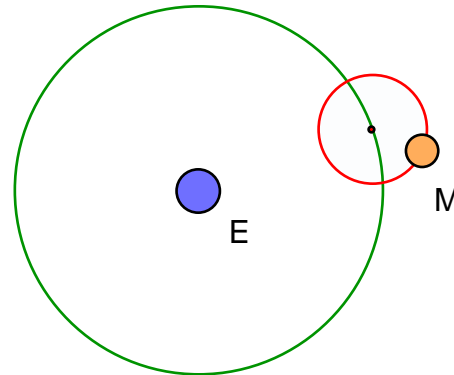


Die im letzten Kapitel beschriebene Schleifenbahn der Planeten macht die Bahnbeschreibung im geozentrischen Weltbild relativ kompliziert (siehe Bild). Animation auf Leifiphysik, Suchbegriff „schleifenbahnen epizykeln“.

2.2 Die Kepler-Gesetze

Bahnbeschreibung mit Epizykeln



Um die komplizierten Schleifenbahnen in einem mathematischen Modell beschreiben zu können, verwendete man im geozentrischen System eine Kombination von zwei Kreisen, wobei der kleinere auf dem Umfang des größeren entlang läuft

Die "Ungenauigkeit" der Planetenbahnen

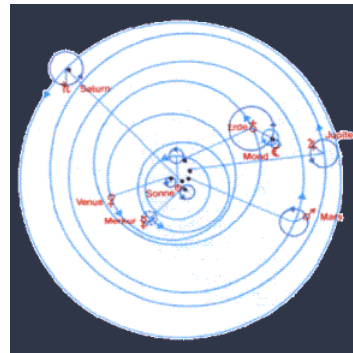


Abb. aus kepler-gesellschaft.de

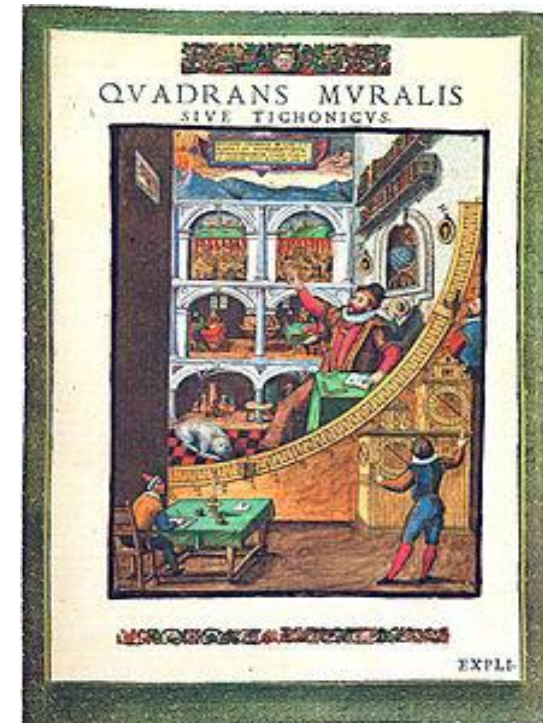
Auch Kopernikus benötigte in seinem heliozentrischen Modell Epizykeln, da die Planetenbahnen nicht genau kreisförmig sind. Deshalb fand dieses Weltbild auch in der Wissenschaft wenig Freunde.

Abb. aus wikipedia.de

Im heliozentrischen Weltbild sollte die Notwendigkeit für Epizykeln entfallen (das liest man auch häufig), tatsächlich war das für Kopernikus nicht der Fall. Die mathematische Beschreibung blieb weiterhin kompliziert.

Die Vermessung durch Tycho Brahe

Der Däne Tycho Brahe revolutionierte die Genauigkeit astronomischer Positionsmessungen, in dem er animiert durch den Augsburger Paul Hainzel zur Bestimmung der Winkel nicht mehr kleine Metallskalen, sondern eine große, gemauerte Skala (Mauerquadrant) verwendete.

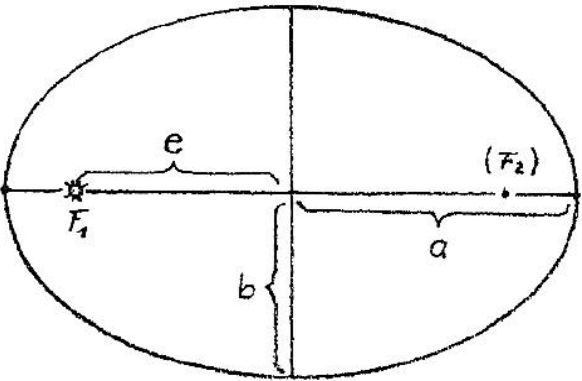


Die Messgenauigkeit war von den Ägyptern bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts praktisch unverändert geblieben.

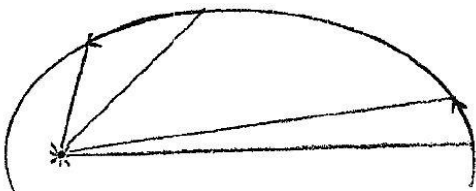
Auf der Basis der genaueren Daten von Tycho Brahe gelang Johannes Kepler der entscheidende Schritt: die Abkehr vom der "göttlichen" Kreisform und die Nutzung der mathematischen Ellipse zur Beschreibung der Planetenbahn. Diese passte exakt zu den Beobachtungsdaten und machte die komplizierten Epizykelsysteme unnötig. Alle drei Keplergesetze sind animiert auf Leifiphysik: Teilgebiet Astronomie – Planetensystem.

Die 3 Gesetze von Kepler

Die Planeten bewegen sich um die Sonne.
Dabei steht die Sonne in einem der der Ellipse.



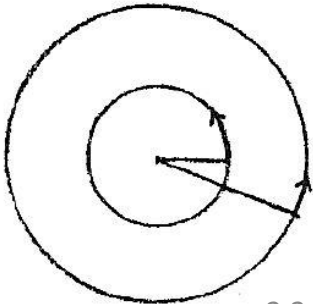
Der Fahrstrahl Sonne-Planet überstreicht in
.....



Die **der Umlaufzeiten zweier** Planeten verhalten sich
wie die **der großen Halbachsen** der Ellipsen.

Beachte:

Die Gesetze gelten jeweils für **alle Körper, die dasselbe Zentralgestirn** (z.B. die Sonne) umrunden, also auch Raumsonden oder Kometen.



Musteraufgabe: Komet Halley

Seit 240 v.Chr. wurden Sichtungen des Kometen dokumentiert, der bei Annäherung an die Erde mit bloßem Auge beobachtet werden kann. Eine Begegnung fällt in die Lebenszeit des Malers Giotto, der die typische Kometenform 1306 in seinem berühmten Bild "Anbetung der Könige" über dem Stall von Bethlehem dargestellt hat.

Halley umläuft die Sonne auf einer stark elliptischen Bahn mit einer Umlaufdauer von 76,1 a und erreicht dabei einen maximalen Abstand von der Sonne von 35,4 AE.

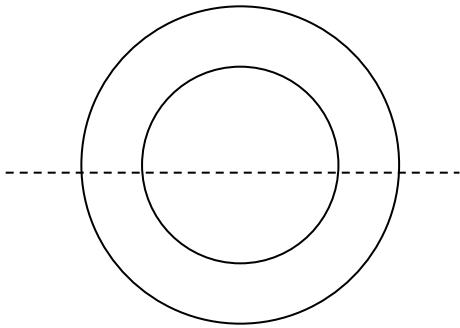
- a) Berechne die große Halbachse seiner Bahn.**
- b) Stelle seine Bahn maßstabsgetreu in einer Zeichnung dar.**
- c) Berechne den kleinsten Abstand von der Sonne.**
- d) Beurteile unter Berücksichtigung der Ergebnisse, ob Halley eine Gefahr für die Erde darstellen könnte.**



Übungsaufgabe: Bestimmung der astronomischen Einheit

Für den zeitlichen Abstand zwischen zwei unteren Venus-Konjunktionen (mit der Sonne) bestimmt man 586 d.

- Berechne die siderische Umlaufdauer der Venus.
- Berechne den mittleren Abstand Venus-Sonne (= Länge der großen Halbachse).
- In der unteren Konjunktion benötigt das Echo eines Radarsignals, das von der Erde ausgesandt wird, etwa 276 s bis zur Rückkehr zur Erde. Bestimme daraus den Wert für die astronomische Einheit AE.



Selbst-Check:

- Planetenbahnen und Epizykel
- Ellipsenbahn
- Flächensatz
- Abstandsberechnung

Aufgaben:

Hier passt perfekt der Leifitest zu den Keplerschen Gesetzen. Suchbegriff auf Leifiphysik: „quiz kepler“.

Wenn die Erde das Zentralgestirn darstellt, lässt sich das 3. Keplergesetz entsprechend verwenden, darum geht es in der Leifiaufgabe „Umlaufdauer eines Satelliten“. Suchbegriff auf Leifiphysik: „umlaufdauer satellit“.