

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

- Modul 1:** Sonne - Stern unter Sternen
2015 April 15, 29, Mai 13
- Modul 2:** Aufbau und Entstehung des Sonnensystems,
Heliosphäre
2015 Mai 27, Juni 10, 24
- Modul 3:** Planetoide, Kometen, Kleine Körper
2015 September 23, Oktober 7, 21
- Modul 4:** Innere Planeten: Merkur und Erde
2015 November 18, Dezember 2, 16
- Modul 5:** Unsere Heimat: Erde und Mond
- Modul 6:** Roter Planet Mars – Zeit und Kalender
- Modul 7:** Jupiter und seine Monde
- Modul 8:** Saturn und die Faszination planetarer Monde
- Modul 9:** Gasriesen (Uranus, Neptun) und Zwergplaneten

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

**Modul 5: Unsere Heimat: Erde und Mond
2016 Februar 17, März 9, 16**

**Sondervortrag: „Bemannte Raumfahrt und die Erforschung des
Mondes“ 2016 April 6**

**Modul 6: Roter Planet Mars – Zeit und Kalender
2016 Juni 1, 8, 15, 22**

**Modul 7: Jupiter und seine Monde
2016 September 7, 21, Oktober 5**

**Modul 8: Saturn und die Faszination planetarer Monde
2016 Oktober 26, November 9, 23**

**Modul 9: Gasriesen (Uranus, Neptun) und Zwergplaneten
2017**

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

- Modul 10:** Kuipergürtel und der Rand des Sonnensystems
- Modul 11:** Interstellare Materie
und die Entstehung von Sternen
- Modul 12:** Aufbau und Entwicklung der Sterne
und ihre Strahlung
- Modul 13:** Weiße Zwerge – Rote Riesen – Schwarze Löcher –
Endstadien der Sternentwicklung
- Modul 14:** Die Sonne als Stern in der Milchstraße
und Sonderfälle der Sternentwicklung
- Modul 15:** Milchstraße
- Modul 16:** Galaxien, Galaxienhaufen und die
großräumige Struktur des Kosmos
- Modul 17:** Radiogalaxien, Quasare und supermassive
Schwarze Löcher

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

- Modul 18: Dimensionen des Weltalls**
- Modul 19: Raum-Zeit-Kontinuum,
Dunkle Materie und Teilchen**
- Modul 20: Modelle des Kosmos**
- Modul 21: Entwicklungsphasen des Weltalls, Gesamtschau**

J. Wirths Aktuelle Astronomie - Einführungskurs

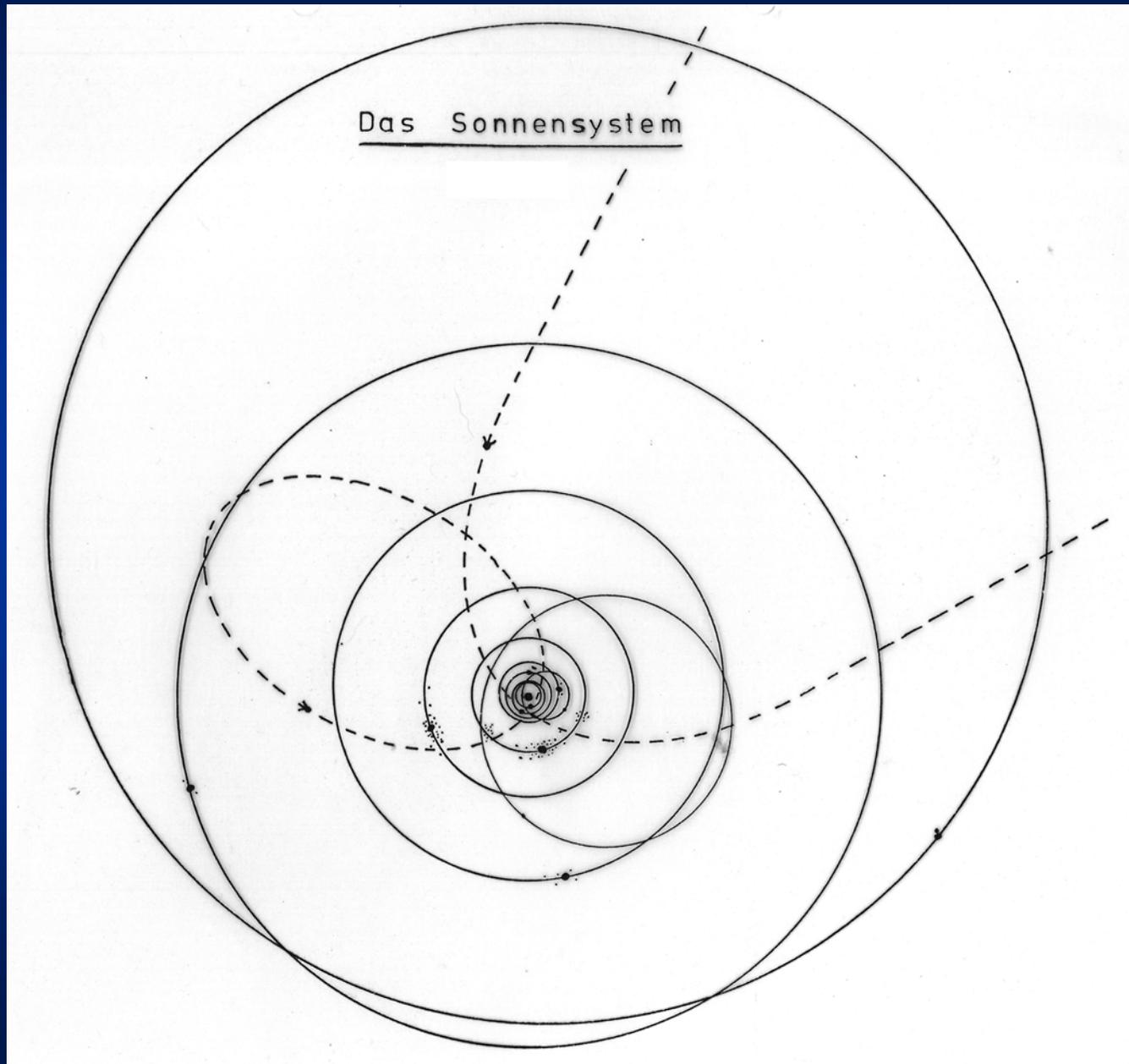
Modul 7: Jupiter und seine Monde *(Thema 1.13)*

1.13 Jupiter



Jupiter Optimus Maximus (Xanten 1.-3. Jh.) [LVR Museum Xanten]

1.13 Jupiter



1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.1 Bahn

Bahndaten:

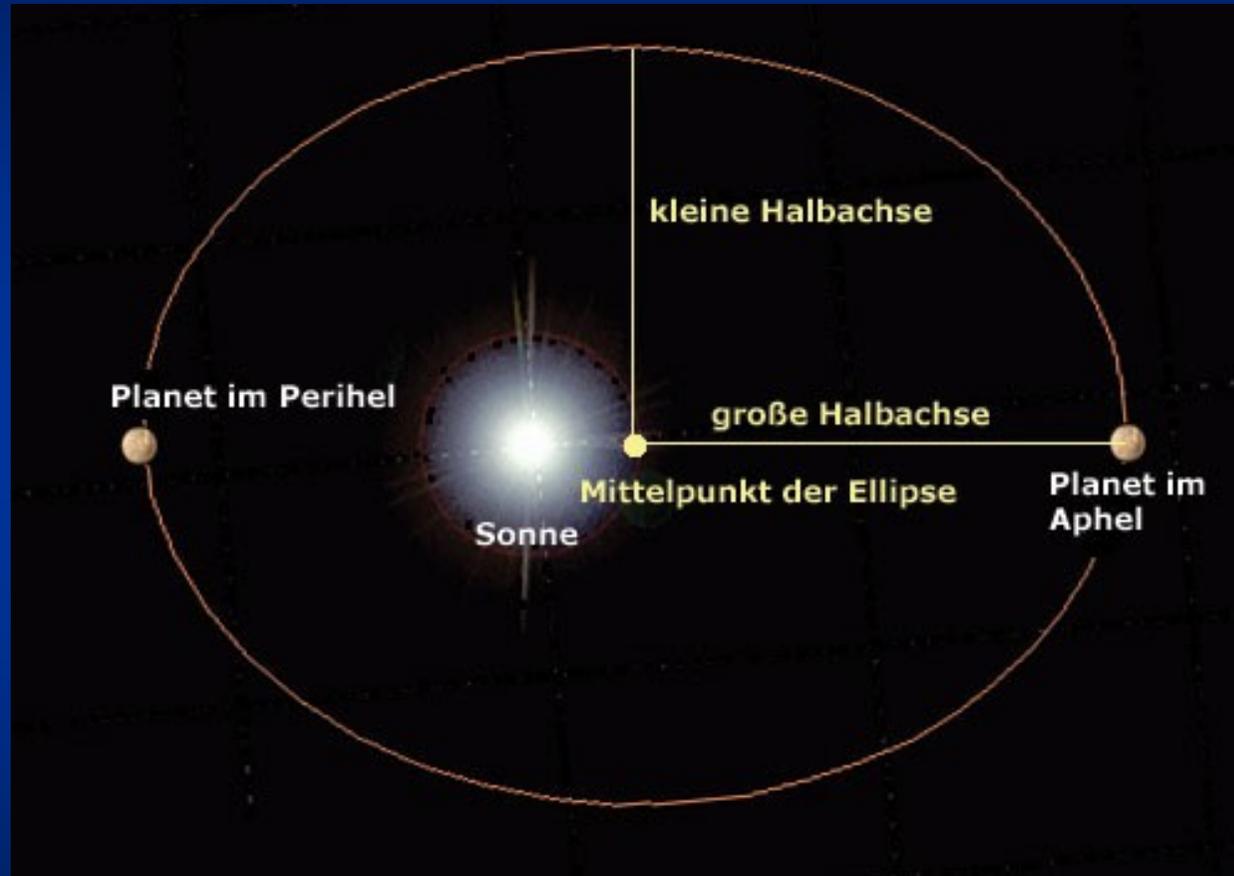
| | | | |
|----------------------------|------------------|--|-------------------|
| Große Halbachse: | a | $778.57 \cdot 10^6$ km | 5.204 AE |
| Exzentrizität: | ε | 0.0489 | (Erde: 0.0167) |
| Periheldistanz: | q | $740.52 \cdot 10^6$ km | 4.950 AE |
| Apheldistanz: | Q | $816.62 \cdot 10^6$ km | 5.459 AE |
| siderische Umlaufperiode: | P_{sid} | 4'332.59 d | 11.86 a |
| synodische Umlaufperiode: | P_{syn} | 398.88 d | 1.092 a |
| Bahnneigung ./.. Ekliptik: | i | 1.304° | |
| Bahngeschwindigkeit: | v_u | 13.07 km s ⁻¹ (12.44...13.72) | (Erde: 29.78) |
| Einstrahlung (Irradianz): | S | 0.0501 kW m ⁻² | 0.037 Solarkonst. |

Aufgrund seiner Umlaufzeit von knapp 12 Jahren und seiner geringen Bahnneigung rückt Jupiter jedes Jahr auf dem Tierkreis um ein Sternbild (Richtung Osten) vor. Ebenso verschiebt sich seine Opposition und damit die beste Sichtbarkeit jeweils pro Jahr um einen Monat.

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

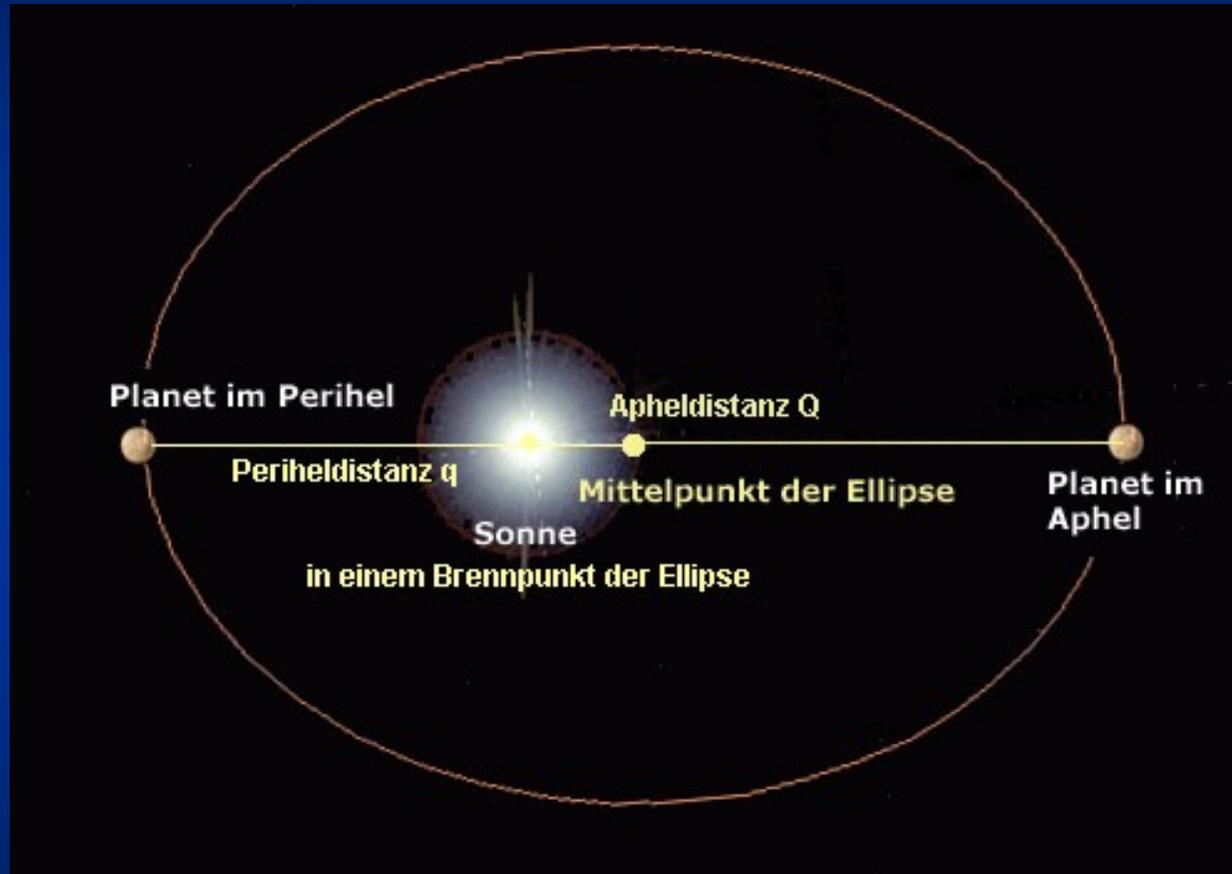
1.13.1.1 Bahn



1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.1 Bahn



Große Halbachse, Apsiden und (numerische) Exzentrizität:

$$Q + q = 2a$$

$$e = (Q - q) / (Q + q) = (Q - q) / 2a$$

$$Q = a(1 + e) \quad q = a(1 - e)$$

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.1 Bahn



Jupiter- und Erdumlauf um die Sonne

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.2 Beobachtung

Jupiter am Himmel:

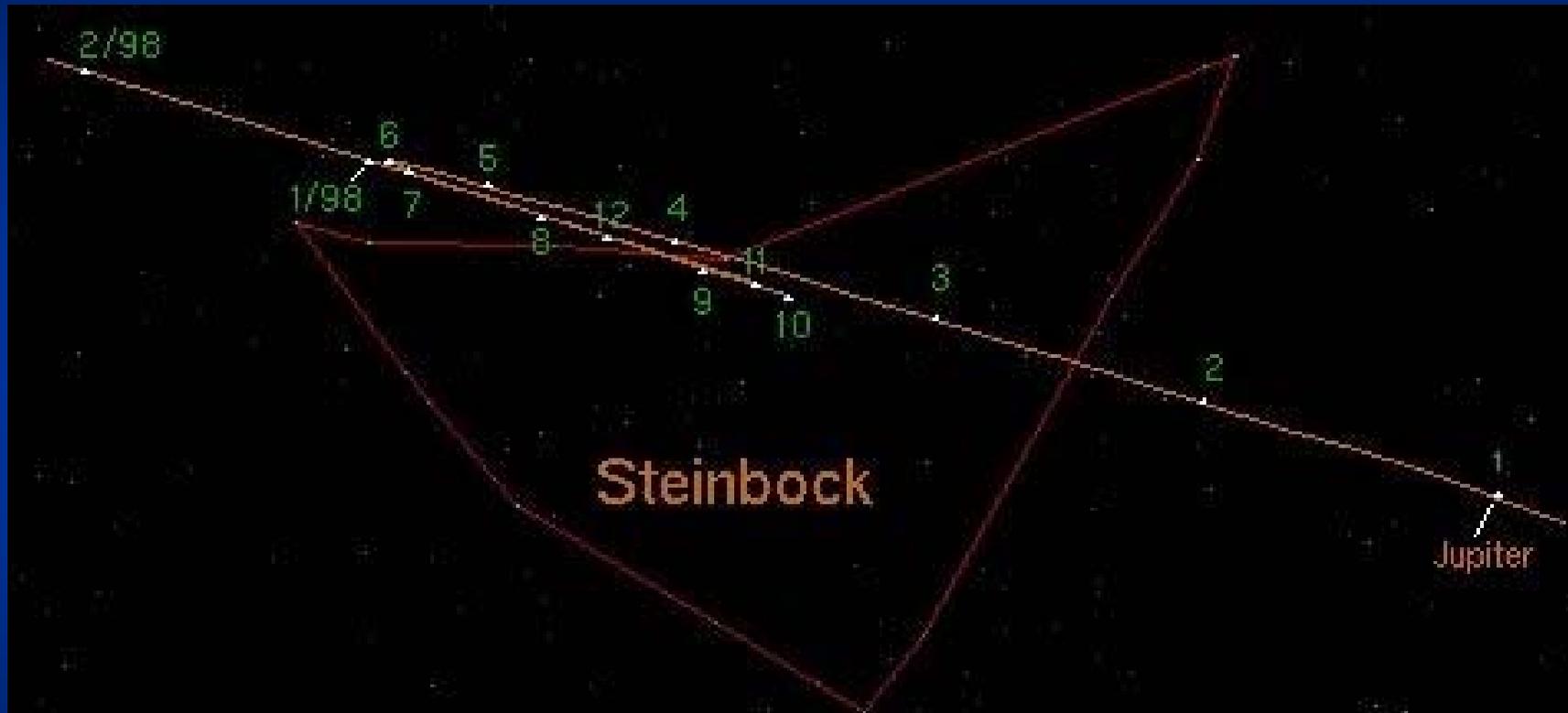
| | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|-----------------|-----------------------|
| scheinbare Helligkeit: Maximum | m_v | -2.94 ^m | | |
| Opposition: | \angle | 49.0" | bei Entfernung: | $558.5 \cdot 10^6$ km |
| Konjunktion: | \angle | 29.8" | | $968.1 \cdot 10^6$ km |

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.2

Beobachtung: Oppositionsschleife

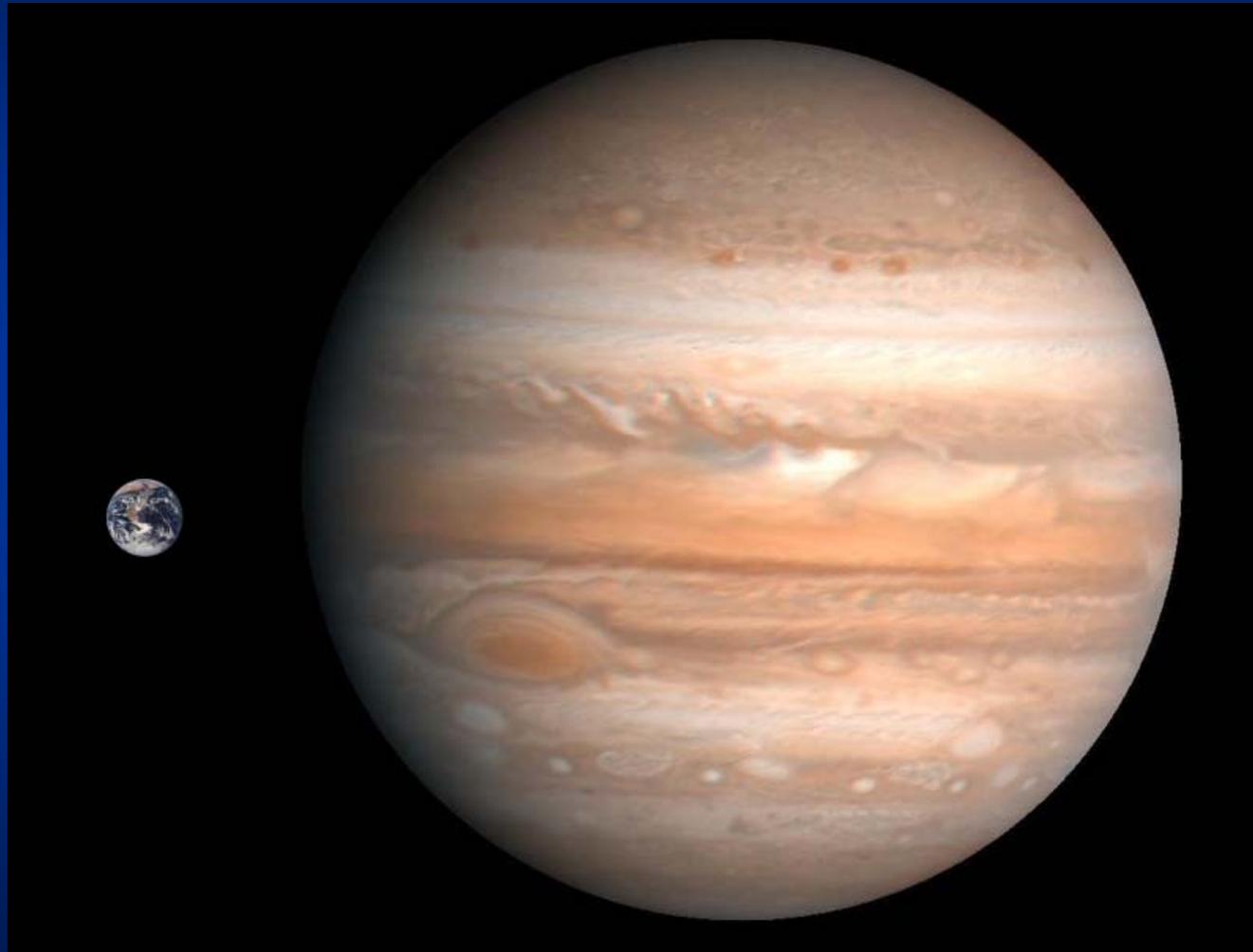


1997/98

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.3 Physische Daten



Größenvergleich

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.3 Physische Daten

Physische Daten:

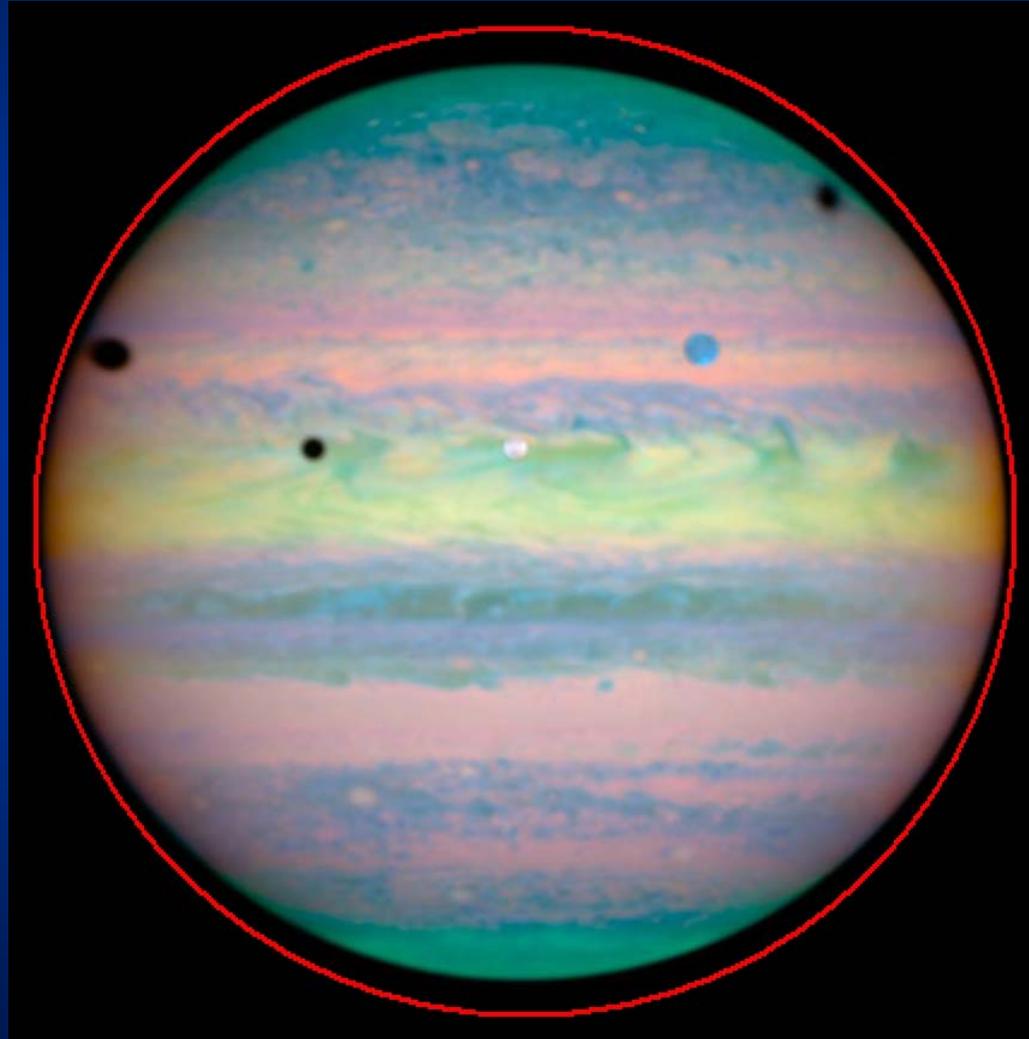
| | | | |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| Masse: | M | $1.899 \cdot 10^{27} \text{ kg}$ | 317.8 Erdmassen |
| Volumen: | V | $1.431 \cdot 10^{15} \text{ km}^3$ | 1'321 Erdvolumina |
| mittlere Dichte: | ρ | 1.326 g cm^{-3} | 0.240 mittl. Erddichte |
| Schwerebeschleunigung: | g | 24.79 m s^{-2} | 2.530 Erdbeschleunigung |
| Äquatorradius: | $R_{\text{Ä}}$ | 71'492 km | 11.21 Erdradius |
| Polradius: | R_{P} | 66'854 km | 10.52 Erdradius |
| Abplattung: | E | 0.0649 (= 1/15.4) | 19.3 Erdabplattung |
| Fluchtgeschwindigkeit: | v_{F} | 59.5 km/s | 5.32 2. kosm. Geschw. |
| siderische Rotationsperiode: | P_{rot} (S.III) | 9.925 h | (= 9 ^h 55 ^m 30 ^s) („Jupiter-Sterntag“) |
| synodische " : | P_{rot} (S.III) | 9.926 h | (= 9 ^h 55 ^m 35 ^s) („Jupitertag“) |
| Äquatorneigung ./.. Bahn: | $i_{\text{Ä}}$ | 3.13° | (Erde: 23.45°) |

Mit seiner Masse erreicht Jupiter nur gut 7 % der Mindestmasse eines Braunen Zwerges und 1.4 % der Mindestmasse eines Hauptreihen-Sterns.

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.3 Physische Daten



Jupiter-Abplattung im Vergleich zu einem Kreis

1.13 Jupiter

1.13.1 Allgemeines und physische Daten

1.13.1.3 Physische Daten

Energiebilanz

Energiegewinn von der Sonne: $5 \cdot 10^{17}$ W

Energieabstrahlung: $8.35 \cdot 10^{17}$ W

Jupiter strahlt somit 1.67 Mal mehr Energie ab als er von der Sonne erhält.

Diese Energie stammt aus Gravitationsenergie, die er aus seiner andauernden Schrumpfung um ~ 3 cm/Jahr und der Abkühlung seines Kerns um ~ 1 K/Mio. Jahre gewinnt.

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.2

Zusammensetzung

Atmosphäre:

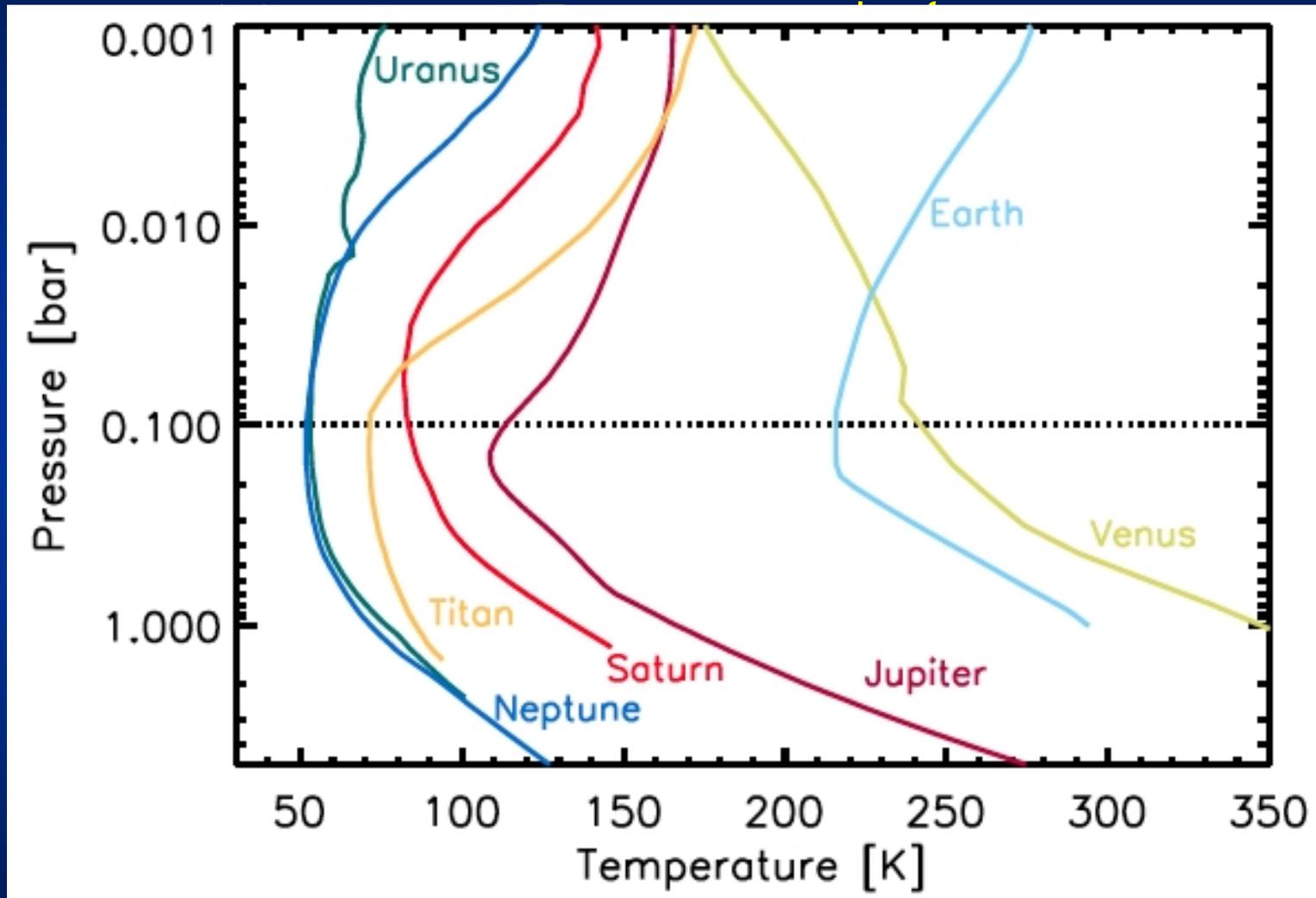
| | | | | |
|------------------------|-------|-----------|------------------|-----------------------------------|
| Druck: | p_R | 1'000 hPa | (Referenzniveau) | (Erde: 1'013 hPa \approx 1 bar) |
| Temperatur bei p_R : | T_R | 165 K | (= -108°C) | |
| Albedo: | A | 0.343 | | (Erde: 0.306) |

Zusammensetzung der Atmosphäre / %:

| | |
|--|---------|
| Wasserstoff (H ₂) | 89.5 |
| Helium (He) | 10.15 |
| Methan (CH ₄) | 0.3 |
| Ammoniak (NH ₃) | 0.026 |
| Schwerer Wasserstoff (HD) | 0.0028 |
| Ethan (C ₂ H ₆) | 0.00058 |
| Wasser (H ₂ O) | 0.00040 |
| Aerosol: | |
| Ammoniakeis, Wassereis, | |
| Ammoniumhydrosulfid (NH ₄ HS) | |

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre



Temperatur- und Druckverlauf der Planetenatmosphären im Vergleich

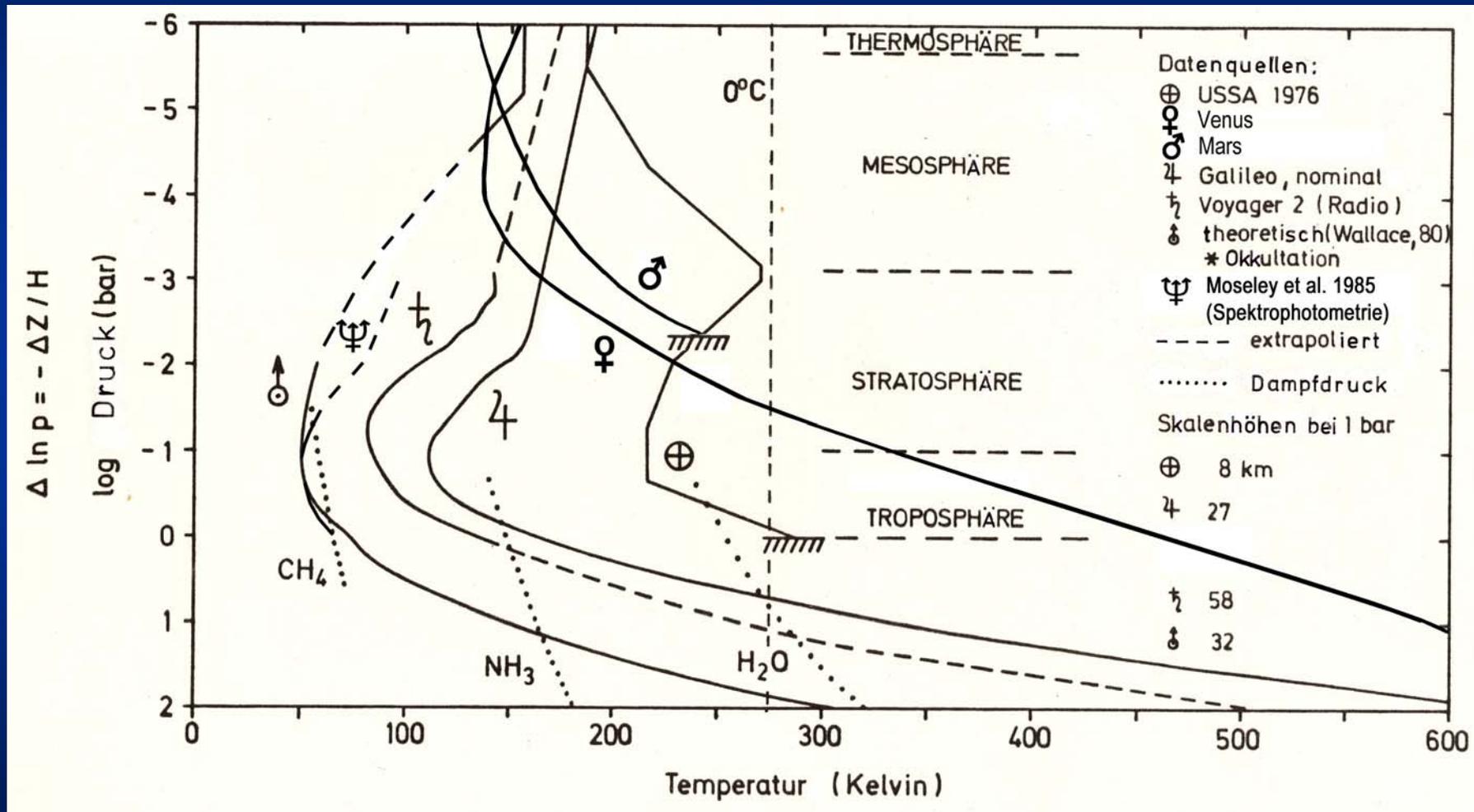
[[Robinson Catling 2013]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.3

Temperaturverlauf



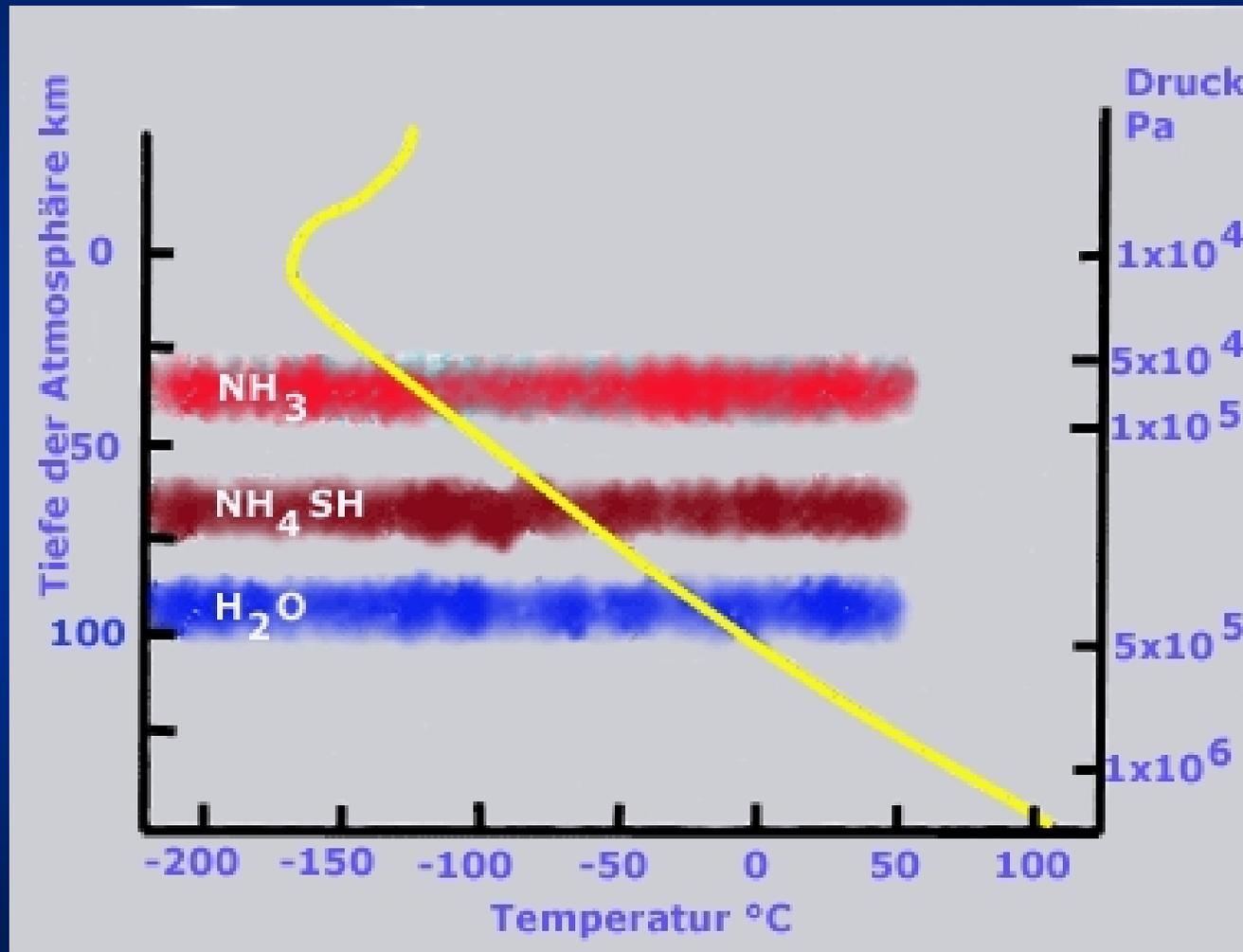
Temperatur- und Druckverlauf der Planetenatmosphären im Vergleich

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.3

Temperaturverlauf - Wolken



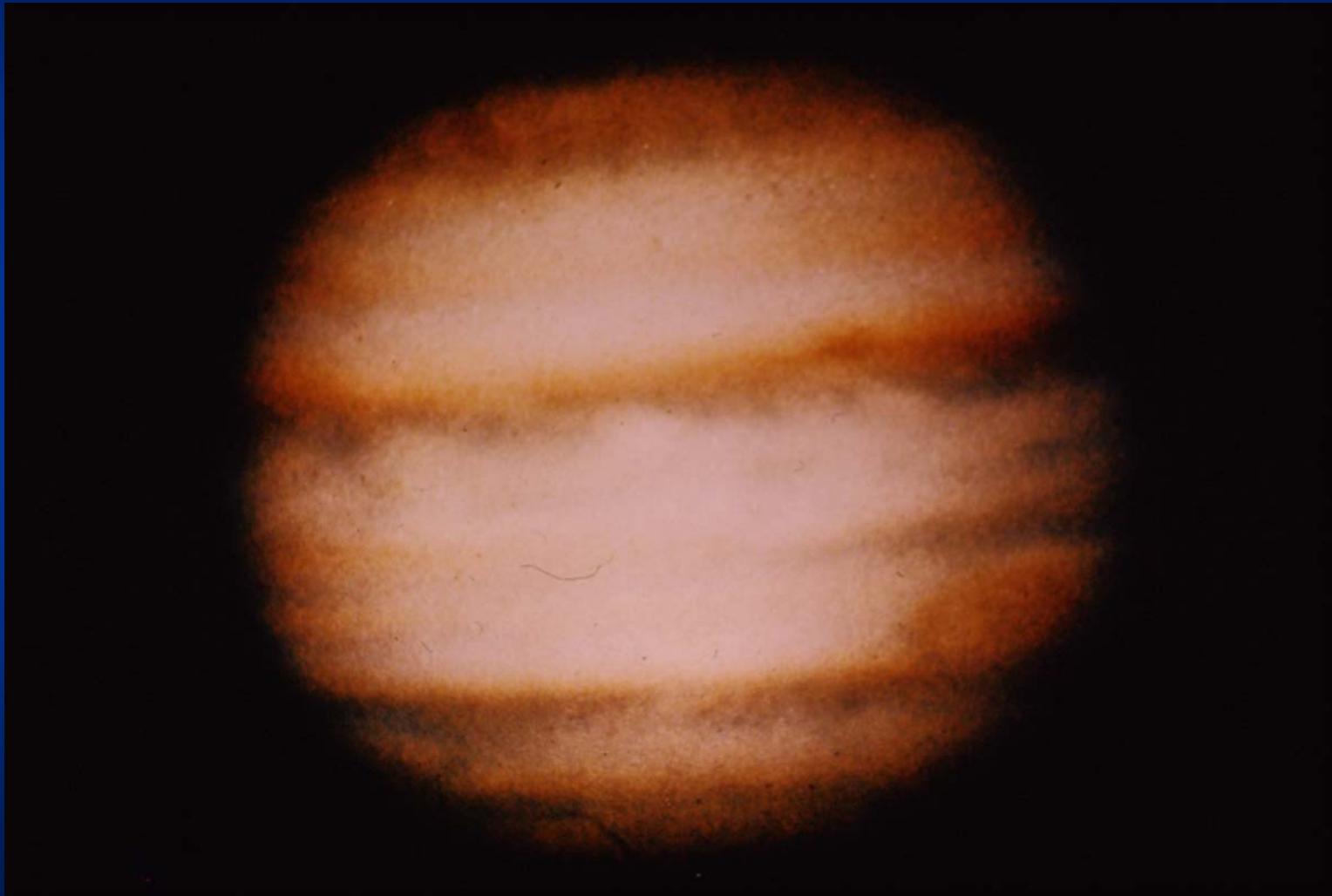
Wolken­schichten und Temperaturen

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



[Mt. Palomar]

1.13 Jupiter

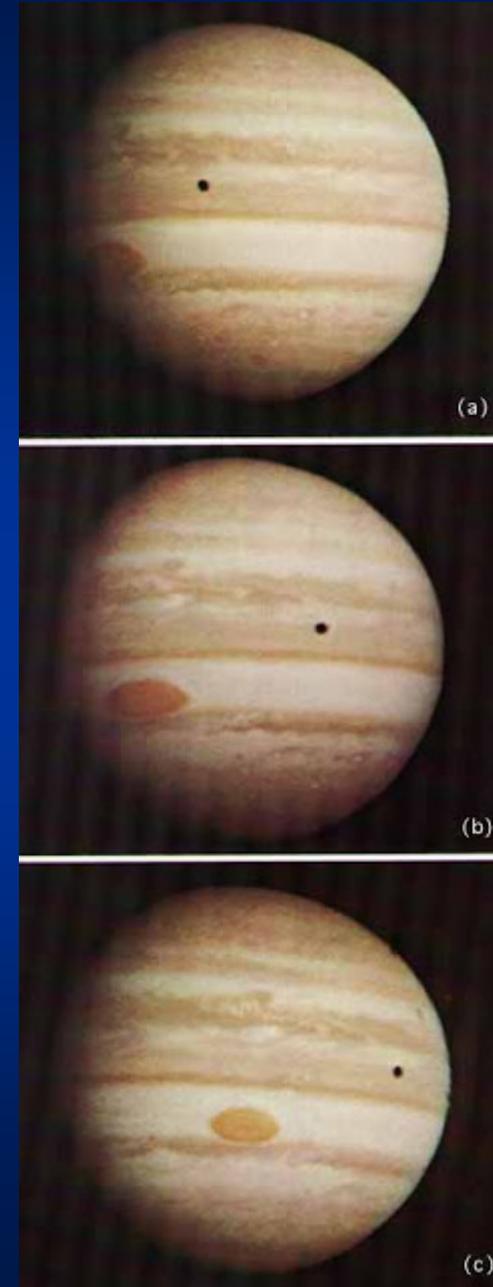
1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



[NASA Pioneer 10 - 1973-12-03]



„Aktuelle Astronomie – Einführungskurs“ von Dr. Jürgen Wirth © 2016

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



[NASA Pioneer 11 - 1974-12-04]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



[NASA Pioneer 11 - 1974-12]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



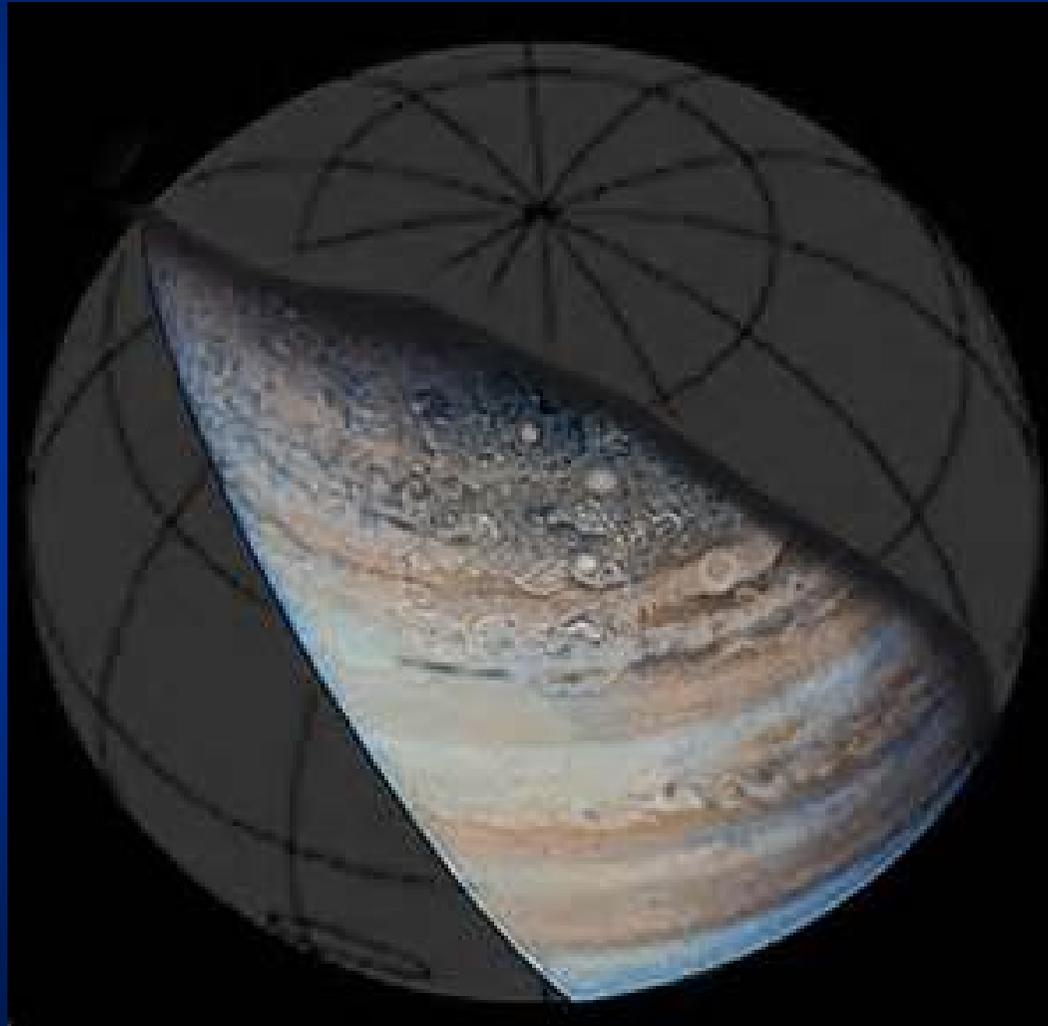
[NASA Pioneer 11 - 1974-12]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



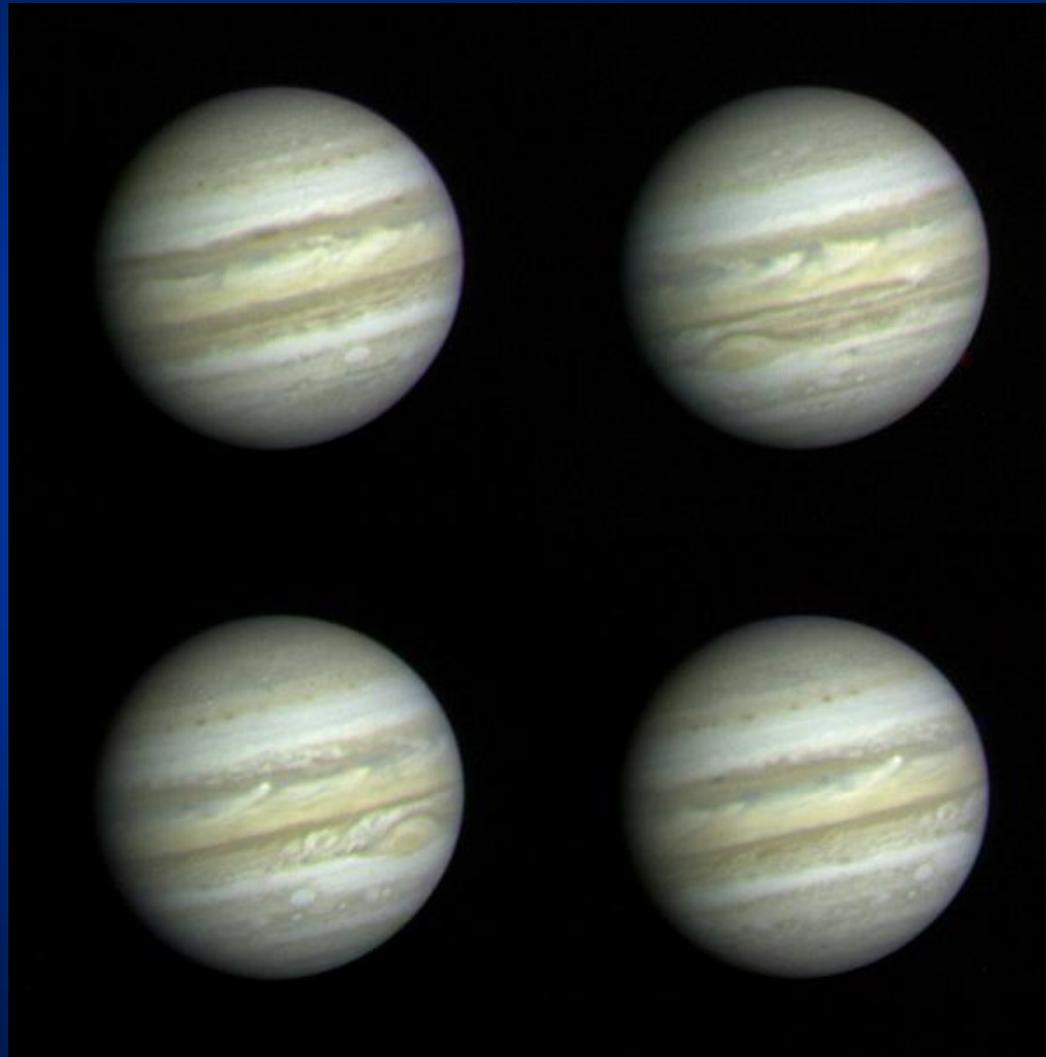
[NASA Pioneer 11 - 1974-12]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



[NASA Voyager 1 – 1978-12-10/11]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



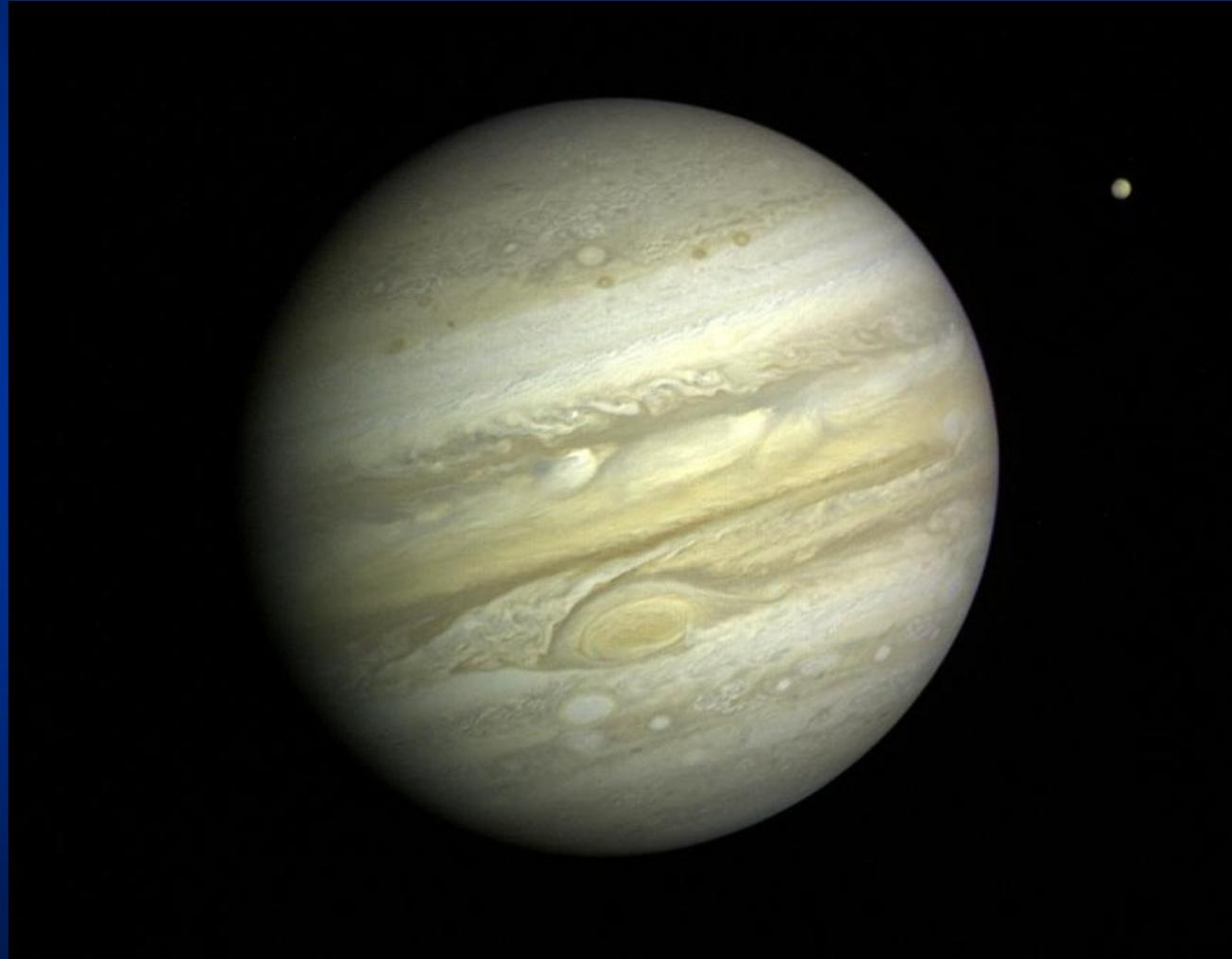
[NASA Voyager 1 – 1979-01-06]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken

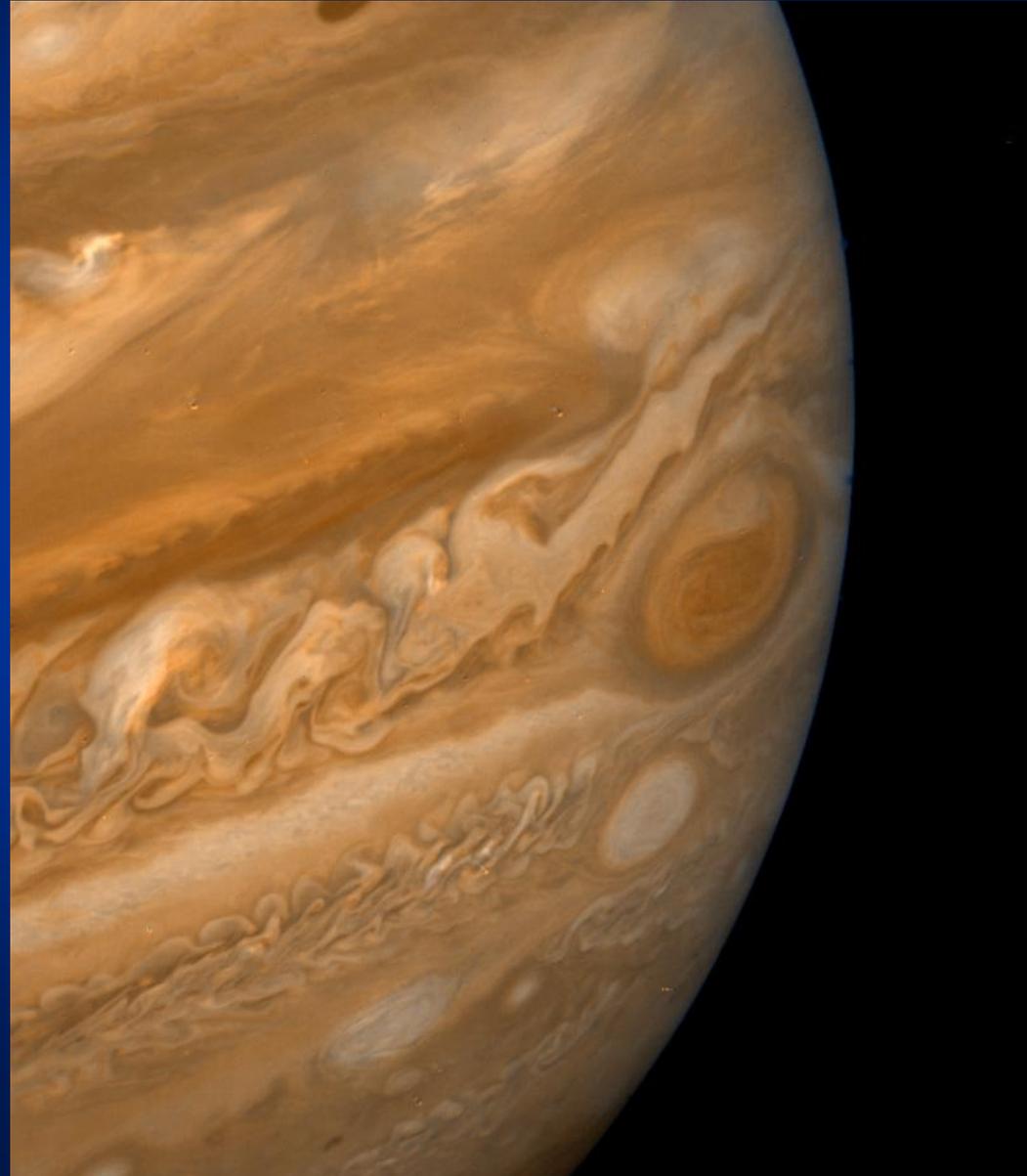


[mit Io - NASA Voyager 1 – 1979-02-05]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4 Wolken

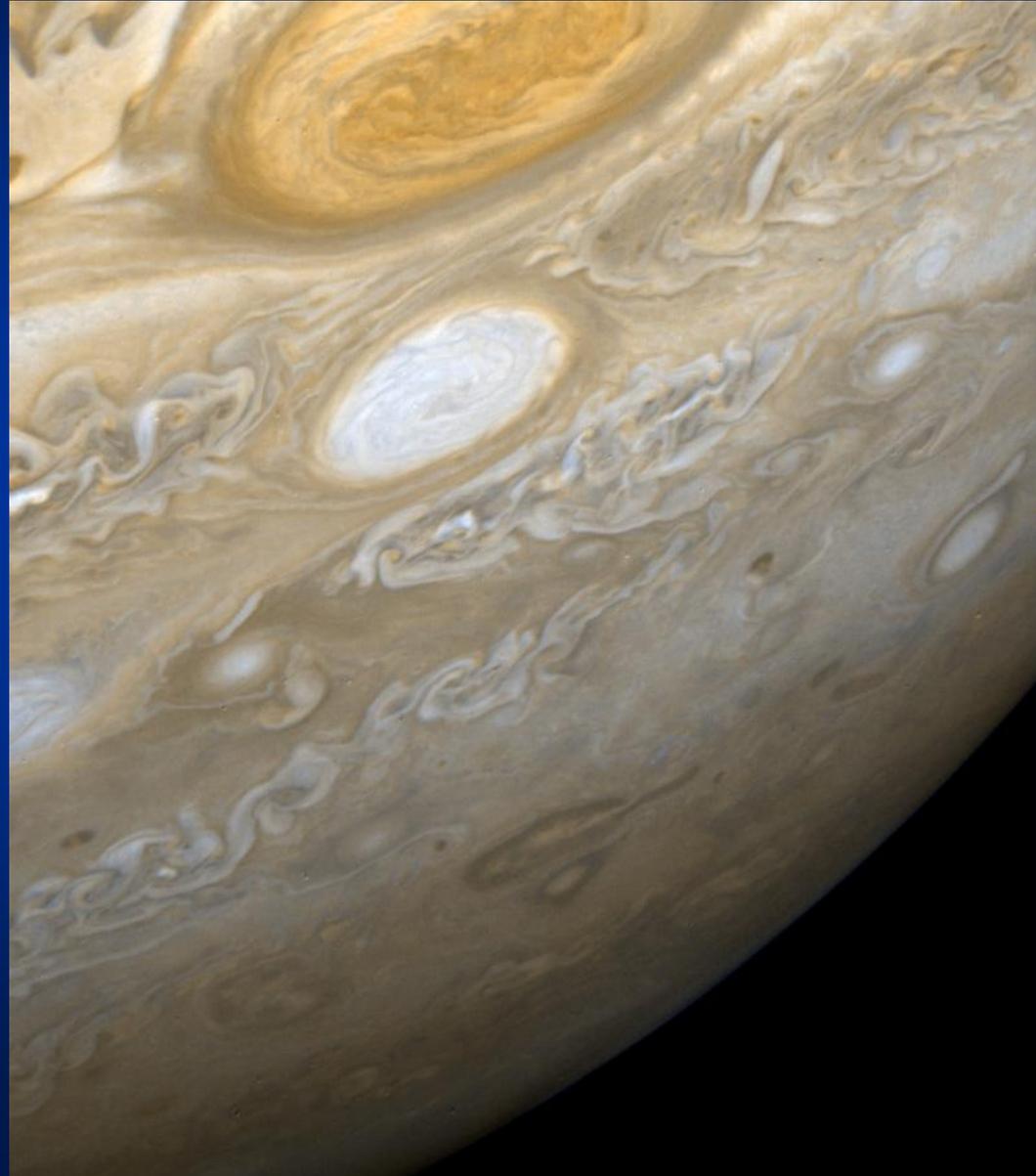


[NASA Voyager 1 – 1979-01-29]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4 Wolken



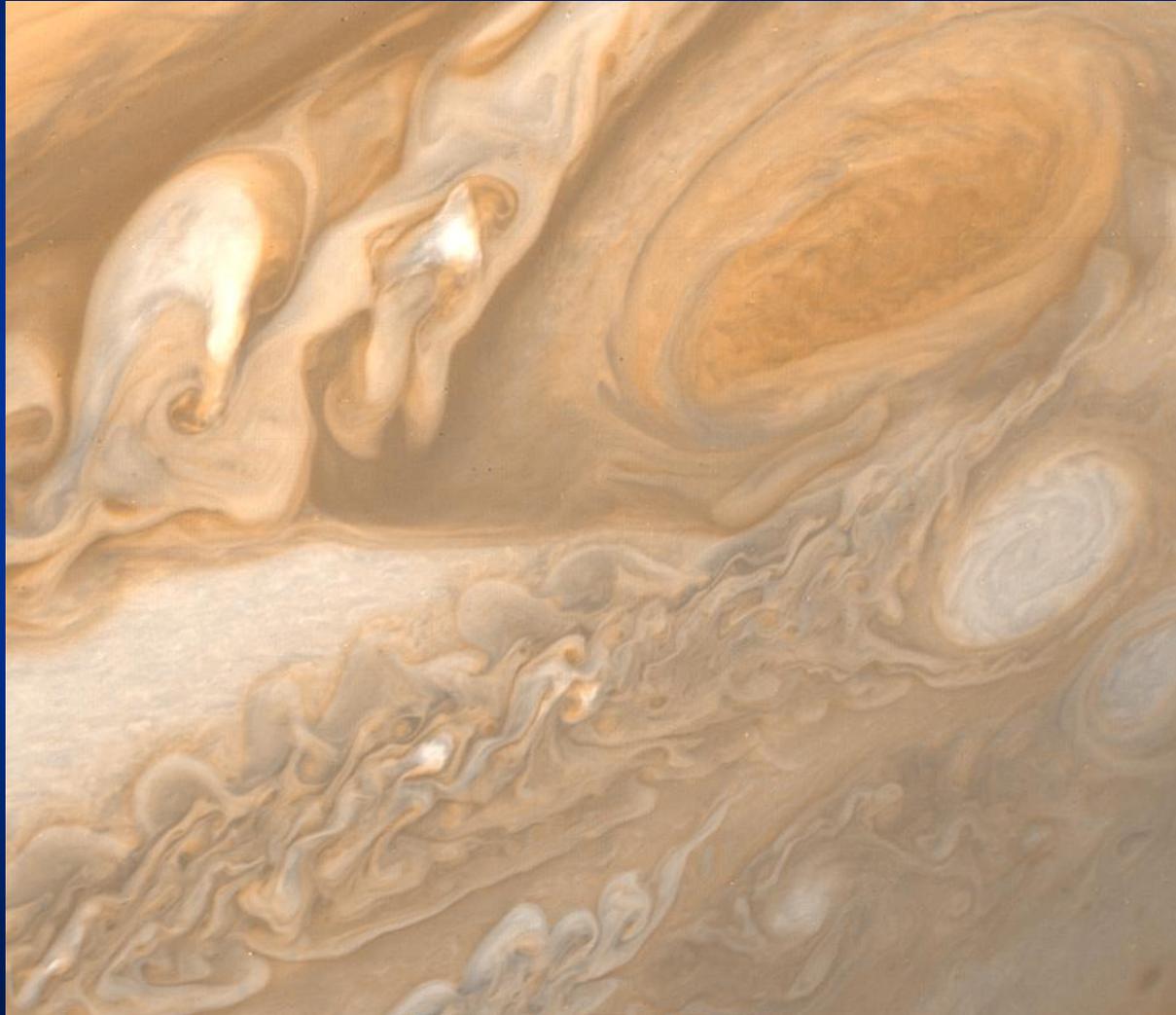
[NASA Voyager 1 – 1979-02-25]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



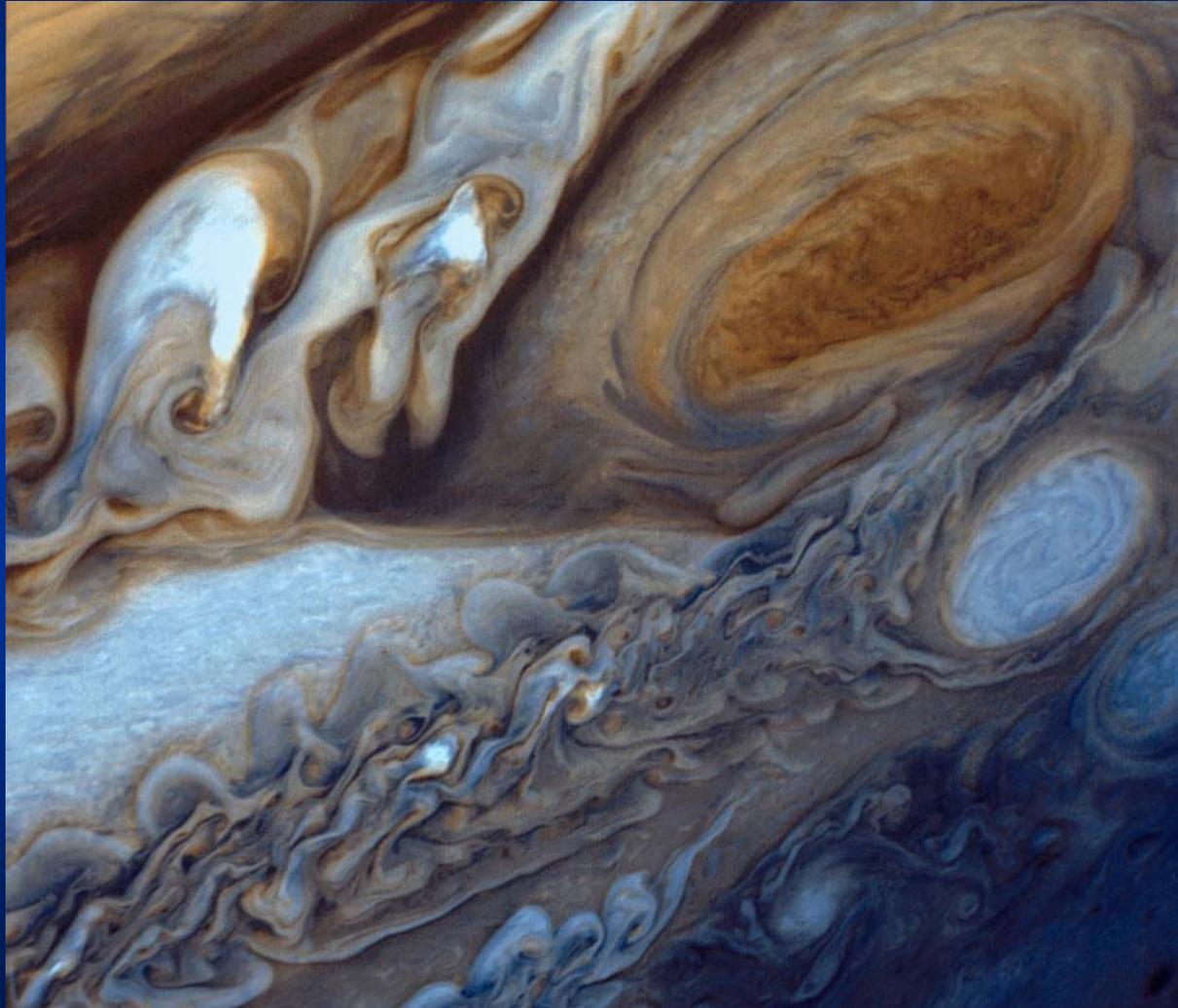
GRF und WOS [NASA Voyager 1 – 1979-03-01]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



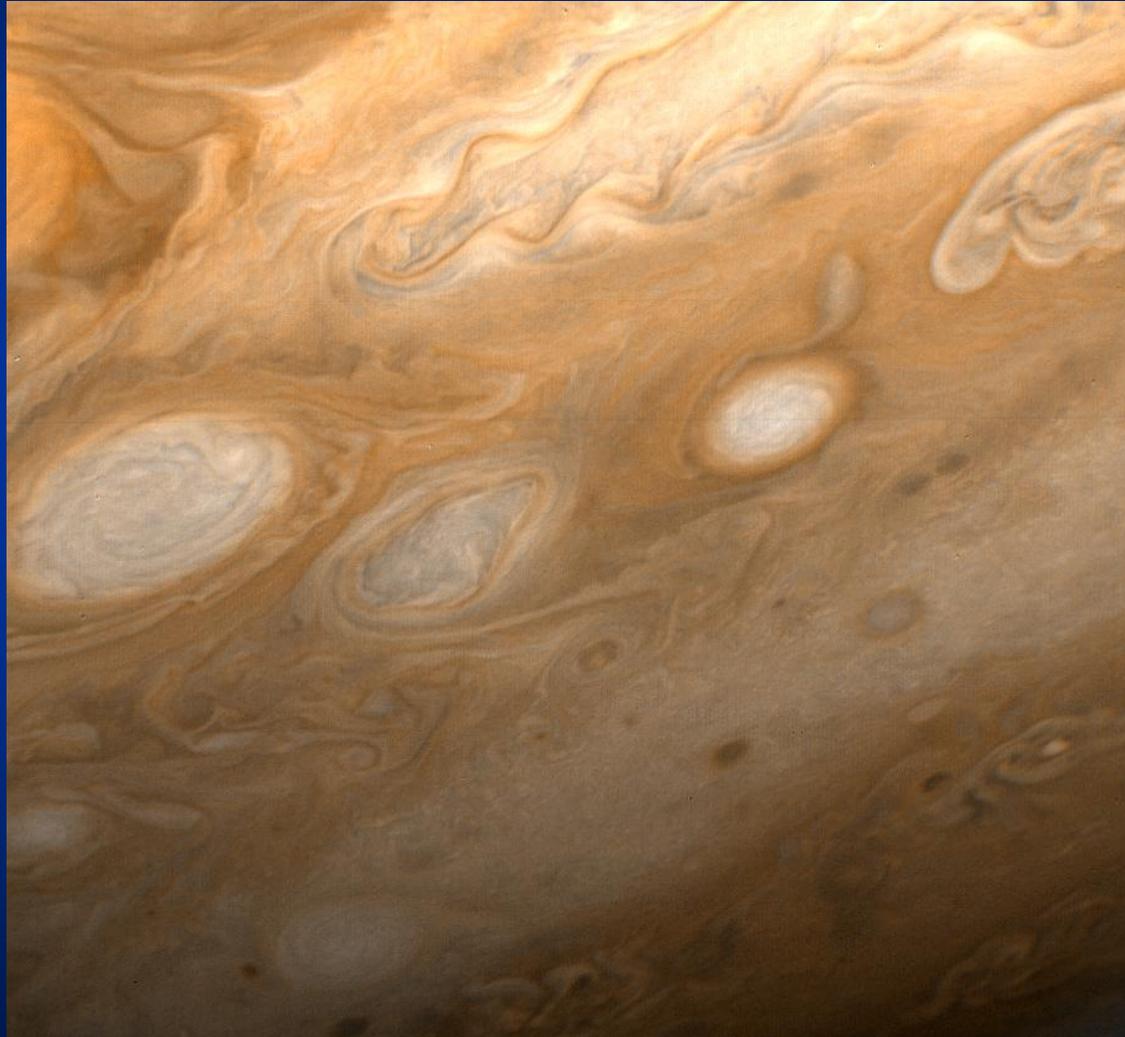
GRF und WOS - kontrastverstärkt [NASA Voyager 1 – 1979-03-01]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



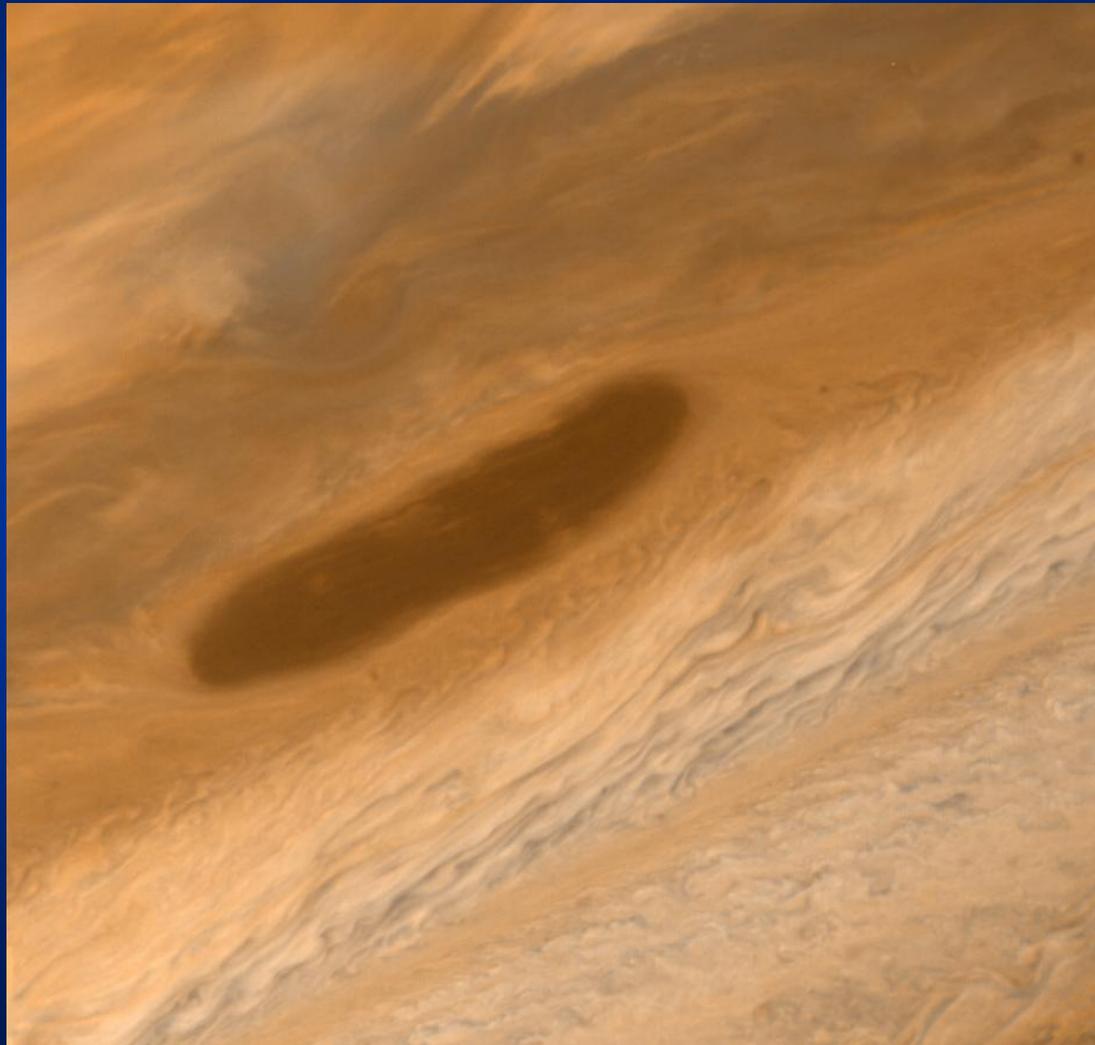
[NASA Voyager 1 – 1979-03-01]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



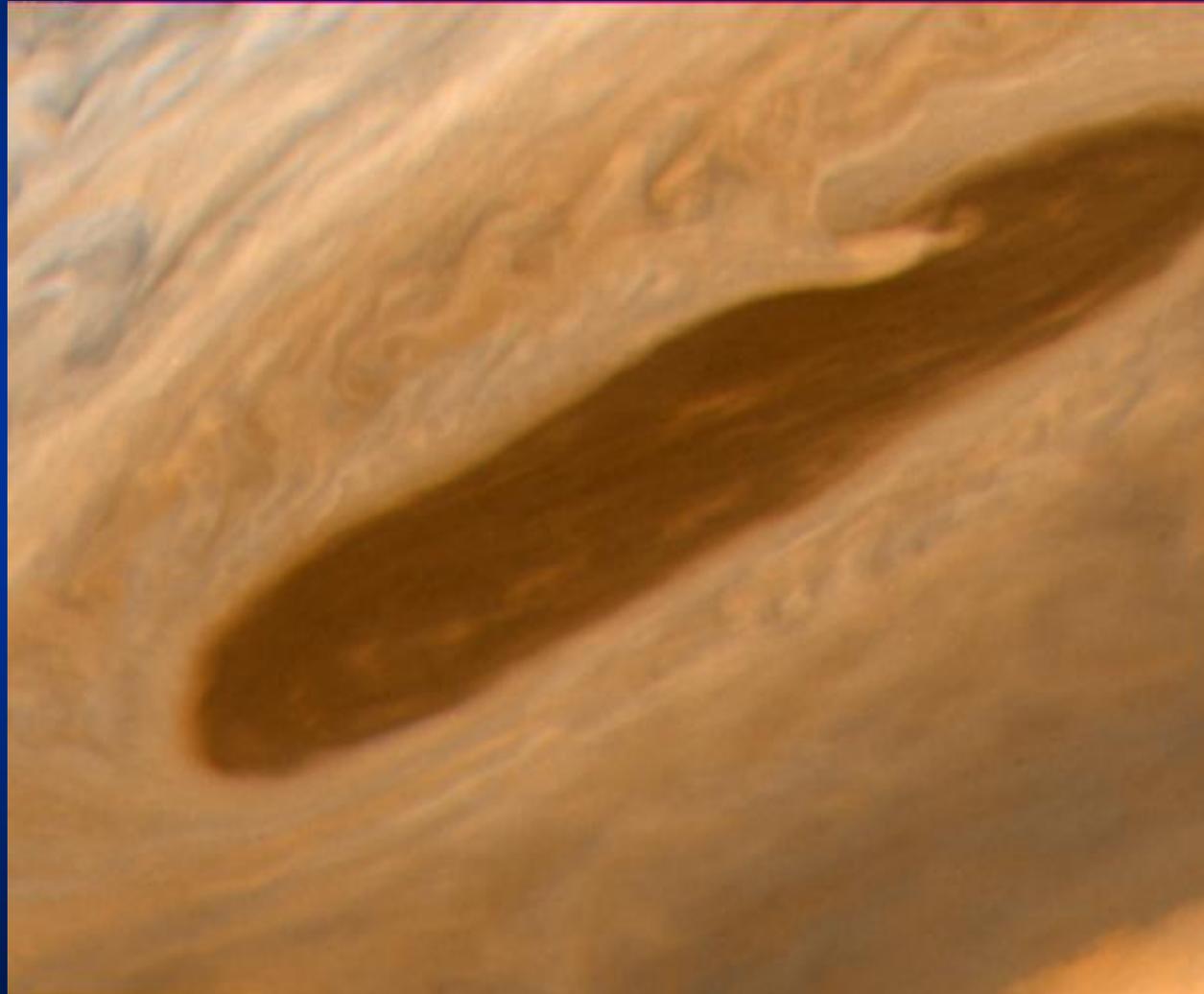
Braunes Oval [NASA Voyager 1 – 1979-03-02]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken

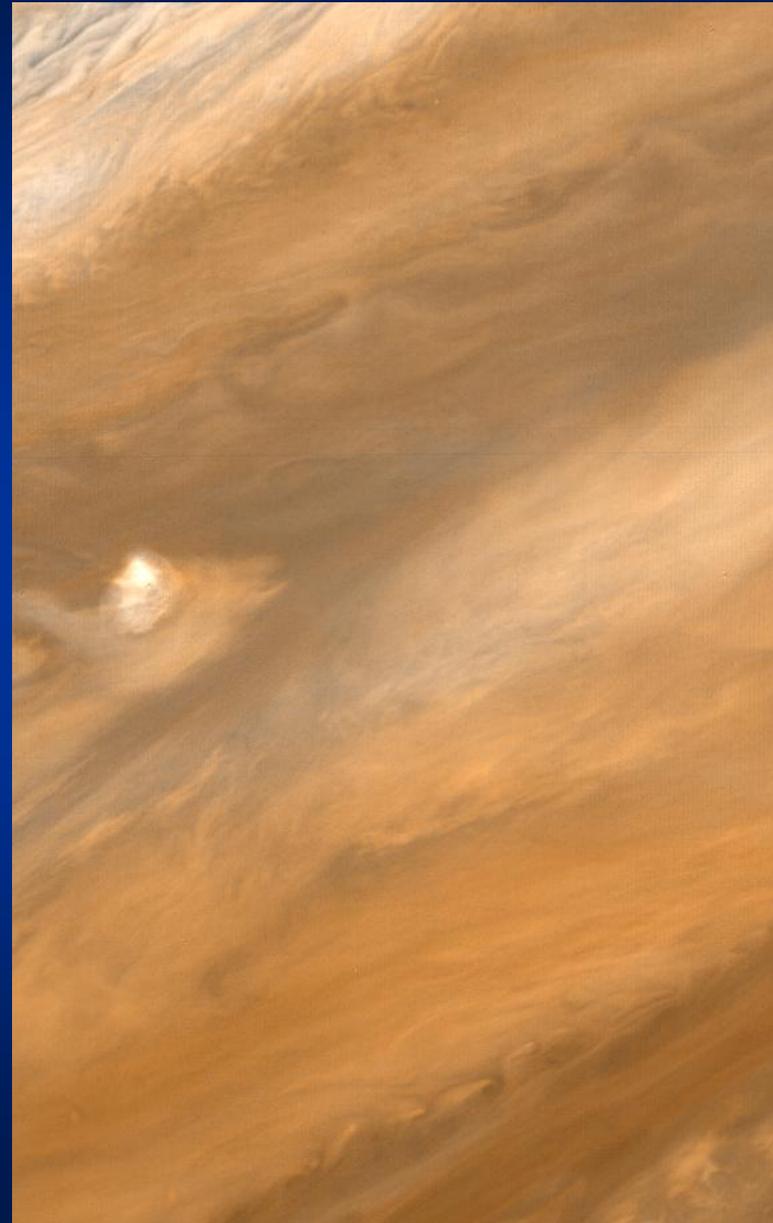


Braunes Oval [NASA Voyager 2 – 1979-07]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4 Wolken



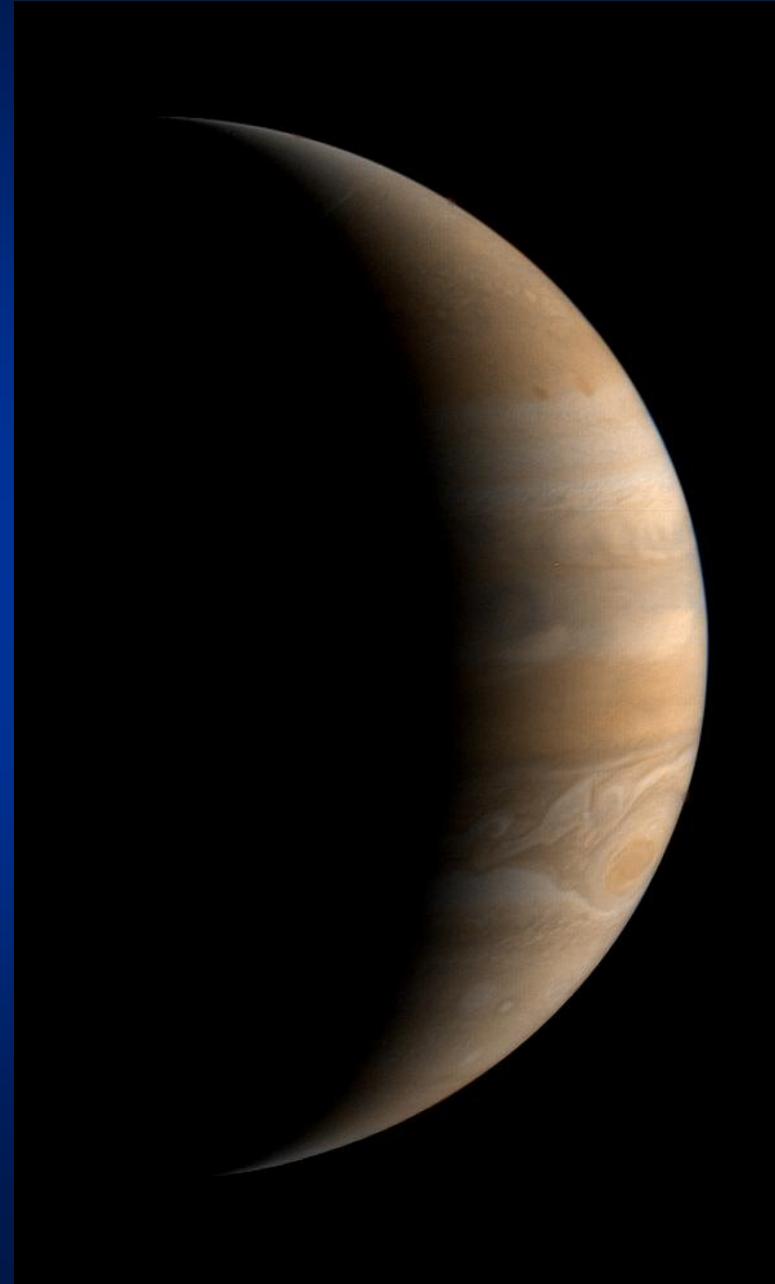
[NASA Voyager 1 – 1979-03-01]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Abschiedsbild

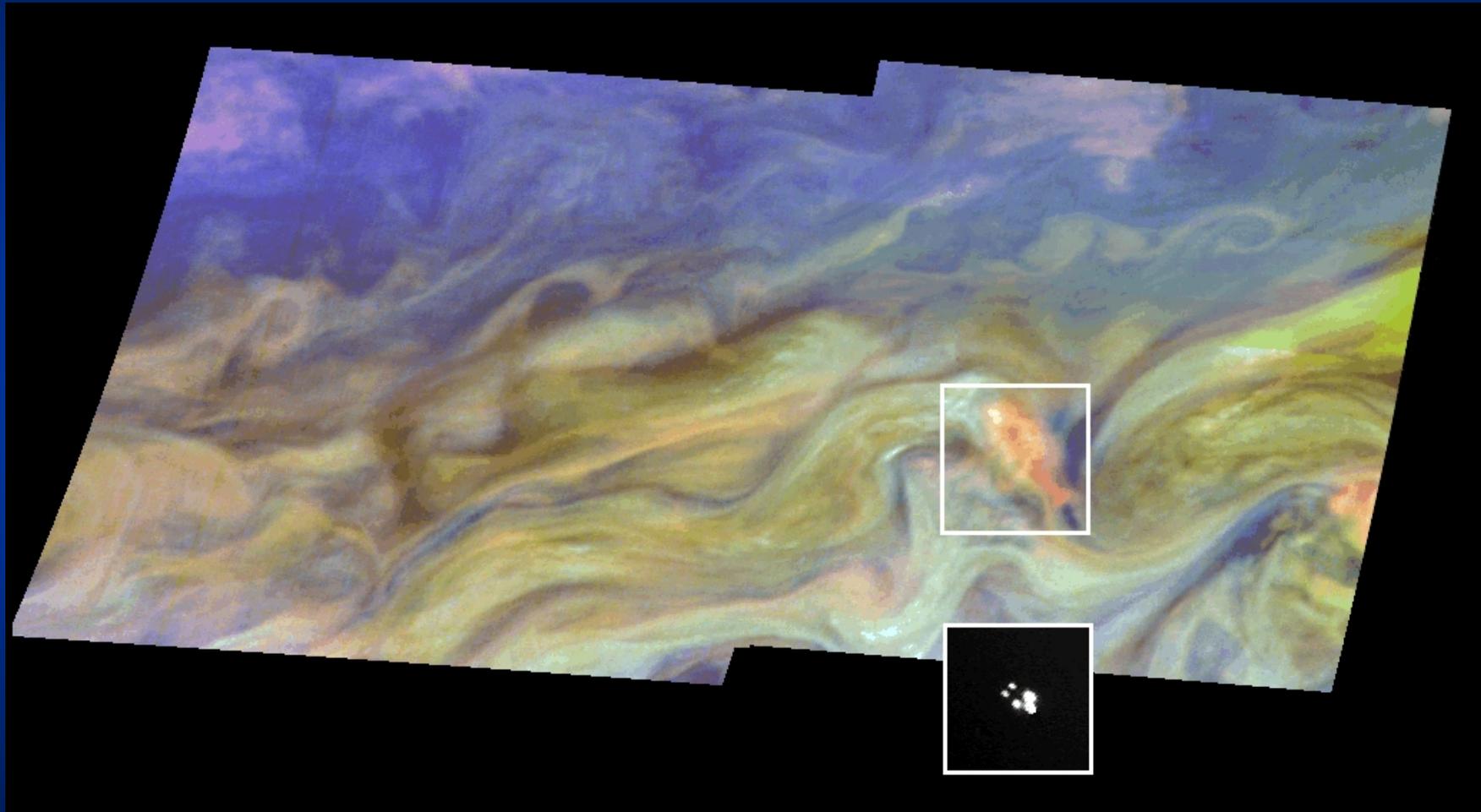
[NASA Voyager 1 – 1979-03-24]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Sturm mit Blitzen

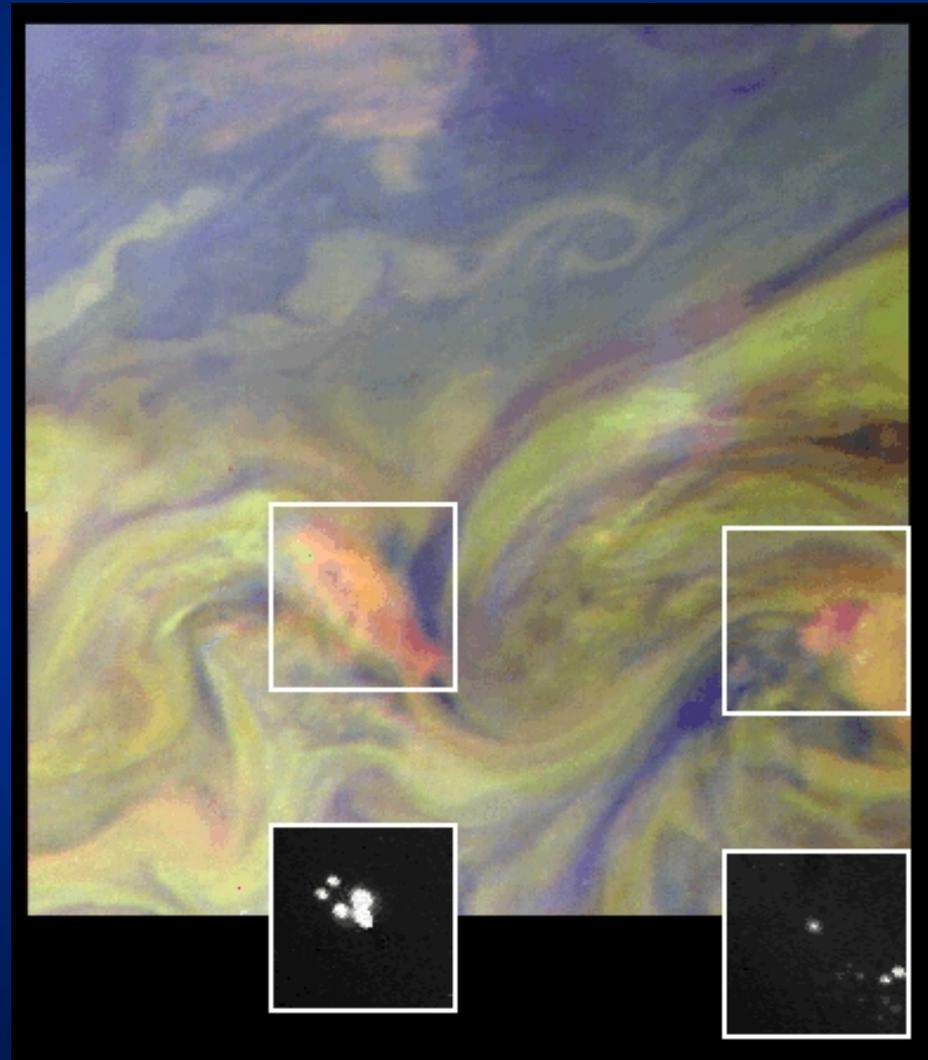
[NASA Galileo – 2000-12-30]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



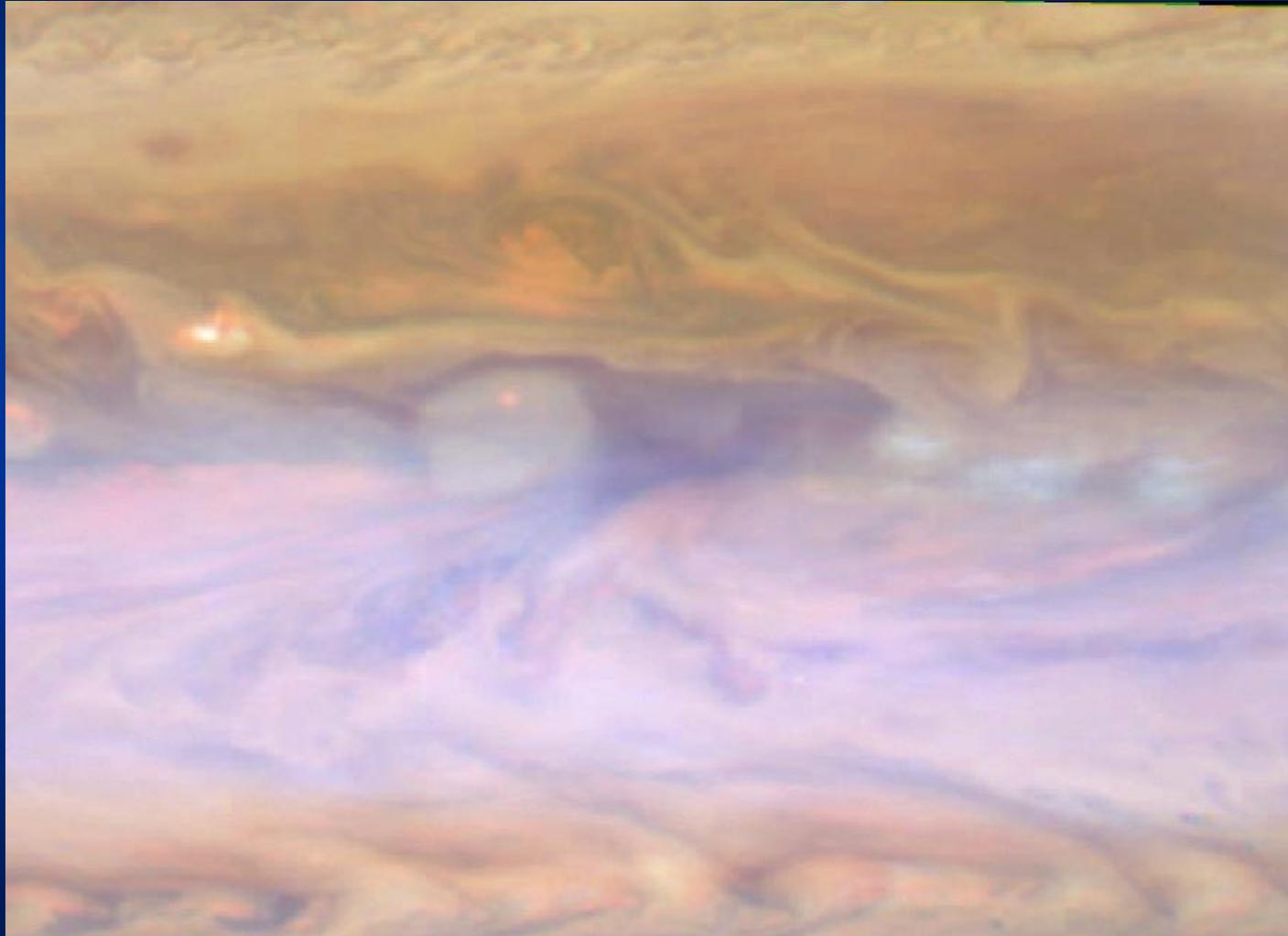
Stürme mit Blitzen [NASA Galileo – 2000-12-30]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



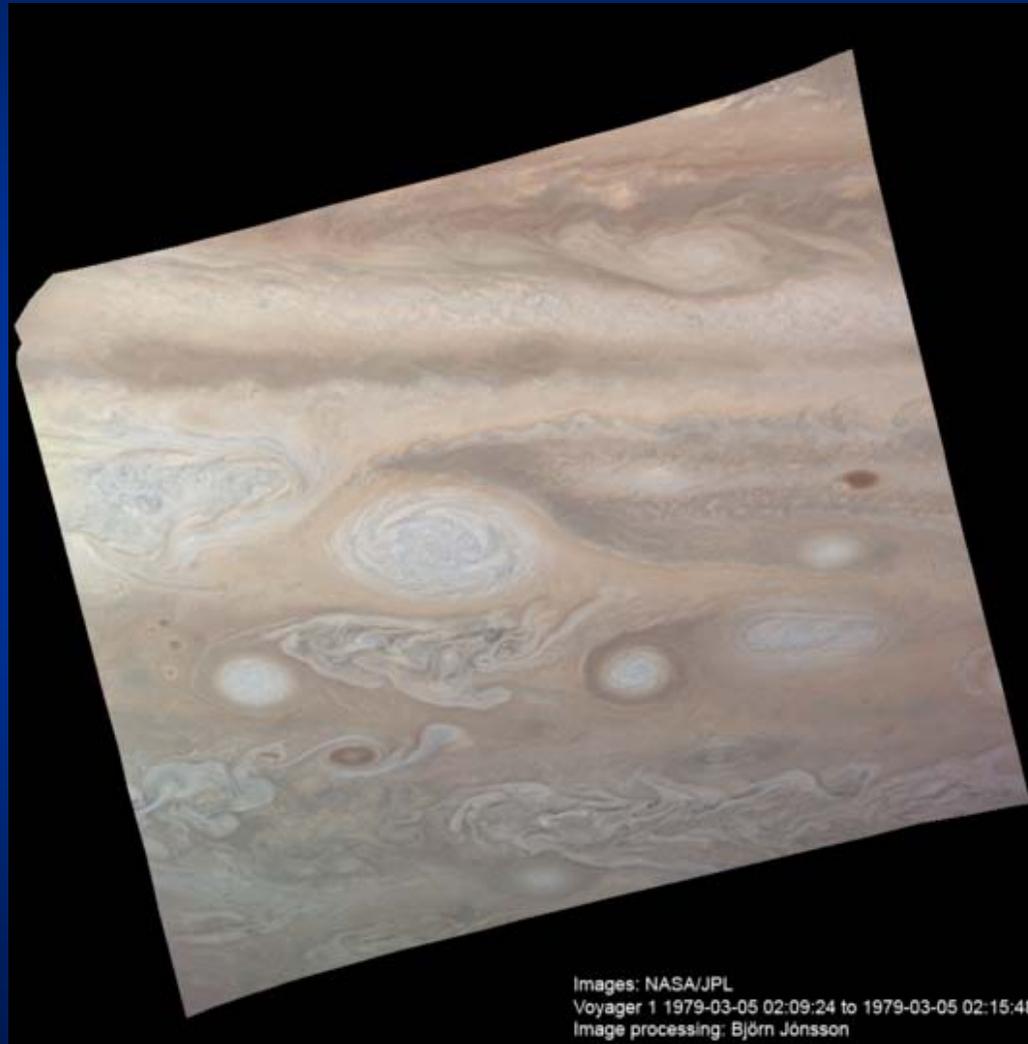
Blick in tiefe Wolken (dunkel) [NASA Cassini – 2000-12-13]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Images: NASA/JPL
Voyager 1 1979-03-05 02:09:24 to 1979-03-05 02:15:48
Image processing: Björn Jónsson

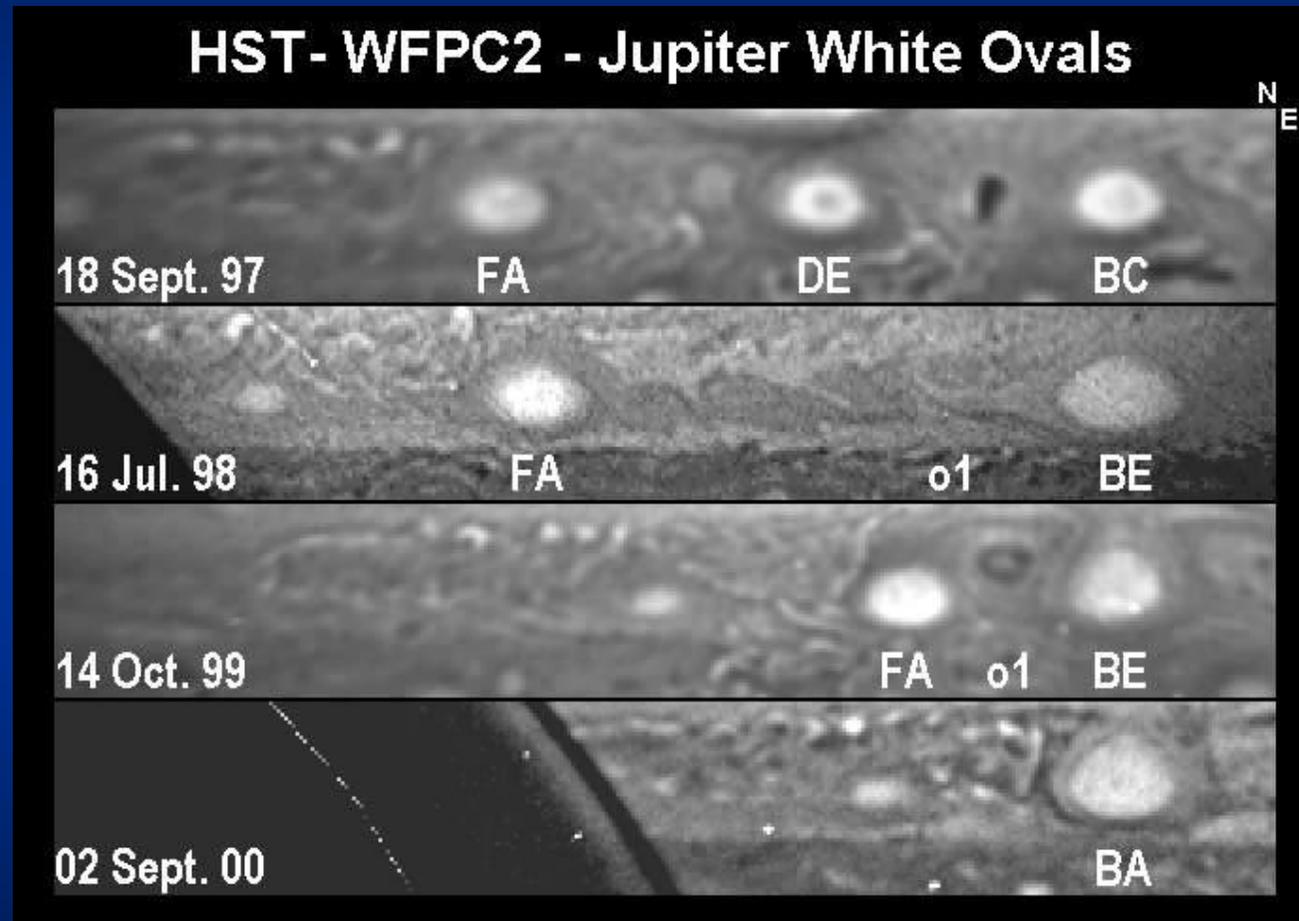
WOS in Echtfarbe [NASA/JPL-Caltech Voyager 1–1979-03-05]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



WOS-Vereinigung

Die drei obigen entstanden zwischen 1939 und 1941.
BA zeigte 2006 eine Farbveränderung von weiß nach rot.

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



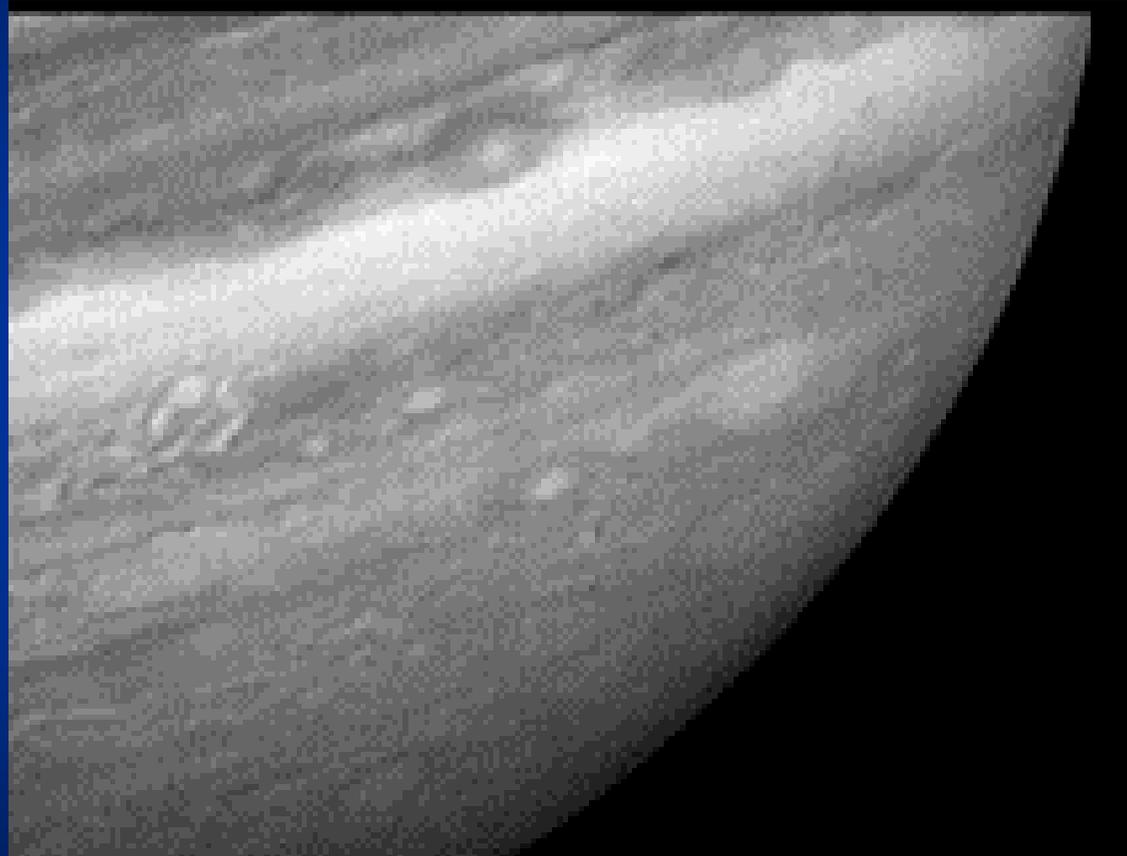
Annäherungssequenz [NASA Voyager 1– 1979-01-06...02-03]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Zirkulations-Animation
[NASA Voyager – 1979]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



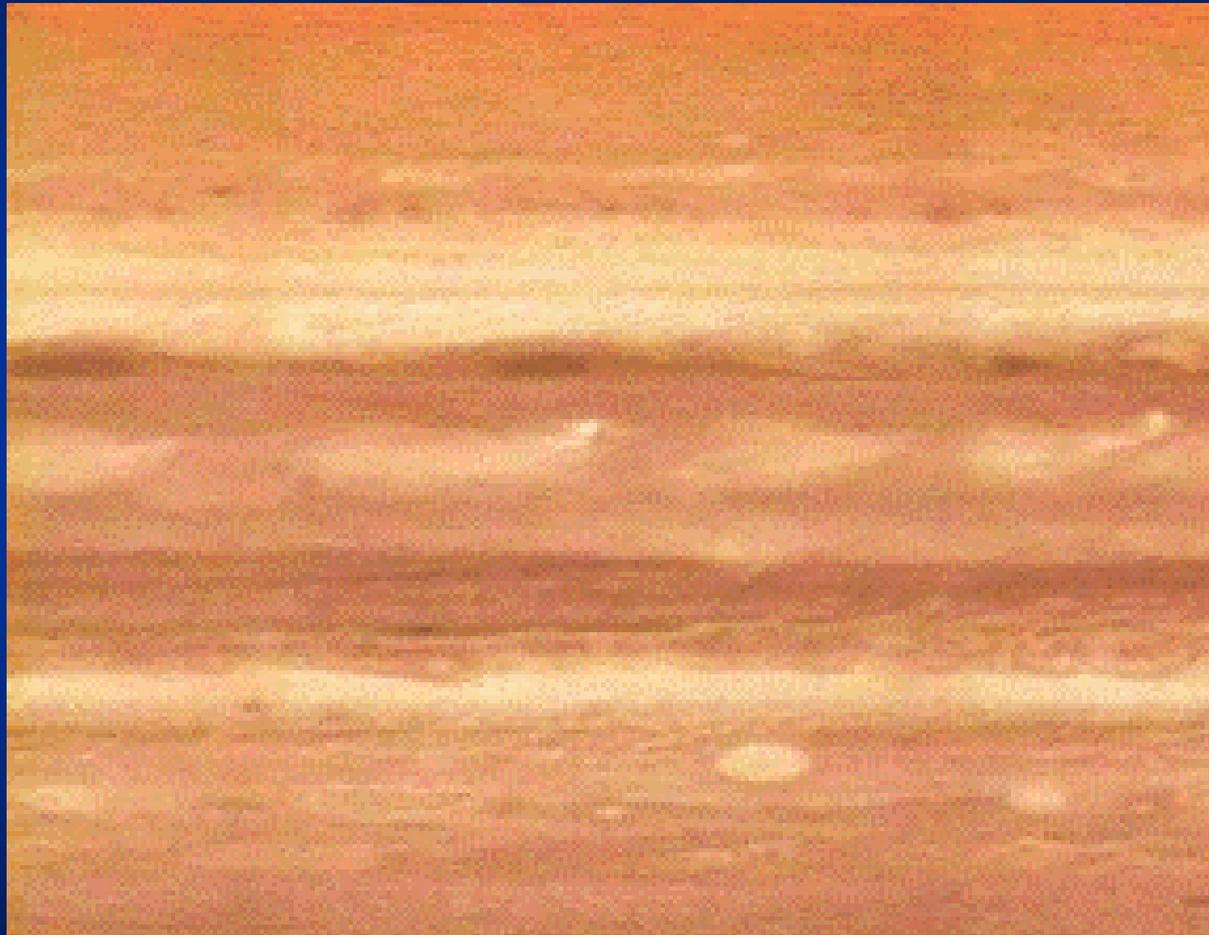
Rotations-Animation
[NASA Voyager – 1979]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Rotations-Animation (Zylinder-Projektion)

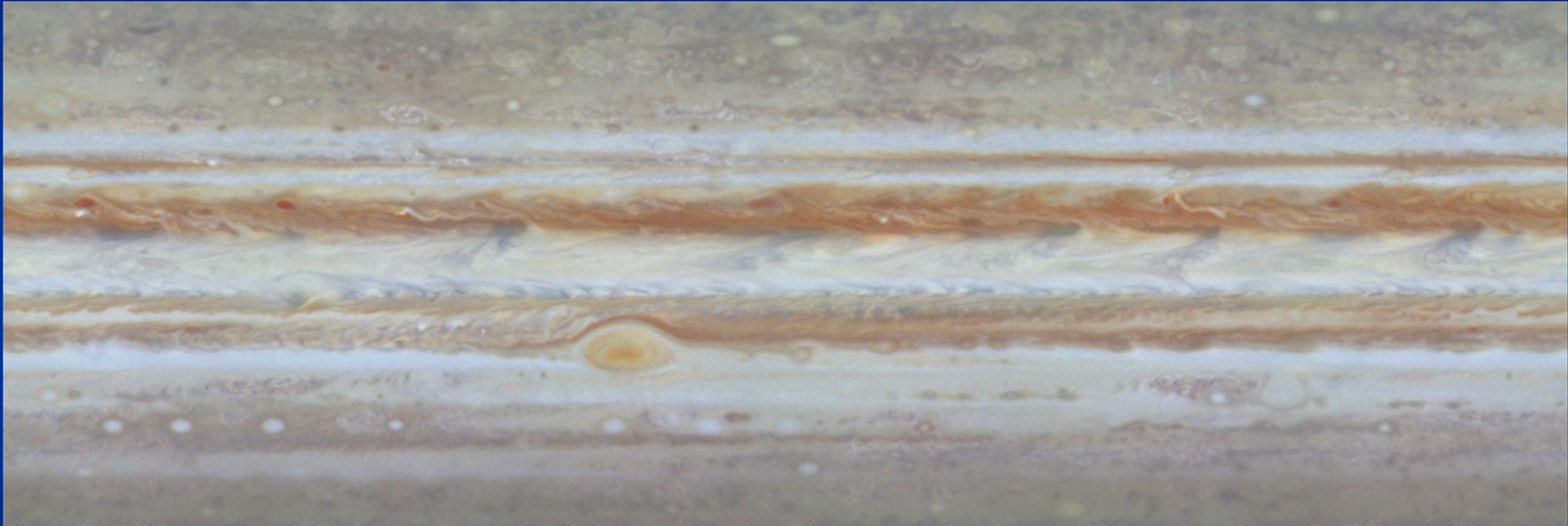
[NASA Voyager – 1979]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Rotations-Animation (Zylinder-Projektion)

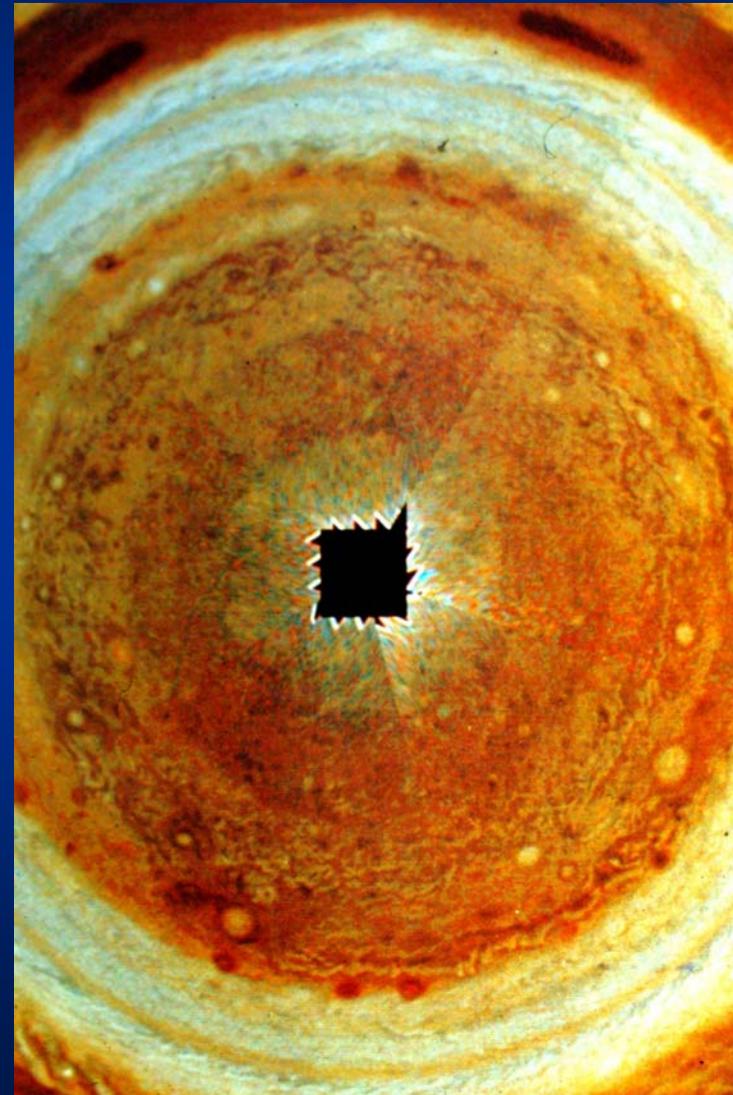
[NASA Cassini – 2000-10-31...11-09]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



Nordpol-Mosaik [NASA Voyager - 1979]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



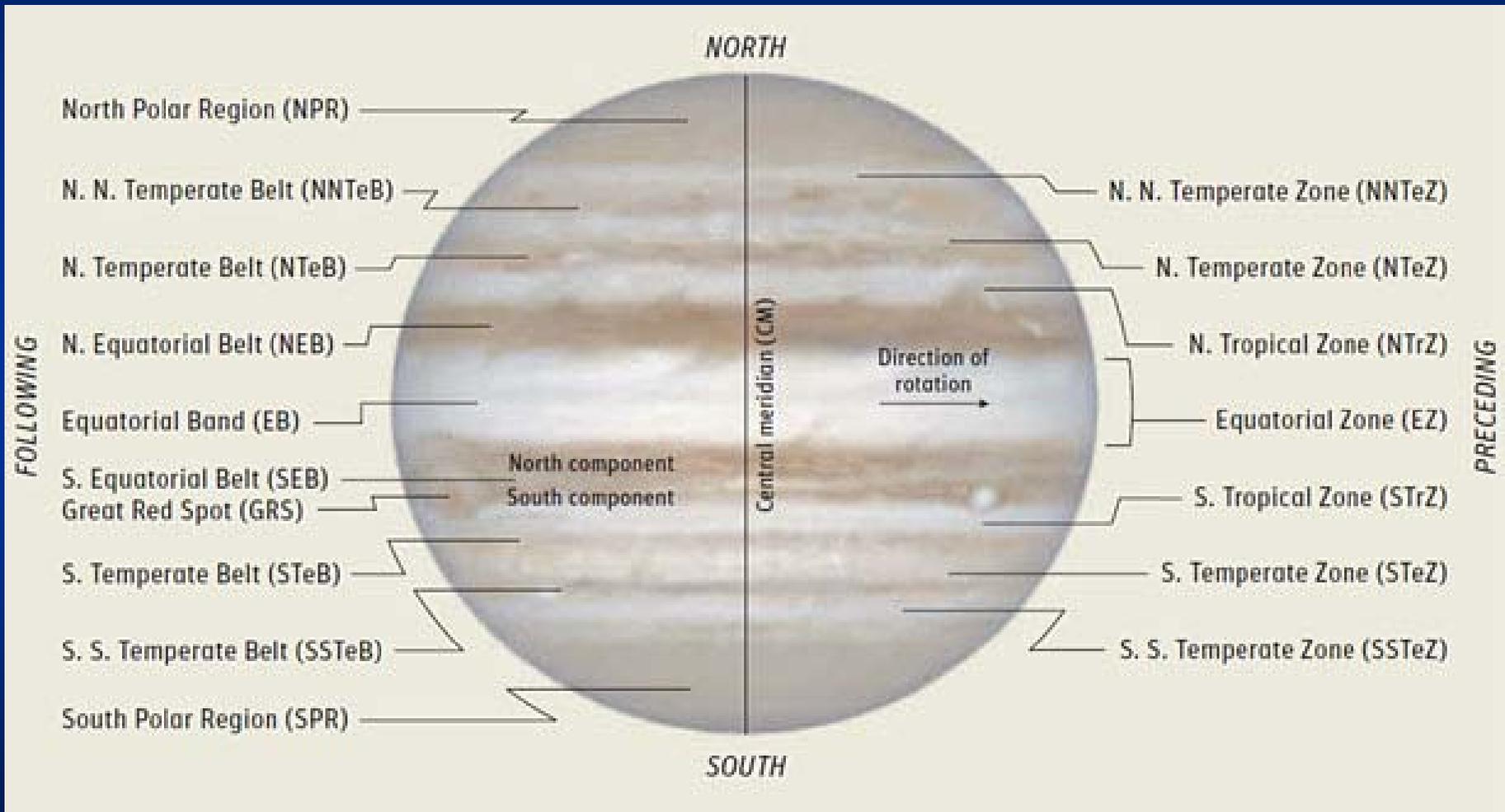
Südpol-Mosaik [NASA Cassini]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



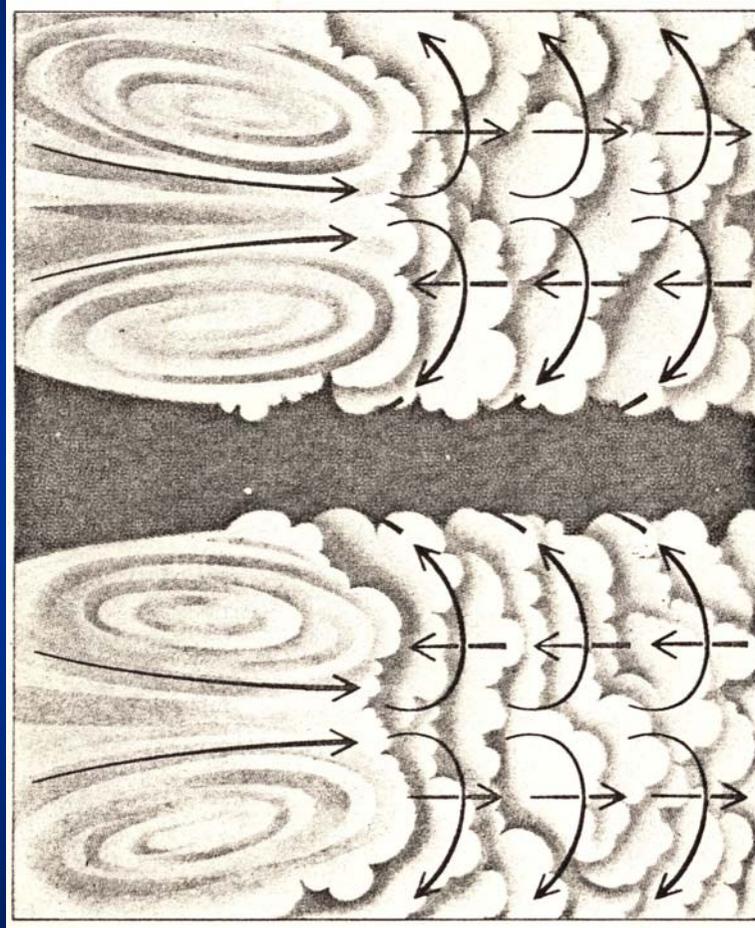
Bänder und Zonen

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.4

Wolken



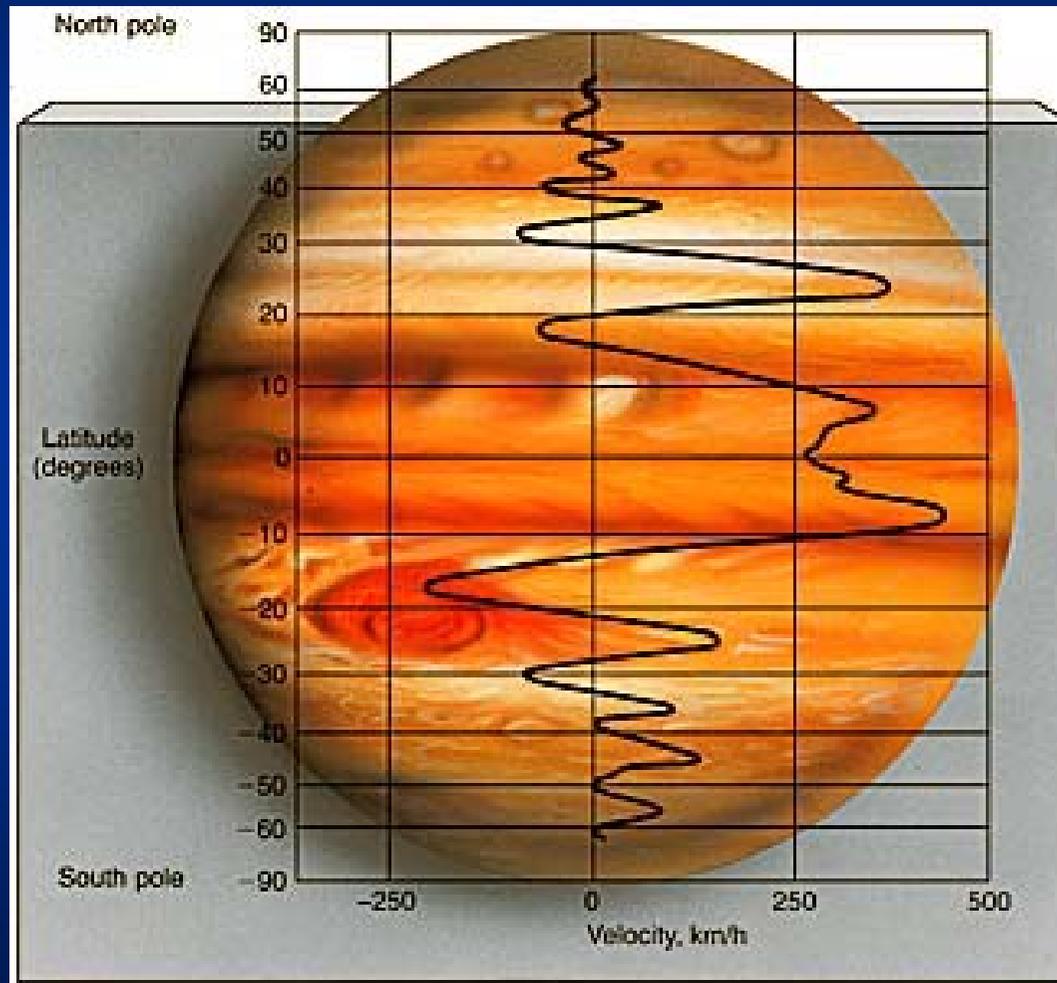
Konvektion und Wolkenbildung
Bänder (Absinkgebiet, dunkel, tiefer) und Zonen (Auftriebsgebiet, heller, höher)

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.5

Zirkulation und Winde



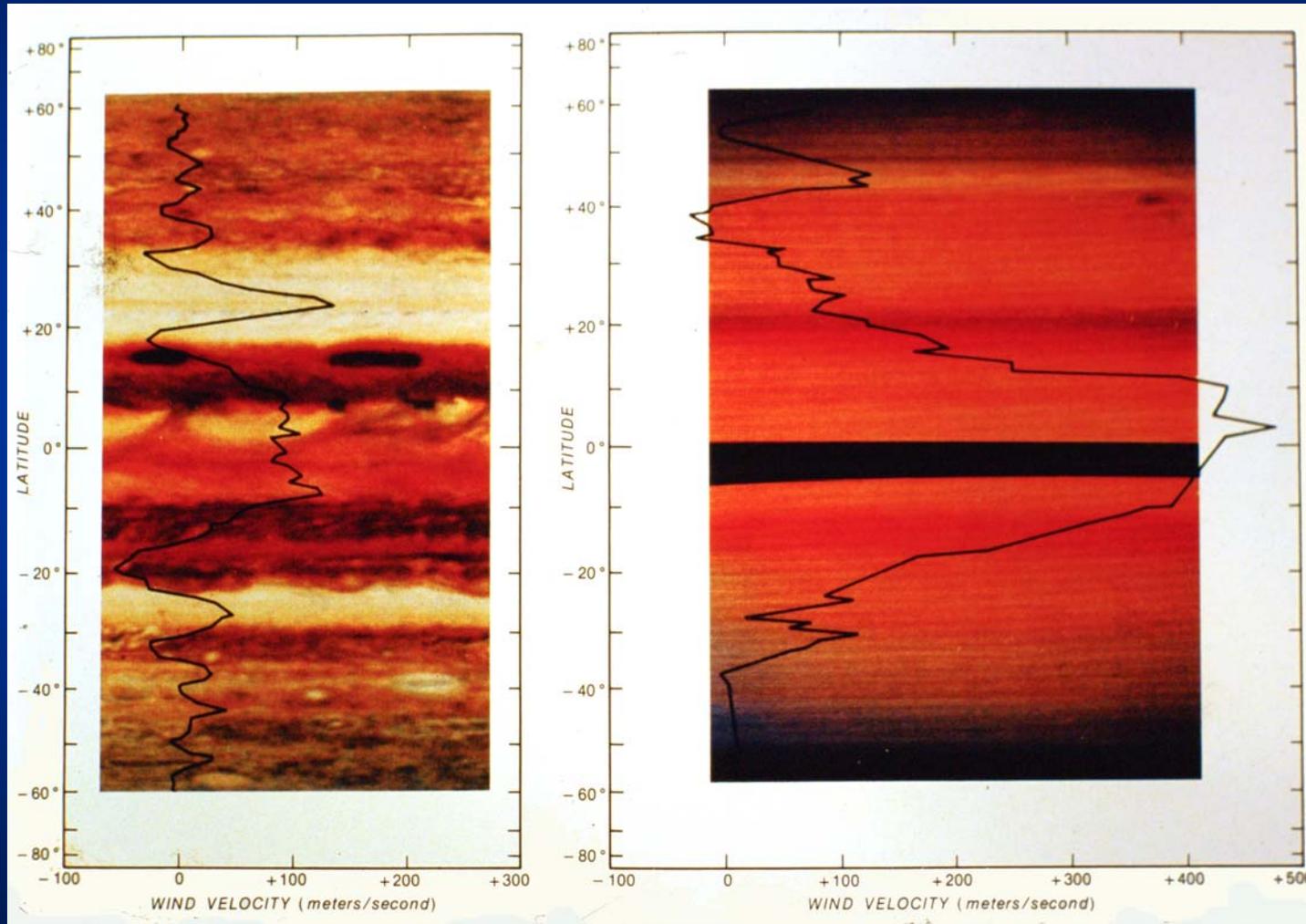
Winde auf Jupiter (Wolkenschicht)
[NASA]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.5

Zirkulation und Winde



Winde auf Jupiter und Saturn (Wolkenschicht)
[NASA]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)

Der Große Rote Fleck (GRF, engl. GRS) ist eine über 300 Jahre alte Struktur, ein tiefreichendes atmosphärisches Sturmgebilde, das möglicherweise auf flüssigem Wasserstoff schwimmt.

Es handelt sich um ein stark in sich abgeschlossenes Gebilde mit eruptiven Prozessen und Radio-Bursts.

Sein Rotationsverhalten weicht vom Rotationssystem II ab.

Der GRF verändert sich im Lauf der Jahre in seiner Größe und Farbintensität. Derzeit schrumpft er. Ebenso sinkt seine interne Windgeschwindigkeit (im Bereich 350-590 km/h).

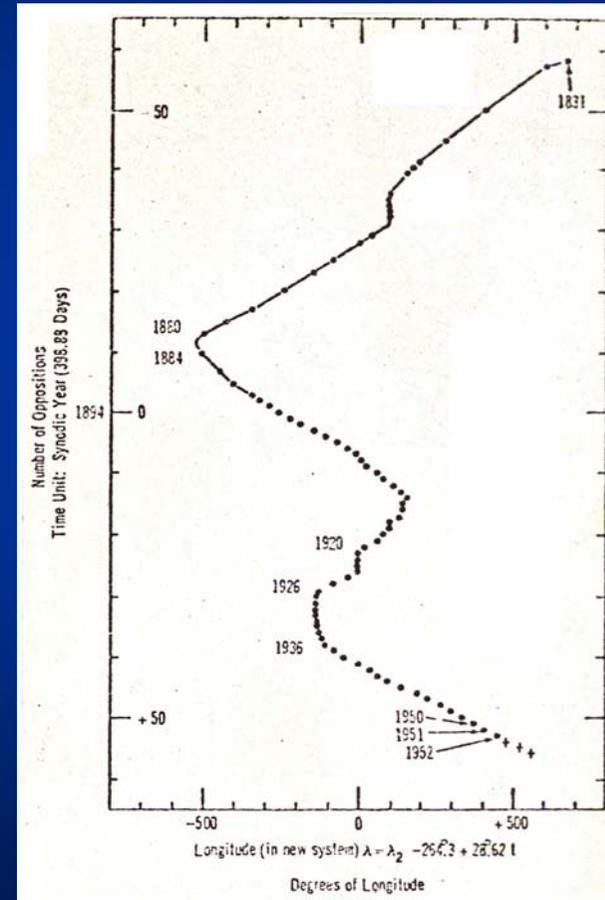
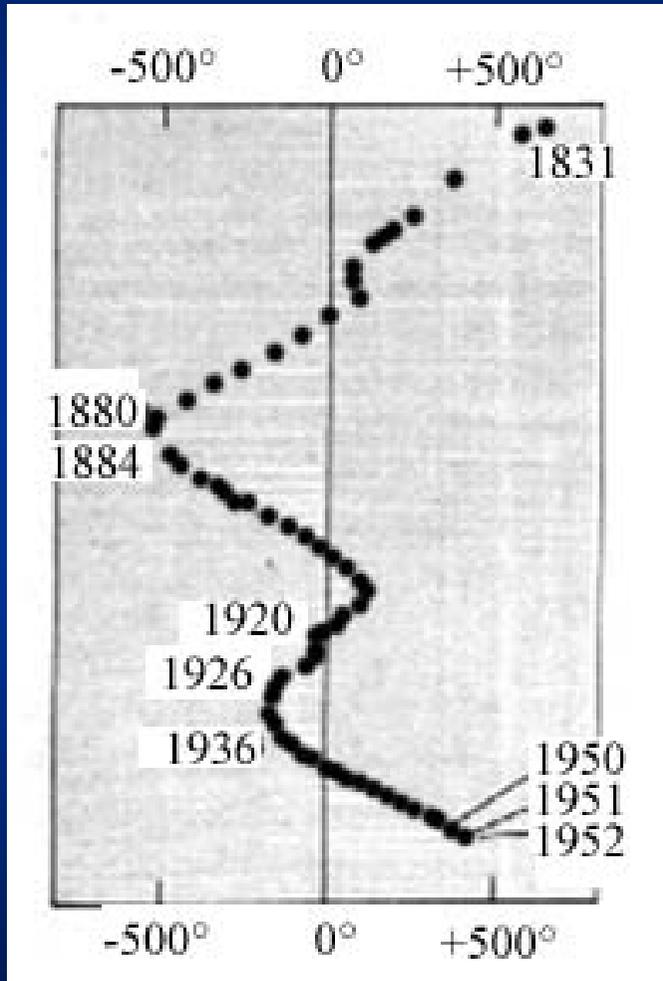
Seit Voyager ist seine interne Rotationsperiode von 8 auf unter 6 Tage gesunken.

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



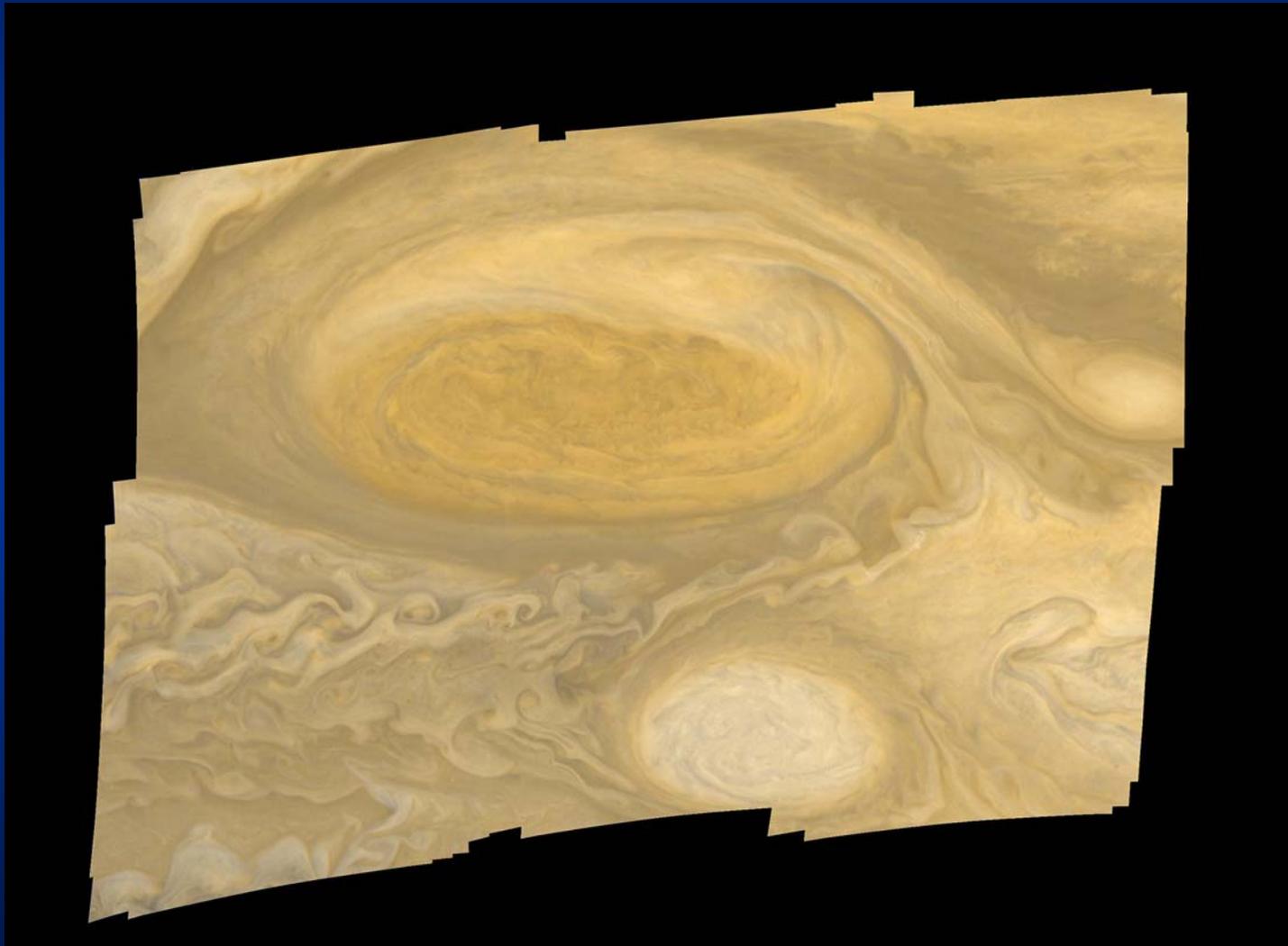
Wanderung des Großen Roten Flecks gegen Rotationssystem II

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



[NASA Voyager 1 – 1979-02]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



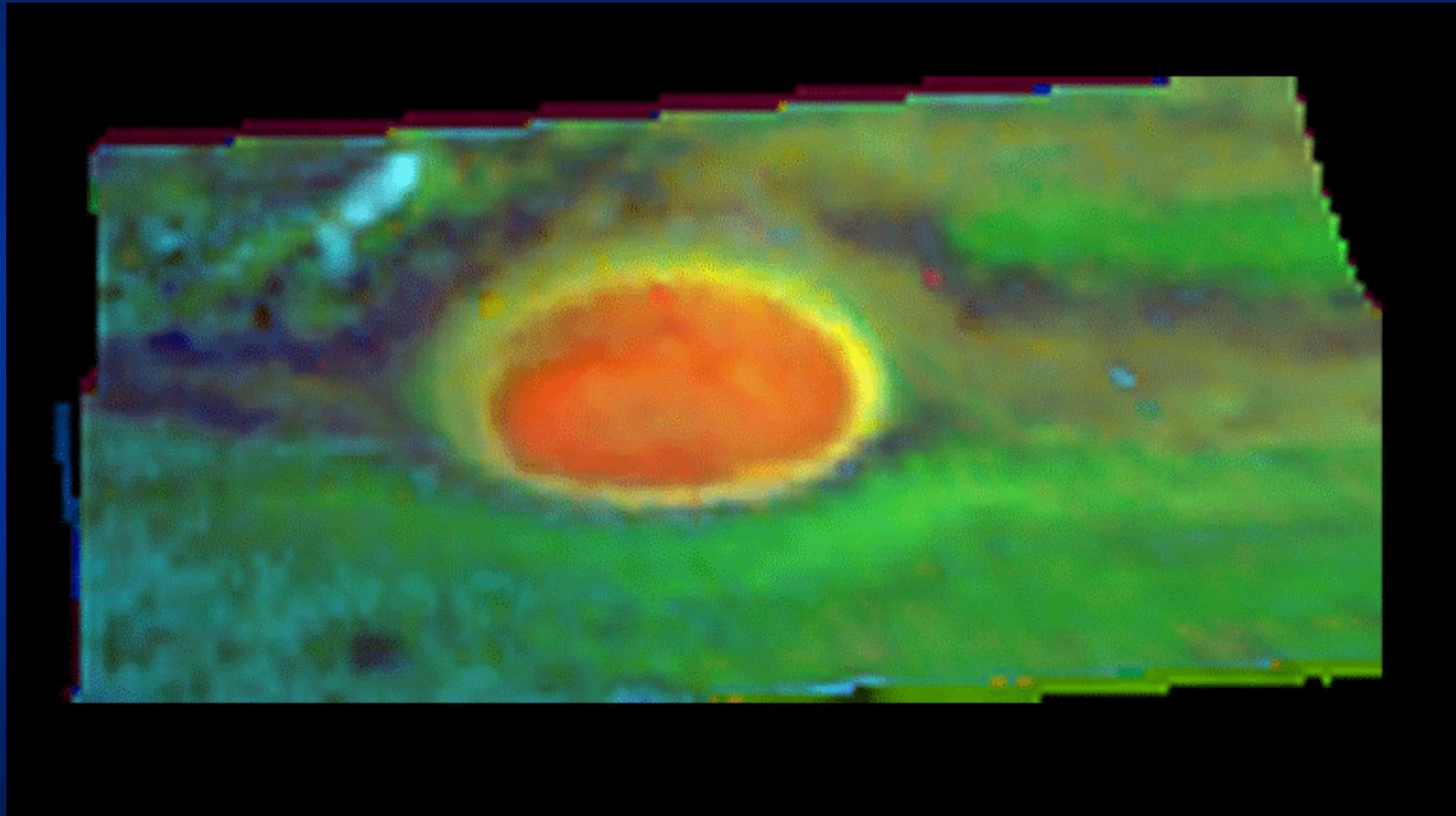
Falschfarben – kontrastverstärkt [NASA Voyager 1 – 1979-02]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



Ammoniak-Eiswolken (hellblau) am GRF

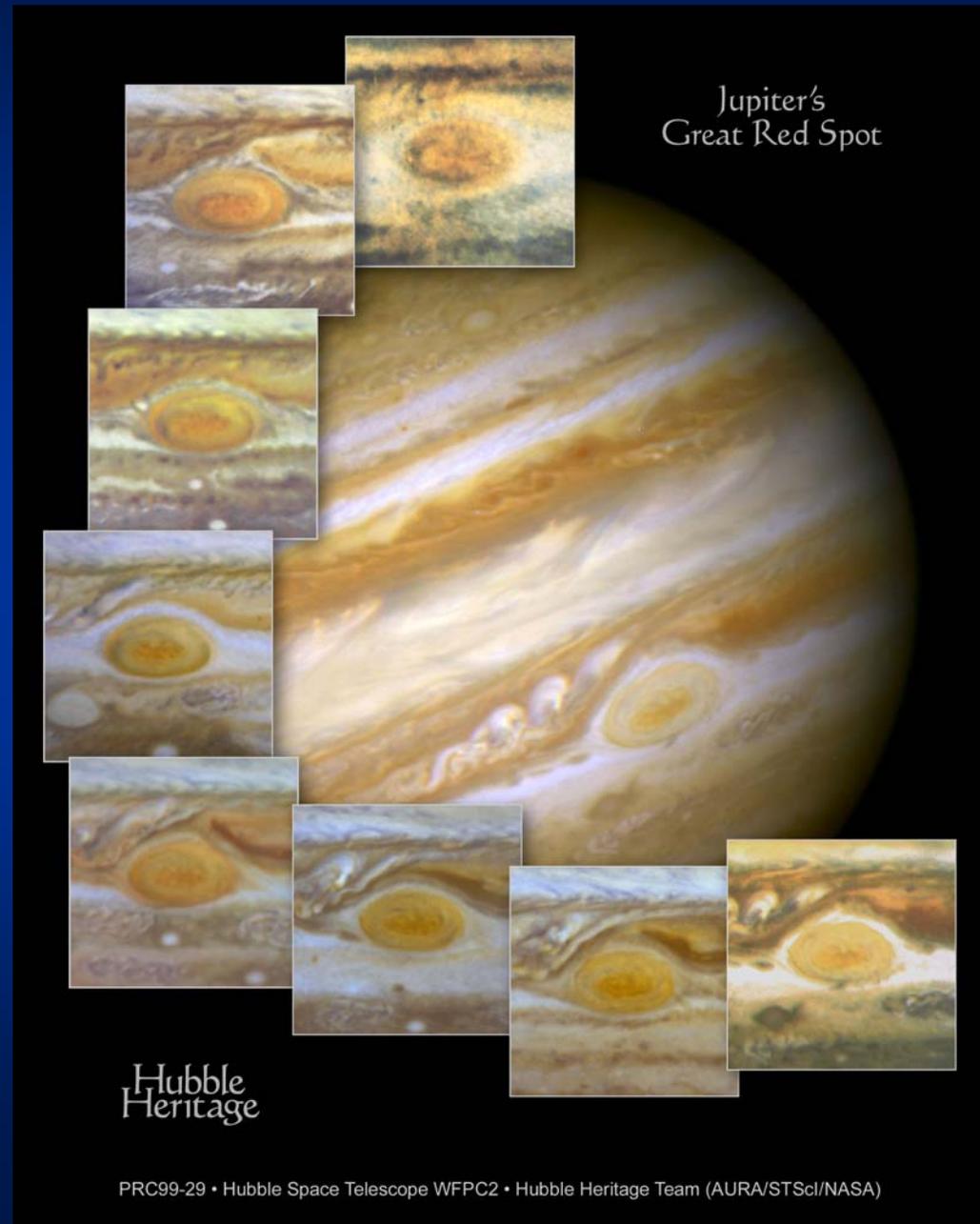
[NASA Galileo – 1996-06-26]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

GRF



Entwicklung 1992-1999

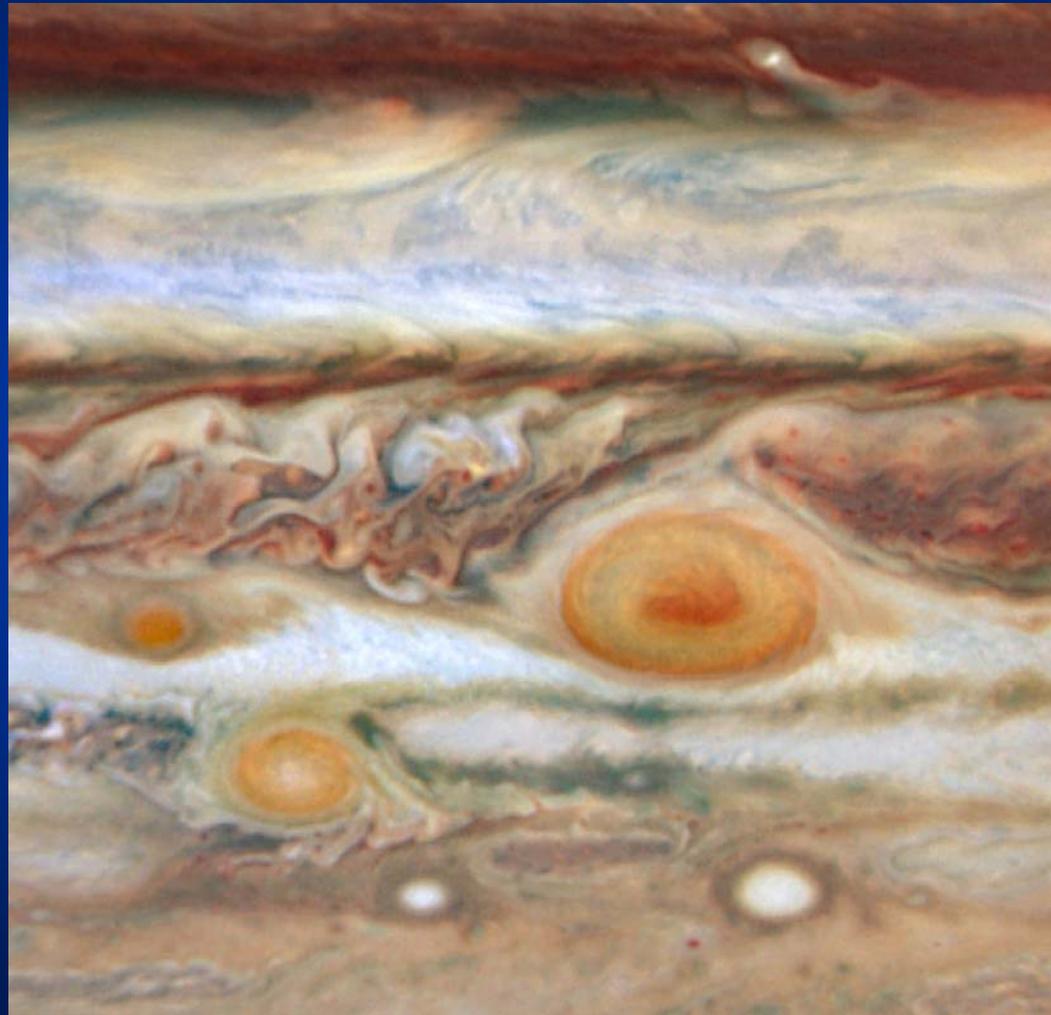
[HST – STScI 1999-29 (1999—08-05)]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



Neue rote Flecken

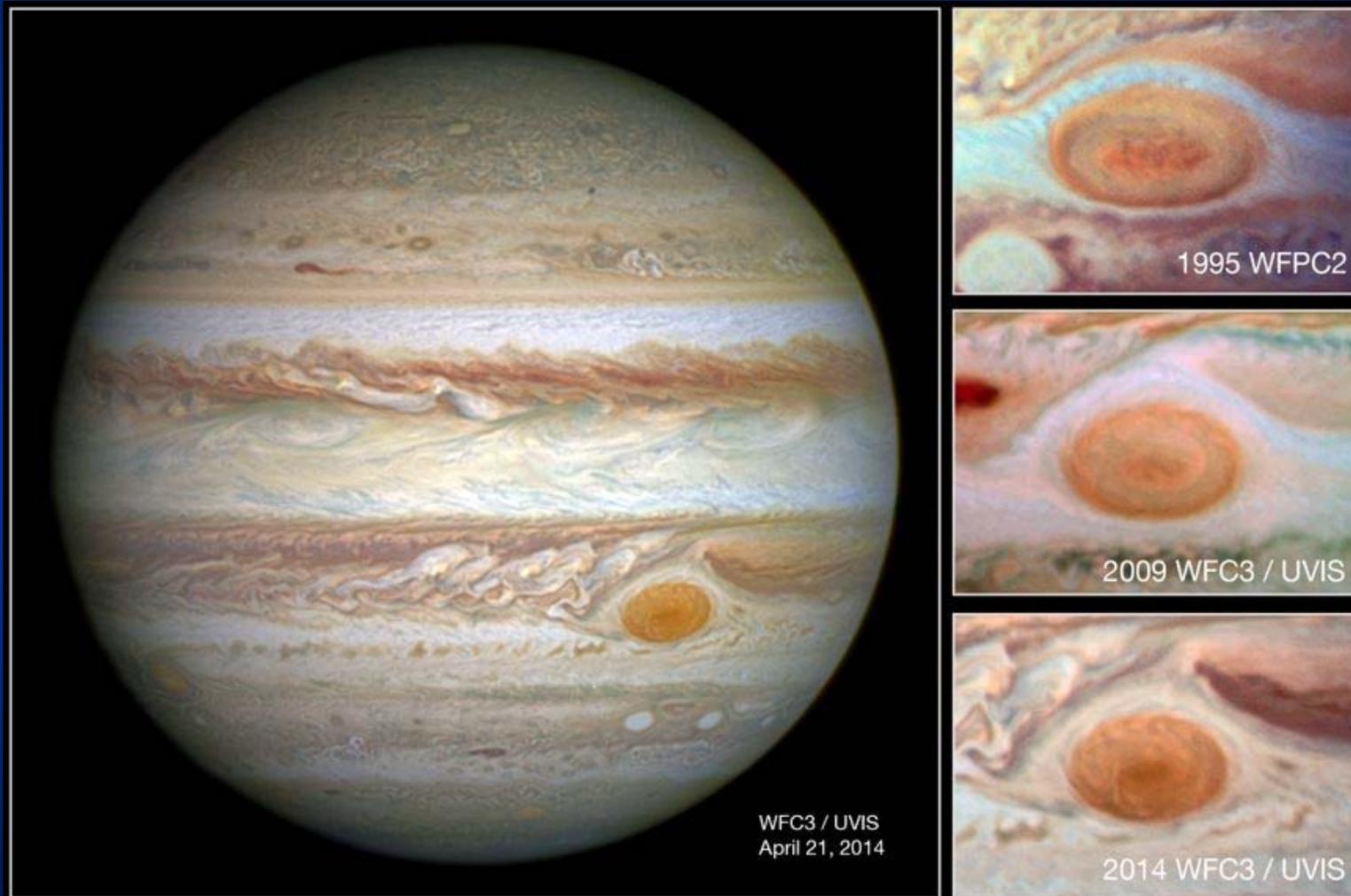
[HST – STScI 2008-23 (2008-05-22)]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



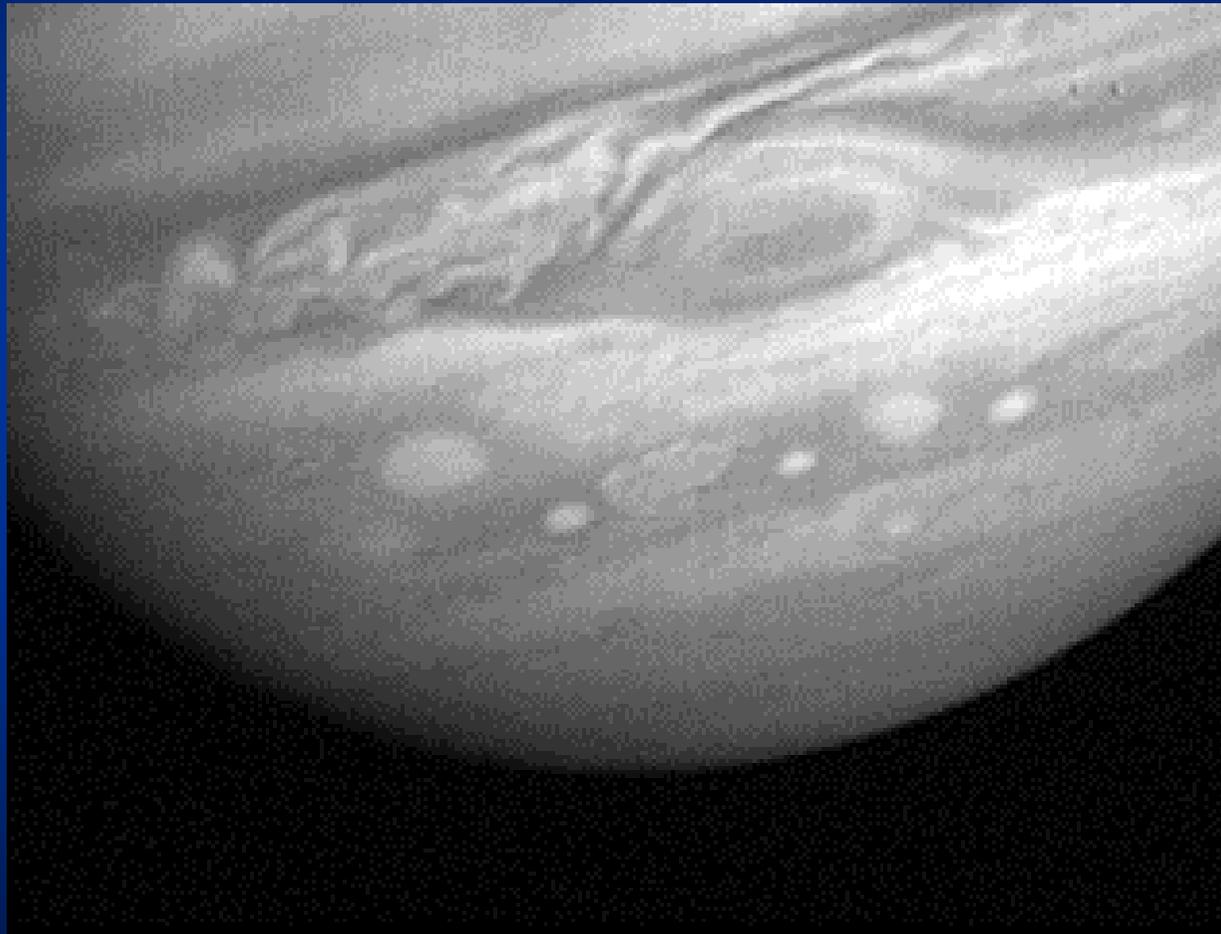
Schrumpfung des Großen Roten Flecks von 21'000 über 18'000 auf 16'500 km
[HST - PRC14-05 (2014-05-15)]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



Rotationsanimation des Großen Roten Flecks

[NASA Voyager – 1979]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



Rotationsanimation des Großen Roten Flecks

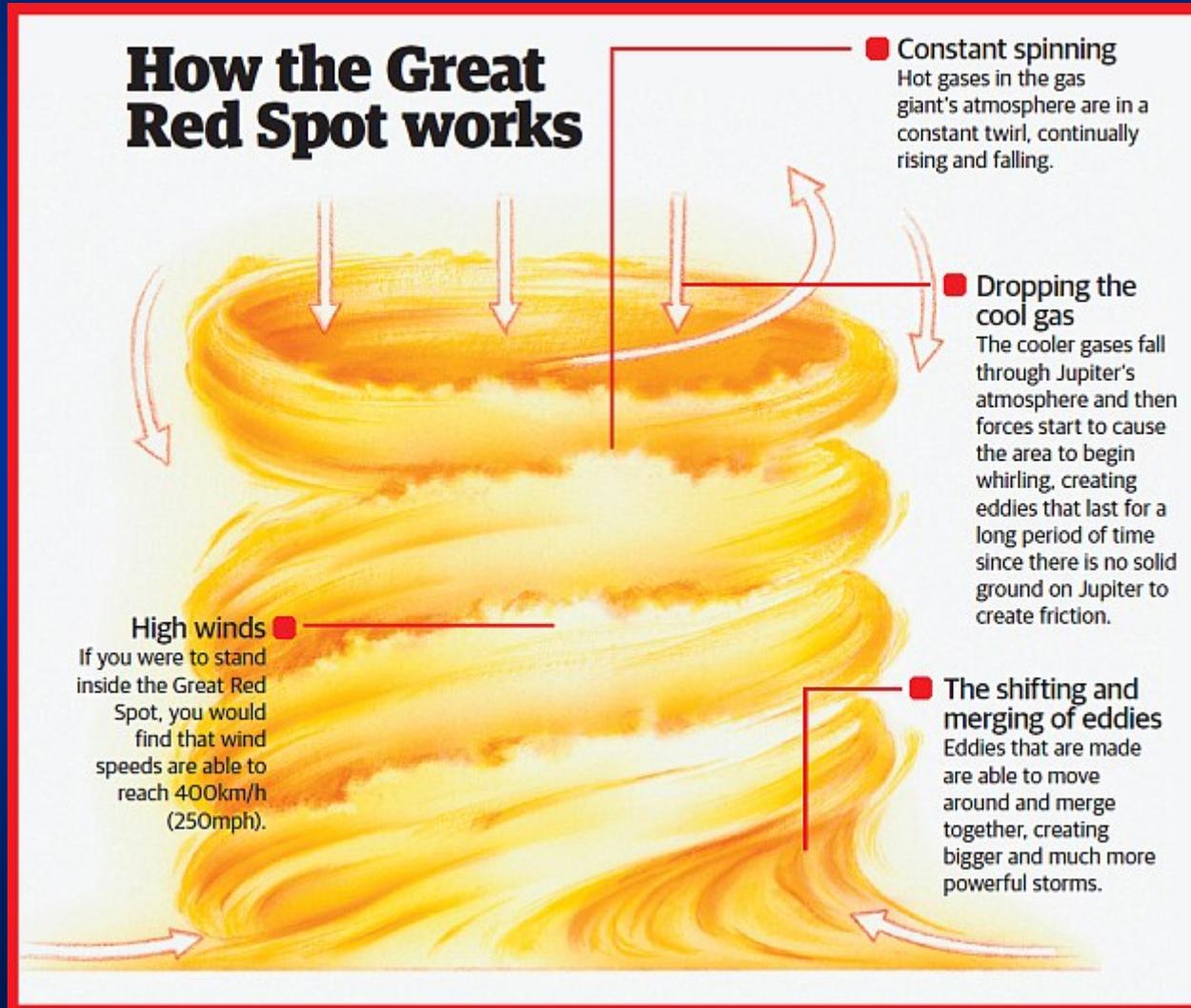
[NASA Voyager 1 – 1979]

1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)

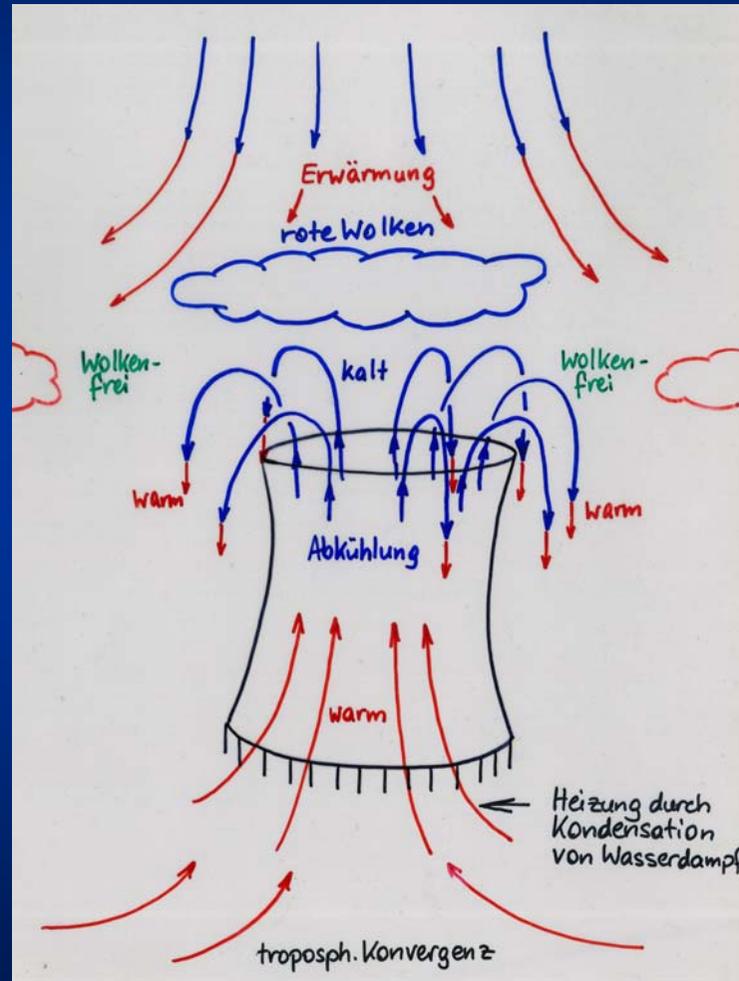


1.13 Jupiter

1.13.2 Atmosphäre

1.13.2.6

Großer Roter Fleck (GRF)



Kühlturm-Effekt

1.13 Jupiter

1.13.3 Rotation

Da Jupiter keine feste Oberfläche zeigt, kann seine Rotation nur anhand der Wolkenstrukturen oder der Erscheinungen des Magnetfeldes bestimmt werden.

Daher gibt es für den Planeten drei Rotationssysteme:

System I (äquatoriale Breiten): $9^{\text{h}}50^{\text{m}}35^{\text{s}}$

System II (mittlere und polare Breiten): $9^{\text{h}}55^{\text{m}}41^{\text{s}}$

System III (Magnetfeld): $9^{\text{h}}55^{\text{m}}30^{\text{s}}$

System III ist seit Jahrzehnten stabil und repräsentiert vermutlich die Rotation des inneren Mantels oder auch Kerns des Planeten.

Die Rotation ist somit differentiell.

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.1 Magnetosphäre

Magnetfeld:

| | | | |
|----------------------------|----------------|---------|--|
| Dipol-Feldstärke: | H | 4.28 Oe | (Erde: 308 mOe = 24.48 A m ⁻¹) |
| Neigung ./ Rotationsachse: | i _M | 9.6° | |

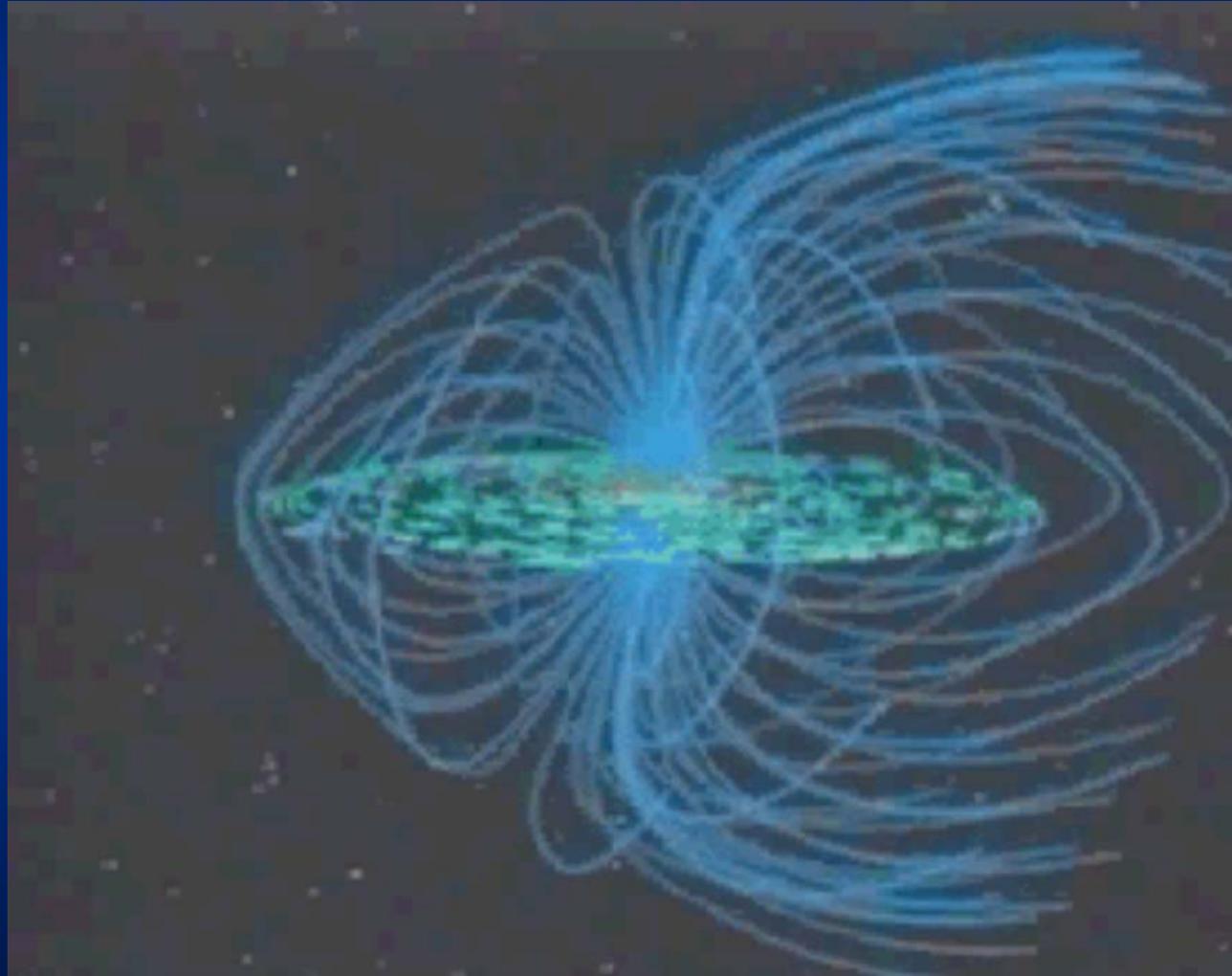
Die magnetische Flussdichte an Jupiter erreicht an der „Oberfläche“ am Äquator etwa 400 μT , an den Polen zwischen 1040 und 1400 μT , das ist das 10-20fache des irdischen Wertes. Der magnetische Nordpol liegt am geografischen Südpol.

Der Entstehungsmechanismus des starken Magnetfelds ist nicht geklärt, wird aber in Zusammenhang mit der differentiellen Rotation in der elektrisch leitenden Schicht des metallischen Wasserstoffs vermutet.

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.1 Magnetosphäre

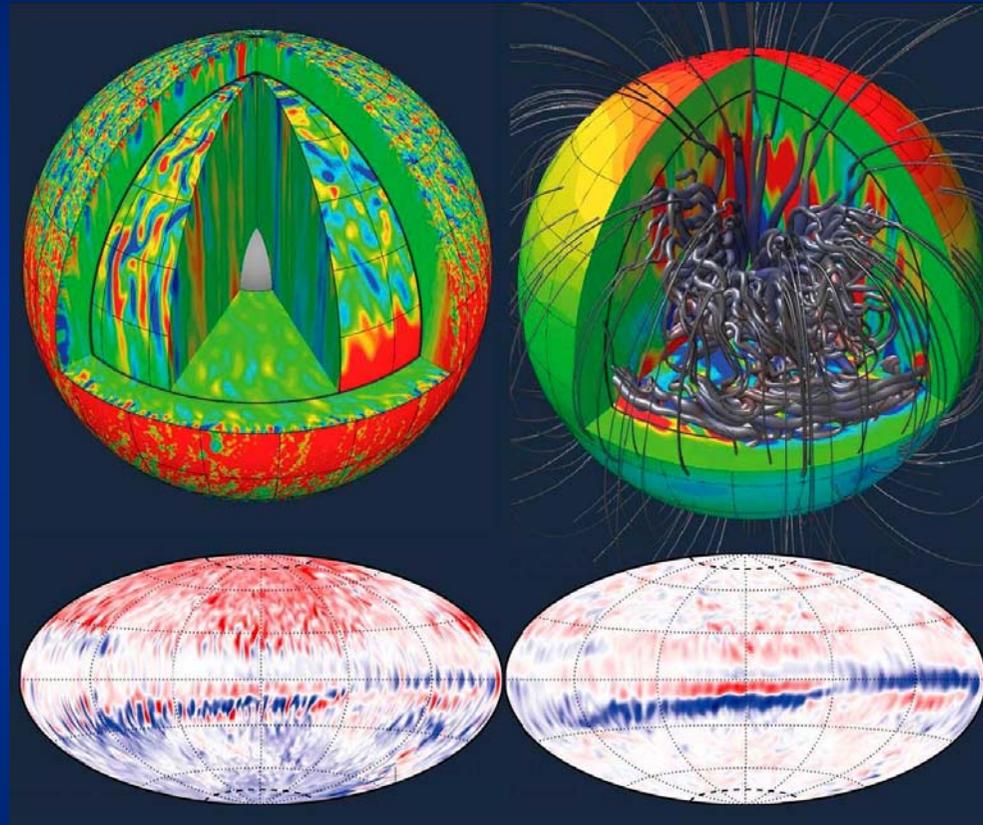


Jupiters Magnetfeld, Io-Torus und Magnetosphäre

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.1 Magnetosphäre



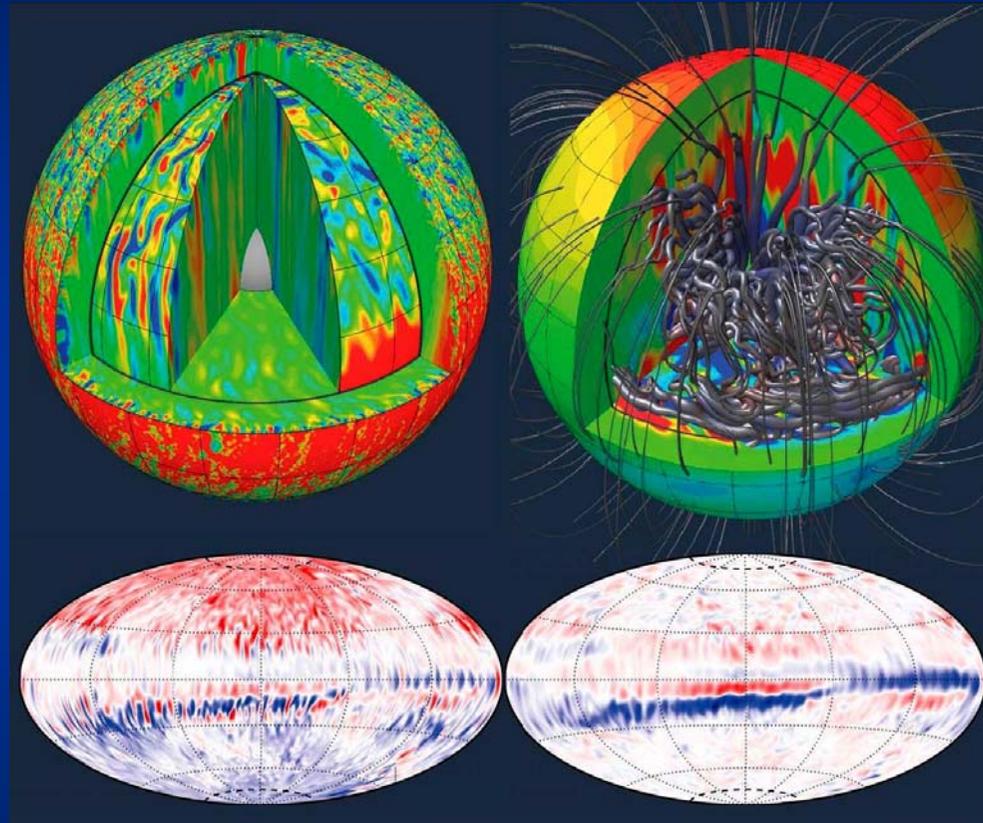
Jupiter-Magnetfeld-Simulation

Gastine, Wicht et al. [Geophys. Res. Letters 41, 5410ff. (2014)]

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.1 Magnetosphäre



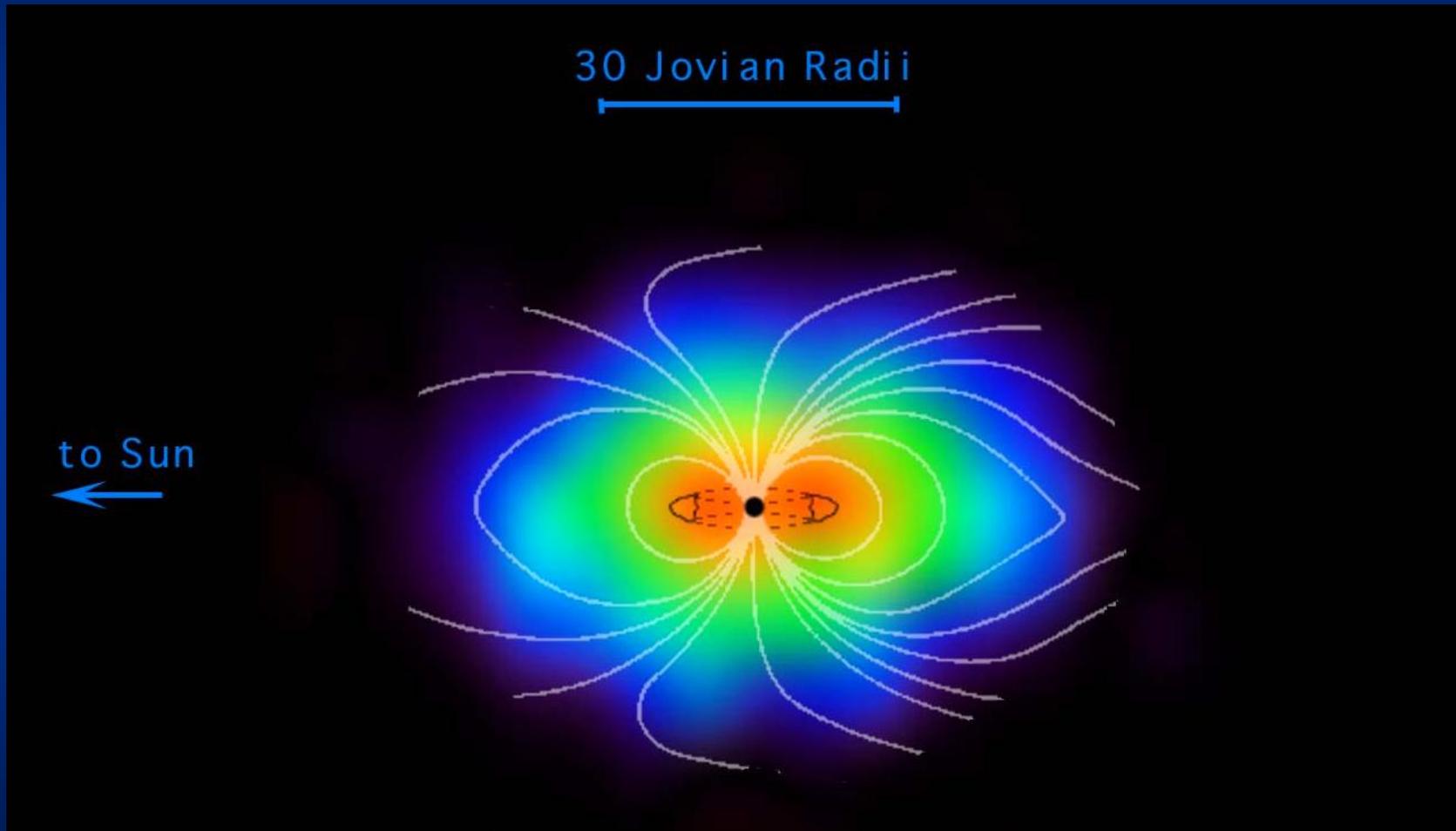
Jupiter-Magnetfeld-Simulation

Hauptkomponente ist das durch einen Dynamo-Effekt gebildete starke Dipolfeld. Hinzu kommt eine zweite Komponente mit einer Bandstruktur in der Äquatorgegend. (Für diese Simulation brauchte der Supercomputer der MPG in Garching 6 Monate.)

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.1 Magnetosphäre

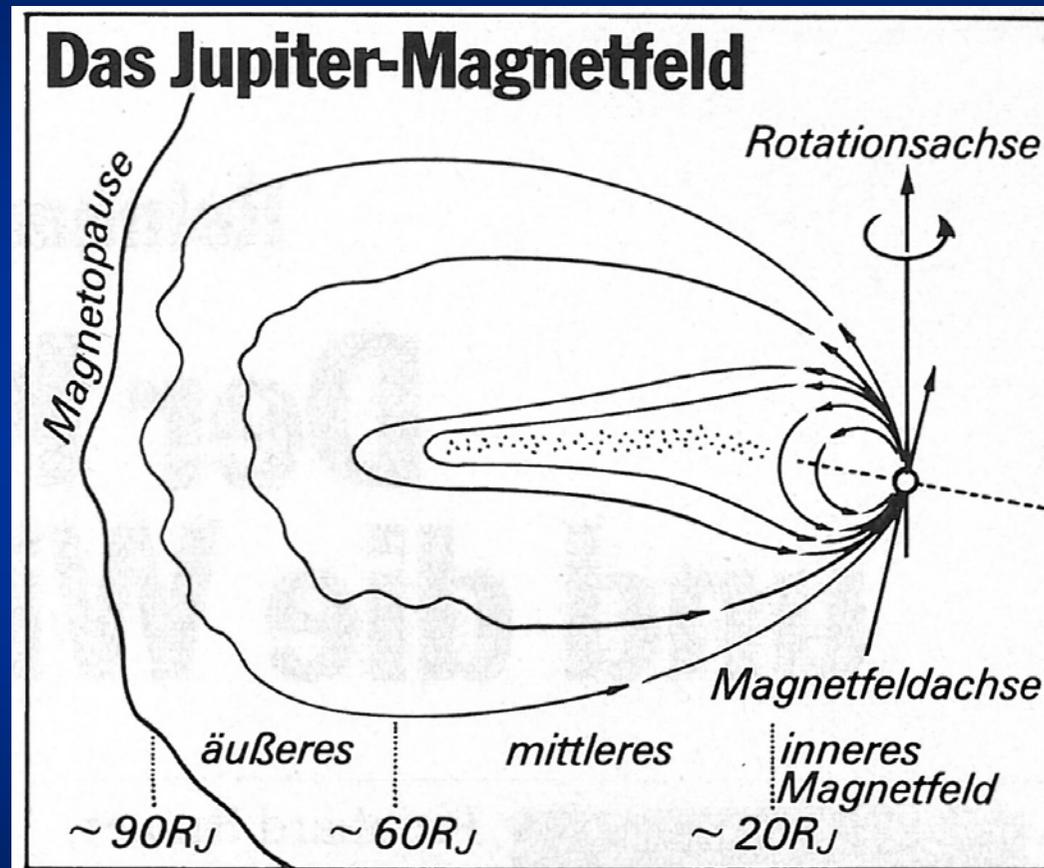


Jupiter in der Mitte, darum gestrichelt der Staubtorus von Io und die Magnetfeldstruktur des Planeten

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.1 Magnetosphäre

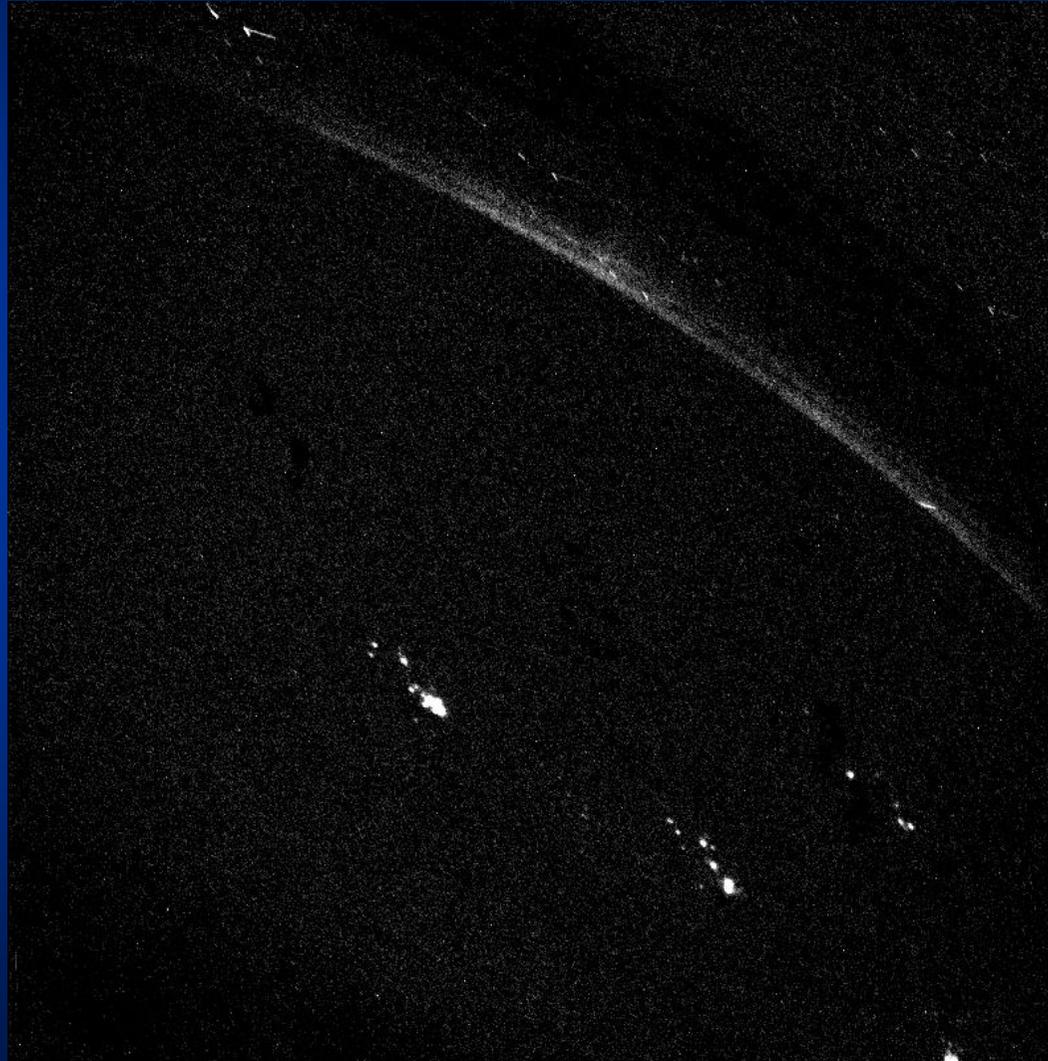


Die Jupiter-Magnetosphäre reicht auf der sonnenabgewandten Seite mit mehr als 700 Mio. km fast bis zur Saturnbahn, auf der sonnenzugewandten Seite je nach Stärke des Sonnenwindes bis 6...16 Mio. km weit. Von der Erde aus betrachtet erreicht sie die fünffache Größe des Vollmondes.

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre

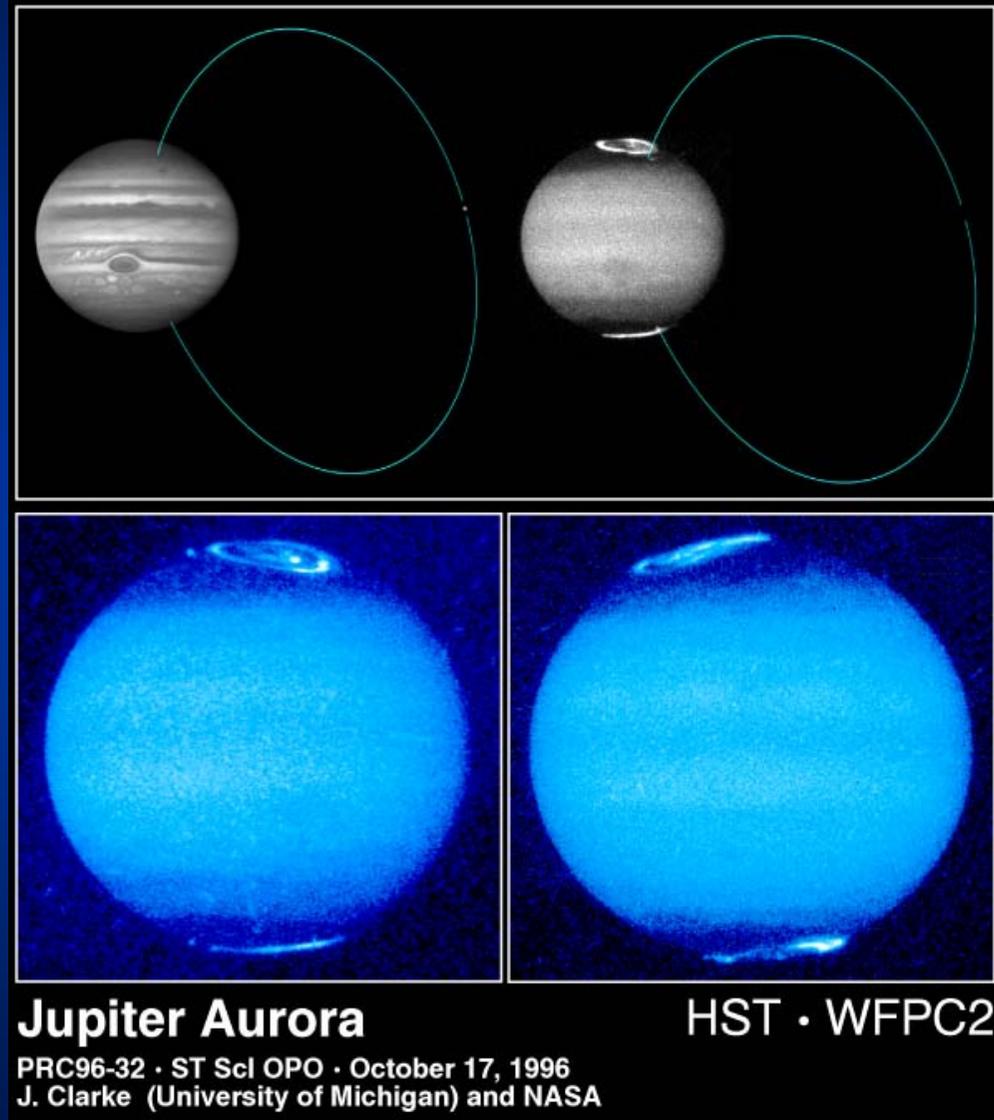


Aurora (und Blitze?) [Voyager 1 – 1979-03-05]

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre



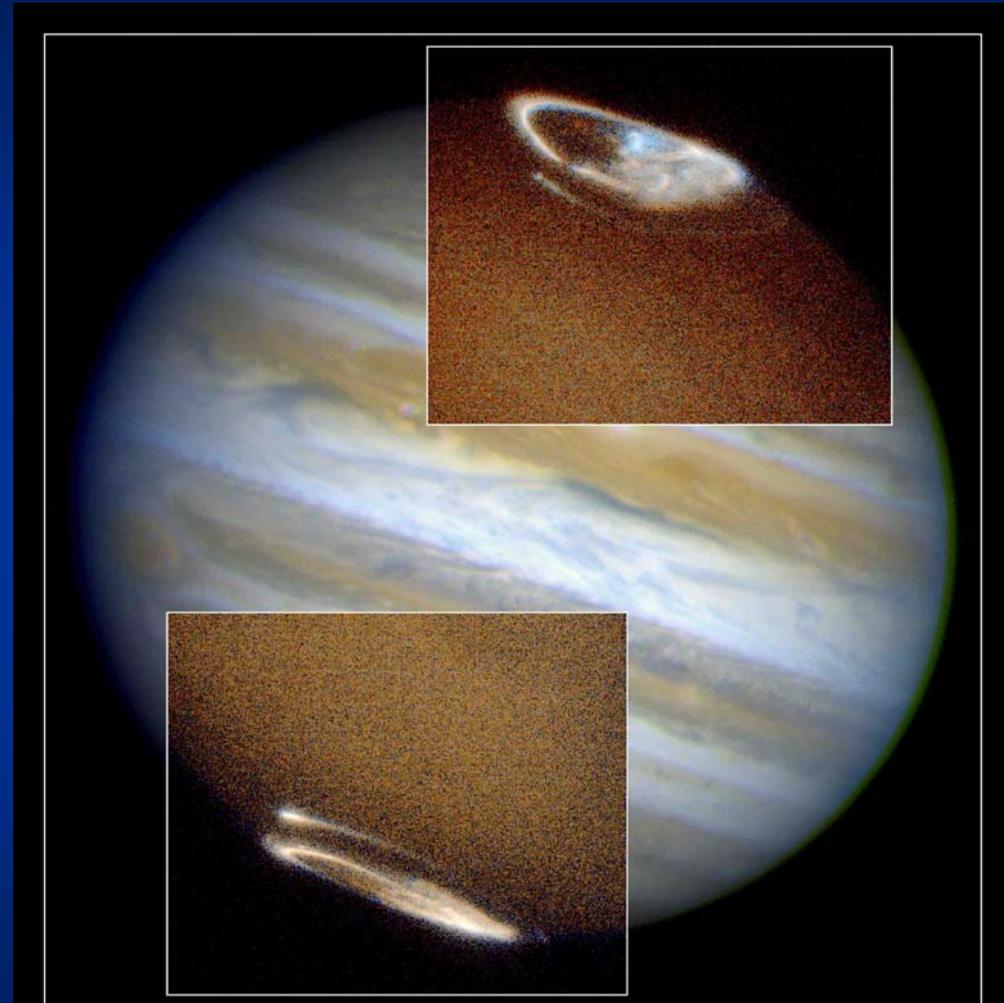
Auroren

[HST – STScI 1996-32 (1996-10-17)]

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre



Jupiter Aurora

Hubble Space Telescope • STIS • WFPC2

Auroren

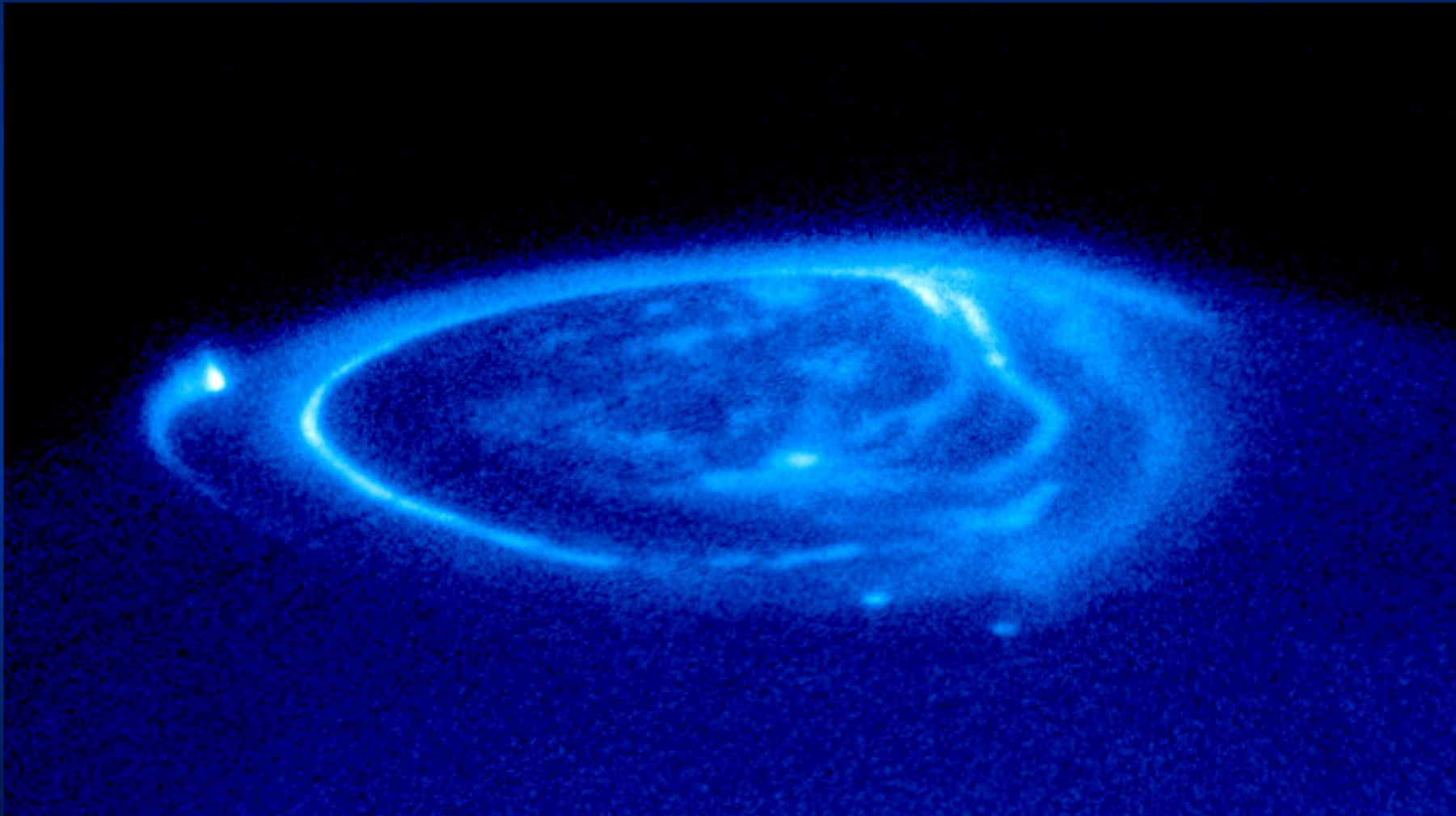
[HST – STScI 1998-04 (1998-01-07)]

PRC98-04 • ST ScI OPO • January 7, 1998 • J. Clarke (University of Michigan) and NASA

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre



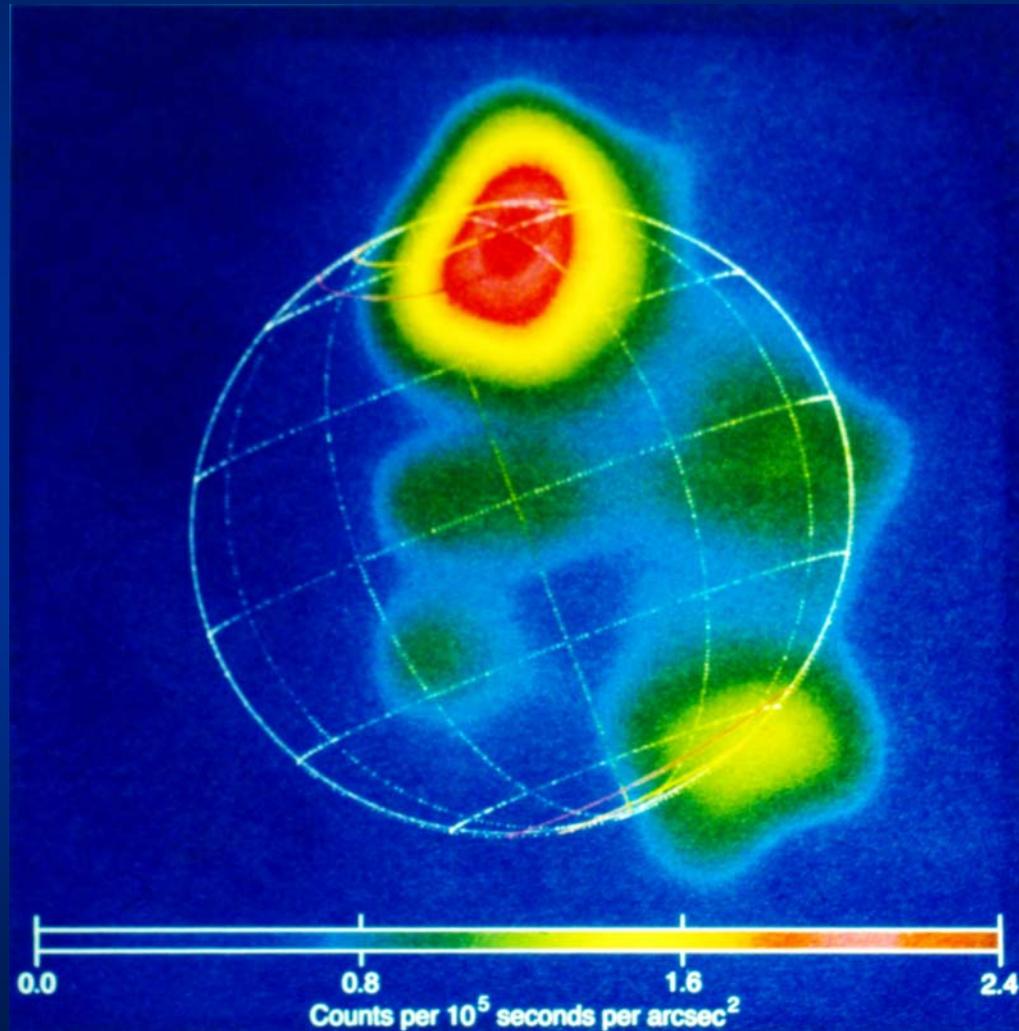
„Aktuelle Astronomie – Einführungskurs“ von Dr. Jürgen Wirth © 2016

Aurora [HST – STScI 2000-38 (2000-12-14)]

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre

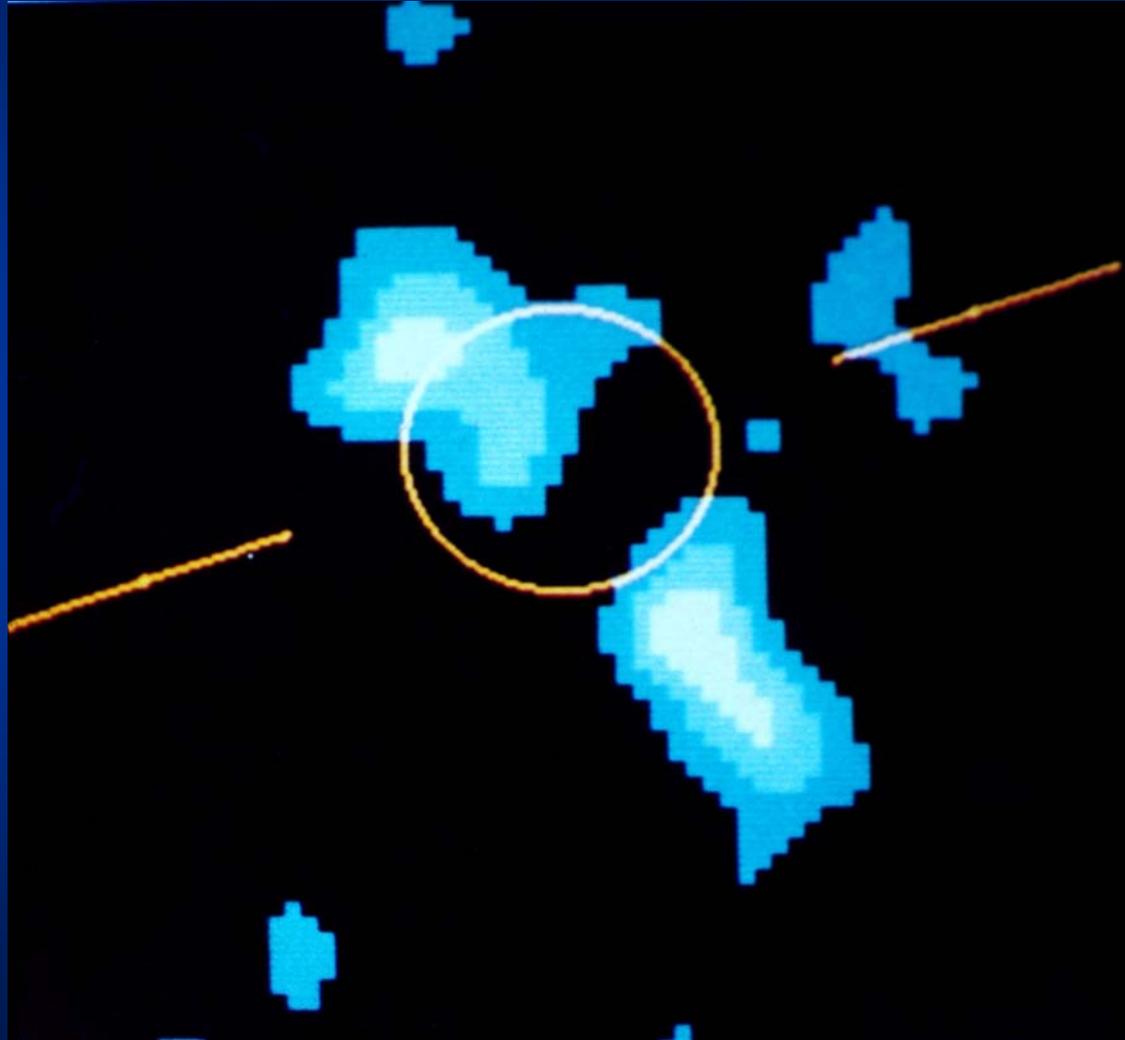


XR-Bild [ROSAT/HRI]

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre

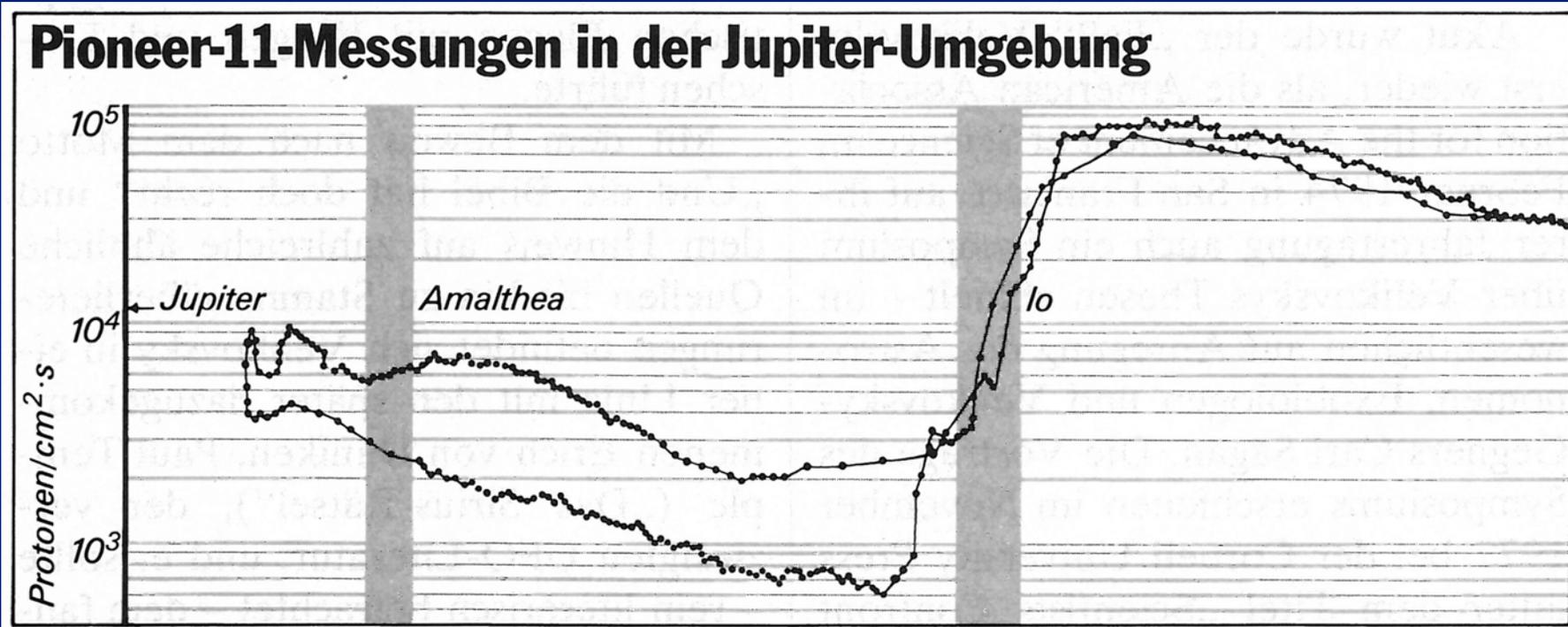


XR-Bild [Einstein-Observatorium]

1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

1.13.4.2 Ionosphäre



1.13 Jupiter

1.13.4 Planetares Umfeld

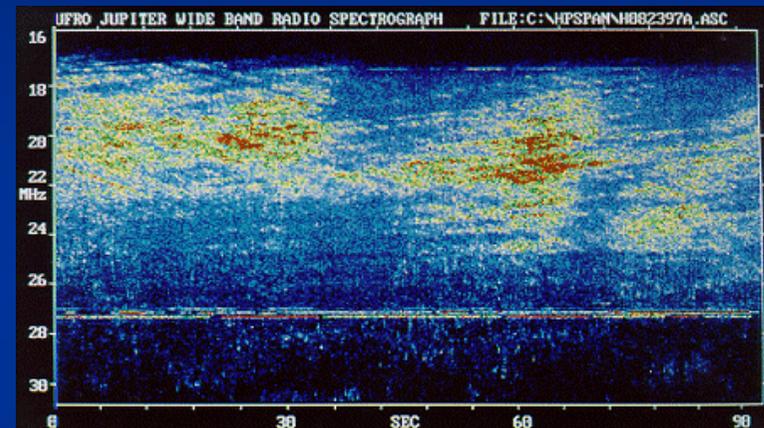
1.13.4.2 Ionosphäre – Radiowellen (erdgebunden)



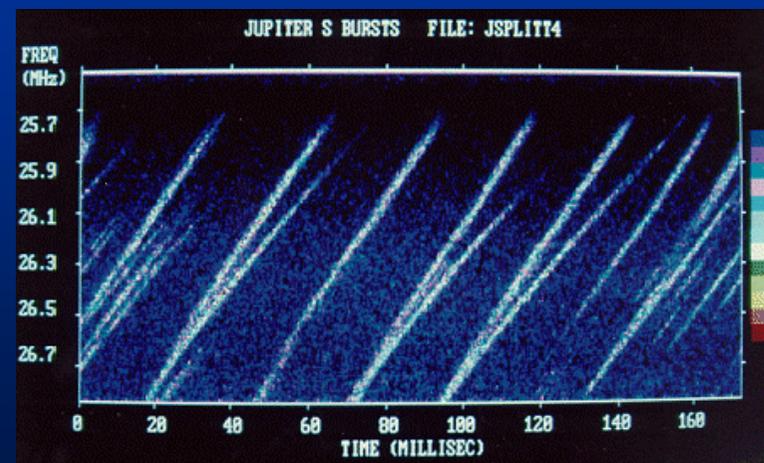
Dekameter-Strahlung (34 MHz) *[Univ. of Colorado]*



L-Burst *[Univ. of Florida]*



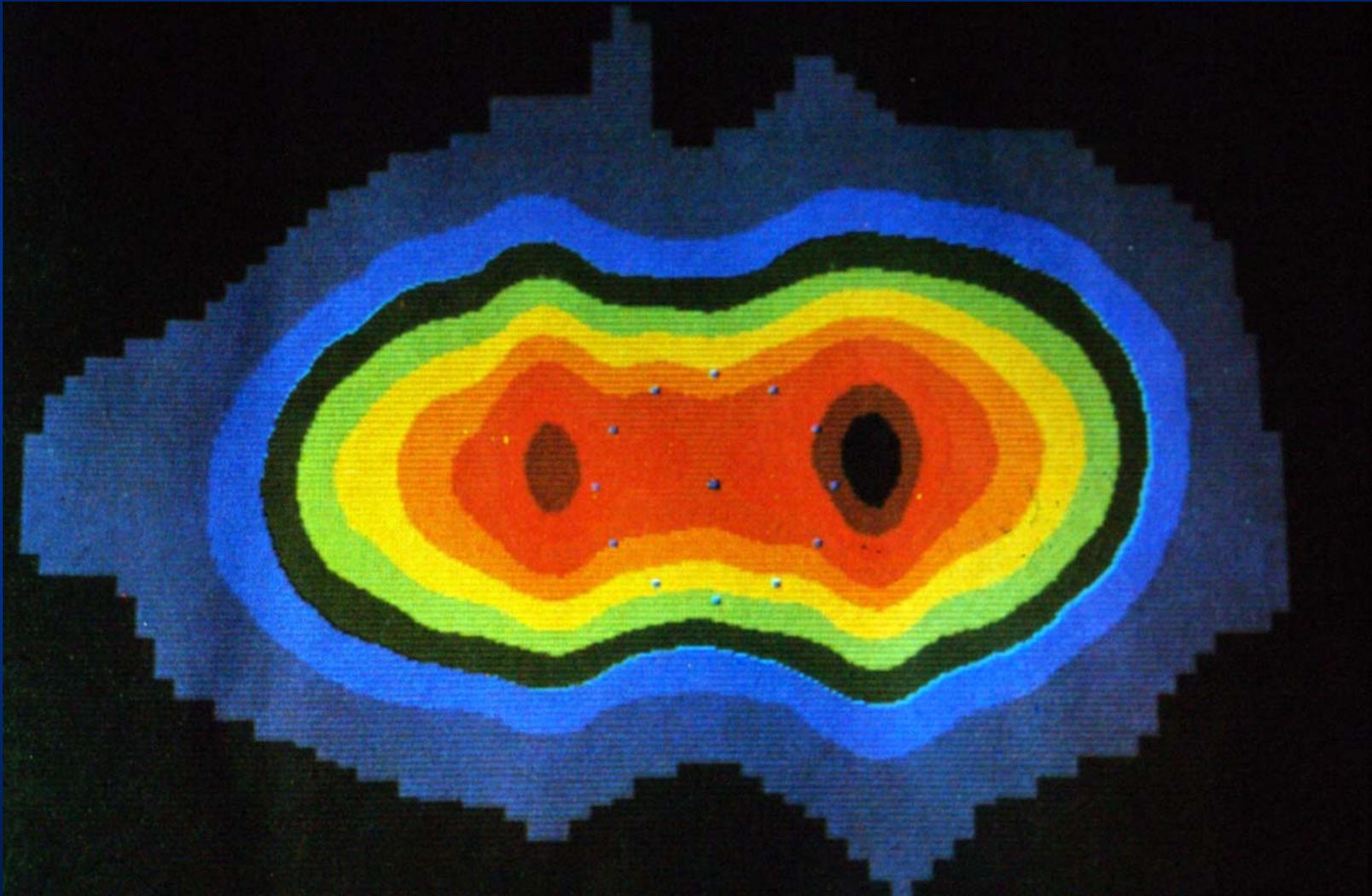
S-Burst *[Univ. of Florida]*



S-Burst, verlangsamt

1.13 Jupiter

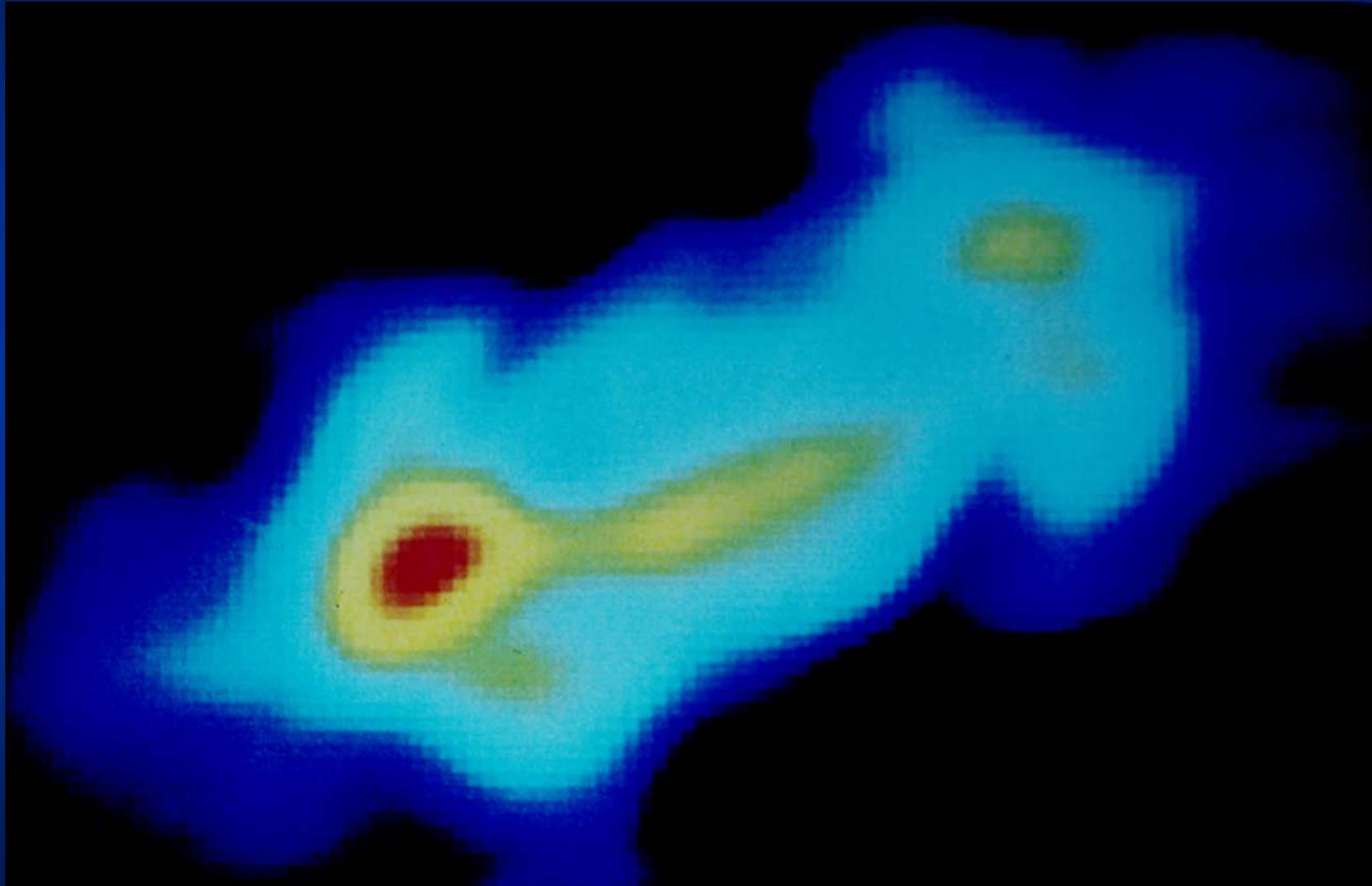
1.13.5 Andere Wellenlängen



Radiokarte

1.13 Jupiter

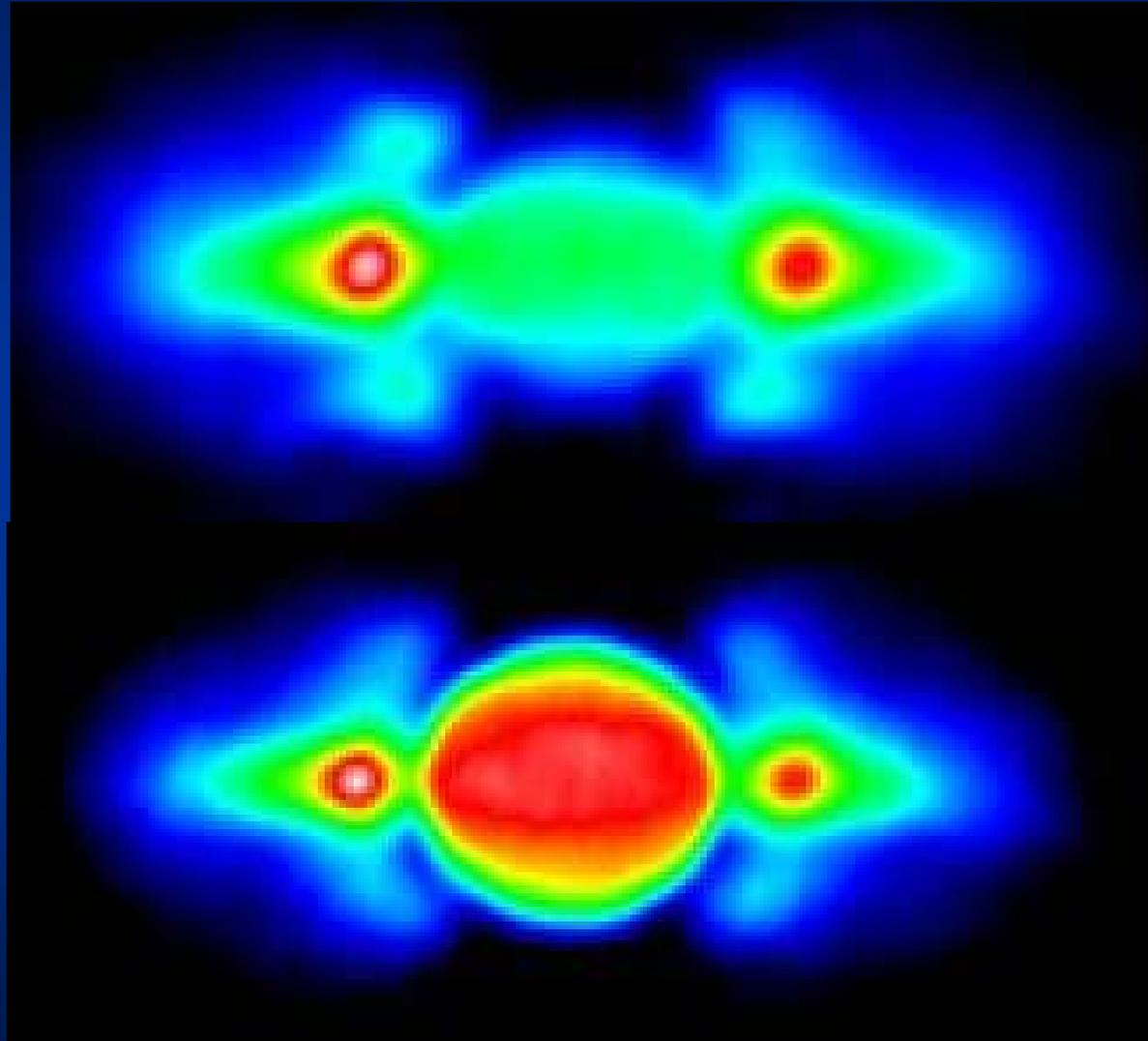
1.13.5 Andere Wellenlängen



Radiokarte [VLA 20 cm]

1.13 Jupiter

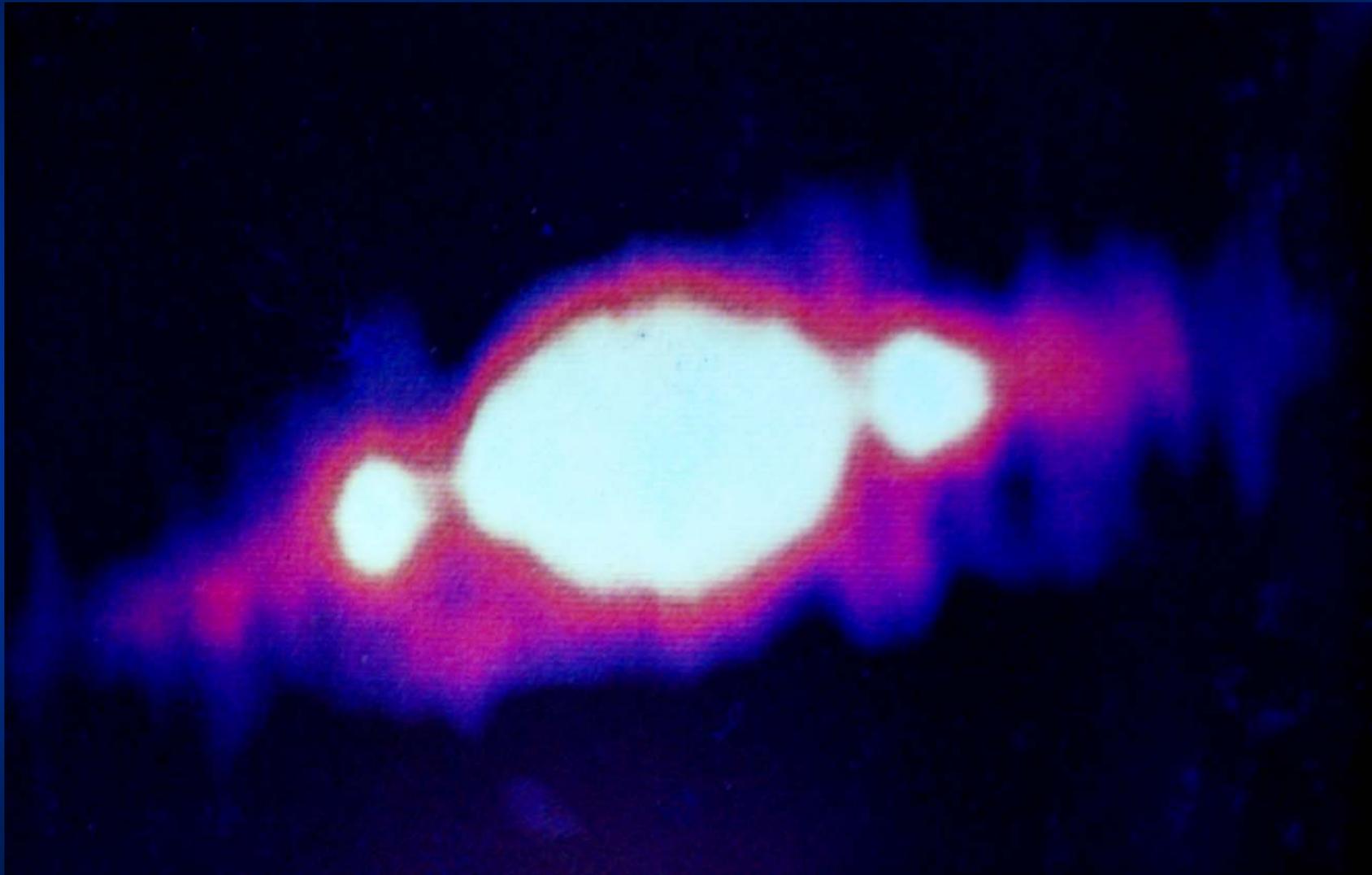
1.13.5 Andere Wellenlängen



Radiokarte [ATNF 22 und 13 cm]

1.13 Jupiter

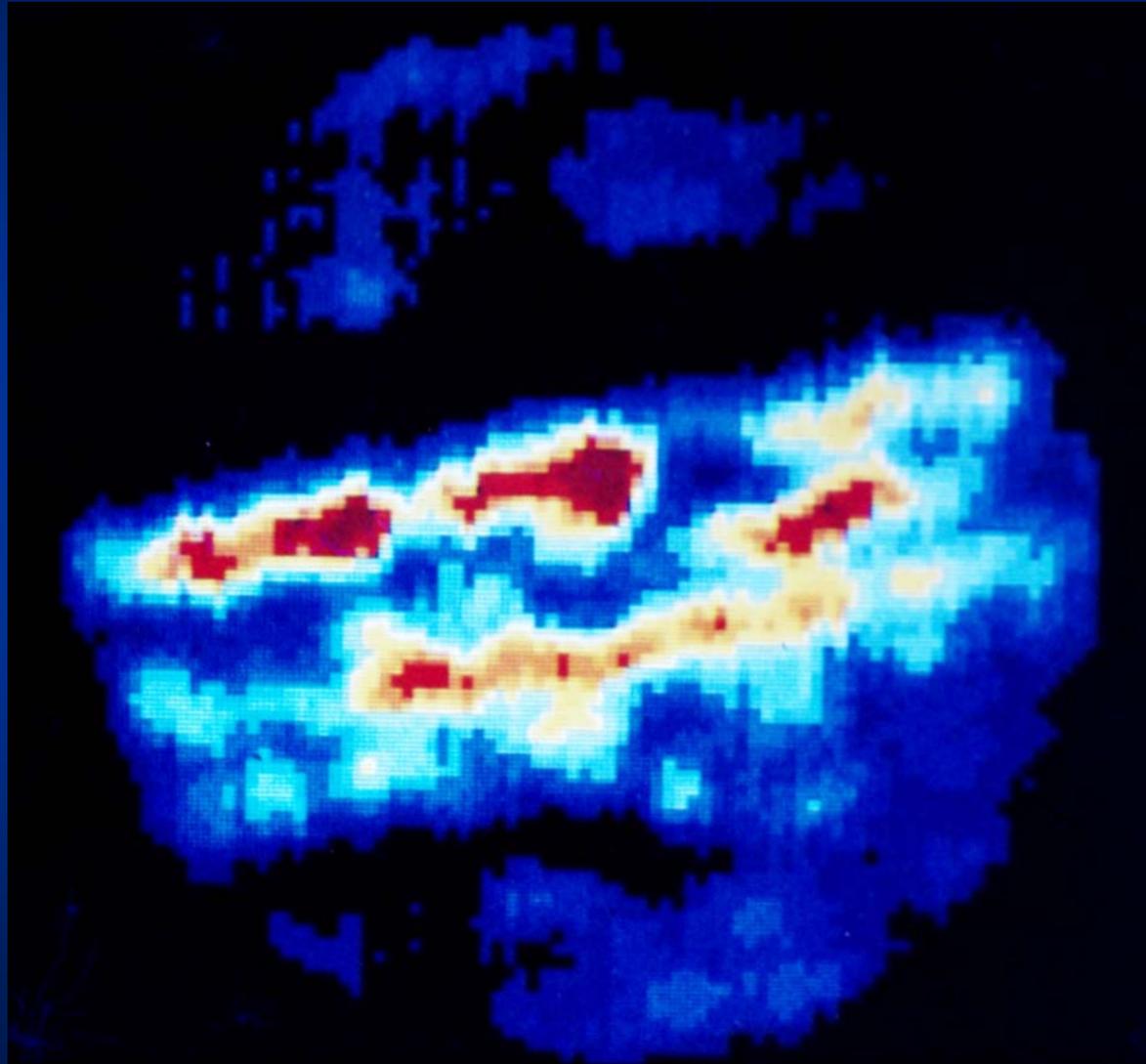
1.13.5 Andere Wellenlängen



Radiokarte [Cambridge 6 cm]

1.13 Jupiter

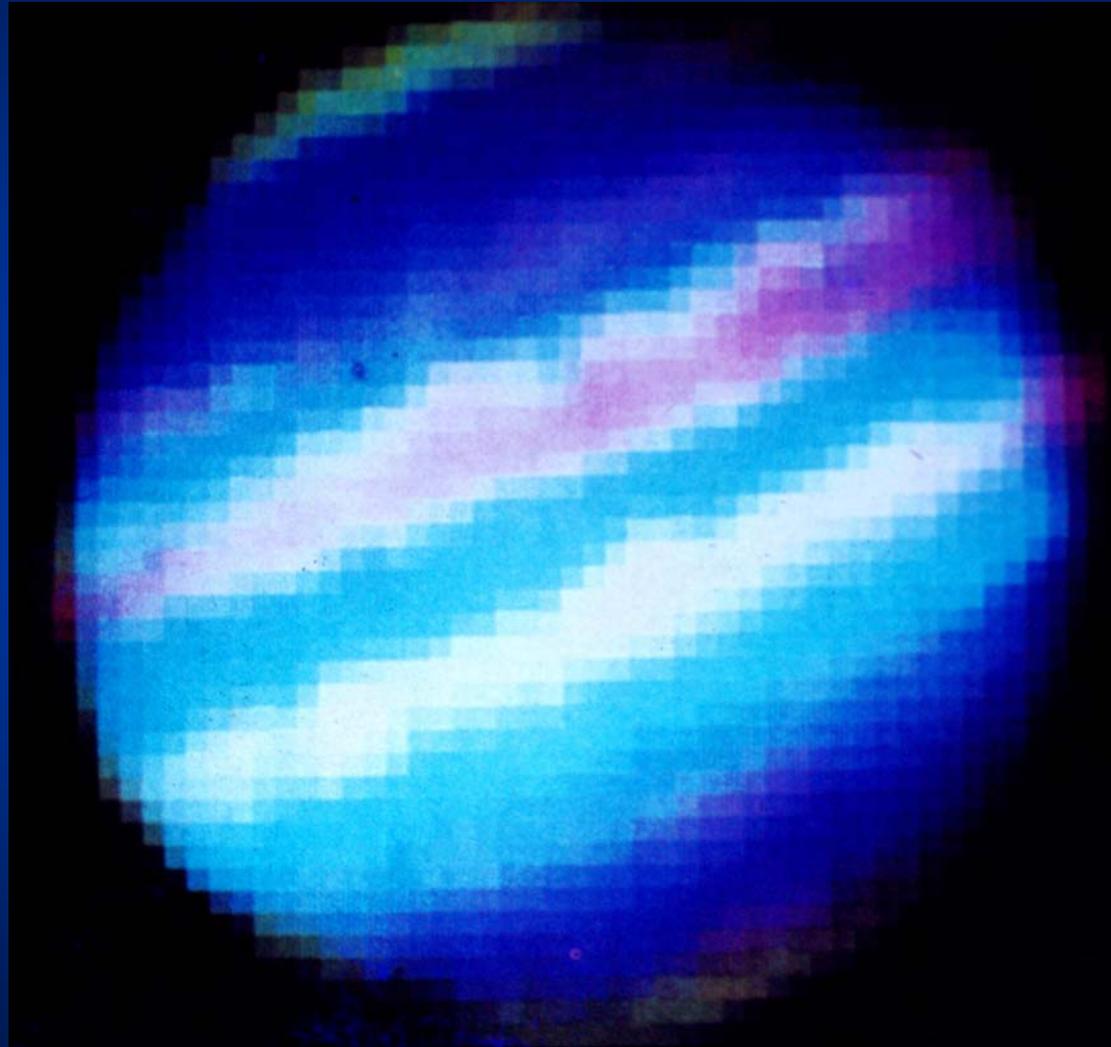
1.13.5 Andere Wellenlängen



Infrarot-Karte [NASA IRTF 4.8 μm]

1.13 Jupiter

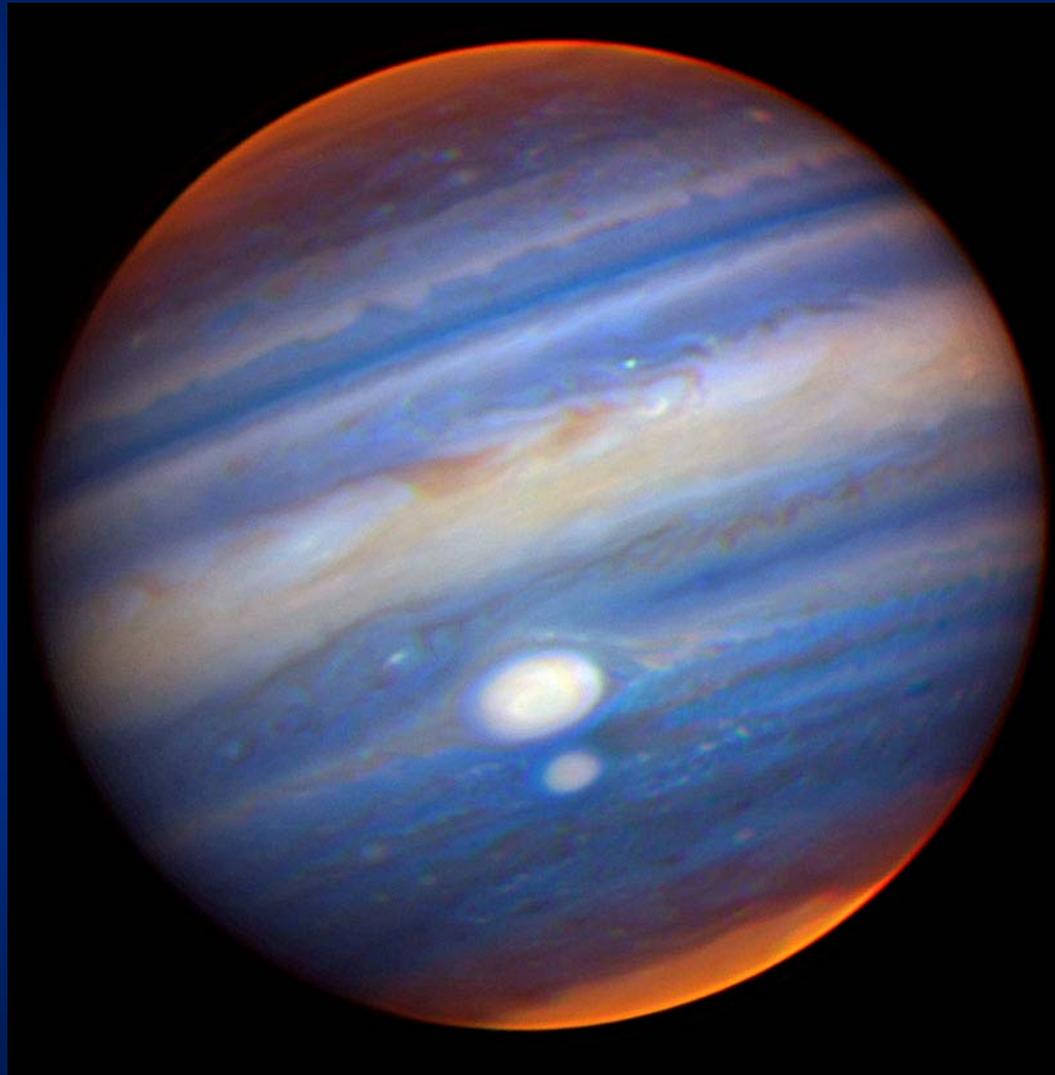
1.13.5 Andere Wellenlängen



Infrarot-Karte [AAT 3.9 m-Teleskop 1.6, 2.4, 4.8 μm]

1.13 Jupiter

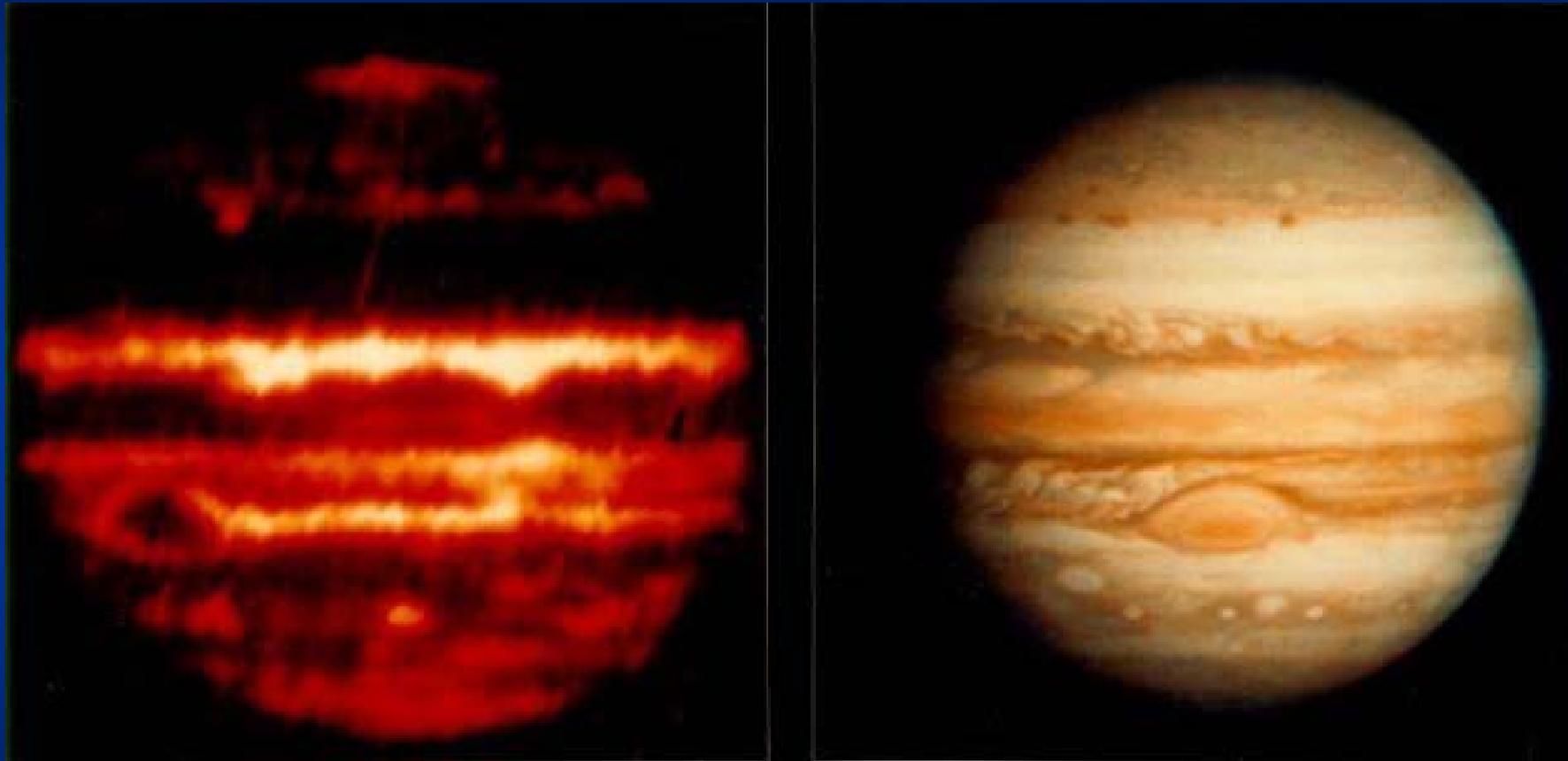
1.13.5 Andere Wellenlängen



Infrarot-Karte [Gemini-North, T. Rector]

1.13 Jupiter

1.13.5 Andere Wellenlängen

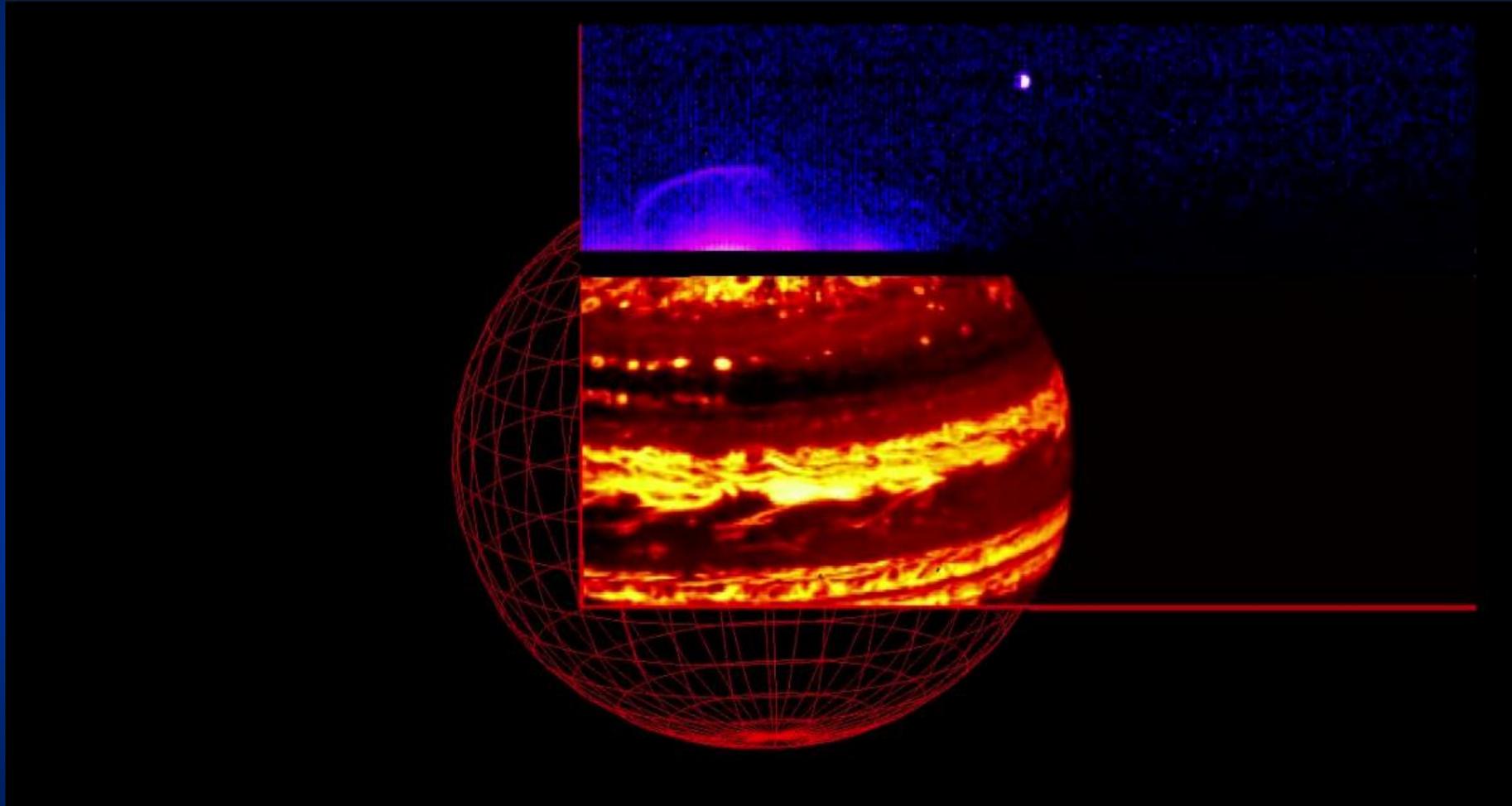


„Aktuelle Astronomie – Einführungskurs“ von Dr. Jürgen Wirth © 2016

IR und Vis [Mt. Palomar und NASA Voyager 2]

1.13 Jupiter

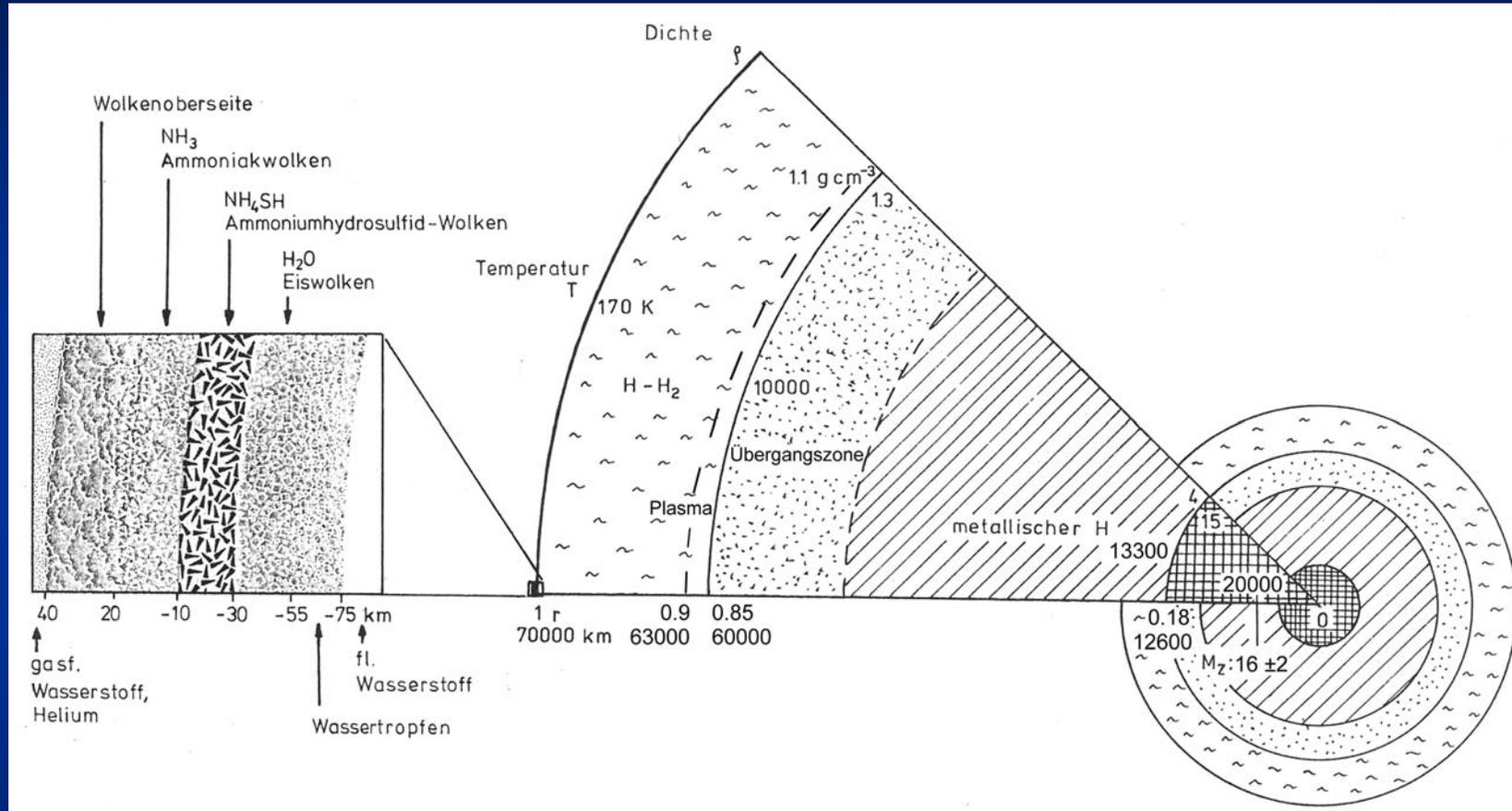
1.13.5 Andere Wellenlängen



„Aktuelle Astronomie – Einführungskurs“ von Dr. Jürgen Wirth © 2016

1.13 Jupiter

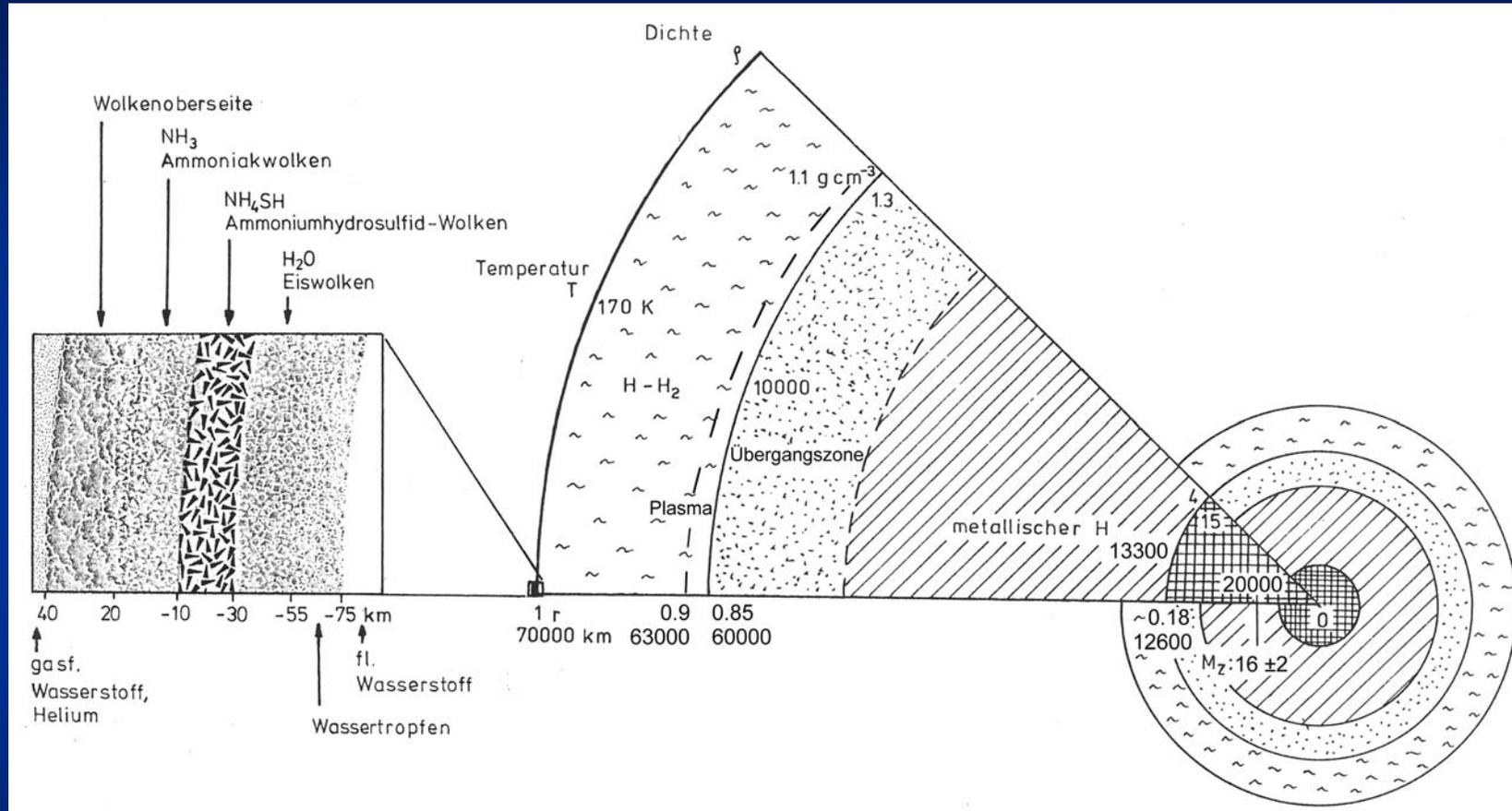
1.13.6 Innerer Aufbau



Unter der Wolkenschicht befindet sich im Mantel eine Schicht aus atomarem Wasserstoff (und Helium), tiefer liegt der Wasserstoff in molekularer Form vor. In größerer Tiefe (spätestens bei Temperaturen $>15'000 \text{ K}$) dissoziiert er wieder, bildet dann in ionisierter Form eine Plasmaschicht und geht dann bei sehr hohen Drucken (mehrere Mio. bar) in einen metallischen = elektrisch leitenden Zustand über.

1.13 Jupiter

1.13.6 Innerer Aufbau



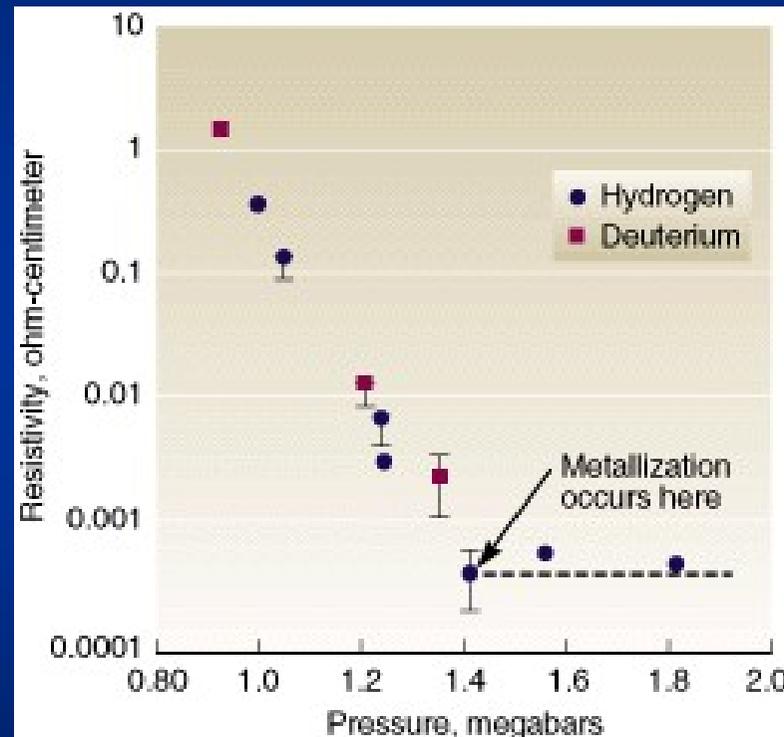
Die Masse des schweren Kerns von Jupiter kann aus den Messungen des Gravitationspotentials mit 16 ± 2 Erdmassen abgeleitet werden.

Der Mantelgehalt an Elementen schwerer als Helium (Z) wird mit 4 ± 2 Erdmassen abgeschätzt.

1.13 Jupiter

1.13.7 Hintergrund: Metallischer Wasserstoff

Wasserstoff wird dann „metallisch“ genannt, wenn er sich in einem elektrisch leitenden Zustand befindet, sein elektrischer Widerstand nahe Null ist.



Dieser Zustand tritt bei Drucken oberhalb von 1.5 Mbar ein und wurde 1996 am Lawrence Livermore Nat. Lab. für 1 μ s erzeugt.

2011 konnte am MPI für Chemie bei 25°C bei Drucken von 2.2 ein Halbleiter und bei und 2.7 Mbar ein metallischer Zustand des Wasserstoff erzeugt werden.

1.13 Jupiter

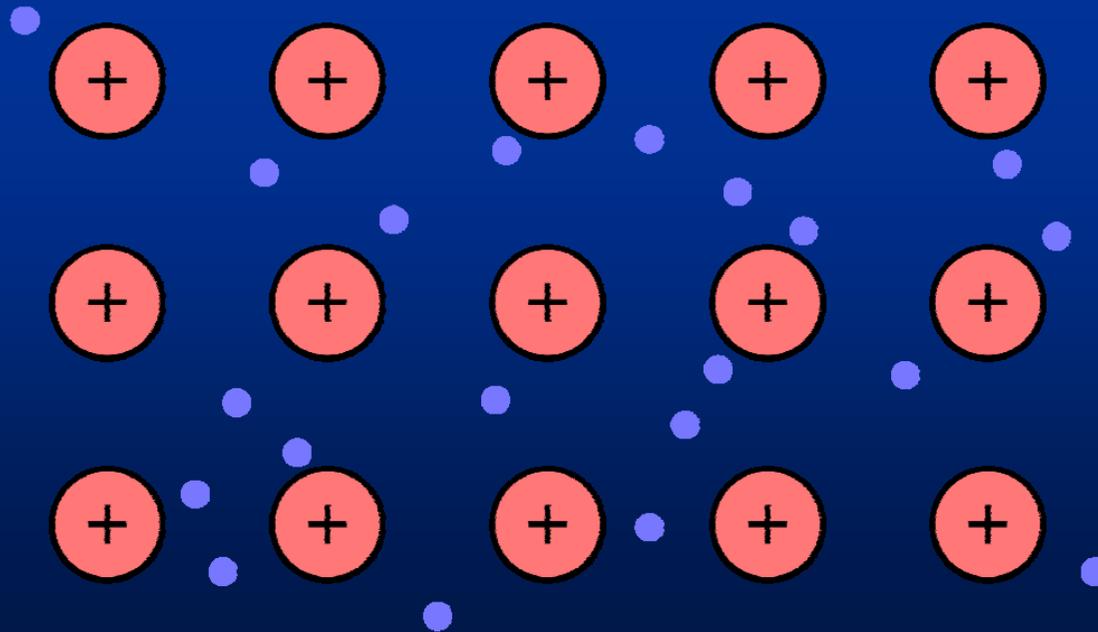
1.13.7 Hintergrund: Metallischer Wasserstoff

Dieser Zustand tritt bei Drucken oberhalb von 1.5 Mbar ein und wurde 1996 am Lawrence Livermore Nat. Lab. für 1 μ s erzeugt.

2011 konnte am MPI für Chemie bei 25°C bei Drucken von 2.2 ein Halbleiter und bei und 2.7 Mbar ein metallischer Zustand des Wasserstoff erzeugt werden.

Die Wasserstoff-Atome bilden dann ein Gitter mit Abständen von ca. 0.15 nm.

Zur Erläuterung: Ein Wasserstoff-Atom im Grundzustand hat eine Größe von 0.053 nm.

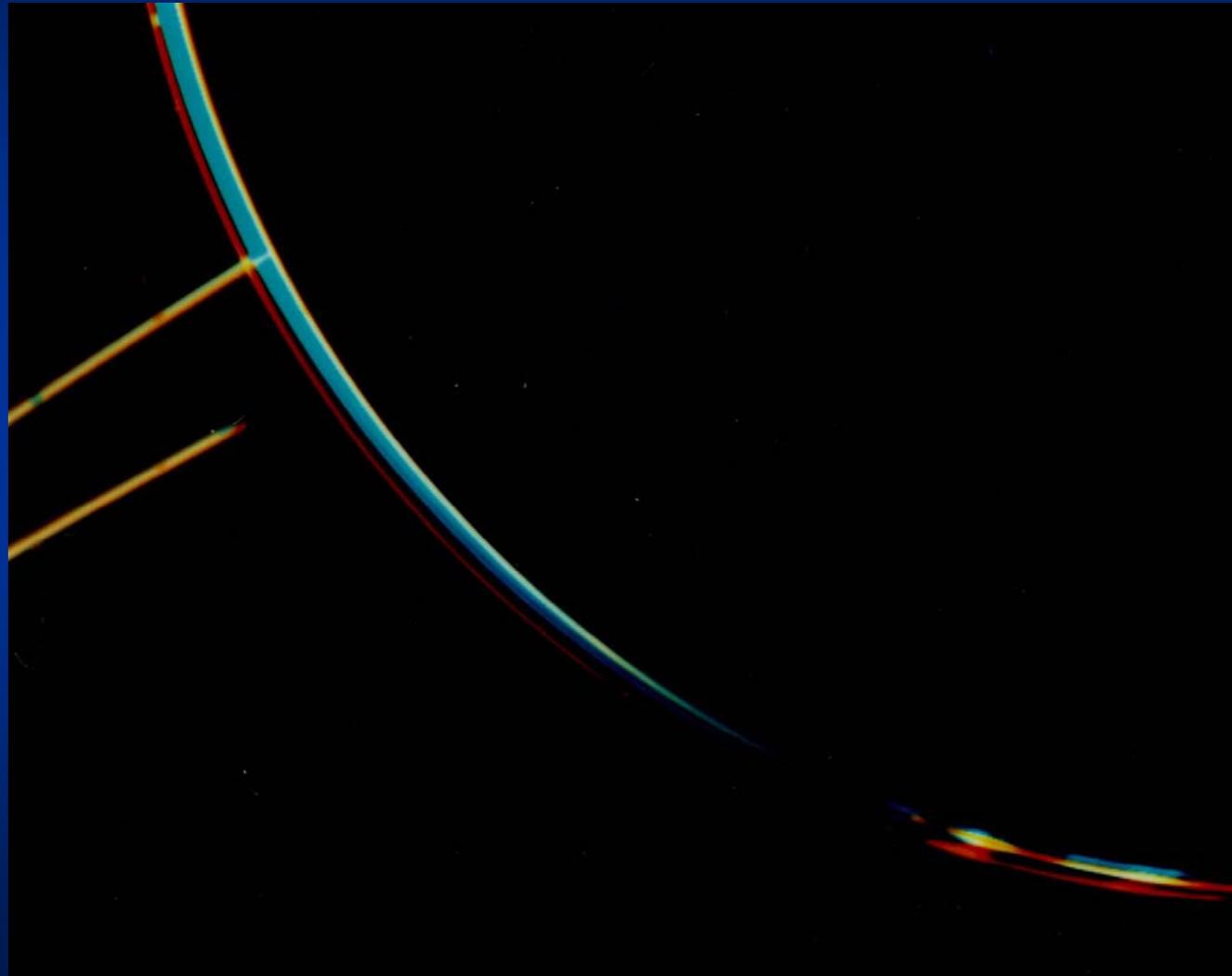


1.13 Jupiter

1.13.8 Ringe

1.13.8.1

Struktur



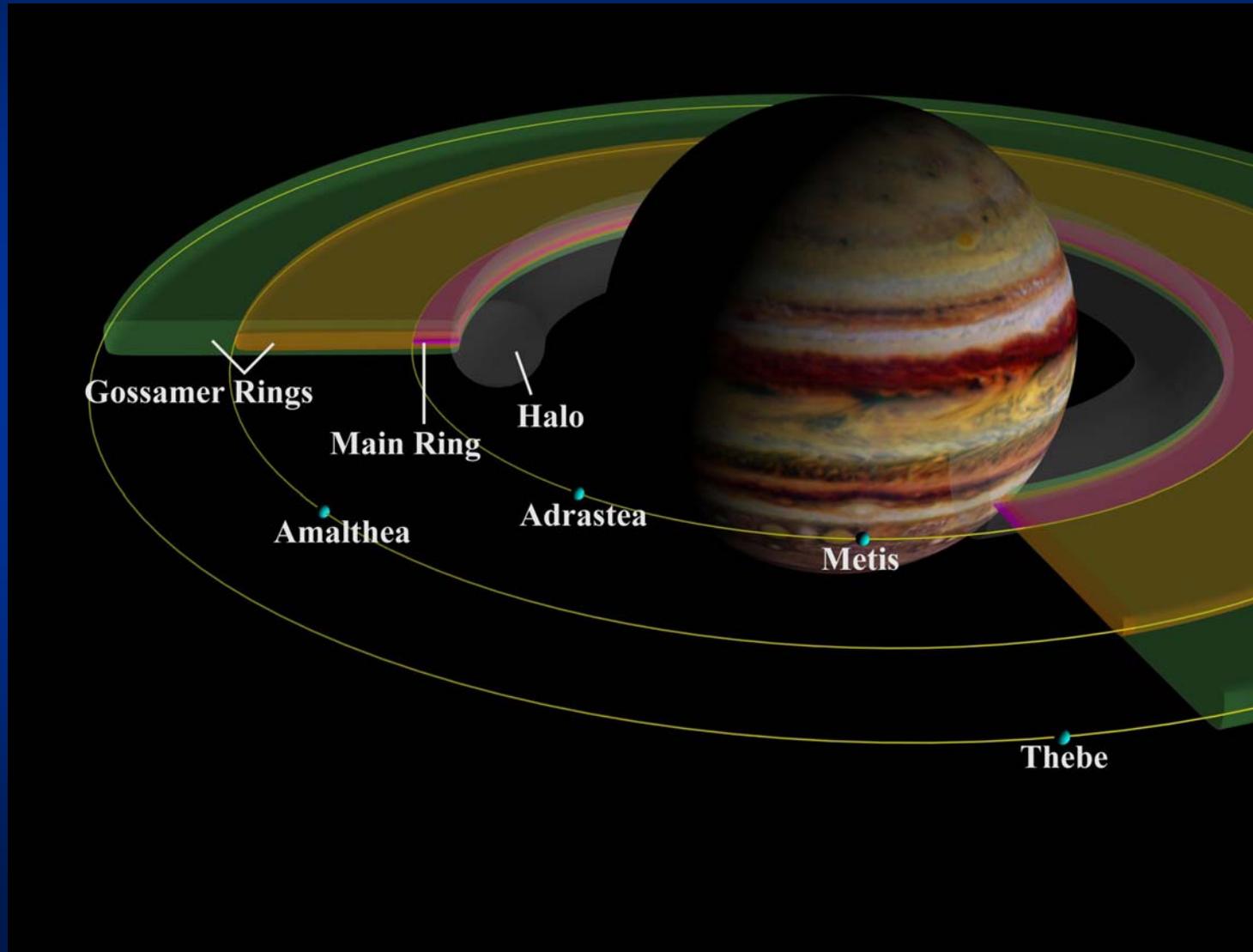
[NASA Voyager 2 – 1979-07-10]

1.13 Jupiter

1.13.8 Ringe

1.13.8.1

Struktur



1.13 Jupiter

1.13.8 Ringe

1.13.8.2

Zusammensetzung

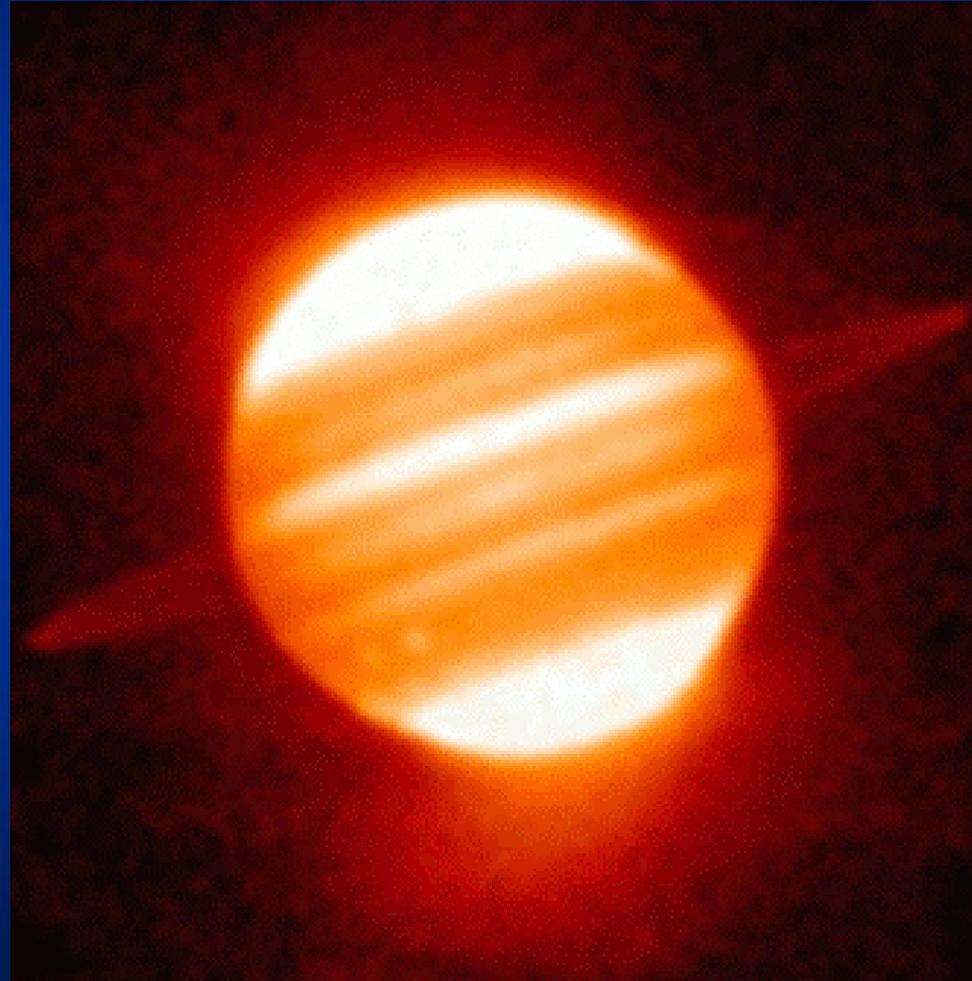
- **Hauptring (Main Ring):** Teilchen von den Monden Adrastea und Metis
- **Gossamer-Ring:** Teilchen von den Monden Thebe und Amalthea, ausgeschlagen durch Meteoriteneinschläge
- **Äußerer Ring (640'000 km Durchmesser) mit eingefangenen Teilchen des interplanetaren Staubs**

1.13 Jupiter

1.13.8 Ringe

1.13.8.3

Beobachtung (erdgebunden)



[Quelle unbekannt]