

Das Sonnensystem

Teil 6

Peter Hauschildt
yeti@hs.uni-hamburg.de

Hamburger Sternwarte
Gojenbergsweg 112
21029 Hamburg

24. Januar 2019

Übersicht Teil 6

- ▶ Venus
 - ▶ Orbit & Rotation
 - ▶ Atmosphäre
 - ▶ Oberfläche

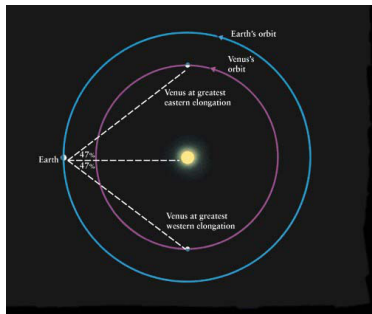
Table II-1 Venus Data

Average distance from Sun:	0.723 AU = 1.082×10^8 km
Maximum distance from Sun:	0.728 AU = 1.089×10^8 km
Minimum distance from Sun:	0.718 AU = 1.075×10^8 km
Eccentricity of orbit:	0.0068
Average orbital speed:	35.0 km/s
Orbital period:	224.70 days
Rotation period:	243.01 days (retrograde)
Inclination of equator to orbit:	177.3°
Inclination of orbit to ecliptic:	3.39°
Diameter (equatorial):	12,104 km
Diameter (Earth = 1):	0.949
Mass:	4.869×10^{24} kg
Mass (Earth = 1):	0.815
Average density:	5240 kg/m ³
Surface gravity (Earth = 1):	0.91
Escape speed:	10.4 km/s
Average surface temperature:	480°C = 900°F = 750 K

Venus

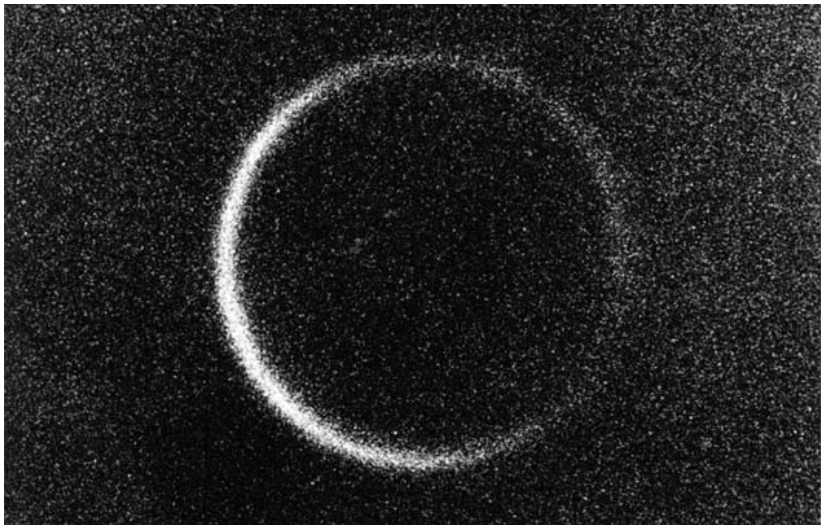


Orbit



- ▶ Transits: sehr selten (6. Juni 2012)
- ▶ Morgen- oder Abendstern
- ▶ 3h vor/nach Sonne
- ▶ reflektiert ca. 76%
- ▶ → ist 3. hellstes Objekt im Himmel
- ▶ sehr dichte Atmosphäre

Venus



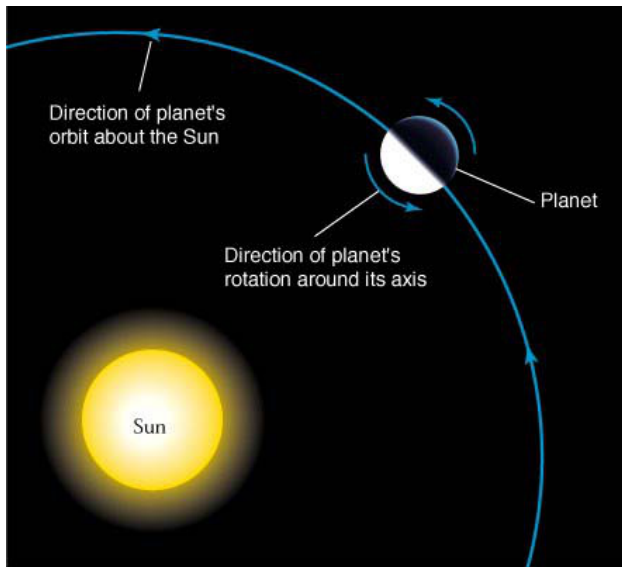
Rotation

- ▶ Wolkendecke →
- ▶ Oberfläche optisch unsichtbar
- ▶ Wolken → Atmosphärische Rotation
- ▶ → 4 Tage, *retrograd* (s.u.)
- ▶ das sagt aber nichts über die Rotation des Planeten

Rotation

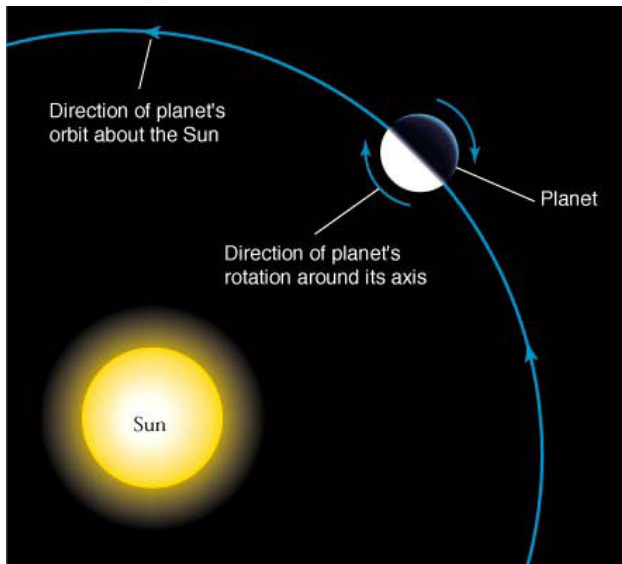
- ▶ Atmosphäre transparent für Radio/Mikrowellen
- ▶ → Radar (wie bei Merkur)
- ▶ Ergebnis:
- ▶ sehr langsam: 243.01 d
- ▶ *retrograd!*
- ▶ in 24h bewegen sich die Sterne nur um 1.5 Grad
- ▶ Erde: 1.5 Grad in 6 Minuten

Rotation



a Prograde rotation

Rotation

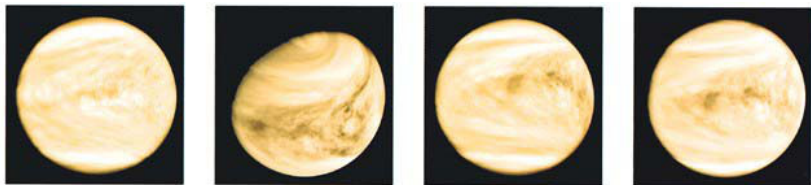


b Retrograde rotation

Rotation

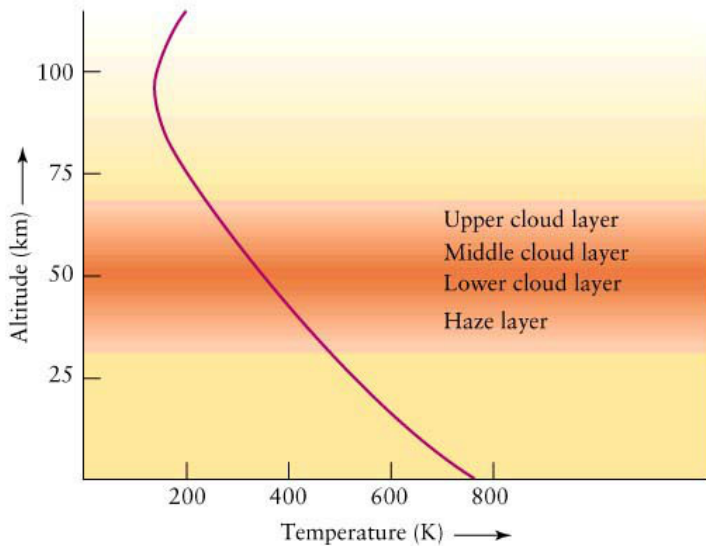
- ▶ warum retrograde Rotation??
- ▶ Uranus & Pluto ebenfalls
- ▶ schwere Kollision bei der Bildung?
- ▶ durchaus wahrscheinlich (Erde-Mond!)

Atmosphäre

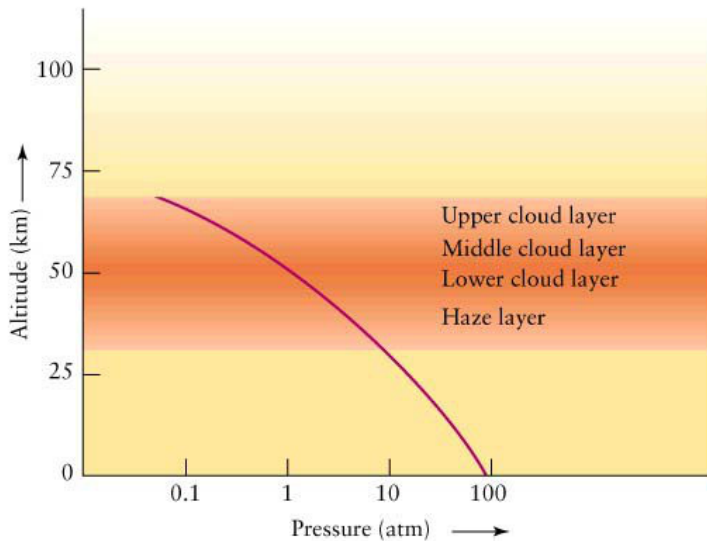


- ▶ UV Bilder von Pioneer Venus Orbiter (Mai 1980)
- ▶ 'V' erzeugt durch schnelle Rotation der Atmosphäre
- ▶ Messung thermischer Radiostrahlung der Oberfläche
- ▶ → Temperatur der Oberfläche ca. 480°C
- ▶ Venus erdähnlich → Temperature ein paar Grad höher als Erde
- ▶ → Atmosphäre ist *nicht* erdähnlich!

Atmosphäre



Atmosphäre



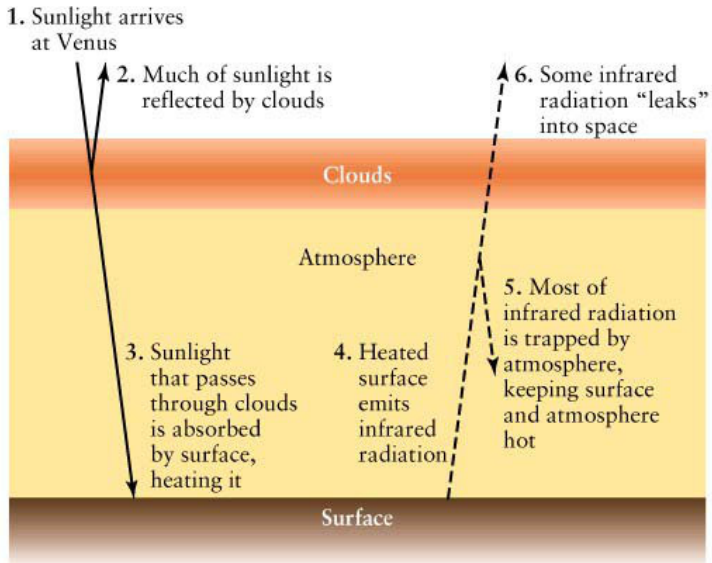
Treibhauseffekt

- ▶ energiereiche Strahlung (UV/optisch) trifft auf Atmosphäre
- ▶ heizt Boden auf
- ▶ der strahlt thermische Strahlung ab
- ▶ aber mit niedrigerer Temperatur (480°C) als die Einstrahlung (6000°C)
- ▶ → langwellige (IR/Mikro/Radio) Abstrahlung

Treibhauseffekt

- ▶ Atmosphäre *undurchsichtig* dafür
- ▶ Strahlungsenergie eingefangen
- ▶ → Temperatur steigt an
- ▶ solange bis Gleichgewicht erreicht ist
- ▶ hilft auch der Erde (ist notwendig)

Treibhauseffekt



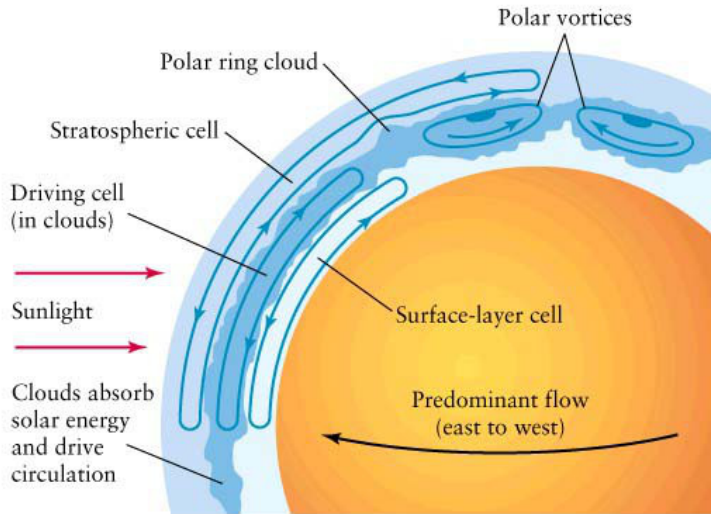
Zusammensetzung

- ▶ kann direkt nur durch Sonden gemessen werden
- ▶ → nicht einfach!
- ▶ Venera 7 (1970) und folgende
- ▶ 20 km dicke Wolkenschicht in ca. 50 km Höhe
- ▶ darüber/drunter ca. 20 km Nebel-Schicht

Zusammensetzung

- ▶ CO_2
- ▶ Häufiges Element: Schwefel
- ▶ vor allem als SO_2 , H_2S , H_2SO_4
- ▶ Wolken bestehen aus Schwefelsäure Tropfen!
- ▶ Temperaturen zu hoch für Regen
- ▶ Atmosphäre chemisch sehr reaktiv
- ▶ Bildung von HF, HCl und HSO_3F (extrem korrosiv)
- ▶ → 'Landung' auf Oberfläche 'schwer'

Strömungen



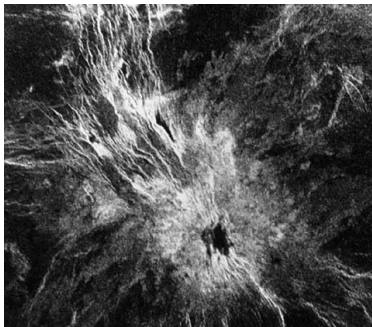
Zusammensetzung

- ▶ Chemie der Venusatmosphäre instabil
- ▶ muss ständig nachgefüllt werden
- ▶ woher?
- ▶ → Vulkane!
- ▶ Gibt es die?
- ▶ Pioneer Venus Orbiter (1978): sehr hohe Schwefelsäure Konzentration
- ▶ besser → Oberfläche

Oberfläche

- ▶ kann man optisch nicht sehen
- ▶ → Radar!
- ▶ von der Erde aus → Arecibo
- ▶ geht nur bei Konjunktion
- ▶ Bilder nicht sehr gut, aber:

Vulkan

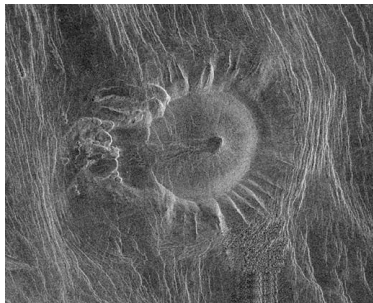


- ▶ Auflösung sehr begrenzt
- ▶ 1700×1500 km
- ▶ Lavaströme!

Magellan

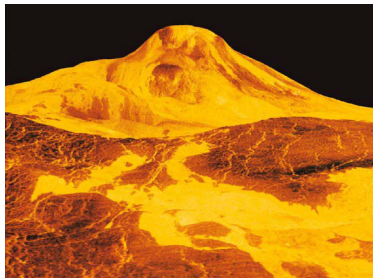
- ▶ Sonde mit Radar zur Kartographierung (Movie)
- ▶ 1990–1992
- ▶ 98% der VenusOberfläche überdeckt
- ▶ 1600(!) grosse Vulkane

Vulkan (Magellan)



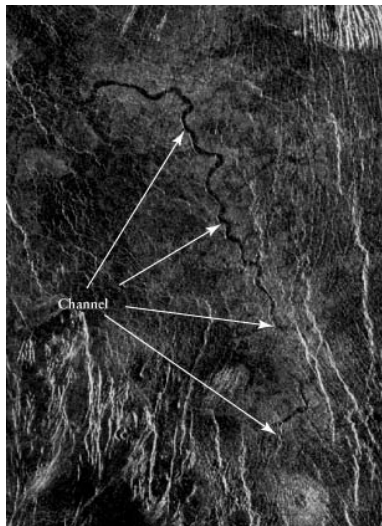
- ▶ aus 720 km Höhe beobachtet
- ▶ 83×73 km
- ▶ Auflösung 100 m!
- ▶ Durchmesser ca. 35 km

Maat Mons (Magellan)



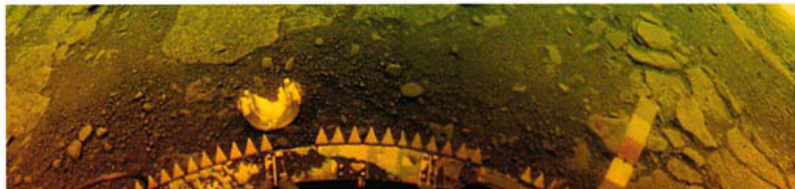
- ▶ 3D generiert aus Magellan Daten
- ▶ Vertikal um 23:1 verstärkt
- ▶ → Maat Mons hat sehr flache Steigung!
- ▶ Schildvulkan
- ▶ hell: Lava Ströme, ca. 10 Millionen Jahre alt

Lava Strom (Magellan)



- ▶ Hinweis auf Aktivität
- ▶ *Baltis Vallis*
- ▶ 2 km breit, 6800 km lang
- ▶ bedeckt ca. 4% der Oberfläche

Bild der Oberfläche



- ▶ Venera 13 (1981): Vulkangestein (Basalt)
- ▶ keinerlei Wasser!

Zusammensetzung

- ▶ Warum so unterschiedlich zur Erde?
- ▶ Erde:
 - ▶ Wasser dominant
 - ▶ CO₂ gebunden in Ozean/Steinen
- ▶ frühe Venus: Sonne deutlich schwächer
- ▶ → Ozeane etc., wie Erde
- ▶ Wasser → Treibhauseffekt

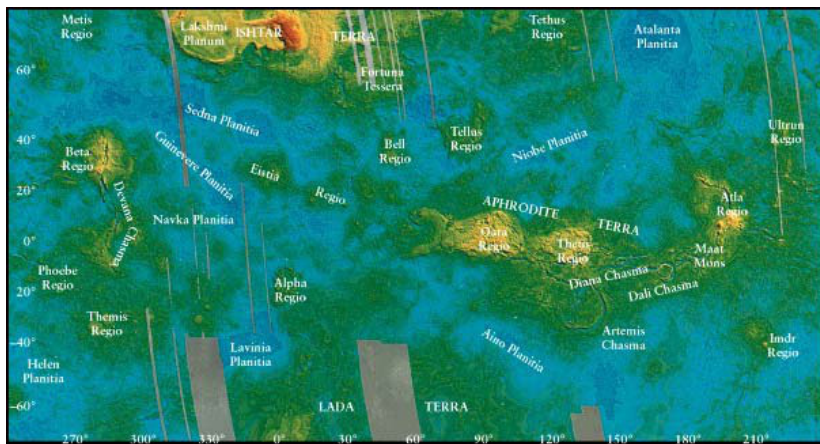
Zusammensetzung

- ▶ Sonne wird stärker
- ▶ → Venus wird heisser
- ▶ → Ozeane verdampfen
- ▶ setzen Wasserdampf und CO_2 frei
- ▶ → noch stärkerer Treibhauseffekt
- ▶ → Temperaturen 'explodieren'
- ▶ 'alles' CO_2 wird freigesetzt
- ▶ Wasser wird durch UV (Sonne) langsam zerstört
- ▶ Wasserstoff entkommt in den Weltraum
- ▶ → heute kein Wasser übrig!

Karte der Oberfläche



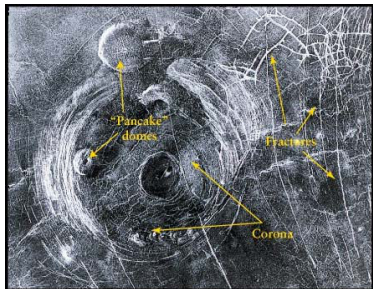
Karte der Oberfläche



Karte der Oberfläche

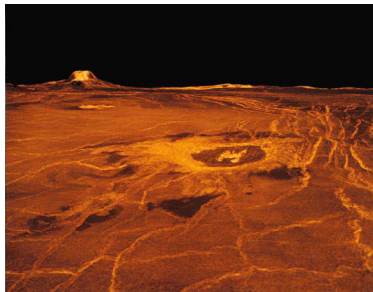
- ▶ 2 Kontinente
 - ▶ Ishtar: Australien
 - ▶ Aphrodite: Afrika
- ▶ höchster Berg: Maxwell Montes, ca. 11 km
- ▶ keine seismischen Daten verfügbar
- ▶ → innerer Aufbau unbekannt
- ▶ Karten → kein Hinweis auf Plattentektonik

Coronae (Magellan)



- ▶ nur auf Venus gefunden!
- ▶ 200 km–2000 km Durchmesser
- ▶ hot spots unter der Oberfläche?
- ▶ Kruste zu dünn für Tektonik
- ▶ oder Kruste dick aber Konvektion schwach?

Krater (Magellan)



- ▶ ca. 1000 Krater auf Venus
- ▶ Mond/Merkur: viel mehr
- ▶ Erde: viel weniger
- ▶ → Venus Oberfläche älter als ErdOberfläche
- ▶ ca. 400 Myr alt (Erde: 200 Myr)

Krater (Magellan)

- ▶ Kraterdichte überall gleich
- ▶ → Oberfläche überall gleich alt
- ▶ komplett neu vor ca. 400 Myr??
- ▶ dicke Kruste
- ▶ → Wärmestau → plötzliches Schmelzen??
- ▶ einige Krater schon 'erodiert'

Krater (Magellan)

