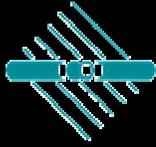


R. Srama



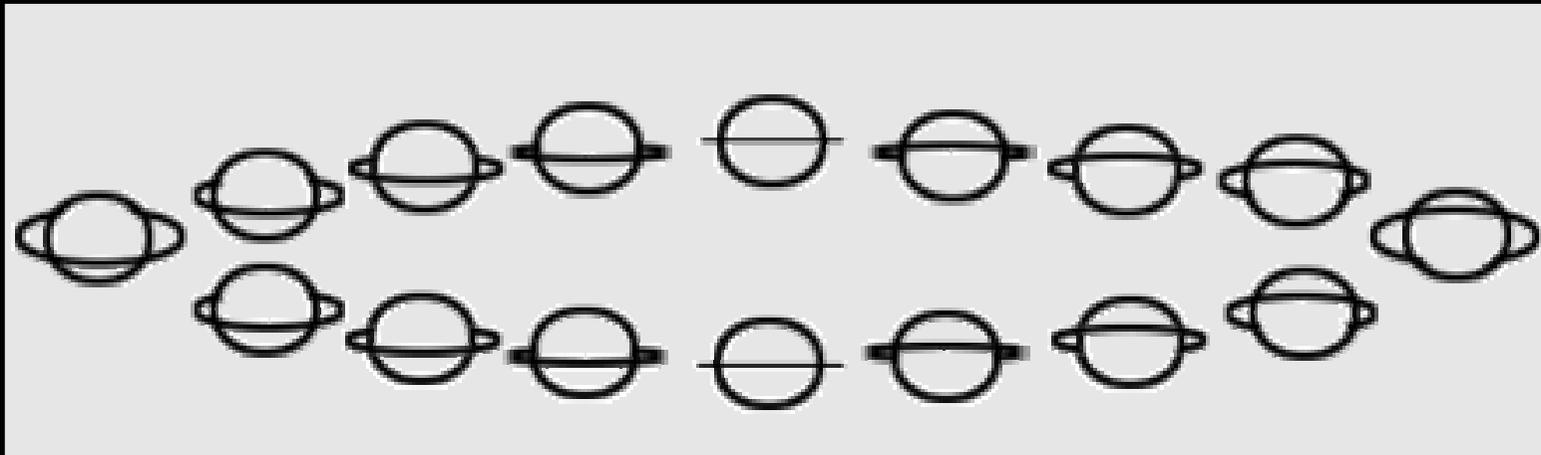
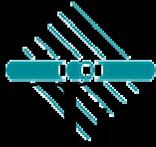


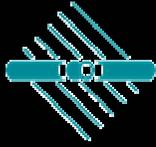
Max-Planck-Institut
für Kernphysik Heidelberg

Saturn : Herr der Ringe

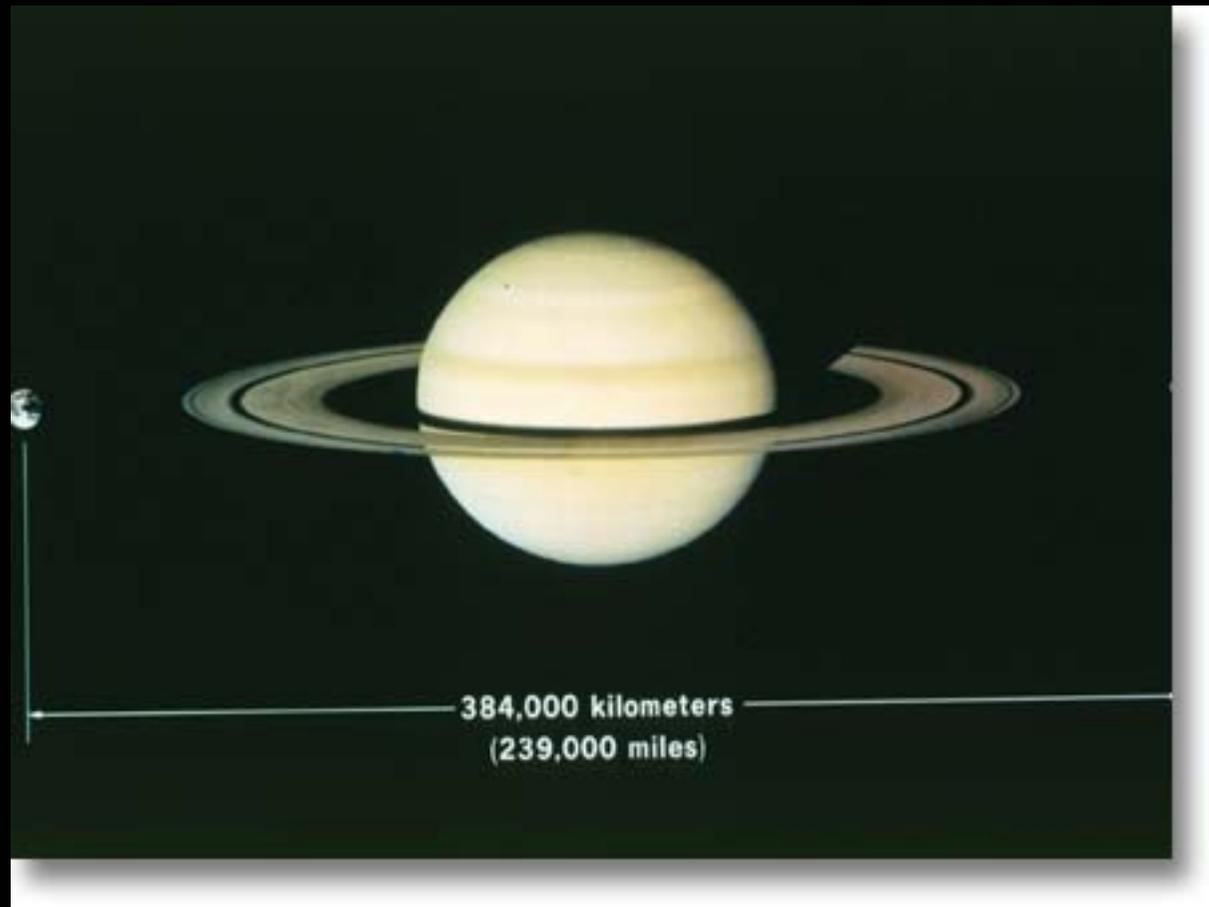


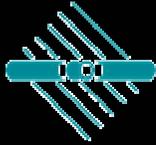
8.5.2004





Saturn : Herr der Ringe





- **Umlaufzeit um die Sonne: 29,5 Jahre**

- **Eigenrotation: 10 Stunden+40 Minuten**

- **95mal** Gut, daß ich schweben kann...

- **760fac**

- **Dichte**

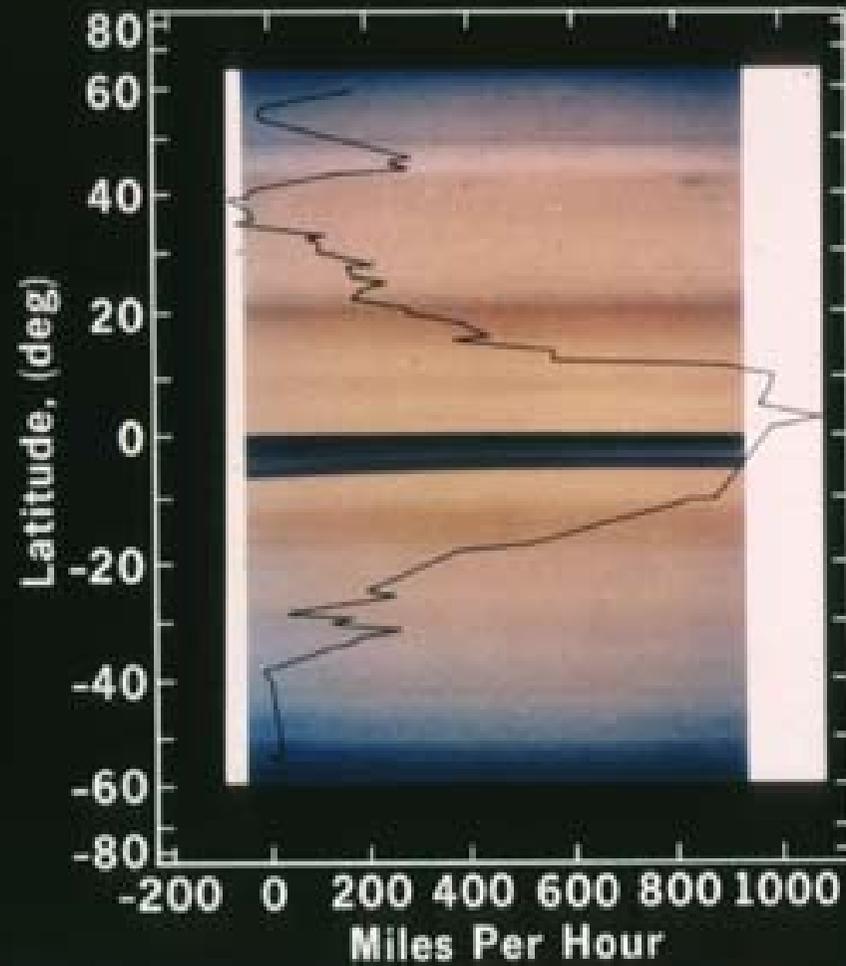
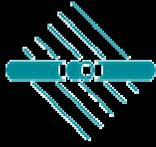
- **stärkste**

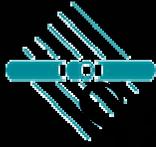


- **Magnetfeld 4×10^{-5} T an den Polen (Erde 5×10^{-5} T)**

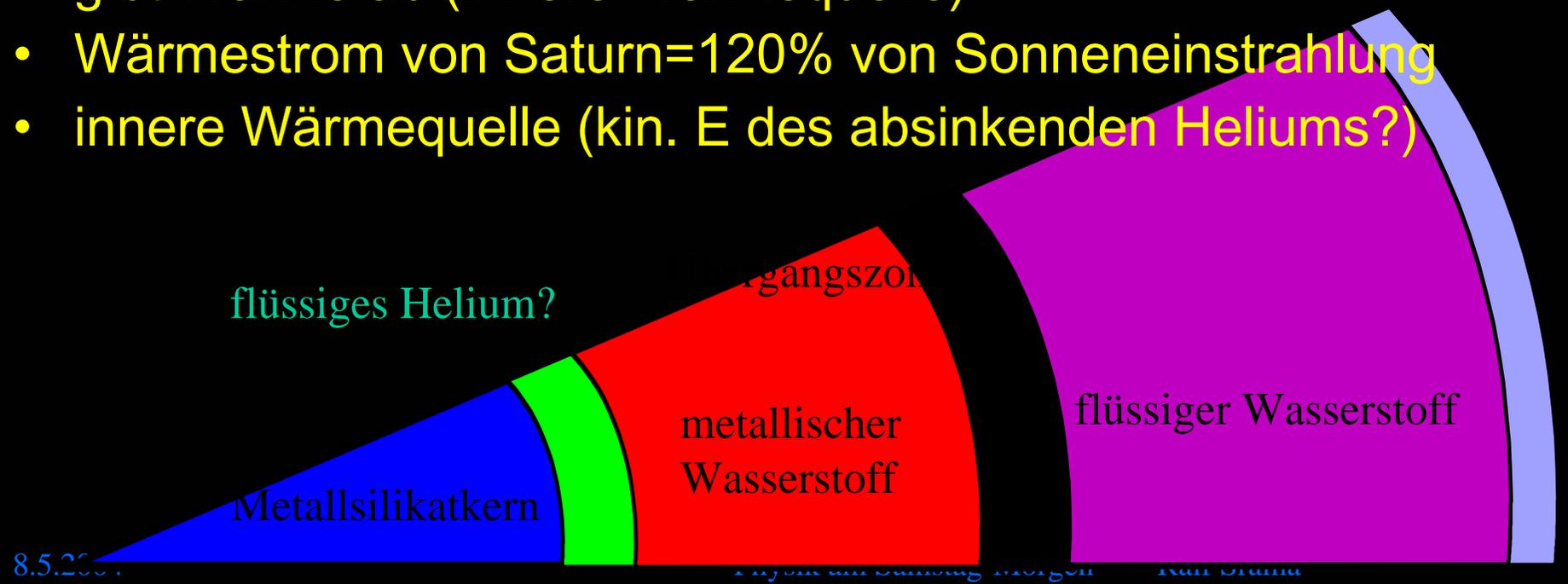
- **Dipolfeldachse = Rotationsachse !**

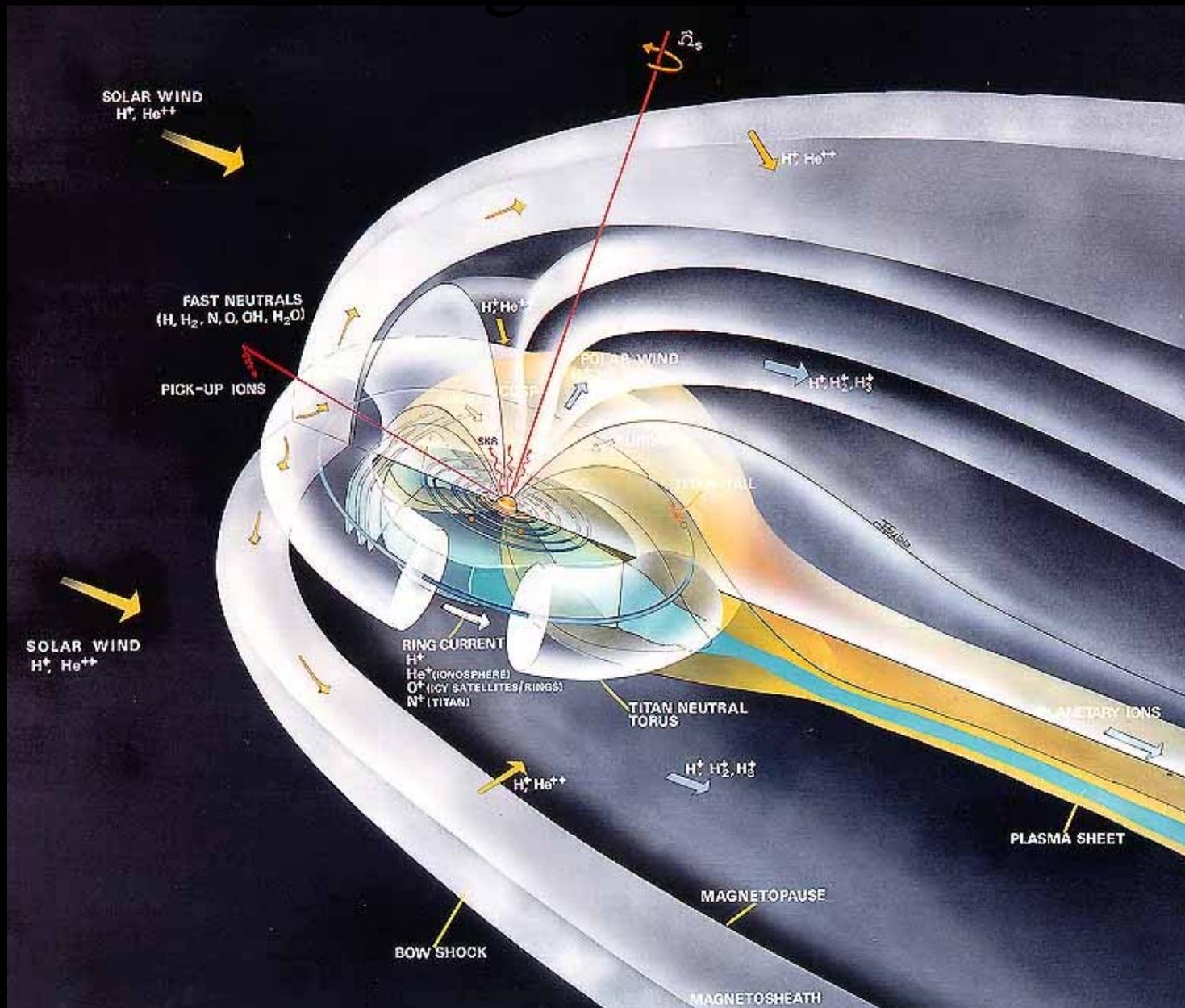
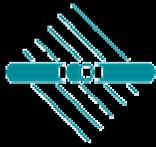
- **Ringebene ist 27° gegen Bahnebene geneigt.**

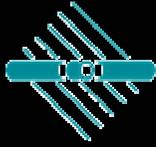




- Atmosphäre: 94% H, 6% He
- Temperatur bei Wolkenobergrenze: 150 K
- Temperatur bei Wolkenuntergrenze: 80 K
- allmählicher Übergang gasförmig zu flüssig
- im Zentrum: 20000 K (Erde 3800 K) und 5×10^{12} P
- gibt Wärme ab (innere Wärmequelle)
- Wärmestrom von Saturn=120% von Sonneneinstrahlung
- innere Wärmequelle (kin. E des absinkenden Heliums?)

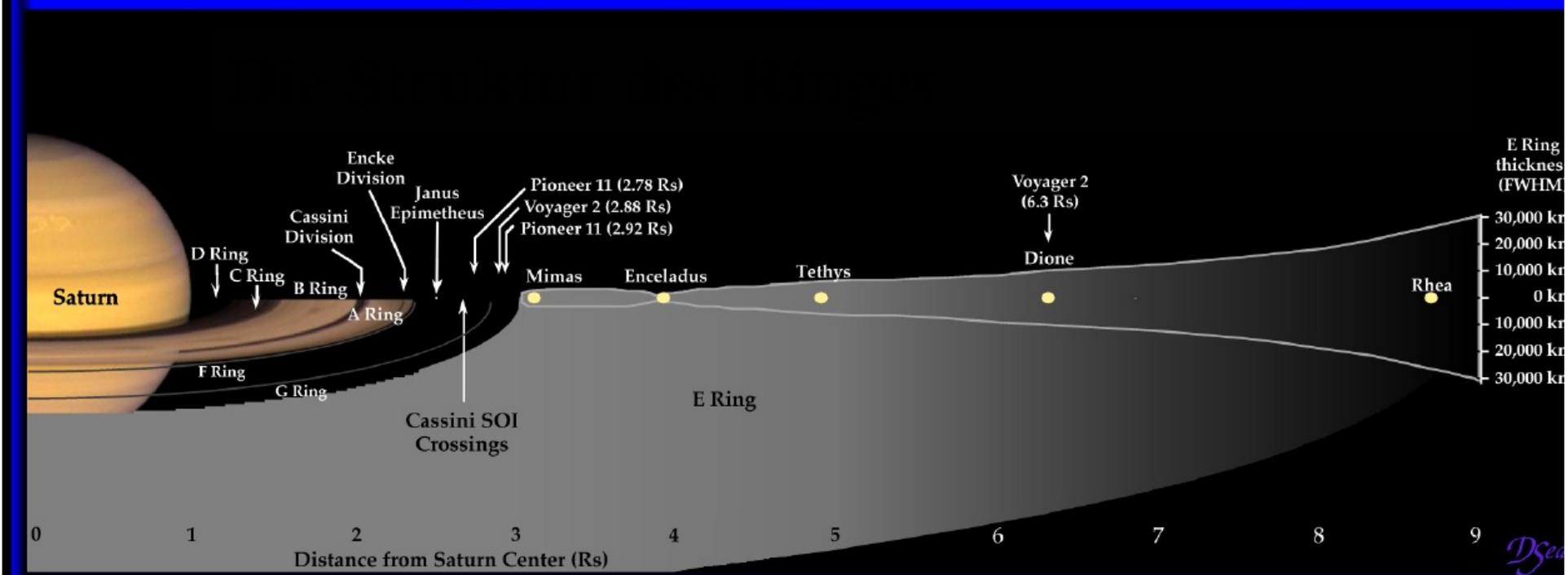
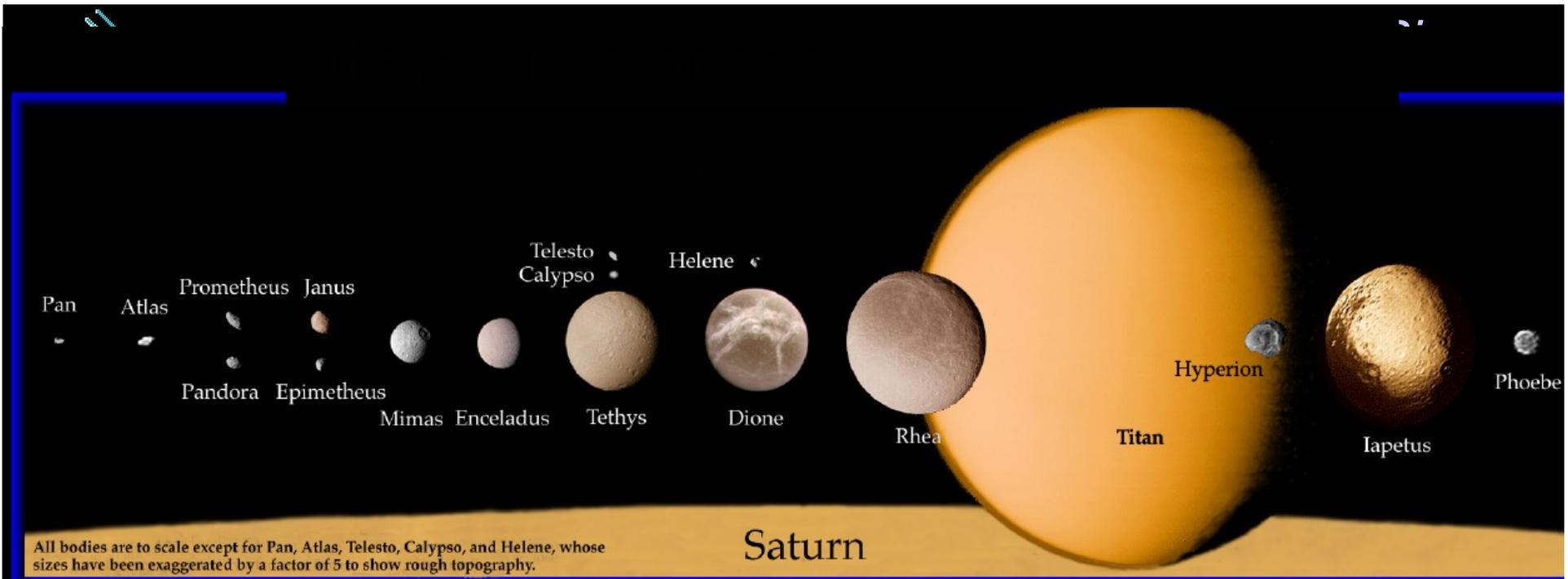




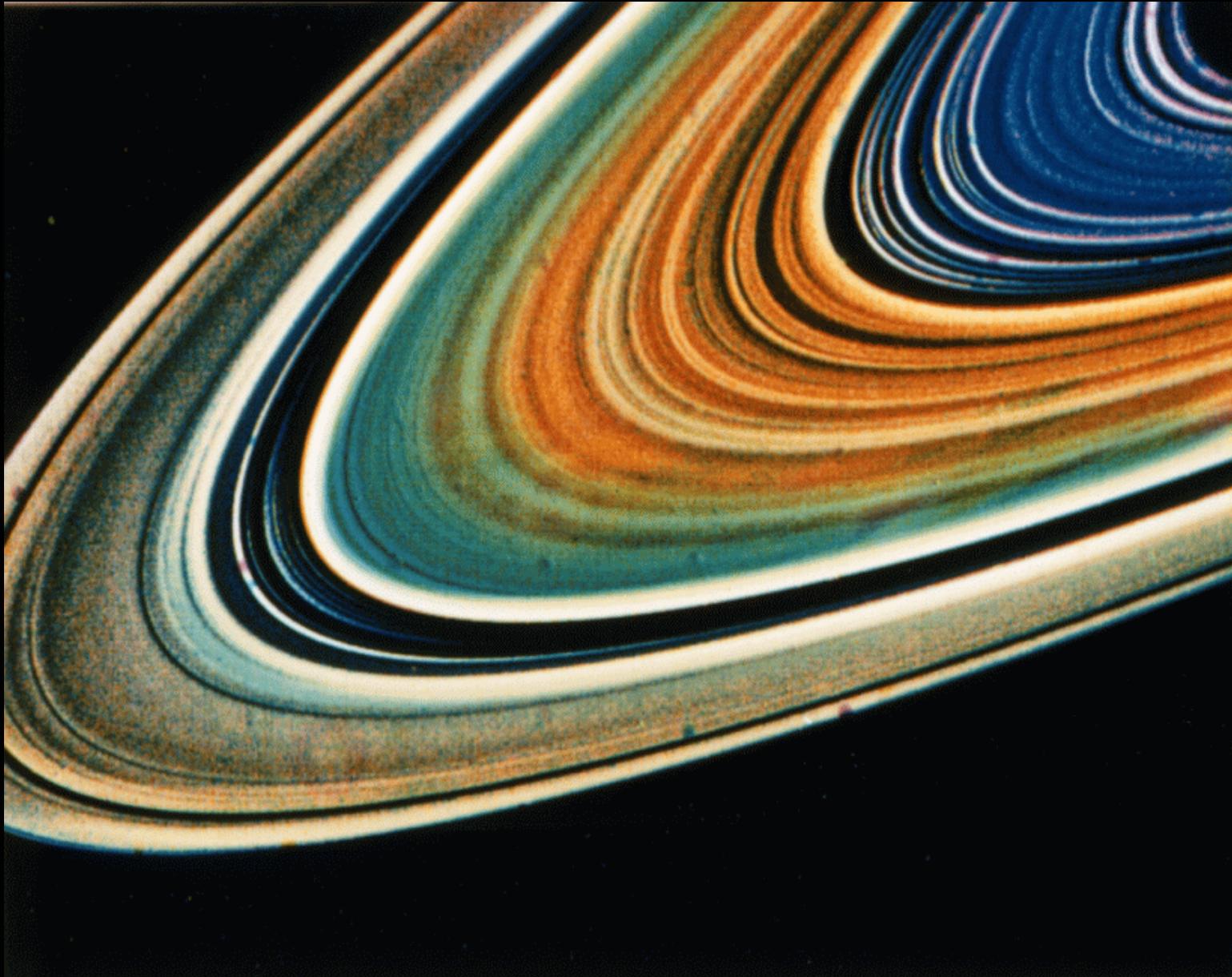
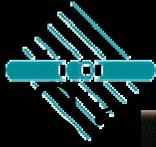


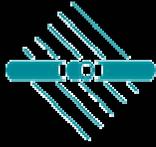
Saturn Aurora

HST • STIS

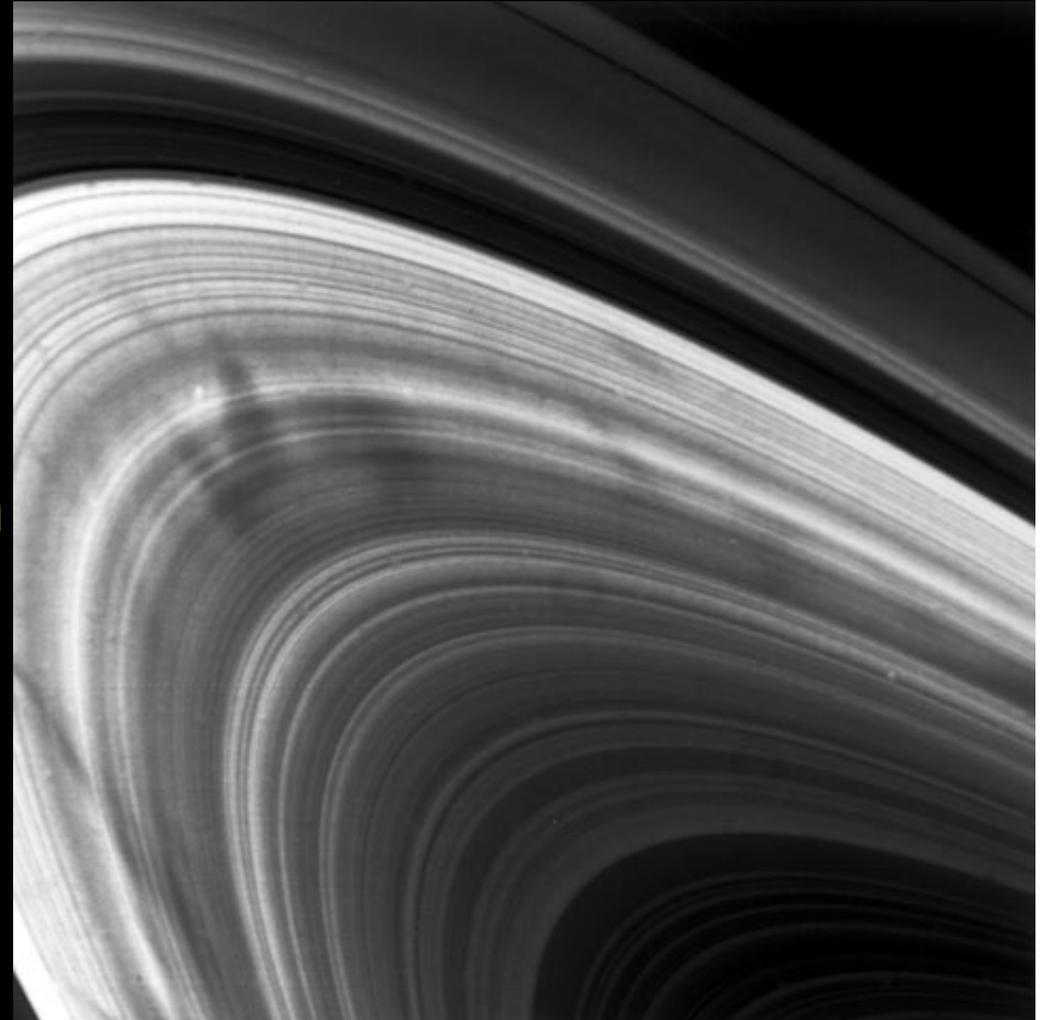


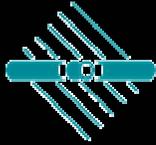
This graphic is available in color if required.





- Die Ringe bestehen aus Partikeln von einigen Mikrometern bis zu Metern.
- Wie sind die Ringe entstanden?
- Welche Strukturen zeigen die Ringe (Speichen und Lücken)?
- Wie sind die Ringe entstanden?
- Auf welchen Bahnen bewegen sich die Ringteilchen?





Autsch!! Das muß
weh getan haben!

Die Monde ..

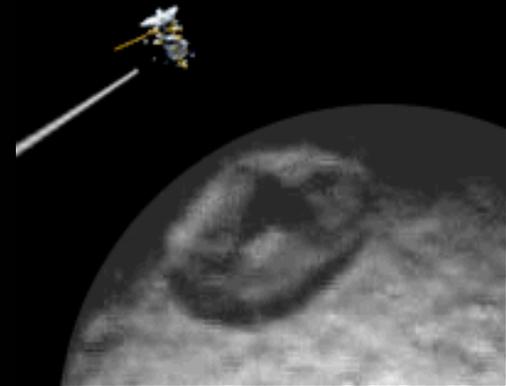
Saturn hat 31+x bekannte Monde !

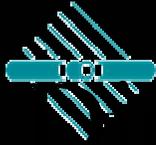
Die Monde sind sehr unterschiedlich:

Iapetus hat eine dunkle und eine helle Seite, wie sind diese entstanden?

Mimas hat einen riesigen Einschlagskrater, der sich über ein Viertel der Oberfläche erstreckt.

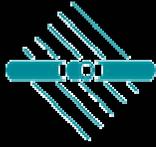
- *Enceladus ist mit Eis bedeckt und die Theorie sagt Eis-Geysiere voraus, die Material hinausschleudern.*

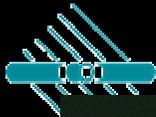




Und das heutige
Wetter auf
Enceladus: Klar
und sonnig, mit
einer Höchst-
temperatur von
-201° C !!

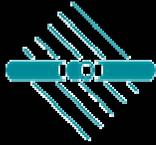
Die Oberfläche von Enceladus (künstl. Darstellung)



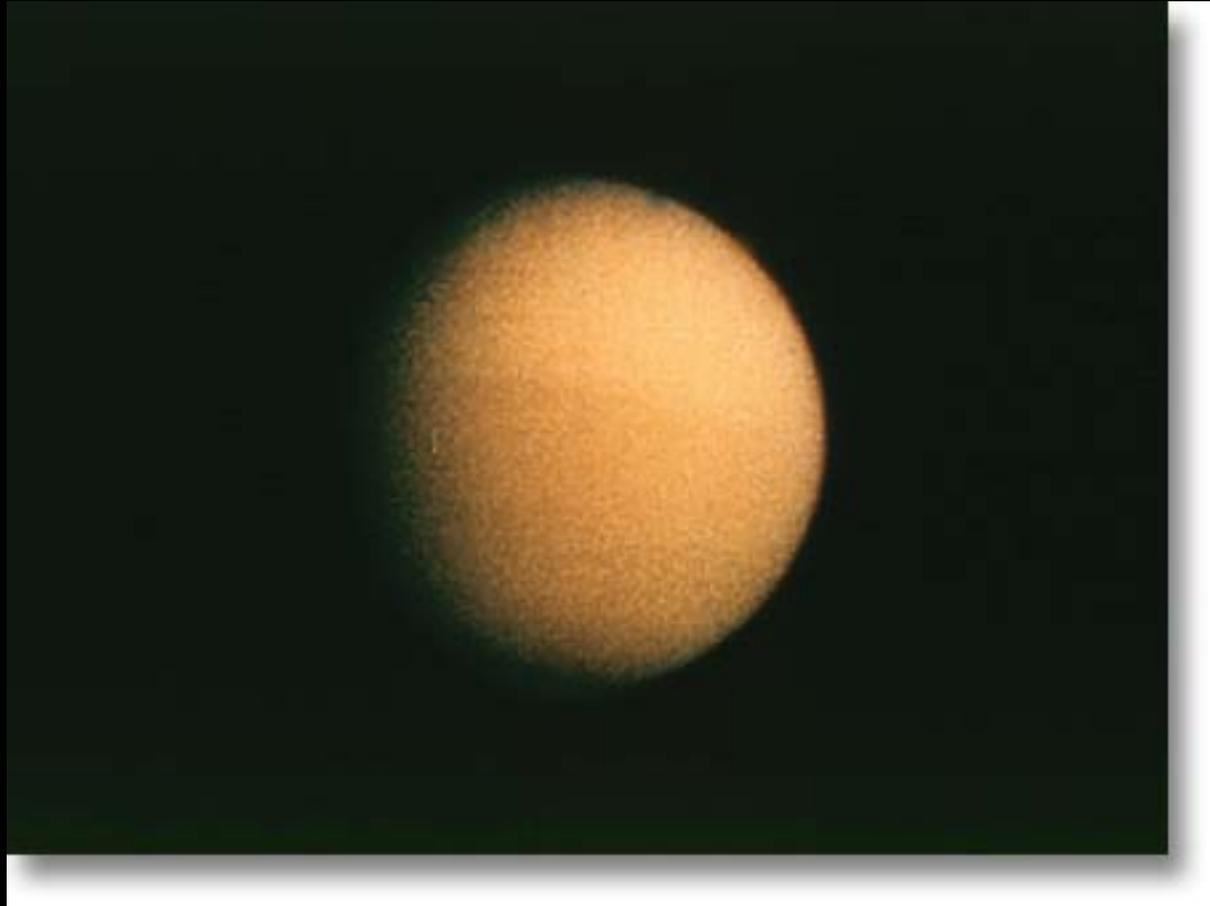
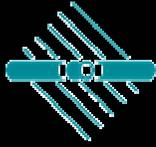


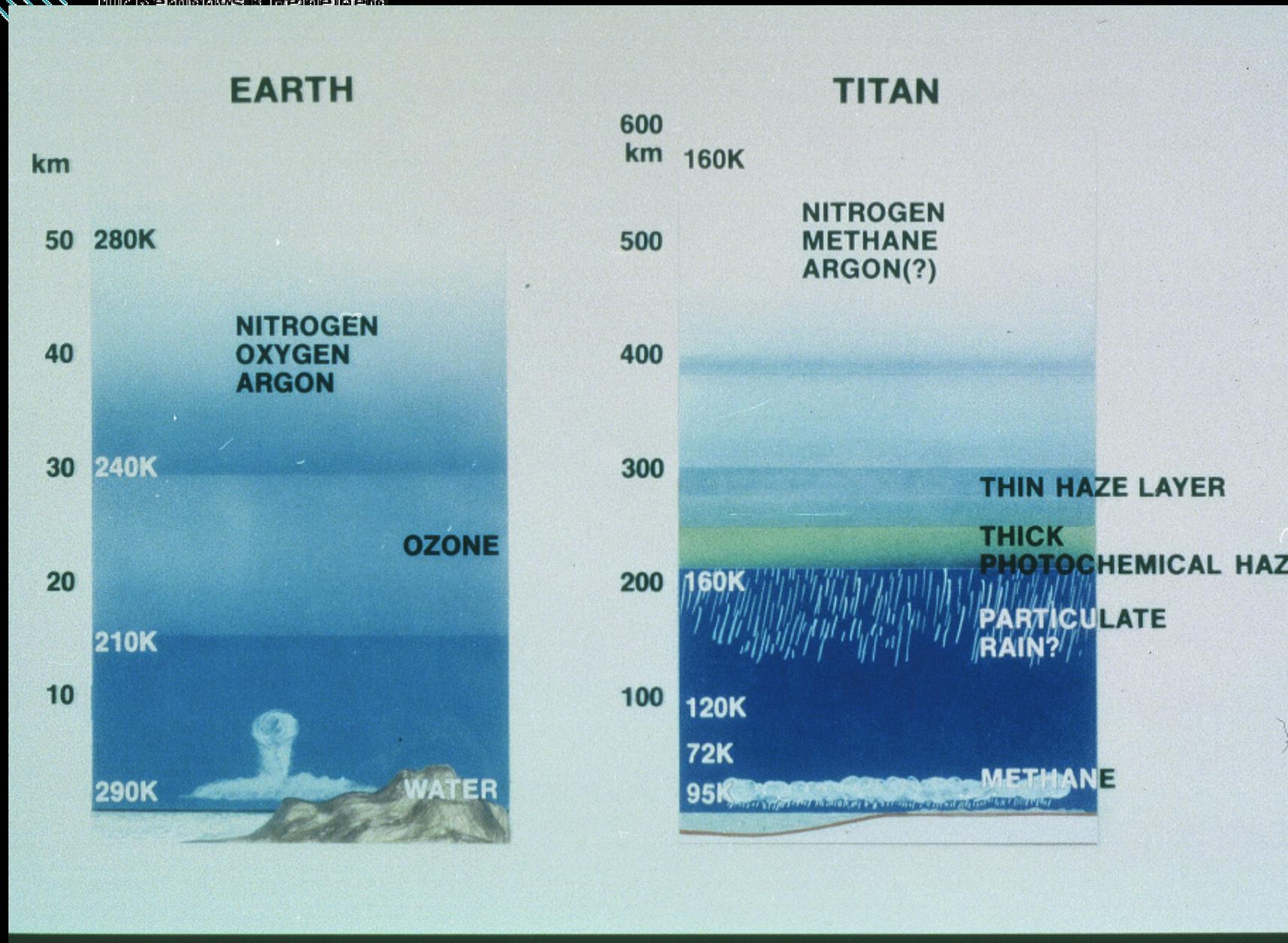
Saturn : Herr der Ringe

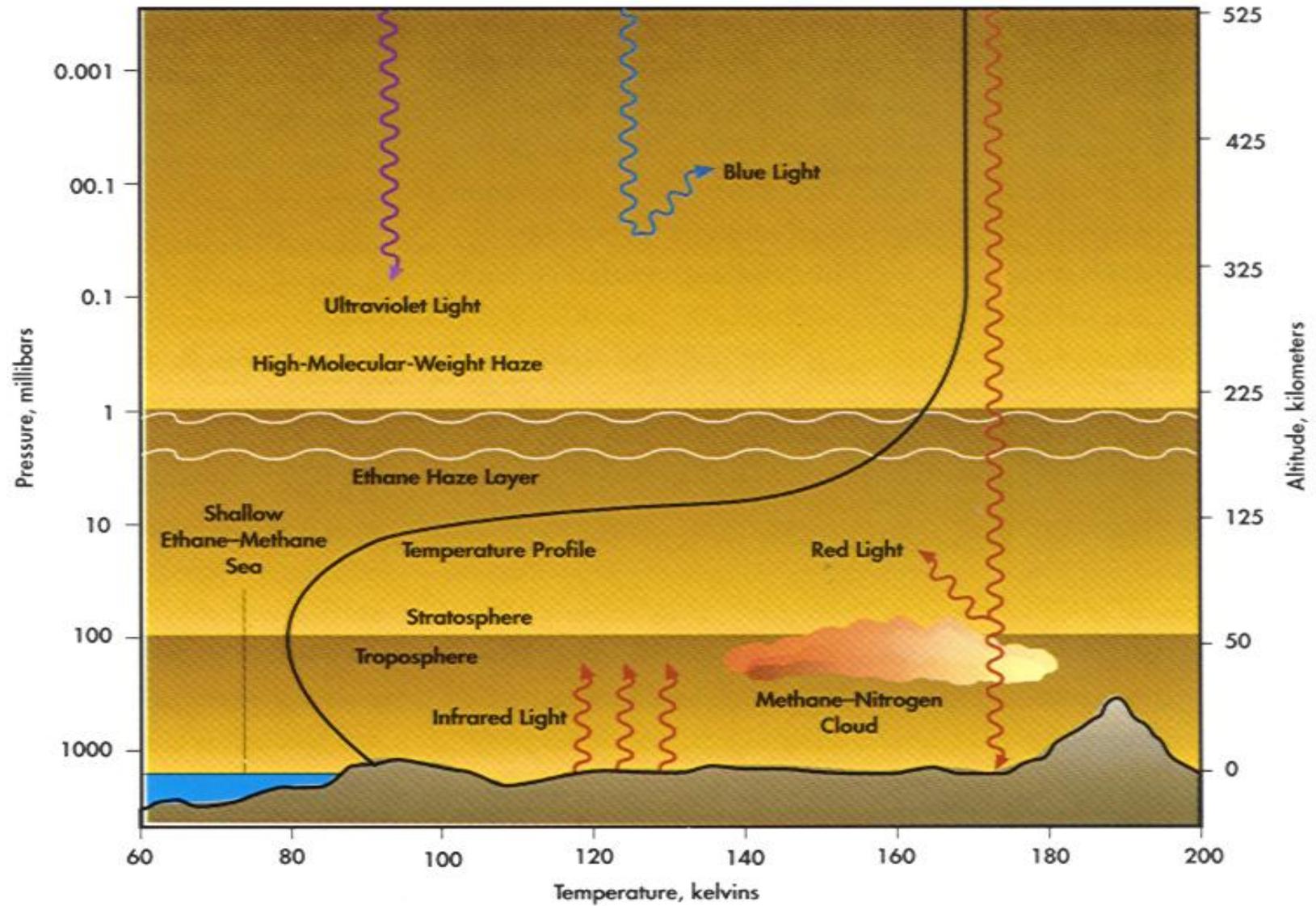
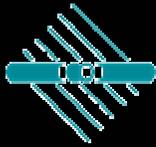


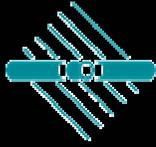


- *Pandora und Prometheus halten die Ringe in ihrer Form (wie Hirten die Schafe zusammenhalten).*
- *Dione und Tethys haben eigene, kleine Begleitmonde.*
- *Janus und Epimetheus wechseln den Orbit wenn sie nahe zusammen kommen.*
- *Phoebe hat eine entgegengesetzte Umlaufbahn (mit dem Uhrzeigersinn): war Phoebe ein Asteroid und wurde er von Saturn eingefangen?*



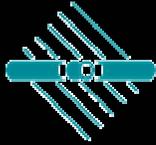






Max-Planck-Institut
für Kernphysik Heidelberg

Saturn : Herr der Ringe



Cassini/Huygens Experimente I

Die große Übertragungsantenne

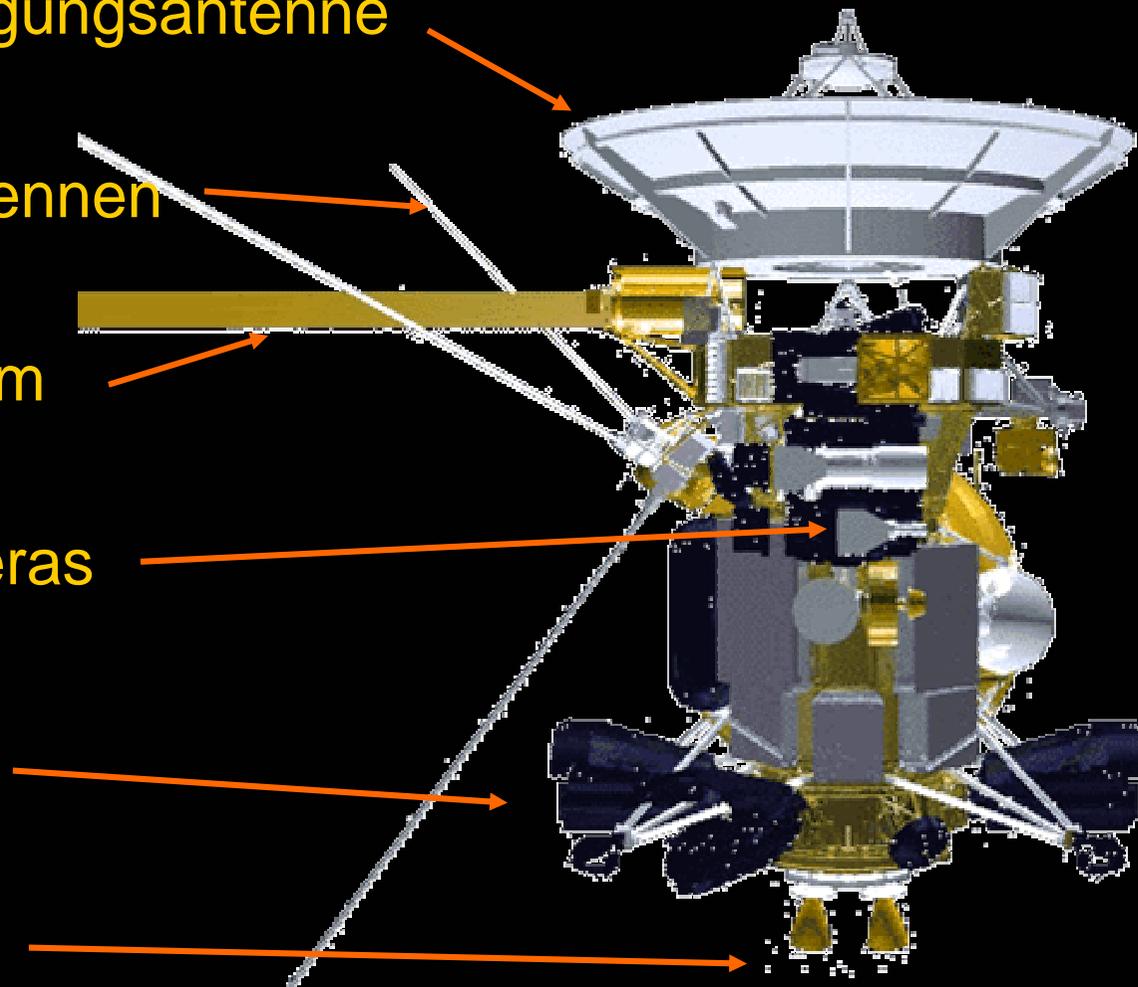
Plasmawellen-Antennen

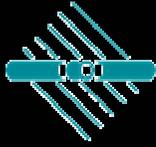
Magnetometerbaum

Plattform für Kameras

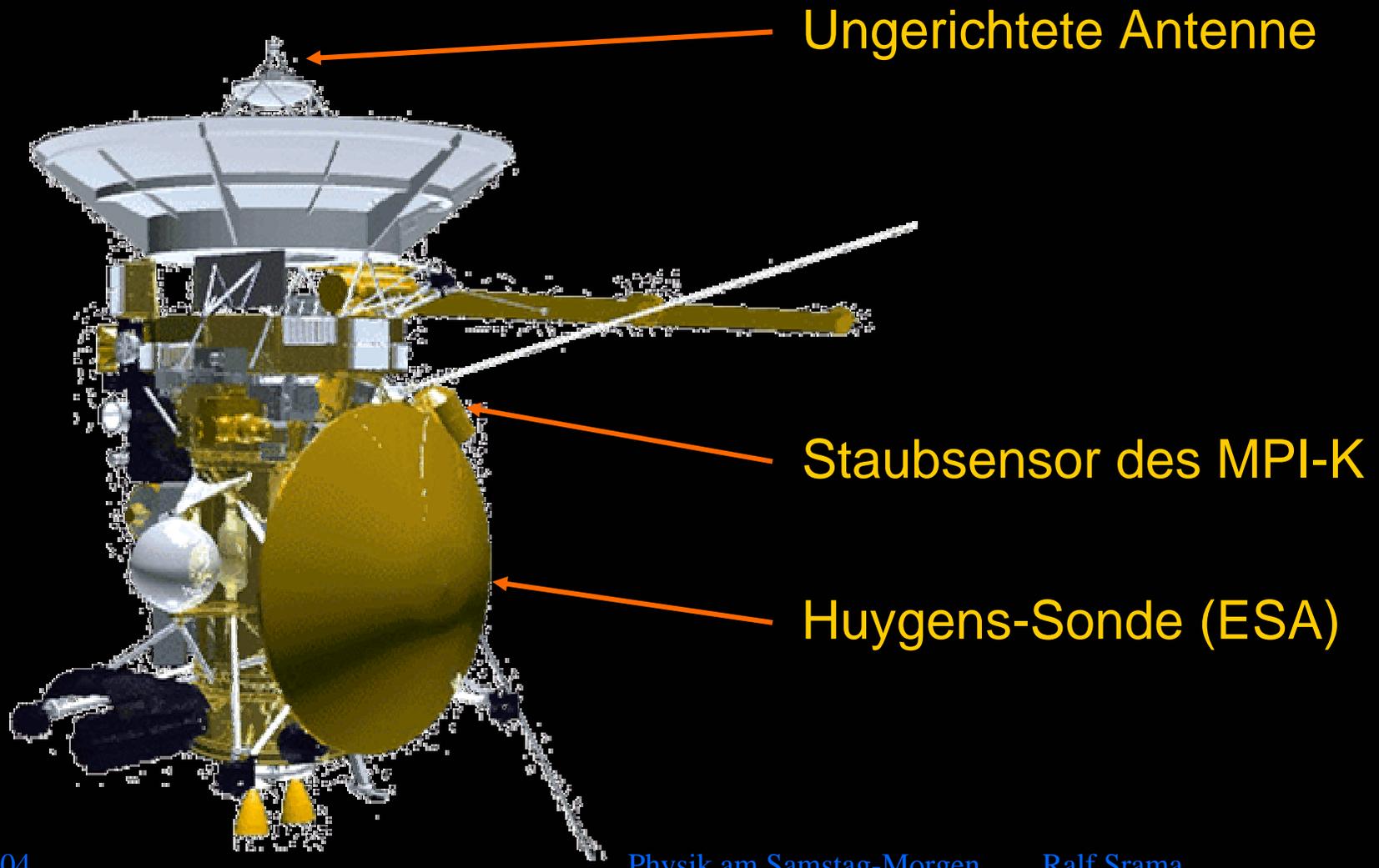
Stromgenerator

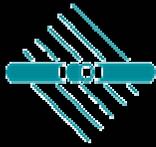
Haupttriebwerk



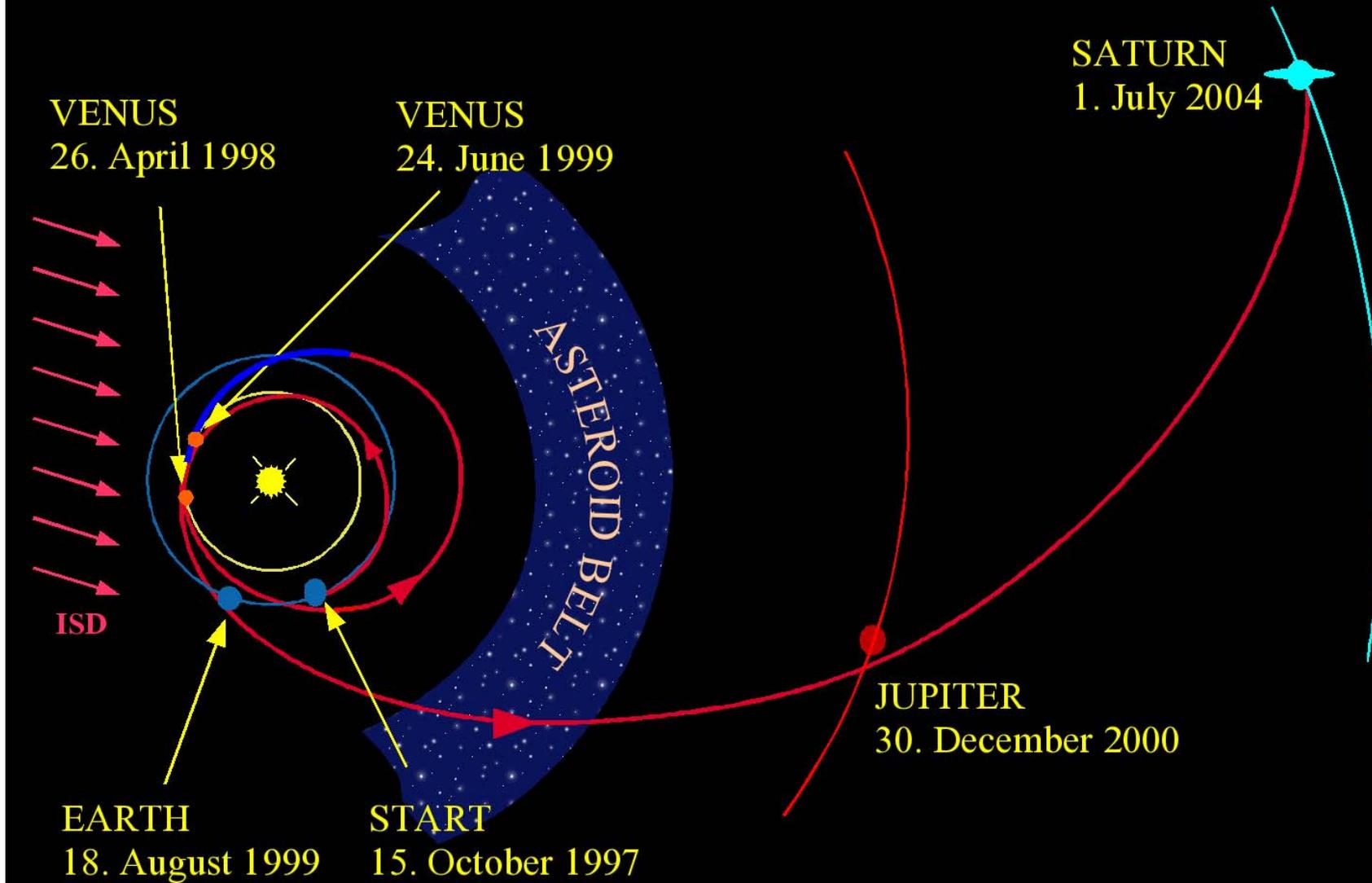


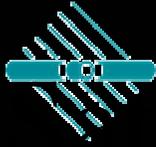
Cassini/Huygens Experimente II





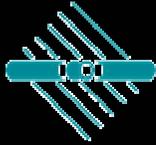
Saturn : Herr der Ringe



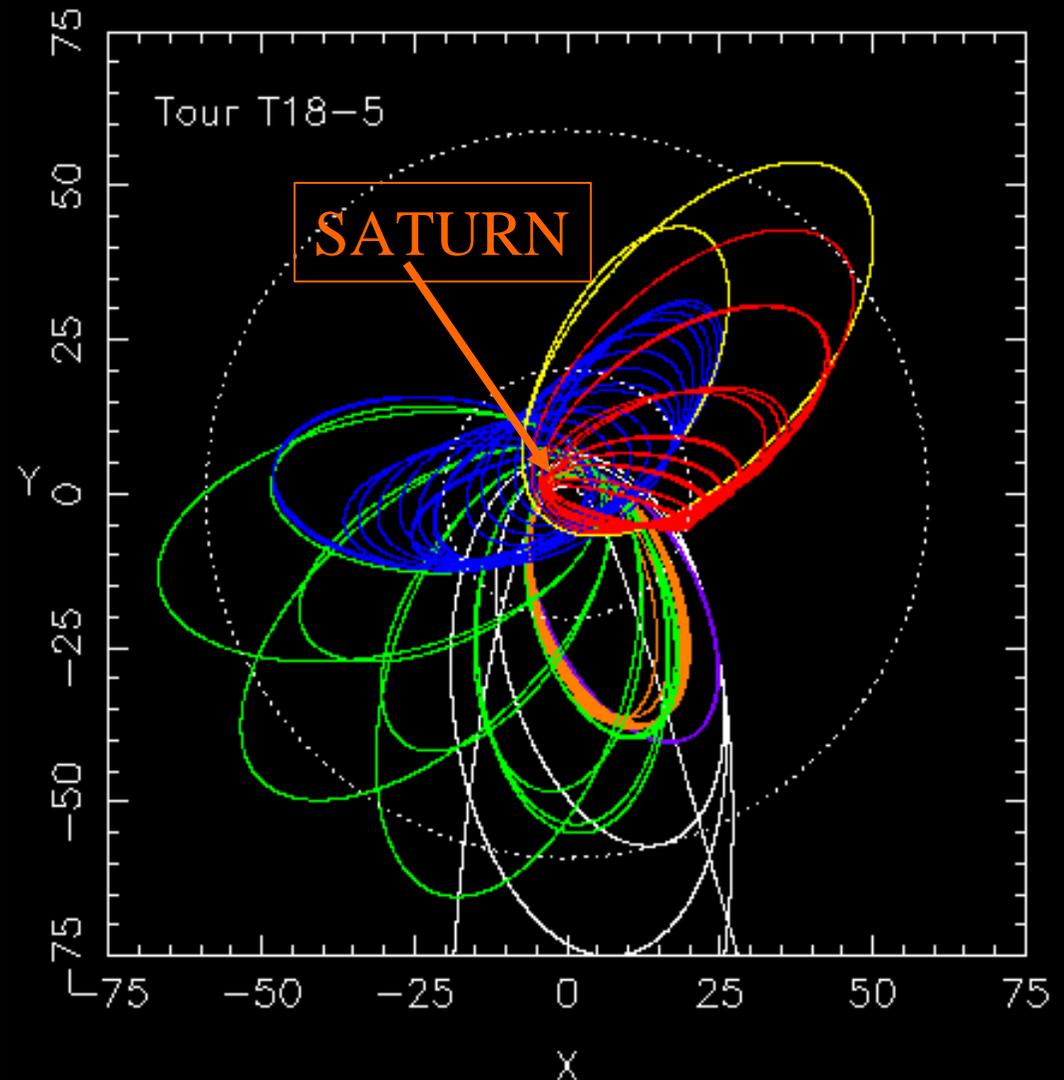


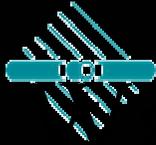
Saturn : Herr der Ringe



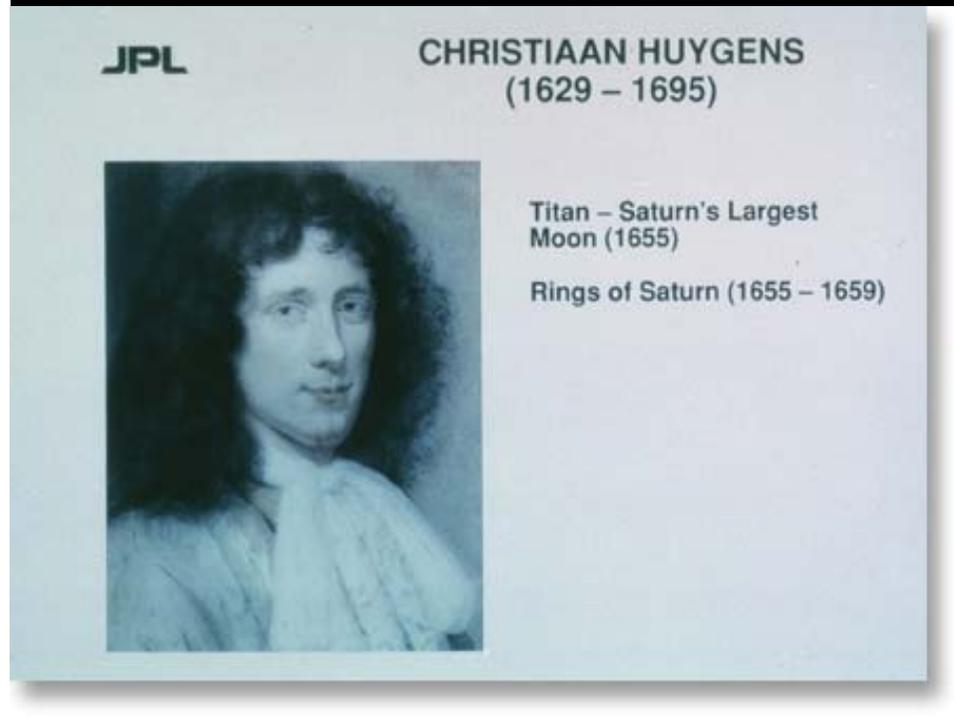
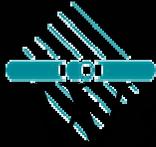


- Cassini fliegt innerhalb von 4 Jahren 78 mal um den Saturn herum.
- Cassini sammelt dabei Daten über die Monde, die Ringe, die Magnetosphäre und Saturn selbst.

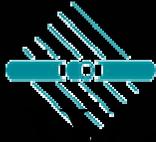




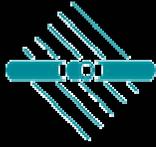
- Giovanni Cassini war ein französischer Astronom und Mathematiker (*1625, †1712). Er entdeckte vier Saturnmonde und die Teilung (Lücke) des Saturnrings (Cassini-Teilung).



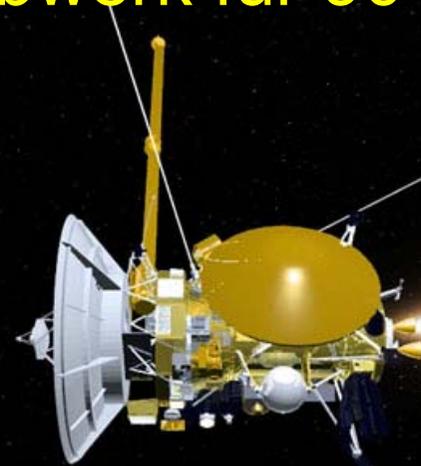
- Der niederländische Mathematiker und Physiker Christiaan Huygens (*1629, †1695) entdeckte als erster den Saturnring und den größten Mond von Saturn, den Titan.

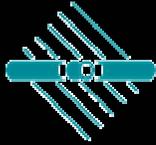


- *Die Stürme auf Saturn sind 4mal so stark, wie auf Jupiter – Wie beginnen diese Stürme?*
- *Warum gibt Saturn mehr Hitze ab, als er von der Sonne aufnimmt?*
- *Wie ist sein Ringsystem entstanden?*
- *Welche Rolle spielen die Monde von Saturn? Wie sieht es auf dem großen Mond Titan aus?*
- *Wie sieht das Magnetfeld von Saturn aus? Warum würde ein Kompaß genau zum Pol zeigen?*



- Cassini nähert sich dem Saturn im Jahre 2004
- Cassini fliegt durch eine Lücke im Ring
- Cassini zündet das Triebwerk für 90 Minuten um abzubremsen



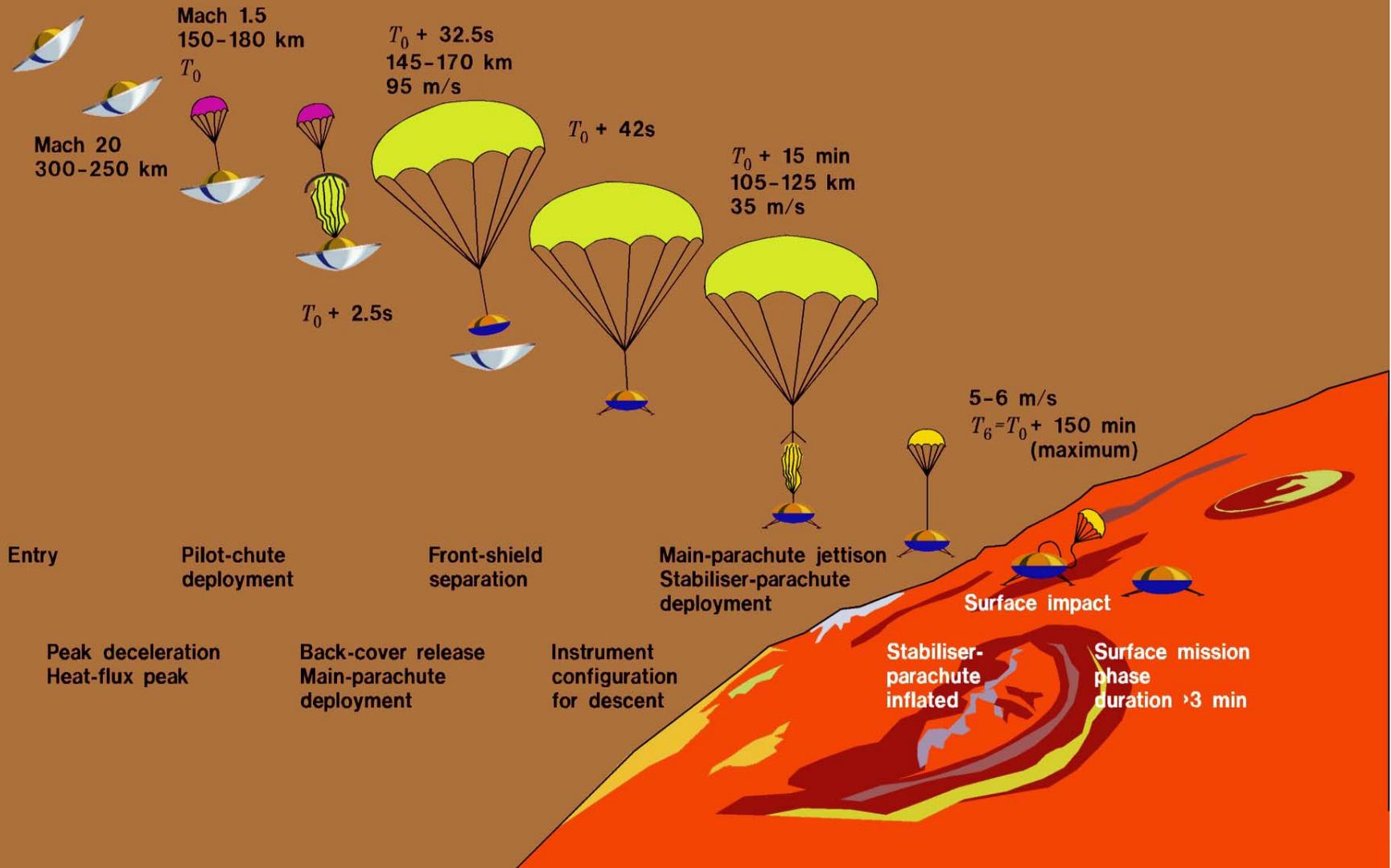


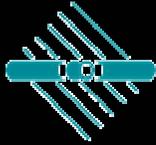
- Der Titan besitzt eine dichte Atmosphäre aus Stickstoff und Methangas
- Huygens mißt die Eigenschaften der Atmosphäre und der Oberfläche.
- Gibt es auf der Oberfläche Seen aus flüssigem Ethan und Ammoniak? Gibt es eine feste Oberfläche?
- Titan besitzt Kohlenwasserstoffe in der Atmosphäre: Die Bausteine des Lebens.



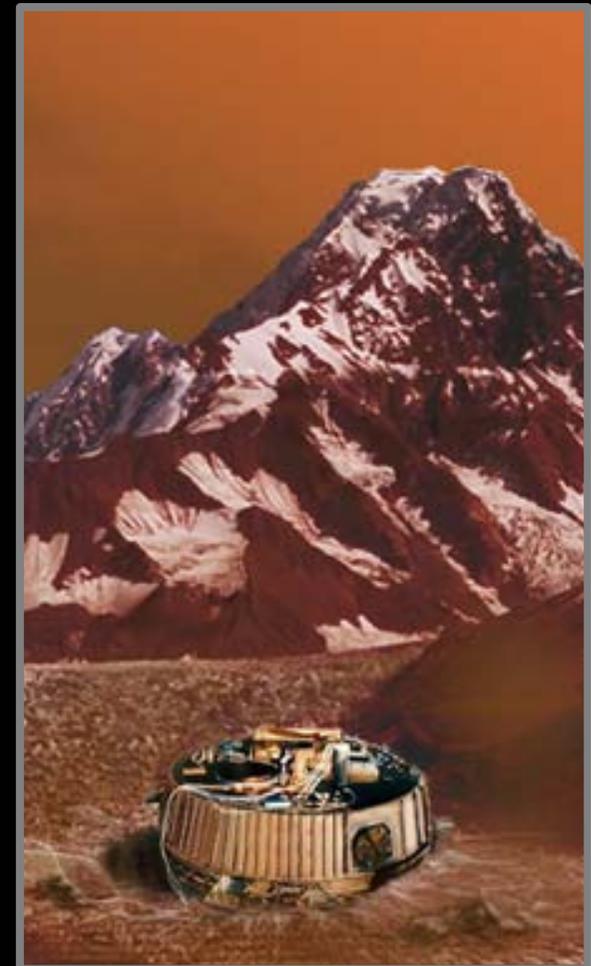
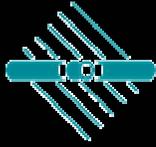
Huygens-Sonde Abwurf

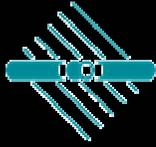
1270 km
above surface





Trennung vom Orbiter :	25. Dez. 2004
Titan Atmosphäreneintritt :	14. Jan. 2005, 9:00 UTC
Eintrittswinkel :	65° +/- 3°
Eintrittsgeschwindigkeit :	6.1 km/s
Peak Abbremsung :	10-19 g's
Peak Hitzebelastung :	500-1500 kW/m ²
Fallschirm Entfaltung :	180-140 km
Abstiegszeit :	2h 30m +/- 15 min

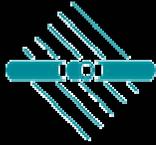




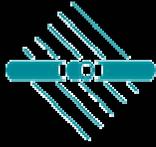
JPL **CASSINI RADAR**

CAPABILITY
SURFACE IMAGING
ALTIMETER
RADIOMETER
SCATTEROMETER

TARGETS
TITAN
ICY SATELLITES
SATURN



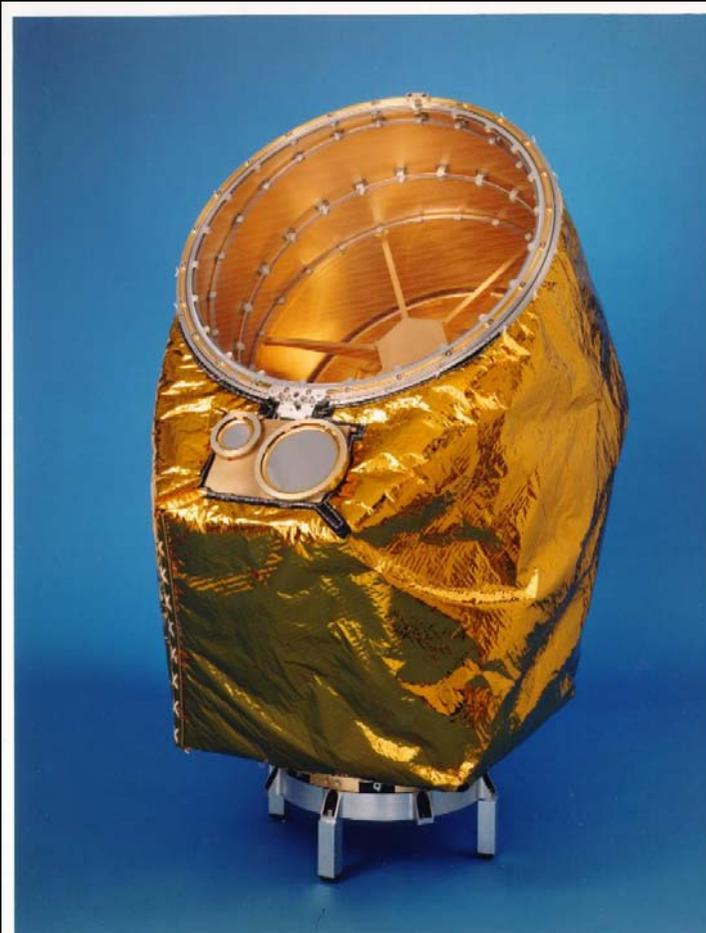
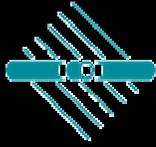
- Das Institut entwickelte und baute den Staubdetektor für die Cassini-Huygens-Mission.
- Das Institut führt den Missionsbetrieb aus:
 - Wissenschaftliche Planung
 - Instrumentüberwachung
 - Instrumentkommandierung
 - Datenauswertung und Datenanalyse



Max-Planck-Institut
für Kernphysik Heidelberg

Saturn : Herr der Ringe





sensitive area: 0.1 m²

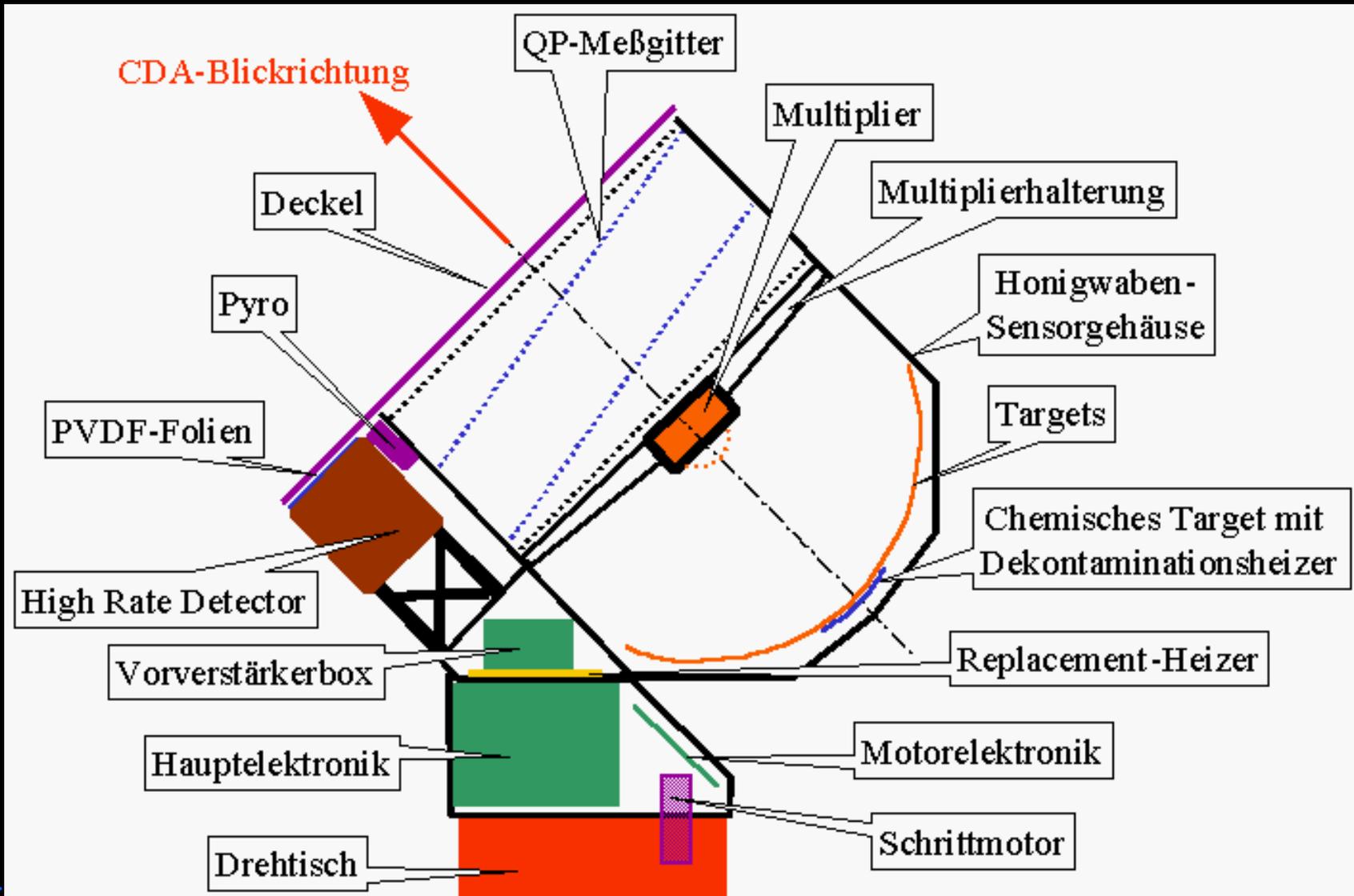
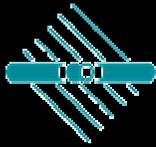
speed: 1-100 km s⁻¹

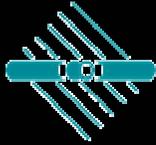
mass: 10⁻¹⁵-10⁻⁹ g (@20 km s⁻¹)

charge: 10⁻¹⁵ - 10⁻¹³ C

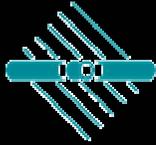
mass resolution: 20-50

counting rate: 1/week-10000/s

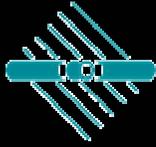




- Ein Mikrometer großes Staubteilchen schlägt auf der Fläche mit einer Geschwindigkeit von einigen km/s (!) ein.
- Beim Einschlag entsteht eine elektrische Ladungswolke.
- Die Ladungen werden getrennt und mit Verstärkern gemessen.
- Aus den Signalen bestimmt man die Geschwindigkeit, Masse, Ladung und Zusammensetzung des Staubteilchens.

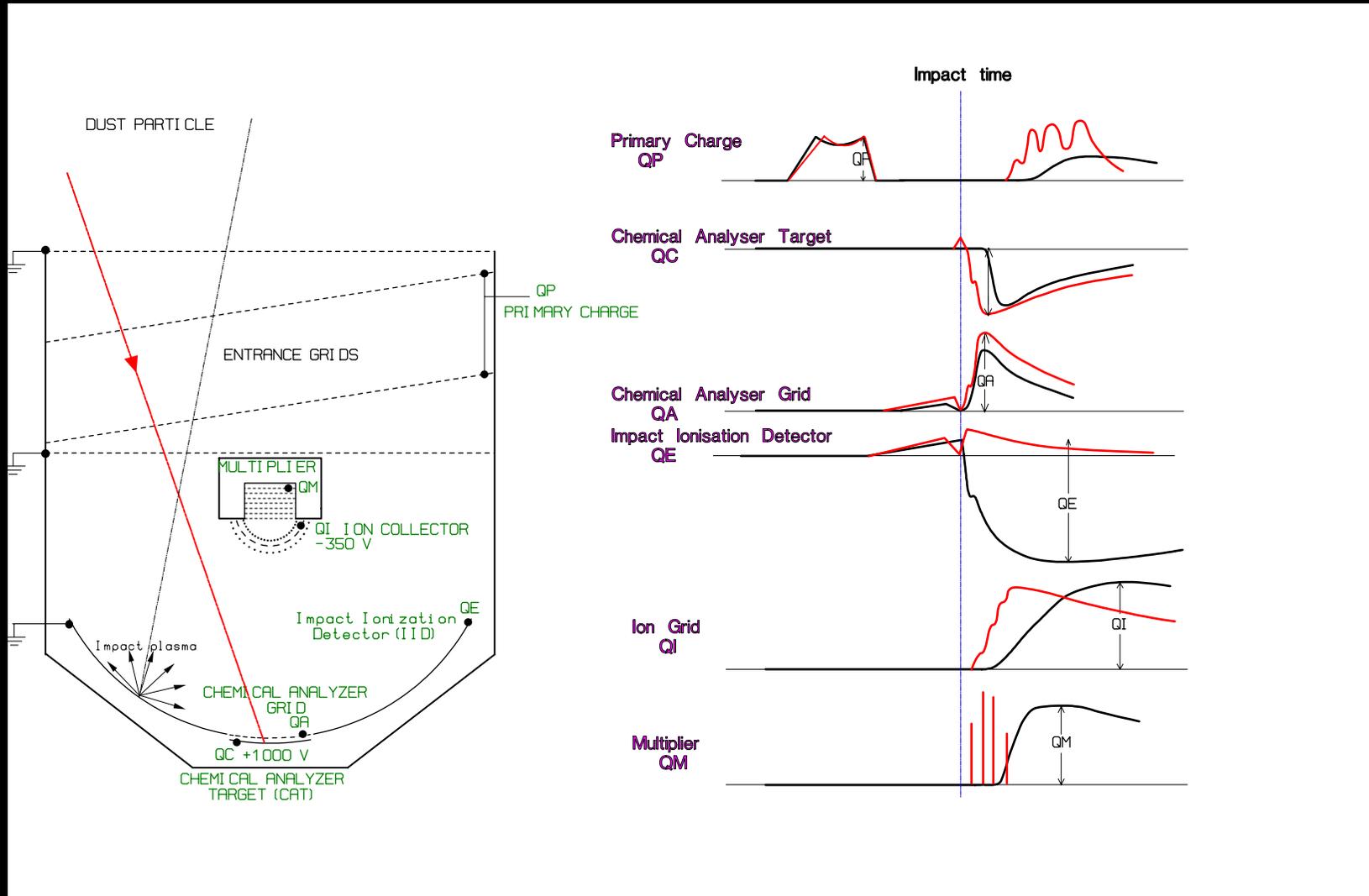
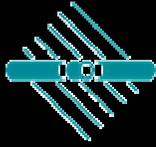


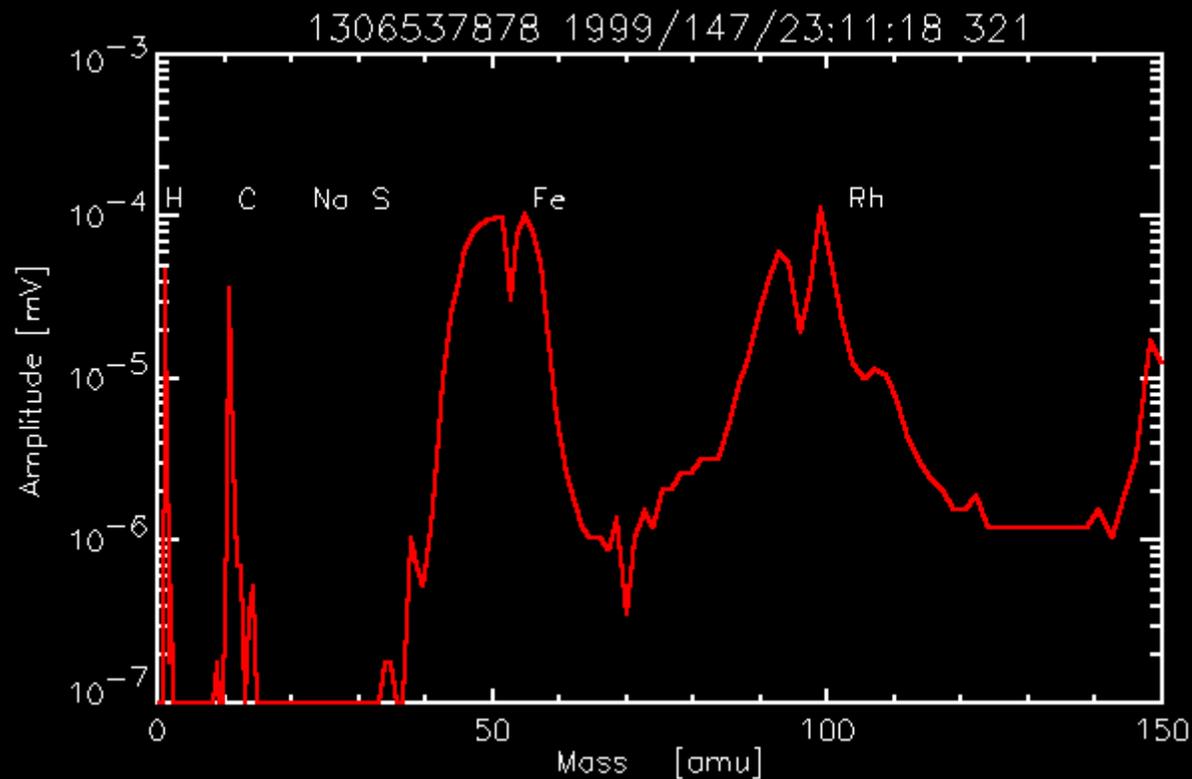
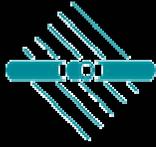
mass	17.1 (13) kg
power	11.7 (7.2) W
data rate	500 bps (100 bps)
radiation hardness	100 krad
field-of-view	+/- 45°
sensitive area	0.1 m ²
dimensions sensor	0.45x0.45x0.31 m ³
dimensions preamplifier box	0.12x0.12x0.06 m ³
dimensions main electronics box	0.18x0.14x0.27 m ³
temperature range (operating)	
main electronics	-15...+40°C
sensor target	-50...+40°C
Power interface	30 VDC
Bus interface	



Max-Planck-Institut
für Kernphysik Heidelberg

Saturn : Herr der Ringe





no Mg or Si?

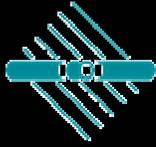
Rich in Fe

Rh from target

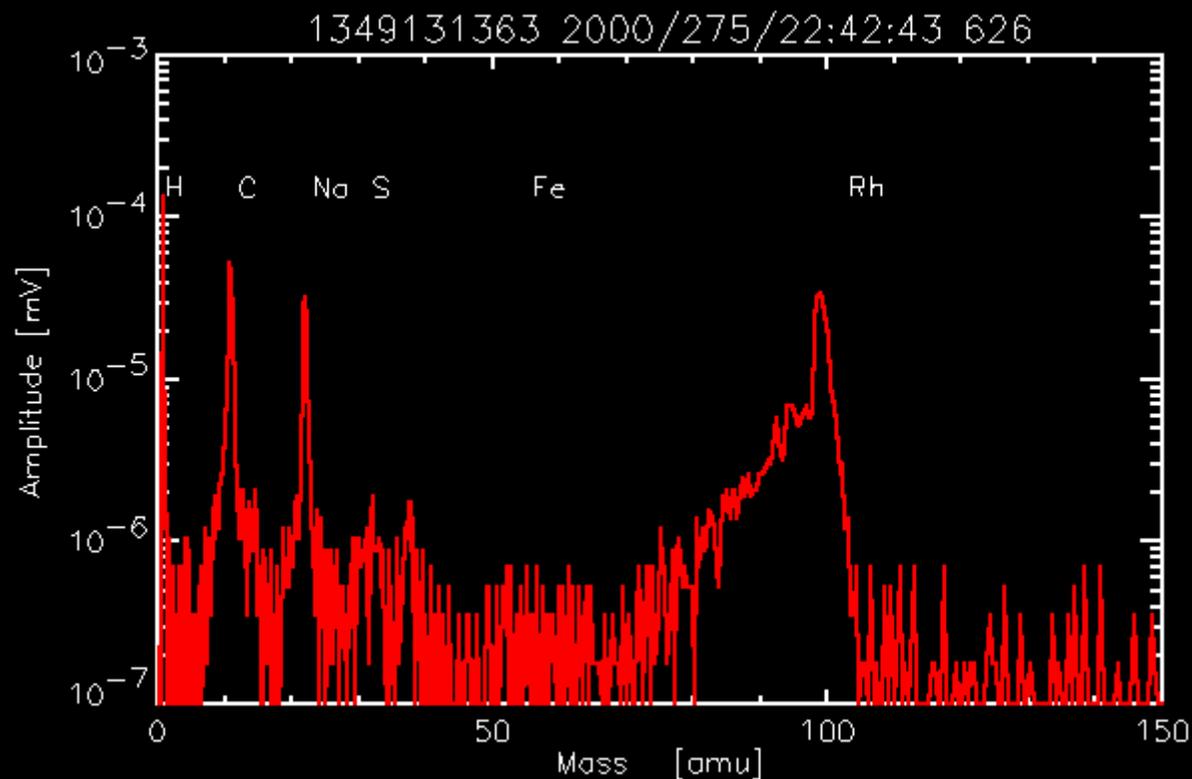
H,C from target?

$m \sim 2 \cdot 10^{-17} \text{g}$

$v \sim 20 \text{ km s}^{-1}$



A Jupiter dust stream particle ($v \sim 400$ km/s, $R \sim 6$ nm)



(Poor) in S and O

Na could be from
projectile

Rh, H and C from
target