

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 47 (1989)  
**Heft:** 234

**Artikel:** Voyagers triumphaler Abschied aus dem Sonnensystem  
**Autor:** Schmidt, Men J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899055>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

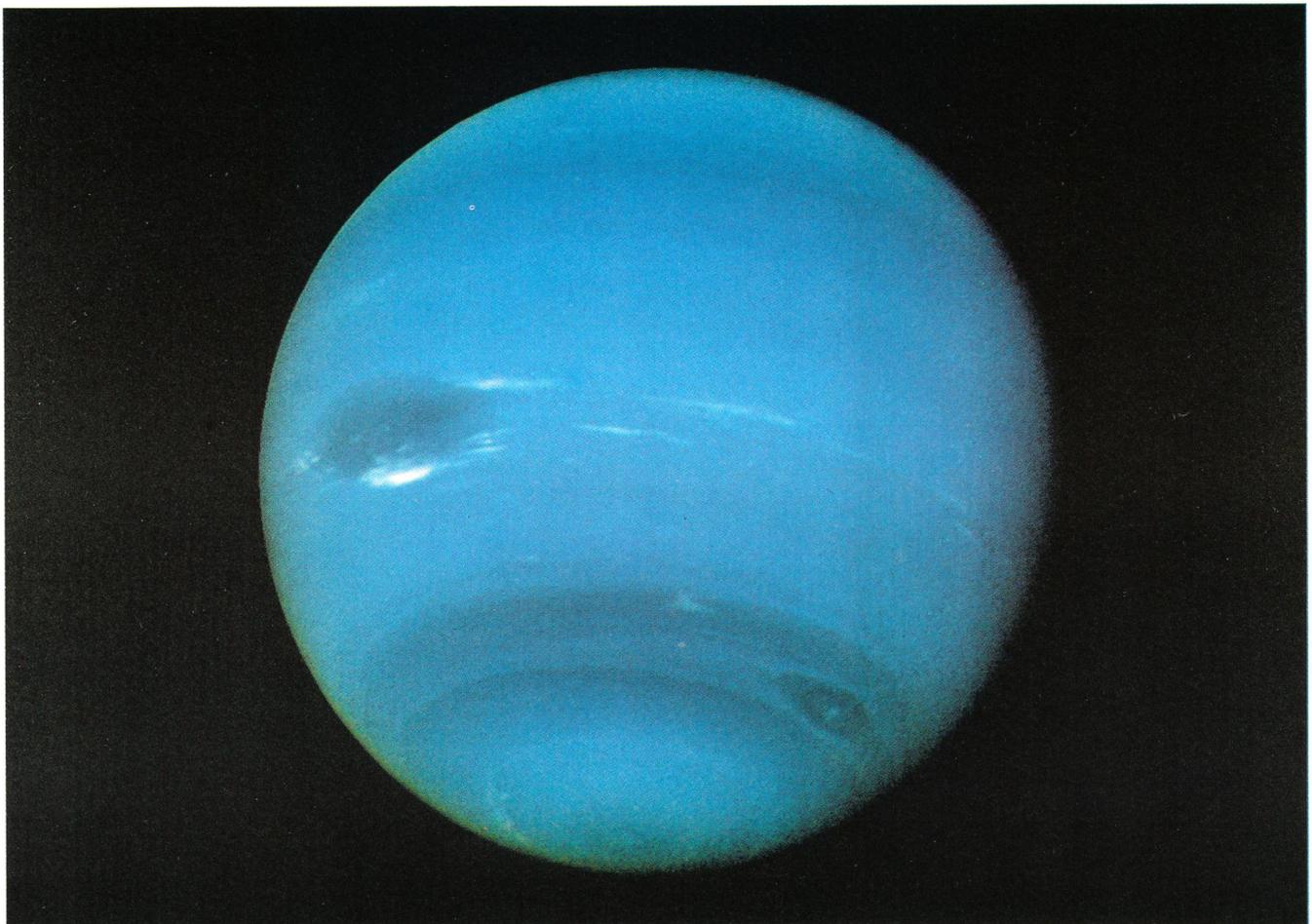
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



*Der blaue Planeten Neptun. Bei 22 Grad Süd ist der grosse dunkle Fleck zu erkennen, der kleinere dunkle Fleck befindet sich bei 54 Grad Süd. Der Grosse dunkle Fleck rotiert einmal in 18,3 Stunden um den Planeten, der kleinere in 16,1 Stunden. Neptun selbst rotiert in 16 Stunden und 3 Minuten um seine eigene Achse.*

*Bild:JPL/Archiv Schmidt*

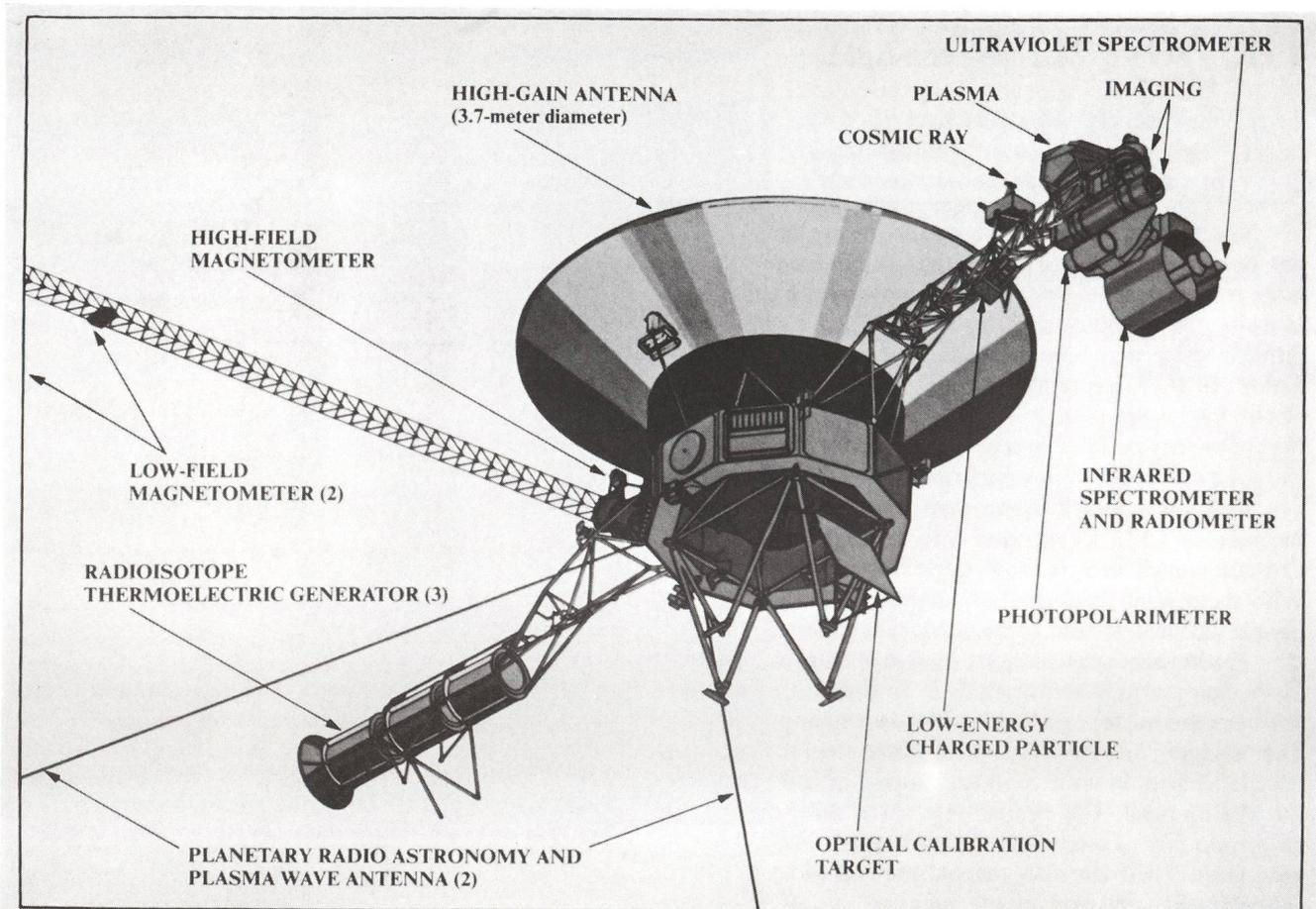
Nach dem historischen Vorbeiflug am Planeten Neptun:

MEN J. SCHMIDT

## Voyagers triumphaler Abschied aus dem Sonnensystem

Erst im Jahre 1846 wurde der achte Planet mit dem Namen Neptun entdeckt. Dieser befindet sich im Mittel etwa 4,5 Milliarden Kilometern von der Erde entfernt. Für einen Umlauf um die Sonne benötigt Neptun 164,8 Jahre. In dieser weit von der Sonne entfernten Umlaufbahn empfängt der Planet nur noch ein tausendstel der Sonnenstrahlung die unsere Erde empfängt. Somit ist es auf Neptun nicht viel heller als bei uns in einer klaren Vollmondnacht. Entsprechend schwierig gestaltet sich auch die Beobachtung dieses Himmelskörpers von der Erde aus. Selbst in den grössten Teleskopen erscheint er nur als kleines blaugrünes Scheibchen. Oberflächendetails

**Sensationelle Bilder des Neptun und seines Mondes Triton hat die amerikanische Raumsonde Voyager 2 in der Nacht vom 24. zum 25. August zur Erde übertragen. Die Fülle der Daten bei diesem Vorbeiflug werden die Wissenschaftler noch Jahre beschäftigen. Sechs neue Monde, ein Magnetfeld um Neptun, gewaltige Wirbelstürme in dessen Atmosphäre und mindestens fünf Ringe umgeben den zur Zeit äussersten Planeten in unserem Sonnensystem. Die grösste Überraschung: auf dem Mond Triton soll es Vulkane geben die kilometerweit gefrorene Gase ausspeien.**



Die Voyager Raumsonde für die Reise zu den äusseren Planeten ist 825 Kilogramm schwer und ist mit 10 Experimenten ausgerüstet. Rechts im Bild der Ausleger mit der drehbaren Plattform für die Bildkameras.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt

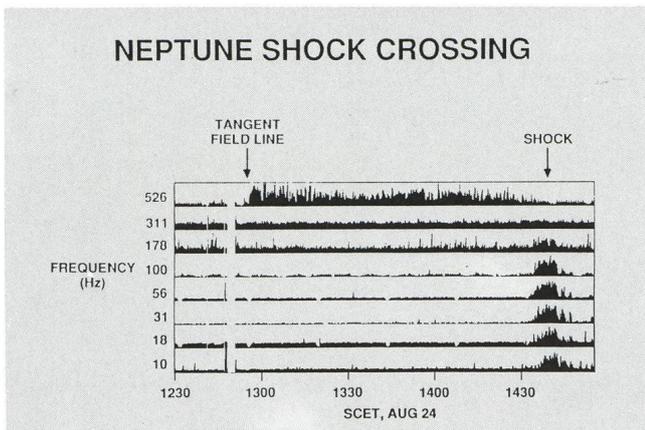
sind dadurch sehr schwer auszumachen, lediglich ein bis zwei schwache dunklere Wolken-Bänder konnten vereinzelt beobachtet werden. Deshalb war auch die Rotationszeit von Neptun ungewiss. Aufgrund der Beobachtungen schätzte man sie auf 17-18 Stunden. Auch die Temperatur ist entsprechend niedrig, sie beträgt etwa minus 220° Celsius. Allerdings konnte festgestellt werden, dass Neptun etwa zweimal soviel Wärme in den Raum abgibt wie er von der Sonne empfängt. Man nimmt an, dass dies daher rührt weil sich Neptun immer noch langsam zusammenzieht, der Druck in seinem Inneren steigt, und er dadurch eine innere Wärmequelle besitzt.

Gespannt waren die Wissenschaftler deshalb auf die zu erwartende Ergebnisse durch die amerikanische Raumsonde Voyager 2, die am 20. August 1977 zu den äusseren Planeten Jupiter und Saturn gestartet worden war. Während der nahen Vorbeiflüge an diesen Planeten entschloss sich die amerikanische Raumfahrtsbehörde NASA die Sonde so zu steuern, dass sie auch die fernen Planeten Uranus und Neptun erreichen konnte. Dies wurde möglich durch die Ausnützung der Schwerefelder von Jupiter und Saturn, die Planeten befanden sich in einer gegenseitig günstigen Lage, wie sie nur alle 175 Jahre vorkommt. Die Ausnützung dieser grossen Tour hat sich gelohnt: Voyager 2 kam funktionstüchtig beim Planeten Neptun an.

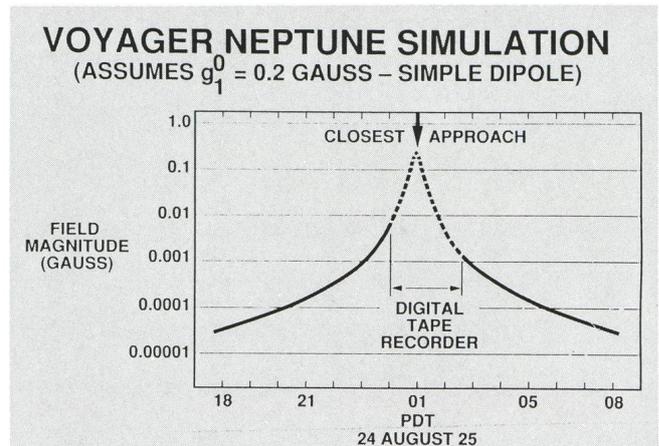
### Der Planet

Neptun umkreist unsere Sonne als achter Planet des Sonnensystems und ist dadurch der zweitäusserste. Da die Bahn des äussersten Planeten Pluto stark exzentrisch ist, befindet sich dieser seit 1979 bis zum Ende des Jahrhunderts innerhalb der Neptunbahn. Beim Anflug zum Neptun hat die Voyager 2 Raumsonde den Durchmesser dieses Planeten besser bestimmen können als dies bislang bekannt war. Er beträgt genau 49'400 Kilometern. Damit ist Neptun der viertgrösste Planet im Sonnensystem. Er besitzt wie Voyager 2 festgestellt hat ein Magnetfeld, das etwa gleich stark ist wie das irdische. Das aussergewöhnliche am Neptunmagnetfeld ist aber, dass es um etwa 50 Grad vom Rotationspol des Planeten geneigt ist, und somit näher am Äquator liegt als am Pol. Zum Vergleich: das irdische ist um 12 Grad vom Pol geneigt. Eine aussergewöhnliche Entdeckung gelang bereits im Frühjahr: Neptun besitzt einen grossen dunklen Fleck, ähnlich dem grossen roten Fleck auf dem Planeten Jupiter.

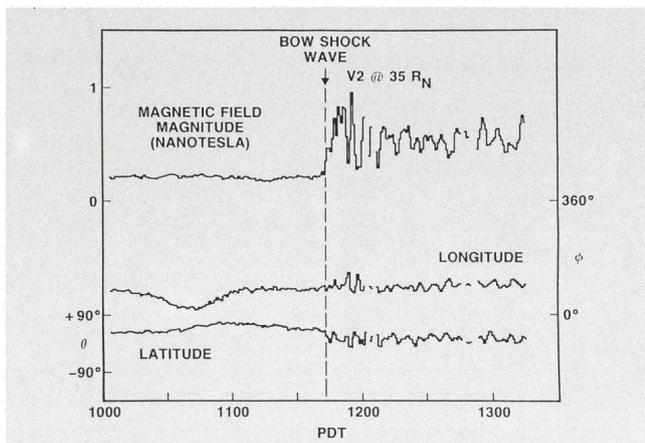
Auf den Nahaufnahmen ist zu erkennen, dass es sich auch in diesem Fall um einen gewaltigen Wirbelsturm handelt, der etwa so gross ist wie die Erde. In der Atmosphäre wurden ausserdem Windgeschwindigkeiten von bis zu 1200 Kilometern pro Stunde gemessen. Ausserdem existieren in der Nähe des



Die Teilchen des Sonnenwindes stauen sich kurz vor der Magnetosphäre auf und umfliessen anschliessend die Magnetosphäre. Dort wo der Sonnenwind auf die Magnetosphäre trifft liegt die Schockfront. Voyagers Feld- und Teilcheninstrumente konnten den Durchstoss durch die Schockfront deutlich registrieren.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt



Das Magnetometer der Voyagersonde konnte auch bei Neptun ein Magnetfeld nachweisen. Nach den verfügbaren Daten hat es eine Feldstärke von ungefähr 0.4 Gauss. Dies ist etwa auch die Stärke des Erdmagnetfeldes. Das Bild zeigt punktiert die gespeicherten Daten, welche erst später zur Erde übertragen wurden.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt



Die Teilcheninstrumente an Bord von Voyager 2 registrierten den Durchflug der Sonde durch die Magnetosphäre des Neptun. Das original Spektrum zeigt wie plötzlich die Frequenzen der Messungen änderte und damit zeigte, dass die Schockfront erreicht wurde.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt

Sternbedeckungen, auch der Planet Neptun von Teilringen, sogenannten Ringbögen umgeben ist. Als die Raumsonde aber näher kam konnte festgestellt werden, dass es sich um zwei dünne vollständige Einzelringe handelt. Diese befinden sich 53'000 und 63'000 Kilometern von Neptun entfernt. Stellenweise sind sie von dichteren Materiezonen durchsetzt, es sind dies die früher entdeckten Ringbögen. In diesen dichteren Materiestellen, befinden sich vor allem auch grössere Einzelkörper, bis zu 20 Kilometern Grösse, wie die Wissenschaftler herausgefunden haben. Neben diesen zwei dünnen Haupttringen existieren noch mindestens drei breite diffuse schwache vermutlich aus Staub bestehende Ringe. Knapp innerhalb des inneren Haupttringes befindet sich der neu entdeckte Mond 1989 N3. Er ist vermutlich verantwortlich, dass das Material dieses Ringes auf einem eng begrenzten Raum zusammengehalten wird. Ein anderer Mond, auch er wurde von Voyager 2 entdeckt, trägt die Bezeichnung 1989 N4, befindet sich knapp ausserhalb des äusseren Haupttringes.

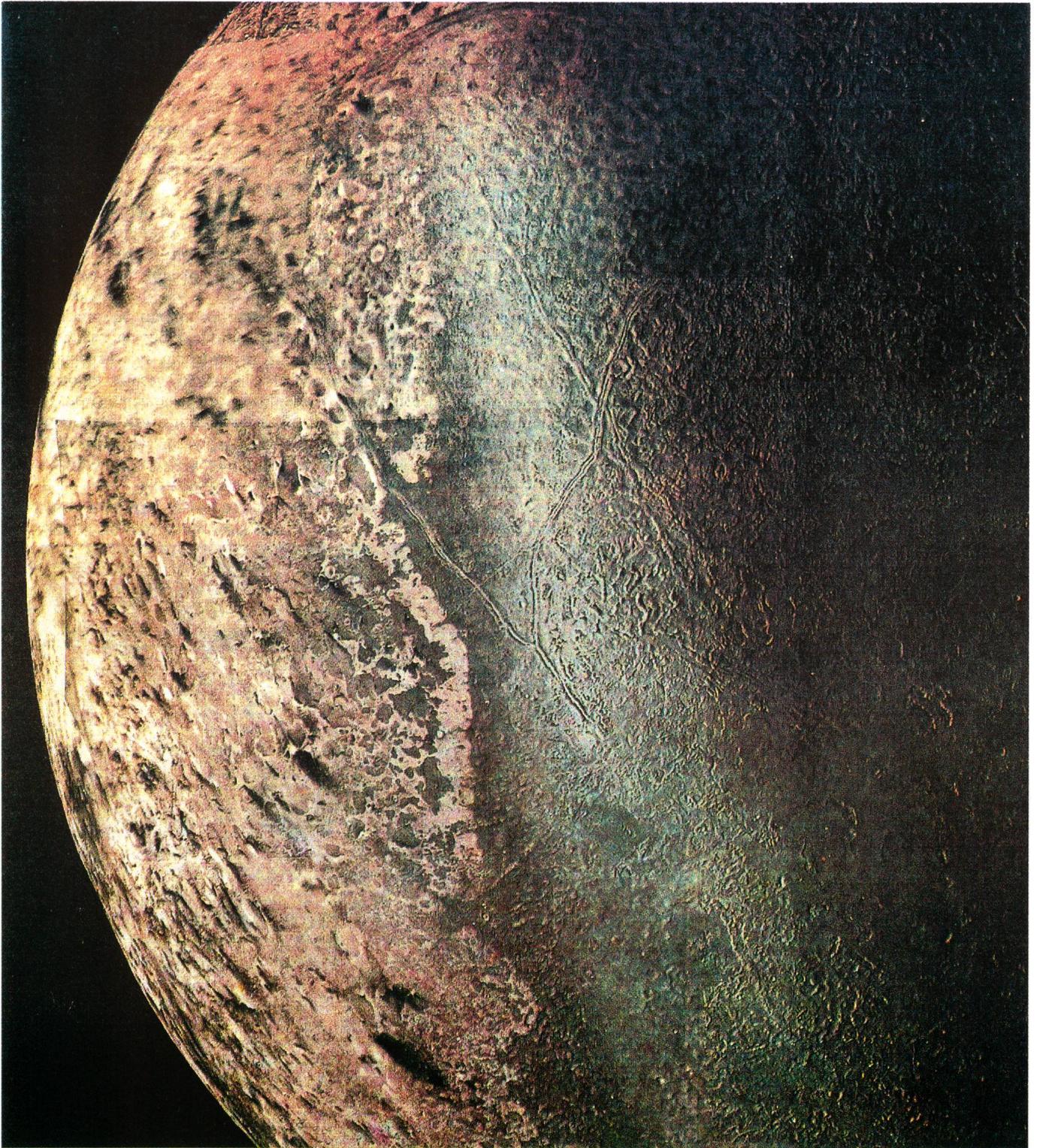
Aequators und bei dem Polen hohe Dunstschichten. In diesen können helle weisse Wolkenbänder erkannt werden, ähnlich den Cirrus-Wolken auf der Erde. Voyager 2 konnte erstmals die Schatten dieser Wolken auf den darunterliegenden Atmosphärenschichten fotografieren. Eine Einmaligkeit wie die Wissenschaftler im Jet Propulsion Laboratory JPL in Pasadena mitteilten. Und noch eine weitere Ueberraschung kam zutage. Neptun rotiert in 16 Stunden und 3 Minuten einmal um seine eigene Achse. Beobachtungen von Wolkenbewegungen in seiner Atmosphäre hatten auf eine Rotation von zwischen 17 und 18 Stunden schliessen lassen. Auf der südlichen Hemisphäre, zur Zeit ist es dort Sommer, konnte ausserdem noch ein weiterer Fleck mit einem hellen Wolkenwirbel entdeckt werden. Wie die anderen Riesenplaneten Jupiter, Saturn und Uranus, ist auch Neptun von Ringen umgeben.

**Die Ringe**

Vor der Ankunft von Voyager 2 hatte man von der Erde aus festgestellt, dass aufgrund von Lichtabschwächungen bei



Auf diesem Bild ist deutlich zu sehen, dass die Ringe um Neptun vollständig sind. Früher hatte man nur die Ringbögen (oben links) erkennen können. Hier befinden sich 10-20 Kilometer grosse Materiebrocken.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt

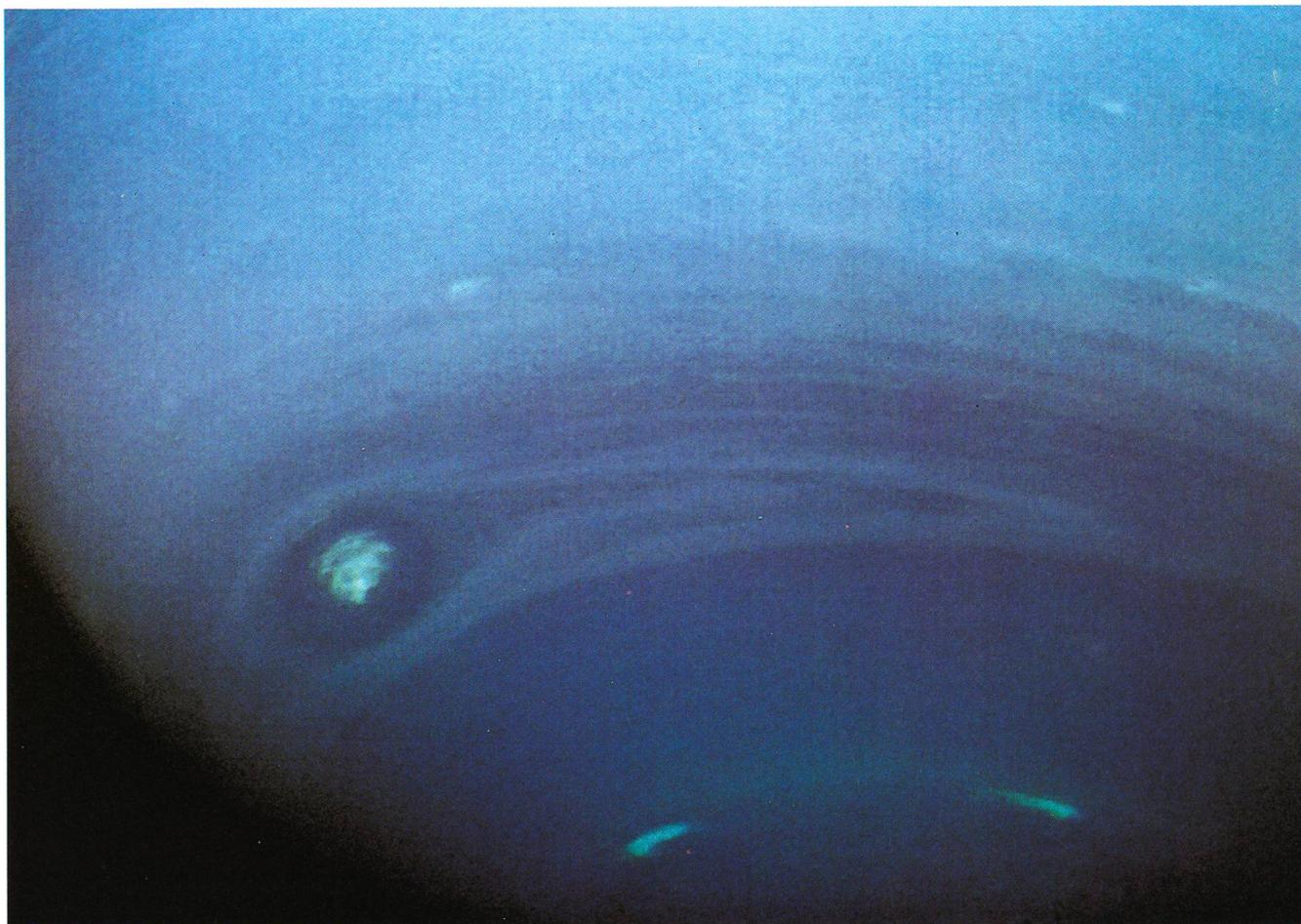


*Mosaik aus 14 Einzelbildern der Oberfläche von Triton die feinsten Strukturen sind nur noch 1-2 Kilometer gross.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt*

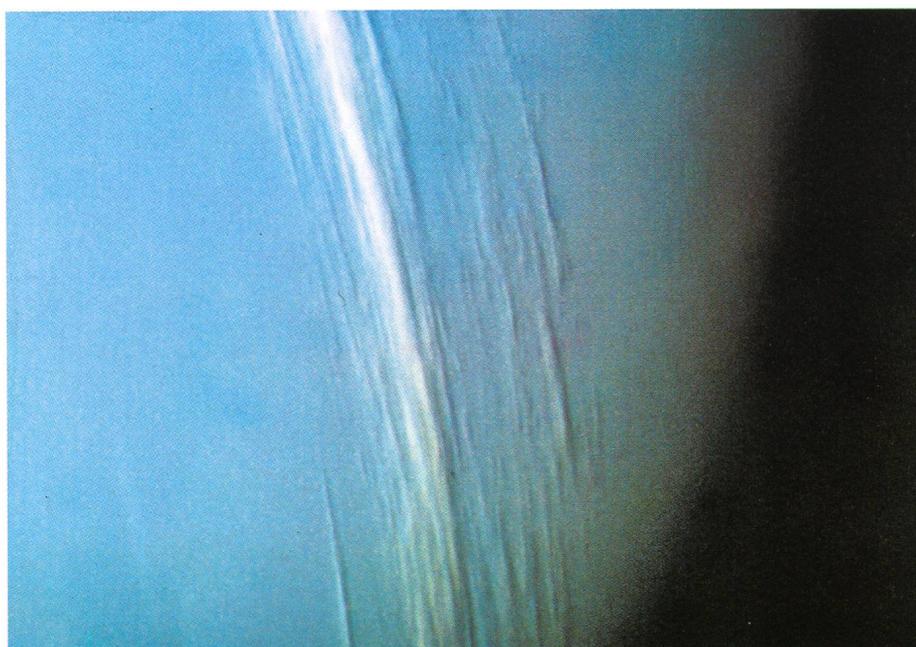
### **Die Monde**

Vor dem Voyager 2 Vorbeiflug am Neptun waren zwei Monde bei diesem Planeten bekannt, Triton und Nereid. Der erste gehört zu den grösseren Monden in unserem Sonnensystem, sein Durchmesser wurde auf zwischen 1800 und 4000 Kilometern

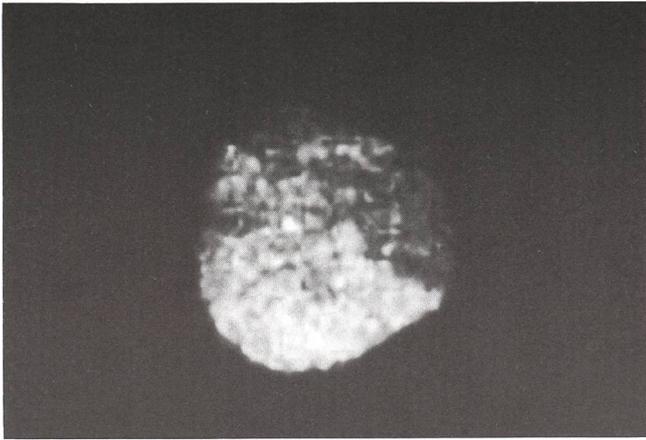
geschätzt. Nereids Durchmesser wurde auf etwa 300-400 Kilometern geschätzt. Voyager 2 konnte diese noch offenen Fragen und viele weitere Geheimnisse dieser Monde lüften. Zunächst aber entdeckte die Sonde insgesamt 6 neue Monde. Sie erhielten der Reihe nach die provisorische Bezeichnungen



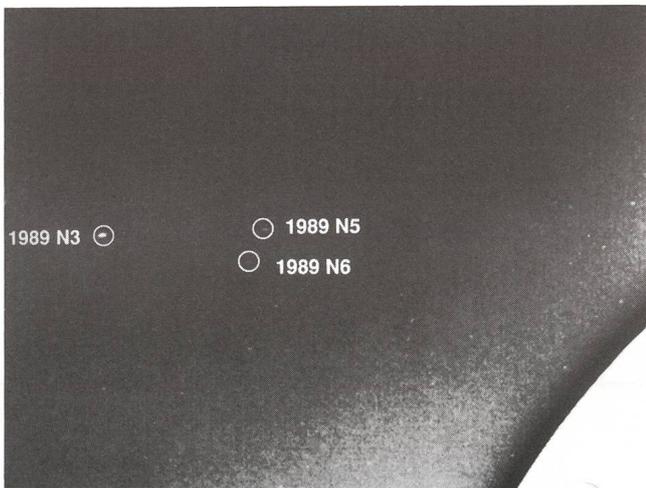
*Detailbild der südlichen Hemisphäre wo ein kleinerer Wirbelsturm bereits seit mehreren Monaten zu sehen war. Interessant ist, dass sein Zentrum von weissen Wolken bedeckt wird.*  
Bild: JPL/Archiv Schmidt



*Nur zwei Stunden vor dem Ueberflug des Nordpols gewann Voyager 2 dieses Bild von Wolkenbändern die über der eigentlichen Neptunatmosphäre sich aufhalten und stark an die irdische Cirruswolken erinnern. Zu sehen sind auch die Wolkenschatten auf den tieferen Atmosphäreschichten.*  
Bild: JPL/Archiv Schmidt



Mitte Juni entdeckte Voyager 2 der dritten Neptunmond. Er erhielt die provisorische Bezeichnung 1989 N 1. Das Foto entstand aus 870'000 Kilometern Entfernung, die kleinsten noch erkennbaren Strukturen sind 8 Kilometer gross. 1989 N 1 ist 400 Kilometer im Durchmesser gross und damit der zweitgrösste Mond des Neptun.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt



Gleich drei kleine neue Monde zeigt dieses am 21. August übermittelte Bild. Sie haben Durchmesser zwischen 40 und 190 Kilometer. Damit stieg die Zahl der Neptunmonde auf acht.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt

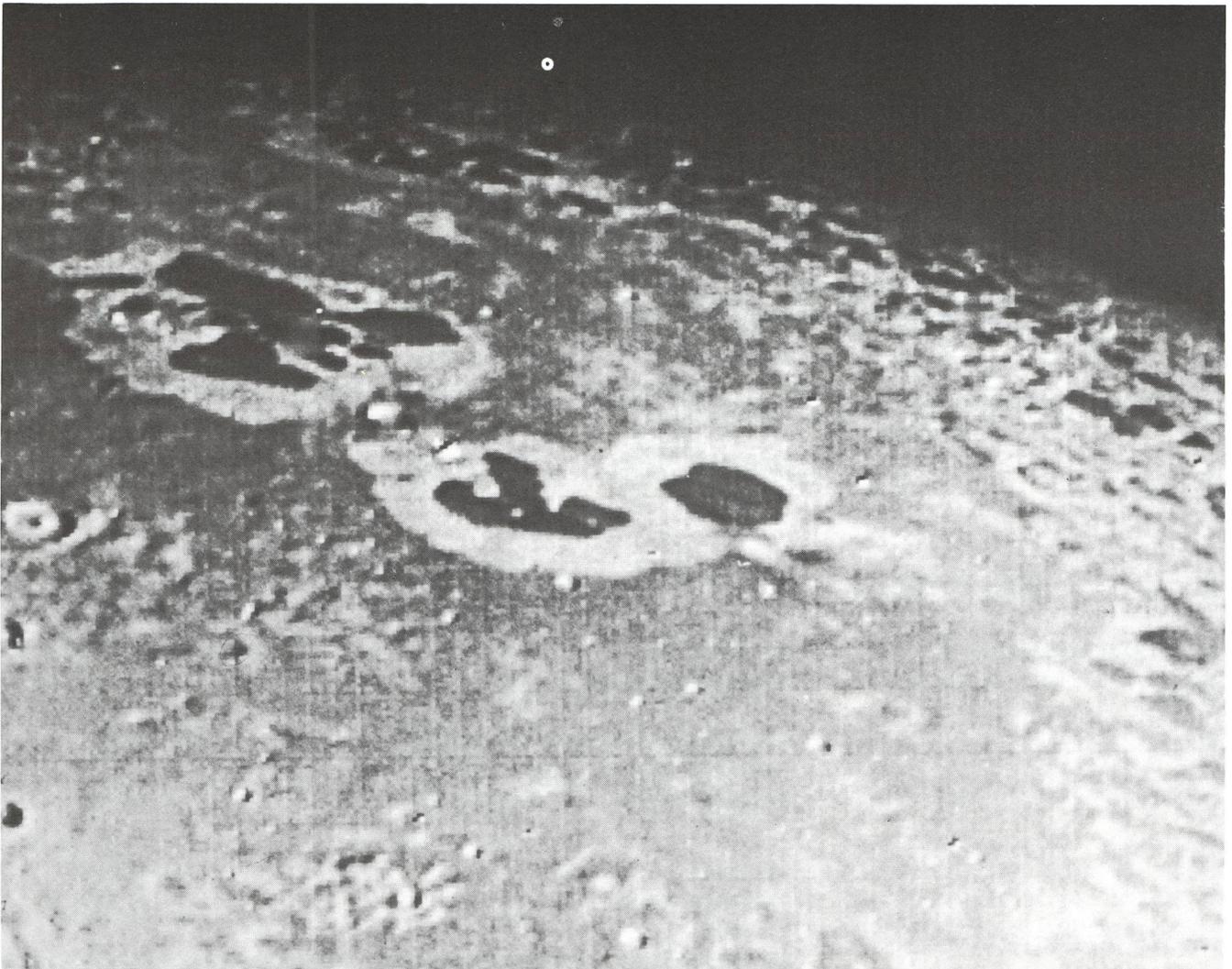
1989N 1-6. Der erstentdeckte 1989N1 weist einen Durchmesser von 400 Kilometern und ist damit der zweitgrösste Neptunmond. Er besitzt eine unregelmässige Form und eine von Kratern zernarbte Oberfläche. Die restlichen neuentdeckten Monde haben Durchmesser zwischen 40 und 200 Kilometern. Nereid selbst hat nach den verfügbaren Daten der Voyager Sonde einen Durchmesser von nur 170 Kilometern, er reflektiert aber etwa 12% des einfallenden Sonnenlichts. Deshalb war früher wohl sein Durchmesser grösser geschätzt worden. Die wohl grösste Ueberraschung für die Wissenschaftler war aber wohl der grosse Neptunmond Triton mit einem Durchmesser von 2780 Kilometern. Er hat einen nur 600 Kilometer kleineren Durchmesser als unser Erdmond. Die empfangenen Bilder zeigen, dass die Oberfläche von Triton jung sein muss und vermutlich auch heutzutage noch ständigen Veränderungen unterworfen ist. Einerseits sind grosse Gebiete der Oberfläche praktisch ohne Einschlagkrater, und dort wo es sie gibt, ist das Innere derselben mit Frosta-



Verschiedene Schnee- und Eisblagerungen sind auf dieser Aufnahme des Mondes Triton zu erkennen.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt

blagerungen bedeckt. Ausserdem schimmert es über grosse Gebiete in einem lachsroten Ton, was vermutlich auf Methanschnee zurückzuführen ist. Daneben sind andere Fläche aus anderen gefrorenen Gasen überdeckt, die bläulich schimmern, wie das Eis eines irdischen Gletschers. Da aufgrund seiner Bahn um Neptun die Oberfläche des Mondes Triton extremen Beleuchtungsverhältnissen unterworfen ist - der Südpol des Mondes steht seit über 80 Jahren dauernd im Sonnenlicht und der Nordpol im Schatten - kommt es immer wieder zu einem Ausfrieren und Sublimieren (von der festen direkt in die dampfförmige Phase verändernde Stoffe) der Gase auf der Oberfläche und in der dünnen Atmosphäre. Im weiteren sind Strukturen auf der Oberfläche zu erkennen, die ähnlich denen auf dem Jupitermond Ganymed sind. Es handelt sich dabei um rillen- und grabenartige Strukturen, die sich über viele hundert Kilometer auf der Tritonoberfläche hinwegziehen. Vermutlich handelt es sich dabei um aufgeschmolzenes Material aus dem Innern, das bei Ausbrüchen an die Oberfläche getreten ist. Dies erklärt teilweise auch das Fehlen von Kratern in ganzen Gebieten auf diesem Mond. Das herausgetretene Material hat diese herausgefüllt. Zudem wurden sogenannte vulkanische Calderen entdeckt. Diese ähneln im Aussehen den Strukturen auf dem Planeten Mars. Die Kraterböden sind unterschiedlich abgestuft, was auf die zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgten Eruptionen zurückzuführen ist. Allerdings ist das aus irdischen Vulkanen ausgeschleuderte Material über tausend Grad heiss, bei den Ausbrüchen auf Triton ist es dagegen weit unter minus hundert Grad Celsius kalt. Vermutlich ist es Stickstoffschnee, der aus dem Innern herausgepresst wird, dabei eine Geschwindigkeit von bis zu 300 Kilometern in der Stunde erreicht und mehrere Kilometer hoch heraussprudelt. Die Oberflächentemperatur auf Triton beträgt nach den neusten Messungen unter  $-240^{\circ}$  Celsius.

Schliesslich konnten auch noch neue Einzelheiten über die Atmosphäre des Mondes Triton in Erfahrung gebracht werden. Sie besteht zum überwiegenden Teil aus Stickstoff und weist einen Druck von  $1/100$  Millibar auf. Zum Vergleich: Die



Phantastische Strukturen wurden auf den Voyager 2 Bilder des Mondes Triton sichtbar. Diese Gebilde erinnern an halb zugefrorene Seen, die zu verschiedenen Zeitpunkte überlaufen sind.  
Bild: JPL/Archiv Schmidt



Der seit 1949 bekannte Mond Nereid entpuppte sich als nur 170 Kilometer grosses Objekt welches aber etwa 12% des Sonnenlichts reflektiert. Deshalb war der Durchmesser dieses Mondes früher grösser geschätzt worden. Das Bild zeigt Nereid als Halbmond aus 4.7 Millionen Kilometer Distanz.  
Bild JPL/Archiv Schmidt

Marsatmosphäre ist zehn Millibar stark, und bei der Erdatmosphäre beträgt der Druck 1000 Millibar auf Meereshöhe. In der Tritonatmosphäre gibt es auch verschiedene Dunstschichten. Die oberste erhebt sich etwa 14 Kilometer über seiner Oberfläche und ist etwa zwei bis drei Kilometer dick. Insgesamt sind drei Dunstschichten erkannt worden. Die ganze Atmosphäre ist etwa 700 Kilometer hoch.

Der Geologe LARRY SODERBLOM vom US-Geological Survey meinte zu den aufregenden Oberflächenformationen auf dem

Mond Triton: «Seine Oberfläche ist eine Kombination von Strukturen, die wir auf Mars, den Monden Enceladus Ariel und Ganymed beobachtet haben. Kein anderer Mond im Sonnensystem hat eine so vielfältige Oberflächenbeschaffenheit. Die Oberfläche Tritons ist - geologisch gesehen - sehr jung, zwischen einer und hundert Millionen Jahre alt.»

Voyager 2 befindet sich nun auf Fluchtkurs aus dem Sonnensystem. Mit einer Geschwindigkeit von über 65'000 Stunden Kilometern kehrt sie dem Sonnensystem langsam den Rücken zu um allmählich in die Welt der Sterne einzutauchen. Sie soll noch ungefähr bis zum Jahre 2020 Daten zur Erde übermitteln und als neue Aufgabe die Grenze des Sonnensystems erforschen. Dabei erhoffen sich die Wissenschaftler, dass Voyager 2 erstmals Daten aus dem interstellaren Raum übertragen wird. Dazu wurde die Sonde bereits umbenannt: Voyager Interstellar Mission.

MEN J. SCHMIDT, Kirchstrasse 56, CH-9202 Gossau