

Die Ringe des Saturn

Wenn man in diesen Wochen nach dem Ringplaneten Ausschau hält, findet man ihn am Morgenhimmel im Sternbild Waage. Am 19. Januar beginnt er seine diesjährige Oppositionsschleife, und am 28. April wird er in Opposition zur Sonne stehen. Die Ringe, die uns 2009 extrem dünn erschienen, weil wir auf ihre Kante sahen, sind nun wieder weit geöffnet. Im Moment blicken wir unter einem Winkel von 19° auf die Ringebene.

Die Ringe des Saturn stellen eine der faszinierendsten Strukturen im Sonnensystem dar. Sie sind riesig – der Durchmesser des Ringsystems beträgt knapp 300000 km, aber sie sind auch extrem dünn. Wahrscheinlich bestehen sie aus einer etwa 10 m dicken Schicht von Material, die von Wellenstrukturen überlagert ist, die eine Dicke von mehreren Hundert Metern erreichen.

Bei den Ringen handelt es sich nicht um einen festen Körper, sondern sie bestehen aus lauter einzelnen Teilchen, die den Planeten umkreisen. Im Jahre 1895 konnte der Astronom James Keeler mit Hilfe von Spektren der Ringe zeigen, dass die inneren Ringregionen eine höhere Umlaufgeschwindigkeit aufweisen als die äußeren. So etwas wäre bei einem festen Ringkörper nicht möglich. Er stellte fest, dass die Änderung der Umlaufgeschwindigkeit als Funktion des Abstandes vom Planetenzentrum genau dem dritten Keplerschen Gesetz folgt, was nur möglich ist, wenn die Saturnringe aus einzelnen kleinen Objekten bestehen.

Darüber hinaus hat die Untersuchung der Ringspektren gezeigt, dass die Ringpartikel aus gefrorenem Wasser bestehen. Die Saturnringe sind im Prinzip nichts weiter als eine riesige Ansammlung von Eiswürfeln. Genau genommen besteht das Ringmaterial zu etwa 99,9% aus Eis, der Rest entfällt auf Staubmaterial, das wahrscheinlich aus Silikaten besteht. Wir haben es also mit verschmutzten Eiswürfeln zu tun.

Sowohl die Voyager-Sonden als auch die Raumsonde Cassini haben die unbeleuchtete Seite der Ringe untersucht und das durch die Ringe hindurch gestreute Sonnenlicht gemessen. Außerdem hat man, als Voyager von der Erde aus gesehen hinter den Ringen entlang flog, die durch die Ringe hindurch gestreuten Radiosignale der Sonde untersucht. Mit Hilfe dieser Daten konnten die Wissenschaftler die Größenverteilung der Ringpartikel bestimmen. Es zeigte sich, dass die kleinsten Ringteilchen einen Durchmesser von etwa 1 mm aufweisen, wohingegen die größten Eisbrocken wahrscheinlich 5 bis 10 m groß sind. Dabei streuen die kleinen Ringpartikel das einfallende Sonnenlicht vorzugsweise nach vorne, wo hingegen die größeren Ringteilchen das einfallende Licht eher nach hinten streuen, es also hauptsächlich reflektieren.

Wenn man Saturn von der Erde aus mit einem Teleskop betrachtet, sieht man zwei sehr auffällige Ringe, nämlich den A-Ring außen und den B-Ring innen, die durch eine dunkel erscheinende Lücke, nämlich die Cassinische Trennung oder Teilung voneinander getrennt sind. Bei dieser Trennung handelt es sich um ein Gebiet, das nur sehr wenig Material enthält, so dass diese Region dunkel erscheint. Die Existenz dieser Teilung haben wir der Gravitationskraft des Saturnmondes Mimas zu verdanken. Die Umlaufzeit eines Ringteilchens in der Cassinischen Trennung ist genau halb so groß wie die von Mimas. Das bedeutet, dass die Bewegung des Ringpartikels bei jeder zweiten Umkreisung an genau derselben Stelle der Bahn in genau derselben Weise von Mimas gestört wird, so dass das Ringteilchen allmählich aus diesem Gebiet herausgetrieben wird. Ein solcher Effekt wird Resonanz genannt, weil sich die Störung der Bahn aufschaukelt. Resonanzen treten dort auf, wo die Umlaufzeiten der Ringteilchen in einem kleinen ganzzahligen Verhältnis (z.B. 1:2, 2:3 oder 1:3) zu der Umlaufzeit einer der Monde stehen.

Resonanzen können auch für die Lage von Ringkanten verantwortlich sein. Z.B. befindet sich die Außenkante des A-Rings in einer 2:3-Resonanz mit Mimas, wohingegen sich die Grenze zwischen der Innenkante des B-Rings und dem benachbarten C-Ring in einer 1:3-Resonanz mit Mimas befindet.

Aber nicht alle Ringstrukturen können mit Resonanzen erklärt werden. Die Bilder der Sonde Cassini zeigen große Gebiete in den Ringen mit auffälligen Wellenstrukturen. Diese Strukturen sind wahrscheinlich das Ergebnis von Dichtewellen, die durch die gegenseitige Anziehungskraft der Ringteilchen entstanden sind.

Und dann haben wir die Schäferhundmonde (auf Englisch shepherd moons). Sie wurden auf den Bildern der Voyager-Sonden entdeckt. Wenn zwei kleine Monde den Saturn in sehr ähnlichen Abständen vom Planetenzentrum in genau derselben Ebene umkreisen, können sie aufgrund ihrer Schwerkraft Ringmaterial zwischen sich ansammeln und festhalten. Der extrem schmale F-Ring, der sich außerhalb des A-Rings befindet, wird von den Monden Pandora und Prometheus kontrolliert. Im letzten Jahr gab die NASA bekannt, dass die Cassini-Bilder die Existenz von Minijets im F-Ring gezeigt hat. Man vermutet, dass Prometheus durch seine Gravitationswirkung von Zeit zu Zeit die Zusammenballung von Ringteilchen bewirkt, so dass im F-Ring eine Art Schneebälle entstehen, die sich durch den Ring bewegen, mit anderen Ringteilchen zusammenstoßen und so die Jets erzeugen. Der F-Ring gilt als der dynamischste Saturnring.

Die Dinge, die ich hier genannt habe, sind nur ein kleiner Teil der faszinierenden Eigenschaften der Ringe des Saturn. Je mehr man ins Detail geht, umso spannender, aber auch umso komplexer, wird die Geschichte. Wenn man den Ringplaneten von der Erde aus in einem Fernrohr beobachtet, sieht man natürlich nur die großen Strukturen auf Saturn und nicht die Einzelheiten, die die Cassini-Bilder zeigen. Aber auch mit einem kleinen Teleskop kann man sehr schön den Planeten und seine Ringe erkennen. Ich selbst beobachte Saturn regelmäßig seit 1980 und stelle immer wieder fest, dass selbst das beste Bild einer Raumsonde kein Ersatz für den Anblick des Saturn im eigenen Fernrohr ist.