

# *eine geschichtliche Einführung*

Nico Sneeuw,  
Matthias Weigelt

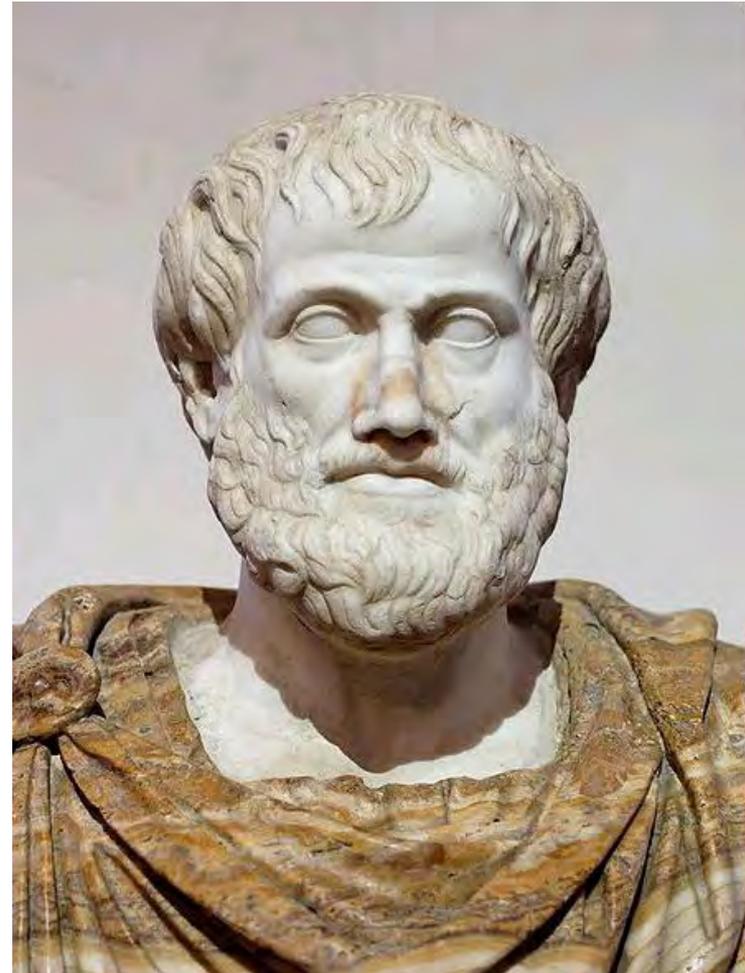
WS2010/2011

---

# *Aristoteles*

# Aristoteles

- 384–322 v. Chr.
- Philosoph, Physiker, Astronom, Mathematiker
- Physik/Kosmologie
  - endliche Sphäre
  - Erde im Mittelpunkt
  - Erde, Wasser, Feuer, Luft
  - geradlinige Bewegung → Ruhepunkt
  - schwere Körper schneller
  - nur Himmelskörper: Kreise → ewig
  - Himmel: Quintessenz (Äther)



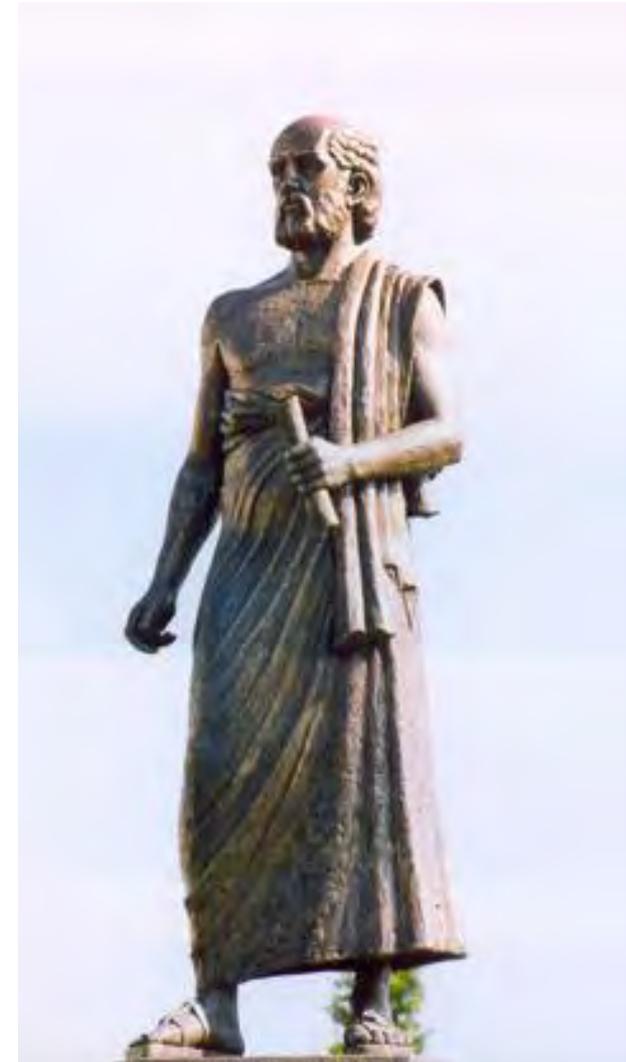
---

# *Aristarchos*

# Aristarchos

- ~310–~230 v. Chr. (Samos)
- Astronom und Mathematiker
- heliozentrisches Weltbild
- „griechischer Kopernikus“
- im Schatten von Aristoteles und Ptolemäus
- kaum Anerkennung
- „Über die Größen und Abstände von Sonne und Mond“

[http://www.uni-essen.de/didmath/texte/jahnke/hnj\\_pdf/arista2.pdf](http://www.uni-essen.de/didmath/texte/jahnke/hnj_pdf/arista2.pdf)

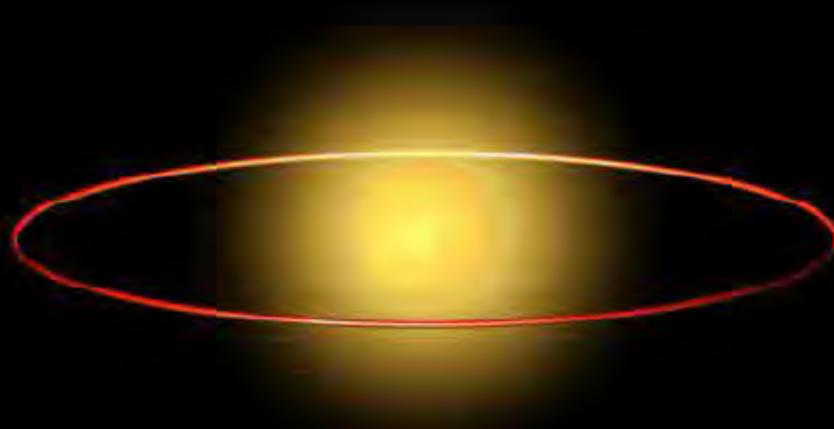


Aristarchos von Samos,  
Denkmal an der Aristoteles-  
Universität, Thessaloniki

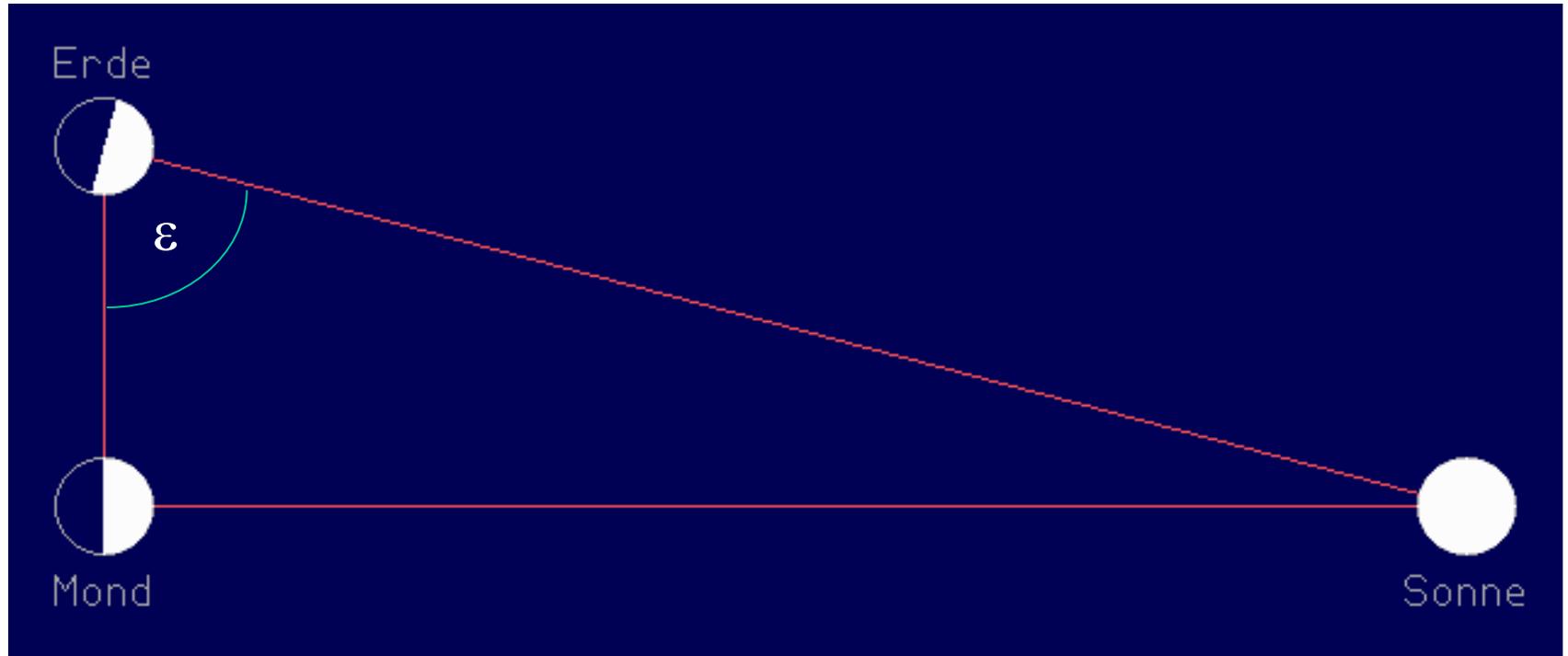
# Aristarchos

Behauptung	Wirklichkeit
Fixsterne unendlich weit entfernt ⇒ keine Parallaxe	Sterne sehr weit weg Parallaxe nur mit Teleskopen feststellbar
Größe des Mondes: $d_{\text{Erde}} = 3 \times d_{\text{Mond}}$	$d_{\text{Erde}} = 3,66 \times d_{\text{Mond}}$
Entfernung zur Sonne: Sonne sei 20-mal weiter von der Erde entfernt als der Mond $\text{Größe}_{\text{Sonne}} = 20 \times \text{Größe}_{\text{Mond}}$ Sonne müsse sich im Zentrum des Universums befinden	400-mal $\text{Größe}_{\text{Sonne}} = 400 \times \text{Größe}_{\text{Mond}}$

Parallaxe:



# Aristarchos



---

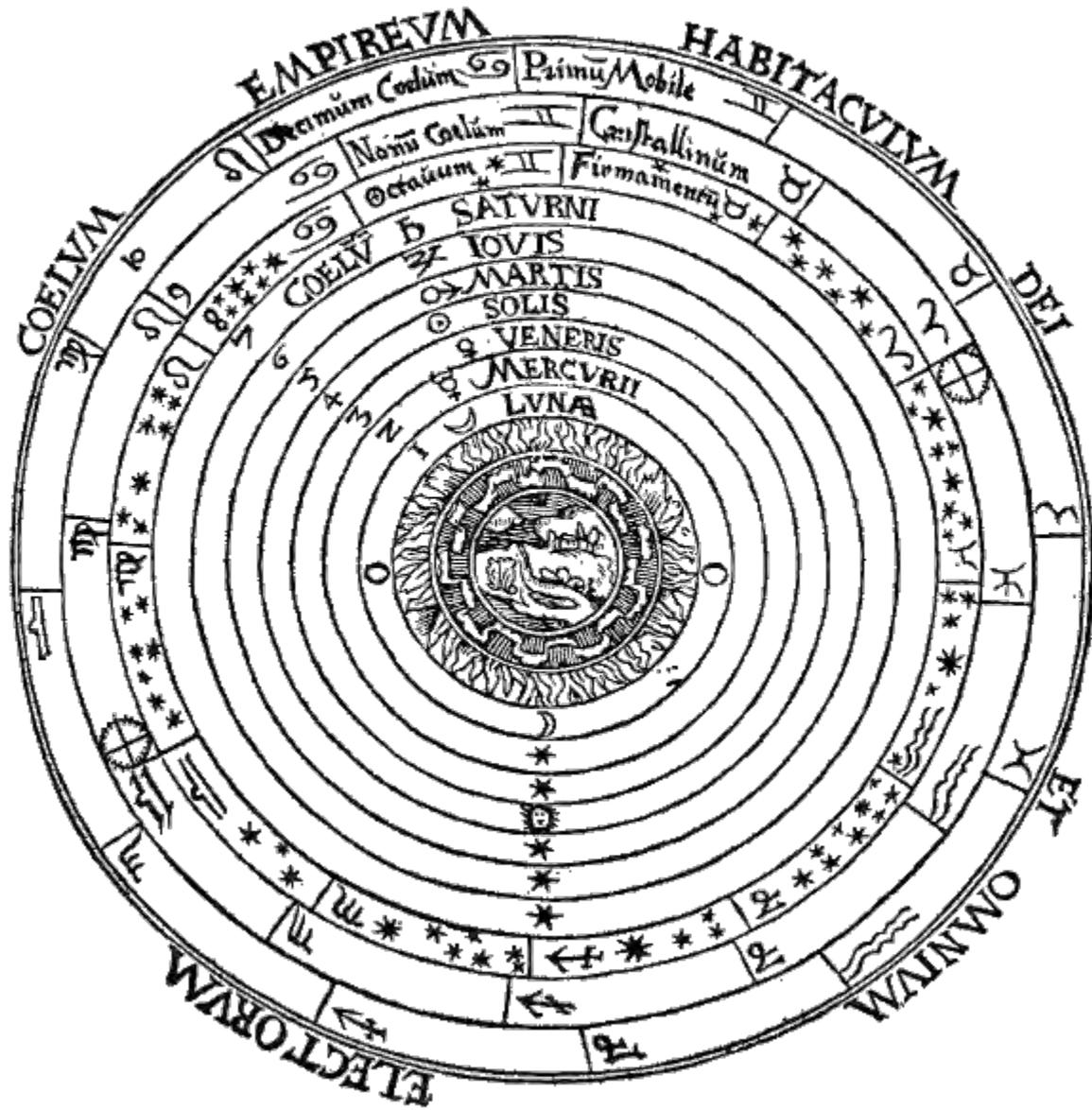
# *Ptolemaeus*

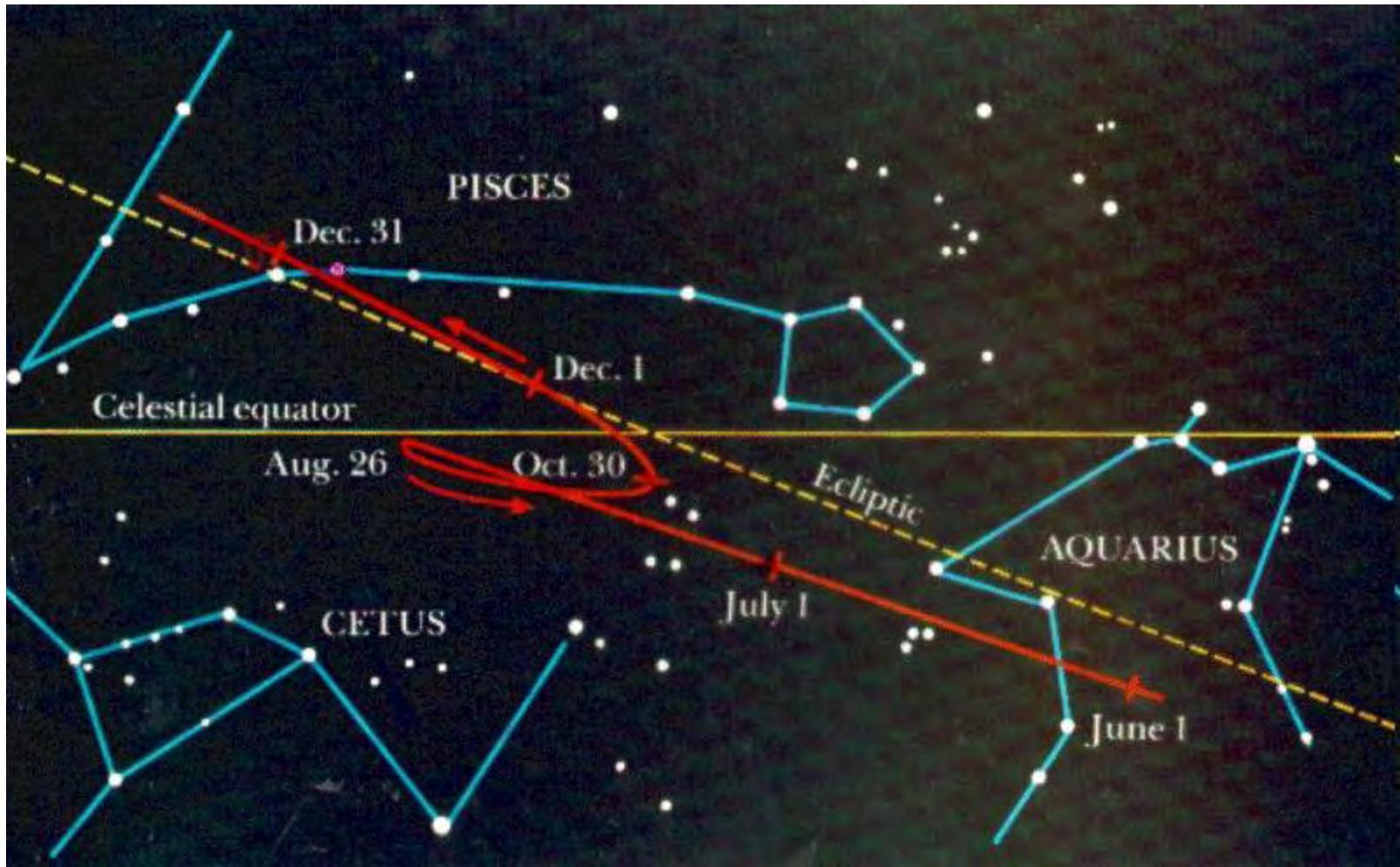
# Claudius Ptolemaeus

- 83–161 (Griechisch/Ägyptisch)
- Alexandria
- Astrologe, Astronom, Geograph, Mathematiker
- Geozentrisches Weltbild (wegen Schwerkraft!)
- Sonne & Planeten bestehen aus 5. Element (*Quintessenz*)
  
- *Almagest* (on astronomy)
- *Geography*
- *Tetrabiblos* (on astrology)

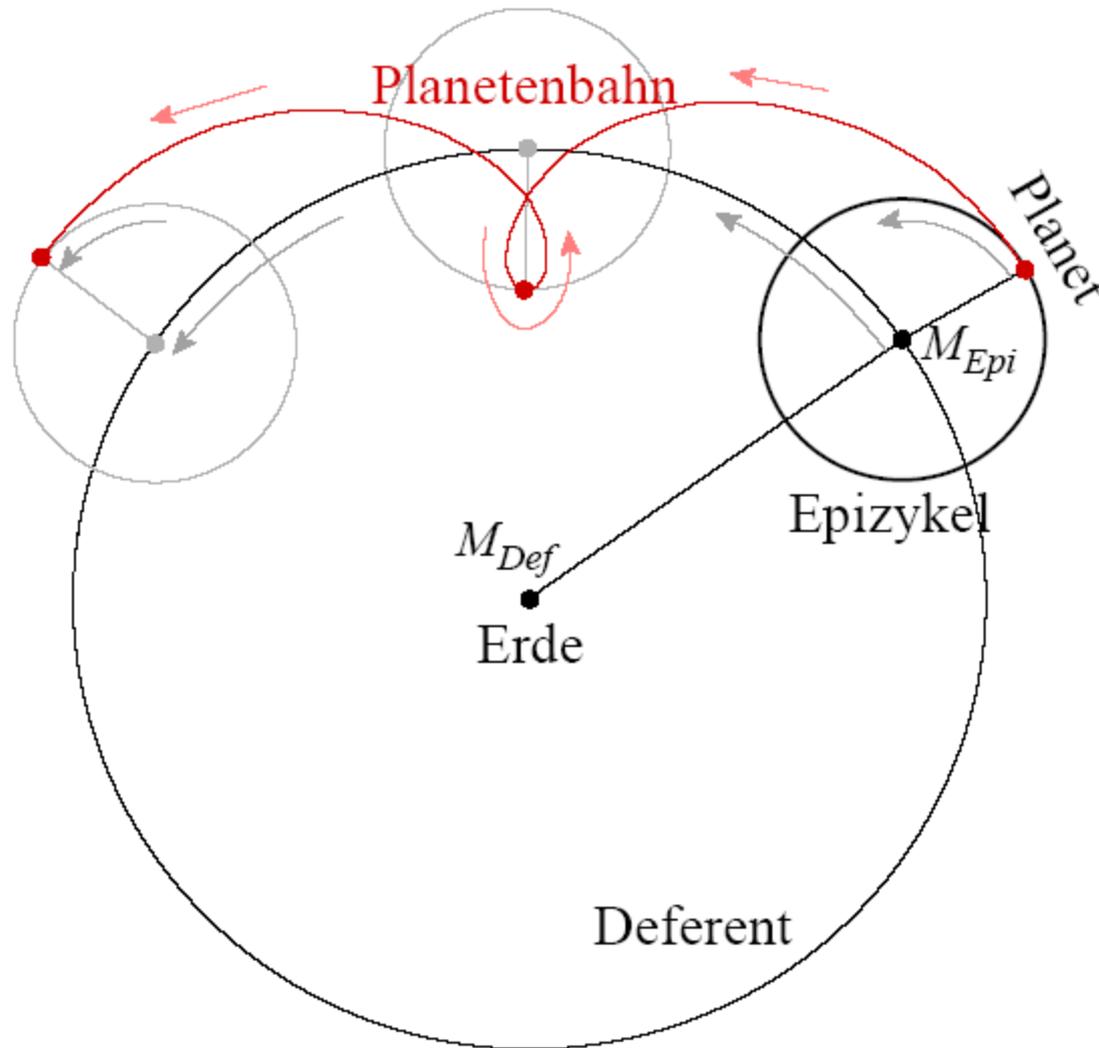


Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .





# Epizykeltheorie





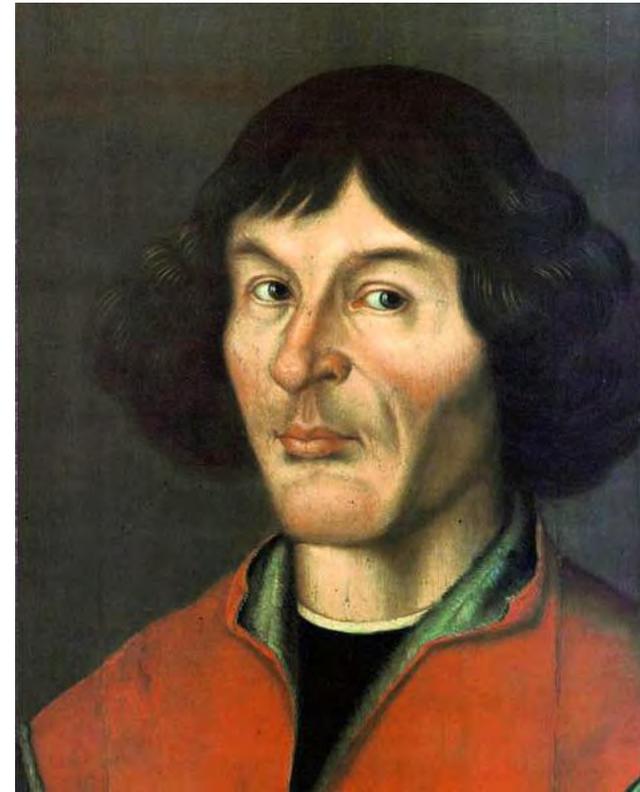
---

# *Kopernikus*

# Nikolaus Kopernikus

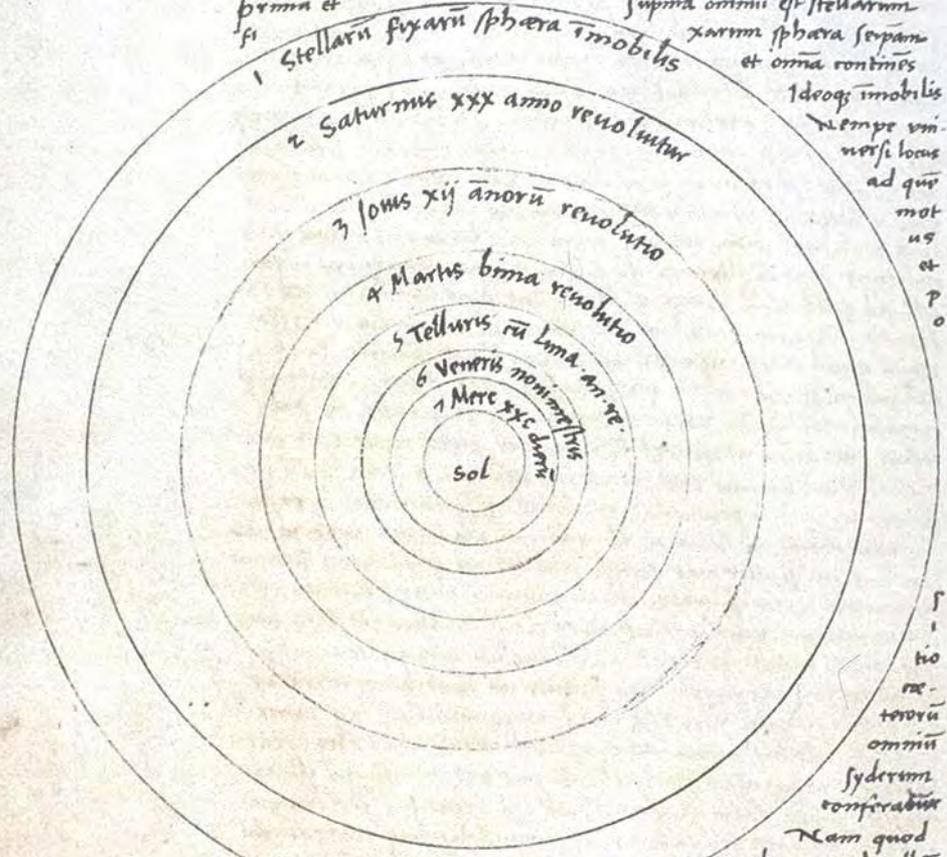
---

- Nikolas Koppernigk, *Mikołaj Kopernik*
- 1473–1543 (Thorn – Frauenburg)
- Kanoniker, Arzt, Astronom, Administrator
- Heliozentrische Weltbild  
(schon im Mittelalter bei Indischen und Islamischen Wissenschaftlern)
- Epizykeln
  
- 1543: *De Revolutionibus Orbium Coelestium*



ratiōne salua manente, nemo em̄ conuentione allegabit  
 q̄ ut magnitudinē orbium multitudine t̄pis metiatur, ordo sphae-  
 rarum sequitur in hunc modū: a summo capientes micrum.

prima et  
 1 Stellarū fixarū sphaera immobilis  
 sup̄ma omnium est stellarum  
 xarum sphaera septem  
 et omnia continēs



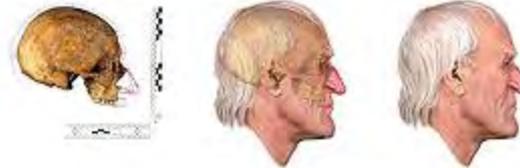
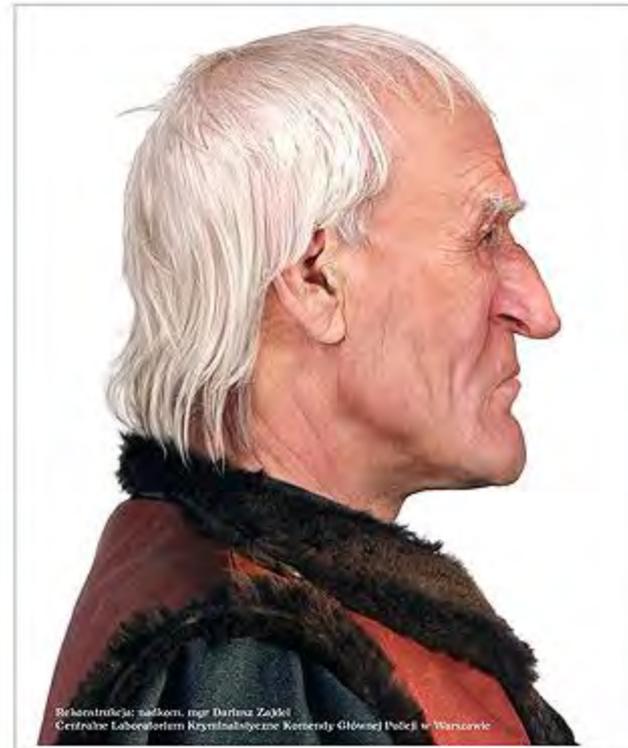
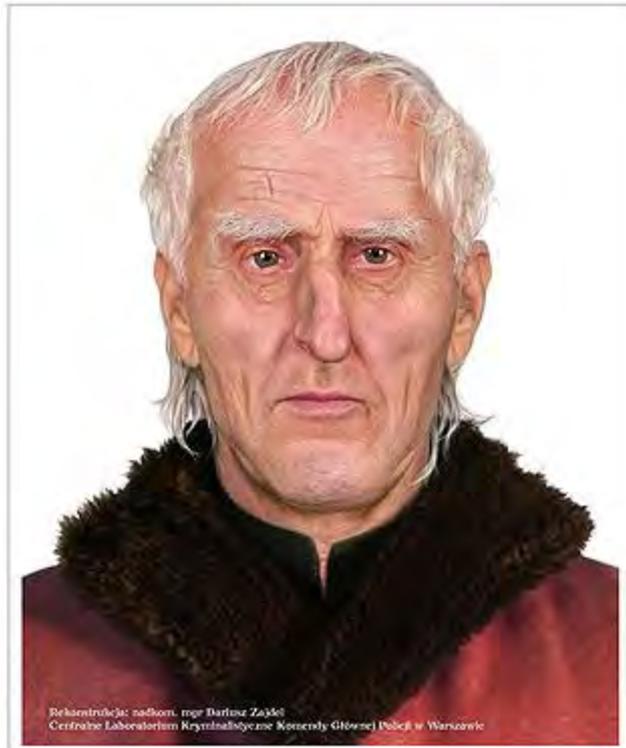
Ideoq; immobilis  
 nempe vni-  
 uersi locus  
 ad quē  
 mot  
 us  
 et  
 p  
 o

f  
 i  
 tio  
 re  
 torū  
 omniū  
 syderum  
 comparabit

Nam quod  
 aliquo modo illā  
 etiā mutari existimāt  
 nos aliā, cur ita apparat

aliqui:  
 in deductione motus terrestris assignabimus causam. Sequit̄  
 errantium primus Saturnus: qui xxx anno suū complet circū  
 itā post hunc Iupiter duodecimā reuolutione mobilis. Demū  
 Mars vobis qui biennio circūit. Quartū in ordine annū reuolu-  
 tio Iouis optinet: in quo terra cum orbe Lunari terrę epicyclo  
 contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense rediatur

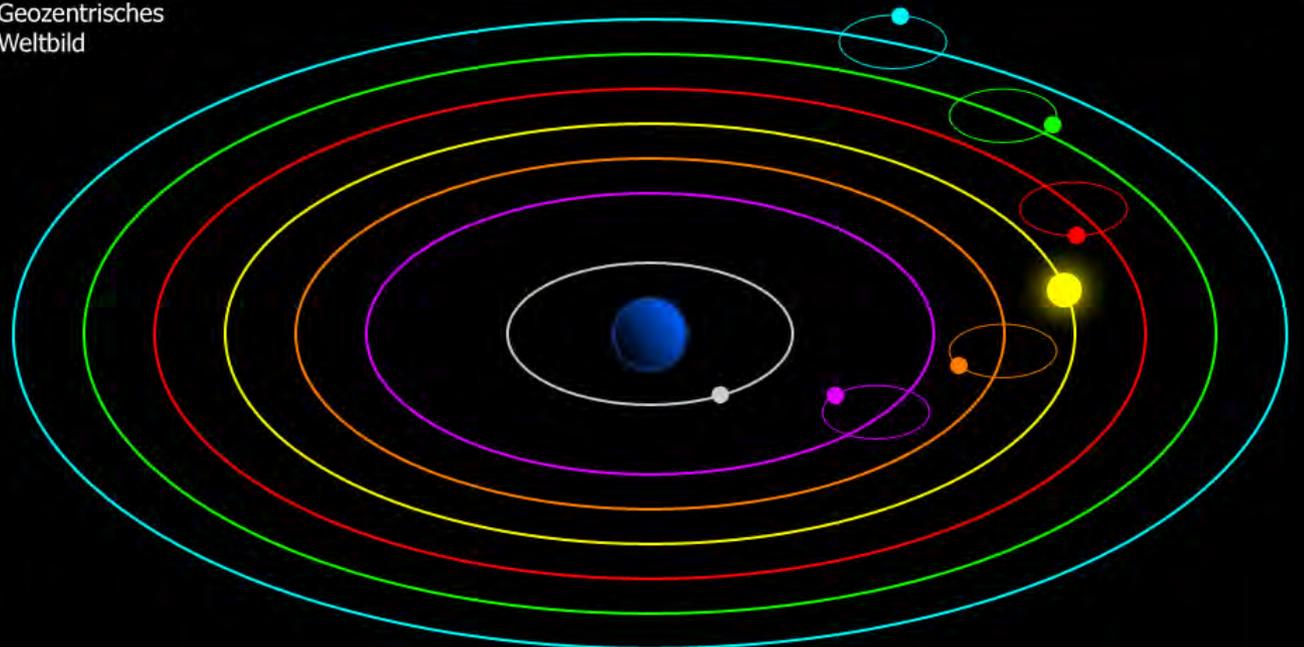
# Kopernikus



AFP

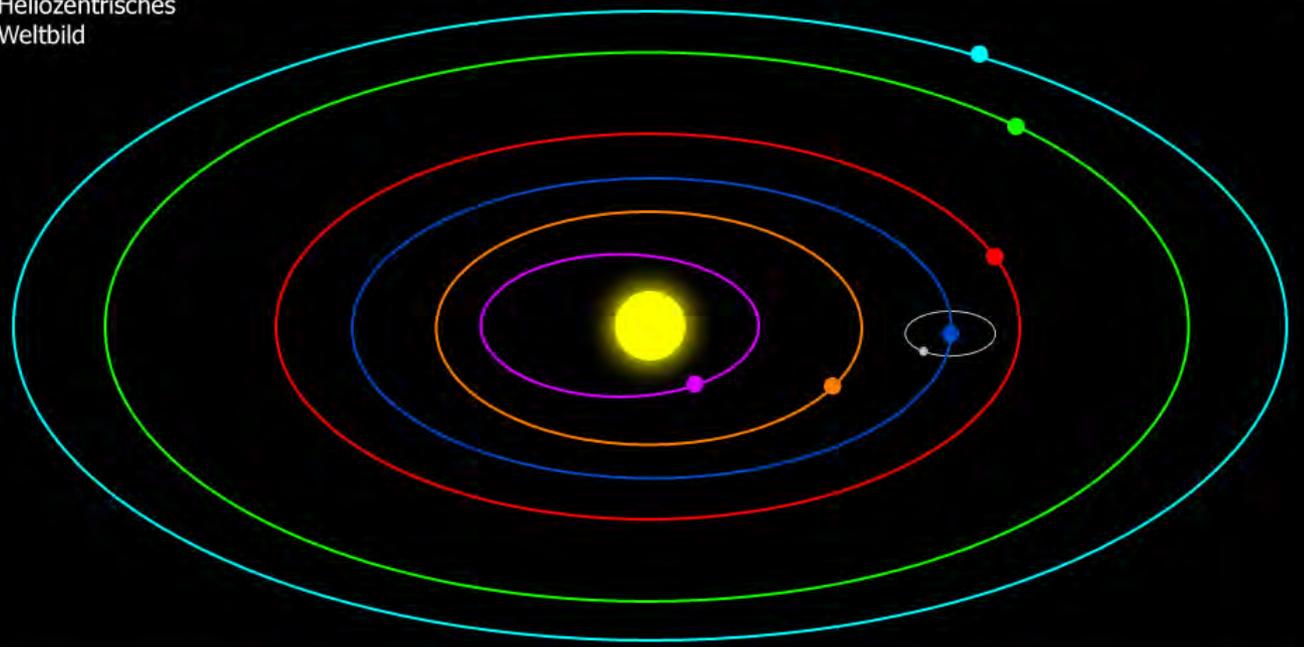
Computer reconstruction of Copernicus from skull discovered in the cathedral in Frombork, Poland.  
[http://archeologia.ah.edu.pl/Frombork\\_eng.html](http://archeologia.ah.edu.pl/Frombork_eng.html)

Geozentrisches  
Weltbild



- Erde
- Mond
- Merkur
- Venus
- Sonne
- Mars
- Jupiter
- Saturn

Heliozentrisches  
Weltbild



---

***Brahe***

# Tycho Brahe

---

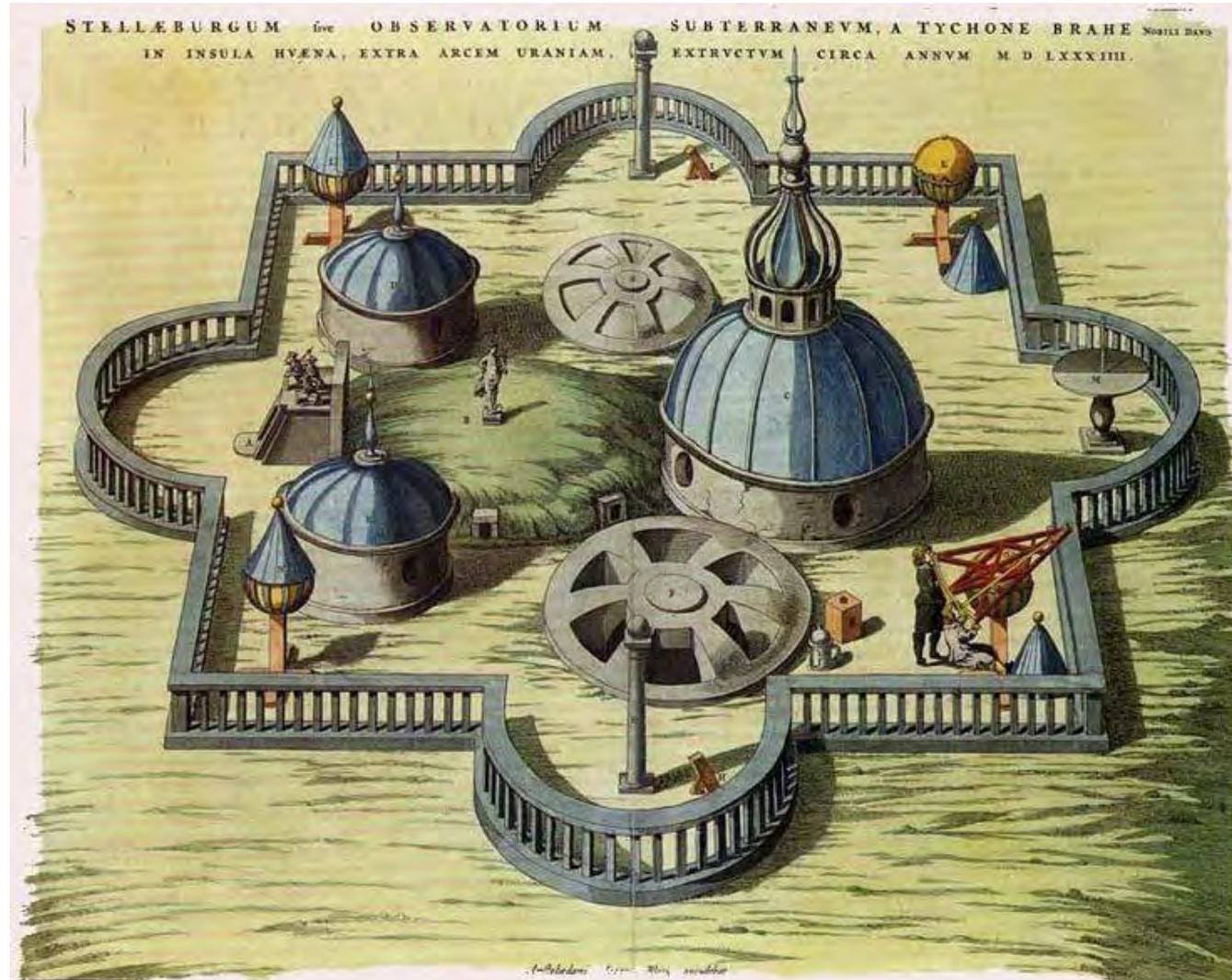
- 1546–1601 (Knudstrup – Prag)
- Spross einer einflussreichen Adelsfamilie
- Studium der "freien Künste" in Kopenhagen,
- 1560: Beobachtung einer totalen Sonnenfinsternis
- 1571: Heirat mit Kirstine, 8 Kinder
- 1572: Beobachtungs eines „neuen Sterns“
- 1576–1597: Uraniborg Observatorium
- 1597–1601: Anstellung in Prag als Mathematiker des Kaisers Rudolf II
- 1601: Mysteriöser Tod in Prag



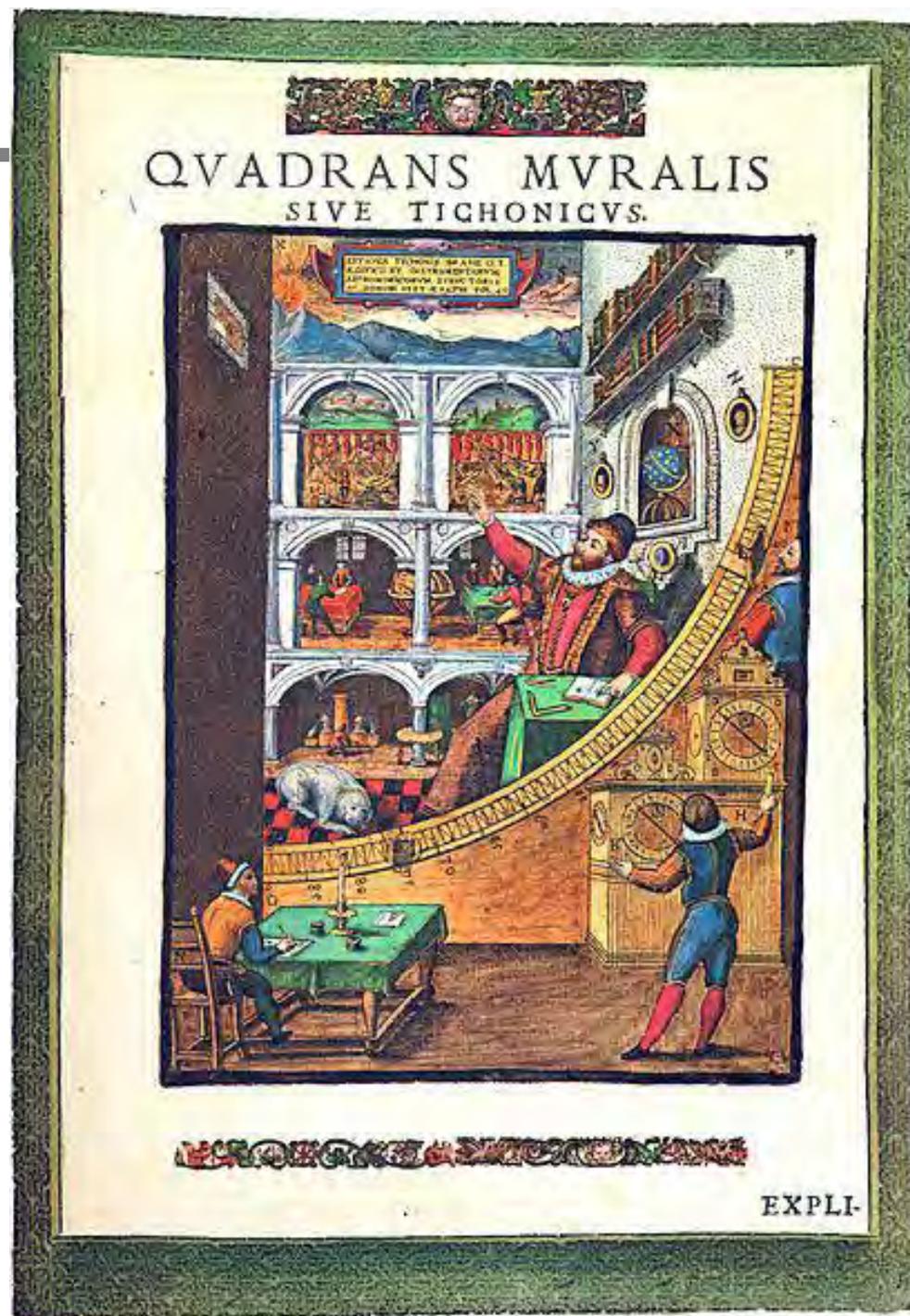


# Beobachtungen

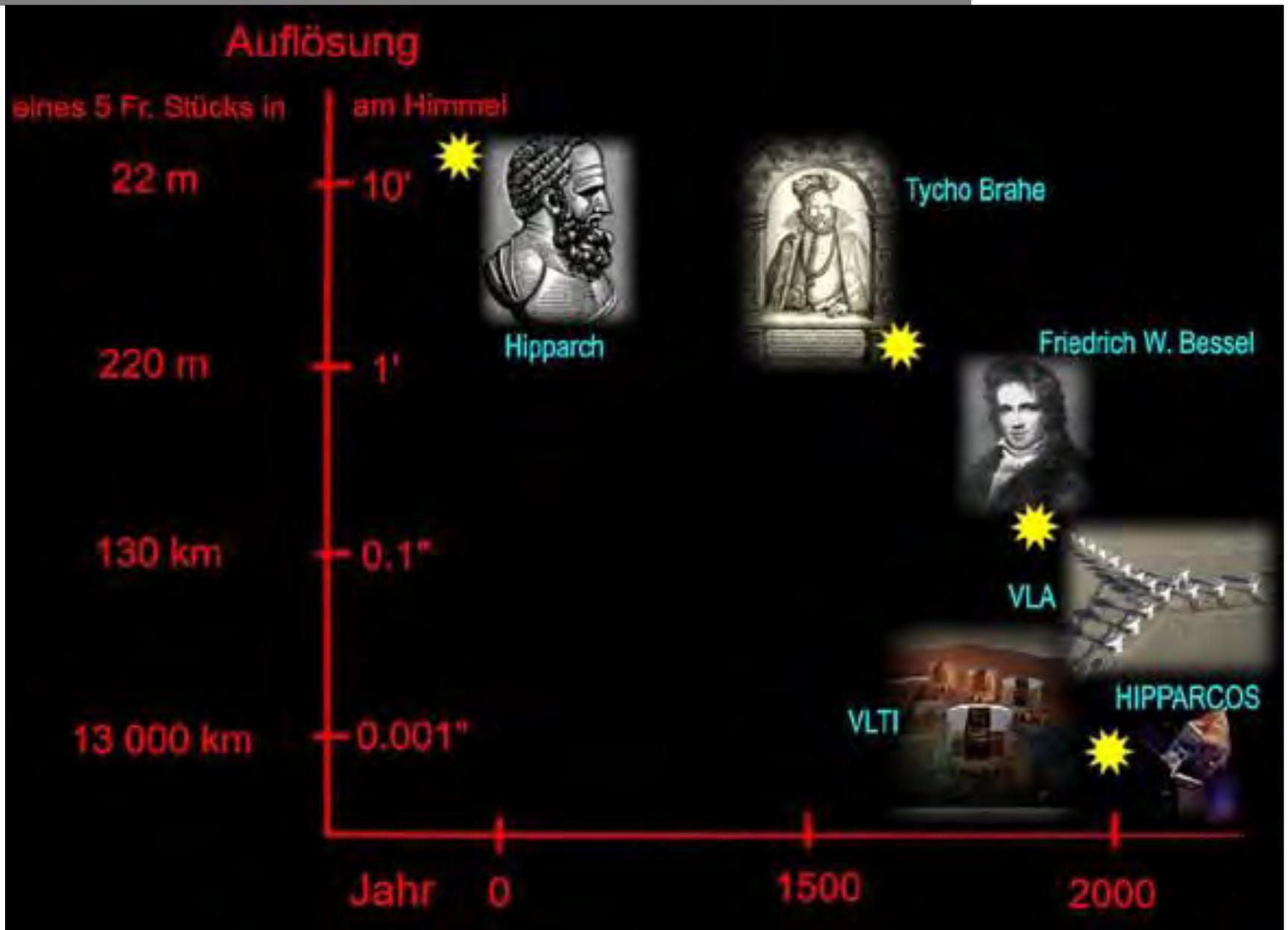
- Uraniborg / Stjerneborg auf Hven
- 1576–1597



# Beobachtungen



# Messgenauigkeit bei 2'



---

# *Kepler*

# Johannes Kepler

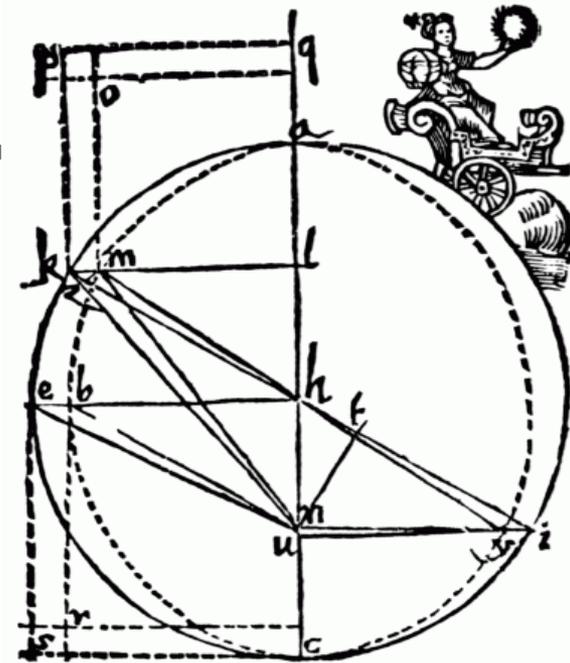
---

- 1571–1630 (Weil der Stadt – Regensburg)
  - Leonberg, Tübingen, Graz, Prag, Linz
  - Astronom, Astrologe, Philosoph, Theologe
  - Mathematiker des Kaisers
  - Begründer der Himmelsmechanik und der Satellitengeodäsie
- 
- 1596: *Mysterium Cosmographicum*
  - 1609: *Astronomia Nova*
  - 1619: *Harmonice Mundi*

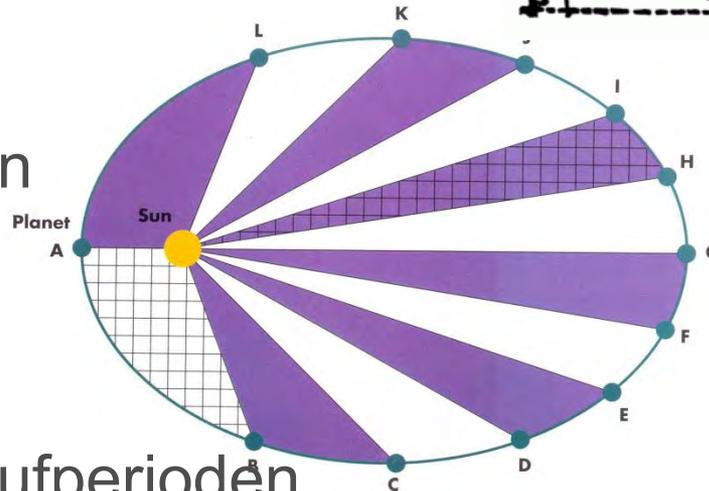


# Kepler Gesetze: Kinematik

1. Orbits sind Ellipsen mit Sonne in Brennpunkt



2. Gleiche Flächen in gleichen Zeiträumen



3. Quadrate der Umlaufperioden zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen ihrer mittleren Abstände

$$\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

# JOHANNES KEPLER'S UPHILL BATTLE

... SO, YOU SEE, THE ORBIT OF A PLANET IS ELLIPTICAL.

WHAT'S AN ORBIT?

WHAT'S A PLANET?

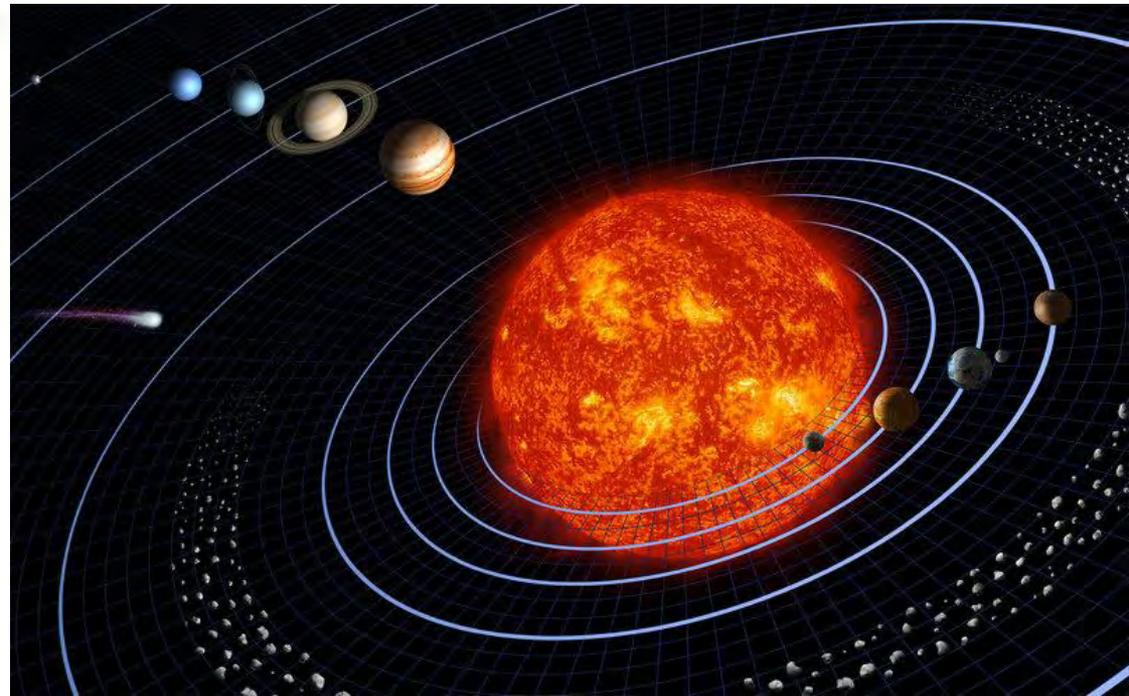
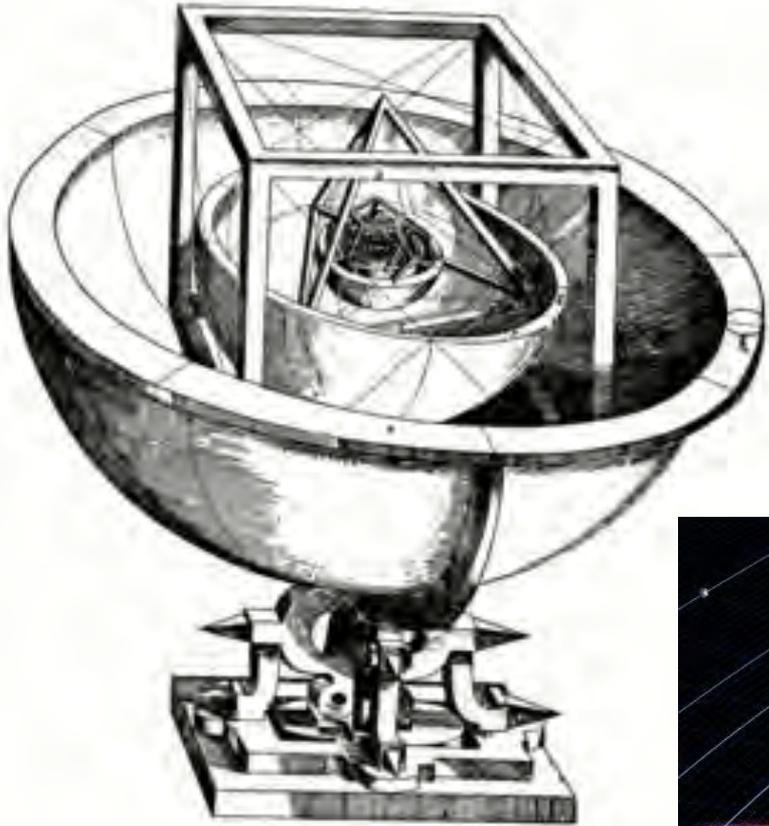
WHAT'S ELLIPTICAL?



J. Harris

# Harmonie der Planeten

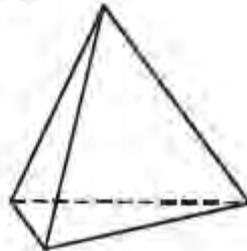
Geometrie?  
Platonische Körper?



# Platonische Körper

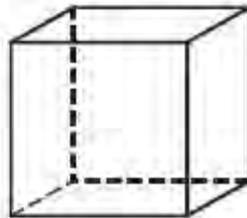
## 1. Tetraeder oder Vierflächner

Er ist begrenzt durch vier gleichseitige Dreiecke. An jeder Ecke treffen drei Dreiecke zusammen.



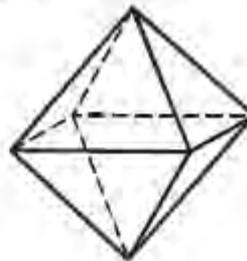
## 2. Hexaeder oder Sechsfächner (Würfel)

Er ist begrenzt durch sechs Quadrate. An jeder Ecke treffen drei Quadrate zusammen.



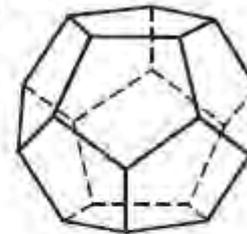
## 3. Oktaeder oder Achtfächner

Er ist begrenzt durch acht gleichseitige Dreiecke. An jeder Ecke treffen vier Dreiecke zusammen.



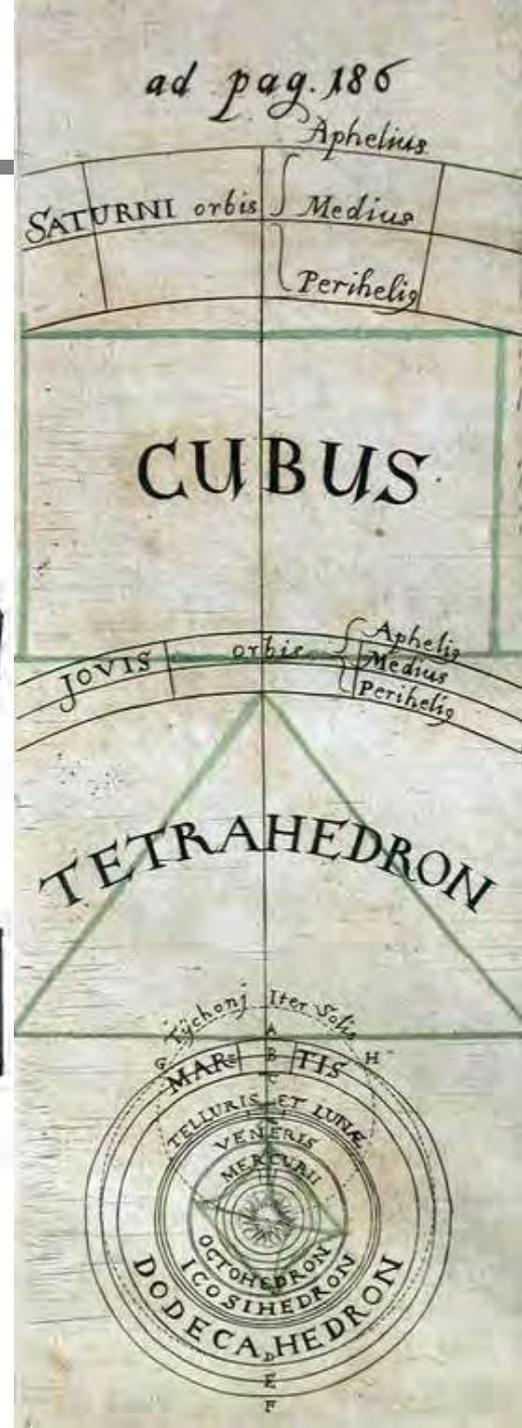
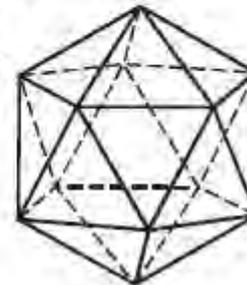
## 4. Dodekaeder oder Zwölfplächner

Er ist begrenzt durch zwölf regelmässige Fünfecke. An jeder Ecke treffen drei Fünfecke zusammen.



## 5. Ikosaeder oder Zwanzigflächner

Er ist begrenzt durch zwanzig regelmässige Dreiecke. An jeder Ecke treffen fünf Dreiecke zusammen.



Harmonice  
Mundi



# Harmonice Mundi

Harmonia Planetarum omnium seu Univer- sals Genus Duri			
Ut h concordet		Ut c concordet	
In Tensione Gravif- sima.	Acutif- sima.	In Tensione Gravif- sima.	Acutif- sima.
Sc. Pr. Sec	Sc. Pr. Sec	Sc. Pr. Sec	Sc. Pr. Sec
	380. 20		380. 20
	285. 15		285. 15
	238. 12		238. 12
	190. 10		190. 10
	95. 3		95. 3
	57. 3		57. 3
	192. 48.		192. 48.
	234. 16.		234. 16.
	195. 14.		195. 14.
	97. 37		97. 37
	58. 34		58. 34
	36. 36.		36. 36.
	29. 17.		29. 17.
	4. 34.		4. 34.
	1. 47.		1. 47.

Ad hanc unam versalem concurrunt Saturnus motu aphelio, Terra aphelio, Venus aphelio ferè; in altissima tensione concurrunt Venus perihelio; in media tensione concurrunt Saturnus perihelio, Jupiter aphelio, Mercurius perihelio. Ita Saturnus duobus motibus potest concurrere, Mars duobus, Mercurius 4.

Hic cæteris manentibus, Saturni perihelium & Jovis aphelium non feruntur; at eorum loco concurrunt Mars perihelio motu.

Cæteri singulis motibus concurrunt; scilicet Mars duobus, Mercurius quatuor.

Harmonia Planetarum omnium seu univer- sals Genus Mollis.			
Ut h concordet.		Ut c concordet.	
In Tensione Gravif- sima.	Acutif- sima.	In Tensione Gravif- sima.	Acutif- sima.
Sc. Pr. Sec	Sc. Pr. Sec	Sc. Pr. Sec	Sc. Pr. Sec
	379. 20		379. 20
	284. 32		284. 32
	237. 4		237. 4
	189. 40		189. 40
	94. 50		94. 50
	59. 16		59. 16
	379. 20		379. 20
	284. 32		284. 32
	237. 4		237. 4
	189. 40		189. 40
	94. 50		94. 50
	61. 1		61. 1
	35. 35		35. 35
	29. 38		29. 38
	30. 31		30. 31
	4. 35		4. 35
	2. 19		2. 19
	3. 51		3. 51

Rursum hic in tensione media concurrunt Saturnus motu perihelio, Jupiter aphelio, Mercurius perihelio. In tensione altissima ferè concurrunt perihelium Telluris motus.

Et hic extritis aphelio Jovis, & perihelio Saturni, admittitur Mercurij aphelium proxime præter perihelium. Cætera manent.

# Dynamik: Newton

Keplers Versuch: *anima motrix*

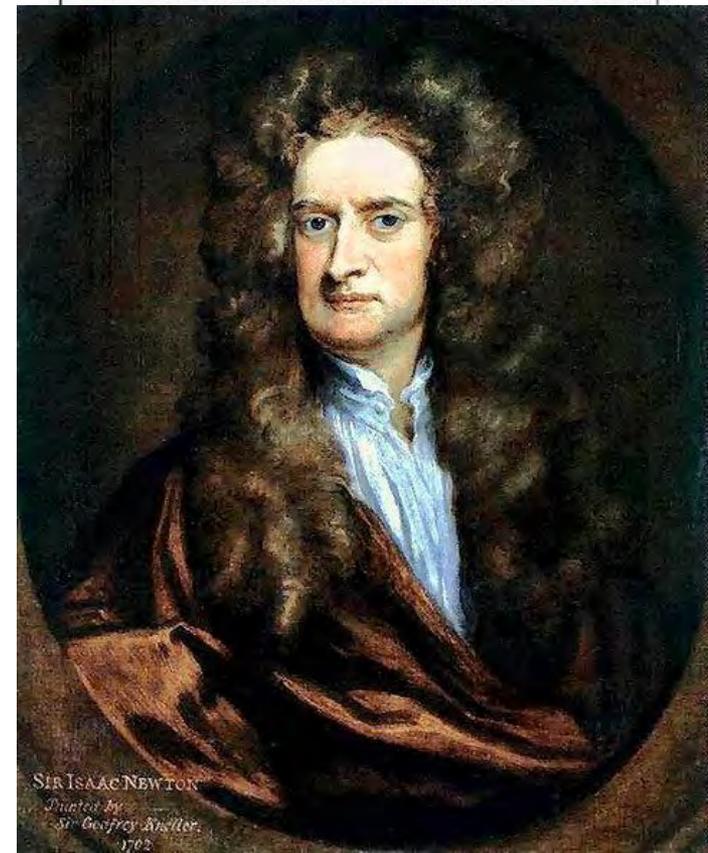
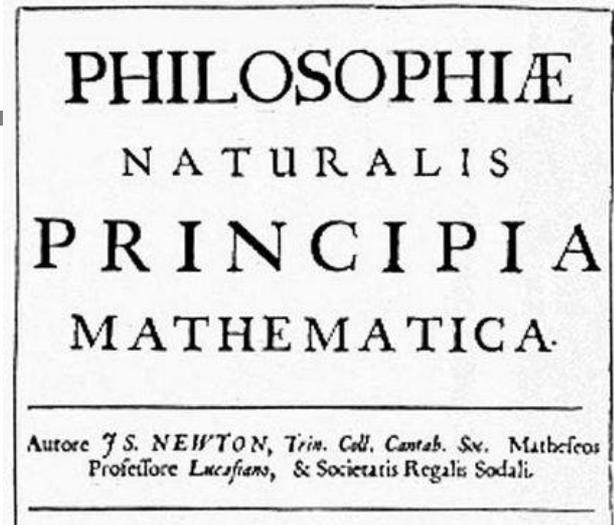
- ähnlich wie Lichtintensität

$$\text{Intensität} \propto \frac{1}{(\text{Distanz})^2}$$

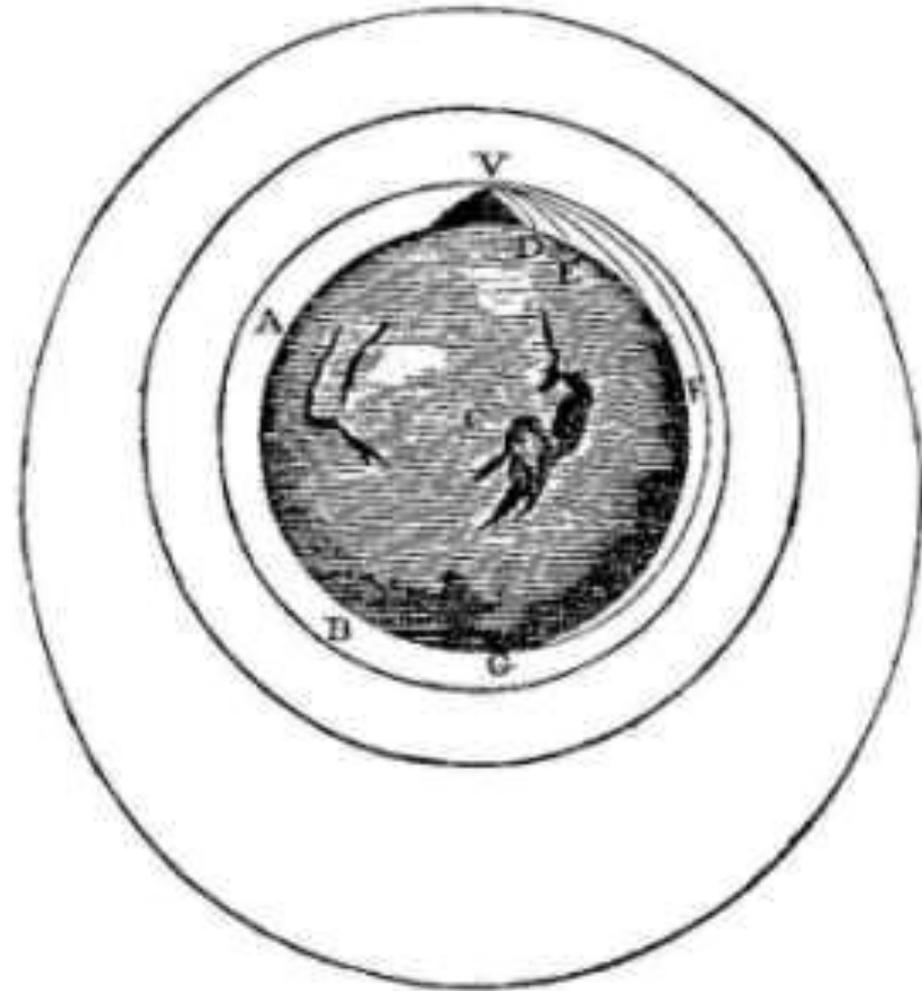
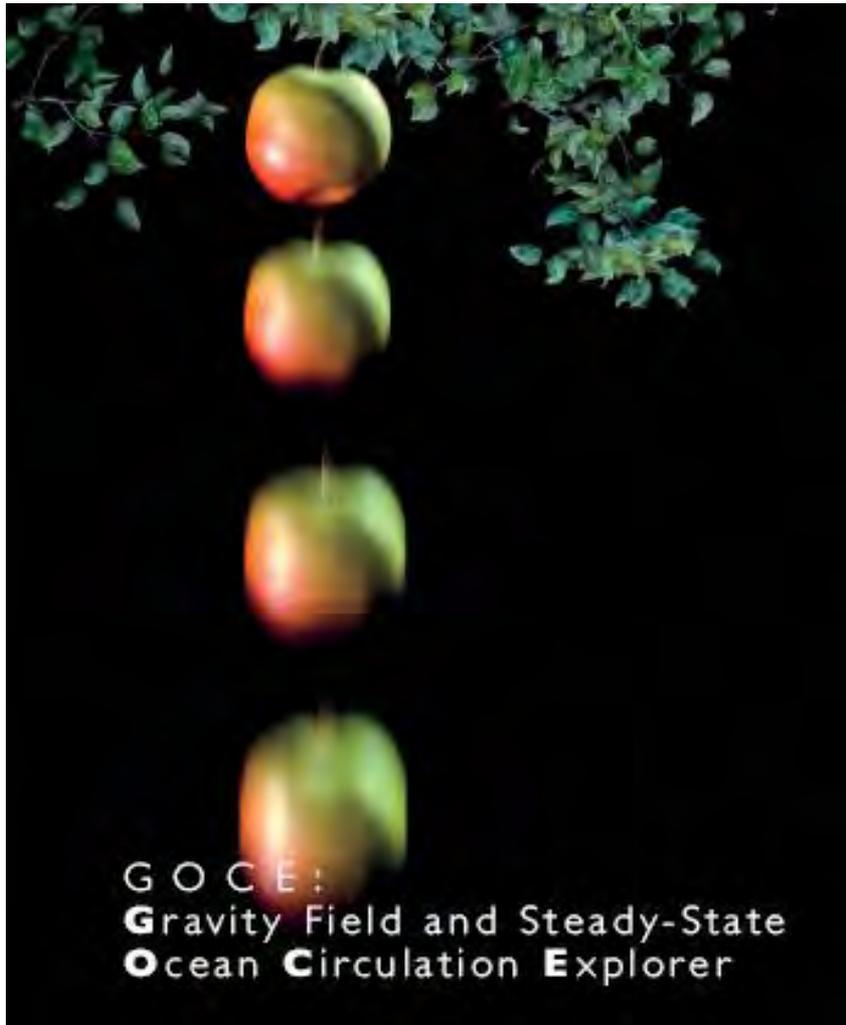
Isaac Newton (1643–1727)

- Gravitationsgesetz

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$



# Newton und Freifall



Newton, Principia VII, Book III

Newton

