

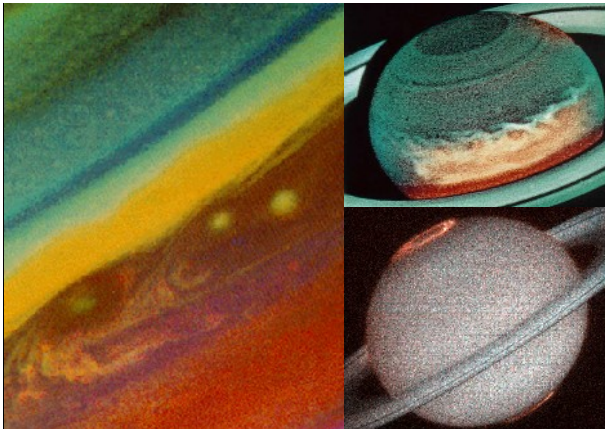
Eine Welt der Ringe und Monde

h Saturn ist sicher der schönste der Planeten unseres Sonnensystems. Der Anblick seines markanten Systems freischwebender Ringe dürfte unvergesslich bleiben. Durch die Neigung der Rotationsachse gegen die Bahnebene erscheinen im Laufe von Jahren die Ringe mehr oder minder weit geöffnet bzw. man erblickt einen „ringlosen“ Planeten und bemerkt dessen merkliche Abplattung. Mit größeren Fernrohren lassen sich einige Monde, die Cassiniteilung des Ringes sowie wenig ausgeprägte atmosphärische Strukturen beobachten.

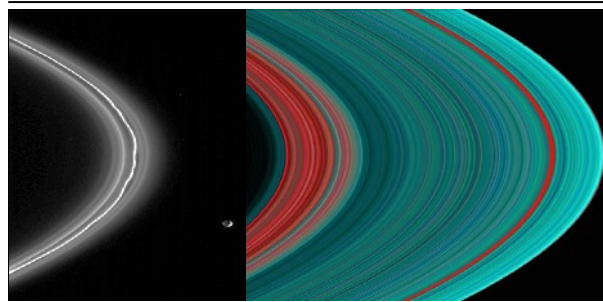


Saturn am 6. September 1993 (Aufnahme: Th. Rattei)

Saturn strahlt 1,8mal mehr Energie ab, als er von der Sonne erhält. Diese Wärmequelle wird wohl durch Absinken von Helium ins Planeteninnere gespeist, denn in der Atmosphäre ist Helium im Vergleich zu Jupiter stärker abgereichert. Ein mögliches hypothetisches Modell zum inneren Aufbau Saturns sieht einen Kern aus schweren Elementen mit einem Durchmesser von ca. 30100 km vor. Der ihn umgebende Mantel aus flüssigem Wasserstoff in metallischer Phase und Helium wird in seiner Mächtigkeit auf etwa 15700 km geschätzt. Er könnte eine 11500 km dicke, stark mit Helium angereicherte Zone enthalten. Eine Ausdehnung von gut 29500 km entfällt auf die Schicht mit wohl stetigem Übergang zur Atmosphäre. Das Saturnmagnetfeld hat praktisch keine Neigung zur Rotationsachse und ist entgegengesetzt dem der Erde orientiert. Die Flussdichte am Äquator beträgt ca. 66% der irdischen. In Sonnenrichtung liegt die Magnetopause 1 bis $1,5 \cdot 10^6$ km von Saturn entfernt. Die Wolken aus Ammoniak (NH_3), Ammoniumhydrogensulfid (NH_4SH) und Wasser sind lockerer aufgebaut als auf Jupiter. Darüber liegt eine Dunstschicht. Die atmosphärische Bänderung erscheint deshalb blasser, reicht aber im Gegensatz zu Jupiter nahe an die Pole heran. In der Äquatorzone wehen Westwinde mit bis zu 1800 km/h. Ein Muster aus abwechselnden West- und Ostwinden tritt erst in höhe-



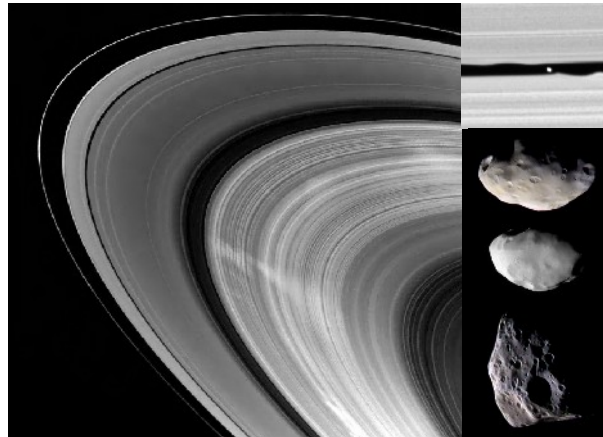
Falschfarbenaufnahmen von Wolkenwirbeln in der Saturnatmosphäre (links), eines großen Wolkengebietes, das sich ungefähr alle 30 Jahre herausbildet (rechts oben), sowie von Polarlichtern an den magnetischen Polen von Saturn (darunter). (NASA)



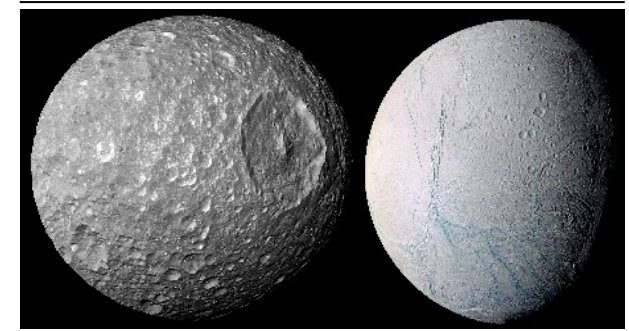
Teile des F-Rings zeigen eine merkwürdige, verformte Struktur, welche durch den Mond Pandora mit verursacht wird (links). Die chemische Zusammensetzung der vielen einzelnen Ringe ist nicht homogen (rechts). (farbverstärkte Aufnahme) (NASA)

ren Breiten auf. Wolkenwirbel auf Saturn haben nicht die Ausdehnung und Lebensdauer derer auf Jupiter. Einen jahreszeitlichen Effekt stellt die Herausbildung eines weißen Wolkengebildes zu Beginn des Saturnnordsommers dar.

Das Ringsystem besteht aus Eisteilchen von bis zu Metergröße sowie Staub und Gas. Seine hellsten Komponenten sind A- und B-Ring. Bereits relativ lichtschwach erscheint der C-Ring. Die Ringe D, E und G sind extrem diffus. Gravitative Einflüsse (Kommensurabilitäten) seitens der Saturnmonde erzeugen in den Ringen A, B und C eine Feinstruktur aus Unterringen, die eigentlich wohl nur radiale Dichteschwankungen darstellen. Die Lücken und Teilungen enthalten ebenfalls geringe Mengen Materie. Im zentralen Drittel des B-Rings tritt das Phänomen der „Speichen“ auf. Das sind radial gerichtete Erscheinungen mit einer Lebensdauer zwischen etwa 20 Minuten und rund 4 Stunden sowie Längen bis zu 10000 km, die sich in der Helligkeit gegenüber dem Restring unterscheiden. Sie bestehen wahrscheinlich aus elektrisch geladenen Staubteilchen im Mikrometerbereich, die sich im Saturnmagnetfeld bewegen. Ihre Aufladung erfolgt womöglich durch gehäuft auftretende Stöße mit Gasteilchen aus den Strahlungsgürteln; infolge von Wechselwirkung mit anderen Ringteilchen tritt bald wieder eine Entladung ein, so dass die Erscheinung wieder verschwindet. Die vertikale Dicke beträgt in den hellsten Bereichen des B-Ringes z. T. weniger als 100 m, während andererseits der E-Ring bis zu 40000 km dick ist. Eine Wolke neutralen Wasserstoffs erstreckt sich von der Innenkan-



Ringsystem von innen nach außen: C-Ring, B-Ring mit „Speichen“, Cassiniteilung, A-Ring mit Encketeilung, F-Ring; kleine Saturnmonde (von oben nach unten): Daphnis (in der Keelerlücke), Pandora, Telesto, und Epimetheus (NASA)



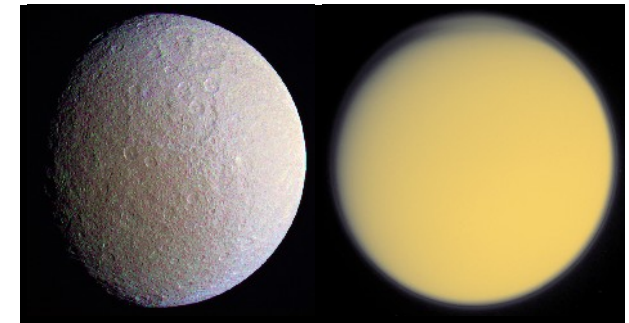
Mimas (NASA)

Enceladus (NASA)



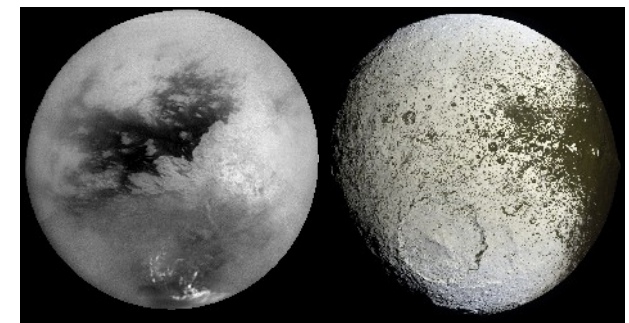
Tethys (NASA)

Dione (NASA)



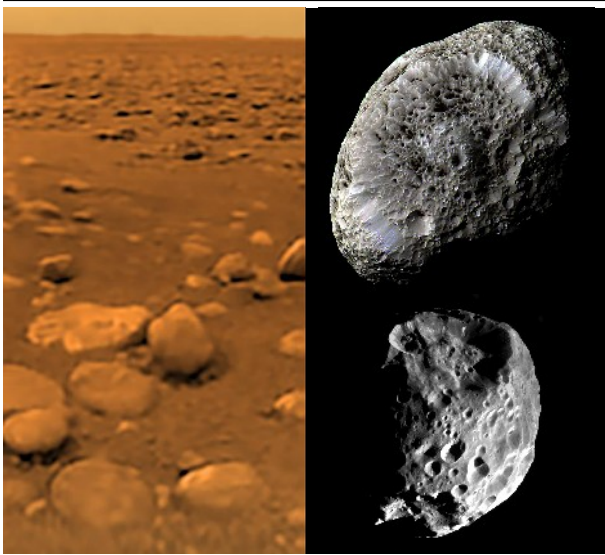
Rhea (NASA)

Titan (NASA)



Titan im IR-Bereich (NASA)

Japetus (NASA)



Titanoberfläche am Landeplatz von Huygens (links). Die „Steine“ bestehen überwiegend aus Eis. (ESA/NASA) Die Monde Hyperion (rechts) und Phoebe (darunter). (NASA)

te des A-Rings bis zu der des E-Rings. Die kleinen inneren Saturnmonde sind von irregulärer Gestalt. Pan und Daphnis laufen in je einer Ringlücke und halten diese frei. Der Satellit Atlas verursacht die scharfe Außenkante des A-Ringes. Prometheus und Pandora „bewachen“ den F-Ring. Janus und Epimetheus tauschen gut alle vier Jahre, wenn sie sich einander nähern, ihre Bahnen und verhindern so einen Zusammenstoß. Ein Überholmanöver findet dabei nicht statt. Von Standpunkt des einen Mondes bewegt sich der andere jeweils auf einer hufeisenförmigen Bahn. Mimas ist ein relativ kleiner Mond. Die markanteste Formation auf seiner Oberfläche stellt der verhältnismäßig große Krater Herschel dar. Tektonische Vorgänge überformten die Oberfläche von Enceladus. Diese könnten das Ergebnis einer inneren Erwärmung durch Gezeiteneinwirkung seitens Tethys und Dione sein. Der Mond weist auch heutzutage noch innere Aktivität auf und versorgt dabei den E-Ring mit Material, der in Höhe der Enceladusbahn die geringste Dicke hat. Auf der Krateroberfläche von Tethys befindet sich das Furchensystem Ithaca Chasma, welches einen Großteil des Mondumfangs umspannt. In den Lagrangepunkten L_4 bzw. L_5 der Tethysbahn befinden sich die Monde Telesto und Calypso. Auf Dione prägen helle „Streifen“ deren Oberfläche. Der Mond Helene besetzt den Langrangepunkt L_4 der Dionebahn. Ein $600 \cdot 10^6$ K heißes Plasma hüllt die Orbits von Tethys und Dione ein. Rhea hat eine der kraterreichsten Oberflächen im Sonnensystem. Titan hüllen dichte Wolken aus Kohlenwasserstoffaerosolen ein, die in einer kalten Stickstoffatmosphäre schweben. Ihr Bodendruck beträgt etwa $1,5 \cdot 10^5$ Pa bei Temperaturen von ca. -180 °C. Auf der Oberfläche existieren Hochländer und Tiefebene, die durch Kryovulkanismus überflutet worden sind. Flussartige Strukturen sowie Seen in der Polarregionen deuten auf zeitweise in flüssiger Form auftretende Kohlenwasserstoffe hin, die in eine Art Niederschlagskreislauf eingebunden zu sein scheinen. Hyperion ist ein unregelmäßig geformter Himmelskörper. Sein Rotationsverhalten ist womöglich chaotisch. Ein möglicherweise aufgesammelter dunkler Belag bedeckt großflächig Teile der Oberfläche von Japetus. Die äußeren Monde könnten eingefangene Planetoiden sein und bewegen sich zum Teil retrograd um Saturn.

Saturn in Zahlen und Fakten, Monde und Ringe (Auswahl)

| | |
|-------------------------------|--|
| Mittlerer Sonnenabstand: | 1,427 Mrd. km (9,539 AE) |
| Numerische Exzentrizität: | 0,056 |
| Bahnneigung gegen Ekliptik: | 2,49° |
| Mittlere Bahngeschwindigkeit: | 9,64 km/s |
| Siderische Umlaufzeit: | 29,46 a |
| Synodische Umlaufzeit: | 1,04 a |
| Masse: | $5,69 \cdot 10^{26}$ kg (95,2 Erdmassen) |
| Äquatordurchmesser: | 120536 km (Wolkendecke) |
| Geometrische Abplattung: | 0,0980 |
| Mittlere Dichte: | 0,69 g/cm ³ |
| Siderische Rotationsperiode: | 10 h 47 min 6 s (Magnetfeld) |
| Neigung Rotationsachse: | 26,7° |
| Geometrische Albedo: | 0,46 |
| Fallbeschleunigung: | 10,4 m/s ² (Wolkendecke) |
| Temperatur: | ≈ -130 °C (Wolkendecke) |
| Atmosphärendruck: | ≈ $5 \cdot 10^4$ Pa (Wolkendecke) |
| Atmosphärenhauptbestandteile: | H ₂ , He |
| Scheinbarer Durchmesser: | 15 bis 21" (ohne Ringe) |
| Scheinbare Helligkeit: | 1,0 bis 0,1 ^m (ohne Ringe) |

| Satellit | Entfernung | Umlaufzeit | Durchmesser |
|-------------------|-------------|------------|----------------|
| Pan | 133583 km | 0,575 d | 33×21 km |
| Daphnis | 136505 km | 0,594 d | ≈ 7 km |
| Atlas | 137640 km | 0,602 d | 39×18 km |
| Prometheus | 139350 km | 0,613 d | 140×100×74 km |
| Pandora | 141700 km | 0,629 d | 110×86×66 km |
| Epimetheus | 151422 km | 0,694 d | 140×116×100 km |
| Janus | 151472 km | 0,695 d | 220×190×160 km |
| Mimas | 185520 km | 0,942 d | 394 km |
| Enceladus | 238020 km | 1,370 d | 502 km |
| Tethys | 294660 km | 1,888 d | 1048 km |
| Telesto | 294660 km | 1,888 d | ?×24×20 km |
| Calypso | 294660 km | 1,888 d | 30×26×16 km |
| Dione | 377400 km | 2,737 d | 1118 km |
| Helene | 377400 km | 2,737 d | 36×?×30 km |
| Rhea | 527040 km | 4,518 d | 1528 km |
| Titan | 1221850 km | 15,945 d | 5150 km |
| Hyperion | 1481000 km | 21,277 d | 350×240×200 km |
| Japetus (Iapetus) | 3561300 km | 79,330 d | 1436 km |
| Phoebe | 12952000 km | 1,49 a | 230×220×210 km |

Bisher sind insgesamt mehr als 60 Monde nachgewiesen worden.

| Ringkomponente | Entfernung [km] | Breite [km] |
|---------------------|---------------------|-------------|
| D | 66970 – 74510 km | 7540 km |
| C (Flor-/Kreppring) | 74510 – ≈ 92000 km | ≈ 17490 km |
| B (Innenring) | ≈ 92000 – 117520 km | ≈ 25520 km |
| Cassiniteilung | 119760 km | 4450 km |
| A (Außenring) | 122170 – 136780 km | 14610 km |
| Encketeilung | 133570 km | 328 km |
| F | 140180 km | 50 km |
| G | 170100 km | ≈ 1000 km |
| E | 181000 – 483000 km | 302000 km |

Impressum

Herausgeber/Redaktion: Görlitzer Sternfreunde e.V.
Text/Illustration: Andreas Dietrich, Steffen Reimann

Das Falblatt erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Änderungen vorbehalten. Ohne Genehmigung des Herausgebers ist eine Vervielfältigung des Falblattes, auch auszugsweise, nicht gestattet.

Redaktionsschluss: 31. März 2010



Astronomisches Falblatt



Saturn mit Ringsystem (NASA)

Planet Saturn