

Das geozentrischen Weltbild



von Alexander Erlich

Physik

LK **11/2**

März 2005

Altes Gymnasium

Claudio Ptolemäus



- * ca. 100 n. Chr., † ca. 160 n. Chr.
- wahrscheinlich **griechischer Herkunft**
- wirkte wahrscheinlich im zweiten Drittel des 2. Jahrhunderts in **Alexandria**
- war *Physiker, Mathematiker, Geograph* und *Astronom*
- **geozentrisches** Weltbild = „**ptolemäisches** Weltbild“



Der Almagest

Ptolemäus' frühestes und bedeutendstes Werk,
bestehend aus 13 Büchern

- Der Inhalt und Aufbau des *Almagest* wurde für mehr als 1500 Jahre für alle astronomischen Handbücher **das** Vorbild.
- Buch 1-2: **Einführung** in das ptolemäische Weltsystem und die mathematischen Hilfssätze.
- Buch 3: **Theorie der Sonne.**
- Buch 4-5: **Theorie des Mondes.**
- Buch 6: **Mond- und Sonnenfinsternisse.**
- Buch 7-8: **Sterne und Sternkatalog.**
- Buch 9-13: **Theorie der Planeten** (Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur).



Aristoteles



- *384 v. Chr., † 322 v.
- griechischer Philosoph und Naturforscher
- Zusammen mit **Platon** und **Sokrates** gehört er zu den berühmtesten und bedeutendsten Philosophen des Altertums.

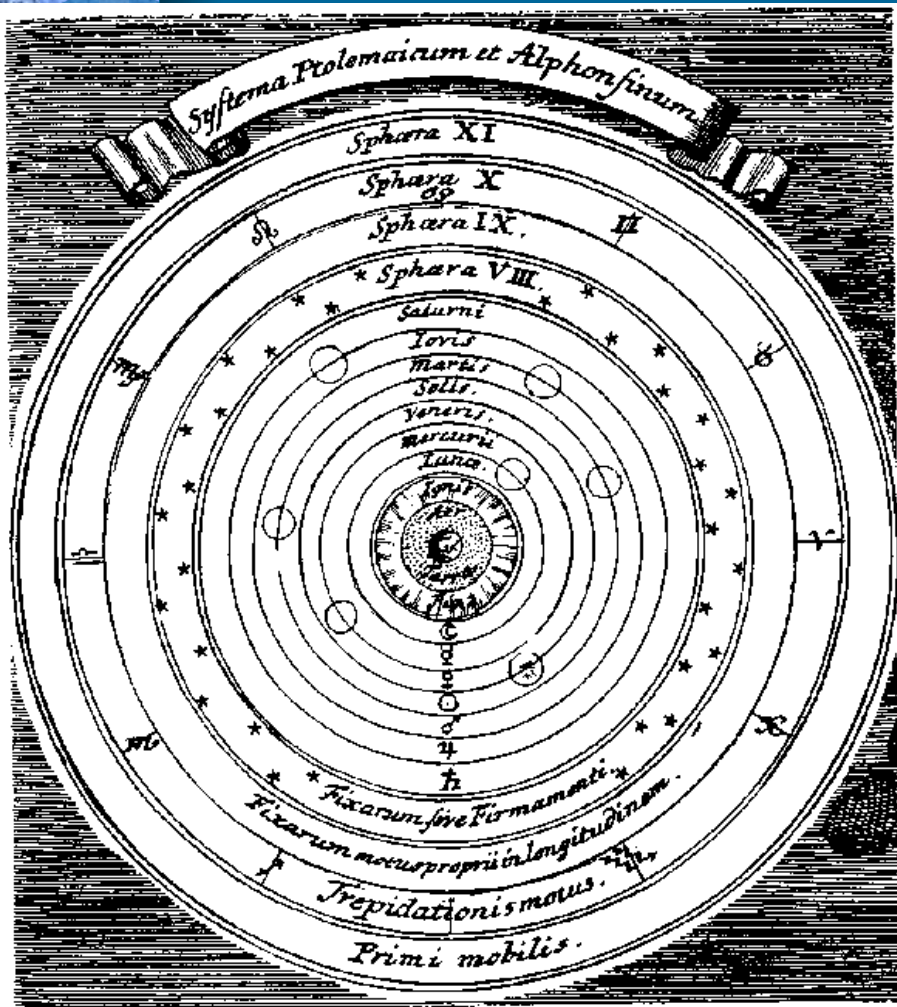
Aristoteles' Vorstellung vom Universum

- Universum besteht aus vier Elementen: **Erde, Wasser, Feuer, Luft**
- jedes Element hat einen natürlichen Ort, zu dem es strebt, wenn es nicht gehemmt wird (Wurf → Kompression → Ruhe)
- der natürliche Zustand jedes Elements ist die **Ruhe (!)**
- die **Erde im Mittelpunkt** steht im Mittelpunkt des Universums
- Um die Erde herum sind **durchsichtigen Kugeln** befestigt. Sämtliche Himmeskörper sind dort befestigt.
- Die Planeten bestehen aus dem **fünften Element, Äther** („*Quintessenz*“)
- Planeten beschreiben **ideale Kreisbewegungen**, da von Göttern „angetrieben“

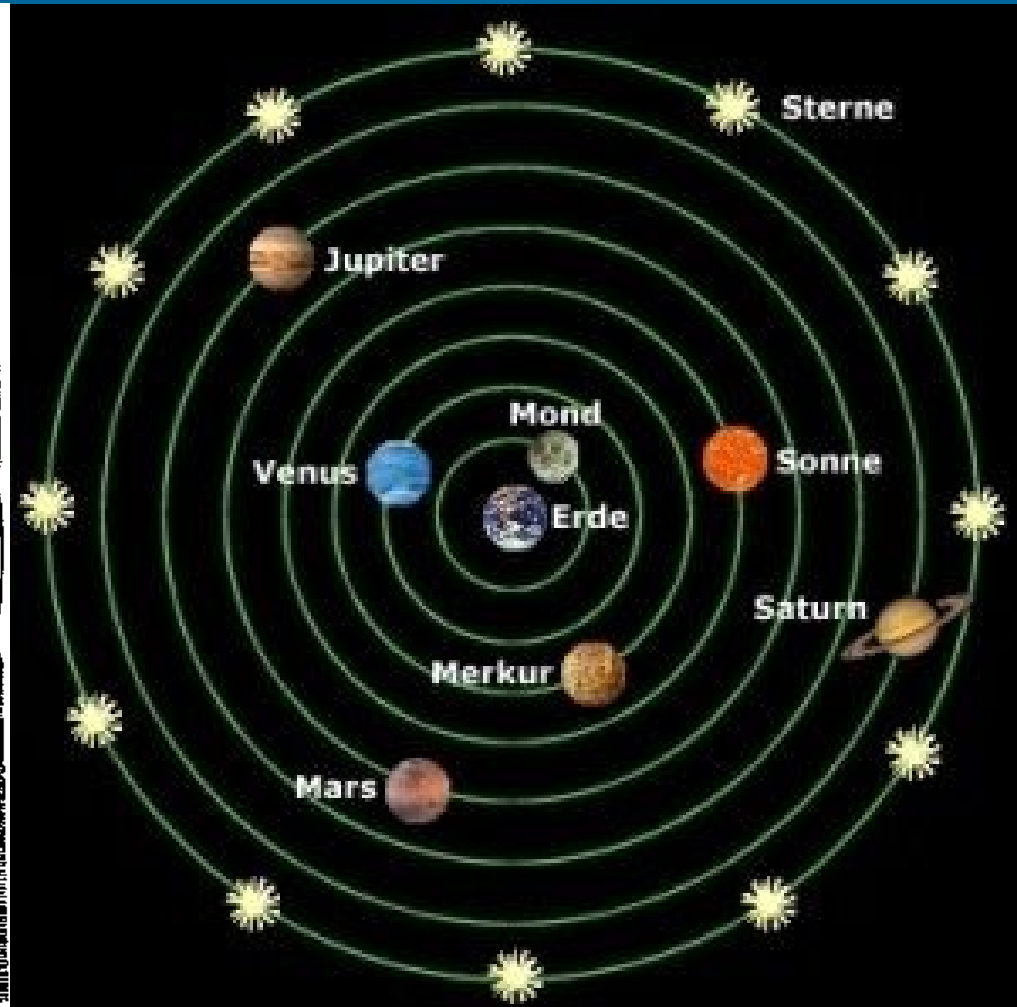
sublunare Welt

translunare Welt

Sphärenmodell



nach Ptolemäus



als Computergrafik

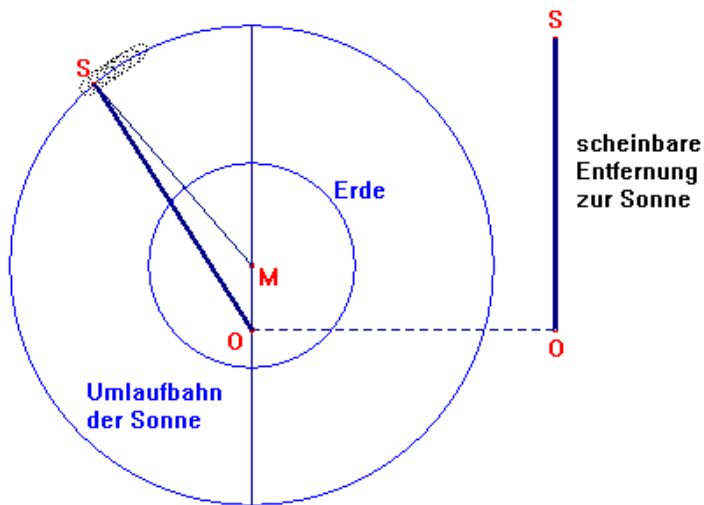
Ptolemäus' Grundannahmen

- Die Erkenntnisse von Aristoteles hat Ptolemäus übernommen und aktualisiert.
- Das Universum hat eine **sphärische Struktur**
- Die Erde ist **kugelförmig**. (Eratosthenes bestimmte den Erdumfang auf 39 375 *km*, der heutige Wert ist 40 076 *km*)
- Die Erde befindet sich im **Zentrum des Weltalls**
- Die Erde befindet sich im **Zustand der Ruhe**
- Die Himmelskörper sind „**göttlicher Natur**“

Ptolemäus und die Sonne

- Das **3. Buch** des Almagest behandelt die jährliche **Bewegung der Sonne**.
- Den Griechen war schon früh bekannt, dass die **Jahreszeiten nicht gleich lang** sind. Das **Sommerhalbjahr** beträgt **187** Tage, d.h. mehr als die Hälfte des Jahres.
- Danach kann die Bahn der Sonne um die Erde **keine perfekte Kreisbahn** sein
- Ptolemäus „rettete“ dieses Phänomen mit der **Exzenterhypothese**

Exzentrische Bewegung der Sonne



Exzentrische Bewegung der Sonne.avi

Die Exzenterhypothese

- Das Zentrum der Kreisbewegung der Sonne um der Erde ist M
- den irdischen Beobachter rückt aus dem Zentrum M nach O heraus
- Seine Entfernung zur Sonne (SO) ändert sich ständig
- Er sieht dann die in Wirklichkeit um M gleichförmig umlaufende Sonne sich scheinbar ungleichförmig bewegen

M	Mittelpunkt der wahren Kreisbewegung der Sonne
SM	deren Radius
O	Standpunkt des irdischen Beobachters
SO	Scheinbare Entfernung zur Sonne für den irdischen Beobachter

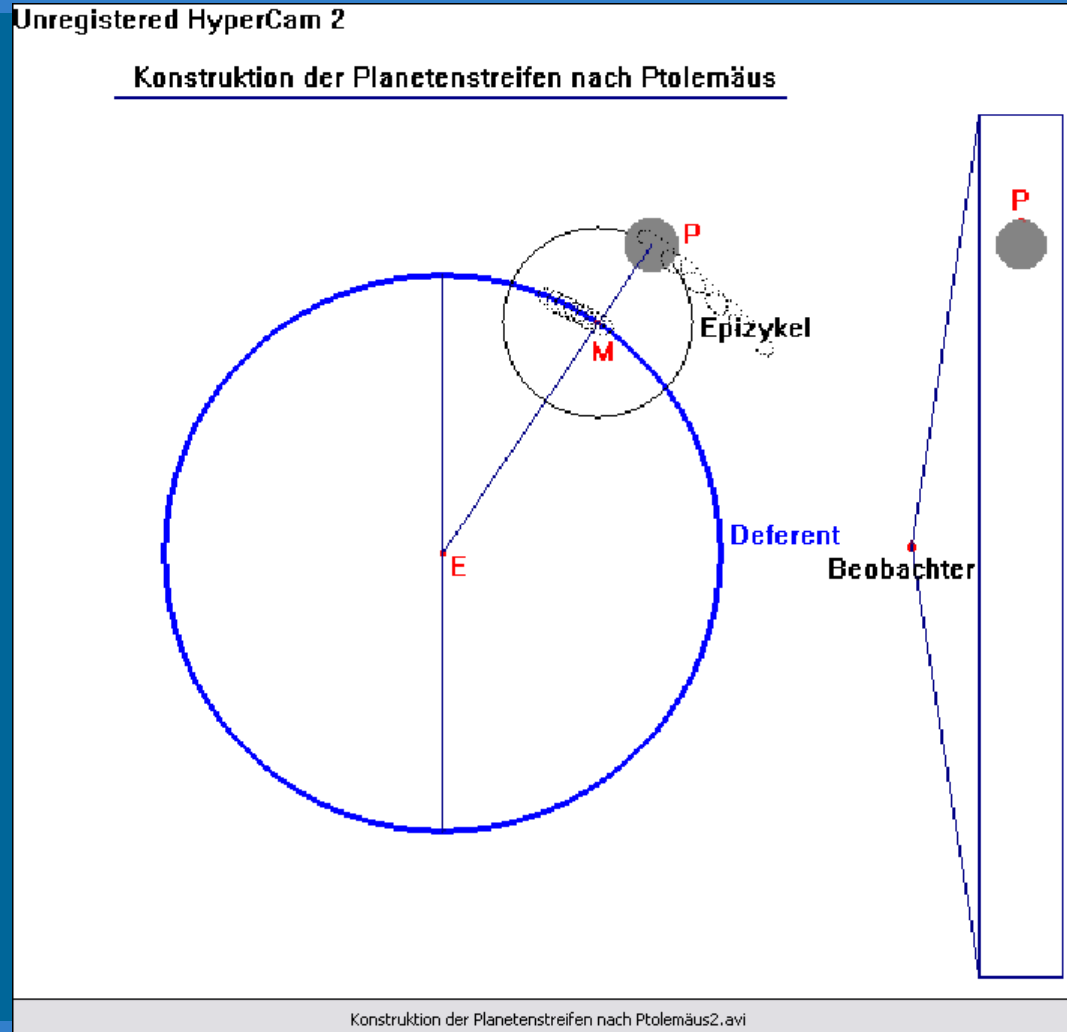
Epizyklische Bewegung

Die Epizykeltheorie erklärte die beobachtete rückläufige (retrograde) Bewegung der Planeten

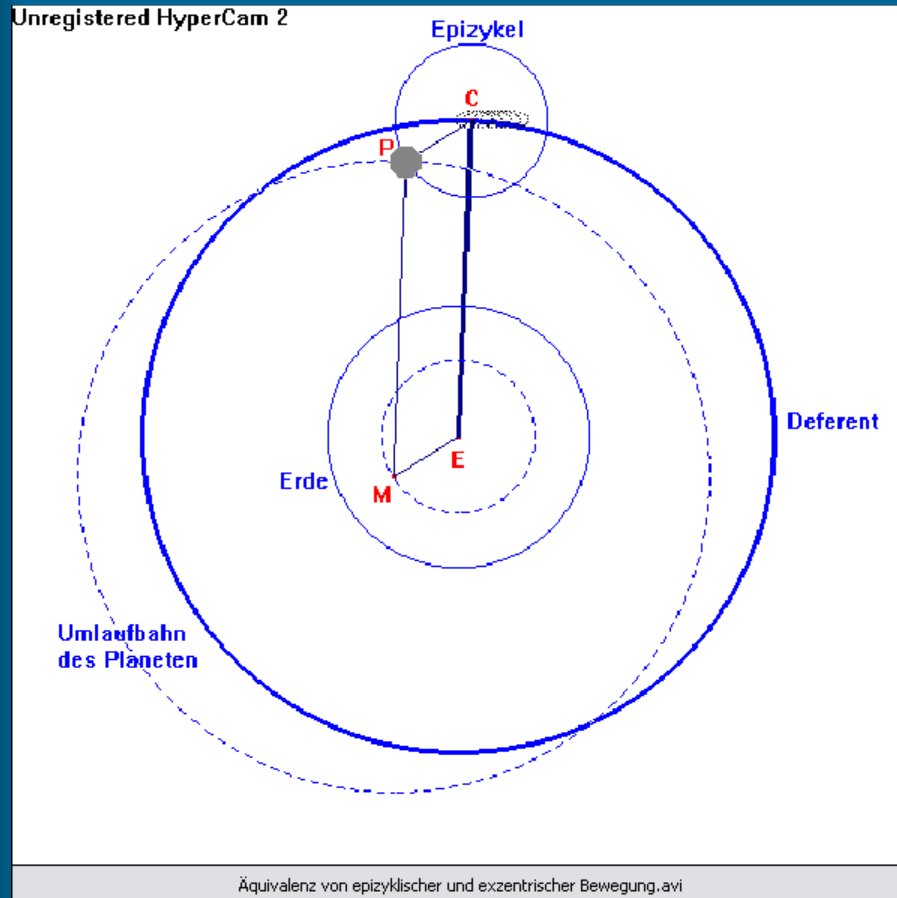
E	Mittelpunkt des Deferenten
M	Mittelpunkt des Epizykels
P	Planet

- Ein Punkt bewegt sich gleichförmig auf einem Trägerkreis, dem sogenannten Deferenten
- Dieser Punkt ist der Mittelpunkt eines aufgesetzten Kreises, des Epizykels
- Der Planet bewegt sich auf diesem Epizykel

Graphische Darstellung der epizyklischen Bewegung

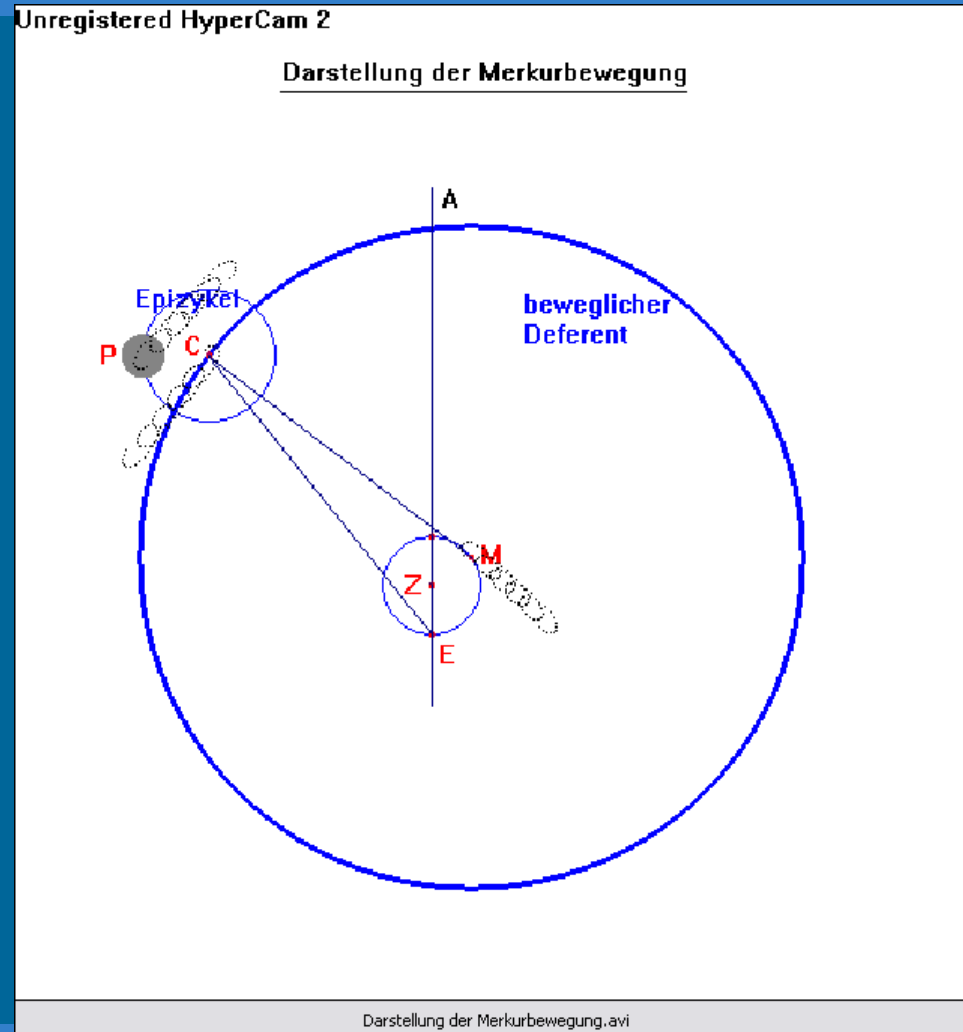


Äquivalenz von epizyklischer und exzentrischer Bewegung

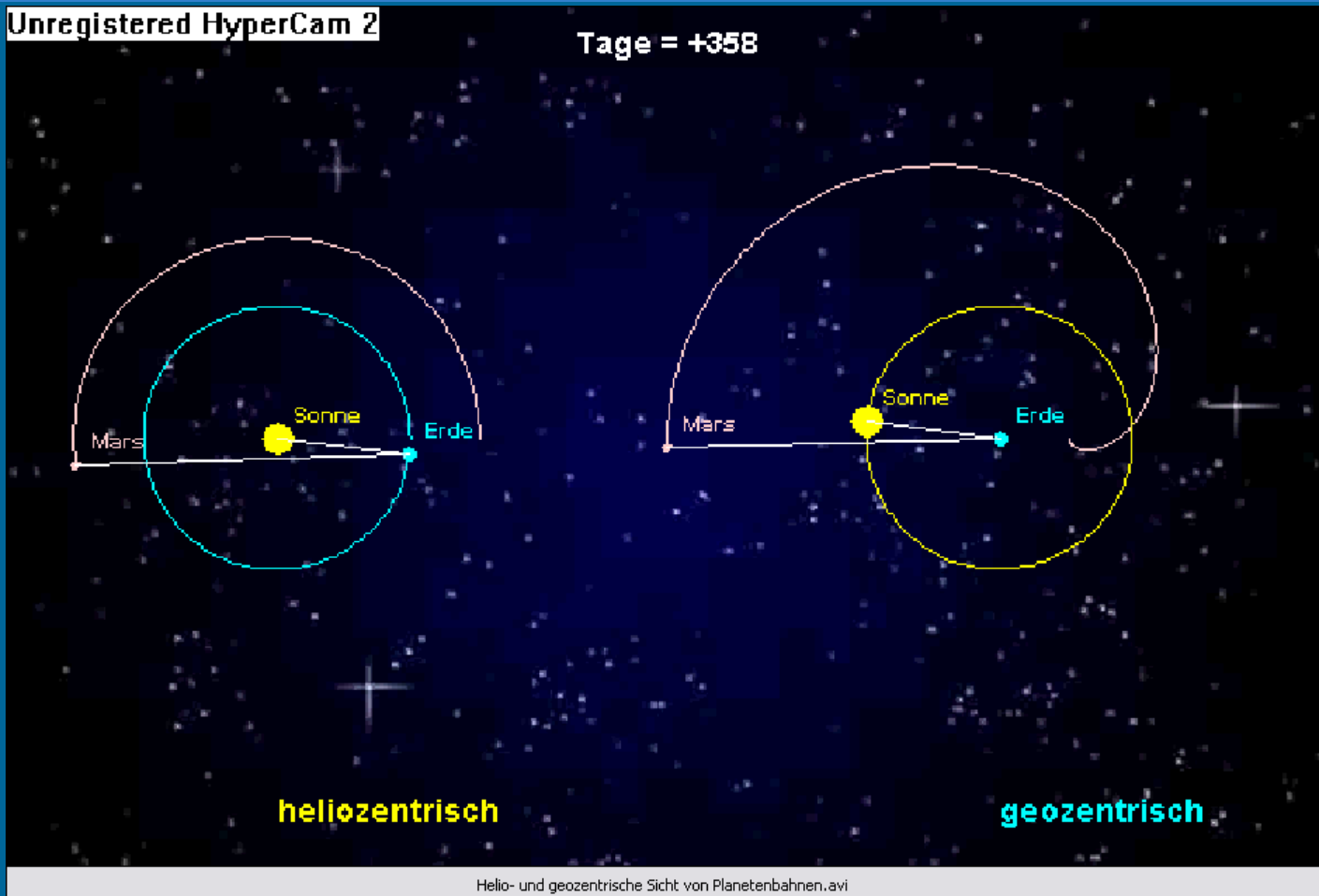


- Epizykel und Deferent werden in **entgegengesetztem Sinne** mit **gleicher Winkelgeschwindigkeit** durchlaufen
- der Epizykelradius **CP** ist **gleich** der Exzentrizität **EM**
- Der Planet führt eine **exzentrische Bewegung** um den **Mittelpunkt** des Deferenten, in dem die **Erde** steht, aus

Darstellung der Merkurbewegung



Gegenüberstellung des geo- und des heliozentrischen Weltsystems



Das Ausmaß der Epizykeltheorie

- Ptolemäus verkomplizierte die Theorie durch die Annahme, dass die Erde nicht im Mittelpunkt der Deferenten steht, wie bei der **Merkurbewegung**
- Um u.a. die **Mondbewegung** zu erklären, nahm er an, dass die **Winkelgeschwindigkeit** nicht im Mittelpunkt des Deferenten, sondern in einem Äquanten (punctum aequans) konstant sei
- Er glich seine Theorie den Beobachtungen an und benötigte für das ganze System schließlich **80 Kreise**.

Die Auswirkungen des Almagest

- Der Almagest wurde noch **über Kopernikus und Kepler hinaus** als Nachschlagewerk verwendet, die u.a. Ptolemäus' **Fixsternkataloge** verwendeten
- Seine Einteilung nach **Sternenbildern** benutzen wir noch **heute**