

Das heliozentrische Weltbild in der Antike

Dieter Lelgemann

TU Berlin – Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik



Mechanische Aspekte

Erklären wollten die Griechen
die Bewegungen der Himmelskörper
nicht durch das Einwirken von Göttern,
sondern durch mechanische Prinzipien.

Physik des Aristoteles: **geozentrische Hypothese**
Die riesige Sonne fliegt mit rasender Geschwindigkeit
einmal am Tag um die winzige Erde.

Mechanik der Pythagoreer: **heliocentrische Hypothese**
Die winzige Erde fliegt mit moderater Geschwindigkeit
einmal im Jahr um die riesige Sonne.

Die „Mathematici“ des Vitruvius

Philolaos (~400 v. Chr.)	Archytas (~400 v. Chr.)	Aristarchos (~300 – 230 v. Chr.)
Archimedes (~285 – 212 v. Chr.)	Apollonios (~262 – 190 v. Chr.)	Eratosthenes (~262 – 190 v. Chr.)

„Sie haben der Nachwelt viele **mechanische Werke mit Uhren** hinterlassen, die durch **Berechnungen** und aufgrund der **Naturgesetze** erfunden und entwickelt wurden.“

„Alle **mechanischen Einrichtungen** sind vorgegeben von der Schöpferkraft der Natur; sie sind von ihr als der Lehrmeisterin durch die **Umdrehungen des Weltalls** gelehrt.“

Vom „Zentralen Feuer“ zur Astronomischen Einheit

Pythagoreer

Philolaos: Hypothese des stets unsichtbaren „Zentralen Feuers“.

Archytas: Theoretische Mechanik, Rückführung mechanischer Bewegungen und Geräte auf mathematische Prinzipien
Exzenter / Epizykel – Konstrukte?

Ekphantos: Eigenrotation der Erde; **unbegrenztes Universum**

Alexandriener

Aristarchos: Entfernung / Größe von Sonne / Mond; Halbmond-Konzept.

Archimedes: Mechanik; Massengleichgewicht $m_1 \cdot r_1 = m_2 \cdot r_2$

Apollonios „Epsilon“: Mondbahn; Ellipsen und Epizykel

Eratosthenes „Beta“: Erddurchmesser DE

Astronomische Einheit AE, Sonnendurchmesser DS

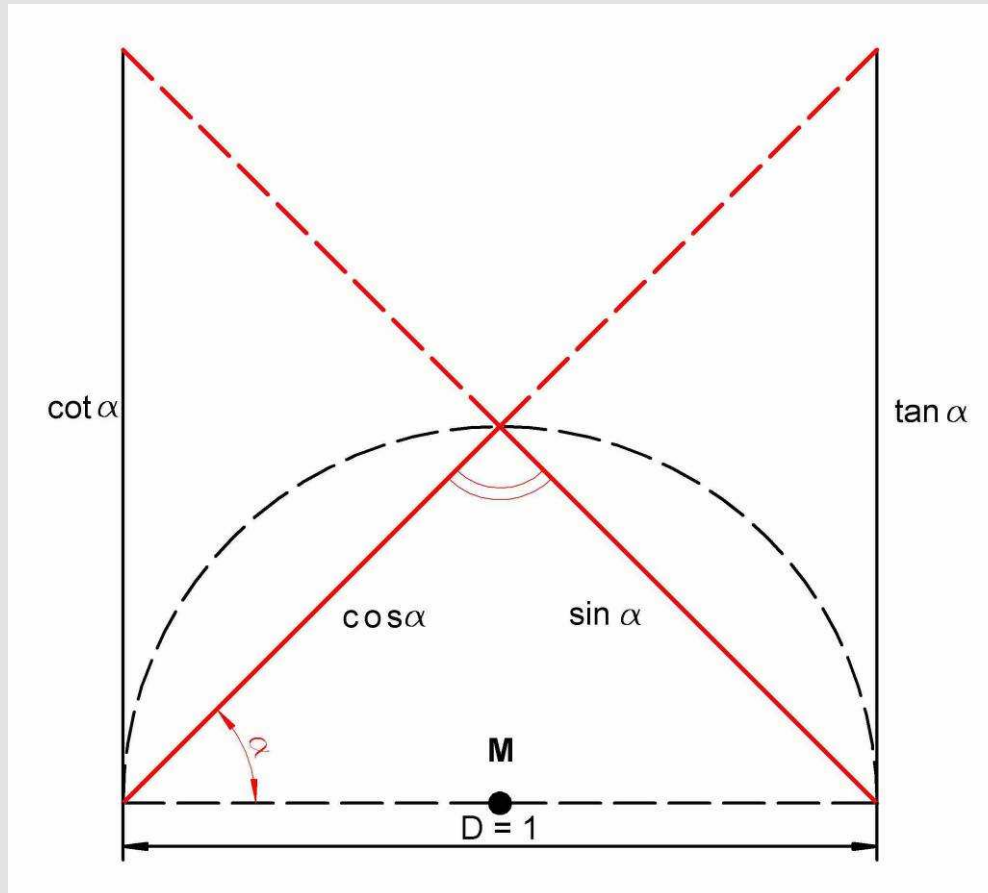
Zwei konträre Meinungen

Neugebauer (1975) \longleftrightarrow van der Waerden (1988)

„Ohne die Sammlung einer riesigen Fülle empirischer Daten und ohne eine **seriöse Methodik** zu ihrer Analyse war die heliozentrische Idee nur ein nutzloses Spiel mit Worten.“

Methodik
der übrigen Astronomen zur Zeit des Hipparch

Thaleskreis und Winkelfunktionen

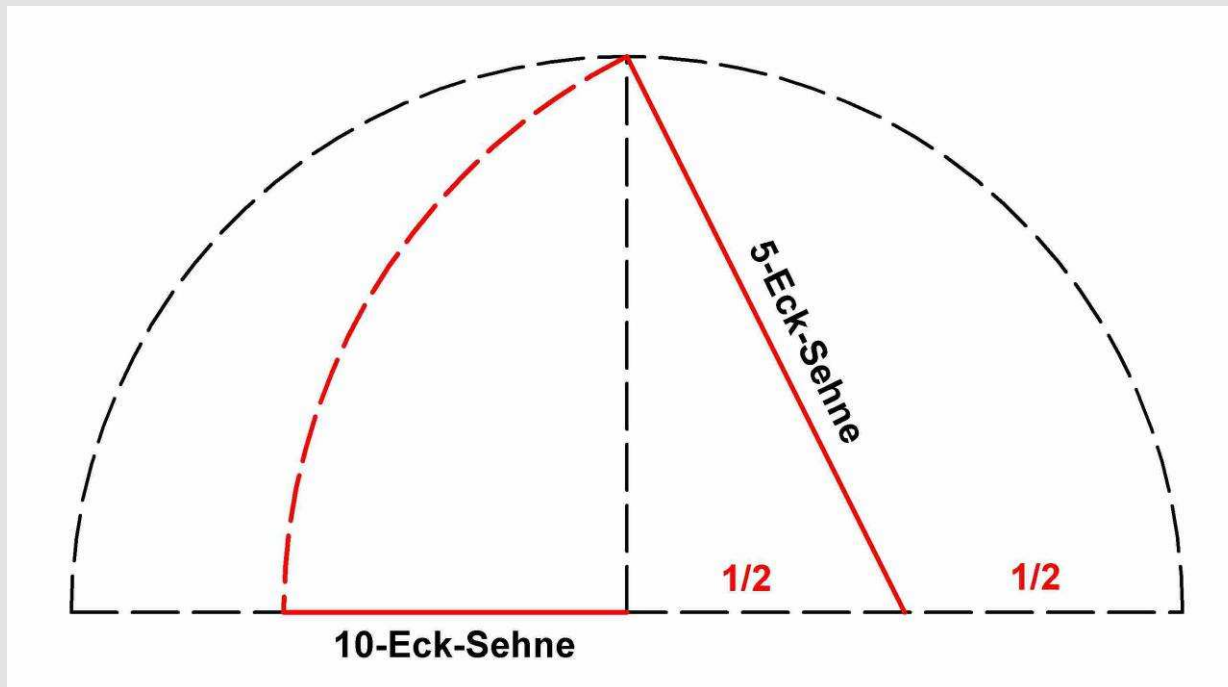


Goniometrische Identitäten abgeleitet durch Archimedes zur Erstellung von Sehnen Tafeln = Sinus Tafeln für Astronomie

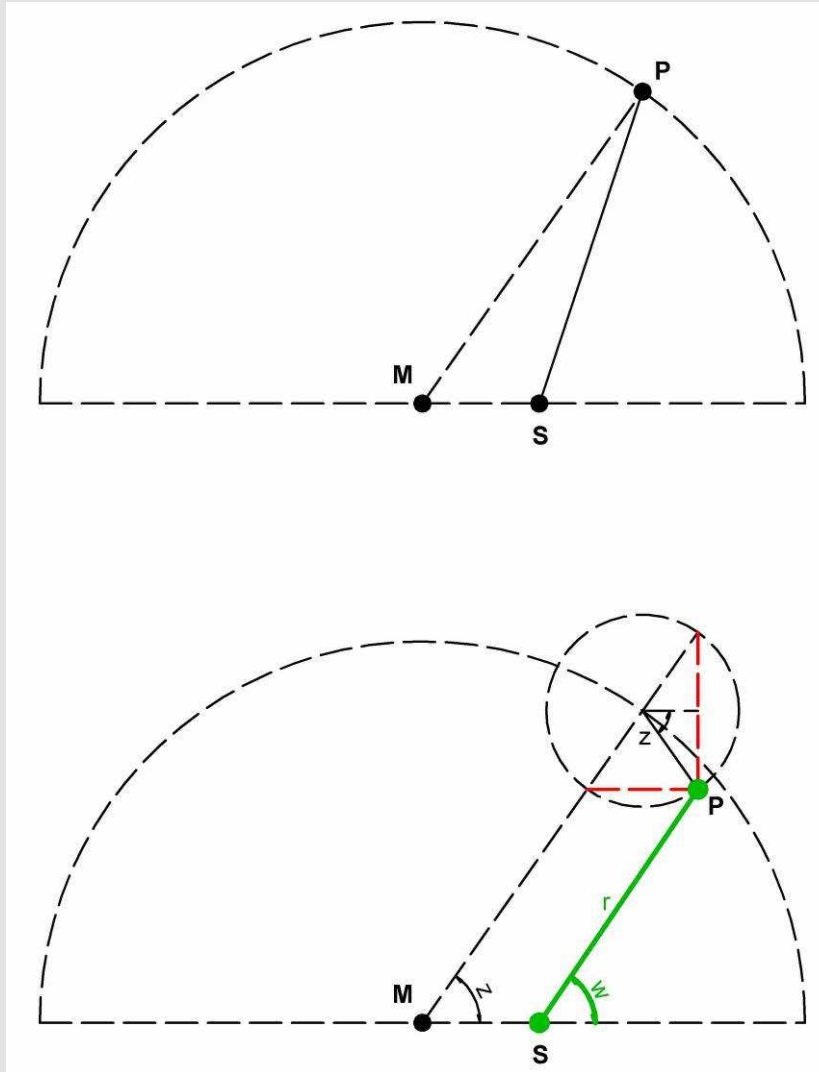
Konstruktion von Meßkreisen: Hexakontaden

1 Hexakontade = 6° (Eratosthenes)
Kreisumfang = 60 Hexakontaden
Altgrad („Anaphorikos“ des Hypsikles)

Regelmäßiges 12-Eck: 30° -Sehne
Regelmäßiges 10-Eck: 36° -Sehne



Planetenbahnen



Exzenter-Modell

Epizykel-Modell
Kombinations-Modell
(Equant-Modell)

Ellipsenkonstruktion mit Lineal und Zirkel (Keplerellipse)

Daten des Erathosthenes

Stadion des Eratosthenes

1 Stadion = 600 Fuß; ca. 35 antike Fußmaßeinheiten

Plinius / Heron-Gleichung:

1 Schoinos = 30 Stadien I = 32 Stadien II = 40 Stadien III

Stadion III = 600 Gudea-Fuß = 158,73 mm

Hekataios (~500 v. Chr.), Herodot (~400 ~430 v. Chr.)

Daten des Eratosthenes (Literaturangaben)

Erdumfang = 252000 Stadien = 40000 km; ED = 80000 Stadien

Entfernung Erde / Sonne AE = 804 Mill. Stadien ~130 Mill. Km

Sonnendurchmesser SD = 100 ED = 8 Mill. Stadien

AE = (10000+50) ED

Skiotherikos Gnomon



Winkel im nautischen Dreieck der Sonne

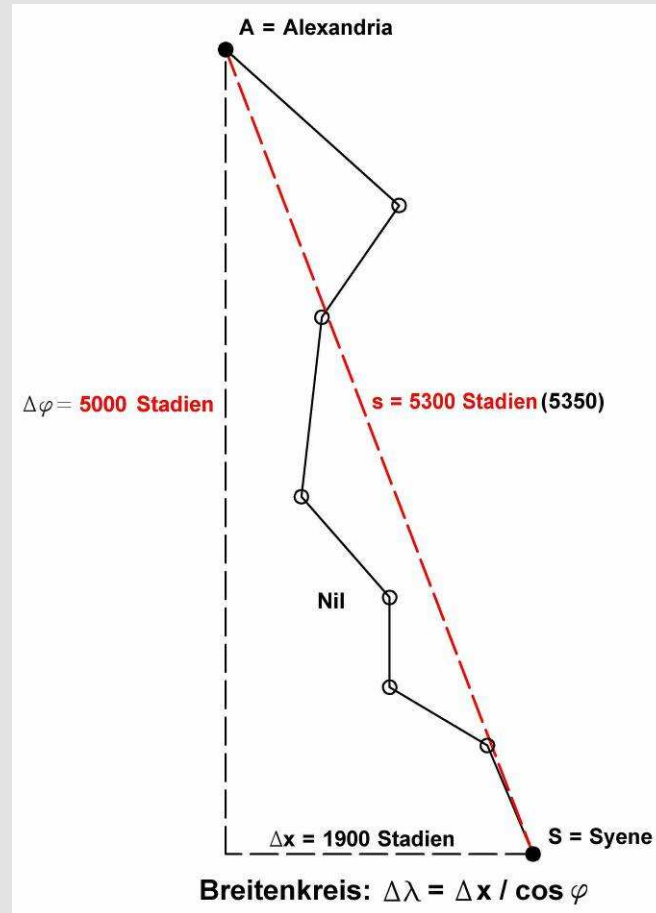
Horizontale Montierung	Parallaktische Montierung
Zenitdistanz ζ , Azimut α	Deklination δ , Stundenwinkel τ

Genauigkeit: Winkel $5''$, Zeit 20 sec

Traversenzug

Cardo / Decumanus

(lt. cardo mundi = Nordpol, lt. decumanus = älter)



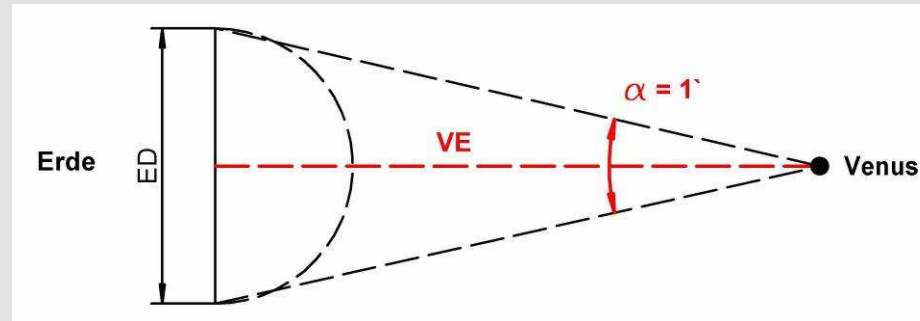
Breitenkreis: $\Delta\lambda = \Delta x / \cos \varphi$

Methode des Eratosthenes

Ausgangsdaten

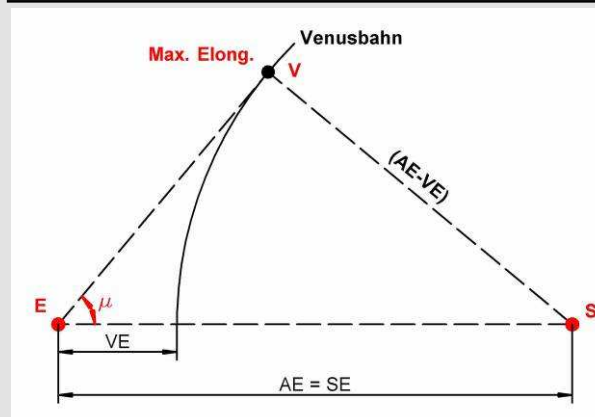
Winkeldurchmesser Venus $\alpha = 1'$
Venusdurchmesser = Erddurchmesser

Parallaktischer Winkel α der Venus



$$2 VE = ED / \sin (1/2)'$$
$$VE = 3440 ED$$

Astronomische Einheit AE



$$AE \sin \mu = (AE-VE)$$
$$AE = VE / (1 - \sin \mu)$$
$$43^\circ \leq \mu \leq 47^\circ; \mu_m = 45^\circ$$
$$AE = 11750 ED$$
$$= 149,2 \text{ Mill km}$$
$$AE \sim 10050 ED$$

Schlußbemerkungen des Archimedes

„Gebt mir einen Platz, wo ich stehen kann,
und ich werde die Erde **in Bewegung setzen**“.

„Ich glaube, König Gelon,
daß das vielen Leuten unglaublich erscheinen wird.
Keinesfalls aber den **Gebildeten**,
die nachgedacht haben über die
Distanzen und Größen
der Erde, der Sonne, des Mondes
und des ganzen Universums“.