

Das Sonnensystem

Teil 5

Peter Hauschildt

yeti@hs.uni-hamburg.de

Hamburger Sternwarte
Gojenbergsweg 112
21029 Hamburg

24. Januar 2019

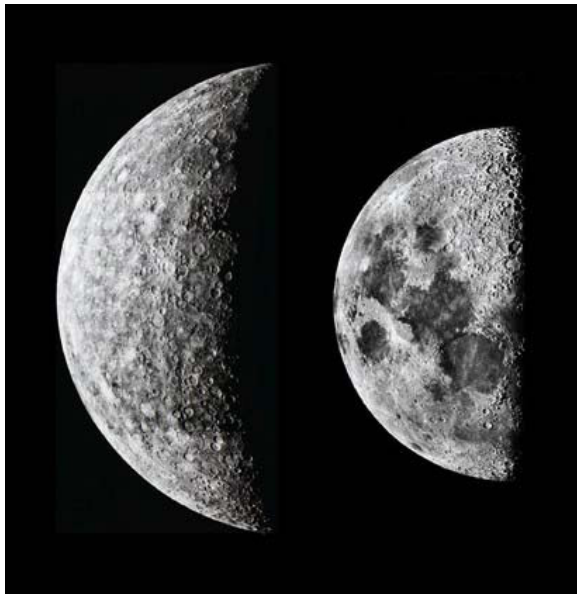
Übersicht Teil 5

- ▶ Merkur
 - ▶ Orbit & Rotation
 - ▶ Oberfläche
 - ▶ Aufbau

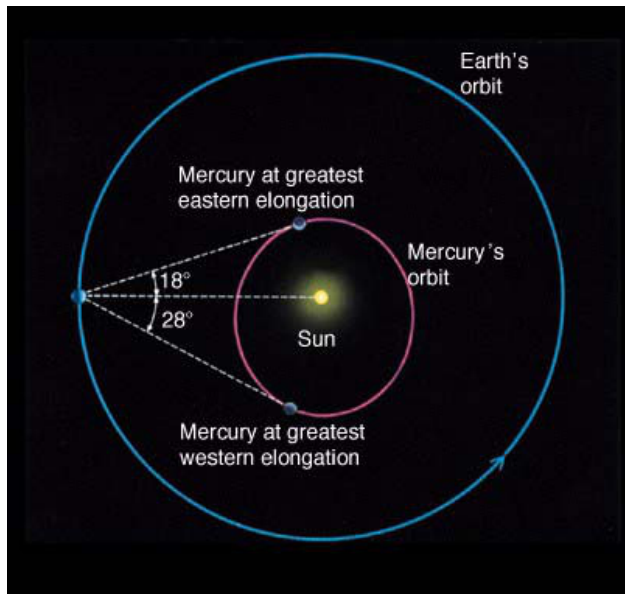
Table 10-1 Mercury Data

Average distance from Sun:	0.387 AU = 5.79×10^7 km
Maximum distance from Sun:	0.467 AU = 6.98×10^7 km
Minimum distance from Sun:	0.307 AU = 4.60×10^7 km
Average orbital velocity:	47.9 km/s
Orbital period:	87.969 days
Rotation period:	58.646 days
Inclination of equator to orbit:	less than 2° (?)
Inclination of orbit to ecliptic:	$7^\circ 00'$ (16)
Diameter (equatorial):	4879 km
Diameter (Earth = 1):	0.383
Mass:	3.302×10^{23} kg
Mass (Earth = 1):	0.0553
Average density:	5430 kg/m^3
Surface gravity (Earth = 1):	0.39
Escape speed:	4.3 km/s
Average surface temperatures:	Day: $350^\circ\text{C} = 662^\circ\text{F} = 623 \text{ K}$ Night: $-170^\circ\text{C} = -274^\circ\text{F} = 103 \text{ K}$

Merkur vs. Mond



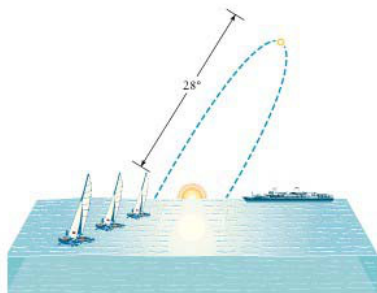
Orbit



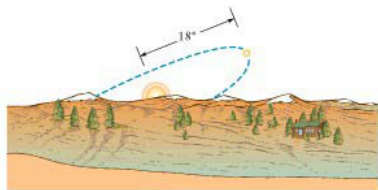
Orbit

- ▶ reflektiert ca. 12% (alter Asphalt)
- ▶ → ist recht hell
- ▶ aber im Himmel nie weit von Sonne weg
- ▶ → schwer zu beobachten
- ▶ am besten während Elongationen

Beobachtung von der Erde



Favorable elongation

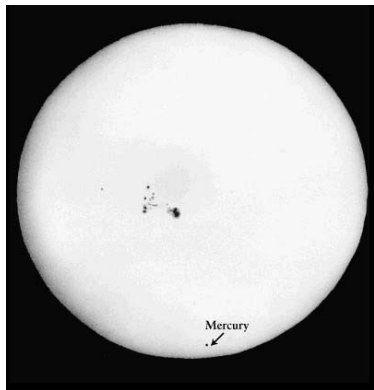


Unfavorable elongation

Beobachtung von der Erde



Transit



- ▶ Merkur macht Transits!
- ▶ max. ca. 9 h
- ▶ 14. Nov. 1907
- ▶ letzter: 9. Mai 2016
- ▶ nächster: 11. Nov. 2019

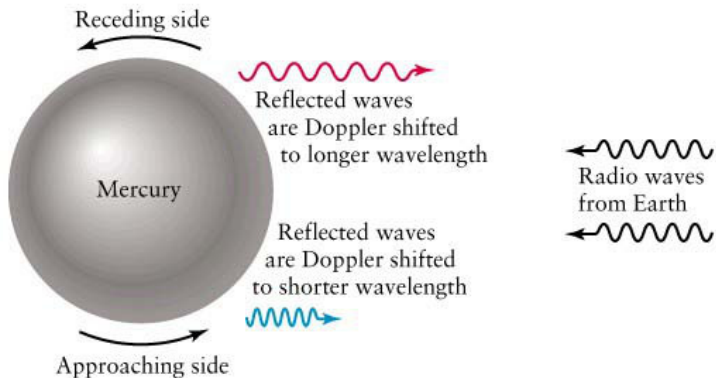
Rotation

- ▶ Schiaparelli 1880's → synchrone Rotation
- ▶ falls richtig →
 - ▶ Tagseite extrem heiss
 - ▶ Nachtseite extrem kalt (nahe 0 K)
- ▶ → suche nach Radiostrahlung von Nachtseite
- ▶ 1962 → viel wärmer als erwartet
- ▶ → Rotation *nicht* synchron

Rotation

- ▶ Problem: wie misst man Merkur's Rotation?
- ▶ → Radar!
- ▶ Echo verschoben →
- ▶ je nachdem von welcher Seite es kommt:

Radarmessung



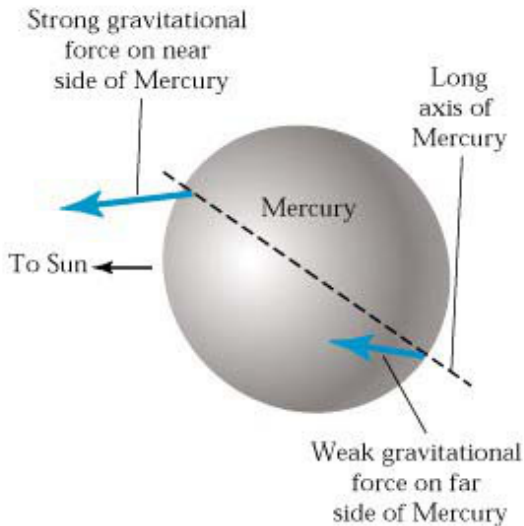
Beobachtung von der Erde



Rotation

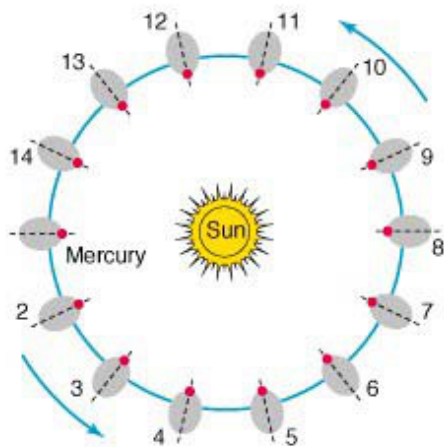
- ▶ Ergebnis →
- ▶ Rotationsdauer; 58.646 d
- ▶ das sind genau $2/3$ des Orbits!
- ▶ → 3 Rotationen in 2 Umläufen!
- ▶ *3-2 spin-orbit Kopplung*
- ▶ das ist stabil (wie Mond)
- ▶ warum? Gezeiten!

Merkur Gezeiten



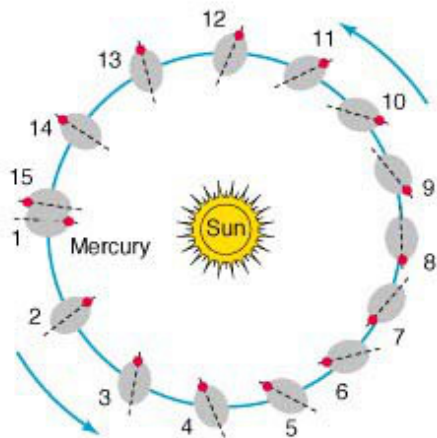
a

1-1 spin-orbit Kopplung



b 1-to-1 spin-orbit coupling

3-2 spin-orbit coupling



c 3-to-2 spin-orbit coupling

Rotation

- ▶ diese Rotation ändert Temperaturen
- ▶ Tagseite → ca. 430 C
- ▶ → Blei und Zink schmelzen
- ▶ Nachtseite → ca. -170 C
- ▶ CO₂ und CH₄ fest!

Sonnenbewegung

- ▶ nicht so einfach wie auf der Erde
- ▶ normal:
 - ▶ Sonnenaufgang → Osten
 - ▶ Sonnenuntergang → Westen

Sonnenbewegung

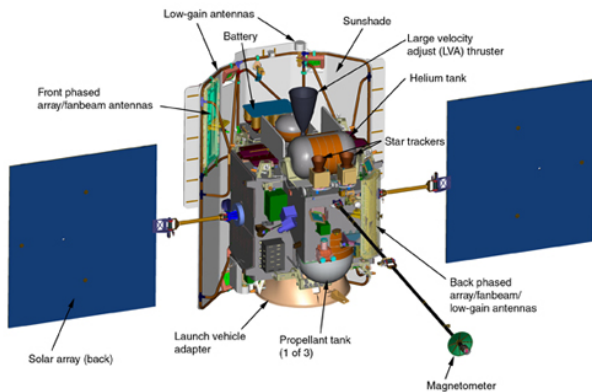
- ▶ aber: Merkur nahe Perihelion
- ▶ Umlauf schneller als Rotation →
 - ▶ Sonne geht auf
 - ▶ hält an, kehrt um, geht unter
 - ▶ dann geht sie wieder auf ...

Erkundung von Merkur

- ▶ Raumsonden!
- ▶ Mariner 10 (1974)
- ▶ Umlaufbahn 2×88 d
- ▶ → begegnet Merkur alle 176 d
- ▶ aber hatte nur Sprit für 2 Treffen

Erkundung von Merkur

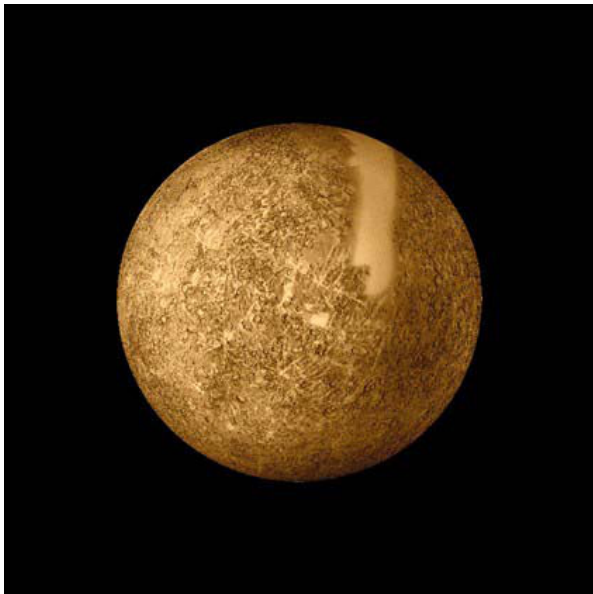
- ▶ Messenger
- ▶ MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry, and Ranging



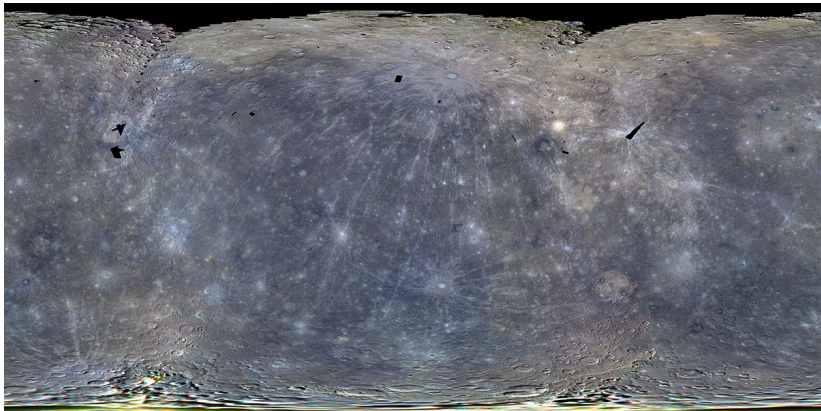
Erkundung von Merkur

- ▶ gestartet 3. August 2004
- ▶ August 2005 – flyby Erde
- ▶ Oktober 2006 – flyby Venus
- ▶ Juni 2007 – flyby Venus
- ▶ Januar 2008 – flyby Merkur
- ▶ Oktober 2008 – flyby Merkur
- ▶ September 2009 – flyby Merkur
- ▶ März 2011 – 1 Jahr science orbit fing an
- ▶ 30. April 2015 – Absturz auf Merkur

Oberfläche (alt)



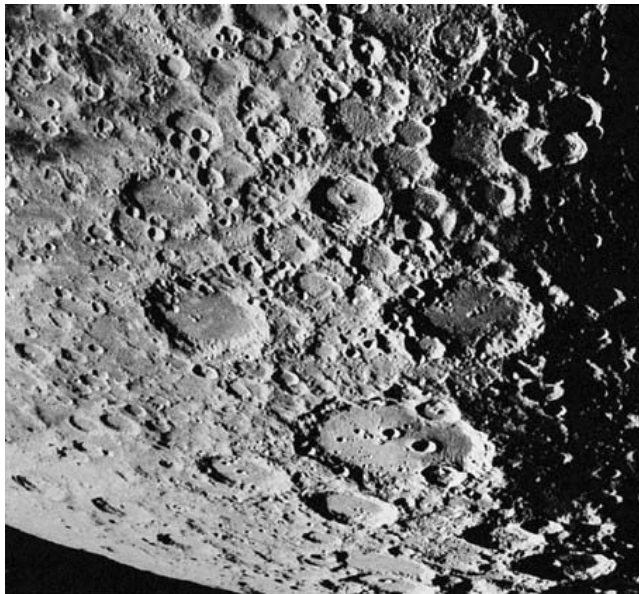
Oberfläche (Messenger)+Movie



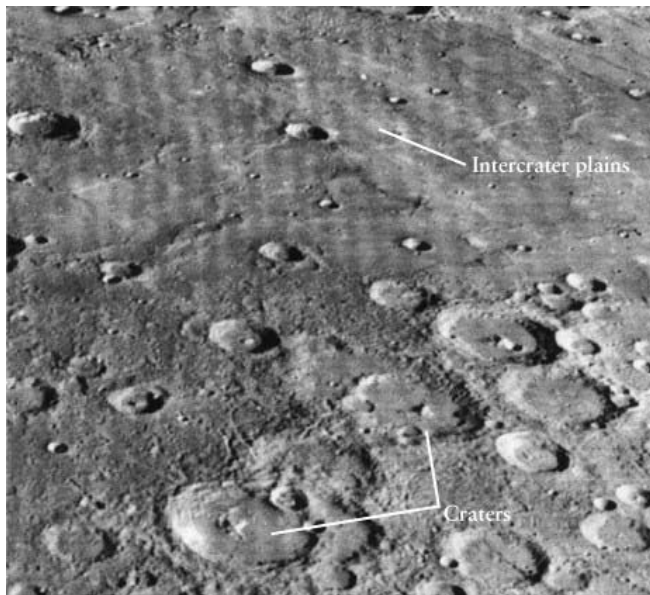
Oberfläche

- ▶ ähnlich Mond
- ▶ Unterschiede in der Kraterdichte
- ▶ Merkur's Krater ca. 3.8 Gyr alt
- ▶ (Mond-Mare ca. 3.1–3.8 Gyr)
- ▶ Merkur-Mare heller als Mond-Mare
- ▶ enthalten weniger Eisen

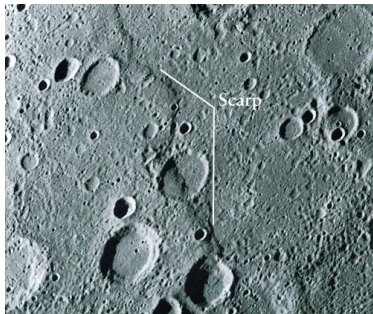
Mondkrater



Merkurkrater

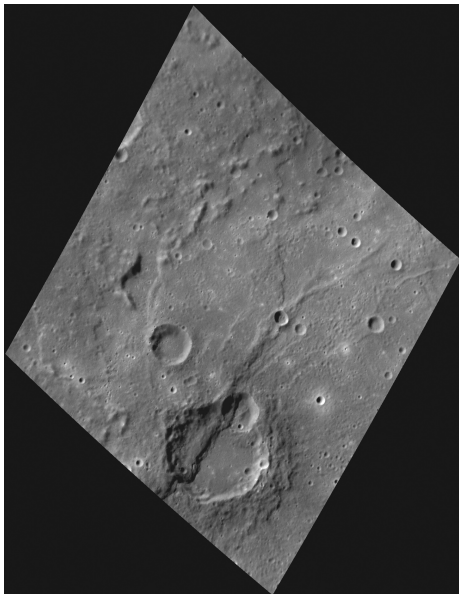


Scarps

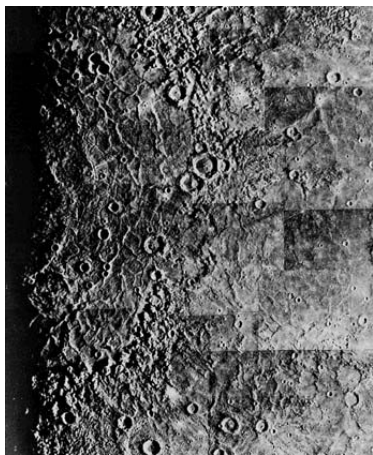


- ▶ Santa Maria Rupes cliff
- ▶ ca. 1 km hoch, einige 100 km lang
- ▶ 'Falten' durch 'Schrumpfen' bei Abkühlung
- ▶ → Movie

Scarp (Messenger)

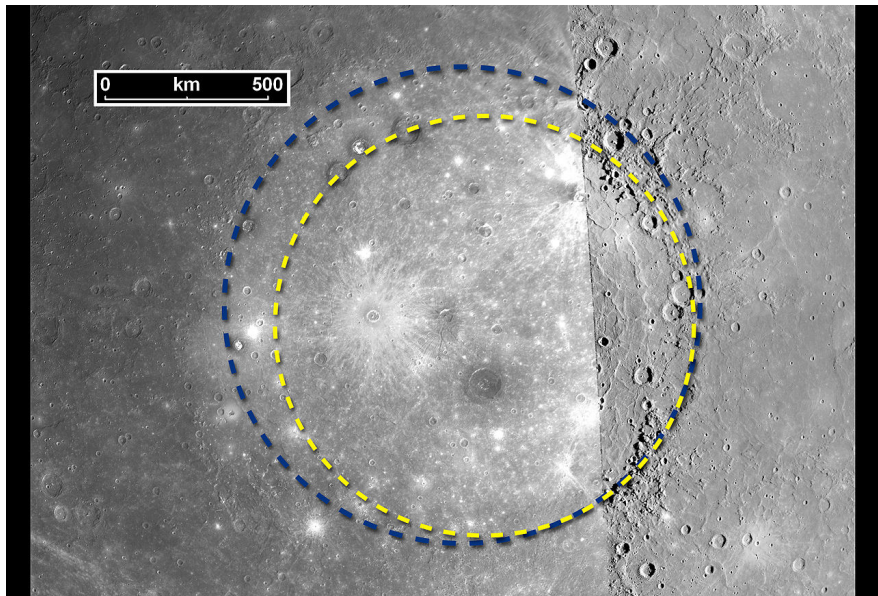


Caloris Basin

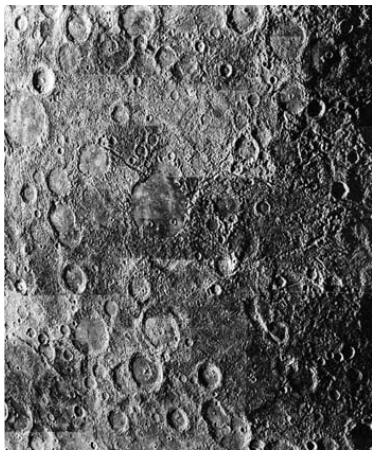


- ▶ ca. 1300 km Durchmesser
- ▶ uralter Krater
- ▶ gewaltiger Asteroid!
- ▶ seismische Wellen extrem stark
- ▶ → ganzer Planet durchgeschüttelt

Caloris (Messenger)

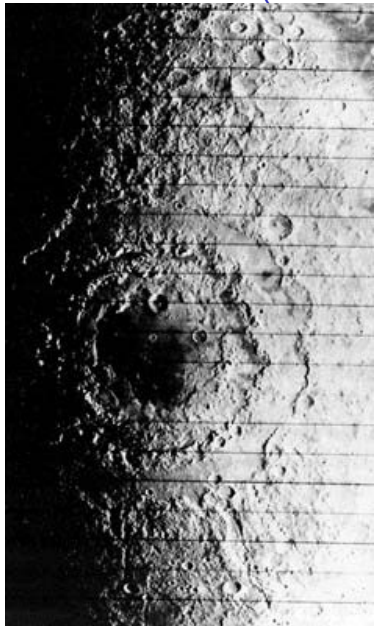


Caloris Basin



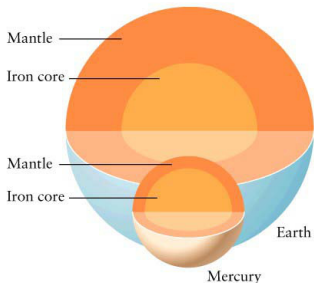
- ▶ → gegenüberliegende Seite
- ▶ → Oberfläche 'zerbrösel't
- ▶ warum?
- ▶ konvergierende seismische Wellen!

Orientele Basin (Mond)



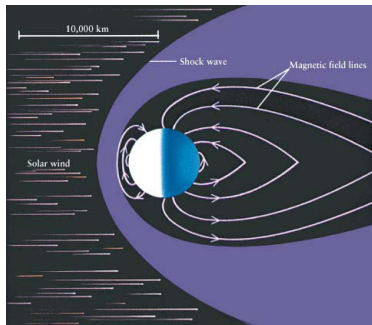
- ▶ 1967, Lunar Orbiter 4
- ▶ ca. 900 km Durchmesser
- ▶ → Mond-version von Caloris Basin!
- ▶ recht jung (wenige Krater im Basin)
- ▶ ähnliche Struktur auf der Rückseite!

Aufbau



- ▶ Merkur's mittlere Dichte: 5.4 g cm^{-3}
- ▶ ähnlich Erde (5.5 g cm^{-3})
- ▶ Merkur weniger schwer →
- ▶ mehr schwere Elemente als Erde
- ▶ nicht sehr genau ...

Magnetfeld



- ▶ Feld ca. 1% vom Erd-Magnetfeld
- ▶ stark für einen so kleinen Planeten
- ▶ muss durch Dynamo erzeugt werden
- ▶ → Merkur-Kern sollte fest-flüssig Aufbau haben?