# Blaugrüne Murmel enthüllt ihre Geheimnisse

Autor(en): **Schmidt, Men J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **44 (1986)**

Heft 214

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899142

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

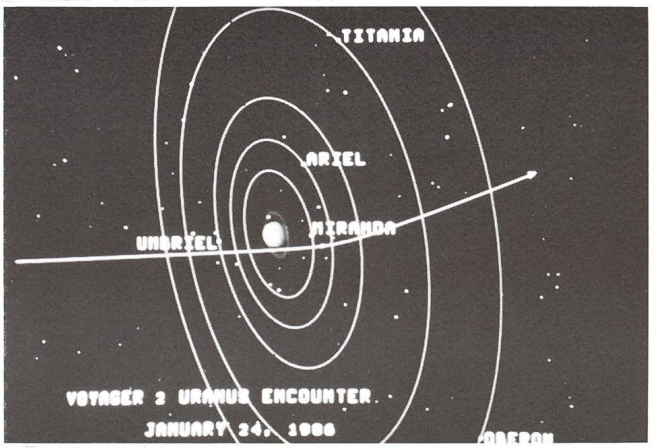
Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Blaugrüne Murmel enthüllt ihre Geheimnisse

MEN J. SCHMIDT

Am 24. Januar dieses Jahres passierte die amerikanische Raumsonde Voyager 2 um 19:00 MEZ den siebten Planeten unseres Sonnesystems, den Uranus in nur 82'000 Kilometern Entfernung. Elf verschiedene Instrumente lieferten eine Fülle von Daten von diesem blaugrünlich schimmernden Planeten. Innerhalb von wenigen Tagen erhielten die Wissenschaftler mehr Erkenntnisse über den drittgrössten Planeten in unserem Sonnensystem als während der gesammten vorangegangen erdgebundenen Erforschung.




*1 Die Grafik zeigt die Lage des Uranussystems im Raum und die Durchflugsbahn der Voyager 2 Sonde.*

Es ist gerade etwas mehr als 200 Jahre her, dass sich durch die Beobachtung eines Amateurastronomen der Durchmesser des Sonnensystems verdoppelte. Mit einem sechsölligen Teleskop (15 cm Durchmesser) entdeckte der Engländer William Herschel den siebten Planeten Uranus. Herschel schlug vor, den neuen Planeten «Gregorium Sidus» (Georgs Stern) zu nennen, dies zu Ehren des englischen Königs George III. Die Astronomen tauften das neue Mitglied im Sonnensystem Uranus, in Anlehnung an die griechische Mythologie.

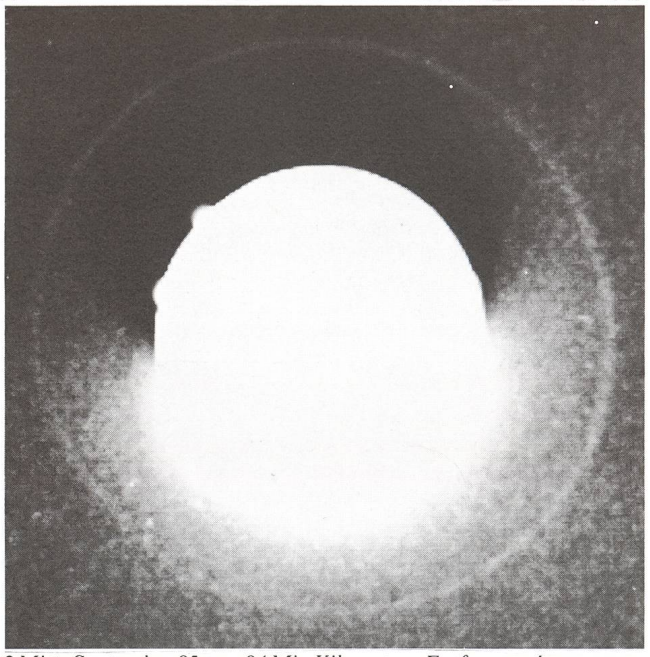
**Gekippte Rotationsachse**

Die immense Entfernung zum neuentdeckten Planeten förderte trotz intensiver Bemühungen nur wenig Informationen über die Beschaffenheit dieses Himmelskörpers zutage. Neben der Umlaufzeit von rund 84 Jahren stellten die Astronomen fest, dass die Rotationsachse des Planeten in der Bahnebene liegt. Mit anderen Worten: Uranus rollt auf seiner Bahn um die Sonne wie ein Rad, während die anderen Planeten aufrecht wie ein Kreisel sich bewegen.

Ausserdem wurden durch Teleskopaufnahmen insgesammt fünf kleine Monde (Durchmesser zwischen 500 und 1630 Kilometern) entdeckt. Durch Sternlichtabschwächungen während einer Sternbedeckung im Jahre 1977 konnte ein aus neun Teilen bestehendes Ringsystem nachgewiesen werden. Im weiteren zeigte der etwa 51000 Kilometer im Durchmesser grosse Planet selbst in grossen Fernrohren keine Einzelheiten auf seiner Oberfläche.

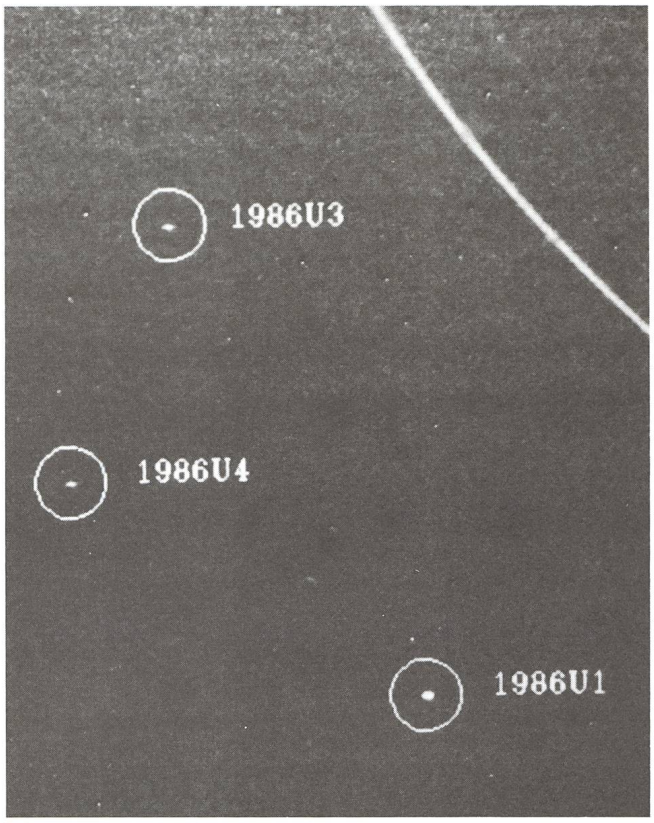
**Raumsonde lüftet Geheimnisse**

Am 20. August 1977 startete die amerikanische Raumfahrtsbehörde NASA die interplanetare Sonde Voyager 2. Drurch eine äusserst günstige Planeten- Konstellation (Lage zueinander), welche nur etwa alle 175 Jahre vorkommt war es möglich die Sonde ohne zusätzlichen Energieaufwand gleich zu den äusseren vier Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun vorbeifliegen zu lassen. Durch die sogenannte «swing-by» Technik wurde jeweils das Schwerefeld des angeflogenen Planeten ausgenützt (Vgl. Beschreibung in Orion Nr. 202: Raumsonde Galileo soll Jupitersystem unter die Lupe nehmen, und Orion 204: Raumsonde soll den Sonnennordpol überfliegen), dadurch konnte jeweils der Nächstäussertste ohne zusätzlichen Energieaufwand angeflogen werden. So flog Voyager 2 im März 1979 am Riesenplaneten Jupiter vorbei, und im August 1981 am Ringplaneten Saturn. Von diesen bei-Damals konnte die Sonde beim Jupiter alle 48 Sekunden und beim Saturn alle zweieinhalb Minuten ein Bild aufnehmen, beim wesentlich entfernteren Uranus (Strecke Uranus -Erde = 2,84 Milliarden Kilometer) benötigte die Kamera etwa vier Minuten bis ein komplettes Bild übertragen war. Und dies war auch nur möglich, weil einerseits mehrere grosse Antennen zusammengeschaltet wurden und andererseits neue Computertechnologie zur Bildaufbereitung eingesetzt werden konnte. In den Wochen vor während und nach dem Vorbeiflug wurden dadurch täglich etwa 200 Bilder empfangen. Das Voyager Beobachtungsprogramm des Planeten Uranus begann aber bereits im Juni 85 als die Sonde noch über 200



*2 Mitte September 85, aus 84 Mio Kilometern Entfernung konnte erstmals der äusserste Ring Epsilon zusammen mit Uranus fotografiert werden.*

Millionen Kilometer vom Zielobjekt enternt war. Damals konnte die Kamera bereits Uranus als blaugrüne Murmel sehen, auch vier Monde waren schon als winzige Punkte sichtbar. Mitte September, aus 84 Millionen Kilometern erfasste die Kamera schon den äussersten Ring, und in den Monaten darauf wurden weitere Monde entdeckt.




*3 Am 18. Januar erschienen gleich drei der neuentdecken Monde im Blickfeld der Voyager 2 Kamera. Mond 1986 U1 wurde am 3. Januar entdeckt und ist etwa 90 kilometer gross. 1986 U3 und 1986 U4 wurden am 9. beziehungsweise am 13. Januar entdeckt. Alle drei Monde umkreisen den Planeten ausserhalb seiner Ringe, der äusserste Epsilon genannte Ring ist noch oben rechts zu sehen.*

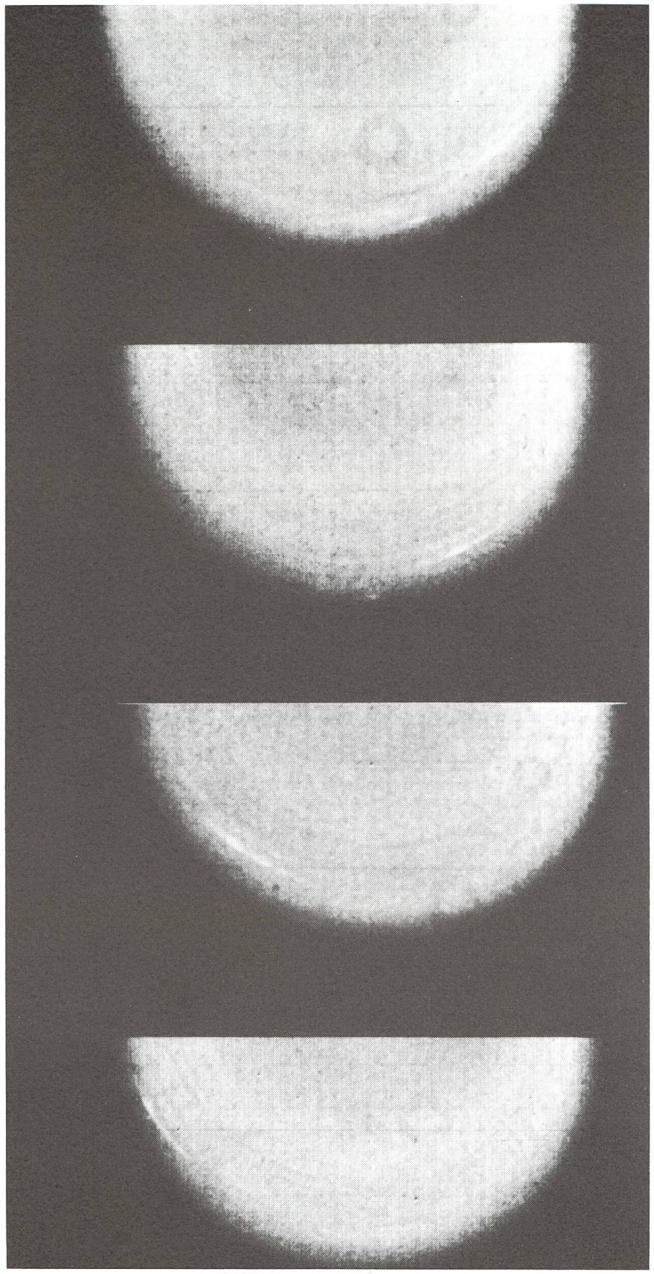
**Viele neue Ergebnisse**

Der Höhepunkt des Vorbeifluges fand am 24. Januar dieses Jahres statt. Die Sonde lieferte eine Fülle von Bildern des Planeten und die Messinstrumenten zeigten ein neues Bild des siebten Planeten im Sonnensystem auf. Dieses sieht etwa so aus:

- Die Atmosphäre über dem dunklen Pol des Planeten ist wärmer als die über dem von der Sonne beschienenen.

Vermutlich ist das die gespeicherte Wärme aus der Periode der 84 Jahre betragenden Umlaufzeit, in der jetzt dunkle Pol der Sonne (42 lang) zugewandet war.

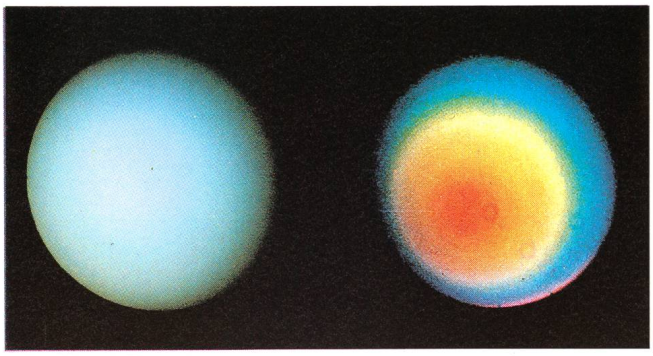
- Die obere Uranus-Atmosphäre besteht zumeist aus Wasserstoff mit etwas Helium, in tieferen Schichten zudem aus Methan und anderen Kohlenwasserstoffgasen. Der ganze Planet ist von einem starken Dunstschleier umgeben, deshalb sind im sichtbaren Bereich keinerlei Strukturen in der Atmosphäre zu sehen. Mit verschiedenen Filtern gewonnene Bilder zeigen aber eindeutig Wolken in tieferen Schichten der Atmosphäre. Diese wandern mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 Meter pro Sekunde.



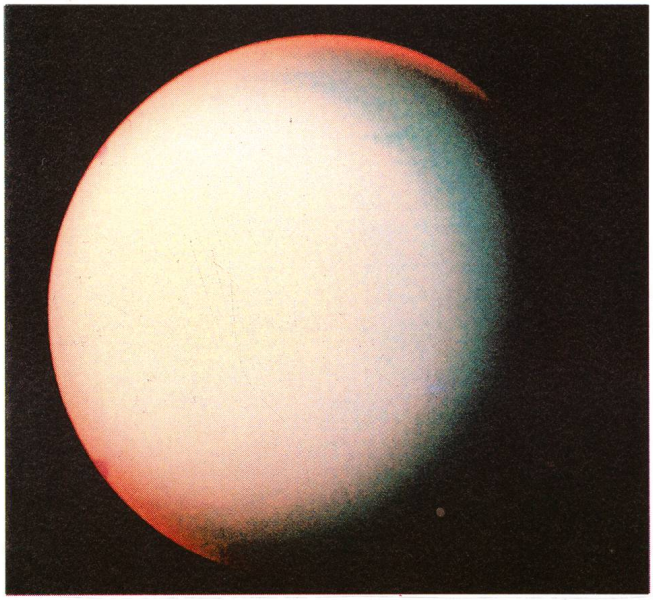
*4 Auf dieser Serie von vier Bildern, welche mit durch einen Orange-Filter gewonnen wurden sind erstmals Wolken in den tieferen Schichten der Uranus-Atmosphäre zu erkennen. Sie bewegen sich mit rund 100 Metern pro Sekunde in der Gashülle des Planeten.*

Ueber dem sonnenbeschienenen Pol beobachtete Voyager 2 eine sehr umfangreiche Dunstschicht, gegen den Aequator hin wurde viel weniger Dunst beobachtet. Die Temperatur der Uranusatmosphäre liegt bei etwa -210° Celsius. Komischerweise ist es in der Region zwischen dem 15. und 40. Breitengrad um 2-3 Grad kälter alls in der restlichen Gashülle. Hier wurden denn auch die wenigen Wolken beobachtet.

- Der Planet Uranus besitzt ein Magnetfeld von etwa 0.25 Gauss. Zum Vergleich: das irdische Magnetfeld beträgt ungefähr 0.3 Gauss, das des Jupiters 4,2 Gauss. Um den Uranus ist im Magnetfeld ein dem van Allen-Gürtel der Erde ähnlicher Gürtel aus Plasma - geladenen elektrischen Teilchen - gefangen. Eine Untersuchung des Uranus Magnetfeldes ergab, wie



*5 Das linke Bild zeigt Uranus wie er im sichtbaren Licht erscheint. Es sind keinerlei Strukturen in der Atmosphäre ersichtlich. Im rechten Bild, eine Falschfarbendarstellung ist deutlich der «Smog» ähnliche Dunst (rötlich) über dem Nordpol zu sehen.*



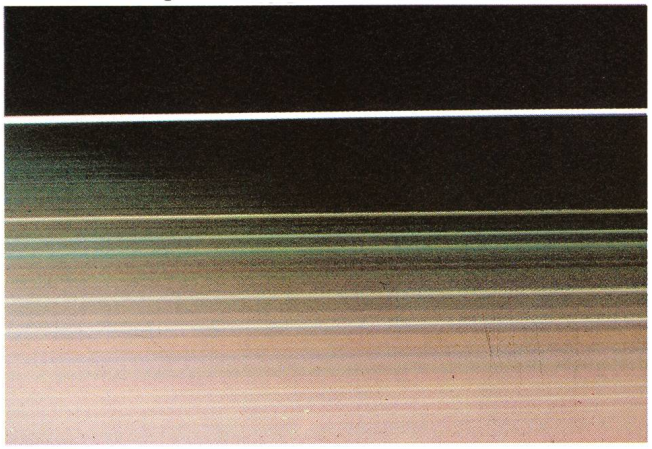
*6 Aus 2.7 Mio Kilometer Entfernung schoss Voyager 2 diese Falschfarbenaufanhme von Uranus. Die rosafarbenen Regionen sind Methan-Dunst, in der blauen Region sieht man tiefer in der dort klare Atmosphäre.*

der Wissenschaftller Norman Ness mitteilte, dass das, was für den Südpol des Planeten gehaten worden war, tatsächlich der Nordpol ist, welcher jedoch in Richtung zur Sonne unter der Bahnebene geneigt ist. Ausserdem ist der magnetische Nordpol vom Rotationspol 55 Grad entfernt. Auf die Erde bezogen, wäre der magnetische Nordpol in etwa auf der Höhe von Cypern plaziert. Durch die Rotation des Planeten schwingt das Magnetfeld dadurch auf und ab. Alle anderen Planeten beträgt die Abweichung des Magnetpols zum Rotationspol höchstens 10 Grad (Erde, Jupiter und Merkur). Mit dem Auffinden eines Magnetfeldes um Uranus konnte erstmals auch die Rotationszeit des Planeten genauer ermittelt werden. Diese beträgt nach den bisherigen Ergebnissen 16.8 ± 0.3 Stunden.

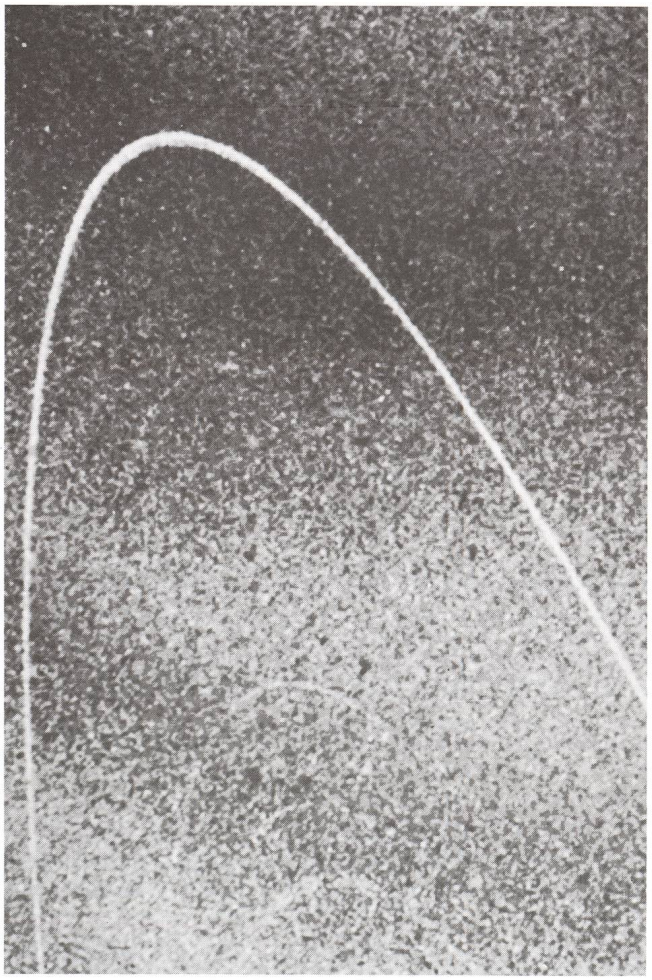
Im weitern wurde festgestellt, dass es auf Uranus auch eine Art von Nordlicht gibt. Die Forscher fanden heraus, dass es ein «elektrisches Glühen» gibt, wenn Elektronen auf Wasserstoffgas treffen. Das Gas gibt dann einen ultravioletten Schein ab.

**15. Mond und 10. Ring**

Bis zum Vorbeiflug von Voyager 2 am Uranus waren den Wissenschaftlern neuen einzelne Ringe um diesen Planeten bekannt. Die Sonde förderte einen zehnten zutage, und möglicherweise auch noch Teilstücke von weiteren Ringen. Der neuendeckte 10. Ring befindet sich zwischen den beiden äusersten bekannten Ringen. Daten die mit Hilfe des Photopolarime-

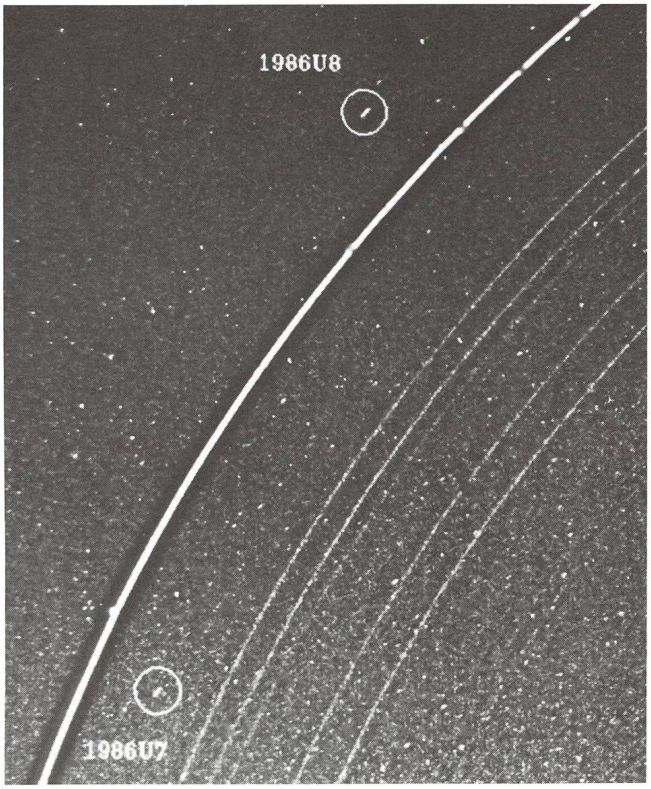


*7 Vermutlich sind die einzelnen Ringe von unterschliedlicher chemischer Zusammensetzung, wie diese fantastische Falschfarbenaufnahme zeigt. Auf dem Bild sind alle 9 Einzelringe sichtbar.*



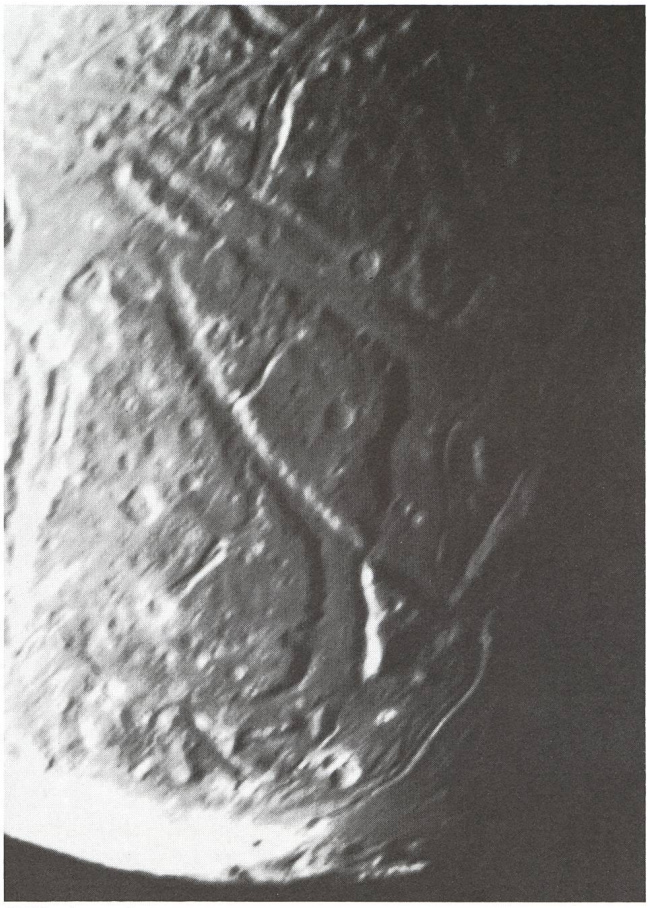
*8 am 24. Januar entdeckte Voyager 2 den 10. Ring. Er befindet sich zwischen den beiden äussersten schon von der Erde aus entdeckten Ringe. Das Bild hat ein Auflösungsvermögen von 9 Kilometer.*

ters der Sonde gewonnen wurden, lassen vermuten dass Uranus noch bis zu 10 weitere Ringe besitzen könnte. Diese würden sich noch ausserhalb des äusserstern, Epsilon gennanten Ringes, befinden. Eine Ueberraschung war, dass die Ringteilchen eine Grösse von über einem Meter aufweisen. Zwischen den einzelnen Ringen wurden ausserdem noch Staubansammlungen beobachtet. Saturnringe dagegen bestehen zum grossen Teil aus Kieselstein-grossen Teilchen und darunter.
- Beim Epsilongring gelang es Voyager 2 die schon lange vermuteten «Schäfer-Monde» zu beobachten. Diese Monde werden so genannt, weil sie das Ringmaterial auf einem eng begrenzten Raum halten. Vermutlich gibt es auch beidseits der restlichen Ringe weitere solche Monde, darauf deutet die schnurartige schmale Form der Ringe hin. Im Zeitraum zwischen dem 7. Dezember 85 und dem Vorbeiflug entdeckte die Sonde insgesammt 10 neue kleine Monde, somit erhöht sich ihre Gesammtzahl auf 15. Mit Ausnahme des ersten neuentdeckten Mondes - er ist etwa 170 Kilometer gross - weisen die restlichen neuen Monde Durchmesser zwischen 20 und 90 Kilometer auf.




*9 Die lange Vermuteten «Schäfer-Monde» konnten am 21.Januar aus 4,1 Mio Kilometern Entfernung entdeckt werden. Sie halten den etwa 100 Kilometer breiten äussersten Ring Epsilon im Schach.*

Weil alle Uranusmonde praktisch in der Rotationsebene des Planeten ihre Bahn haben, war es äusserst schwierig sie detailiert zu beobachten. Die Sonde kam nur beim innersten der grossen Monde relativ nahe, Miranda wurde in etwa 31000 Kilometern Entfernung passiert. Ariel, er hat einen Durchmesser von 1300 Kilometern, und wurde in etwa 130000 Kilometern Abstand passiert. Trotzdem gelangen von diesem Satelliten Bilder mit einer Auflösung von nur 2.4 Kilometern. Die Oberfläche weist neben Kratern auch zahlreiche Rillen auf, auf deren Grund eigenartige Fliesmuster zu sehen sind. Möglicherweise «schwitzte» dieser Trabant in der Frühgeschichte Materie aus dem Innern heraus.



*10 Höchstaufgelöste Aufnahme des Mondes Ariel. Die Auflösung beträgt auf diesem Bild noch 2,4 Kilometer. Die Oberfläche ist von zahlreichen Rillen und Gräben geprägt, in denen eigenartige Fliessmuster zu erkennen sind.*

*11 Grössenverhältnisse der fünf grossen Monde im Uranus-System. Sie weisen Durchmesser zwischen 500 und 1630 Kilometern auf. Der dunkelste Mond ist Umbriel, er reflektiert nur 12% des einfallenden Sonnenlichtes, die anderen Monde zwischen 20 und 30%.*

- Der dunkelste Mond ist Umbriel, und zeigt nur wenige Helligkeitsunterschiede auf seiner Oberfläche. Das markannteste Detail des 1200 Kilometer grossen Mondes ist ein sehr heller Krater am Terminator (hell-dunkel Grenze). Der Durchmesser des Kraters misst 110 Kilometer. (Photo 13)
- Der zweigrösste Uranusmond ist Oberon, auch er verblüffte die Wissenschaftler. Aus einer Distanz von 660000 Kilometern zeigten die gewonnen Bilder, dass weite Teile der Oberfläche von Eis bedeckt sind. Daneben sind Einschlagskrater mit hellen Strahlen auszumachen. Das Besondere an Oberon: Am Mondrand wurde ein 6 Kilometer hoher Berg beobachtet. (Photo 14)
- Titania ist der grösste Mond im Uranus-System. Sein Durchmesser beträgt 1630 Kilometer und ist stark von Einschlags-

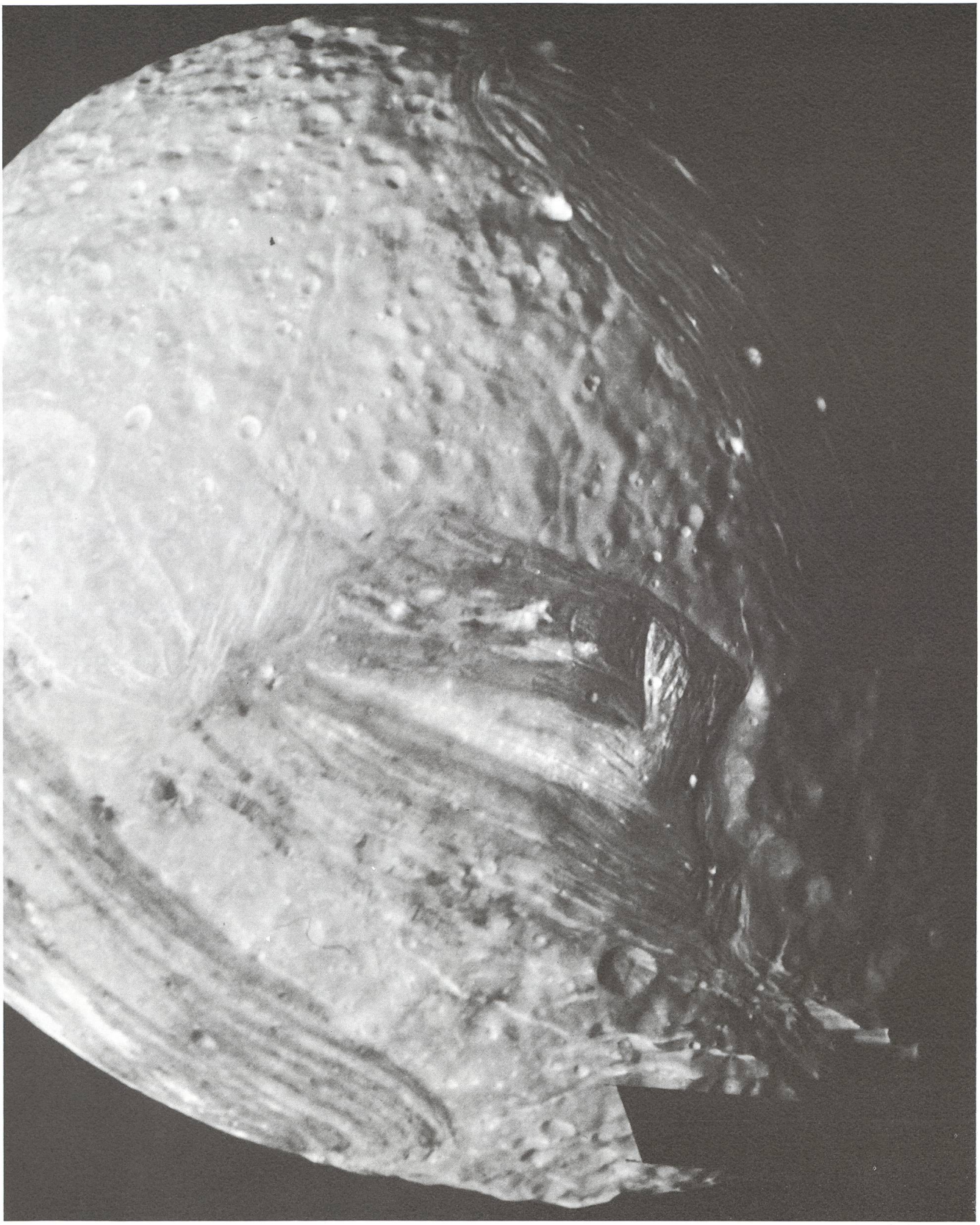
kratern bedeckt. Der grösste weist einen Durchmesser von 300 Kilometern auf. Charkeristisch für Titania ist seine fast einheitliche Graufärbung. Die hellen Ablagerungen in den Kratern könnten von Eis herrühren. Möglicherweise war Titania bis in die jüngste Zeit tektonisch aktiv. Das zeigt auch eine lange mit hellem Material gefüllte Rille in der Nähe des Terminators. (Photo 15)
- Die grösste Überraschung aber lieferte der kleinste der grossen Monde. Miranda besitzt einen Durchmesser von 500 Kilometern und durch die geringe Vorbeiflugdistanz der Voyager-Sonde gelangen Aufnahmen mit einer Auflösung von nur noch 560—740 Metern. «Auf der Oberfläche von Miranda sehen wir die Beweise für gewaltige Kräfte», erklärte Ellis Miner, einer der leitend an dem Projekt beteiligten Wissenschaftler im Jet Propulsion Laboratory in Pasadena California. Man habe aber noch keinen Hinweis darauf, was diese Kräfte ausgelöst habe, fügte er hinzu.
Miranda, der innerste Uranus-Mond, weist auf den Voyager-Fotos die zerklüfteste Oberflächenstruktur auf. Da gibt es kilometergrosse Felsstürze über Schluchten, eine riesige ovale Formation, die an ein Sportstadion erinnert, eine wie mit einem Besen gefegte Ebene und gewaltige eckige Gebiete die wie ein gepflügter Acker aus der Vogelperspektive aussehen.
Den Bildern nach zu urteilen, waren die umwälzenden Kräfte offenbar auf jenen Monden am stärksten, die dem Uranus am nächsten sind. Larry Solderblom, ein Geologe vermutet, dass die Oberfläche dieser Monde und vor allem von Miranda, zwischen den Anziehungskräften des Planeten selbst und anderer Trabanten deformiert wurden.

Inzwischen liegt aber dieses sensationelle Rendez-vous mit Uranus und seinen Monden schon ein halbes Jahr zurück und Voyager 2 fliegt nun getreu dem NASA Flugplan weiter zum zur Ziet äussersten Planeten in unserem Sonnensystem, dem Neptun. Die Bilder und Daten von dem hinter sich lassenden Uranus-System werden die Wissenschaftler noch Jahre beschäftigen. Unter anderem sind über 4300 Bilder auszuwerten. Nach 12 Jahren Fluggzeit, im August 1989 wird dann das letzte Ziel erreicht sein, bevor Voyager 2 das Sonnensystem für immer verlässt um in die Tiefe des Weltraumes zu verschwinden.

*Adresse des Autors:*
MEN J. SCHMIDT, Kirchstrasse 56, CH-9202 Gossau

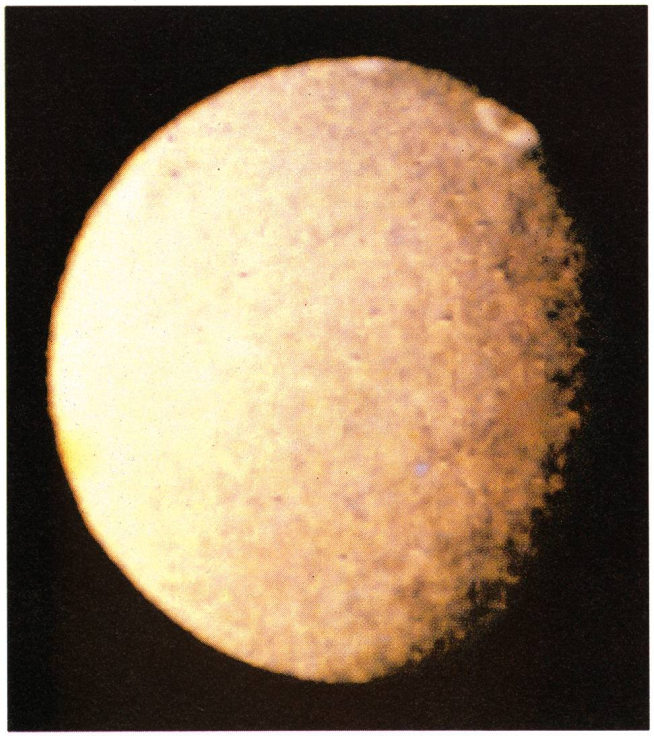
# La bille bleu-verdâtre dévoile ses secrets

Le 24 janvier de cette année, la sonde américaine Voyager 2 passa à 19.00 h HEC à 82000 km seulement de la septième planète de notre systeme solaire. (photo 1). Onze instruments divers livrèrent une profusion de données sur Uranus. En quelques jours, les savants reçurent plus d'informations sur la troisième planète en grandeur de notre système solaire que pendant toute l'exploration précédente depuis la Terre.
Il y a un peu plus de 200 ans que le diamètre du système solaire connu se doubla par l'observation d'un astro-amateur. Avec un télescope de 15 cm de diamétre, l'anglais WILLIAM HERSCHEL découvrit la septième planète: Uranus. HERSCHEL proposa de la nommer «Gregorium Sidus» (étoile de George) en l'honneur du roi d'Angleterre GEORGE III. Les astronomes la baptisèrent Uranus, en rapport avec la mythologie grecque.
L'énorme distance qui nous sépare de la planète découverte ne permit pas d'obtenir beaucoup d'informations sur sa nature, malgré les efforts intensifs des observateurs. A part une révolution d'un peut plus de 84 ans, les astronomes constatèrent que l'axe de rotation de la planète est placé horizontalement sur le plan de l'orbite: Uranus roule donc sur son orbite autour du Soleil comme une roue, alors que les autres planètes se meuvent verticalement comme une toupie. D'autre part, les prises de vues, au télescope découvrirent cinq petites lunes (entre 500 et 1630 km de diamètre). Lors d'une occultation d'étoile en 1977 par Uranus, on découvrit un système de neuf anneaux. La planète, de diamètre d'environ 51000 km, ne montre, même dans les grands télescopes, aucun détail de sa surface.
Le 20 août 1977, l'autorité spatiale américaine, la NASA, lança la sonde interplanétaire Voyager 2. Favorisé par une constellation propice des planètes qui ne se reproduit que tous les 175 ans, il fut possible, sans utiliser plus d'énergie, d'envoyer la sonde frôler les quatre grandes planètes extérieures Jupiter, Saturne, Uranus et Nepturne. Par la technique du «Swing-by», le champ de gravité de la planète visée fut utilisé pour projeter la sonde vers la planète suivante sans apport nouveau d'énergie. Ainsi, Voyager 2 frôla Jupiter en mars 1979 et Saturne en août 1981. De ces deux planètes, elle transmit plus de 64000 images vers la Terre. De Jupiter, la sonde expédia une image toutes les 48 secondes, de Saturne, une toutes les deux minutes et demie. D'Uranus, sensiblement plus éloignée, (distance Uranus-Terre: 2,87 milliards de kilomètres) la caméra mit environ 4 minutes pour qu'une image complète soit trasmise. Ceci ne fut possible d'une part que par le couplage de plusieurs grandes antennes et d'autre part par l'utilisation d'une nouvelle technologie d'ordinateur pour le traitement des images. Pendant le passage près de la planète comme pendant les semaines le précédent et la suivant, quelque 200 images furent enregistrées chaque jour. Le programme d'observations d'Uranus commença pour la sonde en juin 1985 alors qu'elle se trouvait encore à plus de 200 millions de km de son but. Alors, la camèra put voir Uranus comme une bille bleu-verdâtre ainsi que 4 de ses lunes telles de minuscules points.
A mi-septembre, à une distance de 84 millions de km, la caméra saisissait déjà l'anneau le plus externe (photo 2) et le mois suivant de nouvelles lunes furent découvertes (photo 3). Le point culminant du passage eut lieu le 24 janvier de cette année. La sonde livra une abondance d'images de la planète et les instruments de mesure montrèrent un nouveau portrait de la septième planète du système solaire. Celui-ci a l'aspect suivant:
- L'atmosphère au-dessus du pôle non éclairé de la planète est plus chaude que celle se trouvant au-dessus de celui qui est éclairé par le Soleil. Cela provient probablement de la chaleur emmagasinée pendant les 42 ans pendant lesquels le pôle actuellement non éclairé était tourné vers le Soleil. - L'atmosphère supérieure d'Uranus se compose en majeure partie d'hydrogène et d'un peu d'hélium, dans les couches inférieures mélangé de méthane et d'autres gaz hydrocarboniques. La planète entière est entourée d'un épais rideau de baume et, de ce fait, dans la fréquence visible, n'apparaît aucune structure dans l'atmosphère (photos 5 et 6).

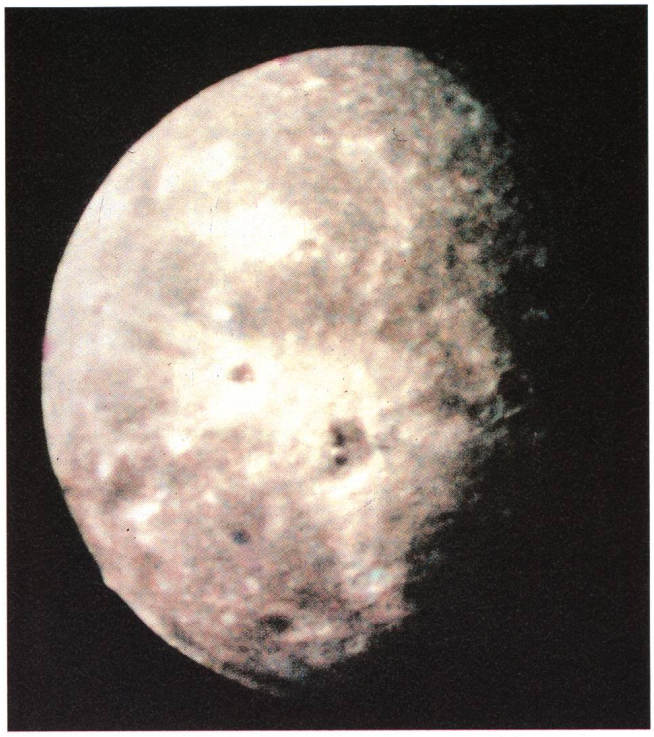


*12 Bildmosaik des innersten Mondes Miranda. Die Auflösung beträgt 560-740 Meter. Die 500 km grosse Miranda besitzt eine von bizarsten Formen geprägte Oberfläche: eigenartige Fliessmuster sind in der oberen rechten Ecke zu sehen, während das Feld unten links einem umgepflügten Acker ähnelt.*

A l'aide de différents filtres, des prises de vues montrèrent clairement des formations nuageuses dans les couches inférieures. Ces nuages se déplacent à une vitesse d'environ 100 mètres par seconde (photo 4). Au-dessus du pôle éclairé par le Soleil, Voyager 2 observa une couche brumeuse très étendue. Il ne fut que peu observé en direction de l'équateur. La température de l'atmosphère d'Uranus s'élève à -210° centigrade. Dans la région située entre 15 et 40 degrés de latitude elle est de 2 à 3 degrés plus froide que dans les autres régions. C'est dans cette région qu'on observa le moin de nuages.
Uranus possède un champ magnétique d'environ 0,25 Gauss. A titre de comparaison, celui de Jupjter est de 4,2 Gauss. Autour d'Uranus se trouve, dans le champ magnetique, une ceinture de particules électrisées chargées de plasma analogue à la ceinture VAN ALLEN de la Terre. Un examen du champ magnétique d'Uranus démontra, comme le savant NORMAN NESS l'annonça, que ce qui était reconnu comme le pôle sud d'Uranus est en réalité le pôle nord, qui est toutefois incliné sur l'orbite en direction du Soleil. D'autre part, le pôle nord magnétique est distant de 55° du pôle de rotation. Sur la Terre, cela donnerait: le pôle nord magnétique serait placé environ à la hauteur de l'île de Chypre. Par la rotation de la planète, le champ magnétique oscille de haut en bas. Sur toutes le autres planètes, l'écart entre le pôle magnétique et le pôle de rotation est au maximum de 10° (Terre, Jupiter et Mercure). Avec la découverte d'un champ magnétique sur Uranus, le temps de rotation de la planète fut détertminé plus exactement. Selon les résultats actuels, ce temps est de 16,8 ± 0,3 heures.
D'autres part, on a constaté que sur Uranus il existe aussi une sorte d'aurores boréales. Les chercheurs déterminèrent qu'une incandescence est provoquée quand des électrons rencontrent de l'hydrogène gazeux. Le gaz donne alors du rayonnement ultraviolet.
Jusqu'au survol d'Uranus par Voyager 2, les scientifiques connaissaient neuf anneaux autour de la planète. La sonde en découvrit un dixième et probablement aussi des sections de plusieurs autres. Le nouveau dixième se trouve entre les 2 anneaux extérieurs connus (photo 8).
Les données acquises à l'aide du photopolarimètre de la sonde laissent supposer qu'Uranus pourrait posséder jusqu'à 10 anneaux supplémentaires. Ceux-ci se trouveraient au-dehors de l'anneau extérieur appelé Epsilon. Une surprise fut que des particules des anneaux ont une grosseur de plus de un mètre. Entre les anneaux ne furent observés que des amas de poussières. Les anneaux de Saturne, par contre, ne se composent en grande partie que de particules de la grosseur de galets et au-dessous.
Près de l'anneau Epsilon, Voyager 2 réussit à observer les satellites-bergers déjà supposés (photo 9).
Ces satellites sont ainsi nommés car ils maintiennement les particules des anneaux dans un espace très restreint. Il existe probablement d'autres satellites semblables de chaque côté des anneaux, la forme étroite de ceux-ci le laisse supposer. Entre le 7 décembre 1985 et le survol de la planète, la sonde découvrit un total de 10 nouvelles petites lunes et ainsi le nombre de celles-ci s'élève a 15.
A l'exception de la première lune nouvelle découverte, elle a un diamètre de 170 km, les autres neuf lunes ont un diamètre se situant entre 20 et 90 km.
Comme partiquement toutes les lunes d'Uranus ont leur orbite dans le plan de rotation de la planète, il fut extrèmement difficile de les observer en détail.
La sonde ne passa relativement près de la plus interne des lunes seulement, Miranda, à environ 31000 km.
Ariel, ayant un diamètre de 1300 km, fut croisé à une distance de 130000 km. Malgré cela, les photos de ce satellite furent réussies avec une limite de résolution de 2,4 km. A côté de cratères, la surface compte un grand nombre de rainures au fond desquelles on observe des sortes de carrelages particuliers. Il est possible que ce satellite «suinta» de la matière de son intérieur dans sa préhistoire (photo 10).
La lune la plus sombre est Umbriel et ne montre que peu de différence de clarté à sa surface. Le détail le plus marquant de ce satellite de 1200 km de diamètre est un cratère très clair près du terminateur. Son diamètre est de 110 km.
La deuxième lune par sa grandeur est Obéron. Elle aussi stupéfia les savants. A une distance de 660000 km les photos prises montrèrent une surface en grande partie couverte de glace. A part cela, des cratères provenant d'impacts et entourés de rayons clairs ont été observés. Une particularité d'Obéron: en bordure de la lune on observa une montagne de 6 km d'altitude.
Titiana est la plus grande lune du système. Son diamètre est de 1630 km. Sa surface est couverte de cratères provenant d'impacts. Le plus grand a un diamètre de 300 km. Une caractéristique de Titiana est sa couleur grise presqu'uniforme. Les dépôt clairs dans les cratères peuvent provenir de glace. Il est possible que Titiana a eu jusque récemment une activité tectonique. Cela est aussi démontré par une longue rainure près du terminateur qui est rempli de matière claire.
La plus grande surprise fut apportée par la plus petite des grandes lunes: Miranda. Elle a un diamètre de 500 km et du fait de la petite distance de la sonde Voyager lors de son survol, des prises de vues avec une limite de résolution de 560 à 740 mètres furent possibles (photo 12).
ELLIS MINER, l'un des savants participant au projet pour le Jet Propulsion laboratory à Pasadena, Californie, commenta les prises de vues ainsi: «A la surface de Miranda, nous voyons



*13 Umbriel, la lune la plus sombre, ne montre que peu de différence de clareté à sa surface. Le détail le plus marquant sur cette photo est la tache claire au limbe à droite en haut dont l'origine est encore inconnue.*



*14 Obéron à une distance de 660 000 kolomètres. Elle est en grande partie couverte de glace. Des cratères entourés de rayon clairs y ont été découverts. Au limbe, à gauche en bas, on remarque une montagne de 6 km d'altitude.*

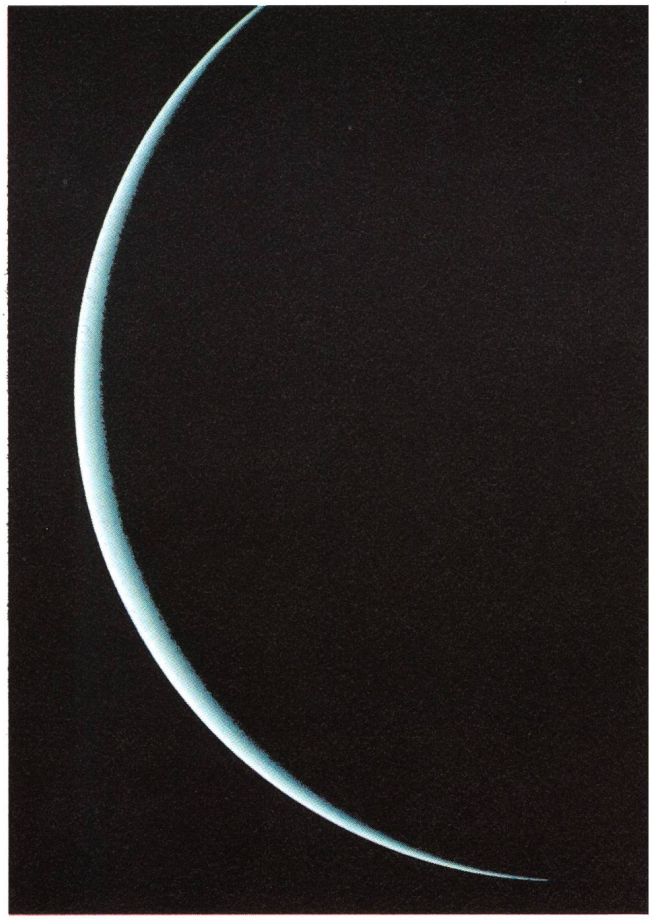
*15 Titania est la plus grande lune du système. Son diamètre est de 1630 km (Lune de la Terre: 3476 km). Les plus petits détails ont un diamètre de 9 km. La longue rainure, à droite, laisse présumer une récente activité tectonique.*

la preuve de forces énormes.» Il ajouta: «Mais on n'a encore aucun indice sur ce qui déclancha ces forces.» Miranda, la plus intérieure des lunes d'Uranus, montre, sur les photos de Voyager, la structure crevassée de sa surface. Il y a des éboulements de roches et des gorges sur des kilomètres de longueur, une formation ovale géante qui rappelle un stade sportif, une plaine qui paraît avoir été balayée et d'énormes régions anguleuses qui ont l'air de champ labouré vu d'avion. Selon ces images, il apparaît que ces forces bouleversantes furent les plus fortes sur les satellites les plus proches d'Uranus. LARRY SOLDERBLOM, un géologue, pense que les surfaces de ces lunes, mais surtout de Miranda, ont été déformées par les forces gravitationnelles conjuguées de la planète elle-même et des autres satellites.

Entretemps, ce rendez-vous sensationnel avec Uranus et ses lunes date déjà d'une demi-année et Voyager vole toujours selon le plan de la NASA, ayant comme but la dernière des grandes planètes externes de notre système solaire, Neptune.

Les photos et données laissées par le système d'Uranus vont encore accuper les savants pendant des années. Entre autres, ce sont plus de 4300 images à examiner et à interpréter. En août 1989, après 12 ans de vol, le dernier but sera atteint avant que Voyager 2 ne quitte le système solaire pour toujours et se perde dans les profondeurs de l'Univers.

*Traduction de l'article précédent J. A. HADORN*



*16 En route pour Neptune, Voyager 2 jeta un dernier regard en arrière sur Uranus dont il gagna l'aspect de ce mince croissant. La couleur bleu-verdâtre est réelle. Elle provient du méthane qui absorbe la lumière rouge.*