Die Kepler'schen Gesetze

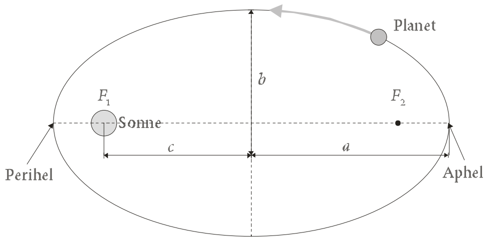
Johannes Kepler (1571 – 1630) versuchte, die Bewegung der Planeten mit einfachen geometrischen Gesetzen zu beschreiben. Um seine Ideen an genauerem Beobachtungsmaterial überprüfen zu können, zog er zum kaiserlichen Hofastronomen Tycho Brahe nach Prag. Dieser besass die besten Messinstrumente der damaligen Zeit. (Messgenauigkeit ca. 1 Winkelminute ohne Fernrohr!)

Die Auswertung des riesigen Zahlenmaterials von Brahe zeigte, dass die Beschreibung mit Hilfe von Kreisbahnen nicht möglich war. Kepler wagte nun einen ungeheuren Schritt weg von der aristotelischen Vorstellung von der gleichförmigen Kreisbewegung: Er zog die Ellipse als mögliche Bahnform in Betracht und war mit dieser Hypothese erfolgreich.

Seine Ergebnisse fasste Kepler in drei Gesetzen zusammen, die in zwei Büchern („Astronomia nova", 1609; „Harmonices mundi", 1619) veröffentlicht wurden.

1. Kepler'sches Gesetz

Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren gemeinsamem Brennpunkt die Sonne steht.



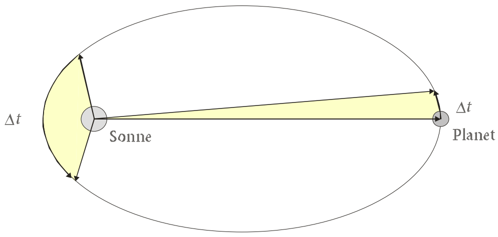
a grosse Bahnhalbachse
b kleine Bahnhalbachse
c lineare Exzentrizität

Die Ellipse ist in der Abbildung stark übertrieben dargestellt. In Wirklichkeit weichen die Planetenbahnen nur leicht von Kreisbahnen ab. (*numerische Exzentrizität* $\varepsilon = c/a \cong 0$)

Der Punkt der Planetenbahn, welcher der Sonne am nächsten liegt, heisst *Perihel*, derjenige mit der grössten Entfernung *Aphel*.

2. Kepler'sches Gesetz (Flächensatz)

Die Verbindungsstrecke Sonne – Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleich grosse Flächen.



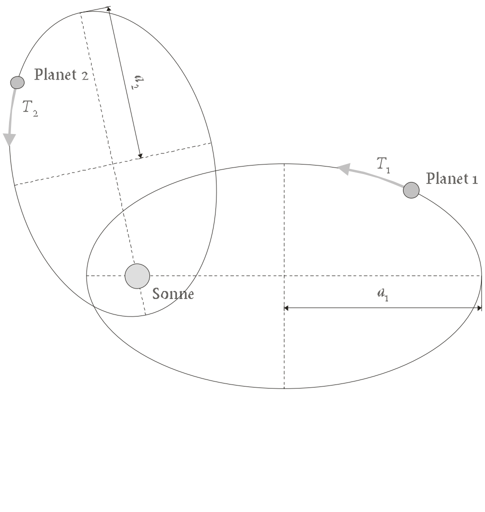
Als direkte Folge aus dem Flächensatz folgt, dass sich der Planet auf seiner Bahn in der Nähe der Sonne schneller bewegt als weit weg. Die grösste Geschwindigkeit erreicht er im Perihel, die kleinste im Aphel.

Die Geschwindigkeit verhält sich *umgekehrt proportional* zum Sonnenabstand.

3. Kepler'sches Gesetz

Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Kuben ihrer grossen Bahnhalbachsen:

$$T_1^2 : T_2^2 = a_1^3 : a_2^3$$



Die Umlaufzeit nimmt also mit zunehmender Entfernung eines Planeten von der Sonne mehr als proportional zu.

Das 3. Keplersche Gesetz kann auch geschrieben werden als

$$\frac{T_1^{\,2}}{a_1^{\,3}} = \frac{T_2^{\,2}}{a_2^{\,3}} = \cdots \quad \text{oder} \quad \frac{T^2}{a^3} = \text{konstant}$$