



[Home](#) » [Sonnensystem](#) » [Saturn](#) » [Portrait](#) » [Aufbau und Zusammensetzung](#) » [Atmosphäre](#) » [Magnetfeld](#) » [Ringe](#) » [Monde](#) » [Erforschung](#) » [Lektüre](#) » [Multimedia](#) » [PDF](#)

Verwandte Themen: [Planeten](#)



Delicious



Mister Wong

## Planet Saturn



Der Saturn ist der sechste und zugleich zweitgrößte Planet des Sonnensystems. Das auffälligste Merkmal des Saturns ist sein Ringsystem, das erstmals 1610 von [Galileo Galilei](#) mit einem der ersten Teleskope beobachtet wurde. Galilei erkannte jedoch nicht, dass die Ringe vom eigentlichen Planeten getrennt waren. Deshalb deutete er sie als Griffe (lateinisch *ansae* = *Griffe*). Der holländische Astronom [Christiaan Huygens](#) beschrieb die Ringe richtig. 1655 erstellte Huygens eine Schrift, die ein Anagramm enthielt. Die Buchstaben in diesem Anagramm bildeten in der richtigen Anordnung einen lateinischen Satz. Übersetzt lautet er: "Er ist von einem dünnen, flachen Ring umgeben, der ihn nirgends berührt und der zur Ekliptik geneigt ist." Die Ringe sind nach der Reihenfolge ihrer Entdeckung benannt worden. Sie werden von innen nach außen als D-Ring, C-Ring, B-Ring, A-Ring, F-Ring, G-Ring, E-Ring und Phoebe-Ring bezeichnet. Heute ist bekannt, dass sie mehr als 100.000 einzelne kleine Ringe umfassen.

### Kurzübersicht wichtiger Daten

Die Tabelle enthält eine kurze Zusammenfassung einiger markanter Eckdaten des Planeten Saturn sowie Vergleichsdaten zum Planeten Erde.

Merkmal	Wert
Klassifikation nach Aufbau	Gasplanet
Klassifikation nach Umlaufbahn	Äußerer Planet
Äquatordurchmesser (in Relation zur Erde)	120.536 km (9,45)
Masse (relativ zur Erde)	$568,46 \times 10^{24}$ kg (95,1620)
Dichte (relativ zur Erde)	0,69 g/cm <sup>3</sup> (0,12)
Oberflächenschwerkraft (in Relation zur Erde)	8,96 m/s <sup>2</sup> (0,92)
Temperatur (minimal/maximal)	-191/-130°C
Neigung der Achse gegen die Ekliptik	26,73°
Albedo	0,47
Inklination der Umlaufbahn	2,4840°
numerische Exzentrizität der Umlaufbahn	0,0542
Perihel der Umlaufbahn	1.349,467 Mio. km (9,02 AE)
Aphel der Umlaufbahn	1.503,983 Mio. km (10,05 AE)

Oberflächenschwerkraft = Fallbeschleunigung bzw. Oberflächenbeschleunigung im Vakuum

Albedo = Verhältnis zwischen einfallender und reflektierender Strahlung eines Körpers

Inklination = Neigung der Bahn des Objektes gegen die Ekliptik

Exzentrizität = Verhältnis des Abstandes zwischen den Brennpunkten der Ellipse zur Hauptachse

Perihel = sonnennächster Punkt der Bahn des Objektes

Aphel = sonnenfernster Punkt der Bahn des Objektes

Bahngeschwindigkeit = Geschwindigkeit, mit der das Objekt die Sonne umkreist

AE = Astronomische Einheit (mittlere Entfernung Erde-Sonne = 149.597.870 km)

<b>Merkmal</b>	<b>Wert</b>
Umlaufdauer	10.757,74 Tage (29,47 Jahre)
Rotationsdauer	0,44 Tage
Bahngeschwindigkeit (durchschnittlich)	9,638 km/s
Abplattung an den Polkappen	0,0980
Anzahl der bekannten Monde	60 + 1?

Oberflächenschwerkraft = Fallbeschleunigung bzw. Oberflächenbeschleunigung im Vakuum  
 Albedo = Verhältnis zwischen einfallender und reflektierender Strahlung eines Körpers  
 Inklination = Neigung der Bahn des Objektes gegen die Ekliptik  
 Exzentrizität = Verhältnis des Abstandes zwischen den Brennpunkten der Ellipse zur Hauptachse  
 Perihel = sonnennächster Punkt der Bahn des Objektes  
 Aphel = sonnenfernster Punkt der Bahn des Objektes  
 Bahngeschwindigkeit = Geschwindigkeit, mit der das Objekt die Sonne umkreist  
 AE = Astronomische Einheit (mittlere Entfernung Erde-Sonne = 149.597.870 km)

## Innerer Aufbau und Zusammensetzung des Planeten Saturn

Die mittlere Dichte des Saturns beträgt nur ein Achtel der Erddichte, denn Saturn besteht hauptsächlich aus Wasserstoff. Der Druck innerhalb der Atmosphäre ist so groß, dass der Wasserstoff zu einer Flüssigkeit kondensiert. Weiter innen im Planeten wird der flüssige Wasserstoff zu metallischem Wasserstoff verdichtet. Letzterer ist elektrisch leitfähig. Offensichtlich sind elektrische Ströme in diesem metallischen Wasserstoff verantwortlich für das Magnetfeld des Planeten. Nach der so genannten Dynamothorie diskutieren Astronomen, dass das Magnetfeld des Saturns durch die Dynamowirkung der Planetenrotation im Gebiet des metallischen Wasserstoffes erzeugt wird. Im Mittelpunkt des Saturns haben sich möglicherweise schwere Elemente angesammelt, die einen kleinen Gesteinskern bilden. Im Kern herrschen schätzungsweise Temperaturen von knapp 15.000 Grad Celsius.

Sowohl **Jupiter** als auch Saturn ziehen sich noch weiter durch ihre Gravitation zusammen, nachdem sie sich aus den Gas- und Staubnebeln verdichtet haben, aus denen sich das Sonnensystem vor über vier Milliarden Jahren bildete. Diese so genannte Kontraktion erzeugt Wärme. Deshalb strahlt der Saturn dreimal so viel Wärme in den Weltraum ab, wie er von der **Sonne** erhält.

## Atmosphäre des Planeten Saturn

Die Atmosphäre des Saturns besteht überwiegend aus Wasserstoff (88%) und Helium (11%). Der Rest setzt sich aus Methan, Ammoniak, Wasserdampf und anderen Gasen wie Ethan, Acetylen und Phosphin zusammen. Die Bilder der **Voyager-Sonden** zeigten Wolkenwirbel und -strudel in den Tiefen eines Gasnebels, der aufgrund der niedrigeren Temperaturen des Saturns viel dichter ist als der des Jupiters. Die Temperaturen an der Wolkenobergrenze des Saturns liegen bei etwa -176 Grad Celsius. Das sind etwa 27 Grad Celsius weniger als die entsprechenden Regionen auf dem Jupiter aufweisen.

Gemäß der Beobachtung der Wolkenschichten beträgt die Rotationsperiode der Atmosphäre in Äquatornähe etwa zehn Stunden und elf Minuten. Radiostrahlung, die aus dem Inneren des Planeten kommt, lässt darauf schließen, dass der innere Teil des Saturns und seine Magnetosphäre eine Rotationsperiode von zehn Stunden, 39 Minuten und 25 Sekunden hat. Der Unterschied von ungefähr 28,5 Minuten zwischen diesen beiden Zeiten weist darauf hin, dass die Saturnwinde am Äquator Geschwindigkeiten von knapp 1.700 Kilometer pro Stunde haben.

Im Jahr 1988 entdeckten Forscher bei der Analyse der Voyager-Aufnahmen eine ungewöhnliche atmosphärische Erscheinung um den Nordpol des Saturns. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Erscheinung um ein stehendes Wellenmuster, das sich sechsmal um den Planeten wiederholt und das Wolkenbänder in einiger Entfernung des Pols als riesiges dauerhaftes Sechseck erscheinen lässt.

## Magnetfeld des Planeten Saturn

Das Magnetfeld des Saturns ist deutlich schwächer als das des **Jupiters**, seine Stärke beträgt nur etwa ein Drittel. Die Magnetosphäre des Saturns besteht aus einer Reihe von scheibenförmigen Strahlungsgürteln, in denen Elektronen und Atomkerne eingefangen werden. Die Strahlungsgürtel dehnen sich vom

Mittelpunkt des Saturns über 2 Mio. Kilometer aus. Auf der sonnenabgewandten Seite sind es sogar noch mehr. Dabei schwankt die Größe der Magnetosphäre in Abhängigkeit von der Stärke des Sonnenwindes, also dem Strom der geladenen Teilchen, der von der **Sonne** kommt. Insgesamt stammen die Teilchen, die in den Strahlungsgürteln eingefangen werden, vom Sonnenwind, von den Saturnringen sowie den Monden. Aus einem Zusammenwirken der Magnetosphäre und der Ionosphäre, der obersten Schicht der Saturnatmosphäre, entsteht eine auroraartige Ultraviolettstrahlung.

Zwischen den Umlaufbahnen des größten Mondes, Titan, und der Umlaufbahn von Rhea befindet sich eine riesige ringförmige Wolke aus ungeladenen Wasserstoffatomen. Eine Plasmascheibe, möglicherweise bestehend aus Wasserstoff- und auch Sauerstoffionen, reicht von der Umlaufbahn von Tethys bis fast an die Umlaufbahn von Titan. Diese Scheibe rotiert fast synchron mit dem Magnetfeld des Saturns.

## Ringsystem des Planeten Saturn

Die sichtbaren Ringe dehnen sich bis zu einer Entfernung von 136.200 Kilometer vom Mittelpunkt des Saturns aus. In vielen Bereichen sind sie möglicherweise nur fünf Meter dick. Man nimmt an, dass sie aus Ansammlungen von Gestein, gefrorenen Gasen und Eis bestehen. Die Größe der Teilchen beträgt zwischen weniger als 0,005 Millimetern bis etwa zehn Meter - also ist vom Staubkorn bis zum Felsblock alles vertreten. Auf der der **Sonne** zugewandten Seite weisen die Fragmente eine um einige Grad Celsius höhere Temperatur auf, was auf eine langsame Rotation der einzelnen Teilchen um sich selbst schließen lässt. Ein Instrument an Bord von **Voyager 2** zählte mehr als 100.000 einzelne Ringstrukturen im Saturnsystem. **Untersuchungen** mit einem Massenspektrometer haben ergeben, dass die Ringstruktur von einer dünnen Sauerstoffatmosphäre umgeben ist. Letzten Forschungsergebnissen zur Folge, beläuft sich das Alter der Saturnringe auf deutlich **weniger als fünf Milliarden Jahre**, jedoch **mehr als 100 Millionen Jahre**.

Die gegenseitigen Gravitationseinflüsse zwischen Ringen und Monden, die unter anderem unterschiedliche Dichten innerhalb der Ringe bewirken, sind noch nicht vollständig geklärt. Man nimmt jedoch an, dass einige kleinere Monde sich als "Schäfer" der sie umschließenden Ringe bzw. Ringbereiche betätigen und gelegentlich Material abgeben. Wenn die Resonanzen der Bahnverhältnisse zwischen Ring und Mond zu groß sind, entfernen die Monde Ringmaterial, was beispielsweise sehr deutlich an den Außenbereichen des A- und B-Rings zu beobachten ist. In der Vergangenheit wurden teilweise auch Blitze und andere elektromagnetische Entladungen innerhalb des Ringsystems beobachtet.

- In mindestens zwei Bereichen des **A-Ring** haben Monde große Mengen Ringmaterial weggeräumt. Die Encke-Teilung wird dabei von dem kleinen Schäfermond Pan verursacht. Für die Keeler-Teilung, deren Namen an den US-amerikanischen Astronom **James Edward Keeler** angelehnt ist, ist maßgeblich der Mond Daphnis (ex S/2005 S1) verantwortlich. Die von der Erde schon sichtbare Trennung zwischen dem A-Ring und dem B-Ring wird nach ihrem Entdecker, dem französischen Astronomen **Giovanni Domenico Cassini**, als Cassini-Teilung bezeichnet. Die Aufnahmen der Sonde Voyager zeigten fünf neue schwache Ringe in der Cassinischen Teilung. Die Auswertung von Aufnahmen der Raumsonde Cassini aus dem Jahr 2007 zeigt darüber hinaus eine Reihe von propellerartigen Verwirblungen in den Außenbereichen des Rings. Da diese Verwirblungen nicht allein von vorhandenen Ringfragmenten, die typischerweise einen Durchmesser von maximal zehn Metern haben, verursacht werden können, geht man davon aus, dass sehr viel größere Fragmente vorhanden sein müssen. Im Rahmen mathematischer Simulationen für die ungewöhnlich großen Fragmente ergab sich ein Durchmesser zwischen 50 und 150 Metern. Aufgrund der Größe werden die Fragmente eher als Minimonde respektive Ringlets bezeichnet. Möglicherweise handelt es sich bei den Ringlets um Teile größerer Monde, die durch die Einschläge von Meteoriten abgesprengt wurden. Man könnte die Ringlets in diesem Zusammenhang als eine Art Vorstufe bei der Bildung von planetaren Ringen ansehen.
- Der **B-Ring** und der **C-Ring** sind ausgesprochen breit und bestehen aus Hunderten von kleinen Ringen, von denen einige leicht elliptisch und unterschiedlich dicht sind. Der B-Ring erscheint hell, wenn er von der sonnenbeschienenen Seite her betrachtet wird. Wenn er von der anderen Seite her betrachtet wird, erscheint er dunkel. Der B-Ring ist dicht genug, um große Teile des Sonnenlichtes am Durchgang zu hindern. Auf Aufnahmen der Sonde Voyager lassen sich des Weiteren mehrere radial, speichenartig rotierende Muster im B-Ring erkennen. Die Huygens-Teilung erhielt ihren Namen von dem niederländischen Astronomen **Christiaan Huygens** und trennt den B-Ring von der Cassini-Teilung. Die Colombo-Teilung befindet sich in der Mitte des C-Rings und enthält die wesentlich hellere Titan-Teilung, deren Namen von der Bahnresonanz mit dem Mond Titan herrührt.
- Der **D-Ring** wurde 1980 auf Aufnahmen von Voyager 1 entdeckt und ist die innerste Ringstruktur. Auf den Aufnahmen der Sonde Voyager 1 wurden insgesamt drei Teilungen ausgemacht, die provisorisch als **D68**, **D72** und **D73** bezeichnet wurden. Insbesondere bei Struktur D72 zeigte ein Vergleich der ursprünglichen Aufnahmen von Voyager 1 mit 25 Jahre später gemachten Bildern von **Cassini** eine sehr dynamische Entwicklung: Die Teilung bewegte sich knapp 200 Kilometer zum

äußeren Rand der Ringstruktur. Die so genannte Guerin-Teilung liegt zwischen dem D-Ring und dem C-Ring.

- Der **E-Ring** ist an der Stelle an hellsten, wo der Eismond Enceladus seine Bahn zieht. Der Mond scheint dabei die Quelle des Rings zu sein. Dabei verursachen vermutlich Einschläge von anderen Teilchen aus dem E-Ring und interplanetarem Staub auf der Oberfläche des Mondes die Materialabgabe. Dadurch erhält sich der Ring quasi selbst.
- Der schmale **F-Ring**, welcher knapp außerhalb des A-Ringes liegt, besteht aus klumpigen und miteinander verdrillten Fäden und wird von den Monden Pandora und Prometheus begleitet. Die Monde sorgen dabei für die Formgebung des Rings. Aufgrund dieser Form wird der F-Ring auch als der außergewöhnlichste **Ring** des Planeten Saturn angesehen. Man vermutet, dass die Struktur erst Anfang 2004 entstanden ist.
- Über den **G-Ring** ist bislang nur recht wenig bekannt. Die rund 5.000 Kilometer breite und sehr dünne Materialansammlung zwischen dem F-Ring und E-Ring wurde erst vor wenigen Jahren entdeckt. Einer Theorie nach sorgen Gravitationskräfte des Mondes Mimas für die Konzentration von Eispartikeln. Als Materiallieferant wird ein im Jahr 2009 entdeckter Minimond, auch Moonlet genannt, angesehen. Das rund 500 Meter große Moonlet befindet sich mitten im G-Ring und zerlegt sich langsam selbst. Das freigesetzte Material speist dabei die Struktur des G-Rings.
- Der **Phoebe-Ring** wurde im Jahr 2009 entdeckt. Im Gegensatz zu allen anderen Ringstrukturen ist seine Dichte extrem gering. Lediglich durch sein seine Temperatur, die sich mit rund 80 Kelvin deutlich von den rund 3 Kelvin des freien Raums abhebt, konnte er bei Beobachtungen im infraroten Spektrum entdeckt werden. Aufgrund der Nähe der Umlaufbahn des Mondes Phoebe ist davon auszugehen, dass der Mond der Materiallieferant für den Ring ist.
- Die Sonde Cassini entdeckte 2004 zwei neue Ringe, die die provisorische Bezeichnung **R/2004 S1** und **R/2004 S2** erhielten. Die Ringe sind mit rund 300 Kilometer Durchmesser vergleichsweise recht schmal. Sie sind zwischen dem A- und dem F-Ring angesiedelt. Vermutlich ist der Mond Atlas der Materiallieferant für diese Ringe.

Lange Zeit war unklar, warum die großen Planeten im Sonnensystem ausnahmslos vergleichsweise kleine Monde haben. Eine **Simulation** der Fragestellung am Computer hat ergeben, dass sich mit dem Mond der Erde vergleichbar groß proportionierte Monde bei großen Gasplaneten nicht entwickeln können. Das liegt in erster Linie daran, dass die Gasplaneten umgebende Materialscheibe aus Gas und Staub die Bewegung der Monde derart bremst, so dass sie zwangsläufig vom Planeten assimiliert werden. Erst nach Abschluss der Entwicklungsphase, also nachdem der Planet das Gros an Gas und Staub aus dem angrenzenden Raum abgebaut hat, können Monde dauerhaft entstehen. Aufgrund der dann vorhandenen Materialknappheit ist deren Größenentwicklung stark begrenzt.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht aller bislang identifizierten Ringe und Teilungen des Saturn (die Objekte sind nach ihrer Entfernung zum Planeten sortiert):

Name des Rings	Unterbrechung	Breite	Entfernung zum Planeten
D-Ring		7.500 km	66.900 km
	D68	? km	? km
	D72	? km	? km
	D73	30 km	? km
	Guerin-Teilung	148 km	74.510 km
C-Ring		17.500 km	74.658 km
	Colombo-Teilung	100 km	77.800 km
	Titan-Teilung	? km	77.800 km
B-Ring	Maxwell-Teilung	270 km	87.491 km
		25.500 km	92.000 km
	Cassini-Teilung	4.700 km	117.580 km
A-Ring	Huygens-Teilung	285-400 km	117.680 km
		14.600 km	122.170 km
	Encke-Teilung	325 km	133.589 km
R/2004 S1	Keeler-Teilung	35 km	136.530 km
		300 km	137.630 km
R/2004 S2		? km	138.900 km

Entfernung zum Planeten = durchschnittliche Entfernung (entspricht der Midpoint Range)

Huygens-Teilung = nur mit Kleinstpartikeln lose gefüllter Raum

Teilung vs. Lücke = Unterbrechungen in Ringen werden sowohl Teilungen als auch Lücken genannt

1) = In 2006 auf Aufnahmen der Sonde Cassini entdeckter Ring zwischen Janus und Epimetheus

Name des Rings	Unterbrechung	Breite	Entfernung zum Planeten
F-Ring		30-500 km	140.180 km
R/2006 S1 <sup>1)</sup>		? km	151.450 km
G-Ring		5.000 km	170.000 km
E-Ring		302.000 km	181.000 km
Phoebe-Ring		6.000.000 km	12.000.000 km

Entfernung zum Planeten = durchschnittliche Entfernung (entspricht der Midpoint Range)

Huygens-Teilung = nur mit Kleinstpartikeln lose gefüllter Raum

Teilung vs. Lücke = Unterbrechungen in Ringen werden sowohl Teilungen als auch Lücken genannt

1) = In 2006 auf Aufnahmen der Sonde Cassini entdeckter Ring zwischen Janus und Epimetheus

Die Untersuchung der umfangreichen Beziehungen zwischen den einzelnen Ringen und den Monden sowie dem tatsächlichen Alter des Ringsystems wird eines der primären Ziele der Sonde **Cassini** sein.

## Monde des Planeten Saturn

Zwischenzeitlich sind 60 gesicherte Saturnmonde bekannt - die Existenz eines weiteren Mondes, nämlich S/1995 S3, konnte nicht zweifelsfrei bestätigt werden. Ihre Durchmesser reichen von weniger als etwas mehr als 4 bis rund 5.150 Kilometer. Sie bestehen größtenteils aus Gestein und leichten gefrorenen eisartigen Substanzen. Die fünf größeren inneren Monde - Mimas, Enceladus, Tethys, Dione und Rhea - sind nahezu kugelförmig und bestehen größtenteils aus Eis. Gesteine könnten bis zu 40% der Masse von Dione ausmachen. Die Oberflächen der fünf Monde weisen viele Krater auf, die durch Einschläge von Meteoriten verursacht wurden.

- Der Mond **Pan** ist der bekannteste innere Mond. Er hat einen Durchmesser von rund 20 Kilometer und umläuft den Planeten innerhalb des Ringsystems. Er ist maßgeblich für die rund 300 Kilometer breite Enckesche Teilung im Ringsystem verantwortlich. Er ist, neben Daphnis (ex S/2005 S1), der einzige Mond, der innerhalb eines Rings den Planeten umläuft.
- Der 2005 von der Sonde **Cassini** entdeckte Mond **Daphnis** ist rund 7 Kilometer groß und befindet sich in der 35 Kilometer breiten Keeler-Teilung, die sich in rund 250 Kilometer Entfernung vom Rand des A-Rings befindet. Man vermutet, dass dieser Mond für die stachel- und wellenartigen Strukturen am Rand der Keeler-Teilung verantwortlich ist, die aufgrund der vom Mond ausgeübten Gravitationskräfte zu Stande kommen. Man nimmt an, dass der innere Aufbau des Mondes stark porös ist und damit dem der Monde Atlas, Prometheus und Pandora gleicht.
- **Atlas**, ein eher länglich geformter Körper, umläuft den Planeten dicht an der inneren Außenkante des F-Rings, der mit maximal 500 Kilometer Breite die kleinste Ringformation ist. Er ist vermutlich ursächlich als Materiallieferant für den im Jahr 2004 neu entdeckten Ring R/2004 S1 verantwortlich.
- Die beiden Monde **Prometheus** und **Pandora** umlaufen, ähnlich dem Satelliten Atlas, aber mit rund 140 bzw. 110 Kilometer wesentlich größer als dieser, den Planeten dicht an der inneren bzw. äußeren Kante des schmalen F-Rings. Damit sorgen die beiden Schäfermonde dafür, dass die einzelnen Partikel des Ringsystems eng zusammenbleiben. Bei Prometheus konnte man **nachweisen**, dass er sogar Material aus dem Ringsystem abzweigt.
- **Janus** und **Epimetheus** umlaufen den Saturn koorbital, d.h. mit einem Abstand von rund 50 Kilometer auf einer einzigen Bahn. Eine derartige Umlaufbahn wurde bislang nur im Saturn-System entdeckt. Der theoretische Zusammenstoß beide Objekte wird dadurch verhindert, dass die Monde bei jeder Begegnung die Bahn tauschen: Der äußere Mond fällt durch die Schwerkraft des inneren Mondes nach innen in Richtung Saturn, während der innere Satellit den Platz des vorher äußeren Mondes einnimmt.
- **Mimas** wurde im Jahr 1789 von **Wilhelm Herschel** entdeckt und weist eine sehr raue, von Kratern übersäten Oberfläche auf. Der Durchmesser seines größten Einschlagkraters, der den Namen Herschel trägt, beträgt 130 Kilometer und macht damit ein Drittel des Monddurchmessers von 392 Kilometer aus. Der Einschlag war dabei so stark, dass selbst auf der gegenüberliegenden Seite des Mondes geologische Verwerfungen zu erkennen sind. Die vergleichsweise niedrige Dichte des Mondes sowie das hohe Albedo von mehr als 0,75 legen die Vermutung nahe, dass der Mond zu einem großen Teil aus Eis besteht. Der Mond umläuft den Saturn in einer gebundenen Rotation.
- Mond **Enceladus** besitzt eine wesentlich glattere Oberfläche als die anderen Monde des Saturn. Bemerkenswert ist der Teil der Oberfläche am Südpol, der am wenigsten Krater aufweist. Er ist

offensichtlich - im Gegensatz zu anderen Satelliten des Saturn - nur wenige Hundert Millionen Jahre alt. Diese Region ist durchzogen von über 100 Kilometer langen und parallel verlaufenden Spalten, die aufgrund der Kontrastwirkung auch als Tigerstreifen bezeichnet wurden. Die Ränder der Spalten sind einige Grad wärmer als der Rest der Oberfläche. Aus diesen Verwerfungen tritt in Form von Geysiren Wasser als Dampf oder in Kristallform aus. Das austretende Wasser sorgt dafür, dass die Atmosphäre des Mondes mit Wassermolekülen angereichert wird. Daneben gibt Enceladus auch an den nahen E-Ring kontinuierlich Material ab und füllt ihn somit langsam auf. Als verantwortlichen Mechanismus wurden die auf den Mond einwirkenden Gezeitenkräfte des Planeten Saturn identifiziert. Diese unterschiedlich stark einwirkenden Kräfte erzeugen eine Bewegung des Eismantels. Die daraus resultierende Reibung erwärmt das Eis in den Spalten, so dass ein Teil des verflüssigten Wassers bis an die Oberfläche strömen kann und in Form von Geysiren austritt. Das Modell bedingt einen mindestens 5 Kilometer starken Eismantel, was bislang noch nicht ausreichend verifiziert werden konnte. Ein alternatives Modell, welches zur Erklärung der so genannten Tigerstreifen entwickelt wurde, geht von einem Hotspot unter der Oberfläche des Südpols aus. Dieser sorgt dafür, dass flüssiges Wasser mit einer Temperatur von wenigen Grad über Null unter der vereisten Oberfläche existiert. Im Inneren des Mondes bildete sich eine große Blase aus relativ heißen und vor allem leichten Material. Diese Blase stieg zum Äquator des Mondes auf, da dort die vom Saturn wirkenden Gezeitenkräfte am größten sind. Die dadurch entstandene Unwucht ließ den Mond taumeln. Zur Erlangung einer stabilen Rotation bewegte sich die heiße Blase langsam zum Südpol. An einigen Stellen werfen Geysire Material in Form von Wasserdampf und Eisparkeln aus. Damit ist Enceladus eines der bemerkenswertesten Objekte im Sonnensystem, da theoretisch Leben auf ihm möglich wäre. Die Resonanzen mit benachbarten Monden sind prinzipiell vorhanden, aber nicht sonderlich stark ausgeprägt.

- **Tethys** besitzt auch einen großen Krater mit einem Durchmesser von 400 Kilometer. Er trägt den Namen Odysseus. Außerdem existiert auf Tethys ein 100 Kilometer breites Tal namens Ithaca Chasma, das mehr als 2.000 Kilometer lang ist. Die Entstehung des Tals ist unklar. Der Mond besitzt eine ähnliche Zusammensetzung wie Mimas und weist eine gebundene Rotation auf. Des weiteren umlaufen die Monde Telesto und Calypso den Saturn korbital mit Tethys. Beide befinden sich jeweils 60 Grad vor und hinter dem Mond.
- Sowohl **Dione** als auch **Rhea** haben helle, strähnenartige Streifen auf ihren stark reflektierenden Oberflächen. Einige Wissenschaftler vermuten, dass diese entweder durch Eis entstanden, das bei Meteoriteneinschlägen aus den Kratern herausgeschleudert wurde, oder aus frischem Eis, das aus dem Inneren an die Oberfläche geschoben wurde. Für letztere Vermutung wird ein Mechanismus ähnlich dem, der beim Mond Enceladus für die Tigerstreifen verantwortlich ist, angenommen. Aus Daten der Sonde Cassini aus dem Jahr 2005 konnte die Masse sowie die Dichte des Mondes Rhea relativ zuverlässig bestimmt werden. Demnach besteht Rhea zu rund einem Viertel aus festem Gestein und zu knapp Dreiviertel aus Wassereis. Die beiden Hauptbestandteile sind relativ gleichmäßig durchmischt. Der Mond ist somit deutlich leichter als in der Vergangenheit angenommen. Der Mond Helene läuft mit dem Mond Dione korbital um.
- Zwischen den inneren und den äußeren Satelliten kreist **Titan**, der größte Mond des Saturns. Sein Durchmesser beträgt 5.150 Kilometer, er ist also größer als der Planet **Mercur**. Ein dichter orangefarbener Nebel verhüllt seine Oberfläche. Die **Atmosphäre des Titans** ist schätzungsweise 300 Kilometer dick. Sie besteht zu 99% aus Stickstoff mit Spuren von **Methan**, Ethan, Acetylen, Cyanwasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. Auf der Oberfläche beträgt die Temperatur ungefähr -179 Grad Celsius. Der Druck an der Oberflächen beträgt dabei rund 1,44 Bar. Die vorherrschende Windrichtung ist nach neusten **Erkenntnissen** Westen. Das Innere des Titans besteht möglicherweise je zur Hälfte aus Gestein und Eis. Man hat keine Magnetfelder feststellen können. Die südliche Halbkugel ist etwas heller, und die einzige sichtbare Struktur ist ein dunkler Ring in der Nordpolregion. Mit der europäischen Sonde Landeeinheit Huygens wurde die Oberfläche des Mond im Jahr 2005 näher erforscht.
- Die äußeren Monde **Hyperion** und **Iapetus** bestehen ebenfalls größtenteils aus Wasser. Hyperion ist in so fern ungewöhnlich, als das man bei der Größe von rund 350 Kilometer Durchmesser eher eine Kugel- als eine Kartoffelform erwartet hätte. Darüber hinaus torkelt er chaotisch entlang seiner Bahn um den Planeten. Man vermutet, das es sich bei Hyperion um den Überrest eines größeren Mondes handelt. Iapetus, der drittgrößte Mond, besitzt eine sehr dunkle Region, die einen Kontrast zum größten Teil seiner sehr hellen Oberfläche bildet. Dieser dunkle Bereich und die Rotation des Mondes scheinen offensichtlich die Ursachen für die Helligkeitsschwankungen zu sein, die Cassini 1671 beobachtete. Der Mond Iapetus hat eine gebundene Rotation - er zeigt dem Saturn immer die gleiche Seite. Ursache für die sehr dunkle Oberfläche auf der Vorderseite scheinen die permanent auftreffenden Partikel vom Mond Phoebe zu sein. Die Vorderseite fungiert als eine Art Schmutzfänger. Geologisch einzigartig im gesamten Sonnensystem ist das den gesamten Mond umspannende Gebirgsband am Äquator. Es ist bis zu 20 Kilometer hoch und entstand vermutlich während der drastischen Reduktion der Rotationsgeschwindigkeit des Mondes von vermutlich 16 Stunden auf 79 Tage. Dabei haben geologische Konvektionsprozesse Teile der Kruste in Äquatornähe zu einem Gebirge aufgeschoben.

- Der äußerste Mond, **Phoebe**, ist der größte der irregulären Satelliten des Saturns und bewegt sich auf einer rückläufigen respektive retrograden Umlaufbahn, die stark zum Äquator des Saturns geneigt ist. Für einen Umlauf benötigt er 1.288 Tage. Er rotiert in gut 9 Stunden einmal um die eigene Achse. Phoebe ist möglicherweise ein Satellit aus dem **Kuiper-Gürtel**, der im Laufe der Evolution des Sonnensystems auf seiner Reise in die innere Regionen im Gravitationsfeld des Saturns gefangen wurde. Ursächlich hierfür ist die Zusammensetzung aus Felsen, wasserhaltigen Mineralien, Kohlendioxid und anderen einfachen Kohlenstoffverbindungen, die für zu einer Dichte von rund 1,6 Gramm pro Kubikzentimeter führten. Damit ähnelt die Zusammensetzung von Phoebe der von Kometen. **Aufnahmen** der Sonde Cassini vom 11. Juni 2004 legen den Schluß nahe, dass der Mond über vergleichsweise viel Eis an der Oberfläche verfügt, was ihm eine relativ helle Oberfläche an einigen Stellen gibt. Die Temperatur auf der Tagseite beträgt rund -163 Grad Celsius. Auf der Nachtseite dürfte die Temperatur deutlich niedriger sein.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht aller bislang entdeckten Monde des Planeten Saturn (die Objekte sind nach ihrer Entfernung zum Planeten sortiert):

Name des Mondes	Typ	Entdecker	Durchmesser	Entfernung
<b>Pan</b> (ex S/1981 S13 und S/1990 S18)	R	6)	35×35×23 km	133.584 km
Daphnis (ex S/2005 S1)	R	3)	7 km	136.505 km
<b>Atlas</b> (ex S/1980 S28)	R	R. Terrile	46×38×19 km	137.670 km
<b>Prometheus</b> (ex S/1980 S27)	R	S.A. Collins	119×87×61 km	139.380 km
S/2004 S4	R	9)	4 km	140.100 km
S/2004 S6	R	9)	4 km	140.130 km
S/2004 S3	R	9)	4 km	140.300 km
<b>Pandora</b> (ex S/1980 S26)	R	S.A. Collins	103×80×64 km	141.720 km
<b>Epimetheus</b> (ex S/1980 S3)	Rc	R.L. Walker	135×108×105 km	151.422 km
<b>Janus</b> (ex S/1980 S1)	Rc	A. Dollfus	193×173×137 km	151.472 km
<b>Mimas</b>	R	F.W. Herschel	415×394×381 km	185.404 km
Methone (ex S/2004 S1)	R	3)	3 km	194.440 km
Anthe (ex S/2007 S4)	R		2 km	197.700 km
<b>Pallene</b> (ex S/2004 S2)	R	3)	4 km	212.280 km
<b>Enceladus</b>	R	F.W. Herschel	513×503×497 km	237.948 km
<b>Tethys</b>	R	G.D. Cassini	1.066 km	294.619 km
<b>Telesto</b> (ex S/1980 S13)	RcT	H.J. Reitsema	29×22×20 km	294.619 km
<b>Calypso</b> (ex S/1980 S25)	RcT	D. Pasco	30×23×14 km	294.619 km
<b>Dione</b>	R	G.D. Cassini	1.123 km	377.396 km
<b>Helene</b> (ex S/1980 S6)	RcD	P. Laques	36×32×30 km	377.396 km
Polydeuces (ex S/2004 S5)	RcD	3)	4 km	377.396 km
<b>Rhea</b>	R	G.D. Cassini	1.529 km	527.108 km
<b>Titan</b>	R	C. Huygens	5.151 km	1.221.931 km
<b>Hyperion</b>	R	W.C. Bond	410×260×220 km	1.481.010 km
<b>Iapetus</b> (oder Japetus)	R	G.D. Cassini	1.472 km	3.560.820 km
<b>Kiviuq</b> (ex S/2000 S5)	IpI	B.J. Gladman	16 km	11.297.800 km
<b>Ijiraq</b> (ex S/2000 S6)	IpI	1)	12 km	11.355.316 km
<b>Phoebe</b>	IrN	7)	120 km	12.869.700 km
<b>Paaliaq</b> (ex S/2000 S2)	IpI	B.J. Gladman	22 km	15.103.400 km
<b>Skathi</b> (ex S/2000 S8)	IrN	1)	8 km	15.672.500 km
<b>Albionix</b> (ex S/2000 S11)	IpG	2)	32 km	16.266.700 km
S/2007 S2	IrN	4)	6 km	16.560.000 km
Bebhionn (ex S/2004 S11)	IpG	4)	6 km	17.153.250 km
<b>Erriapo</b> (ex S/2000 S10)	IpG	1)	10 km	17.236.900 km
Skoll (ex S/2006 S8)	IrN	8)	6 km	17.473.800 km
<b>Siarnaq</b> (ex S/2000 S3)	IpI	1)	40 km	17.776.600 km
Tarqeq (ex S/2007 S1)	IpI	4)	7 km	17.920.000 km

Name des Mondes	Typ	Entdecker	Durchmesser	Entfernung
S/2004 S13	IrN	4)	6 km	18.056.300 km
Greip (ex S/2006 S4)	IrN	8)	6 km	18.065.700 km
Hyrokkkin (ex S/2004 S19) <sup>A)</sup>	IrN	?)	8 km	18.168.300 km
Jamsaxa (ex S/2006 S6)	IrN	8)	6 km	18.556.900 km
Tarvos (ex S/2000 S4)	IpG	1)	15 km	18.562.800 km
Mundilfari (ex S/2000 S9)	IrN	1)	7 km	18.725.800 km
S/2006 S1	IrN	8)	6 km	18.930.200 km
S/2004 S17	IrN	4)	4 km	19.099.200 km
Bergelmir (ex S/2004 S15)	IrN	4)	6 km	19.104.000 km
Narvi (ex S/2003 S1)	IrN	5)	7 km	19.395.200 km
Suttungr (ex S/2000 S12)	IrN	1)	7 km	19.579.000 km
Hati (ex S/2004 S14)	IrN	4)	6 km	19.709.300 km
S/2004 S12	IrN	4)	5 km	19.905.900 km
Farbauti (ex S/2004 S9)	IrN	4)	5 km	19.984.800 km
Thrymr (ex S/2000 S7)	IrN	1)	7 km	20.278.100 km
Aegir (ex S/2004 S10)	IrN	4)	6 km	20.482.900 km
S/2007 S3	IrN	4)	5 km	20.518.500 km
Bestla (ex S/2004 S18)	IrN	4)	7 km	20.570.000 km
S/2004 S7	IrN	4)	6 km	20.576.700 km
S/2006 S3	IrN	8)	6 km	21.076.300 km
Fenrir (ex S/2004 S16)	IrN	4)	4 km	21.930.644 km
Surtur (ex S/2006 S7)	IrN	8)	6 km	22.288.916 km
Kari (ex S/2006 S2)	IrN	8)	7 km	22.321.673 km
Ymir (ex S/2000 S1)	IrN	B.J. Gladman	18 km	22.429.673 km
Loge (ex S/2006 S5)	IrN	8)	6 km	22.984.322 km
Fornjot (ex S/2004 S8)	IrN	4)	6 km	24.504.879 km
S/1995 S3?	?	A. Bosh	? km	? km

Entfernung = Distanz zur Wolkenobergrenze des Planeten

prograd = Bewegung auf der Umlaufbahn entgegengesetzt des Uhrzeigersinns (rechtläufig)

retrograd = Bewegung auf der Umlaufbahn im Uhrzeigersinns (rückläufig)

Mond Pan = Mond wurde nach der ersten Sichtung im Jahr 1981 nicht benannt

Mond S/1995 S3 = Mond wurde 1995 außerhalb des F-Rings entdeckt, jedoch nicht wieder gefunden

Typ = Klassifizierung bzw. Gruppierung der Satelliten

R = Gruppe der prograder regulären Satelliten

Rc = Gruppe der prograder regulären und koorbital umlaufender Satelliten

RcD = Gruppe der prograder regulären, mit Mond Dione trojanisch umlaufender Satelliten

RcT = Gruppe der prograder regulären, mit Mond Tethys trojanisch umlaufender Satelliten

IpG = Gallische Gruppe prograder irregulären Satelliten

IpI = Inuit-Gruppe prograder irregulären Satelliten

IrN = Nordische Gruppe retrograder irregulärer Satelliten

1) = Entdecker waren J.J. Kavelaars und B.J. Gladman

2) = Entdecker waren M. Holman und T.B. Spahr

3) = Entdecker war die Sonde Cassini-Huygens

4) = Entdecker waren D.C. Jewitt, S.S. Sheppard und J. Kleyna

5) = Entdecker waren D.C. Jewitt und S.S. Sheppard

6) = Entdecker war M.R. Showalter

7) = Entdecker war W.H. Pickering

8) = Entdecker waren S.S. Sheppard, D.C. Jewitt und J. Kleyna

9) = Entdecker war Cassini Imaging Science Team

A) = auch als Hyrokkkin bezeichnet

In den Jahren 2000 bis 2006 wurden mehrere kleine Monde außerhalb des A-Ringes und in der Nähe des F-Ringes und des G-Ringes entdeckt. Dabei geben die beiden Monde Prometheus und Pandora hinsichtlich ihres Bahnverlaufes den Wissenschaftlern immer neue **Rätsel** auf - bislang ist nicht geklärt, welchen mechanischen Einflüssen diese Trabanten unterworfen sind. Noch nicht ganz gesichert ist die Entdeckung von vier so genannten trojanischen Monden von Tethys und eines trojanischen Mondes von Dione. Der Begriff trojanisch wird für Himmelskörper wie Monde oder **Asteroiden** verwendet, die in stabilen Bereichen vorkommen und die dem Himmelskörper auf seiner Bahn um einen Planeten oder die **Sonne** vorausseilen oder folgen. Ein ähnliches Phänomen kann man auch bei der Asteroiden-Gruppe der Trojaner beobachten.

Am 7. August 2000 haben Astronomen der europäischen Südsternwarte La Silla in Chile zwei weitere Monde entdeckt. Die letzten Monden wurden nun von einem internationalen Wissenschaftlerteam entdeckt. Die Existenz der Monde Siarnaq (ex S/2000 S3) und Tarvos (ex S/2000 S4) galt lange Zeit als nicht gesichert, konnte jedoch durch spätere Beobachtungen letztendlich verifiziert werden. Am 5. Februar 2003

entdeckten Scott S. Sheppard und David C. Jewitt den Mond Narvi (ex S/2003 S1). Am 13. April 2007 sowie am 01.05.2007 vermeldeten Scott S. Sheppard, David C. Jewitt und J. Kleyna nach Auswertung einiger Aufnahmen mit dem Subaru-Teleskop die Entdeckung der Monde S/2007 S1 sowie S/2007 S2 und S/2007 S3.

Das Gros der so genannten irregulären Monde wurde erst in den Jahren 2000 bis 2003 sowie 2006 mittels auf der Erde stationierter Teleskopen im Rahmen des [Hawaii Irregular Satellites Survey](#) (HISS) entdeckt. Die Mission der Sonde [Cassini](#) entdeckte 2004 die Monde Methone (ex S/2004 S1), Pallene (ex S/2004 S2) und S/2004 S3. Weitere Aufnahmen der Mission zeigen [Hinweise](#) auf weitere, bislang unentdeckte Monde.

## Erforschung des Planeten Saturn und seiner Monde

Von der Erde aus betrachtet erscheint der Saturn als gelblicher Himmelskörper - einer der hellsten am nächtlichen Himmel. Mit einem Teleskop kann man den A-Ring und den B-Ring leicht sehen, D-Ring und E-Ring hingegen lassen sich nur unter optimalen Bedingungen beobachten. Mit sehr großen Teleskopen hat man neun größere Monde ermittelt - insgesamt sind heute 56 Monden bekannt. In der Gashölle des Saturns sind helle Gürtel und Zonen, die parallel zum Äquator verlaufen.

Drei amerikanische Raumsonden brachten weitere Erkenntnisse über das Saturnsystem. Die Raumsonde [Pioneer 11](#) flog im September 1979 am Saturn vorbei, es folgten [Voyager 1](#) im November 1980 und [Voyager 2](#) im August 1981. Diese Raumsonden hatten Kameras und Instrumente an Bord, die die Strahlungen im sichtbaren, ultravioletten, infraroten und Radiowellenbereich des elektromagnetischen Spektrums registrierten. Außerdem waren die Sonden mit Instrumenten zur genaueren Untersuchung von Magnetfeldern und zum Aufspüren von geladenen Teilchen und interplanetaren Staubkörnern ausgerüstet.

Augenblicklich befindet sich die amerikanisch-europäische Sonde [Cassini](#) mit der Landekapsel [Huygens](#) auf dem Weg zum Saturn. Die Ankunft im Saturnsystem ist für das Jahr 2004 geplant. Eine ausführliche [Beschreibung dieser Mission](#) sowie einen [Status der Mission](#) finden Sie auf den Internetseiten des Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA.

Weitere Informationen zum Thema Planet Saturn und seinen Monden sind auf den folgenden Websites verfügbar:

- [Einführung zum Thema Planet Saturn vom JPL Solar System](#)
- [Informationen über den Saturn von William A. Arnett's The Nine Planets](#)
- [Portrait des Planeten Saturn von Calvin J. Hamilton's Views of the Solar System](#)
- [Rubrik Planet Saturn des Open Directory Project \(ODP\)](#)
- [Nomenklatur des Planeten Saturn und seiner Monde vom U.S. Geological Survey](#)
- [Erläuterungen zum Ringsystem vom Rings Node des Planetary Data System \(PDS\)](#)
- [Erdgestützte Aufnahme des Planeten Saturn mit dem Very Large Telescope \(VLT\)](#)
- [Artikel über die Beobachtung des Mondes Titan mittels adaptiver Optik](#)
- [Beobachtung von Materialverdickungen in Saturn-Ringen](#)
- [Theorie zum Alter der Saturn-Ringe](#)
- [Theorie zur Entstehung des G-Rings](#)

Für weitere Recherchen sind der Preprint-Server [arXiv](#) sowie die teilweise kostenpflichtigen Online-Archive der Zeitschriften [Bild der Wissenschaft](#) und [Spektrum der Wissenschaft](#) zu empfehlen.

Die Querverweise zu den im Artikel genannten Personen verweisen in der Regel auf Einträge in der Online-Enzyklopädie [Wikipedia](#) und sind in deutscher Sprache.

## DVD/Buch-Tipp zum Planeten Saturn und seinen Monden

Es handelt sich um sehenswerte Dokumentationen respektive hochwertige Sachbücher mit einer Reihe von ergänzenden Informationen und Fakten rund um das Thema Planet Saturn. Der Autor besitzt die DVDs und Bücher selbst und kann sie als weiterführende Lektüre empfehlen.

- DVD » [BBC-Dokumentation "Die Planeten" - Unendliche Weiten / Der Mond](#)
- Buch » [Die Planeten](#)
- Buch » [Discovering the Solar System](#)
- Buch » [Die große National Geographic Enzyklopädie Weltall](#)
- Buch » [The Compact NASA Atlas of the Solar System](#)

Die Empfehlungen verweisen auf Angebote von Thalia und/oder den Verlag Komplet-Media und sind in deutscher oder englischer Sprache. Für die Verfügbarkeit kann keine Gewährleistung übernommen werden.

[Anfang des Dokuments](#) | [Toten Link melden](#) | [Informationen zum Copyright](#) | [Hilfe](#)  
Dokument erstellt am 17.05.2000

