

Durchmesser der Planeten zusammen. Der Winkel, unter welchem die verschiedenen Planeten erscheinen, ist folgender:

	Zur Zeit der	
	oberen Conjunct.	unteren Conjunct.
Mercur	4"	12"
Venus	9,3	64
	Conjunction	Opposition
Mars	4"	27"
Jupiter	30	49
Saturn	15	21

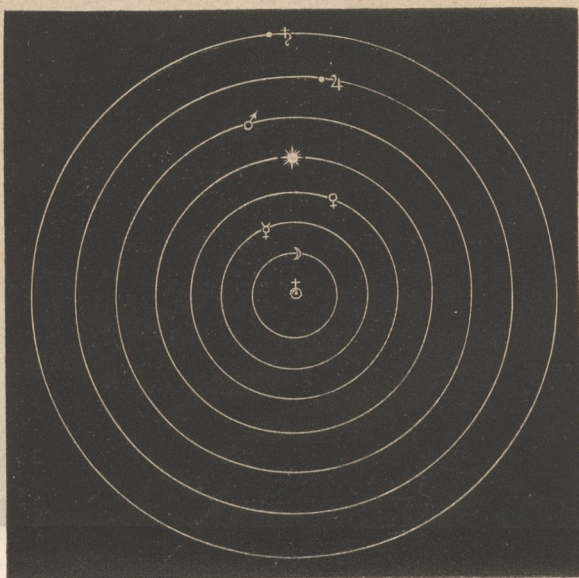
Die oberen Planeten erscheinen, durch hinlänglich vergrößernde Fernrohre gesehen, stets als runde Scheiben; anders verhält es sich mit den beiden unteren Planeten, welche Phasen zeigen, die denen unseres Mondes ähnlich sind. In der Nähe der oberen Conjunction erscheint die Venus als volle Scheibe, zur Zeit der größten Elongation ist sie ungefähr halb voll, und je mehr sie sich der unteren Conjunction nähert, desto mehr wird sie sichelförmig, während zugleich ihr Durchmesser wächst, wie dies Fig. 79 zeigt.

Mit bloßem Auge sind die Phasen der Venus nicht sichtbar; sie wurden von Galiläi mit dem von ihm construirten Fernrohre entdeckt.

Wir werden später diesen Punkt noch ausführlicher besprechen.

Ptolemäisches, Aegyptisches und Tychonisches Planeten-49 system. Einer der Ersten, welche es versuchten, die Planetenbewegungen zu

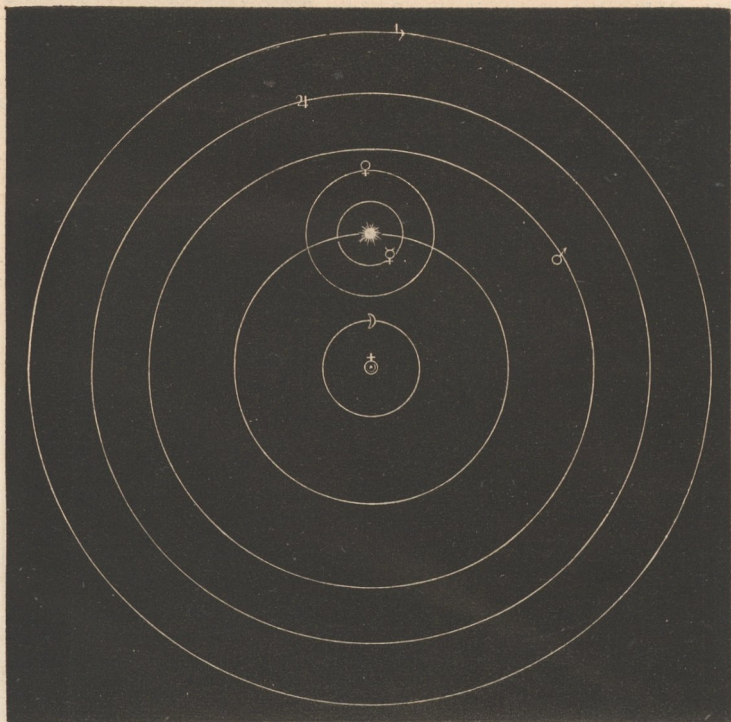
Fig. 80.



erklären, scheint Ptolemäus gewesen zu sein, welcher in der Mitte des zweiten Jahrhunderts zu Alexandrien lebte. Er stellte die Erde in die Mitte des Weltalls und um sie sollten dann der Mond, die Sonne und die fünf damals bekannten Planeten kreisen, und zwar ordnete er sie nach ihren mittleren scheinbaren Geschwindigkeiten so, daß diejenigen, welche schneller ihren Ort unter den Fixsternen ändern, die der Erde näheren sein sollten; von der Erde ausgehend, folgten sich demnach die Planeten sammt Mond und Sonne in folgender Ordnung: Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Fig. 80 (a. v. S.) stellt die Grundidee des Ptolemäischen Systems dar.

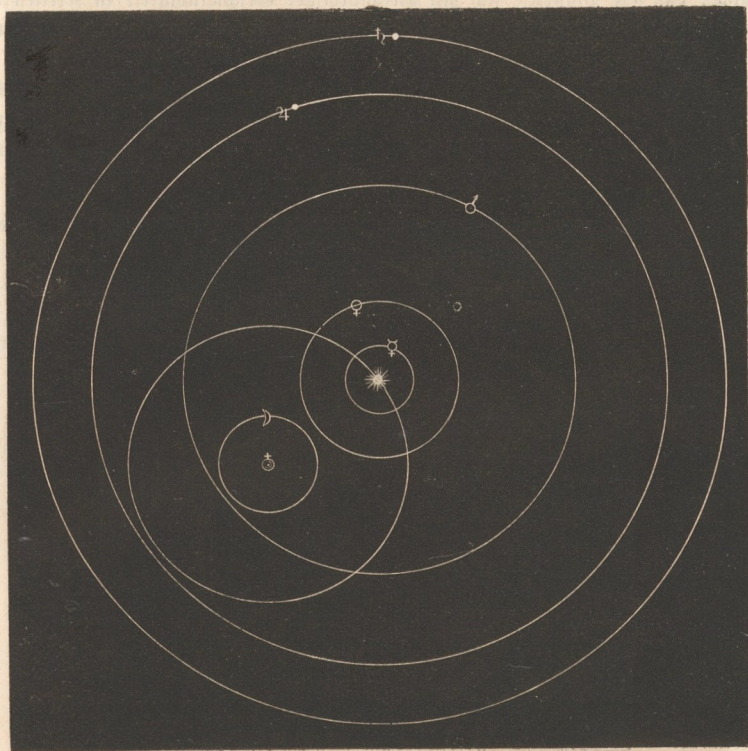
Nach diesem System ist nicht einzusehen, warum Venus und Mercur sich stets in der Nähe der Sonne aufhalten, warum sie nicht ebenfalls mit ihr in Opposition treten, wie die übrigen Planeten. Diesem Widerspruch suchten schon die älteren Astronomen durch eine Modification des Ptolemäischen Systemes abzuhelpfen, indem sie annahmen, daß Mond, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn in der angeführten Ordnung um die Erde laufen, daß aber Mercur und Venus sich in Kreisen bewegen, deren Mittelpunkt die Sonne ist. Dieses Planetensystem wird das Aegyptische genannt; es ist in Fig. 81 dargestellt.

Fig. 81.



Tycho de Brahe endlich stellt gleichfalls die Erde in den Mittelpunkt des Weltalls und läßt um sie den Mond und die Sonne kreisen. Die Sonne aber bildet den Mittelpunkt für die Bahnen der Planeten. Die Entfernung der unteren von der Sonne ist kleiner, die der oberen ist größer als der Abstand der Sonne von der Erde, wie Fig. 82 darstellt.

Fig. 82.



Wir haben eben die drei genannten Planetensysteme nur in ihrer rohesten Form betrachtet, in welcher sie von den Ungleichförmigkeiten im Laufe der Planeten durchaus keine Rechenschaft geben. Um diese Ungleichförmigkeiten zu erklären, müssen noch Modificationen angebracht werden, die wir sogleich näher betrachten wollen.

Die Alten unterschieden zweierlei Ungleichheiten im Laufe der Planeten.

Die erste Ungleichheit besteht darin, daß die Planeten sich keineswegs mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegen, daß sie bald schneller, bald langsamer in ihrer Bahn voranschreiten, wie wir dies auch schon bei der Sonne gesehen haben.

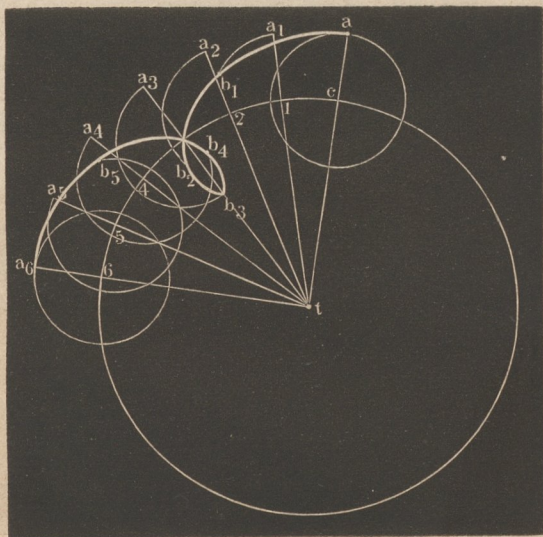
Diese erste Ungleichheit suchte man, wie bei der Sonne, durch die Annahme des excentrischen Kreises zu erklären.

Die zweite Ungleichheit kommt weder beim Monde noch bei der Sonne, sondern nur bei den Planeten vor; sie besteht darin, daß ihre rechtläufige Bewegung in gewissen Zeiten aufhört und in eine rückläufige, retrograde, sich verwandelt, wodurch dann die erwähnten Schleifen und Schlingen entstehen.

Diese zweite Ungleichheit suchte man in den genannten drei älteren Planetensystemen durch die Theorie der Epicyklen zu erklären, indem man annahm, daß die Planeten sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit in Kreisen bewegen, deren Mittelpunkte selbst wieder einen Kreis um einen festen oder auch selbst wieder beweglichen Mittelpunkt beschreiben.

Diese in der That ganz sinnreiche Theorie erklärt der Art nach alle die sonderbaren Unregelmäßigkeiten, welche wir bereits kennen lernten. Die Figur 83 soll das Wesen dieser epicyklischen Bewegung anschaulich machen. Der Kör-

Fig. 83.



per a bewege sich in einem Kreise, dessen Radius ca ist und dessen Mittelpunkt c selbst wieder einen Kreis um den Punkt t beschreibt, und zwar möge der Körper a einen Umlauf um c vollenden, während dieser Mittelpunkt selbst von c bis 6 fortschreitet. Es ergibt sich dann leicht aus dem Anblick der Figur, daß a der Reihe nach die Punkte b_1, b_2, b_3 u. s. w. passiert, daß also $a b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 a_6$ der Weg im Raume ist, den der Körper a in Folge seiner epicyklischen Bewegung zurücklegt.

Eine solche Curve $a b_1 b_2 b_3$ u. s. w. wird eine Epicykloide genannt.

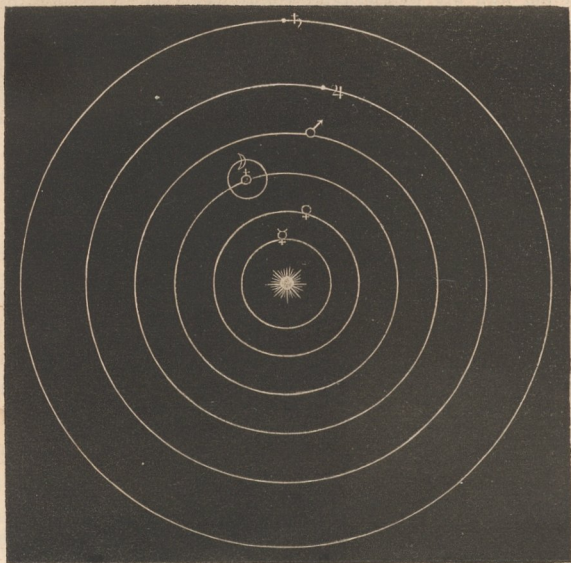
Der Kreis, in welchem sich a in Beziehung auf den selbst fortschreitenden Mittelpunkt c bewegt, wird der Epicykel genannt; der Kreis aber, welchen der Mittelpunkt c des Epicykels beschreibt, wird der deferirende Kreis oder der Deferent genannt.

Man sieht wohl ein, daß sich auf diese Weise der Stillstand und die rückläufige Bewegung der Planeten im Allgemeinen recht gut erklären lassen, wenn man an die Stelle der einfachen Kreise in Fig. 80, 81 oder 82 solche Epicykloiden von entsprechender Gestalt setzt. Was die Gestalt der Epicykloiden betrifft, so hängt dieselbe einerseits von dem Verhältniß der Radien ea und ct des Epicykels und des Deferenten, und dann wieder von dem Verhältniß der Geschwindigkeiten ab, mit welchen die Planeten den Epicykel und der Mittelpunkt des Epicykels, den Deferenten, durchlaufen.

Die Zeit, in welcher der Epicykel durchlaufen wird, ist die synodische Umlaufszeit, die Zeit hingegen, in welcher der Mittelpunkt des Epicykels den Umfang des deferirenden Kreises zurücklegt, ist gleich der siderischen Umlaufszeit des Planeten zu setzen.

Das Copernicanische Weltsystem. Copernicus kehrte das Pto- 50
lemäische Planetensystem geradezu um, indem er die Sonne als den Mittelpunkt des Weltalls annahm und die Erde in die Reihe der sie umkreisenden Planeten setzte. Um die Sonne zunächst kreisen, nach seiner Annahme, der Mercur und die Venus, dann folgt die Erde, welche wieder vom Monde umkreist wird, ferner Mars, Jupiter und Saturn (Fig. 84).

Fig. 84.



Das Ptolemäische Weltsystem in seiner ursprünglichen Form war durchaus einfach und symmetrisch; diese Symmetrie wurde aber durch die Einführung der excentrischen Kreise und namentlich durch die Epicykeln gestört, deren man bedurfte, um die Erscheinungen am Himmel mit der Theorie in Uebereinstimmung zu bringen. Dadurch war die Einheit und Harmonie des Weltgebäudes