

# Das Sonnensystem

## Teil 8

Peter Hauschildt

yeti@hs.uni-hamburg.de

Hamburger Sternwarte  
Gojenbergsweg 112  
21029 Hamburg

24. Januar 2019

# Übersicht Teil 8

- ▶ Jupiter
  - ▶ Rotation
  - ▶ Atmosphäre
  - ▶ Aufbau und Magnetfeld

# Jupiter



# Daten

Table B-1 Jupiter Data

|   |  |
|---|--|
| Average distance from Sun:                  | $5.203 \text{ AU} = 7.783 \times 10^8 \text{ km}$  |
| Maximum distance from Sun:                  | $5.455 \text{ AU} = 8.160 \times 10^8 \text{ km}$  |
| Minimum distance from Sun:                  | $4.950 \text{ AU} = 7.306 \times 10^8 \text{ km}$  |
| Eccentricity of orbit:                      | 0.048  |
| Average orbital speed:                      | 13.1 km/s  |
| Orbital period:                             | 11.86 years  |
| Rotation period:                            | Equatorial: $9^{\text{h}} 50^{\text{m}} 28^{\text{s}}$<br>Internal: $9^{\text{h}} 55^{\text{m}} 30^{\text{s}}$ |
| Inclination of equator to orbit:            | $3.12^\circ$   |
| Inclination of orbit to ecliptic:           | $1.30^\circ$   |
| Diameter:                                   | Equatorial: 142,984 km<br>Polar: 133,708 km  |
| Diameter (Earth = 1):                       | Equatorial: 11.209<br>Polar: 10.482  |
| Mass:                                       | $1.899 \times 10^{27} \text{ kg}$  |
| Mass (Earth = 1):                           | 317.83   |
| Average density:                            | $1330 \text{ kg/m}^3$  |
| Surface gravity (Earth = 1):                | 2.5  |
| Escape speed:                               | 59.5 km/s  |
| Average surface temperature (at cloudtops): | $-110^\circ\text{C} = -166^\circ\text{F} = 163 \text{ K}$  |

# Beobachtungen



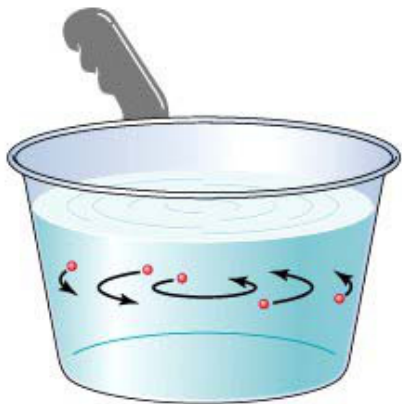
# Rotation

- ▶ extrem schnell: ca. 10h! (Movie)
- ▶ differenzielle Rotation (Cassini 1690)
- ▶ Äquator: 9h 50m 28s
- ▶ Pol: 9h 55m 41s
- ▶ → total anders als terrestrische Planeten

# Rotation



a



b

# Zusammensetzung

- ▶ → Hinweis, dass Jupiter zu grossen Teilen fluid ist
- ▶ stimmt mit niedriger Dichte überein
- ▶ 1930's → Jupiter aus H, He und gasförmig (R. Wildt, Göttingen)
- ▶ erst 1960 wurde H in UV Spektren nachgewiesen
- ▶ He erst in den 1970er durch Raumsonden
- ▶ Atmosphäre: 80% H, 19% He
- ▶ Jupiter: 71% H, 24% He, 5% Rest

# Wolkenstruktur

- ▶ Band Struktur der Wolken schon seit langem bekannt
- ▶ viel Information durch Raumsonden
- ▶ gezeigt, dass Struktur variabel:

# Wolkenstruktur



a. *Pioneer 10*, December 1973



b. *Pioneer 11*, December 1974

# Wolkenstruktur



c. *Voyager 1*, March 1979



d. *Voyager 2*, July 1979

# Wolkenstruktur



c. HST, February 1995

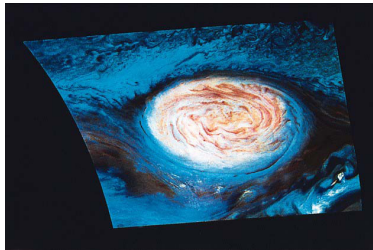
- ▶ Braune 'Gürtel'
- ▶ Helle 'Zonen'
- ▶ Details ändern sich (Movie)

# Grosser Roter Fleck



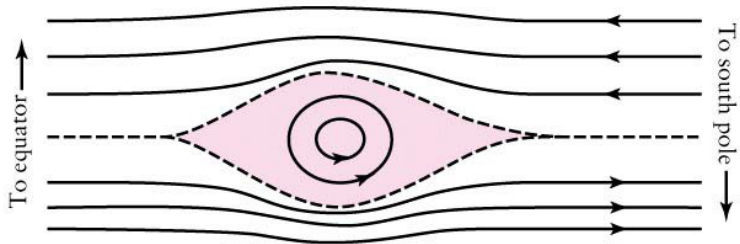
- ▶ Seit 300 Jahren bekannt!
- ▶ Grösse und Farbe ändern sich
- ▶ max:  $40000 \times 14000$  km (3 Erddurchmesser)
- ▶ min (1979, Voyager): ca. Erddurchmesser
- ▶ 1976/77: fast verschwunden

# Grosser Roter Fleck



- ▶ Galileo (1996) IR Bild
- ▶ ist ein riesiger Sturm
- ▶ Winde 'rotieren' gegen Uhrzeigersinn
- ▶ Gürtel/Zonen gegenläufig: (Movies)

# Grosser Roter Fleck

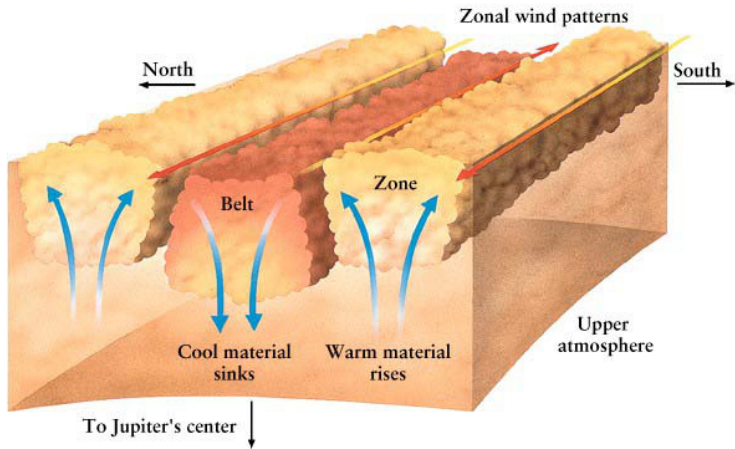


# Ovals

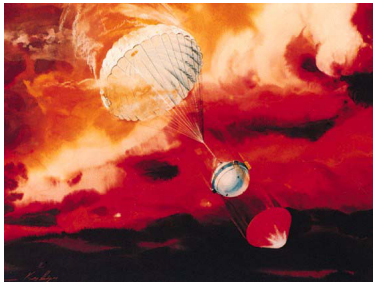


- ▶ Weisse Ovale: meistens südliche Hemisphäre
- ▶ langlebige features, mini Versionen vom GRF?
- ▶ Braune Ovale: meistens nördliche Hemisphäre
- ▶ dunkel in sichtbarem Licht
- ▶ hell im IR → Löcher!

# Wolkendecke

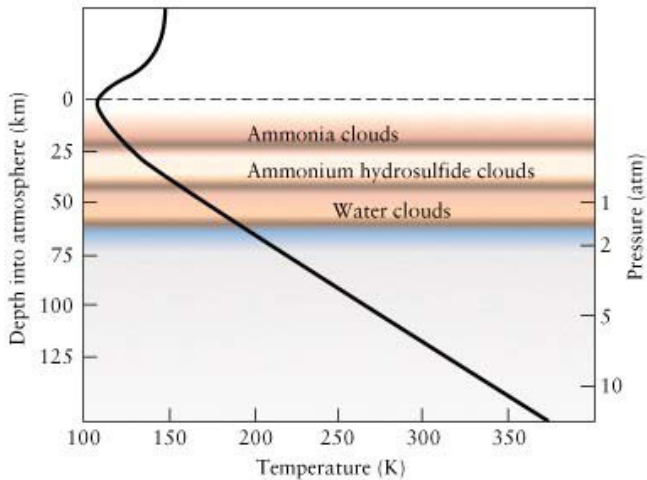


# Atmosphäre



- ▶ Struktur angetrieben durch Wetter
- ▶ extremer aber stabiler als auf der Erde
- ▶ Jupiter strahlt 2 mal so viel Energie ab wie er von der Sonne bekommt
- ▶ → innere Quellen wichtiger als Sonne
- ▶ Struktur bekannt von Galileo Lander

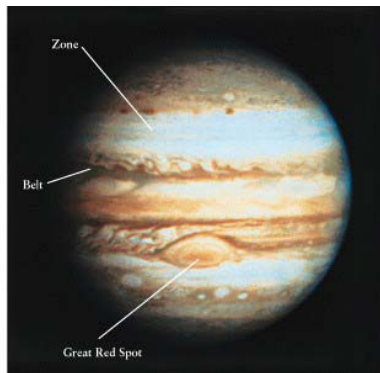
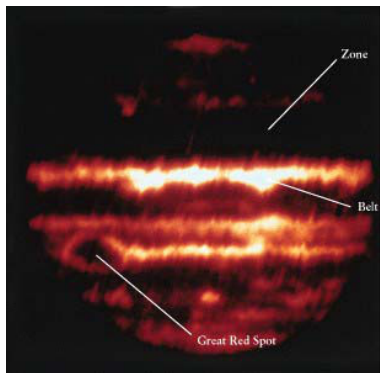
# Atmosphäre



# Atmosphäre

- ▶ Wolken aus Ammoniak
- ▶ Wasser Wolken nicht vom Lander gefunden!
- ▶ Wolkenschichtung nicht überall gleich?
- ▶ Farben hängen von Temperatur ab:
- ▶ Braun → warm, unten
- ▶ Weiss → Mitte
- ▶ Rot → kalt, aussen

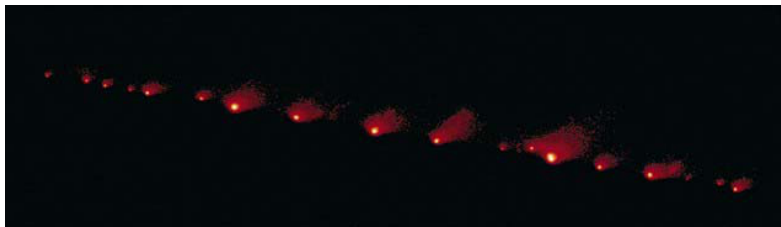
# Temperaturen



# Komet SL-9

- ▶ März 1993: Komet Shoemaker-Levy 9
- ▶ schon fragmentiert gefunden
- ▶ nahe an Jupiter → Gezeitenkräfte!
- ▶ Bahnberechnung: Einschlag auf Jupiter
- ▶ 16-22 Juli 1994
- ▶ ca. 1 km Fragment mit 60 km/s
- ▶ → Einschlagenergie 600M Mton TNT

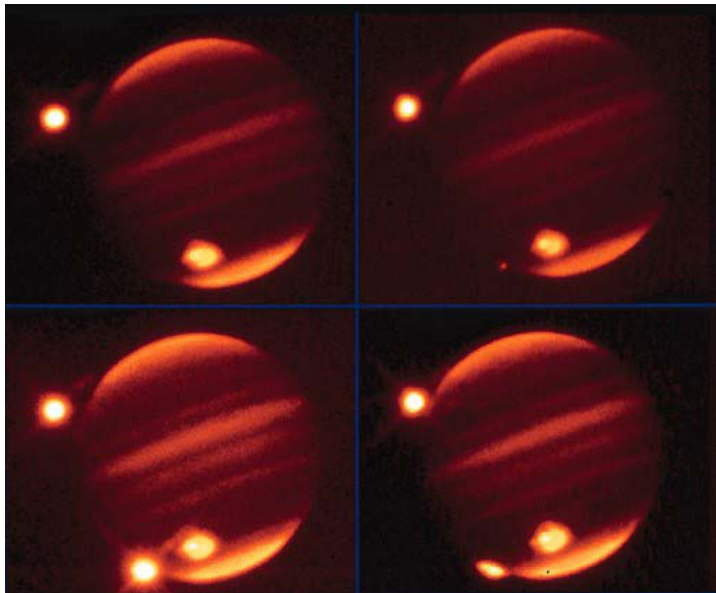
# Komet SL-9



# Komet SL-9

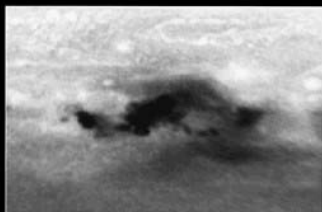
- ▶ Beobachtungen der Einschläge →
- ▶ Struktur des Kometen
- ▶ Struktur der Atmosphäre
- ▶ keine permanenten Krater
- ▶ aber 10000°C heisse Explosionen
- ▶ wochenlang sichtbare Effekte!

# IR, 3.5 m Calar Alto

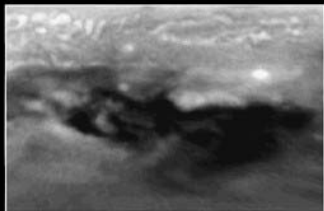




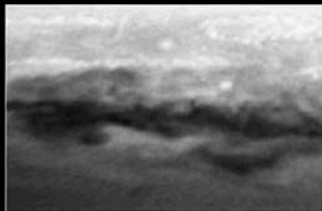
**July 18, 1994**



**July 23, 1994**



**July 30, 1994**



**August 24, 1994**

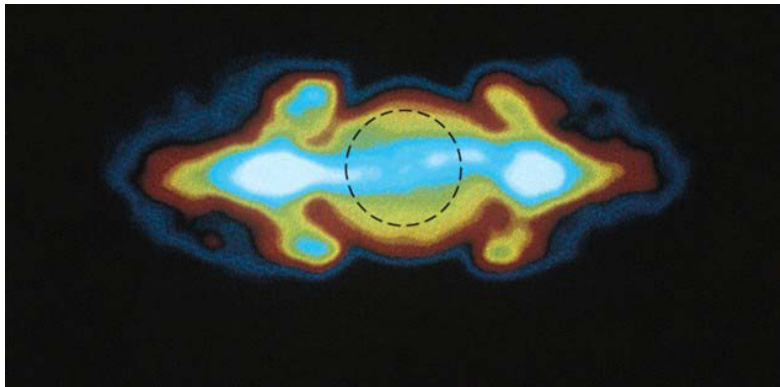
# Aufbau

- ▶ schnelle Rotation, gasförmig →
- ▶ Jupiter ist abgeflacht
- ▶ ca. 6.5% grösser am Äquator
- ▶ (Erde: 0.34%)
- ▶ Abflachung hängt von Massenverteilung ab
- ▶ → Model: ca. 4% in Kern aus 'Stein'
- ▶ → Kern ca. 13 Erdmassen 'terrestrischer Planet'
- ▶ aber vermutlich nicht grösser!
- ▶ Dichte ca.  $20000 \text{ g cm}^{-3}$

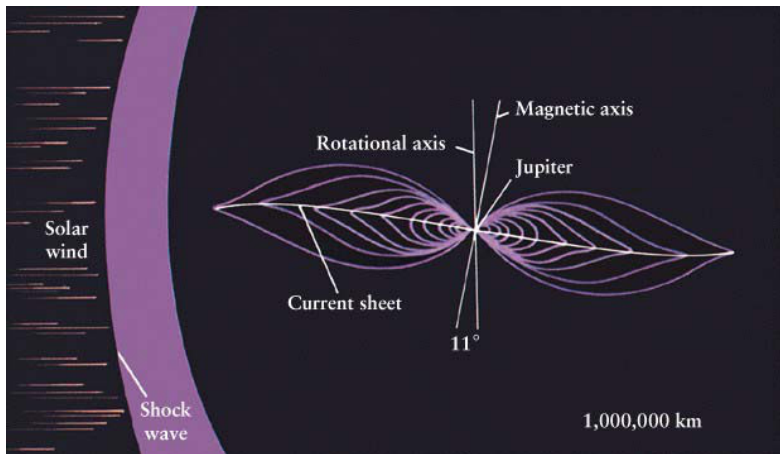
# Aufbau

- ▶ was macht der Rest?
- ▶ nicht so einfach zu sagen
- ▶ Hinweis: Radiobeobachtungen 1950er
- ▶ nur wenig thermische Radiostrahlung
- ▶ viel nicht-thermisches Radio
- ▶ → Synchrotron Strahlung
- ▶ → extrem starkes Magnetfeld

# VLA Radiobild



# Magnetosphäre



# Aufbau

- ▶ super-Dynamo
- ▶ erzeugt durch flüssigen metallischen Wasserstoff
- ▶ notwendige Drücke: 1.2M atm
- ▶ erreicht in ca. 10000—20000 km Tiefe
- ▶ darüber ist es H<sub>2</sub>

# Aufbau

