung der *Variation* allgemein *Tycho* zugeschrieben hatte,

⁹⁾ Für die Bestimmung des scheinbaren Durchmesser und der Parallaxe vergl. 51 und 52.

¹⁰⁾ Vergl. 25.

¹¹⁾ Vergl. 87—90.

theilte Sebillo¹¹⁾ 1836 der Pariser Akademie mit¹²⁾, daß Abul Wefa in seinem „Almagest“ betitelt, sich z. B. in den Bibliotheken von Paris und Leyden im Manuscript vorfindenden Werke, nachdem er die zwei ersten Ungleichheiten des Mondes, die Gleichung und die Evection, behandelt habe, von einer dritten Anomalie, genannt Mohadzat, spreche, welche sich besonders zur Zeit des Trigonal- und Sextilscheines zeige¹³⁾ und dann zumal bis auf $\pm \frac{3}{4}^{\circ}$ anwachse; er sage dabei, daß er auf diese neue Ungleichheit aufmerksam geworden sei, als er die von ihm beobachteten Mondlängen mit den aus den mittlern Bewegungen berechneten, und für die beiden ersten Anomalien corrigirten Längen verglichen habe, und es liege also ganz klar vor, daß Abul Wefa bereits die Variation entdeckt habe, folglich Tycho, der übrigens selbst diese Entdeckung nie für sich in Anspruch genommen, nur unter seinen Papieren eine Note hinterlassen habe, in welcher die Variation als eine „Hypothesis redintegrata“ bezeichnet werde, nicht mehr als Entdecker zu nennen sei. Diese Ansicht von Sebillo wurde anfänglich allgemein angenommen, und erst nachdem sie 1838 durch einen der Akademie von Arago und Mathieu erstatteten und von dieser gelehrten Körperschaft genehmigten Bericht gewissermaßen officiële Geltung erhalten hatte, fing man an sie zu bemängeln, indem man bald die Authencität des Manuscriptes oder die Richtigkeit der Uebersetzung und Deutung anzweifelte, bald in der betreffenden Hauptstelle nur eine unklare Wiedergabe Ptolemäischer Ideen finden wollte u., und da Sebillo nicht ermüdete seine Ansichten zu vertheidigen, so entspann sich am Ende ein bis auf die letzten Jahre fortbauender,

¹¹⁾ Vergl. für ihn und seinen Vater 287.

¹²⁾ Vergl. „Sebillo, Sur un manuscrit arabe dans lequel la variation de la lune est signalée (Compt. rend. 1836).“

¹³⁾ Nach Sebillo verstanden die arabischen Astronomen unter „trine et sextile“ die Octanten, ja diese Uebung habe sich bei den Astronomen sogar bis auf Longomontan erhalten, während dagegen die Astrologen diese Ausdrücke in ihrer gegenwärtigen Bedeutung brauchten.

schließlich Tycho ganz aus dem Spiele lassender Streit¹⁴⁾, indem sich nach und nach zwei förmliche Parteien aussonderten: Nach Biot, Binet, Bertrand u. ist Abul-Wéfa nicht viel mehr als ein ungehinderter Nachtreter von Ptolemäus, der nichts entdeckt, sondern einfach dessen Prokneusis seinen Mohadzat substituiert hat, — nach Sebillot, Mathieu, Chasles u. ist er dagegen ein selbstständiger Forscher und der wahre Entdecker der jene Prokneusis überflüssig machenden Variation. Obgleich eher letzterer Meinung, schließe ich den unvermeidlichen Bericht über diese unerquickliche Fehde mit der Bemerkung, daß es faktisch ziemlich gleichgültig ist, welcher Ansicht man sich anschließt, da man gegenüber der damals erhältlichen Genauigkeit wesentlich denselben Mondort findet, ob man sich der Prokneusis oder des Mohadzat bedient, und daß der ganze Streit mir mehr aus Neugier als aus wissenschaftlichem Interesse so lange forzubauern scheint, — ja daß man bei demselben, ähnlich wie bei dem später zu behandelnden Streite über Galilei's Tortur, sich in einem einzelnen, relativ unbedeutenden Punkte verrannt und darüber die Auseinandersetzung der nicht in der theoretischen, sondern in der praktischen Astronomie ihren Schwerpunkt findenden eigentlichen Bedeutung der Araber vielfach vernachlässigt hat.

22. Die Theorie der Planeten. Waren schon die Schwierigkeiten, welche Hipparch und Ptolemäus bei Aufstellung einer Mondtheorie zu überwinden hatten, nicht unerheblich, so häuften sich solche bei dem Versuche, auch für die Planeten Entsprechendes zu leisten, noch weit mehr: Bei dem Monde blieb doch immer die Grundbewegung eine wirkliche Bewegung um die Erde, und es handelte sich also nur darum, eine Reihe kleiner periodischer Ungleichheiten annähernd darzustellen, — bei den Planeten dagegen

¹⁴⁾ Für den Detail desselben muß auf zahlreiche Bände der *Compt. rendus*, auf die verschiedenen Schriften von Sebillot und voraus auf dessen „*Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*“ Paris 1845—49, 2 Vol. in 8“ u. verwiesen werden.

hatten schon jene Grundbewegungen ein außer der Erde, und zwar entsprechend den Ansichten der Plato und Aristarch in der Sonne liegendes Centrum, und da sich nun nach der Lehre von Hipparch bereits dieses Centrum in einem Kreise bewegte, zu welchem die von allen Anhängern der inductiven Methoden unbedingt im Mittelpunkt der Fixsternsphäre festgehaltene Erde excentrisch war, so wurden schon jene Grundbewegungen, noch ganz abgesehen von allen ihren wirklichen Ungleichheiten gegenüber Kreisbewegungen, zu excentrisch-epicyclischen Bewegungen. Kein Wunder daher, daß Hipparch, der natürlich von seinem Standpunkte aus die oben erwähnte Sachlage nicht übersehen konnte, und gegen ihm nicht naturgemäß scheinende complicirte Hülfsmittel von vorneherein eingenommen war, sich damit begnügte, die scheinbaren Ungleichheiten in den Planetenbewegungen durch neue Beobachtungen besser festzustellen und dieselben vorläufig in zwei Kategorien zu sondern: Eine Erste, welche die veränderliche Geschwindigkeit umfaßte und den siderischen Umlauf zur Periode hatte, und eine Zweite, welche sich in den Stationen und Retrogradationen zeigte, und, wie schon Eudogus bemerkt hatte, dem synodischen Umlaufe entsprach, — die eigentliche Aufstellung von Theorien aber einer spätern Zeit, oder einem in der Wahl seiner Hülfsmittel weniger scrupulösen Manne überließ. Nachdem sich sodann einige Jahrhunderte lang alle Männer vom Fache gescheut hatten, die Verlassenschaft des großen Meisters anzutreten, fand sich wirklich ein Mann, der nicht so wählerisch war und dabei die nöthigen Dosen von Scharfsinn und Ausdauer besaß, um eine so schwierige Arbeit durchzuführen, — nämlich der uns schon bekannte Ptolemäus. Er entschloß sich rasch, die beiden Hülfsmittel, welche ihm schon für die Mondtheorie so gute Dienste geleistet hatten, d. h. den excentrischen Kreis und die epicyclische Bewegung, auch für die Darstellung der Planetenbewegungen zu verwenden, zumal ihm letzteres Hülfsmittel den in der zweiten Ungleichheit zu Tage tretenden mathematischen Verhältnissen, um welche er sich ausschließlich beküm-

merkte, ganz vorzüglich zu entsprechen schien¹⁾. Und es bewährten sich dann auch wirklich diese Hülfsmittel in ihrer Anwendung auf die einzelnen Planeten ganz gut, — besonders nachdem sich Ptolemäus noch entschlossen hatte, sich zwar in dem bisherigen excentrischen Kreise einen Punkt gleichförmig bewegen zu lassen oder denselben als Equans beizubehalten, dagegen als Träger des Epicykels, oder als Deferens, einen zweiten, jenem

¹⁾ Die Geschwindigkeit im Epicykel addirt sich bei P zu derjenigen im deferirenden Kreise, während sie sich bei p subtrahirt, bei Q und q aber verschwindet, — so daß bei P ein Maximum der scheinbaren Geschwindigkeit, bei Q und q die mittlere Geschwindigkeit im deferirenden Kreise, bei p ein Minimum der Geschwindigkeit eintritt und diesem Letztern sogar eine retrograde Bewegung entspricht, sobald die Geschwindigkeit im Epicykel größer als diejenige im deferirenden Kreise angenommen wird. Ueberdieß ist der Bogen $qPQ > Qpq$; also braucht bei gleichförmiger Bewegung der Planet mehr Zeit, um von q nach Q zu kommen, als von Q nach q zurückzuehren, — namentlich also auch mehr Zeit, um von der größten Bewegung zur mittlern, als von dieser zur kleinsten zu gelangen, — ein Verhältniß, das der Wirklichkeit entspricht und durch den excentrischen Kreis allein ebenso wenig darstellbar war, als die Stationen und Retrogradationen es überhaupt gewesen wären. — Bezeichnet P die Lage des Planeten zur Zeit seiner Conjunction mit der Sonne, P' eine spätere Lage, — sind ferner a, b, c der Reihe nach die Halbmesser des deferirenden Kreises um die Erde T, des Epicykels und die Distanz P'T, — endlich \odot , α , β , γ die Längen von M, M', P' in Beziehung auf T und M', so hat man für die epicyclische Bewegung

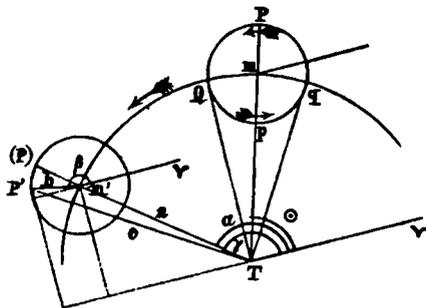


Fig. 3.

und, wenn A die Umlaufszeit im deferirenden Kreise, B diejenige im Epicykel bezeichnet, überdieß

$$c \cdot \cos \gamma = a \cdot \cos \alpha + b \cdot \cos \beta \quad c \cdot \sin \gamma = a \cdot \sin \alpha + b \cdot \sin \beta$$

$$c = a \cdot \cos (\gamma - \alpha) + b \cdot \cos (\beta - \gamma)$$

und, wenn A die Umlaufszeit im deferirenden Kreise, B diejenige im Epicykel bezeichnet, überdieß

$$A : B = (\beta - \alpha) : (\alpha - \odot)$$

da sich diese Umlaufzeiten umgekehrt wie die in gleichen Zeiten beschriebenen Winkel verhalten müssen. Es werden uns diese zwei Beziehungen später in 77 wichtige Vergleichen erlauben und höchst interessante Aufschlüsse verschaffen.

gleichen Kreis einzuführen, dessen Centrum die Mitte zwischen Erde und Centrum des Equans einnahm, und auf welchem er je die für eine Zeit im Equans erhaltene Lage vom Centrum dieses Letztern aus übertrug; daß er durch diese Construction das bis dahin so ängstlich festgehaltene Grundprincip verlegte²⁾ scheint er nicht bemerkt zu haben, — er wurde unbewußt durch die Strömung der Thatfachen ergriffen und von der Kreisbewegung gegen die elliptische Bewegung hingetrieben. — Um etwas genauer auf den von Ptolemäus eingeschlagenen Weg einzutreten, ist voraus zu bemerken, daß die drei oberen Planeten, Mars, Jupiter und Saturn, zunächst in ihren Oppositionen mit der Sonne, — die untern, Venus und Mercur dagegen zunächst in ihren Elongationen von der Sonne beobachtet wurden. So verwendete Ptolemäus zur Marsstheorie voraus drei Beobachtungen von Oppositionen desselben welche er am $2^{6/7}$ Tybi des 15. Jahres von Adrian eine Stunde nach Mitternacht, am $6/7$ Pharmouthi des 19. Jahres von Adrian drei Stunden vor Mitternacht, und am $1^{2/3}$ Epiphi des 2. Jahres von Antonin zwei Stunden vor Mitternacht machte³⁾, und wobei er für die Länge des Mars die drei Bestimmungen

²⁾ Bezeichnen E, C, c der Reihe nach Erde und Mittelpunkt von Deferens und Equans, die M wahre, die m aber mittlere Marsörter, so sind die Winkel $m'c m''$ und $m'c m'''$ den Zwischenzeiten proportional, die Winkel $M'CM''$ und $M'CM'''$ aber offenbar nicht, — es ist also die Bewegung im Deferens nicht mehr eine gleichförmige, wie sie doch nach dem Grundprincipe sein sollte, aber sie bietet wenigstens noch den Anhängern des Letztern im Centrum des Equans, von dem aus sie gleichförmig zu sein scheint, ein Asyl, in dem sie ruhig sterben können.

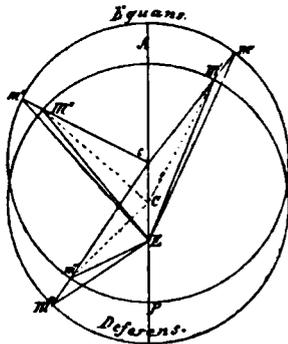


Fig. 4.

britten Beobachtung bereits 885 ägyptische Jahre (zu 365 Tagen), 10 Monate

³⁾ Das zweite Jahr von Antonin soll dem 886. Jahre von Nabonnassar entsprechen und da (v. 10) der Epiphi der 11. ägyptische Monat ist, so waren also zur Zeit der

$2^{\circ} 21^{\circ} 0'$ $4^{\circ} 28^{\circ} 50'$ $8^{\circ} 2^{\circ} 34'$
 erhielt, aus welchen als Bewegungen der Mars in Länge
 $67^{\circ} 50'$ in 1529^d,8333 und $93^{\circ} 44'$ in 1556^d,0417
 hervorgehen, während denselben Zwischenzeiten unter der Hip-
 parch's Bestimmungen entsprechenden Annahme der mittlern täg-
 lichen Bewegung zu $0^{\circ},52406'$, die mittlern Bewegungen in Länge
 $81^{\circ} 44'$ und $95^{\circ} 28'$

entsprechen^{*)}. Diesen Differenzen zwischen wahren und mittlern Längen entsprach aber, wie sich Ptolemäus durch eine längere Näherungsrechnung überzeugte^{*)}, die Excentricität $6^{\circ} : 60^{\circ} = 0,1$ und die Lage des Apogeums in $3^{\circ} 11^{\circ} 45'$. Um sodann endlich die Größe des Epicykels zu bestimmen, zog Ptolemäus noch eine Marsbeobachtung bei, welche er drei Tage nach der dritten Opposition, am $\frac{1}{2}$ Epiphi drei Stunden nach Mitternacht gemacht, und die ihm als Länge desselben $8^{\circ} 1^{\circ} 36'$ gegeben hatte, so daß Mars seit der Opposition um $58'$ zurückgegangen war. Unter der, dem Frühern entsprechenden Annahme, daß Mars seinen Epicykel während eines synodischen Umlaufes von $2^{\circ} 49\frac{1}{2}^{\circ}$ zu durchwandern habe, folgte aber aus dieser retrograden Bewegung ohne Schwierigkeit, daß der Radius des Epicykels sich

(zu 30 Tagen) und 12 Tage oder also 323337 Tage seit der Aera, d. h., wenn (v. 13) die Absolutzahl 1448638 zugefügt wird, 1771975 Tage oder 1212 Schaltperioden (zu 1461 Tagen) + 366 + 365 + 365 + 147 Tage oder 4851 Jahre und 147 Tage seit Beginn der Julianischen Periode, folglich (v. 108) gerade 138 Jahre und 147 Tage seit Beginn unserer Zeitrechnung verfloßen, oder es hatte die dritte Beobachtung am 27. Mai des Jahres 139 n. Chr. statt. Die zweite hatte vier ägyptische Jahre und $96^{\text{d}} 1^{\text{h}}$ vor der dritten, — die erste vier ägyptische Jahre und $69^{\text{d}} 20^{\text{h}}$ vor der zweiten statt.

^{*)} Es entspricht diese Bewegung einem Marsjahre von 1,8808.

^{*)} Bei dieser Rechnung wurden natürlich die Vielfachen von 360° weggeworfen.

^{*)} Mit Beziehung auf die Figur der Note 2 waren die Winkel $M'EM'' = 67^{\circ} 50'$, $M''EM''' = 93^{\circ} 44'$, $m'cm'' = 81^{\circ} 44'$, $m''cm''' = 95^{\circ} 28'$ gegeben und daraus EC und die Lage von AP zu ermitteln. Den Detail der Rechnung zu verfolgen, hätte nach dem früher Angeführten keinen Zweck; es mag einzig angeführt werden, daß Ptolemäus in erster Annäherung die Winkel $m'Em''$ und $m''Em'''$ durch die bekannten Winkel $M'EM''$ und $M''EM'''$ ersetzte.

zu dem der excentrischen Kreise wie $39^{\circ} 30'$ zu 60° verhalte oder der Erftere in dem Aequator nahe 1,52 mal enthalten sei¹⁾. Auf ähnliche Weise fand Ptolemäus für den Jupiter, den Radius seines excentrischen Kreises wieder zu 60° angenommen, $2^{\circ} 45'$ als Excentricität und $11^{\circ} 30'$ als Radius des Epicykels, — für Saturn aber $3^{\circ} 25'$ und $6^{\circ} 30'$. — Für die untern Planeten ging Ptolemäus analog vor, nur stützte er sich, wie schon gesagt, für sie zunächst auf Elongationsbeobachtungen, ließ den Mittelpunkt des Epicykels den excentrischen Kreis je in einem Jahre durchlaufen oder beständig der Sonne folgen, und war schließlich noch genöthigt, dem Centrum des Deferenz eine Kreisbewegung um das Centrum des Equans zu geben. Für Merkur erhielt er, wieder den Radius des excentrischen Kreises zu 60° annehmend, $6^{\circ} 0'$ für die Excentricität und $22^{\circ} 30'$ für den Radius des Epicykels, — für Venus aber $2^{\circ} 30'$ und $43^{\circ} 10'$. — Noch könnte Vieles über weitere Bestimmungen von Ptolemäus, über die von ihm auf seine Theorie gegründeten Tafeln u. s. w. mitgetheilt werden; es dürfte aber das Vorstehende genügen, einen Einblick in die Methoden seiner Untersuchungen zu gewähren, und es bleibt ohnehin noch übrig, im Folgenden über das Werk zu berichten, durch welches dieselben auf uns gekommen sind.

23. Die **Syntaxis** und das Ptolemäische Weltssystem. Die bedeutendste Leistung von Ptolemäus war unstreitig, daß er seine eigenen Arbeiten mit denjenigen seiner Vorgänger zu einem systematischen Ganzen, einer Art Codex der Griechischen Astronomie, seiner „*Μεγάλη σύνταξις*“ vereinigte, — einem Capital-Werk, das halb unter den Namen „Syntaxis“ oder „Magna constructio“, am meisten aber unter dem ihm nachmals von den Arabern gegebenen Namen „Almagest“ aufgeführt wird¹⁾ und das zwischen

¹⁾ Da 1.52, wie wir jetzt wissen, der Radius der Marsbahn ist, so fand also Ptolemäus natürlich ohne es zu ahnen, den Epicykel des Mars, gerade der Erdbahn entsprechend. Vergl. 79.

¹⁾ Magna constructio und Almagest erinnern an: *μῦθος*, groß, — und: *μῦστος*, gewißter.

150 und 160 nach Chr. vollendet worden zu sein scheint, da die späteste der in dasselbe aufgenommenen Beobachtungen, eine Venus-Beobachtung, vom Jahre 14 des Antonin oder also 151 n. Chr. datirt. Es besteht dieses Werk, von dessen späterer Geschichte seiner Zeit ausführlich gehandelt werden wird¹⁾, aus 13 Büchern: Das erste Buch enthält die nöthigsten Vorbegriffe, — lehrt, daß alle Sterne eine sphärische Bewegung haben, — daß die Erde Kugelgestalt besitzt, den Mittelpunkt der Welt bildet und, worin der Kern des sog. Ptolemäischen Welt-systemes besteht, in demselben feststeht, — daß Sonne, Mond und die Planeten außer der allgemeinen noch eine besondere Bewegung in entgegengesetztem Sinne haben u., — gibt Aufschluß über die an der Himmelskugel üblichen Kreise und Coordinaten, — tritt auf betreffende mathematische Verhältnisse ein — und enthält namentlich auch eine Tafel, in der von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}^\circ$ die Sehnen in Theilen gegeben sind, von denen 60 auf den Halbmesser gehen, während jeder hinwieder in 60 Primen à 60 Secunden zerfällt²⁾. — Das zweite Buch bespricht die Eintheilung der Erde in Zonen, — die verschiedenen Parallelen zukommenden Tageslängen und mittägigen Schattenlängen, — sowie überhaupt die Erscheinungen des Auf- und Unterganges. — Das dritte Buch handelt von der Länge des Jahres und der bereits besprochenen Theorie der Sonne³⁾, — das vierte Buch von der Länge des Monats und der ebenfalls bereits besprochenen Theorie des Mondes⁴⁾, die man wohl als den vorzüglichsten Theil seiner Arbeiten zu bezeichnen haben dürfte. — Das fünfte Buch lehrt die Construction des Astrolabiums⁵⁾, wobei sich der Verfasser den Anschein gibt, dasselbe fleißig gebraucht zu haben, jedenfalls aber damit gemachte neuere Messungen benutzt, um die Ungleichheiten in der Mondbewegung genauer zu studiren, während die nun folgende Discussion der Mondparallaxe gegenüber Hipparch's betreffender Arbeit⁶⁾ keinen erheblichen Fortschritt constatirt. —

¹⁾ Vergl. 63. ²⁾ Vergl. 2) und 34. ³⁾ Vergl. 20. ⁴⁾ Vergl. 21.

⁵⁾ *Ἀστρολάβος*. — Vergl. 47. ⁶⁾ Vergl. 52.

Das sechste Buch bespricht die Conjunctionen und Oppositionen von Sonne und Mond, sowie die Bedingungen der Finsternisse und weist die Möglichkeit ihrer angenäherten Vorausberechnung nach. — Das siebente und achte Buch befassen sich mit den Fixsternen und der Präcession der Nachtgleichen⁹⁾; speciell werden die 48 Sternbilder der Griechen aufgeführt¹⁰⁾, — 1022 der darin enthaltenen Sterne theils ihrer Lage im Wille nach, theils nach Länge, Breite und scheinbarer Größe angegeben, — auch die Milchstraße unter dem Namen des galaktischen Kreises¹¹⁾ beschrieben, ohne aber über ihre Natur einzutreten. — Das neunte bis dreizehnte Buch endlich befassen sich mit den Planeten und entwickeln in dem uns bereits bekannten Sinne ihre Theorien¹¹⁾. In der Einleitung zum neunten Buche theilt Ptolemäus mit, daß er die Sphären des Merkur und der Venus zwischen die des Mondes und der Sonne setze, wenn auch diese beiden Planeten nie sichtbar vor die Sonne treten und darum von Andern über dieselbe gesetzt werden wollten, — er finde es naturgemäßer, die Planeten mit begrenzter Elongation durch die Sonne von denjenigen zu trennen, welche alle möglichen Winkelabstände von ihr annehmen können; übrigens gebe es „kein Mittel, zu beweisen, welches die wahre Stellung der Planeten sei, da keiner derselben eine merkliche Parallaxe, die das einzige Mittel zur Bestimmung der Distanz geben würde, zeige.“ — Ueberhaupt gab Ptolemäus wenig auf solche äußere Anordnung und er wäre sicher der Erste gewesen, der diejenigen scharf getadelt hätte, welche in dieser durch ihn eigentlich nur von seinen Vorgängern entlehnten Folge der sieben Sphären der Wandelsterne, denen dann noch eine achte für den Fixsternhimmel, eine neunte und zehnte zur Erklärung der Präcession und eine elfte, das sog. Primum mobile, zur Beforgung der täglichen Bewegung beigegeben wurden, das Wesentliche seiner Leistungen sehen wollten; er stellte sich nie als Hauptaufgabe, ein derartiges System aufzustellen, sondern

⁹⁾ Vergl. 49. ¹⁰⁾ Vergl. 60. ¹¹⁾ Γαλακτικός Κύκλος. ¹¹⁾ Vergl. 22.

die Seinige war, mit Hülfe irgend eines passenden mathematischen Hilfsmittels, das gar nicht wirkliche Existenz zu haben brauchte¹⁷⁾, die Bewegung der Wandelsterne möglichst genau darzustellen, und diese hat er denn auch in seiner Syntaxis so meisterhaft gelöst, daß der Leser mit Staunen über den Fleiß, die Gelehrsamkeit und den Scharfsinn ihres Verfassers erfüllt wird und begreift, daß dieses Werk von jeher den höchsten wissenschaftlichen Leistungen des Alterthums beigezählt wurde, ja im Mittelalter wie ein astronomisches Evangelium verehrt werden konnte, von dem abzuweichen beinahe ein Verbrechen war. Nachdem Copernicus und seine Nachfolger den Zauber gebrochen hatten, wies die Kritik Manches, was bis dahin als Leistung von Ptolemäus angesehen worden war, seinen Vorgängern Eudoxus und Hipparch zu und hob namentlich tadelnd hervor, daß manche Zahlen, welche er sich den Anschein gebe, durch eigene Beobachtungen erhalten zu haben, nur durch Rechnung aus frühern Beobachtungen abgeleitet sein können, — ja Einzelne scheuten sich nicht, gestützt auf mehrere allerdings etwas sonderbare Vorkommenheiten¹⁸⁾, aus dem Verfasser des Almagest einen simplen Compiler und Plagiarius zu machen. Erst in der neuesten Zeit hat eine gerechtere, zwischen beiden Extremen die richtige Mitte zu halten suchende Würdigung Platz gegriffen, welche zwar zugibt, daß durch seine Eitelkeit, auch als Beobachter glänzen zu wollen, einiges Unlautere in seine Berichterstattung hineingekommen, aber darüber nicht vergißt, daß dieser kleine Schatten durch die unbestrittenen Verdienste hundertfach aufgewogen wird.

24. Der Verfall von Alexandrien. Nach der Zeit von Ptolemäus, wo die Akademie in Alexandrien noch in vollster Blüthe stand, ging es mit derselben in Folge politischer und religiöser Wirren beständig abwärts, und es sind nur wenige

¹⁷⁾ Viele übersehen dieses Uebere und sprachen dann, wie z. B. Lalande, mit scheinbarem Recht von einer „Etrange complication du système de Ptolémée.“ Vergl. auch 28.

¹⁸⁾ Vergl. z. B. 49.

Gelehrte aus dieser spätern Zeit zu nennen, welche noch Erhebliches geleistet haben. So etwa Tensorinus, der ungefähr 100 Jahre nach Ptolemäus lebte und eine Schrift „De die natali“ hinterließ¹⁾, in welcher eine Menge älterer Beobachtungen gesammelt sind, die wenigstens für die Geschichte der Astronomie Bedeutung haben. Sodann Anatolius, der in Folge des 325 durch das Concil zu Nicäa dem jeweiligen Bischof von Alexandria gegebenen Auftrages, die Zeit des Osterfestes zu bestimmen, dafür eine auf den Meton'schen Cyclus basirende Regel aufstellte, welche später durch den Scythen Dionysius, Abt zu Rom, der überhaupt in die christliche Zeitrechnung eine festere Ordnung einführte, verbessert wurde²⁾. Ferner Theon, der zum Unterschiede von einem zur Zeit von Ptolemäus lebenden, aus Smyrna gebürtigen Namensgenossen, der ebenfalls einige, aber unerhebliche astronomische Werke schrieb, der „Jüngere“ genannt wurde, — der in der zweiten Hälfte des vierten Jahrhunderts lebte und die 365 eingetretene Sonnenfinsterniß beobachtete und beschrieb, — der durch Vergleichung der damals vorhandenen Handschriften die Elemente Euklid's purificirte, auch einen geschätzten Commentar zur Syntaxis schrieb³⁾ und Vater der unglücklichen Hypatia war. Diese äußerst talentvolle, liebenswürdige und tugendhafte Dame, welche theilweise unter ihrem Vater, theilweise unter andern Gelehrten Alexandriens Mathematik und Astronomie mit solchem Erfolge studirte⁴⁾, daß sie bald selbst den Lehrstuhl besteigen, ja Apollonius und Diophant öffentlich mit großem Beifall erklären konnte, — erhob nach Verheirathung mit dem Philosophen Isidorus ihr Haus zum Sammelplatze der eminentesten Männer Alexandriens, wurde aber muthmaßlich gerade darum und weil sie überdies Heidin geblieben war, zum Zielpunkte des Hasses für die nicht gerne gelittenen und eine Ausweisung befürchtenden Christen,

¹⁾ Sie wurde nachmals „Lugd. Batav. 1767 in 8“ aufgelegt.

²⁾ Vergl. 108 für Chronologie und Festrechnung. ³⁾ Vergl. 63.

⁴⁾ Sie verfaßte unter Anderem eine astronomische Tafel „*αστρονομικος κανών*“ die aber leider verloren gegangen ist.

welche sie schließlich 415 auf Antrieb des Patriarchen Cyrillus in schändlichster Weise mißhandelten und ermordeten. Endlich der ungefähr gleichzeitige Pappos, dessen wenigstens zum Theil erhaltene „*Mathematicae collectiones*“ uns manche Bruchstücke verlornen Schriften des Alterthums zugebracht haben⁵⁾, und den Verlust seines Commentars zur *Syntaxis* doppelt bedauern lassen. — Der Tod von Hypatia war der Anfang des Endes der berühmten Akademie, deren Blüthe schon einen schweren Stoß erlitten hatte, als Alexandrien im Jahre 30 nach dem Selbstmorde der Kleopatra an die Römer übergegangen war, da bei jener Gelegenheit in einer Feuersbrunst ein großer Theil der Bibliothek zu Grunde ging. Die religiösen Wirren, als deren Opfer Hypatia gefallen war, und bei denen unter Anderem einmal ein Haufe fanatischer Christen unter Anführung des Erzbischof Theodosius die heidnischen Tempel erstürmte und wieder einen Theil der Bibliothek verbrannte, veranlaßten nämlich nicht nur, daß die Pflege der Wissenschaften verkümmerte, sondern auch, daß die noch übrig gebliebenen Gelehrten sich in alle Welt zerstreuten. — Es sollte aber noch schlechter kommen, denn als der aus Mekka gebürtige arabische Kaufmann Mohammed, der sich zum Propheten aufgeworfen, unter dem Namen „Al-Koran“ ein Geschbuch geschrieben und sich schließlich ganz Arabien unterworfen hatte, im Jahre 632 gestorben war, bemächtigte sich seiner Nachfolger, welche sich „Statthalter des Propheten“ oder „Khalifen“ nannten, der Geist der Eroberung, und da sich bei ihren Anhängern Tapferkeit mit Fanatismus paarte, verbreiteten sie sich wie ein reißender Strom, so daß sich ihr Reich schon 80 Jahre nach Mohammed's Tode von Egypten bis nach Indien ausdehnte. So fiel auch schon 641 Alexandrien in die Hände von Amru, des Feldherrn des Khalifen Omar, der aber allerdings beim besten Willen kaum mehr viel zu zerstören fand, so daß die Sage, er habe sechs Monate lang die Bäder mit den

⁵⁾ Vergl. 71).

Büchern der altberühmten Akademie heizen lassen, wohl ganz unbegründet ist.

25. Bagdad und Cairo. Die Zeit und der Umgang mit den unterworfenen gebildeteren Völkern bezähmten bald den erst rohen Sinn der Araber und es ist fast wunderbar, mit welcher Leichtigkeit sich die bis dahin als Nomaden in den einfachsten Kulturverhältnissen lebenden Araber in ihre neue Stellung als Beherrscher cultivirter Völker hineinfanden, — wie schnell sie die Civilisation aufnahmen, ohne ihre Besonderheiten aufzugeben, — ja es dahin zu bringen wußten, daß das Arabische in allen eroberten Ländern alsbald zur Schriftsprache wurde. Als der Khalife Abu Giafar, genannt *Al-Manſor* oder der Siegreiche, um 764 Bagdad erbaute, erhob sich diese äußerst günstig gelegene Stadt bald zu hoher materieller Blüthe und, da sie den sonst überall verſcheuchten Mufen Vorſchub leistete¹⁾, nicht weniger zu einem neuen Sitze der Gelehrſamkeit. Letztere wurde beſonders auch von *Al-Manſor's* Sohne *Harun*, genannt *Al-Maſchid* oder der Gerechte, begünstigt und ſelbſt gepflegt, ja es iſt dieſem Fürſten für die Araber ungefähr dieſelbe Bedeutung zuzuschreiben, welche ſein Zeitgenoſſe *Karl der Große*²⁾ für das Abendland hatte. Nicht nur gründete er in Bagdad, Samarſand u. hohe Schulen und begann, unbekümmert um die Vorwürfe orthodoxer Moham-medaner, durch chriſtliche Syrer die heidniſchen Bücher der Griechen auf Staatskoſten ins Arabiſche überſetzen zu laſſen, ſondern er wußte auch den ihm 786 gebornen *Abdallah Al-Mamum* ſo für die Wiſſenſchaften zu gewinnen, daß er 808 mit dem Bewußtſein ſterben konnte, die von ihm begonnene Culturarbeit durch ſeinen Nachfolger fortgeführt zu ſehen. Und in der That war *Al-Mamum* nicht nur ebenſo tolerant wie ſein Vater und ließ

¹⁾ So ließ ſchon *Al-Manſor*, dem die Aſtronomie zur Regirung des Cultus und Kalenders beſonders wichtig erſchien, ein unter dem Namen „*Sindhind*“ oder „*Siddhanta*“ aus Indien erhaltenes, manche dorthin durch exilirte Griechen eingeführte Kenntniſſe überlieferndes Lehrbuch der Aſtronomie, auf ſeine Koſten ins Arabiſche überſetzen. ²⁾ Vergl. 27.

Jedem, ohne im Mindesten auf sein Bekenntniß zu sehen, nach Maafgabe seiner Leistungen Ehre und Belohnung angedeihen, — sondern stellte unter den Friedensbedingungen, welche er dem von ihm besiegten griechischen Kaiser Michael II., dem Stammler, vorzuschreiben hatte, in erster Linie diejenige, ihm fehlende griechische Manuscripte abzuliefern, damit er sie ins Arabische übertragen lassen könne, und so gab er seinem Volk bald in Aristoteles, Euklid, Ptolemäus zc.^{*)} die besten vorhandenen Lehrer, ja rettete auch für uns so ziemlich Alles, was überhaupt noch zu retten war. Ferner ließ Al-Mamun in der Nähe von Bagdad eine Sternwarte erbauen^{†)}, auf welcher er theils mit seinem Hauptastronomen Achmed Mohammed Ebn Kothair, genannt Al-Fergani oder der Rechner^{‡)}, häufig selbst beobachtete, theils ein ganzes Collegium von andern tüchtigen Männern unterhielt, welche Instrumente zu construiren, in den Beobachtungen, über deren wichtigste förmliche Protokolle aufgenommen wurden, abzuwechseln, und ihre Berechnung zu besorgen hatten. Ueberdies ordnete Al-Mamun 827 eine Messung zur Bestimmung der Größe der Erde an^{§)}, — und war überhaupt bis zu seinem leider schon 833 erfolgten Tode für die Wissenschaften in jeder Weise thätig^{¶)}. — Von den Gelehrten, die unter den nächsten Nachfolgern von Al-Mamun theils in Bagdad und Damaskus, theils in dem später rasch aufblühenden Cairo lebten, sind hier namentlich Al-bategnius, Abul-Wefa und Ibn Junis zu nennen: Der um die Mitte des neunten Jahrhunderts zu Bata in Mesopotamien geborene und etwa 928 verstorbene arabische Prinz Mohammed Ben-Geber Ben-Senan Abu-Abdallah Al-Batani oder Al-bateg-

*) Vergl. 3. B. 63.

†) Auch Damaskus soll damals eine Sternwarte erhalten haben.

‡) Vergl. für ihn 65. §) Vergl. 50.

¶) Vergl. für Al-Mamun und überhaupt für die Araber die auch von mir vielfach benutzte treffliche Schrift des leider zu früh verstorbenen Hermann Panfel „Zur Geschichte der Mathematik im Alterthum und Mittelalter. Leipzig 1874 in 8“, — ebenso außer den schon erwähnten Schriften von Sedillot dessen „Histoire des Arabes. Paris 1854 in 8.“

nus wird für den größten arabischen Astronomen gehalten, — ja als ein zweiter Ptolemäus betrachtet, was insofern mit Recht geschieht, als er diesen großen Griechen zwar zum Führer nahm, aber ihm nicht unbedingt folgte, sondern seine Theorien Schritt für Schritt prüfte, und namentlich seine Zahlenangaben unter Zugrundelegung neuer Beobachtungen vielfach revidirte und verbesserte⁹⁾. Er war jedenfalls ein fleißiger Beobachter, wie uns sein zwar leider nur in einer schlechten lateinischen Uebersetzung von Plato Tiburtinus erhaltenes „Liber de motu stellarum“¹⁰⁾ beweist, in welchem er eine Menge von ihm zu Aracta in Mesopotamien, zu Damaskus in Syrien u. gemachter Beobachtungen mittheilt. Ferner war er ein geschickter Rechner¹¹⁾ und seine bereits erwähnte Entdeckung der Bewegung des Apogeums der Sonne¹²⁾ macht ihm ebenfalls große Ehre. — Abul-Wefa wurde im Jahre 939 zu Bouzhan im Nordosten von Persien geboren, siedelte aber schon im 20. Jahre seines Alters nach dem nunmehr unter persische Bottschaft gelangten Bagdad über, wo er sich bald als mathematischer Lehrer und Schriftsteller großes Ansehen erwarb, ferner viel beobachtete, — dabei einer der Ersten war, der die Wandelsterne in allen Theilen ihrer Bahn verfolgte, und noch der neuen Sternwarte, welche der Emir Saraf-ed-baula speciell zu diesem Zwecke zu Bagdad im Garten seines Pallastes erbauen ließ, bis zu seinem 998 erfolgten Tode rühmlichst vorstand. Auch unter dem Namen Mohammed ben Jahya bekannt, soll er Euklid und Diophant commentirt, eine Arithmetik und Anderes geschrieben haben; voraus aber verdankt man ihm das den Titel „Almagestum sive systema astronomicum“ führende merkwürdige Sammelwerk, von dem bereits die Rede gewesen ist und noch später die Rede sein wird¹³⁾, und das Abul-Wefa entschieden unter die verdientesten arabischen Astronomen einreicht. Endlich mag noch als Curiosität angeführt werden, daß Arago

⁹⁾ Vergl. z. B. 20 und 49.

¹⁰⁾ Es wurde mit Zusätzen von Regiomontan „Norimb. 1537 in 4. (Auch Bononiae 1645)“ aufgelegt. ¹¹⁾ Vergl. 36. ¹²⁾ Vergl. 20. ¹³⁾ Vergl. 22, 36 und 65.