

## § 22 Exkurs über Ellipsen u Planeten

① Ellipse  $\equiv$  geom. Ort ... Abstand Summe  $2a$

$a$  große Halbachse

$2c$  Abstand Brennpunkte

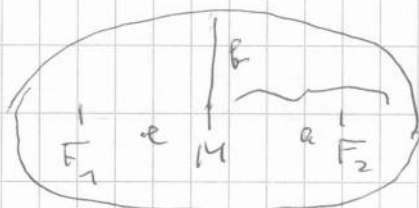
$b$  kleine "

$F_1, F_2$  Brennpunkte

$M$  Mittelpunkt

$e$  Exzentrizität

$\varepsilon = e/a$  num. E.



$$(1) \quad e^2 + b^2 = a^2$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad a > b$$

Brennpunkteigenschaft aus Tangentenkonstruktion  
(Übung!)

Bemerkung: Aus (1) folgt: ist  $b$  um 1%  
kleiner als  $a$ , so liegen die Brennpunkte  
etwa 14% von  $a$  vom Mittelpunkt weg

② genaue astronomische Beobachtungen:

Babylon ca. 2. Jtsd. v. Chr.  $\rightarrow$  Fixsterne

vs Planeten - 5 Planeten beobachtet.

$\rightarrow$  „ekzeptisches Weltbild“ der Antike:

Erde als Kugel (!) im Mp der Welt,

Sphäre der Fixsterne umläuft die Erde;

Sonne, (Mond?), 5 Planeten umlaufen die Erde (nicht von der Fixsternsphäre abhängig). Also:

„Gegensystem“:

Aristarch von Samos (~ -280) - Kleinasien:  
Sonne im Mp der Welt, Erde u Planeten auf Kreisläufen um die Sonne, Fixsternsphäre um die Sonne.

Herleitung u.z. von

$$\text{Entfernung } So/Er > 18 \text{ mal } \text{Ent } Mo/Er < 20$$

Durch Triangulation  $\approx 18 \cdot EM < ES < 20 \cdot EM$

( $ES = \text{Entfernung Erde/Sonne} \dots$ )

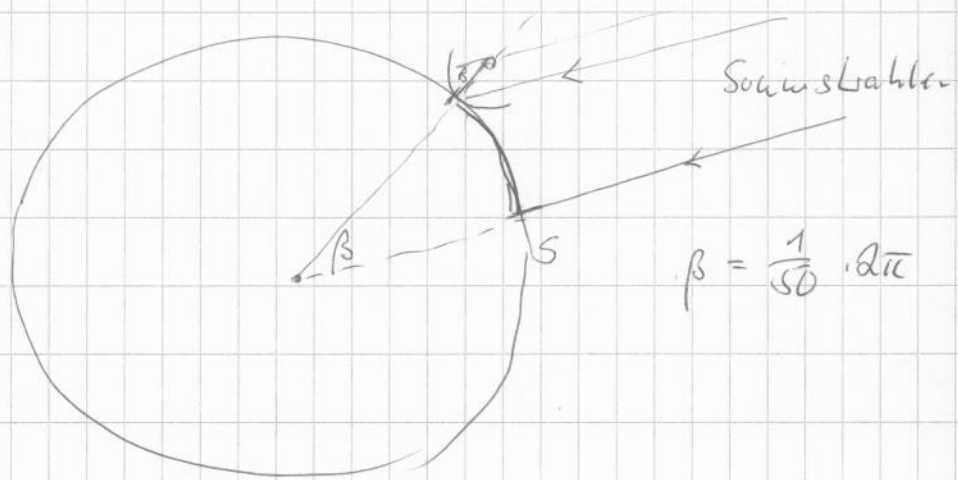
Dabei muss ein sehr kleiner  $\angle$  gemessen werden. Bei Aristarch:  $3^\circ$ . Genau

$\angle$  Messung liefert  $0,16^\circ$ , damit

$$ES \approx 380 \cdot EM.$$

Problem: Beobachtungen äußerst schwierig; Überwinnung Theorie  $\leftrightarrow$  Beobachtung nicht das Beste.

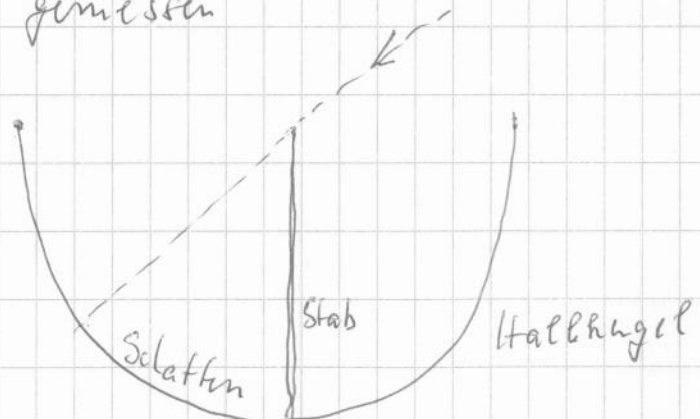
Reifmaste math./astro Methoden. Z.B.,  
Erdumfang nach Eratosthenes ca -240



Entfernung AS bekannt  $\rightarrow$  Umfang  
= 50. Entfernung AS = 50.5000 Stadien  
(richtige Größenordnung).

Sonnenstand in Assuan S: senkrecht (durch  
Spiegelung in tiefem Brunnen erkennbar)

Sonnenstand in Alexandria A mit  
Stäbe gemessen



Ptolemäos (~ 150 n. Chr.) Alexandria  
Beschreibung Planetenbahnen durch  
Epizyklen (Kreise auf Kreisen auf .-.)  
Erde als Mittelpunkt. Almagest: genaue (!)  
Beschreibung der Planetenbahnen inkl. Mond.  
Viel präziser als Kopernikus!

Mathematik (soweit relevant): Kegelschnitte,  
Trigonometrie, auch sphärische, -

Ptolemäos, Apollonios (ca -150)  
Euklid (ca -300)

cf. v. d. Waerden, Entstehende Wissenschaft

③ akzeptiertes Weltbild der Antike über-  
nommen vom Mittelalter, für verstandlich  
erklärt.

N. Kopernikus (1473-1543) Planeten inkl. Erde  
auf Kreisbahnen um die Sonne.  
(Studium in Krakau, geb. in Thorn, Domherr  
in Frauenburg.) De revolutionibus  
et orbium coelestium libri sex. Problem:  
keine gute Übereinstimmung mit der  
Beobachtung, Almagest noch überlegen!

Johannes Kepler (1571-1630), Benutzt Beobachtungen  
von Tycho Brahe (1546-1601).

Novae astronomia 1609

Harmonice mundi 1619

3 Keplersche Gesetze ...

Entscheidend: Sonne im Brennpunkt,  
nicht im Mittelpunkt

Erdbahn  $\epsilon \sim 1.6\%$

Mars  $\epsilon \sim 9.4\%$

Damit Übersetzung Theorie / Beobachtung

Fortsetzung durch Physik

G Galilei 1564 - 1642

I Newton 1643 - 1727

Grundlegende Mechanik u. Gravgesetz

(Erst durch Einstein ca 1920 weiter-  
entwickelt und korrigiert)

(4) ungeheurer Einfluß auf modernes  
Denken

I Kant (1724-1804) „kopernikanische Wende“

K<sub>v</sub> V  $\equiv$  Begrenzung der Möglichkeit von  
Erfahrungsgewinn  
à la Kepler / Newton