

Astronomie 0

Sommersemester 2026

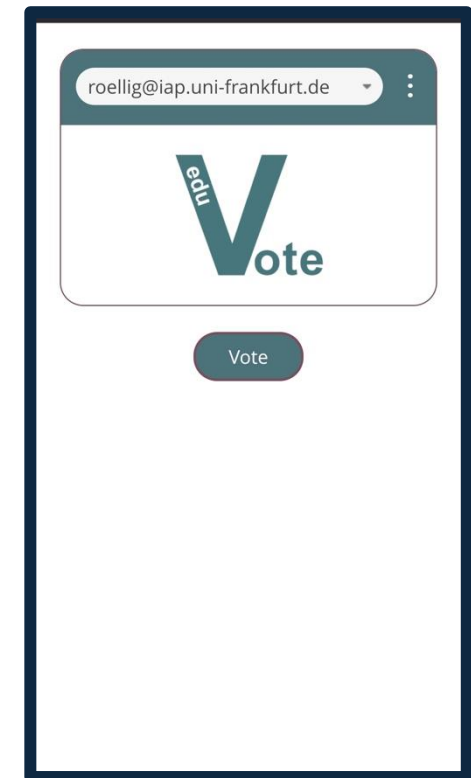
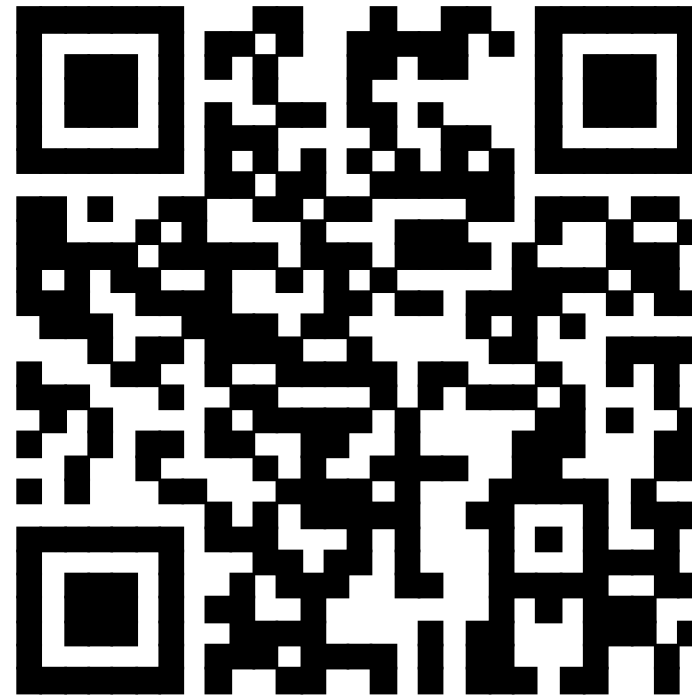
PD Dr. Tanja Heftrich & PD Dr. Markus Röllig

Themenübersicht – Semester

- Die Himmelskugel
 - Koordinaten, scheinbare Bewegung
 - Zeitsysteme, Jahreszeiten
- Himmelsmechanik
 - Keplersche Gesetze
 - Newtonsche Gravitation, Umlaufbahnen
- Kontinuierliches Spektrum – Schwarzkörperstrahlung
- Wechselwirkung von Licht und Materie
- Spezielle Relativitätstheorie (Grundkonzepte in der Astrophysik)
- Teleskope und Detektoren
- Physikalische Prozesse im Sonnensystem
- Terrestrische vs. Riesenplaneten
- Kleinplaneten – Asteroiden, Kometen, Kuipergürtel
- Entstehung von Planetensystemen

Quiz/Umfragen per eduVote

- Wir benutzen eduVote , ein Online-Umfragewerkzeug
- Teilnahme erfolgt anonym und ohne Registrierung
- Bitte gehen sie auf www.vot.ac und geben roellig@iap.uni-frankfurt.de in das ID-Feld ein
- Oder Sie benutzen den QR-Code
- Drücken Sie „vote“ sobald die Abstimmung startet.

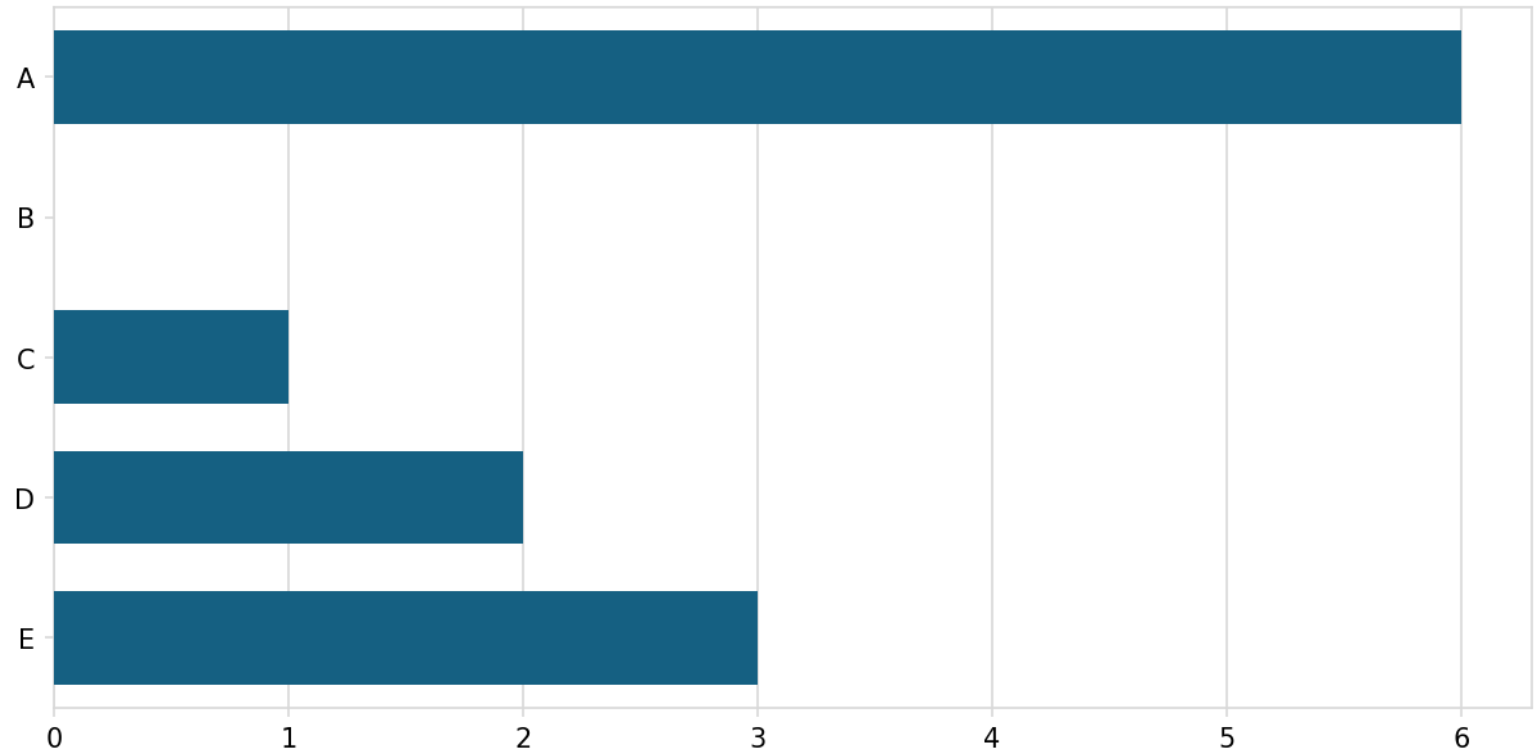


Quiz



In welchem Semester studieren Sie?

- A) 1. Semester
- B) 2. Semester
- C) 3. Semester
- D) 4. Semester
- E) 5+. Semester



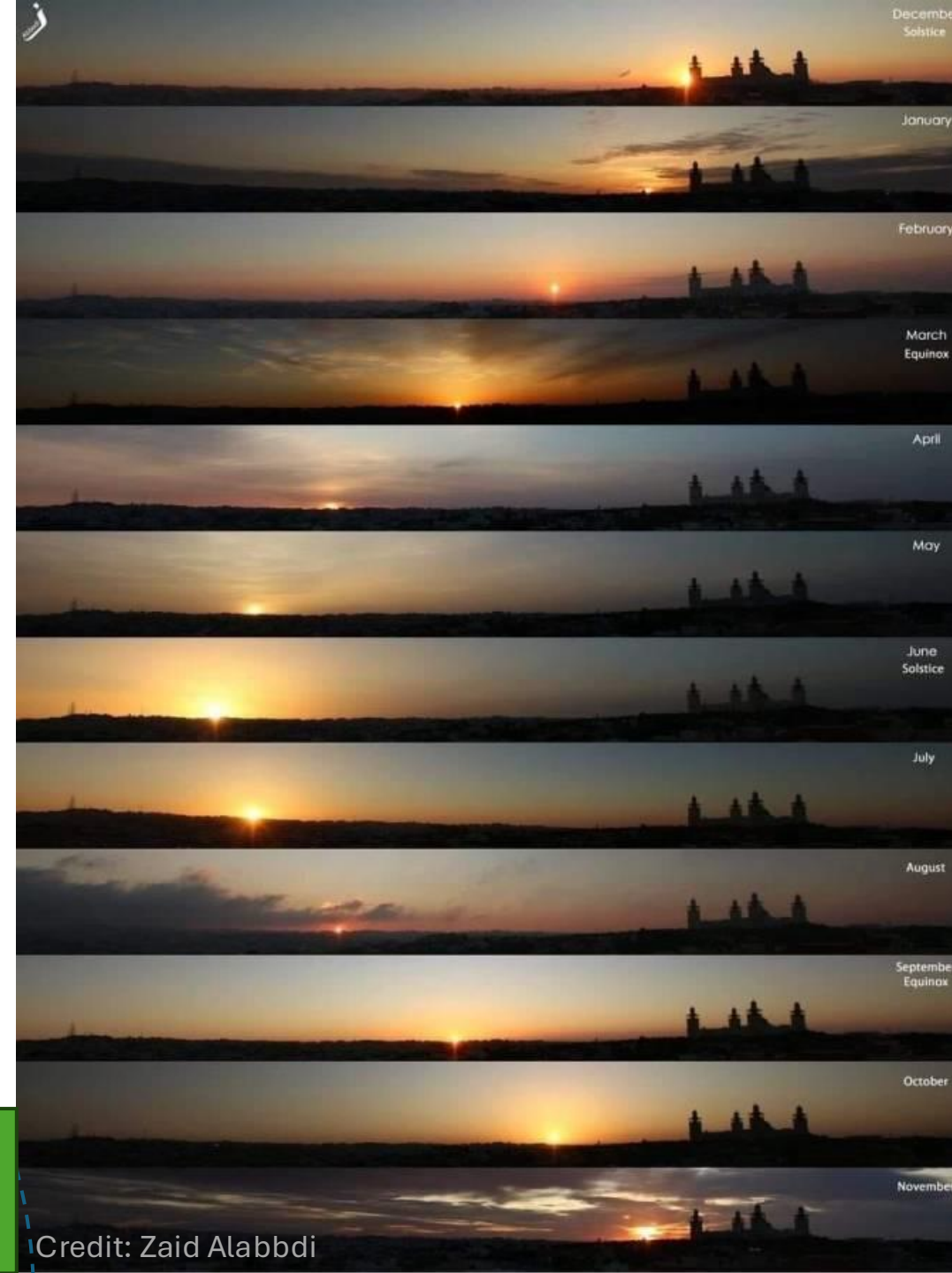
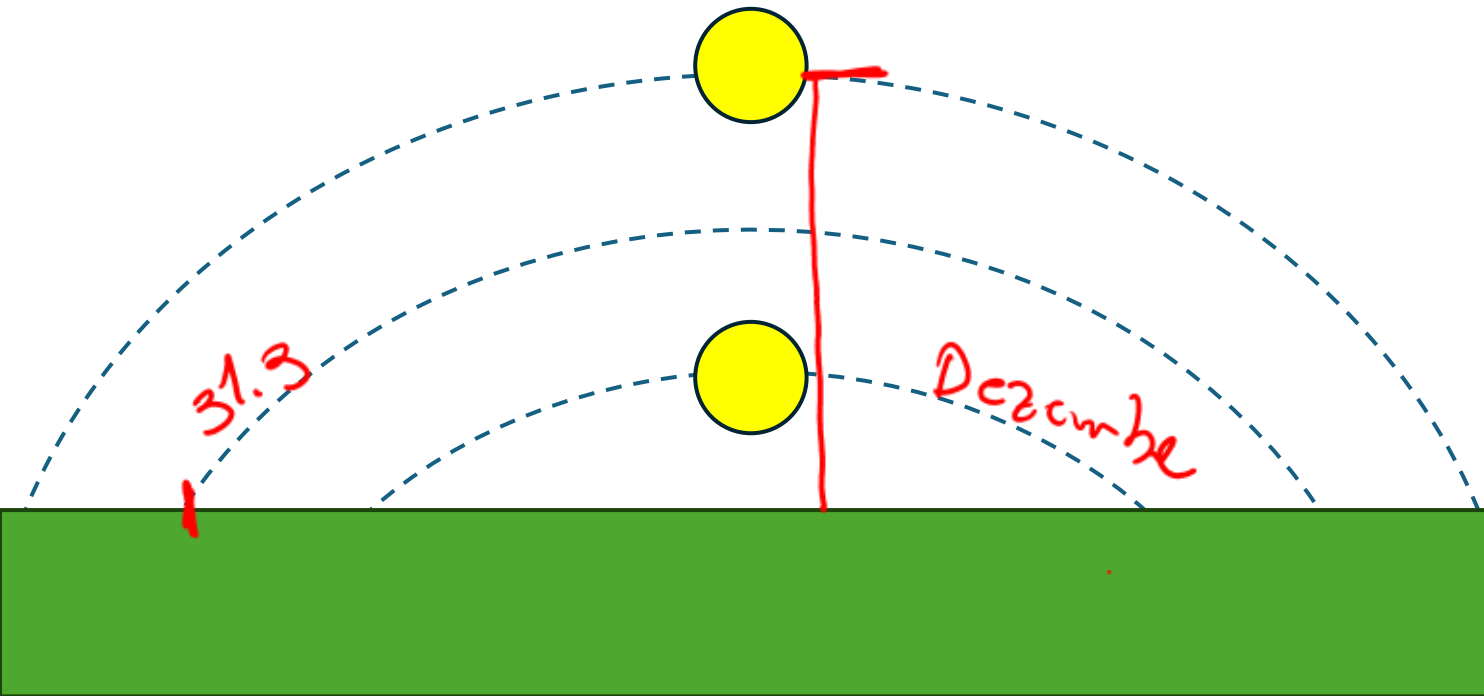
ID = roellig@iap.uni-frankfurt.de
12 Teilnehmer / Umfrage geschlossen

Die Himmelskugel

Koordinaten, scheinbare Bewegung

Die griechische Tradition

- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
 - Gang der Sonne variiert über das Jahr



Die griechische Tradition

- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
 - Gang der Sonne variiert über das Jahr
 - Sterne bewegen sich gleichmäßig von Ost nach West
 - Rotieren um gemeinsame Achse



Credit: Zar, YouTube

Die griechische Tradition

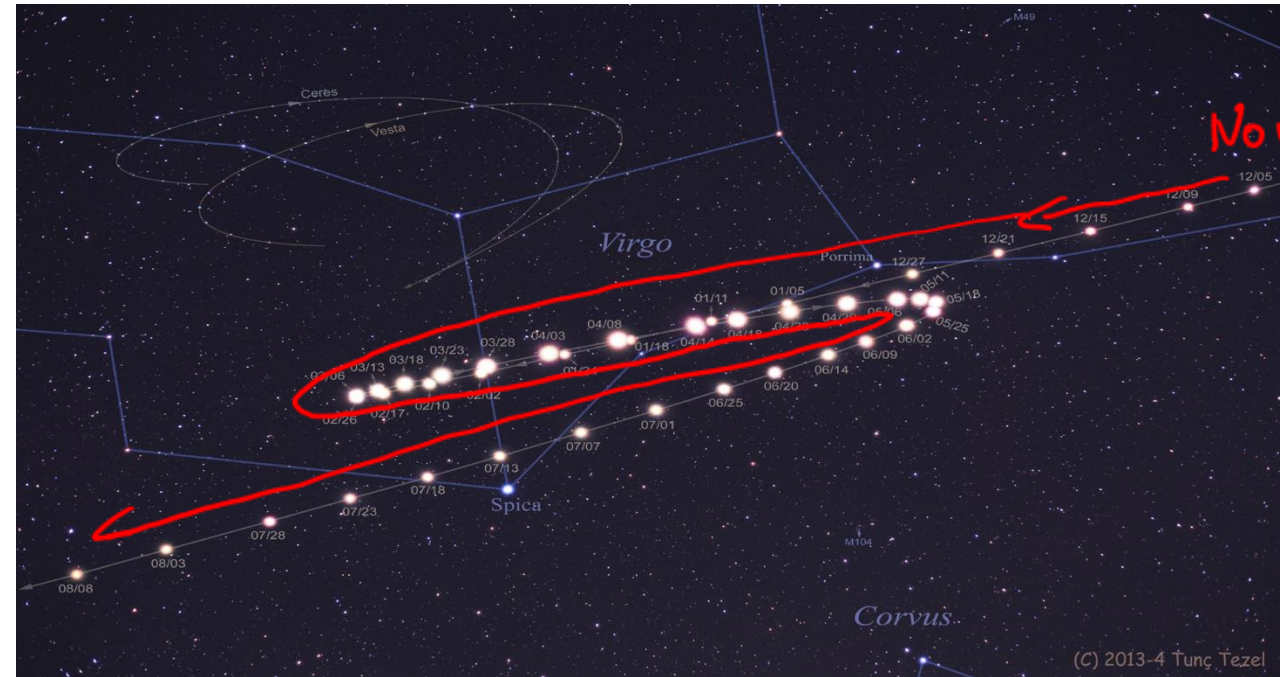
- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
 - Gang der Sonne variiert über das Jahr
 - Sterne bewegen sich gleichmäßig von Ost nach West
 - Rotieren um gemeinsame Achse
 - Sternenhimmel variiert mit den Jahreszeiten



Credit:Tunc Tezel

Die griechische Tradition

- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
 - Gang der Sonne variiert über das Jahr
 - Sterne bewegen sich gleichmäßig von Ost nach West
 - Rotieren um gemeinsame Achse
 - Sternenhimmel variiert mit den Jahreszeiten
 - Planeten „wandern“ durch den Himmel



Credit: Tunc Tezel

Die griechische Tradition

- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
 - Gang der Sonne variiert über das Jahr
 - Sterne bewegen sich gleichmäßig von Ost nach West
 - Rotieren um gemeinsame Achse
 - Sternenhimmel variiert mit den Jahreszeiten
 - Planeten „wandern“ durch den Himmel
 - Mond zeigt Phasen



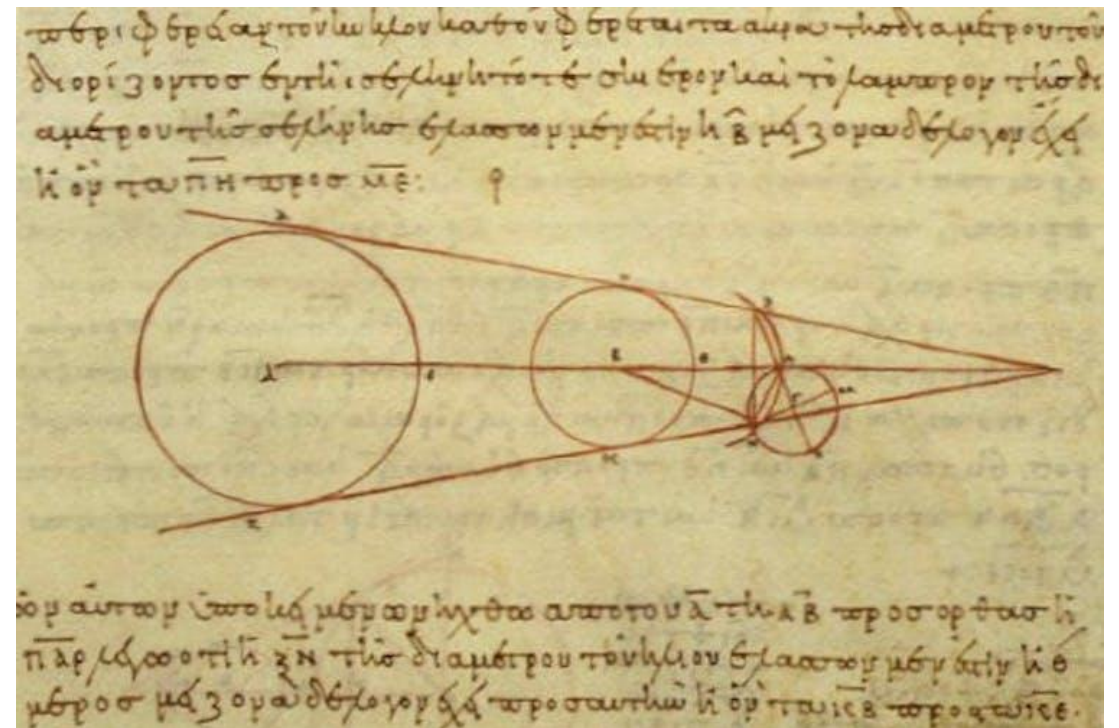
Die griechische Tradition

- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
 - Gang der Sonne variiert über das Jahr
 - Sterne bewegen sich gleichmäßig von Ost nach West
 - Rotieren um gemeinsame Achse
 - Sternenhimmel variiert mit den Jahreszeiten
 - Planeten „wandern“ durch den Himmel
 - Mond zeigt Phasen



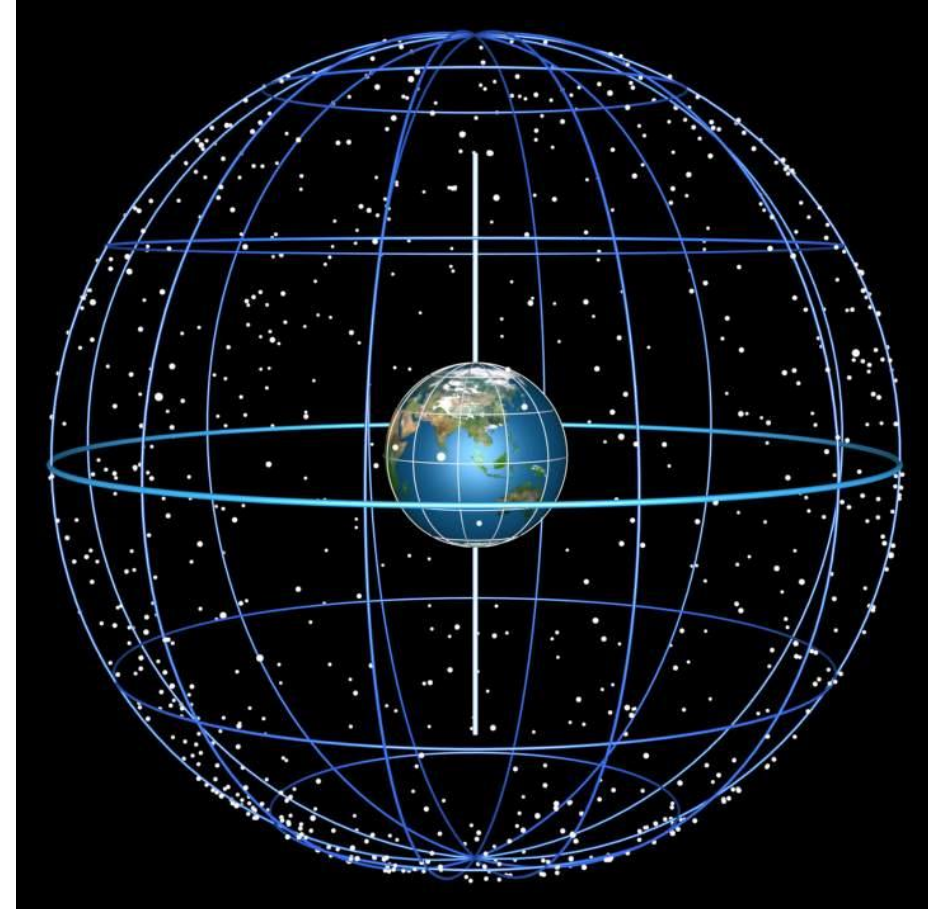
Die griechische Tradition

- Sorgfältige Beobachtung des Himmels
- Anwendung von Geometrie und Mathematik auf die Beobachtung des Himmels (z. Bsp. Pythagoras, ca. 550 v.u.Z.)



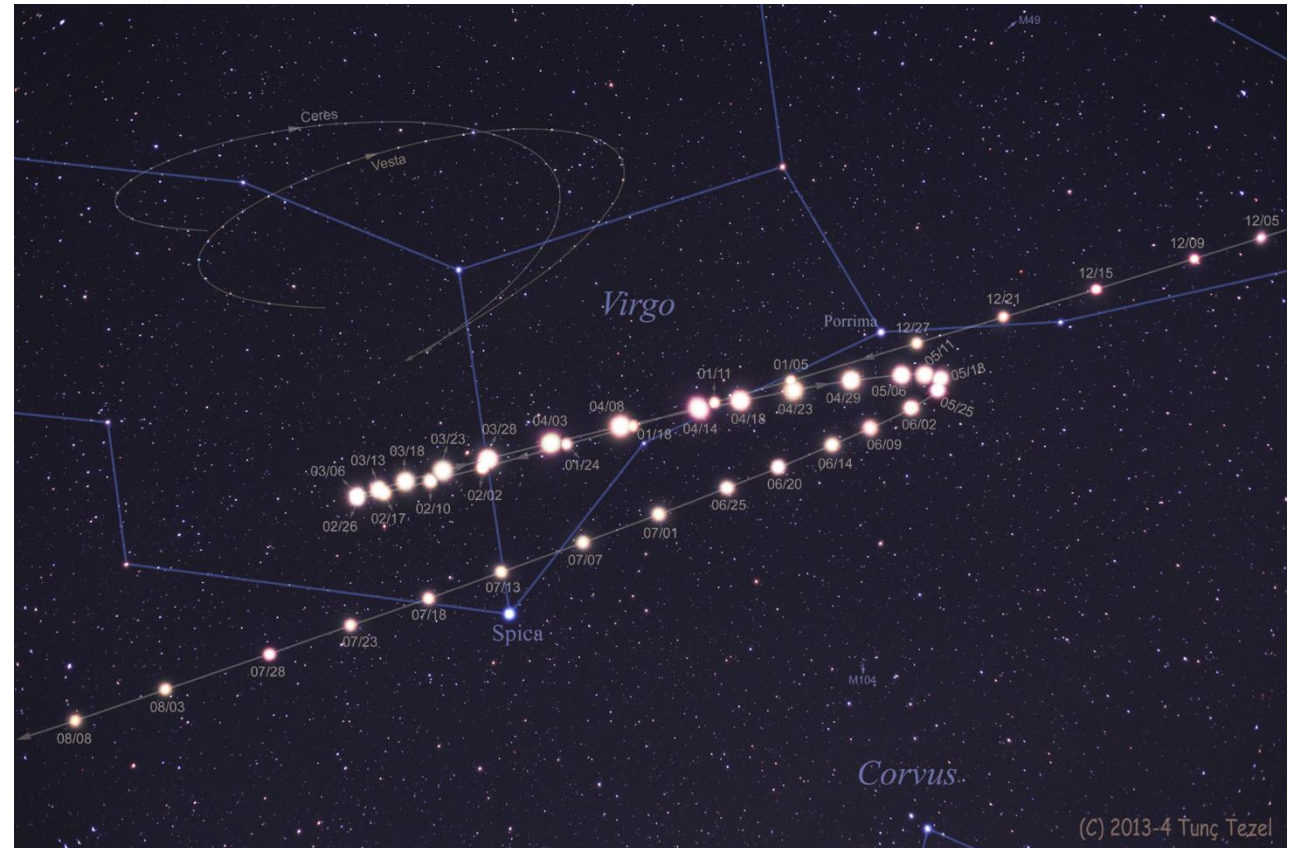
Das Geozentrische Universum

- Plato, ca. 350 v.u.Z.
 - Himmlische Körper drehen sich gleichförmig um die Erde
 - Sterne stehen fest auf einer Himmelskugel
 - Rotation um eine Achse, die durch den Nord- und Südpol der Erde geht
- **PROBLEM: (rückläufige) Bewegung der Planeten**



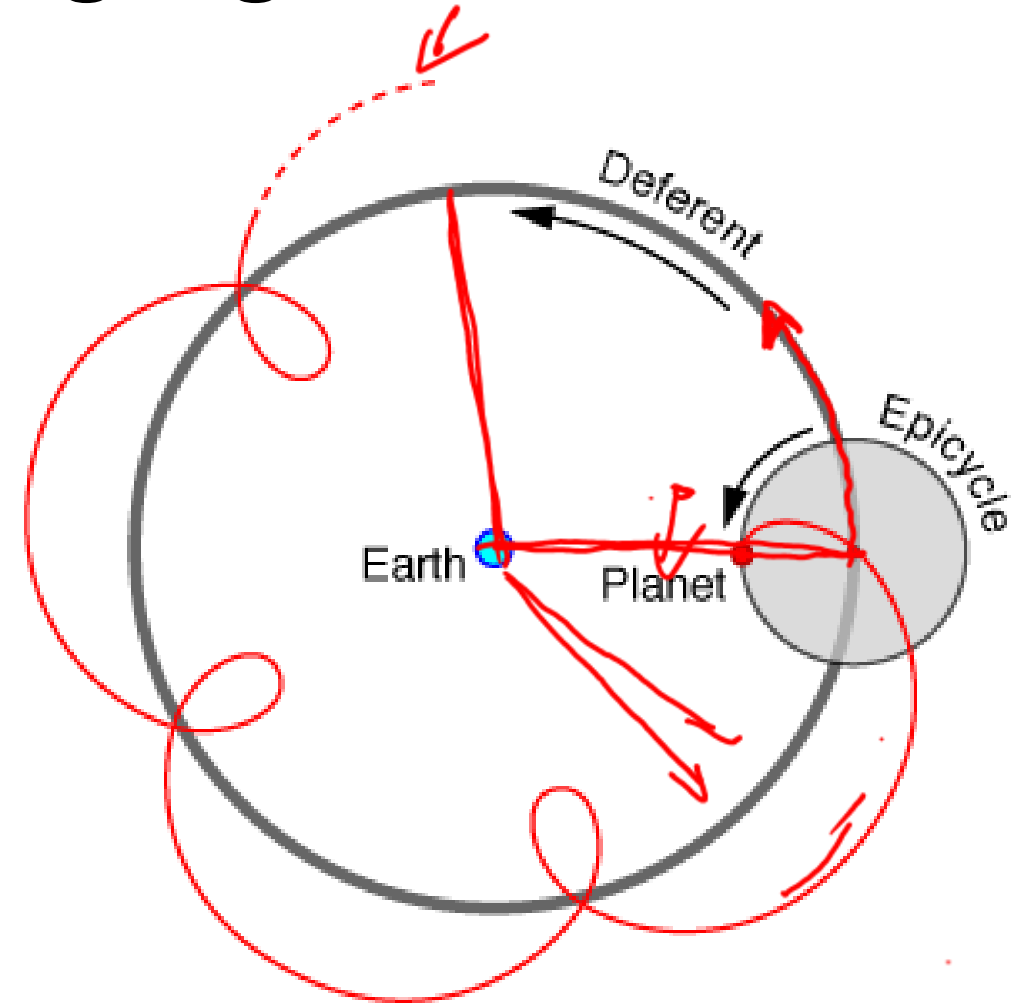
Retrograde Planetenbewegung

- Retrograde Bewegung
 - Mars bewegt sich langsam von West nach Ost gegenüber den Fixsternen
 - Plötzliche Umkehrung der Bewegung für einige Wochen
 - Danach wieder entlang ursprünglicher Bahn
- **Hauptproblem der Astronomie für über 2000 Jahre**



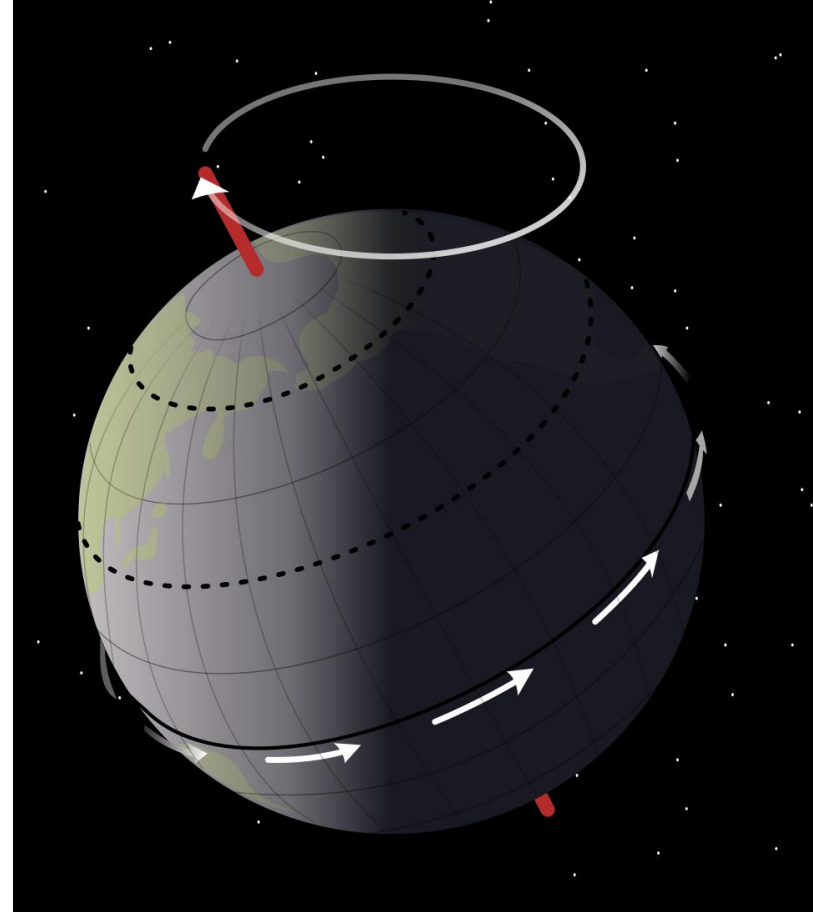
Retrograde Planetenbewegung

- Hipparchos, ca. 150 v.u.Z.
- Mehrere Kreise, um die Bewegung zu erklären
 - Planet auf kleinem rotierenden Epizykel (Neben- oder Aufkreis)
 - Epizykel rotiert auf größerem Deferent um die Erde (*deferre* „wegtragen“, „mitnehmen“)
- Vorhersage
 - Qualitativ korrekt (z. Bsp. Helligkeit)
 - **quantitativ unzureichend**



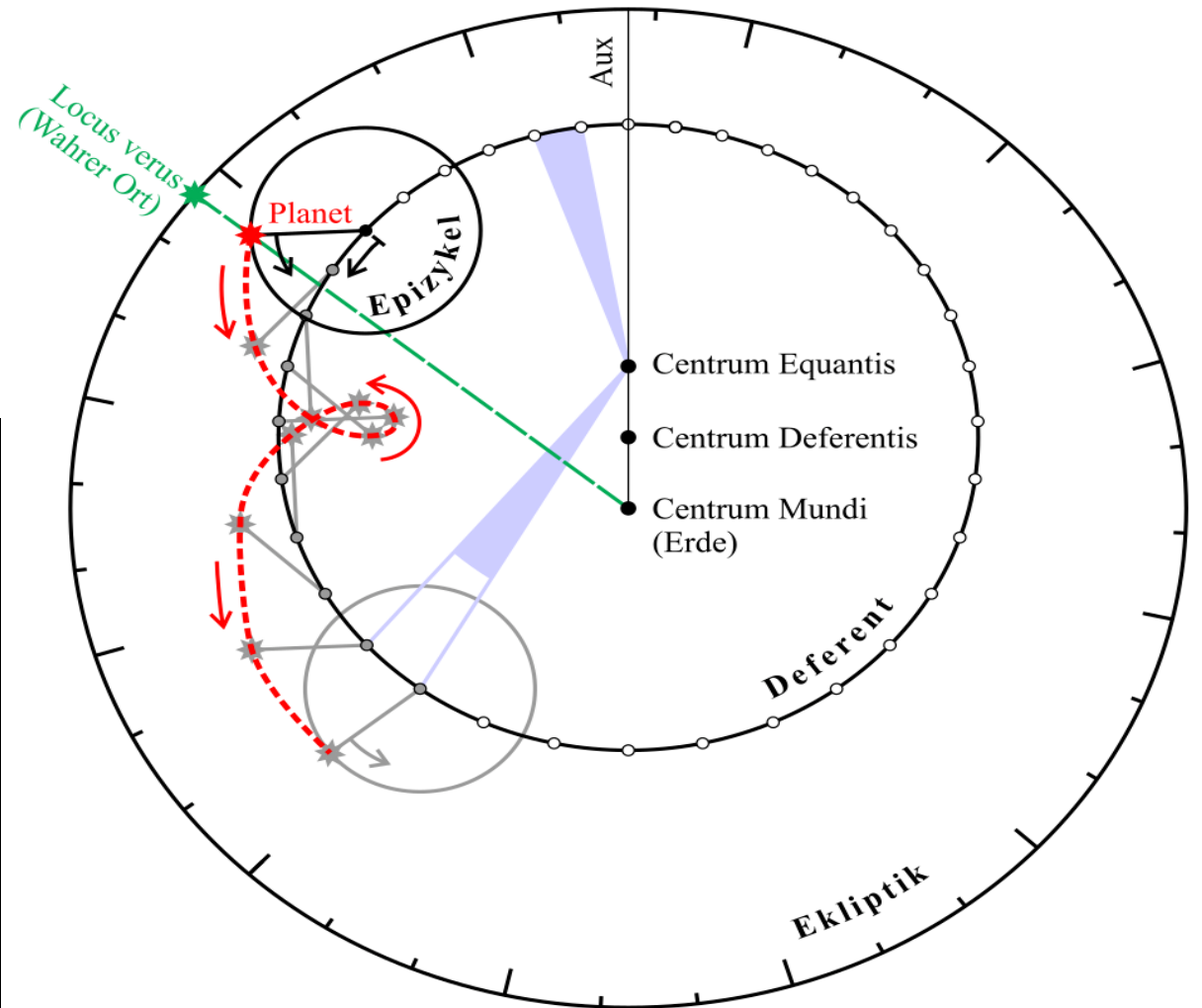
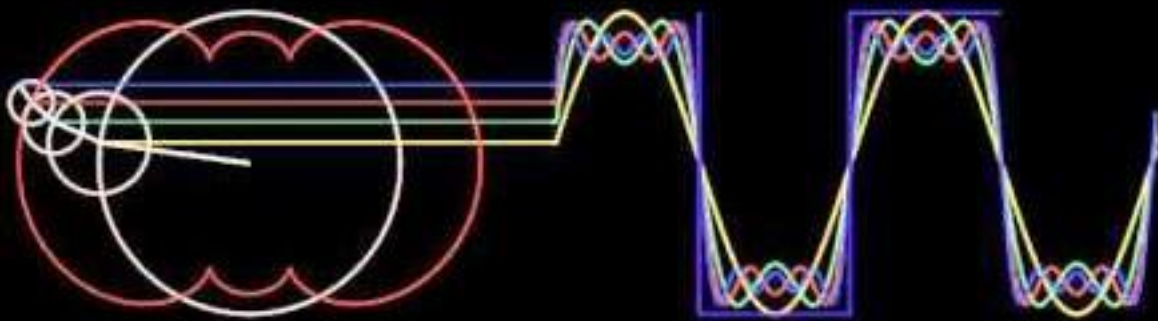
Hipparchos von Nicäa

- Erster Sternenkatalog (ca. 1000 Sterne)
- Helligkeitsklassifizierung
 - Magnituden
- Entdeckung der Präzession
- Quantitative Vorhersage der Mond und Sonnenbahnen
- Trigonometrie



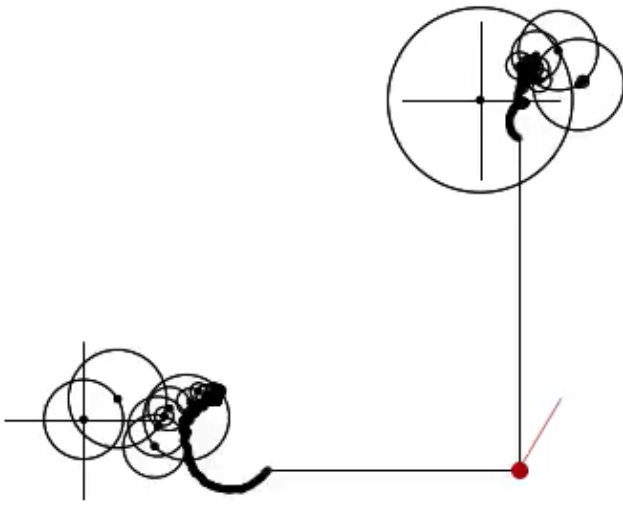
Geozentrisches Ptolomäisches System

- Claudius Ptolomäus
ca. 100 n.u.Z.

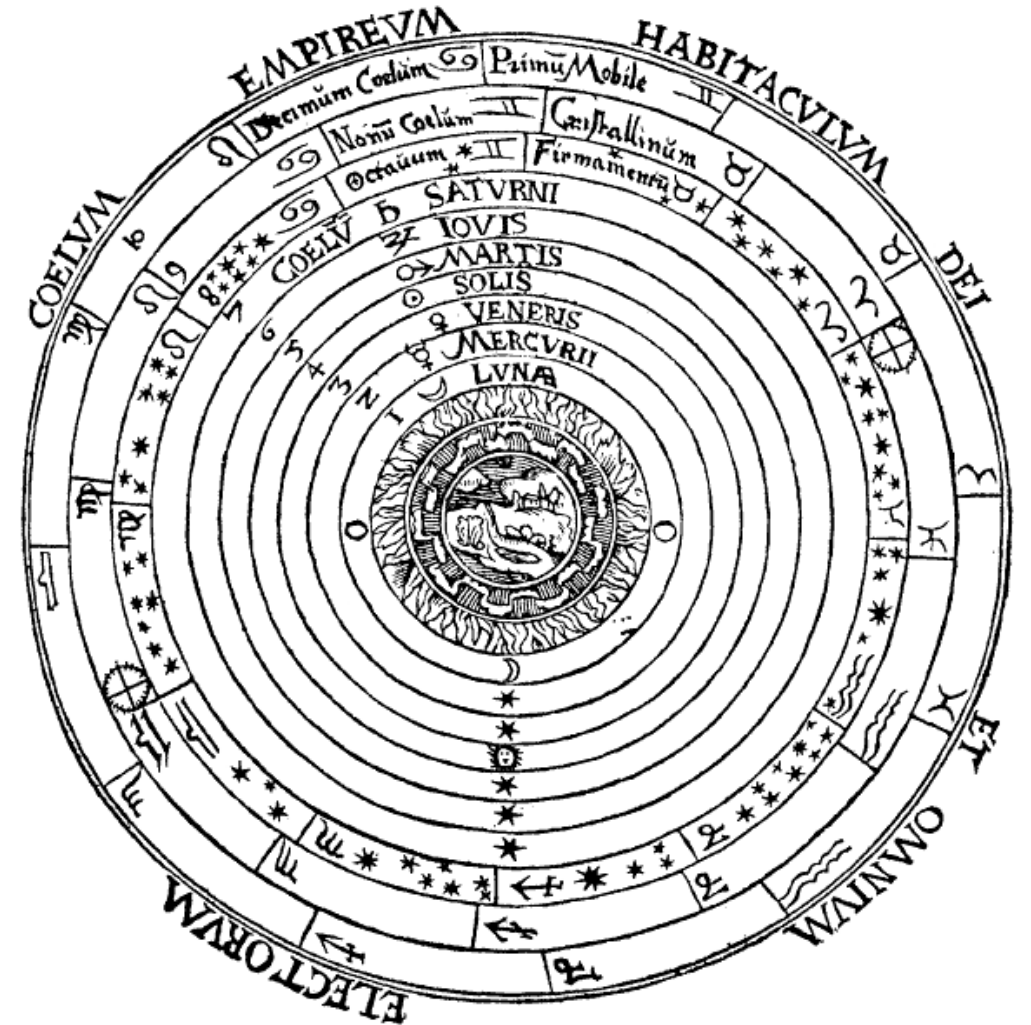


Geozentrisches Ptolomäisches System

- Claudius Ptolomäus
ca. 100 n.u.Z.



Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Almagest

- Claudius Ptolomäus
ca. 100 n.u.Z.
 - Almagest, Zusammenfassung des gesamten astronomischen Wissens in 13 Bänden
 - Sternenkatalog mit ~1500 Sternen
 - Kugelgestalt der Erde

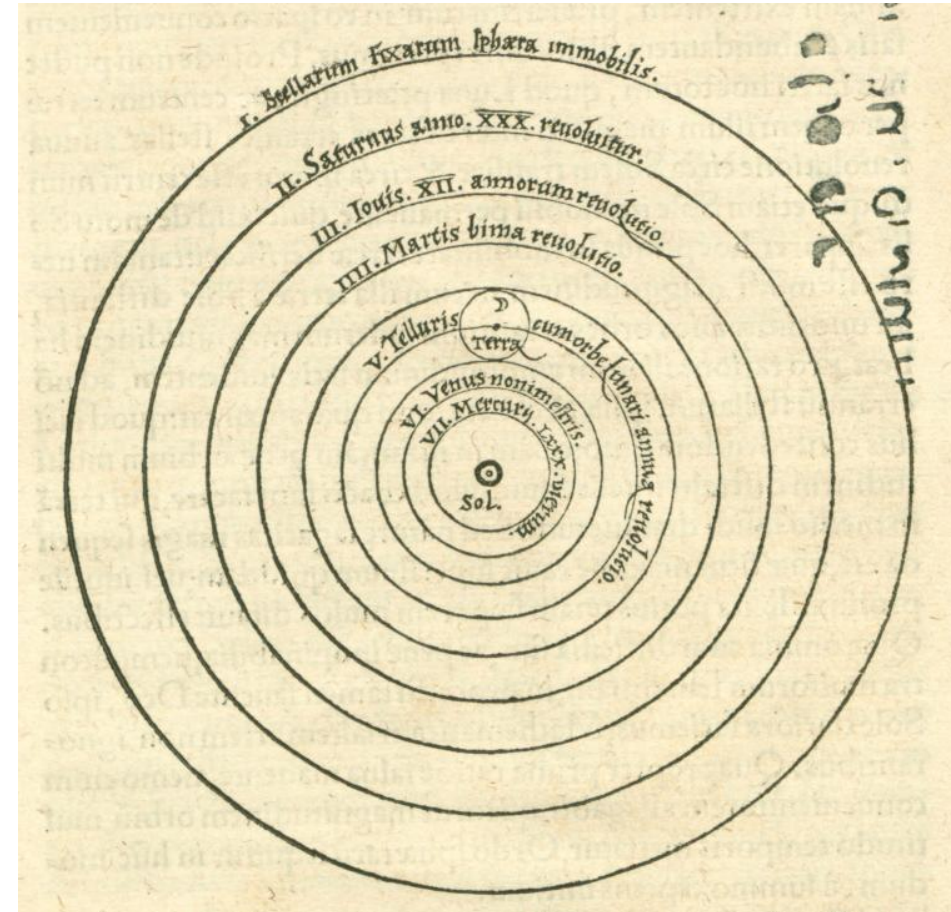
ἡ κεφαλαία κληρονομία. ἡ γὰρ τὰ τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ἀστέροις κεφαλαία κληρονομάσθαι ἔδει.

headline constellation name	position in the figure	longitude	latitude	magnitude
ἀρκτουμικράσ ἀστέρισμος	ὁ δὲ πᾶν κρᾶσ τῆσ οὐρασ ὁμῆαυ τὸν ἰσὶ τῆσ οὐρασ ὁμῆαυ τὴν πρὸ τῆσ κ' φ' ὄψεσ τῆσ οὐρασ	π 0 γ'	β 0 ξ γ'	γ'
τῆσ πρὸν τοῦ μὲν κ' τοῦ πλιν θ' ἰσ πλᾶρασ ὄνοτῆσ.	τῶν ἐν τῇ αὐτῶ μὲν κ' πλᾶρασ ὄνοτῆσ.	π 1 γ'	β 0 ο δ γ'	γ'
τῆσ αὐτῶσ πλᾶρασ ὀβόρισσ α' γ' α' ζ' ὠν β' μ' π' θ' ο' β' γ' δ' ε' ζ' ...	ὁ ἐν τῶν ἐν τῇ αὐτῶ μὲν κ' πλᾶρασ ὀβόρισσ ἡνοτῆσ τῆσ.	π 1 γ'	β 0 ο δ γ'	δ'
ἀρκτουμὲγαλῆσ ἀστέρισμος	ὁ ἰσὶ κρᾶσ τοῦ ρύχουσ πλιν τῆσ ἀστέρισσ ὀβόρισσ ὄνοτῆσ.	π κε γ'	β 0 λ θ ε' γ'	δ'
		π κε ε' γ'	β 0 μ γ'	ε'

Kopernikanische Revolution

Nicolaus Copernicus (1473-1543)

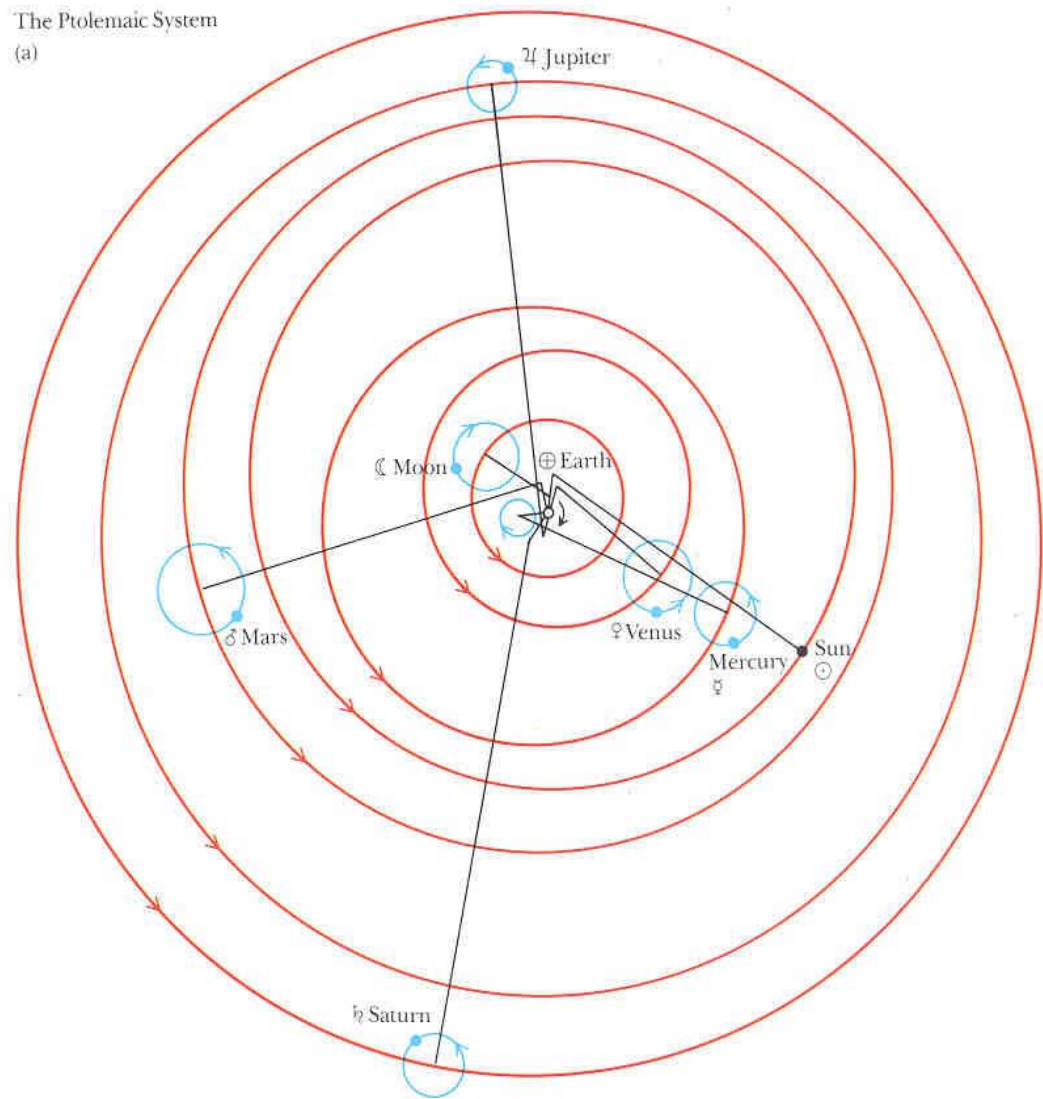
- Geozentrisches System sammelt bis zum 16. Jhd. hohe Komplexität an
- Heliozentrisches System
 - Deutlich einfacher & genauer
 - Unterstützer argumentieren: „Reines Rechenmodell“
 - „Rettung der Gleichförmigkeit“ der Kreisbewegungen
 - Weiterhin Epizykel nötig



De revolutionibus orbium coelestium

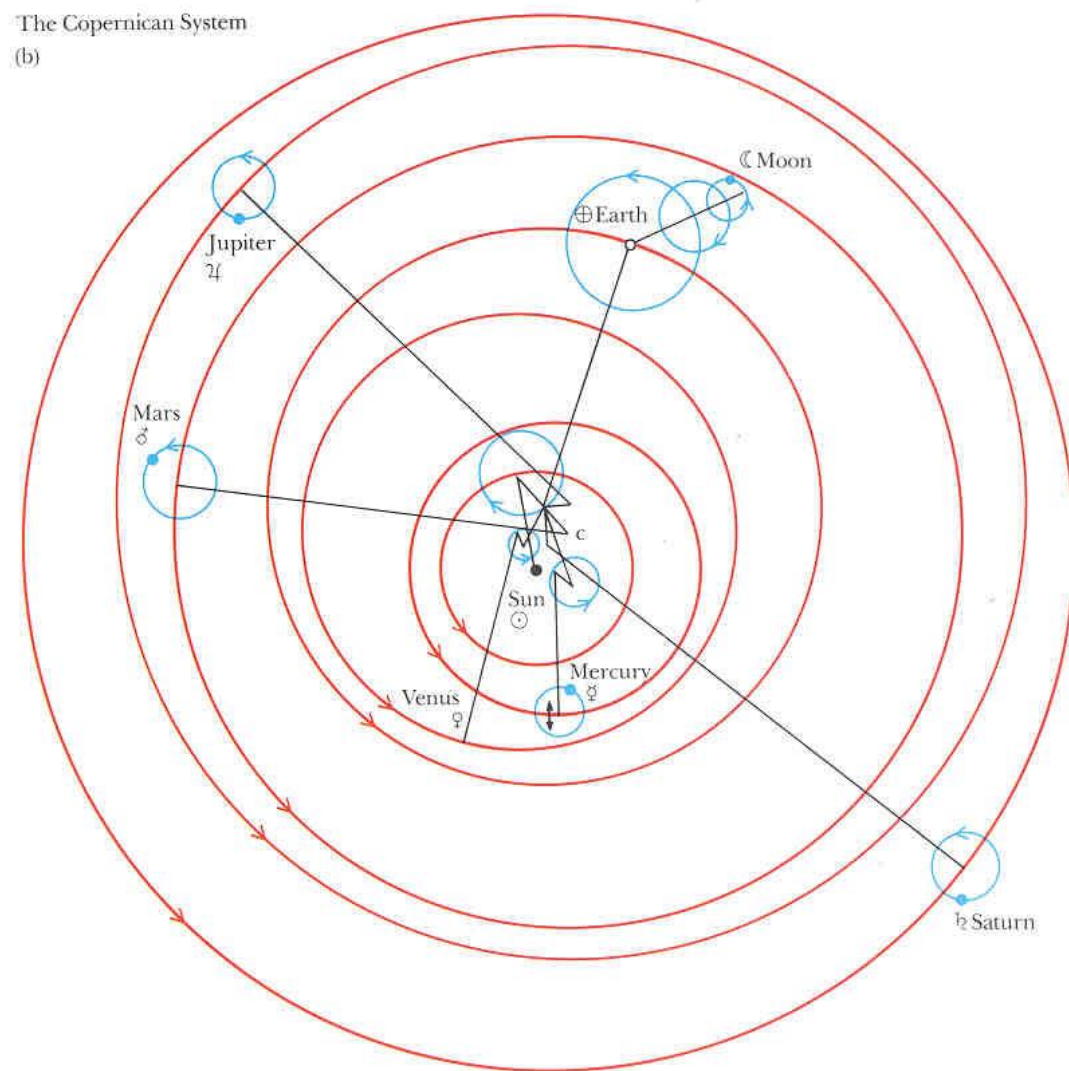
The Ptolemaic System

(a)



The Copernican System

(b)



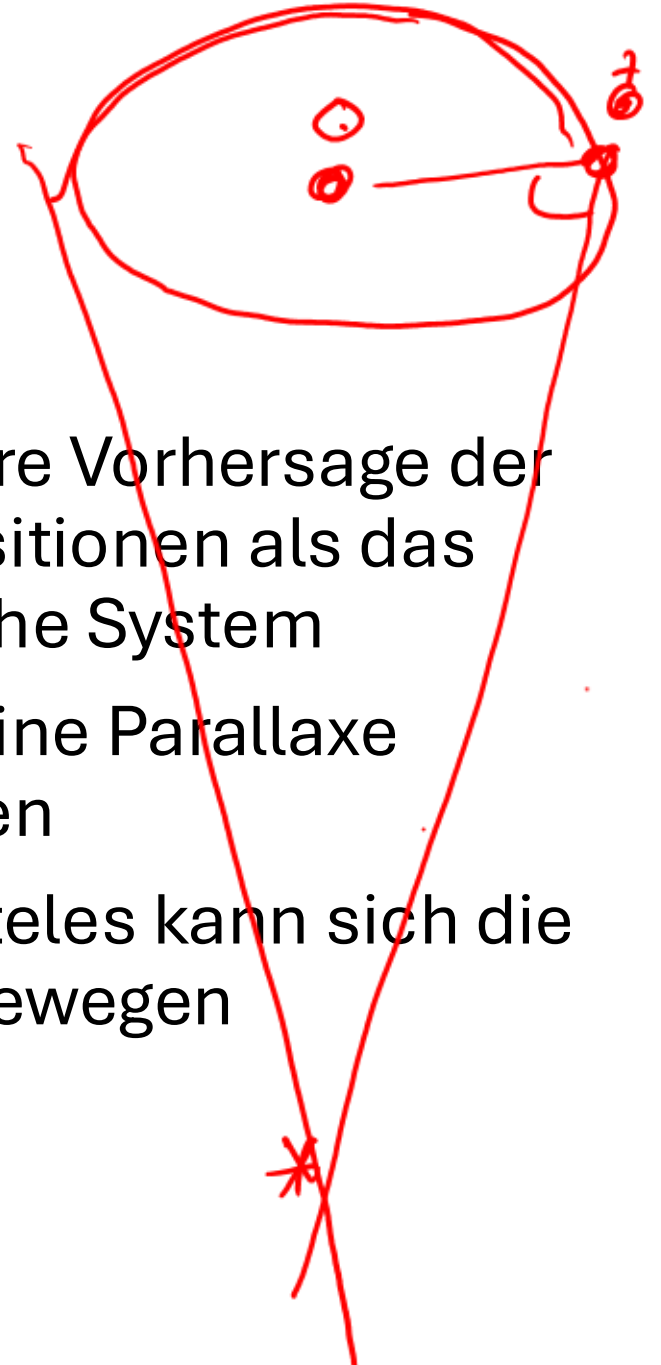
Das Kopernikanische Modell

Pro:

- Die Sonne ist größer als die Erde (Aristarchus)
- Die Erde ist ein Planet wie die anderen (Galileo)
- Nicht alles dreht sich um die Erde (Galileo)

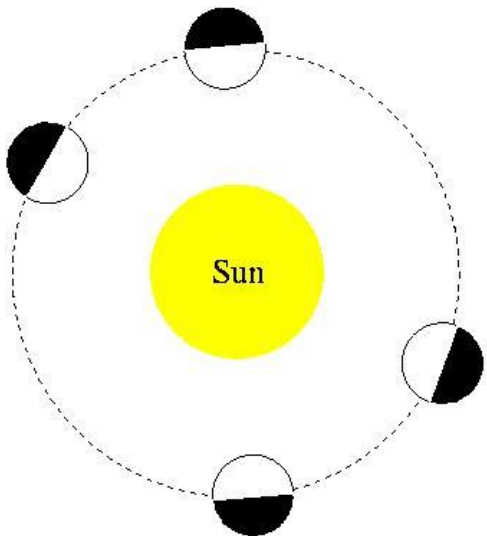
Kontra:

- Keine bessere Vorhersage der Planetenpositionen als das Geozentrische System
- Man sollte eine Parallaxe sehen können
- Nach Aristoteles kann sich die Erde nicht bewegen

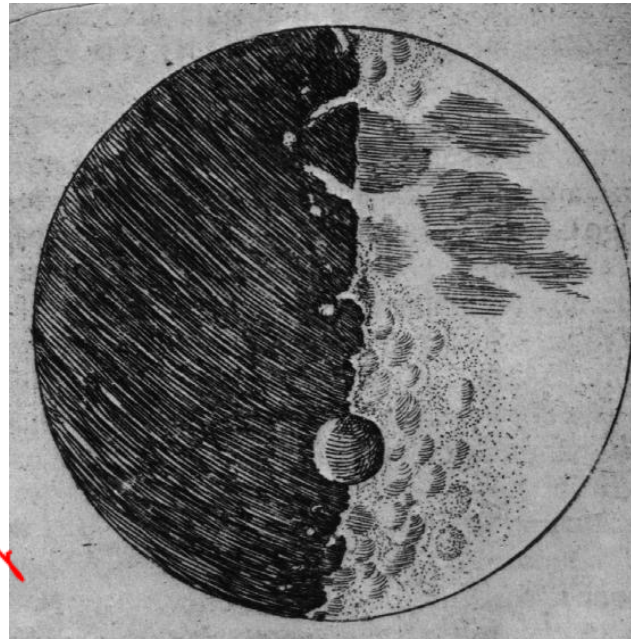


Galileo Galilei (1564-1642)

- Erster Astronom mit Teleskop
 - Sonnenflecken
 - Mondkrater und -berge
 - Jupitermonde
 - Phasen der Venus ↗



E



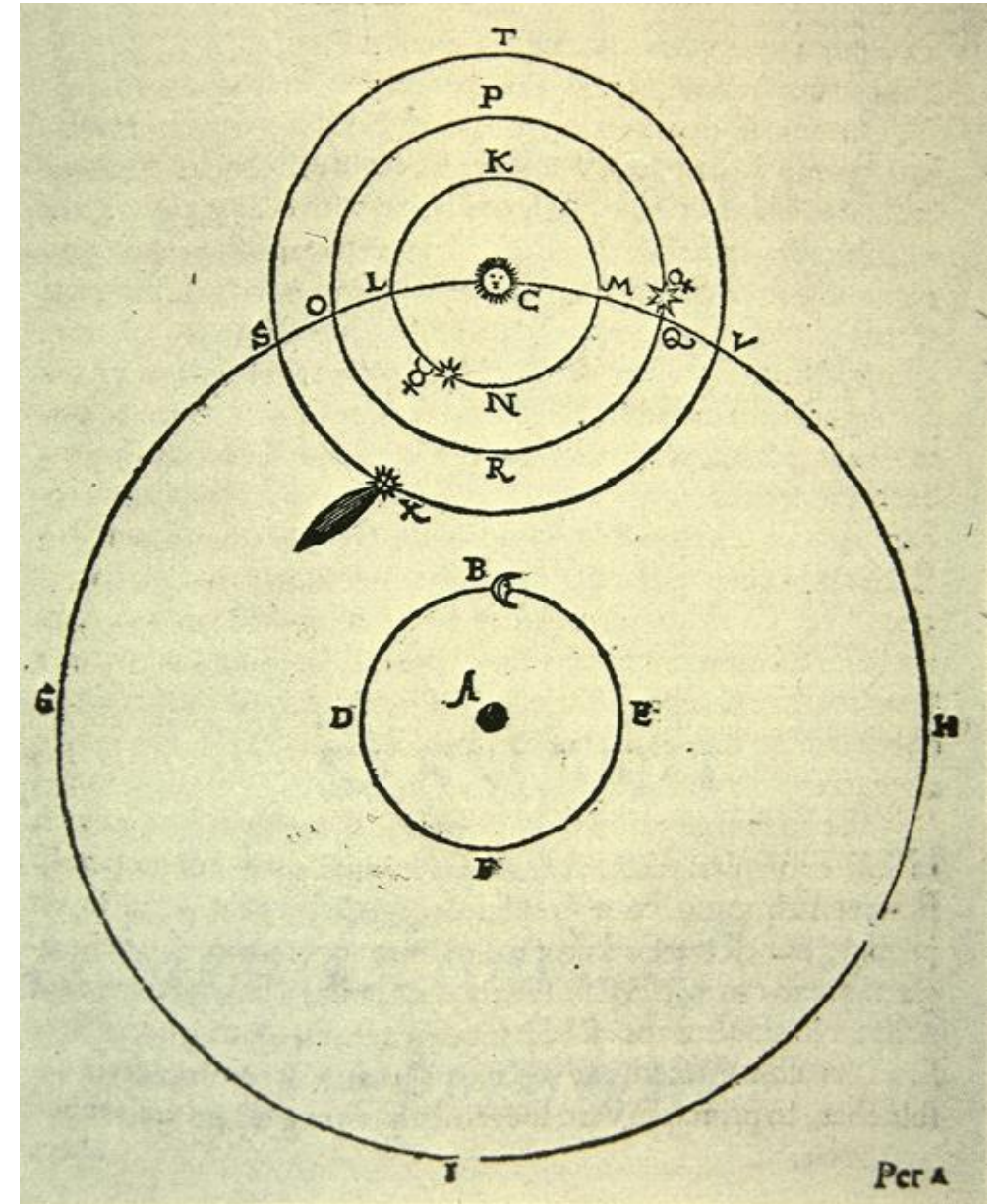
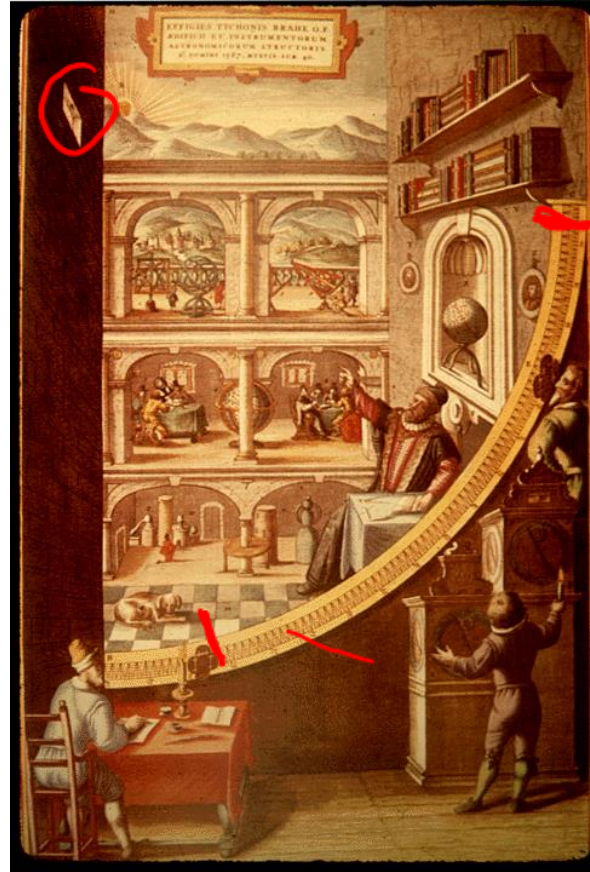
Observationes Jovialis
1610

2. Jovis march. 12	○ **	↙
3. Jovis	** ○ *	
2. Jovis	○ ** *	↘
3. Jovis	○ * *	
3. Jovis	* ○ *	
4. Jovis	* ○ **	
6. Jovis	** ○ *	
8. Jovis march. 13.	* * * ○	
10. Jovis	* * * ○ *	
11.	* * ○ *	



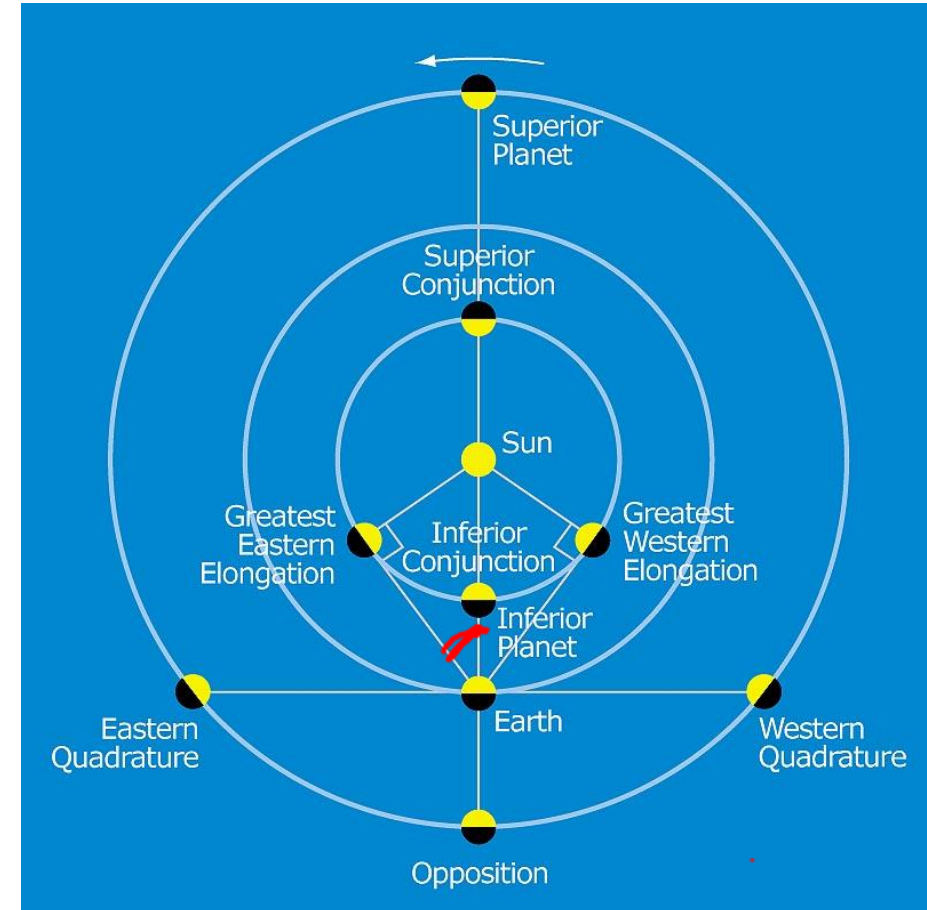
Tycho Brahe (1546-1601)

- Positionsmessung der Planeten mit 1/100 Grad Genauigkeit
- "Nova" von 1572
- Komet von 1577
- Jahreslänge
- Tychos Katalog



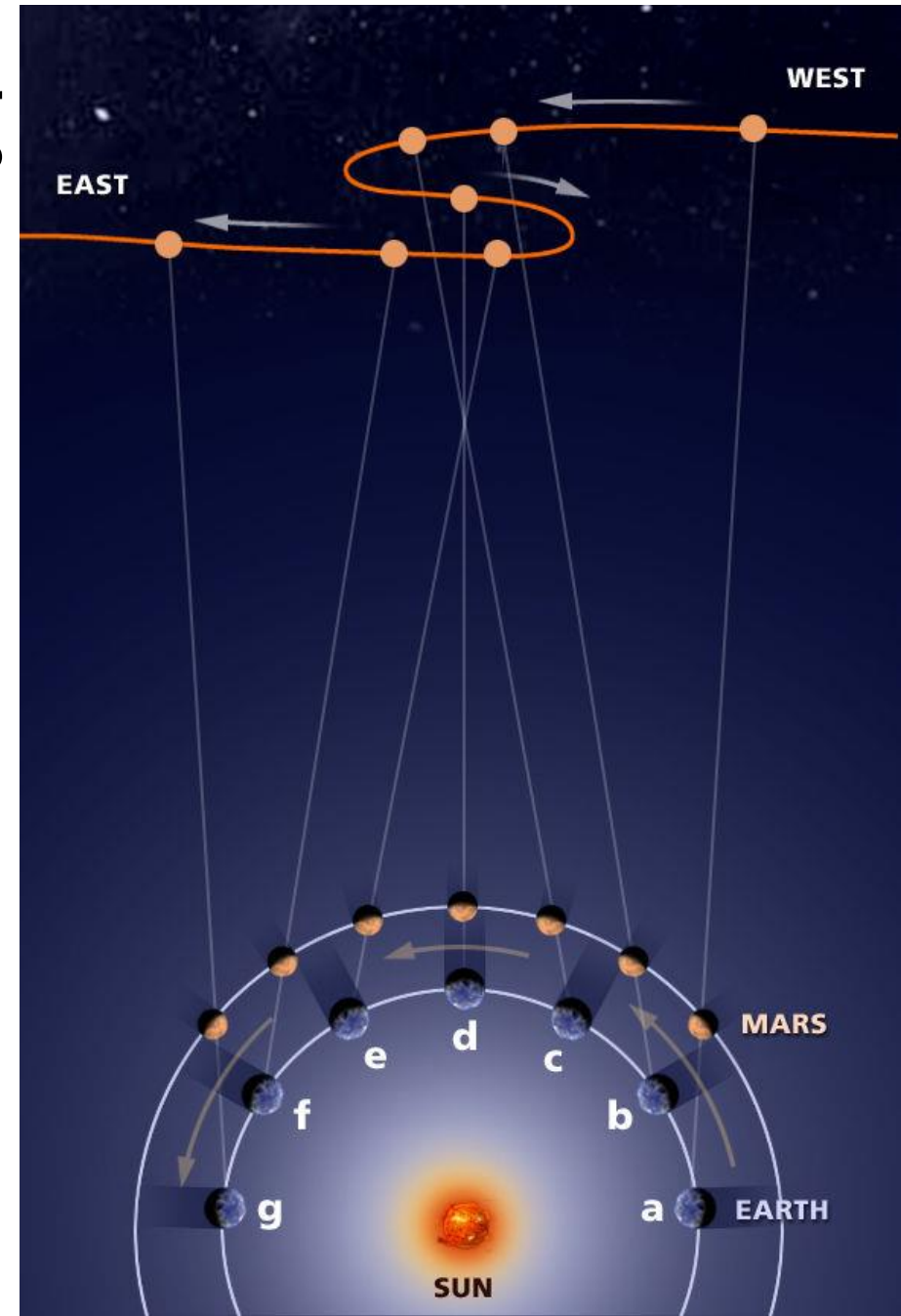
Die Planetenreihenfolge

- innere (*inferior*) Planeten
 - Merkur weniger als 28° von Sonne entfernt
 - Venus weniger als 47° von der Sonne entfernt
- Äußere (*superior*) Planeten
 - Konjunktion (in Richtung Sonne)
 - Opposition (entgegengesetzt zur Sonne)



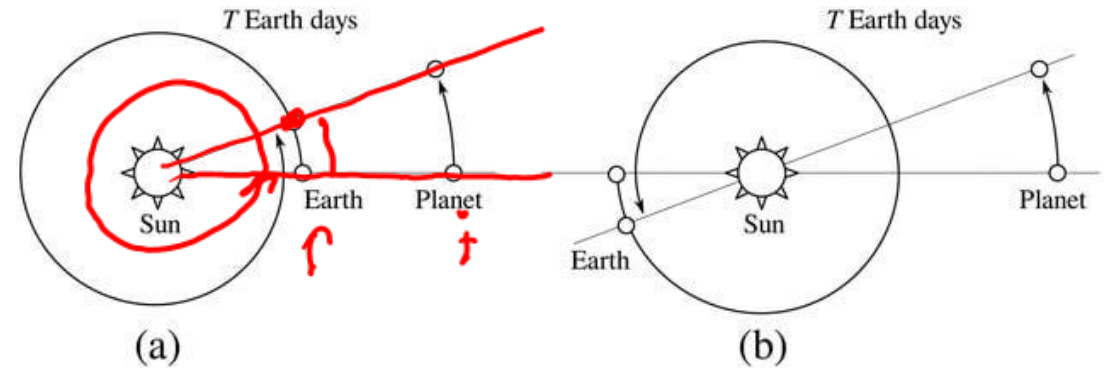
Retrograde Planetenbewegung

- Natürliche Erklärung im Kopernikanischen Modell



Synodische und Siderische Periode

- Synodisch: bezüglich Erde und Sonne.
- Siderisch: bezüglich Fixsternhimmel (übliche Umlaufzeit)



$$T_1 < T_2$$

$$\frac{1}{T_{syn}} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \quad *$$

$T_{syn} = 2,135$

$T_1 = 1/T_2 = 1,88$

$\frac{1}{1} - \frac{1}{1,88} = 1 - 0,532 = 0,468$

Vielen Dank!

Vorlesung 1 ist geschafft – Gut gemacht!