

Zusammenfassung

Cassini-Huygens ist eine der anspruchsvollsten Missionen, die je ins Weltall gestartet wurden. Ausgestattet mit leistungsfähigen Instrumenten und Kameras ist das Raumfahrzeug befähigt, präzise Messungen und detaillierte Aufnahmen des Ringplaneten Saturn und seiner Monde bei unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen und in verschiedenen Wellenlängenbereichen durchzuführen.

Das Raumfahrzeug besteht aus zwei Komponenten: dem **Cassini-Orbiter** und der **Huygens-Sonde**. Die Messungen mit **Cassini** begannen mit der Umkreisung des Saturn am 1. Juli 2004 beginnen. Der Orbiter wird vier Jahre lang den großen Gasplaneten, seine Ringe und Monde erforschen, mit dem Ziel, wissenschaftliche Daten zur Erde zu schicken, die Aufschluss über das Aussehen, die Struktur und Evolution des Saturnsystems geben sollen. Am 25. Dezember 2004 wird die **Huygens-Sonde** abgetrennt. Diese wird in die düstere Atmosphäre des Titan, Saturns größten Mondes, eintauchen und auf dem mysteriösen Mond landen. Die **Huygens-Sonde** wird die gesammelten Daten zum **Cassini-Orbiter** schicken, der diese danach zur Erde senden wird.

Die sieben Jahre lange Reise zum Ringplaneten Saturn begann in Cape Canaveral am 15. Oktober 1997 mit dem Start der Trägerrakete **Titan IVB Centaur**, die **Cassini-Huygens** an Bord trug. **Cassini-Huygens** ist ein drei-Achsen-stabilisiertes Raumfahrzeug, das 18 verschiedene wissenschaftliche Experimente durchführen soll. Der **Cassini-Orbiter** trägt davon zwölf Instrumente und die **Huygens-Sonde** sechs. Die Instrumente verfügen oft über mehrere Funktionen, damit möglichst viele Aspekte des Saturnsystems abgedeckt werden. Der **Cassini-Orbiter** ist durch eine High-gain Antenne und zwei Low-gain Antennen mit der Erde in Kontakt. Die Energieversorgung wird bei **Cassini** mit seinen Instrumenten mit Hilfe dreier Radio-



isotop-Thermoelektrik-Generatoren (RTGs) gewährleistet, die bei Missionen benutzt werden, wenn die Versorgung durch Solarenergie nicht ausreicht.

Wegen der Größe der Raumfahrzeugs und der weiten Entfernung zum Zielobjekt musste als Trägerrakete eine **Titan IVB Centaur** gewählt werden. Doch sogar mit dieser kraftvollen Rakete konnte nicht genug Energie aufgebracht werden, um das Raumfahrzeug auf den direkten Weg zum Saturn zu schicken. So wurde für die Mission eine Flugbahn gewählt, die die Anziehungskraft der Venus, der Erde und des Jupiters nutzt, um **Cassini-Huygens** zu beschleunigen. Ab dem 1. Juli 2004 befindet sich die Doppelsonde - nach einer erfolgreichen 90minütigen Abbremsung - als künstlicher Mond im Saturnsystem.

Cassini-Huygens ist eine komplexe Mission, die internationalen Einsatz und innovatives Design zur Gewährleistung des Erfolgs erforderte. Die Mission beinhaltet Beiträge von 17 Nationen. Der **Cassini-Orbiter** wurde vom Jet Propulsion Laboratory als Unterauftragnehmer der **NASA** gebaut und wird auch von dort gesteuert. Die **ESA** lieferte die **Huygens** Sonde. Die High-gain Antenne und Elemente zahlreicher Instrumente wurden von der Italienischen Weltraumagentur (ASI) geliefert. Das **Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg** und die **Universität Bonn** stellten zwei PI-Instrumente bei. Die gewonnenen Daten werden von über 200 Wissenschaftlern aus 16 Ländern analysiert und untersucht. Sie werden über die Mission hinaus viele offene Fragen über unser Sonnensystem beantworten.

Alle Kontroll- und Kommunikationsaktivitäten der **Cassini-Huygens** Mission werden von der Space Flight Operations Facility des **JPL** durchgeführt. Für die **Huygens-Mission** Ende 2004 bzw. Anfang 2005 richtet die **ESA** ein **Huygens Probe Operations Center (HPOC)** am **ESOC** in Darmstadt ein.

Wissenschaftliche Ziele

Mit seinem beeindruckenden Ringsystem und Dutzenden von Monden ist der Saturn in vielerlei Hinsicht ein faszinierender Planet. Die wissenschaftlichen Ziele der Mission wurden zweigeteilt: in die Ziele, die sich auf dem Weg zum Saturn anbieten, und diejenigen, die nach Ankunft im Saturnsystem erforscht werden.

Ziele unterwegs zum Saturn:

Während der nötigen Fly-bys hat **Cassini** Fernerkundungen der Erde und des Jupiters durchgeführt. Dabei wurden magnetosphärische Messungen der Erde und erstmalig die simultane Beobachtung des Jupiter mit zwei Raumfahrzeugen, **Cassini** und **Galileo**, durchgeführt.

Wissenschaftliche Ziele am Saturn:

- Untersuchung des Wärmefeldes, der Bestandteile der Wolken und der Saturnatmosphäre
- Messungen des globalen Windfeldes und Langzeitbeobachtung der Wolkenentstehung, -entwicklung und -auflösung
- Untersuchung der inneren Struktur und Rotation der unteren Atmosphäre

- Studium der täglichen Änderung und Beziehung zwischen der Ionosphäre und des Magnetfeldes des Planeten
- Ermittlung der Bestandteile, des Wärmeflusses und Strahlungszustands während der Planetenentstehung
- Ermittlung der Quellen und Natur von Saturns Blitzen

Saturns Ringsystem:

- Studium der Struktur der Ringe und der für die Ringstruktur verantwortlichen dynamischen Prozesse
- Bestimmung des Aufbaus und Größenverteilung des Materials
- Untersuchung der Wechselbeziehung zwischen Ringen und Monden, inklusive der eingebetteten Monde
- Bestimmung der Staub- und Meteoroidenverteilung in der nahen Ringumgebung
- Studium der Wechselwirkung von Ringen mit Saturns Magneto-, Iono- und Atmosphäre

Wissenschaftliche Ziele am Titan:

- Feststellung der häufigsten Elemente als Basis für eine Wahrscheinlichkeitsanalyse zur Entstehung und Entwicklung Titans und seiner Atmosphäre
- Untersuchung der mengenmäßigen Verhältnisse verschiedener Bestandteile der Atmosphäre
- Beobachtung der vertikalen und horizontalen Verteilung von Spurengasen, Suche nach komplexen Molekülen, Untersuchung von Energiequellen der atmosphärischen Chemieprozesse, Feststellung des Einflusses von Sonnenlicht auf die Chemikalien der Stratosphäre, Studium der Bildung und Bestandteile von Aerosolen
- Messung des Winds und der Temperatur, Untersuchung der Meteorologie, Suche nach Blitzen
- Untersuchung des physikalischen Zustands, Topographie und Bestandteile der Titanoberfläche, Charakterisierung seiner inneren Struktur
- Untersuchung der oberen Atmosphäre, ihre Ionisation und Rolle als Ionen- und Elementquelle des Saturn
- Feststellung, ob Titans Oberfläche flüssig oder fest ist, Vergleich mit erdgebundenen Beobachtungen (z. B. Hubble-Weltraumteleskop)

Saturns Eismonde:

- Untersuchung allgemeiner Eigenschaften und geologischer Vorgeschichte

- Definition der verschiedenen physikalischen Prozesse, die die Oberflächen, Krater und das Innere der Monde schufen
- Untersuchung der Bestandteile und Verteilung des Oberflächenmaterials, insbesondere der organischen Stoffe und kondensierter Eissorten mit niedrigen Schmelzpunkten
- Untersuchung der Massenverteilung und innerer Strukturen
- Überprüfung der Wechselwirkung der Monde mit Saturns Magnetosphäre und Ringsystem

Saturns Magnetosphäre:

- Feststellung der Konfiguration von Saturns Magnetfeld, das fast symmetrisch zur Rotationsachse ist, Studium seiner Beziehung zur Änderung der Strahlung im Kilometerbereich – eine Radioemission des Saturn, die wechselwirkt mit dem Magnetfeld an Saturns Polen
- Untersuchung der gegenwärtigen Zusammensetzung, der Quellen und Konzentration der Elektronen und Protonen in der Magnetosphäre
- Charakterisierung der Struktur der Magnetosphäre und ihre Interaktion mit dem Sonnenwind, Saturnmonden und Ringen
- Ermittlung, wie der Titan mit dem Sonnenwind und den ionisierten Gasen der Saturnmagnetosphäre wechselwirkt
- Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Titans Atmosphäre und Exosphäre und dem umgebenden Plasma

Kenndaten der Cassini-Huygens Mission

- | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| • Start der Entwicklung: | Oktober 1989 | • Fly-bys: | 2 x Venus, Erde, Jupiter |
| • Start der Mission: | 15 Oktober 1997 | • Ankunft am Saturn: | 1. Juli 2004 |
| • Trägerrakete: | Titan IVB Centaur | • Separation der Sonde: | 25. Dezember 2004 |
| • Startort: | Cape Canaveral (USA) | • Saturn-Umlaufbahn: | über 70 Orbits geplant |
| • Nominale Missionsdauer: | mindestens 4 Jahre, bis 2008 | | |

Kenndaten des Raumfahrzeugs

- | | |
|---------------------------|--|
| • Startmasse: | 5.820 kg (365kg Nutzlast) |
| • Abmessungen: | 6,7 m x 4 m x 4 m (Huygens 2,7 m) |
| • Energieversorgung: | 3Radioisotop-Thermoelektrik-Generatoren (RTG), 885 W |
| • Kommunikation: | HGA (4 m) und zwei LGAs |
| • Mission Control Center: | Space Flight Operations Facility des JPL |



Wissenschaftliche Nutzlast

Cassini:

- CAPS (Cassini Plasma Spectrometer)
- CDA (Cosmic Dust Analyzer) (D, PI-Instrument)
- CIRS (Composite Infrared Spectrometer) (D-Beteiligung)
- INMS (Ion and Neutral Mass Spectrometer) (D-Beteiligung)
- ISS (Imaging Science Subsystem) (D-Beteiligung)
- MAG (Dual Technique Magnetometer) (D-Beteiligung)
- MIMI (Magnetospheric Imaging Instrument) (D-Beteiligung)
- RADAR (Radio Detection and Ranging Instrument)
- RPWS (Radio and Plasma Wave Science Instrument)

- RSS (Radio Science Subsystem)
- UVIS (Ultraviolet Imaging Spectrograph) (D-Beteiligung)
- VIMS (Visible and Infrared Mapping Spectrometer) (D-Bet.)

Huygens:

- HASI (Huygens Atmospheric Structure Instrument) (D-Bet.)
- DWE (Doppler Wind Experiment) (D, PI-Instrument)
- DISR (Descent Imager/Spectral Radiometer) (D-Bet.)
- GCMS (Gas Chromatograph/ Mass Spectrometer)
- ACP (Aerosol Collector and Pyrolyser)
- SSP (Surface-Science Package)

Kontakte

JPL
4800 Oak Grove Drive
Pasadena, California 91109
USA

<http://saturn.jpl.nasa.gov/>

ESA/ESTEC
Scientific Projects
2200 Noordwijk
Niederlande

<http://sci.esa.int>

DLR
RD-RX, Extraterrestrik
Postfach 30 03 64
D-53183 Bonn
http://www.dlr.de/rd/fachprog/extraterrestrik/cassini/cassini/cassini_huygens_ge.html

Mehr Links:
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/cassini.html>
<http://www.pparc.ac.uk/>
<http://www.dlr.de/cassini>

Status: Dezember 2004