

Fehler in den ptolemäischen Alfonsinischen Tafeln (Merkurposition)



Copernicus



Nicolaus Copernicus (1473–1543):
Das geozentrische System ist zu kompliziert, ein heliozentrisches System ist eleganter.

Copernicus

Nicolaus Copernicus (1473–1543):

Das geozentrische System ist zu kompliziert, ein heliozentrisches System ist eleganter:

De revolutionibus orbium coelestium: “Auf keine andere Art sehen wir die klare harmonische Beziehung zwischen den Bewegungen der Planeten und den Größen ihrer Bahnen [besser].”



(Gingerich, 1993, p. 165)

Copernicus



(Gingerich, 1993, p. 165)

Nicolaus Copernicus (1473–1543):

Das geozentrische System ist zu kompliziert, ein heliozentrisches System ist eleganter:

De revolutionibus orbium coelestium: “Auf keine andere Art sehen wir die klare harmonische Beziehung zwischen den Bewegungen der Planeten und den Größen ihrer Bahnen [besser].”

Kopernikanisches Prinzip: Die Erde ist nicht im Zentrum des Universums.

net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense reducitur. Sextum denique locum Mercurius tenet, octuaginta dierum spacio circū currens. In medio uero omnium residet Sol. Quis coim in hoc



pulcherrimo templo lampadem hanc in alio uel mediore loco poneret, quā unde totum simul possit illuminare. Si quidem non inepte quidam locustam mundi, alij mentem, alij rectorem uocant. Trimegistus uisibilem Deum, Sophocles Electra intuenē omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circumagentem gubernat Astrorum familiam. Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Lunam cum terra cognationē habet. Cōcipit in terra à Sole terra, & impregnatur anno partu. Inuenimus igitur sub hac

hac ordinatione admirandam mundi symmetriam, ac certū harmonix nexum motus & magnitudinis orbium: qualis alio modo reperiri non potest. Hic enim licet anim aduertere, non segnius ut contemplanti, cur maior in Ioue progressus & regressus appareat, quā in Saturno, & minor quā in Marte: ac rursus maior in Venere quā in Mercurio. Quod & frequentior appareat in Saturno talis reciprocatio, quā in Ioue: rarior adhuc in Marte, & in Venere, quā in Mercurio. Præterea quod Saturnus, Iupiter, & Mars acronychi propinquiores sint terræ, quā circa eorū occultationem & apparitionem. Maxime uero Mars pernox factus magnitudine Iouem æquare uideatur, colore dumtaxat rutilo discretus: illic autem uix inter secundæ magnitudinis stellas inuenitur, sed ualio obseruatione sectantibus cognitus. Quæ omnia ex eadem causa procedūt, quæ in telluris est motu. Quod autem nihil eorum apparet in fixis, immensam illorum arguit celsitudinem, quæ faciat etiam annui motus orbem siue eius imaginem ab oculis euanescere. Quoniam omne uisibile longitudinem distantie habet aliquam, ultra quam non amplius spectatur, ut demonstratur in Opticis. Quod enim à supremo errantium Saturno ad fixarum sphaeram adhuc plurimum interfit, scintillanti illorum lumina demonstrant. Quo indicio maxime discernuntur à planetis, quod & inter mota & non mota, maximam oportebat esse differentiam. Parua uisum est diuino Iuicæ Specto Max. tabula.

De huiusmodi motu telluris demonstratione.

CVm igitur mobilitati terrene tot tantarū errantium siderū consentiant testimonia, iam ipsum motum in summa exponemus, quatenus apparentia per ipsum tantam quam hypotesin demonstrantur, quem triplicem omnino oportet admittere. Primum quem diximus *επιγυρῶν* à Græcis uocari, dici noctivagū circuitum proprium, circa axem telluris, ab occasu in ortum uertentem, prout in diuersum mundus ferri putatur, æquinoctialem circulum describendo, quem nonnulli æquidistantem dicunt, imitantes significationem Græcorum, apud

tillantia illorum lumina demonstrant. Quo indicio maxime dis-
cernuntur à planetis, quodq̃ inter mota & non mota, maximam
oportebat esse differentiam. ~~Tanta nimirum est divina hæc~~

~~Opt. Max. fabrica.~~

~~De triplici motu telluris demonstratio.~~

De hypothese triplicis motus terre, eiusq̃ demonstratione.

Cum igitur mobilitati terrenæ tot tantq̃ errantium sy-
derū consentiant testimonia, iam ipsum motum in sum-
ma exponemus, quatenus apparentia per ipsum tan-
quam hypotesin demonstrantur, quem triplicem omnino oportet

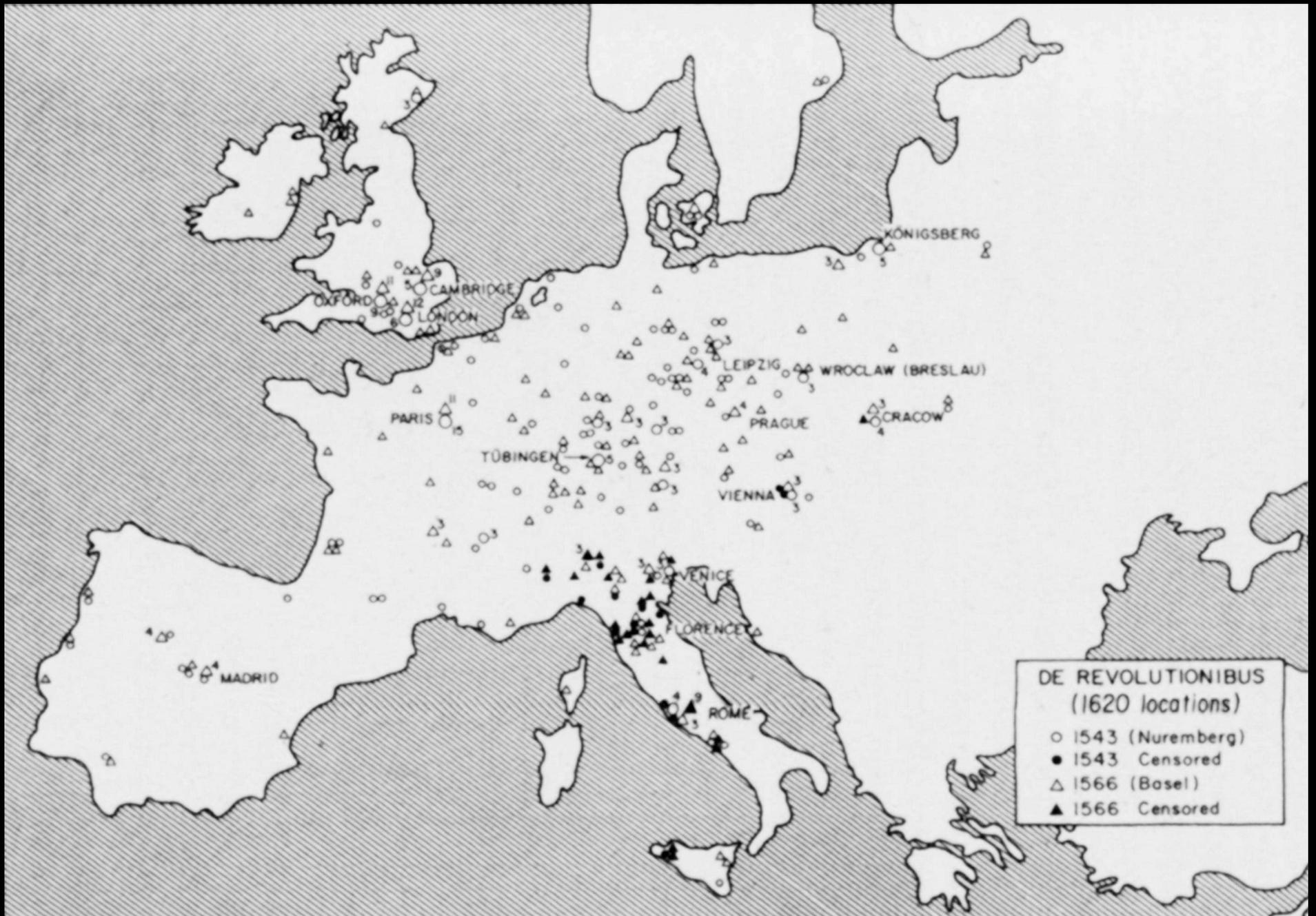
(Gingerich, 2005)

Das “zensierte” Exemplar Galileo Galileis

Ausgestrichen: “Wahrlich, so groß ist dieses erhabene Werk des besten und höchsten Gottes”

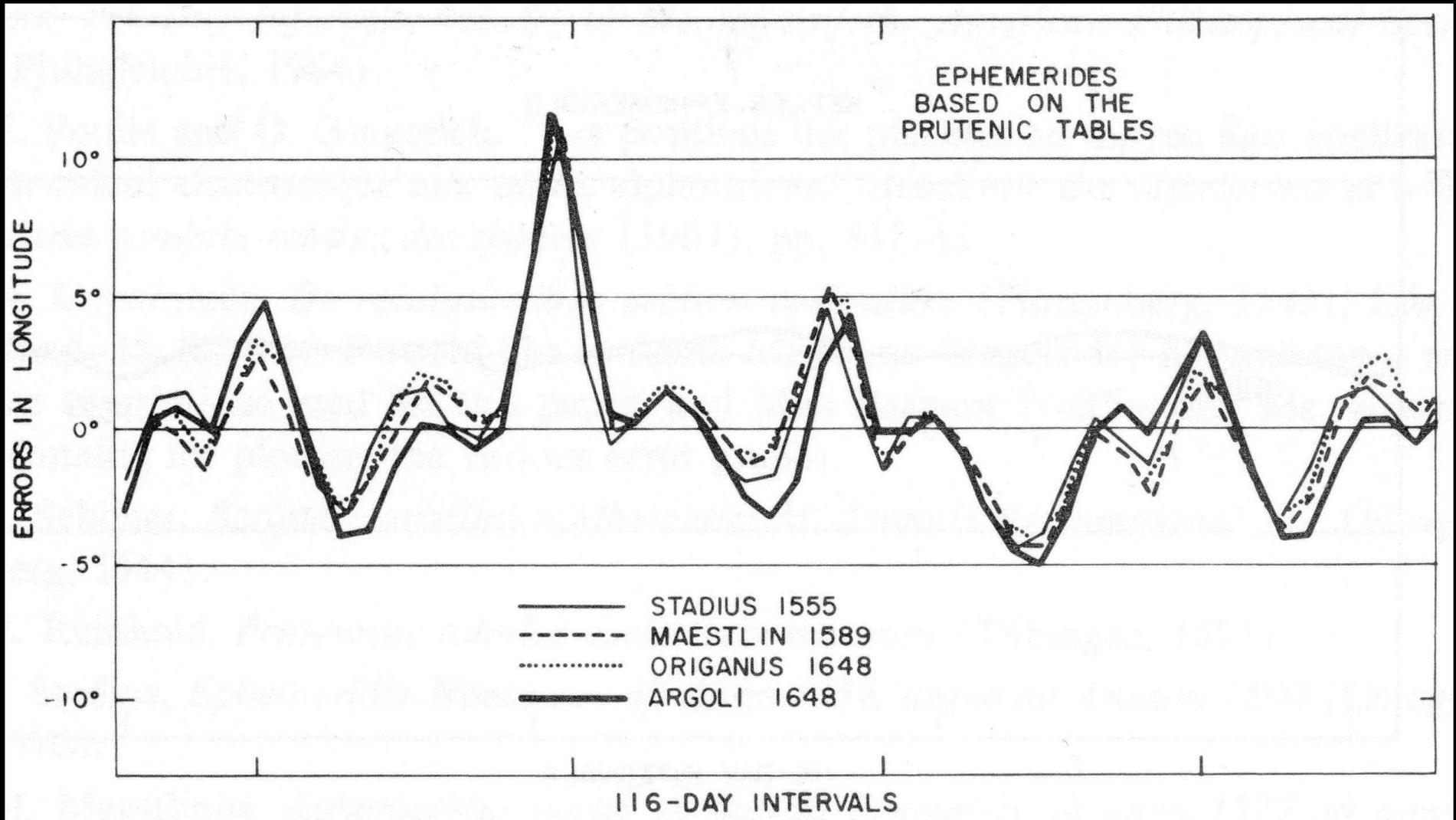
Geändert: “Von der Erklärung der dreifachen Bewegung der Erde”

⇒ “Über die Hypothese der dreifachen Bewegung der Erde”



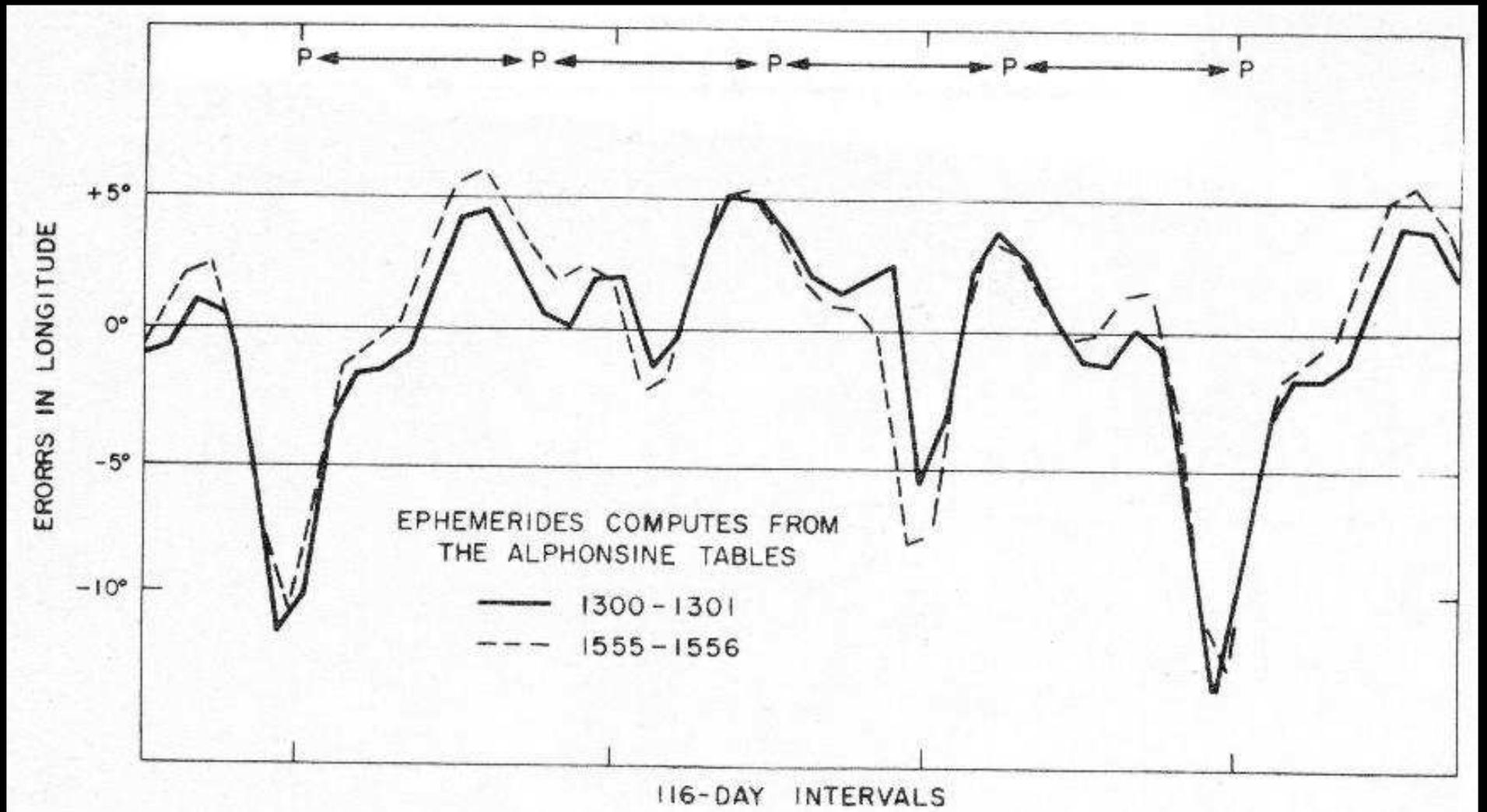
(Gingerich, 2005)

Verteilung der zensierten Exemplare des "De revolutionibus"



(Gingerich, 1993)

Der Fehler in der kopernikanisch bestimmten Position des Merkur...

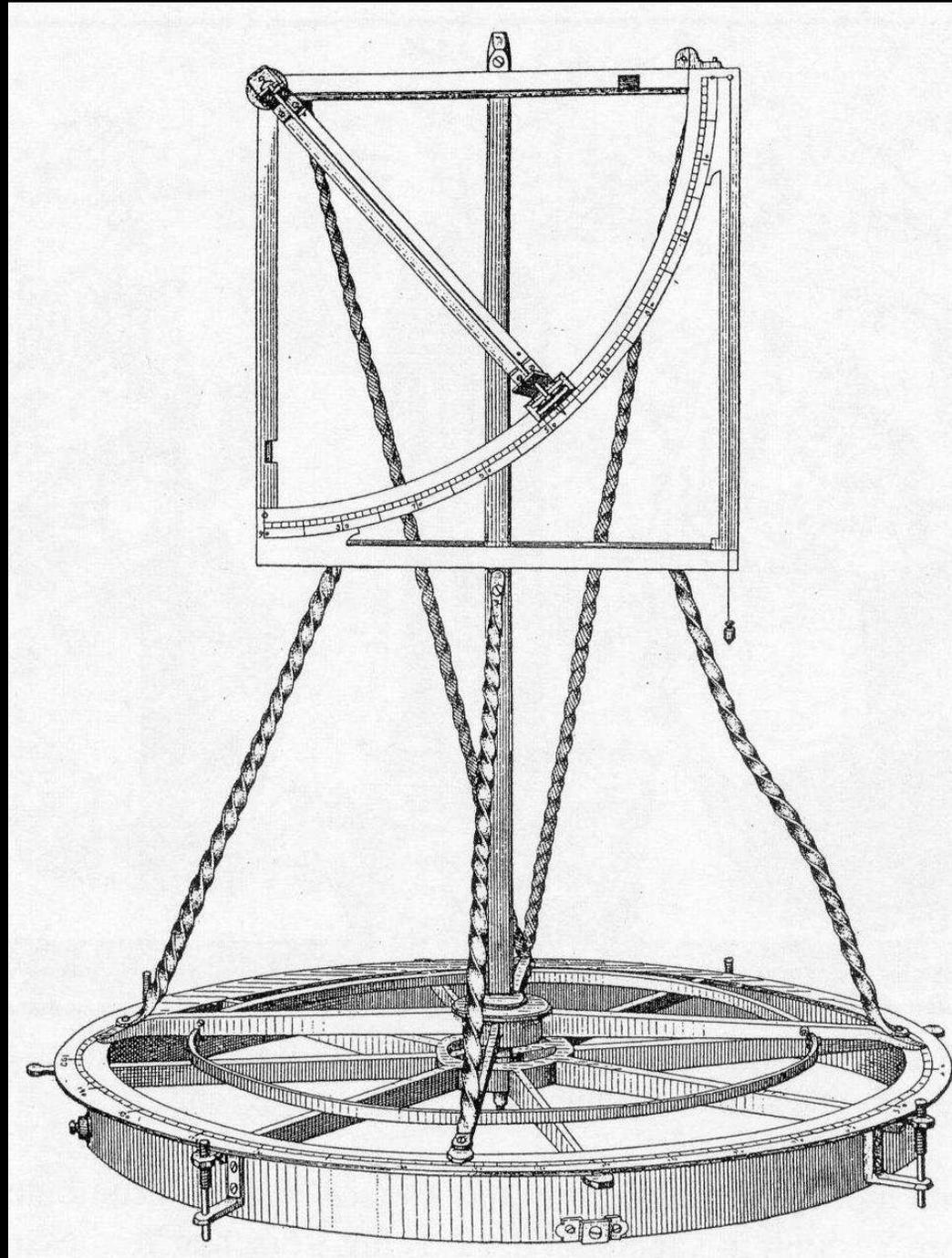


... ist nicht kleiner als der in den ptolemäischen Alfonsinischen Tafeln

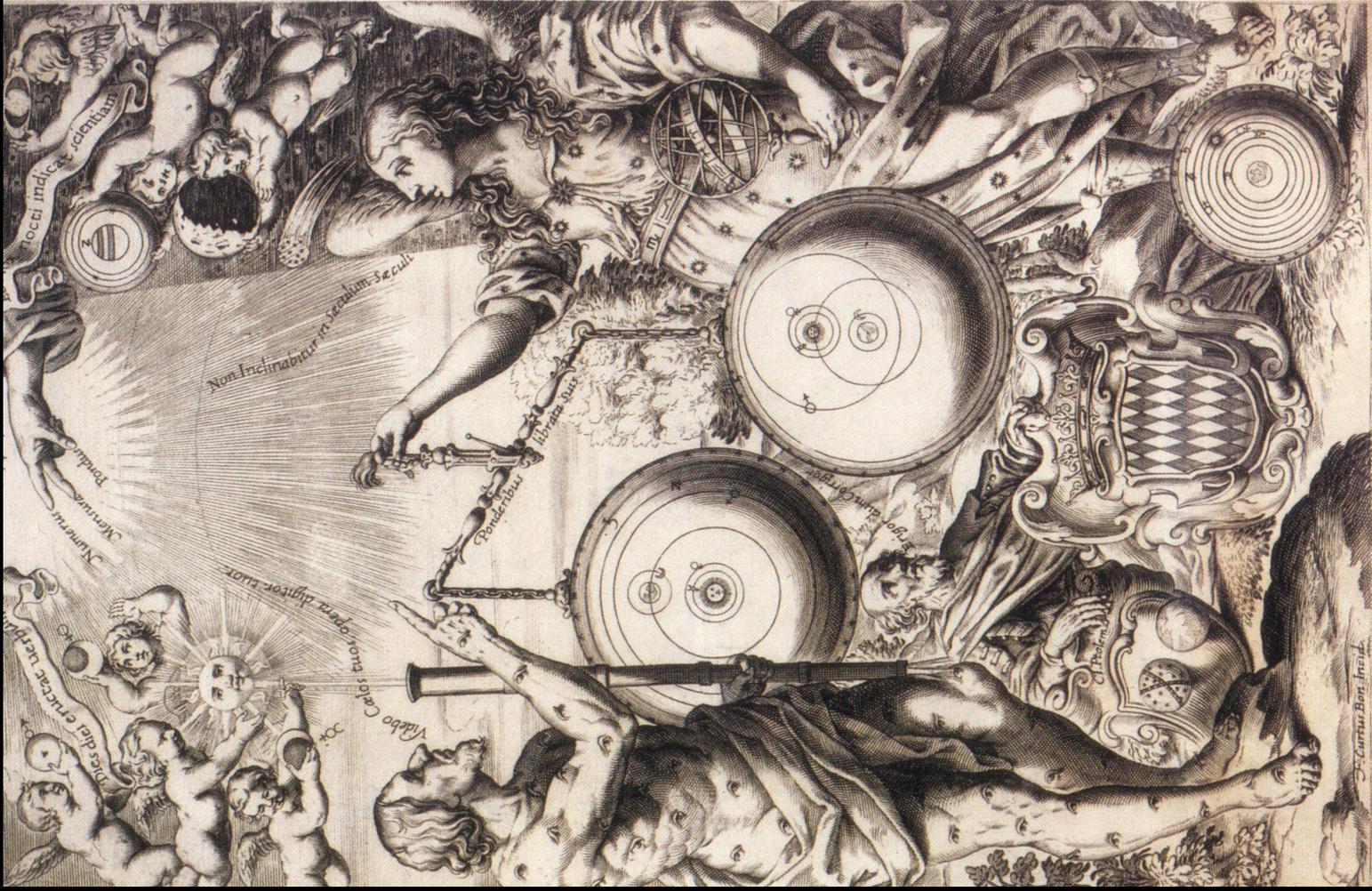
Brahe



Tycho Brahe (1546–1601): Visuelle Bestimmung der Planetenpositionen zeigt Fehler in den Ptolemäischen Vorhersagen auf.



Azimutalquadrant der Sternwarte Kassel (~1560)



Übersetzung der lateinischen Texte auf dem Stich von Ricolli (von oben nach unten):

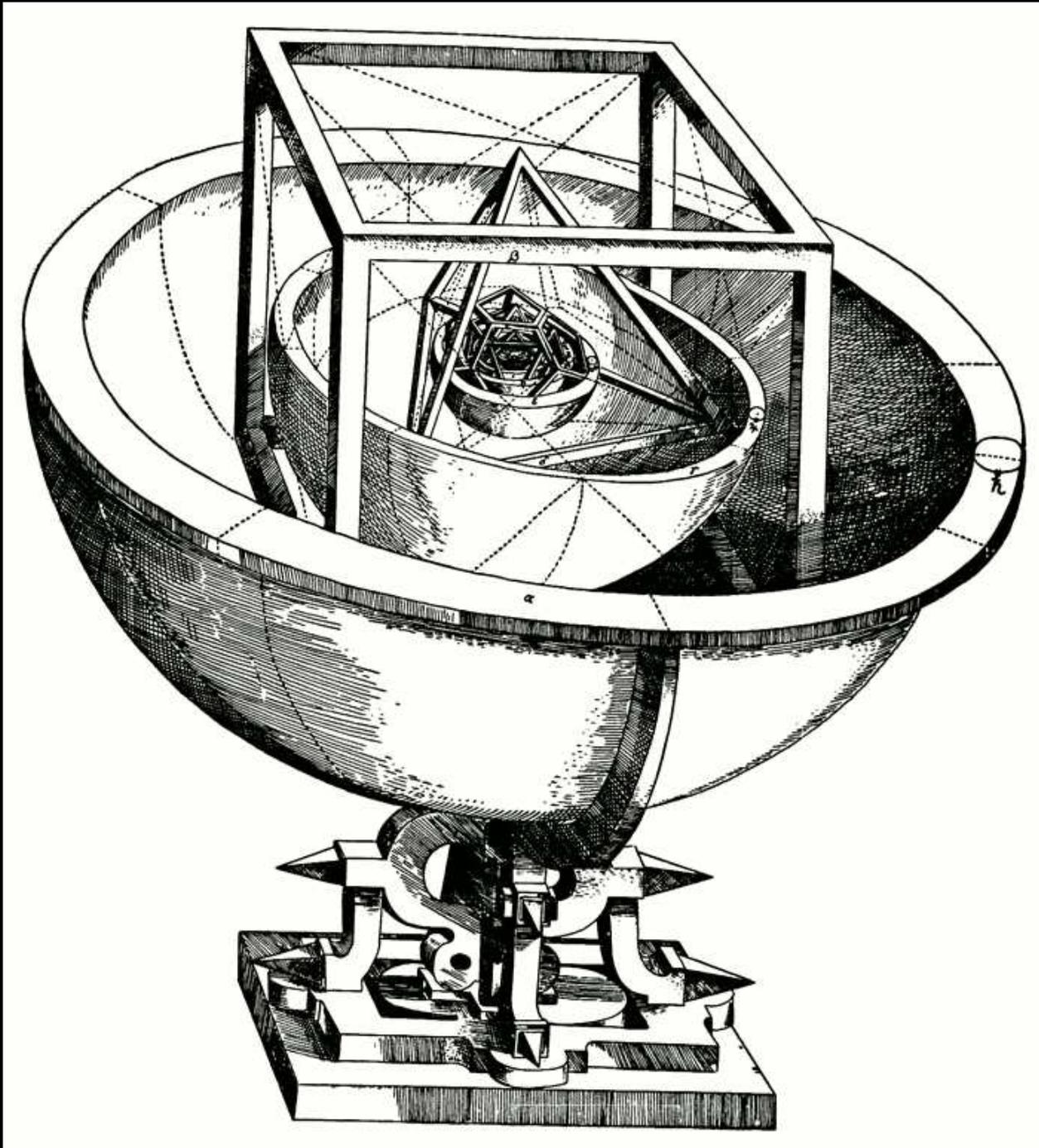
Dies diei eructat uerbu. . .	Der Tag des Tags (=der jüngste Tag) wirft das Wort von sich <i>oder</i> Der Tag der Tage speit das Wort aus.
. . . et nox nocti indicat scientiam	Und eine Nacht teilt der anderen das Wissen mit <i>oder</i> Die Nacht der Nächte zeigt die Wissenschaft
Finger an Hand Gottes: Numerus, Mensura, Pondus	Weisheit Salomos (Apokryphe Schriften des Alten Testaments, Kapitel 11,21): "Aber du [Gott] hast alles nach <i>Maß, Zahl</i> und <i>Gewicht</i> geordnet" – Schöpfungstheologisch/kosmologische Kernstelle der Bibel
Videbo Caelos tuos, opera digitor tuor	Ich werde deine Himmel erkennen können, ich verteidige sehr würdig deine Werke <i>oder</i> ich werde deine Himmel sehen. . .
Non Inclinabitur in saeculum saeculi	Er wird mir in Ewigkeit keine andere (falsche) Richtung geben werden.
Erigo dum corrigar	Ich werde aufgerichtet/ermutigt werden indem ich verbessert werde
Ponderibus librata suis	Mit ihren Gewichten wird sie kräftig geschwungen <i>oder</i> Mit seinen Gewichten im Gleichgewicht gehalten.

Kepler



Johannes Kepler (1571–1630):

- 27.12.1571, Weil der Stadt
- Studium Tübingen bei Maestlin
- 1594–1600: Graz
- 1596: **Mysterium Cosmographicum**



Mysterium Cosmographicum
(1596): Verteidigung des
heliocentrischen Weltbildes
aus philosophischer Sicht.
Jeder Planet ist mit einem
platonischen Körper
verbunden.

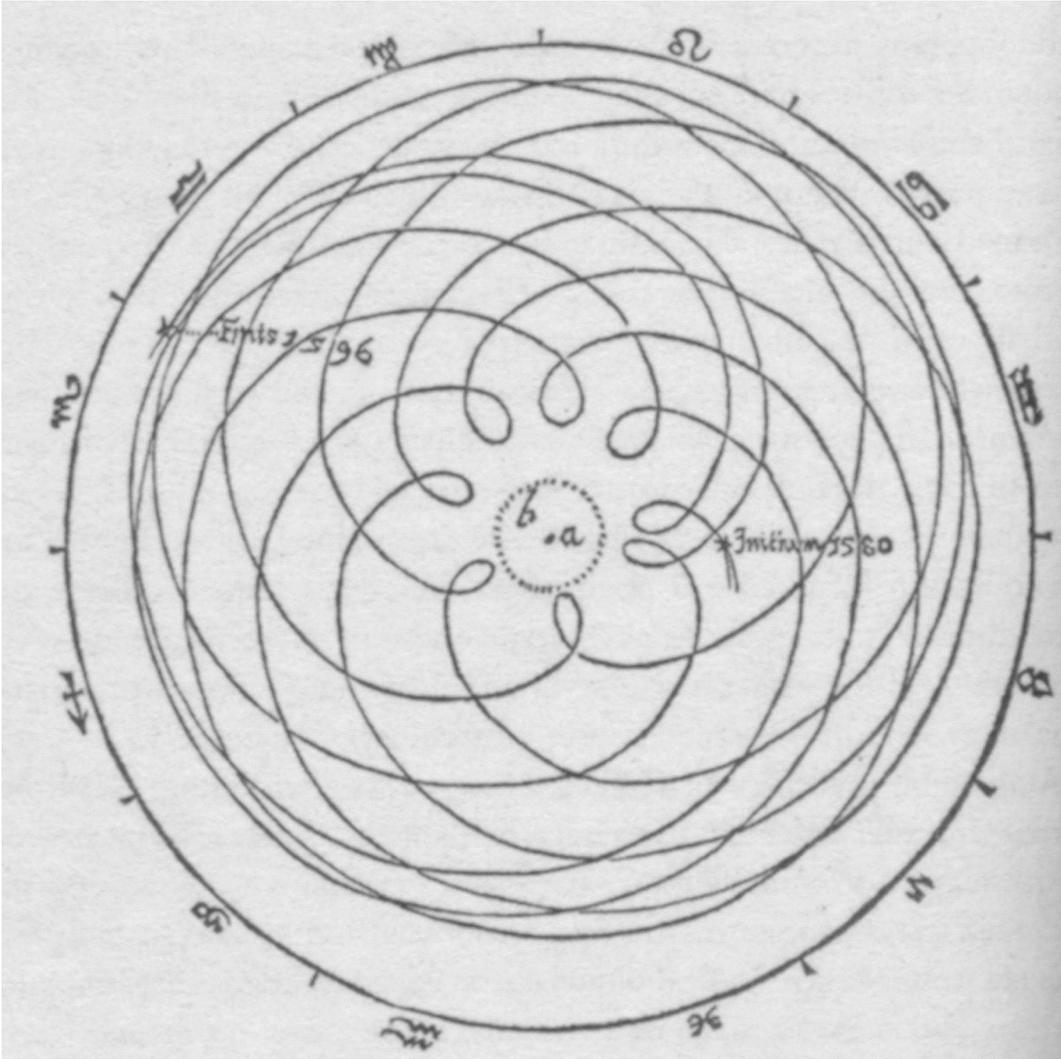
Kepler



Johannes Kepler (1571–1630):

- 27.12.1571, Weil der Stadt
- Studium Tübingen bei Maestlin
- 1594–1600: Graz
- 1596: *Mysterium Cosmographicum*
- 1600–1612: Prag, bei Brahe, Hofastrologe, Planetentheorie, Entdeckung der Supernova von 1604,...
- 1609: *Astronomia Nova*

Kepler



Keplers Theorie der
Bahnbewegung: **Astronomia
nova** (Prag, 1609)

Kritik an der Epizykeltheorie:
“panis quadragesimalis”
(Osterbrezel)

⇒ **Unelegant!**

Astronomia Nova, Kapitel 1:
Bewegung des Mars in der
Epizykeltheorie

Eligatur ergo acronychia obliqua
 sub circulo 12 4. Nam in
 est longitudo media. Sicut et ante
 12 4, et post 12 III.



19763	
1525	
4801507	
19763	
90515	
12701	
70138	
3789	
73721	
16851	
13277	
324070	
1572090	
117569	
77989	
67501	
229071	
298321	
1800	935401
129899	
17888	
11802	7
11002	
101100	0
15502	
151799	1
2700	
2572	20
0932.15	
26.0.22	
5.27.97	
27.31.18	
29.0.3.0	

portet autem fixare non median
 sed veram oppositionem. Nam
 et solis, quibus talis quantitas loci, uti parat
 lapis ad unum caput. Et autem fixam
 linea opposita Martis. Igitur si agatur a me
 die loco, solis pendens, oportet interueni
 feram inferi medietate loci solis et
 Martem. Sed quia iam praecognoscio, et
 solis pendere a solis loco vero oportet
 veram oppositionem assequere

26691246	
952	
1207	7
7589	
6664	
9271	9
0568	
6832	7
6664	
1680	1
27971	
1525	
17015500	
57002	
139801	
279710001	1
1525	
12721	80
12200	
5210	2
9575	
0750	4
1100	
2510	7

Anno 1580. Die 17 Nov. h: 9 M. 40.
 Mars opponebatur loco solis medio in
 6. 50. Lat: 1. 40. B. Long: incognita
 6. 50. Martis Long: 2. 27. 29. 46.
 Praecipuo 27. 58. 50. Long: 1. 25. 28. 70

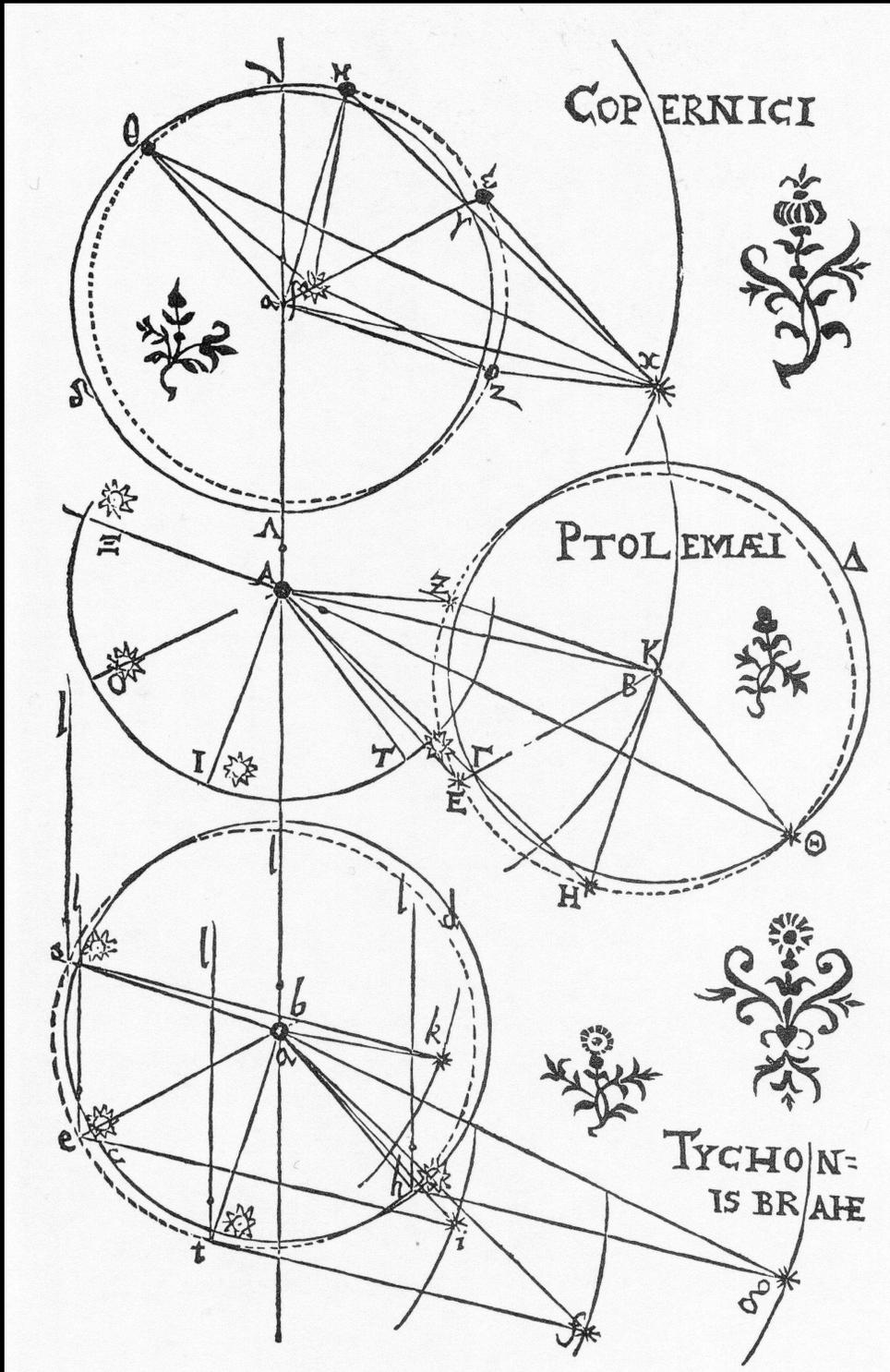
Locus solis ex Brahe
 1579. Apr. 15. 24. 0
 Oct

9. 20. 1. 8.
10. 0. 32. 21.
15. 46. 12.
21. 15

Long 0 0. 6. 47. 37. Longitudo Martis in Grad 110

Keplers Notizbuch.
 Zeichnung von Mars in Opposition
 Umkreist: Eine der wenigen
 Positionsmessungen von Brahe, die
 Kepler verwenden durfte.

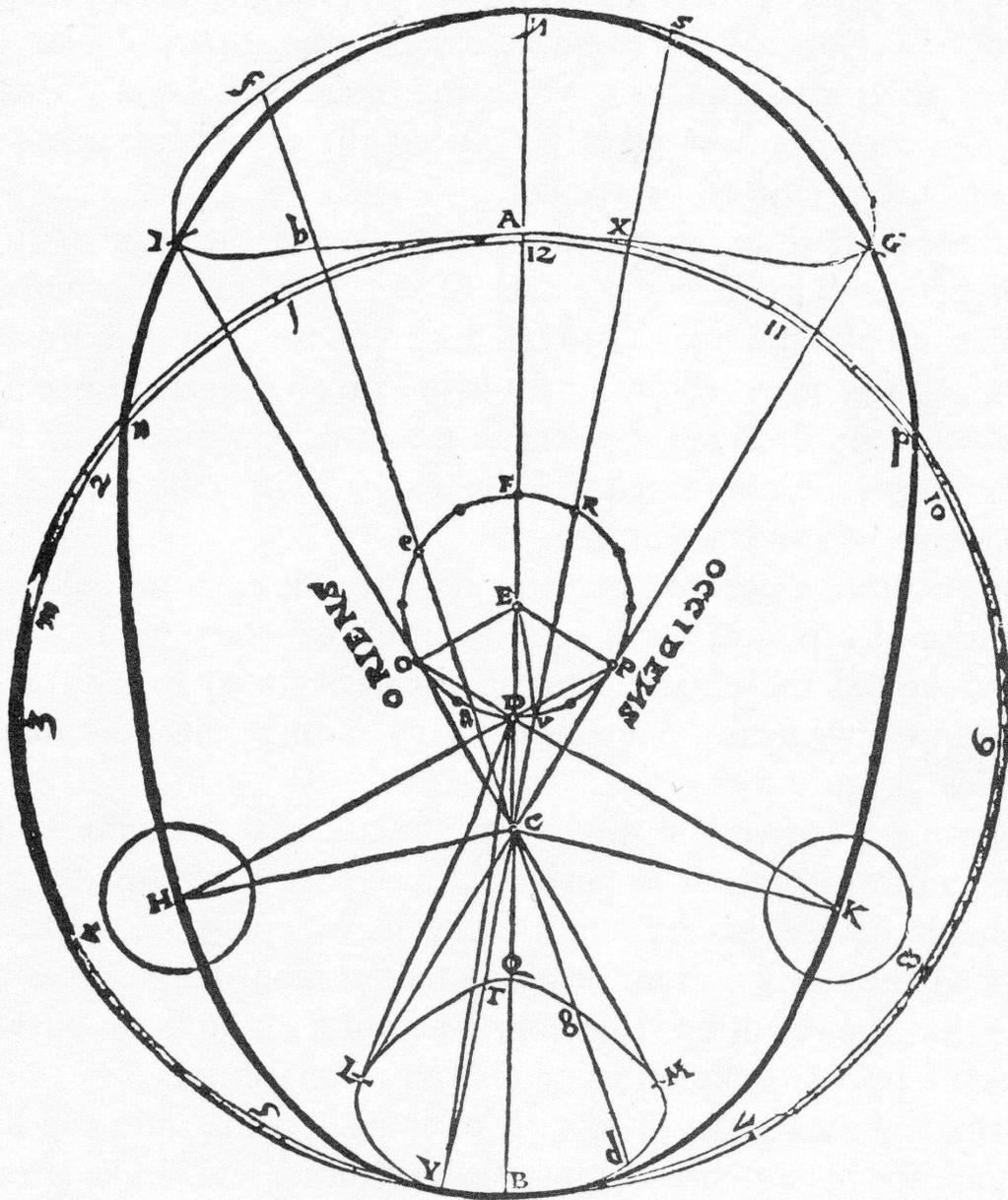
(Gingerich, 1993)



Kepler: Eine Verformung der Marsbahn in ein "Ovoid" ist in *allen* angenommenen Weltmodelle notwendig

(Gingerich, 1993)

THEORICA OMNEM FERRE VA-
rietatem motus centri epicycli & apogij eccen-
trici Mercurij ostendens.



Collocanda est hæc figura ante fol. 69.

Kepler: Ovoide sind in der
Ptolemäischen Planetentheorie
schon sehr deutlich
(Verweis auf Peurbach's
Theoricae novae planetarium)
Georg Peurbach (1423–1461)

(Gingerich, 1993, Nachdruck von 1558)



Kepler

Ergebnis der Kepler'schen Untersuchungen: Die **drei Kepler'schen Gesetze**:

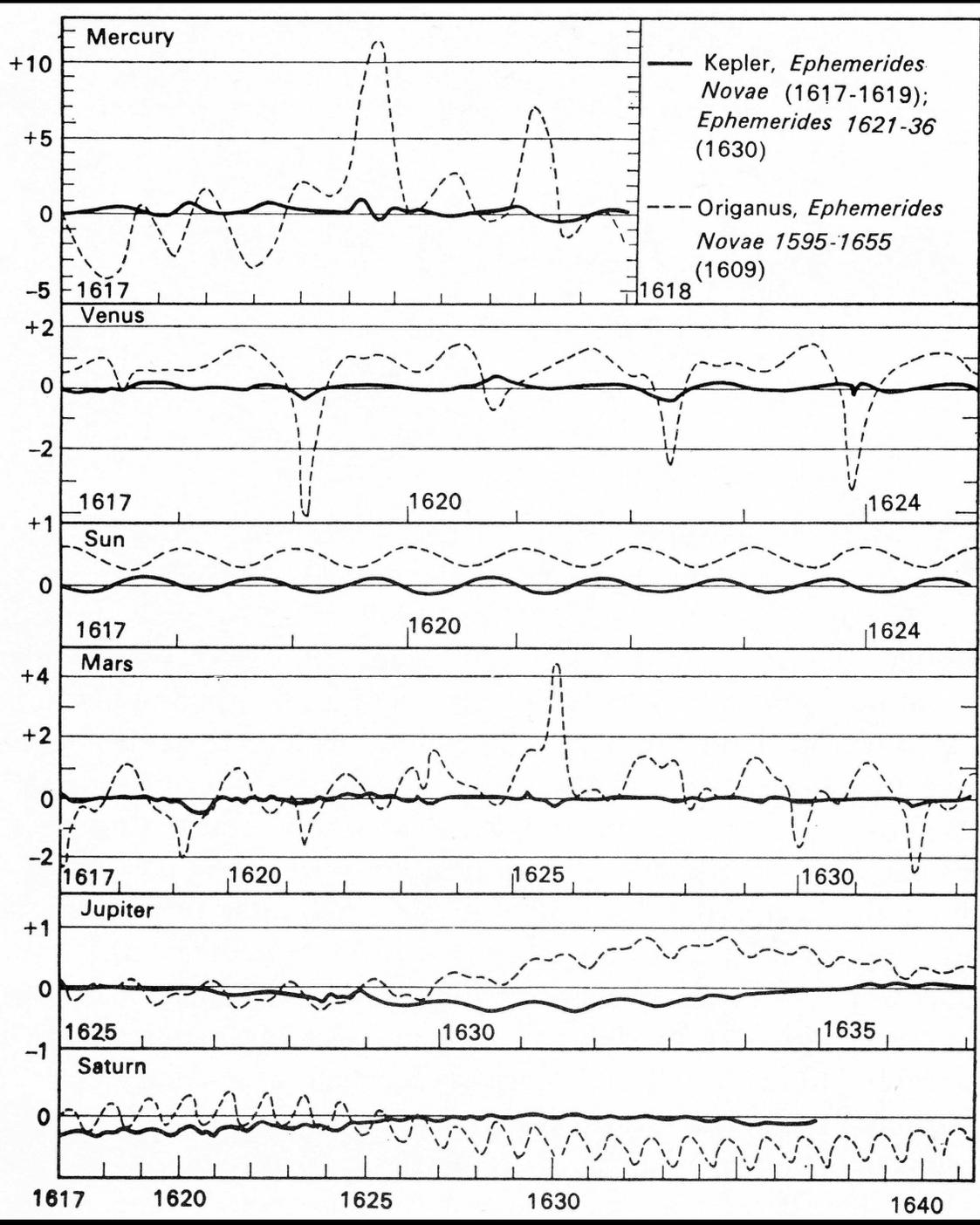
1. **Planeten bewegen sich auf Ellipsen in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.** ("Astronomia Nova", 1609)
2. **Die Linie von der Sonne zu einem Planeten überstreicht in gleichen Zeitintervallen die gleiche Fläche.** ("Astronomia Nova", 1609)
3. **Das Quadrat der Bahnperioden ist proportional zum Kubus der Hauptachsen.** ("Harmonice Mundi", 1619)

Kepler



[Tabulae Rudolphinae](#), 1627
Genaueste Planetenpositionen
(Fehler nur noch $\sim 5'$!)

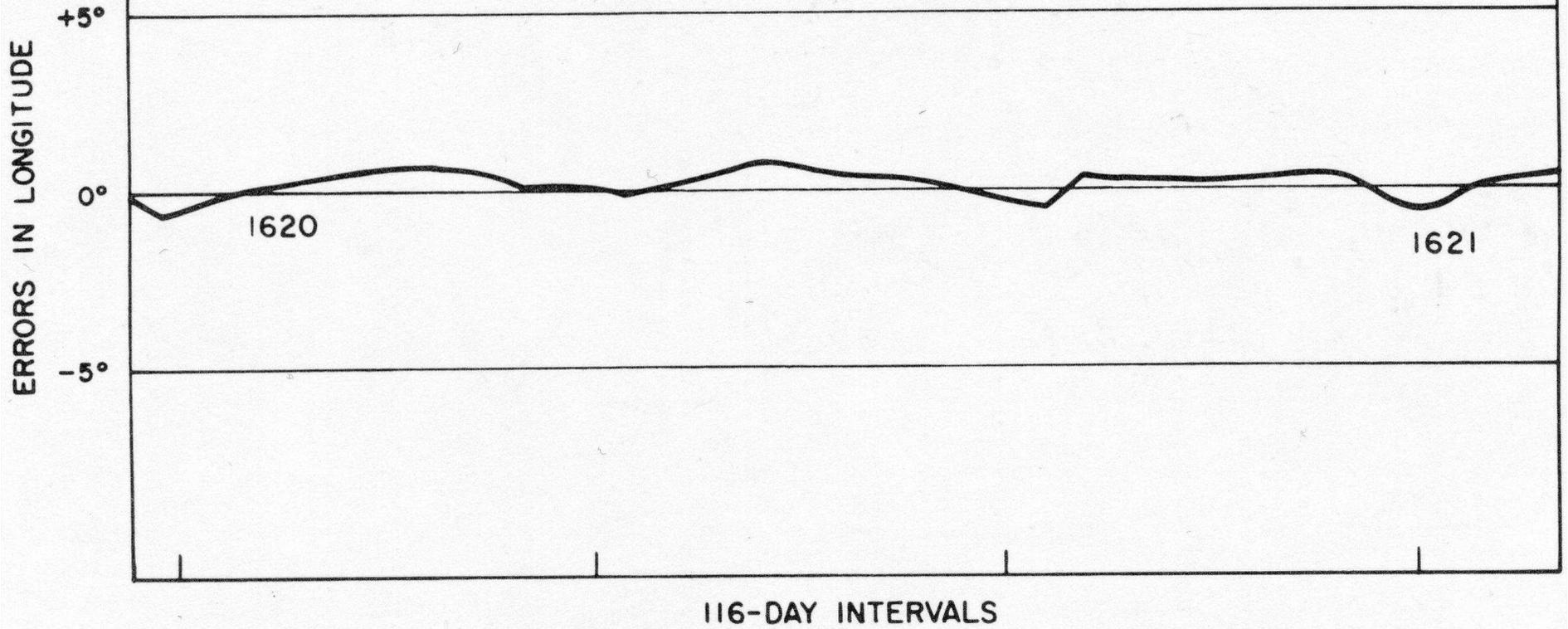
(Gingerich, 2005)



Vergleich der Positionen, Kepler vs. Kopernikanische Theorie
 ⇒ extreme Verbesserung!

(Gingerich, 1993)

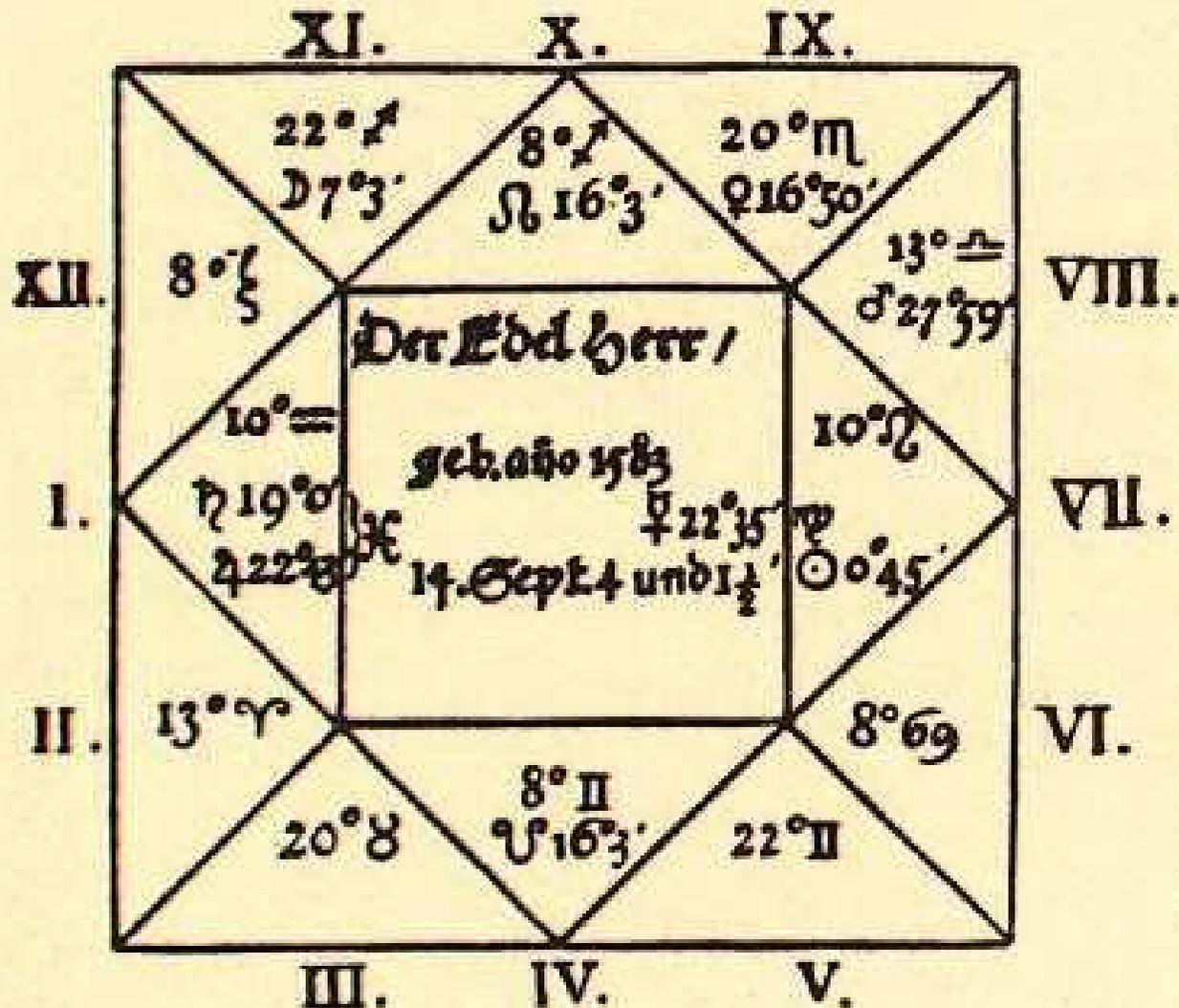
KEPLER EPHEMERIDES



Genauigkeit der Rudolphinische Tafeln

Horoscopium gestellet durch Ioannem Kepplerum

1608.



Keplers Horoskop für Wallenstein (1628)

Kepler



Johannes Kepler (1571–1630):

- 27.12.1571, Weil der Stadt
- Studium Tübingen bei Maestlin
- 1594–1600: Graz
- 1596: **Mysterium Cosmographicum**
- 1600–1612: Prag, bei Brahe, Hofastrologe, Planetentheorie, Entdeckung der Supernova von 1604,...
- 1609: **Astronomia Nova**
- 16.10.1630: gestorben in Regensburg

Galileo Galilei, I

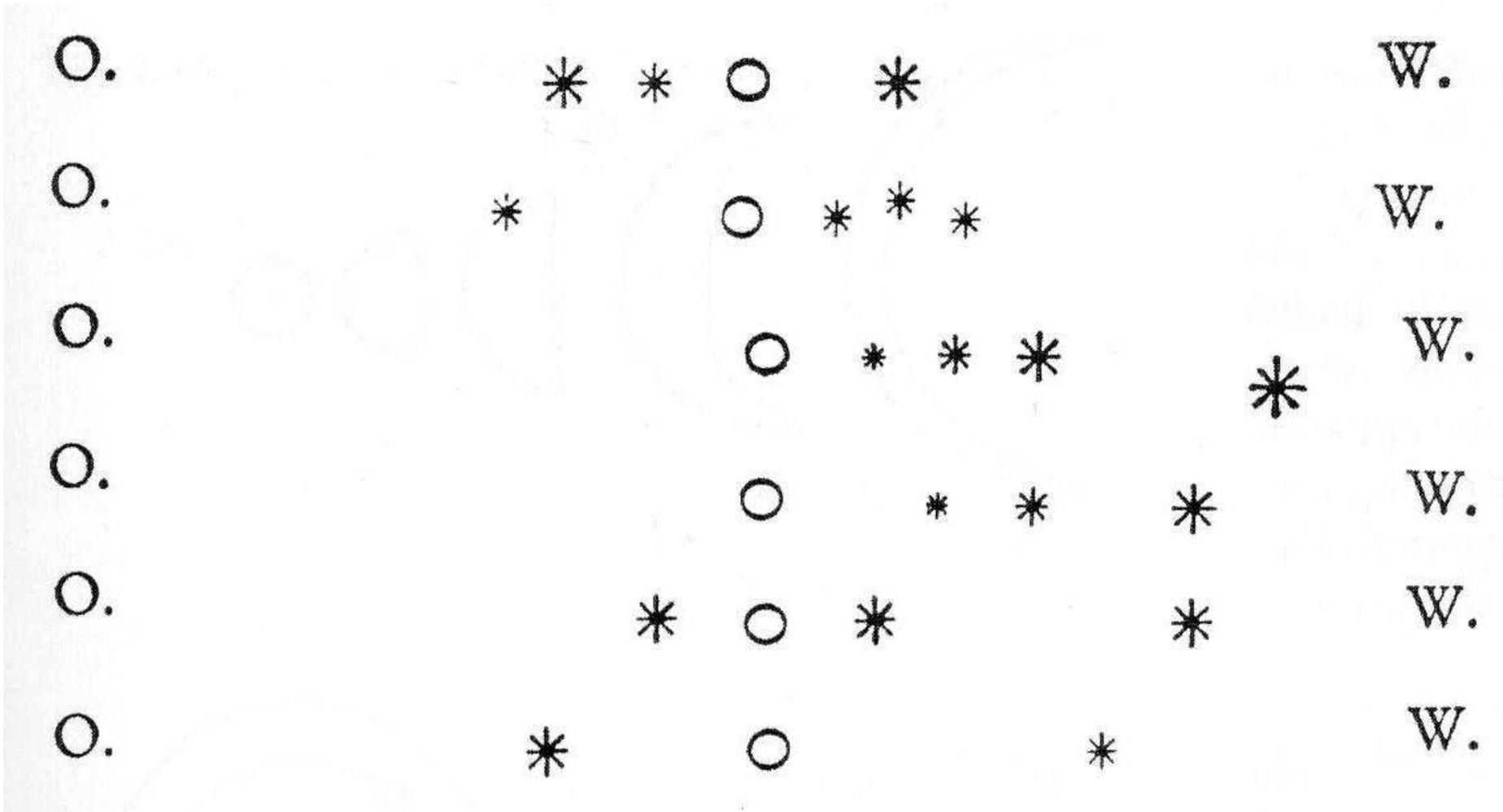


Galileo Galilei (1564–1642): Teleskop

⇒ Beobachtungen!

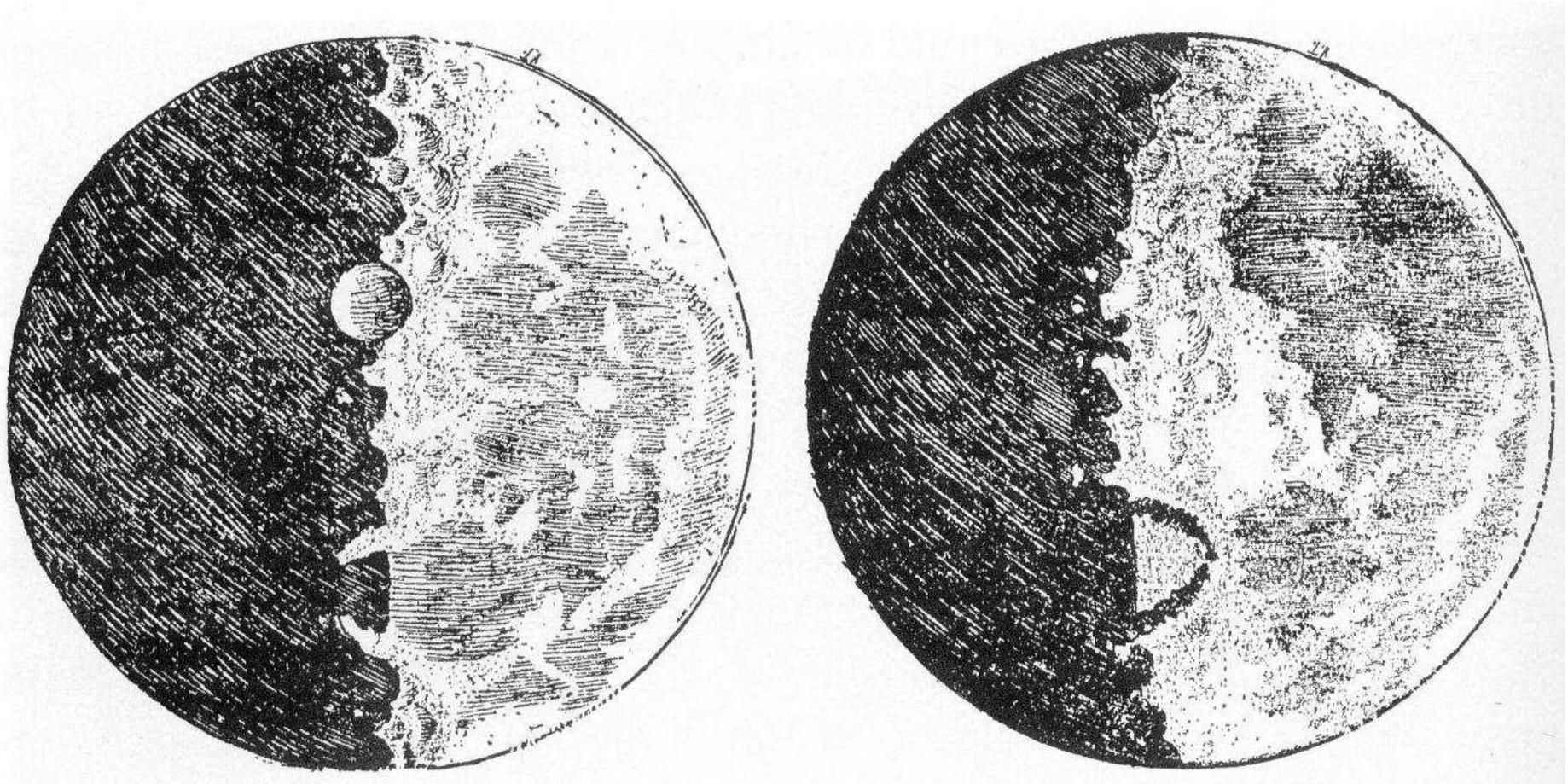
⇒ Siderius Nuncius (1610)

Galileo Galilei, II



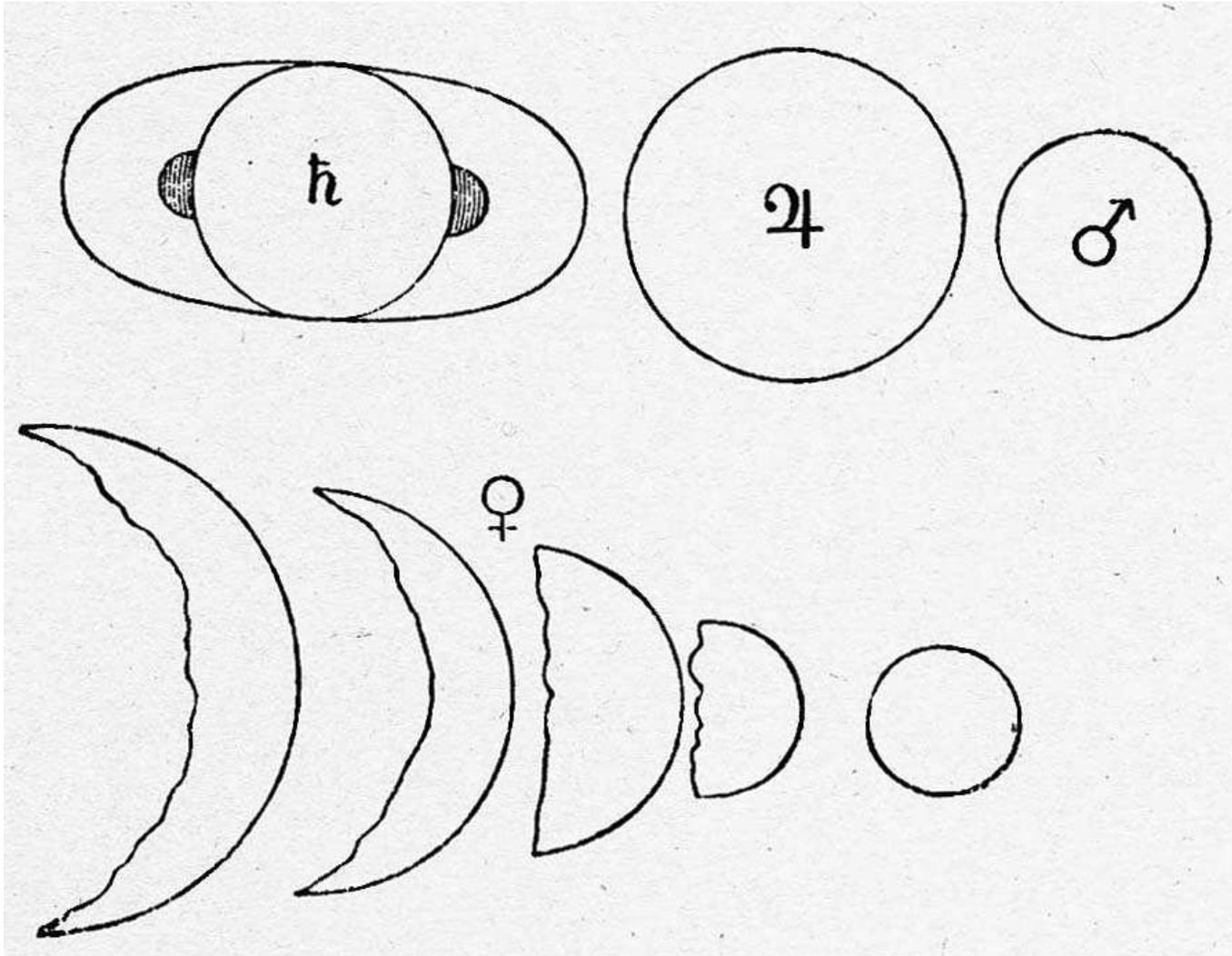
Die Monde des Jupiter bewegen sich um Jupiter
(\implies ähnlich zum heliozentrischen Modell!). . .

Galileo Galilei, III



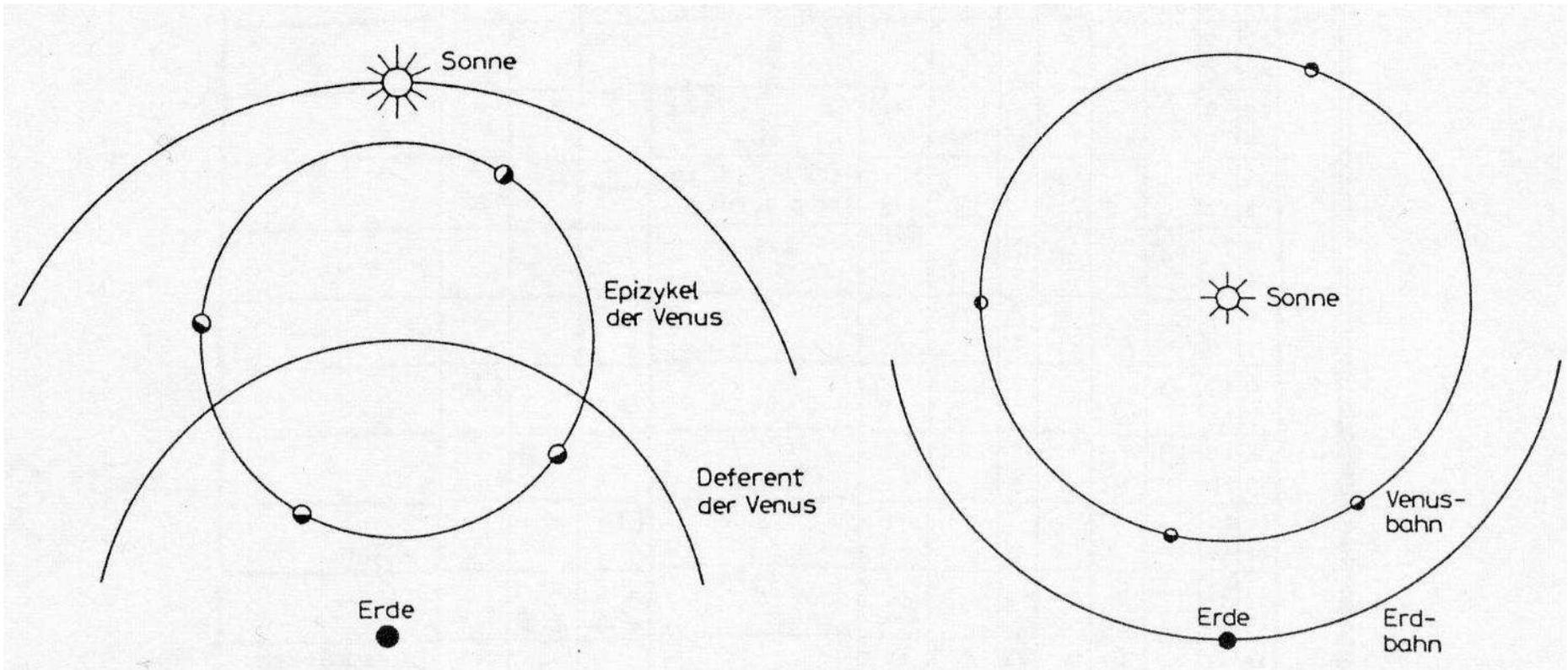
Der Mond hat Oberflächenmerkmale, Schatten, “wackelt” (Libration!).

Galileo Galilei, IV



Entdeckung der **Venusphasen** (Il Saggiatore, 1623)

Galileo Galilei, V



Die beobachtete Abfolge der Venusphasen ist nicht erklärbar durch das geozentrische Weltbild, nur durch das heliozentrische Weltbild

oder das tychonische!

Newton



(Newton, 1730)

Isaac Newton (1642–1727):

Newton'sche Gesetze, die Gravitation ist die Ursache für die Bahnform der Planeten

(*De Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 1687).

⇒ Beginn der **modernen, physikbasierten** Astronomie.

Gingerich, O., 1993, *The Eye of Heaven – Ptolemy, Copernicus, Kepler*, (New York: American Institute of Physics)

Gingerich, O., 2005, *The book nobody read*, (London: arrow books)

Newton, I., 1730, *Opticks*, Vol. 4th, (London: William Innys), reprint: Dover Publications, 1952