

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 78 (2020)
Heft: 4

Artikel: Neptun : ein stürmischer Eisriese
Autor: Geiger, Hansjürg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1007095>

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: 02.04.2025

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

Am 11. September steht Neptun in Opposition zur Sonne

Neptun – ein stürmischer Eisriese

Ein französisch-britisches Fernduell führte 1846 zur Entdeckung des äussersten Planeten unseres Sonnensystems – mit deutscher Hilfe. Doch erst 1989 konnte die Menschheit dank Voyager 2 erste Details über den fernen Gasplaneten erfahren.

Stellen Sie sich vor, Sie wissen, es gibt in unserem Sonnensystem einen Riesenplaneten, den noch kein Mensch gesehen hat! Sie wissen sogar, wo er gerade am Himmel zu finden ist. Sie können genau sagen, wo man hinschauen müsste, um ihn erstmals zu beobachten! Und Sie erzählen dies voller Freude und Stolz ihren Kollegen aus der Astronomen-Gilde. Aber niemand interessiert sich und niemand möchte auch nur einige Minuten aufwenden und hinschauen.

Unvorstellbar. Aber genauso erging es im Jahre 1846 dem jungen Astronomen *Ur-*

bain Le Verrier. Er hatte die Bewegung des verhaltensauffälligen Planeten Uranus ausgewertet und daraus die Umlaufbahn eines damals noch unbekanntem achten Planeten berechnet. Als er aber am 31. August 1846 der französischen Akademie der Wissenschaften seine Resultate bekanntgab, musste er erleben, dass keiner der beobachtenden französischen Astronomen ein Teleskop zum Himmel richten wollte. Niemand nahm die Berechnungen des jungen Astronomen ernst genug, um die offenbar schon damals wertvolle Beobachtungszeit an einem Tele-

skop zu investieren. Frustriert vom offensichtlichen Desinteresse seiner französischen Kollegen, schrieb *Le Verrier* am folgenden 18. September seinem Bekannten *Johann Gottfried Galle* in Berlin. Es muss für einen stolzen Franzosen wie ihn schon fast eine Demütigung gewesen sein, aber offenbar sah er keine andere Möglichkeit, als deutsche Hilfe zu erbitten. *Galle* erhielt den Brief mit den errechneten Koordinaten fünf Tage später. Begeistert richtete er noch am selben Abend den 22 cm-Refraktor der Berliner Sternwarte auf die vorausgesagte

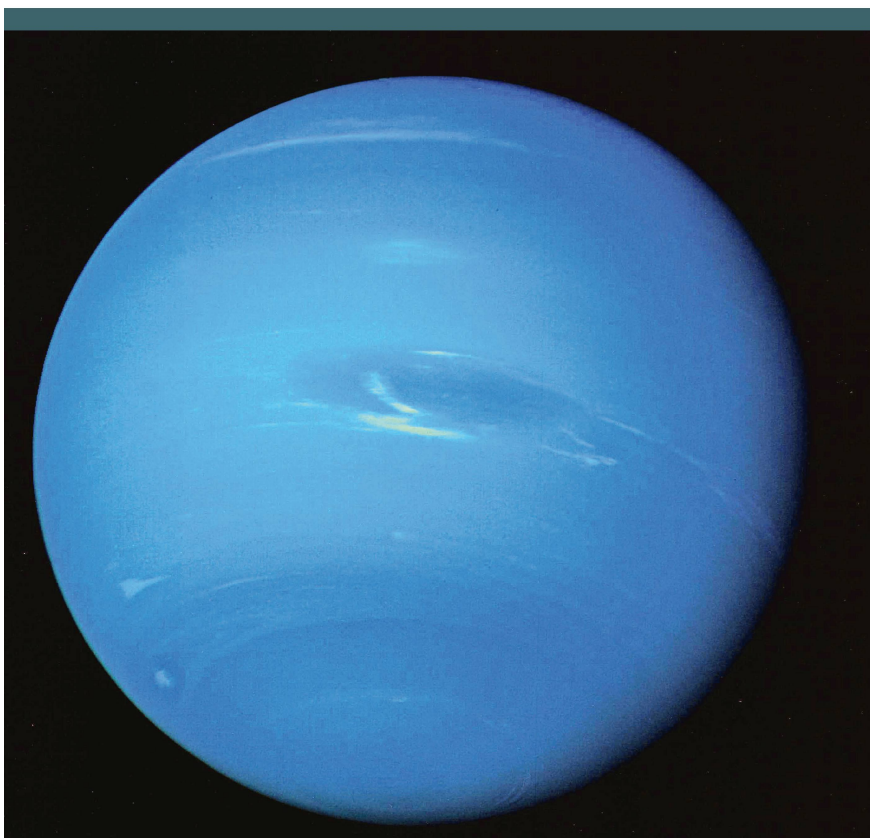


Abbildung 1: Neptun, aufgenommen aus 7 Millionen km Distanz vom Teleobjektiv der Sonde Voyager 2.

Bild: NASA/JPL



Abbildung 2: Voyager 2 schaut zurück auf Neptun und seinen Mond Triton.

Bild: NASA/JPL

Stelle und fand – nichts. Erst ein Vergleich mit der gerade fertig erstellten Berliner Akademischen Sternkarte zeigte eine halbe Stunde später, nur gerade ein Bogengrad neben der erwarteten Stelle, einen nicht verzeichneten, bläulichen Lichtfleck der 8. Grösse. Und tatsächlich, 24 Stunden später hatte sich dieser Lichtfleck um vier Bogen Sekunden bewegt. Der neue Planet war gefunden.

Wie sehr die Zeit drängte, konnte *Le Verrier* höchstens ahnen. Er wusste nicht, dass in Grossbritannien *John C. Adams* dem neuen Mitglied der Planetenfamilie schon länger auf der Spur war und sich ebenfalls für die Ursache des Gezappels des Uranus interessierte. *Adams* informierte 1845 zwei angesehene englische Astronomen, *Challis* in Cambridge und *Airy* in Greenwich. Beide

reagierten zurückhaltend und wollten vor einer Veröffentlichung zuerst die Bestätigung durch eine Beobachtung am Himmel sehen. Dazu aber waren die Angaben von *Adams* zu ungenau. Zudem änderte dieser seine Voraussagen immer wieder. Jedenfalls blieb im Sommer 1845 eine sechswöchige Suche am Observatorium der Universität Cambridge erfolglos. Erst nach der Beobachtung durch *Galle* veröffentlichte *Airy* die Daten von *Adams*, in einer stark geschönten Version, in welcher er nur die passenden Daten berücksichtigte und erhob den Anspruch, der entscheidende Hinweis stamme von *Adams*. Der neue Himmelskörper sei deshalb von einem Engländer gefunden worden.

Galle, der zeitlebens nicht als Entdecker gelten wollte, schlug vor, den neuen

Planeten nach dem Lichtgott Janus zu benennen, dem römische Gott des Anfangs und des Endes. Französische Wissenschaftler fanden den Namen *LeVerrier* angebracht, was aber international heftige Proteste auslöste. Ein Vorschlag aus England lautete *Oceanus*. Schliesslich setzte sich *Le Verrier* durch, der den Planeten auf den Namen des Gottes der Meere taufte.

IM TIEFKÜHLER DES SONNENSYSTEMS

Neptun ist der einzige «echte» Planet, den wir nicht von blossen Auge sehen können. Mit seiner maximalen Helligkeit von $+7.8^{\text{mag}}$ kann er zwar in einem guten Fernglas beobachtet werden. Wollte man aber mehr als nur gerade einen winzigen blauen Fleck erkennen, so war er selbst für grosse Tele-

skepe lange Zeit eine echt hart zu knackende Nuss. Das hat sich in der Zwischenzeit zwar geändert. Heute lassen sich mit moderner, adaptiver Optik grobe Strukturen der obersten Atmosphäre selbst mit bodengestützten Teleskopen durchaus sichtbar machen und auch Hubble knipste in den letzten Jahren einige sehenswerte Schnappschüsse. So richtig in Schwung aber kam die Erforschung des fernen Gasriesen mit dem Vorbeiflug der Sonde Voyager 2 am 25. August 1989. Dieser Methusalem unter den Raumsonden stellt zusammen mit seinem Schwesterschiff Voyager 1 einen der grössten Erfolge der gesamten Raumfahrtgeschichte dar. Dank geschickter Planung und einem günstigen Startfenster konnte die Sonde sämtliche äusseren Planeten besuchen, mit Ausnahme von Pluto, der aber bekanntlich kein Planet mehr ist (vgl. Orion 3/20, S. 3ff). Obwohl Voyager 2 bereits 43 Jahre unterwegs ist, etwa 26.25 Milliarden km zurückgelegt hat und sich rund 18.6 Milliarden km entfernt von der Sonne bewegt, empfangen wir auch heute noch seine Signale.

Voyager 2 hat unser Wissen vom fernen Riesenplaneten völlig revolutioniert. Insgesamt sechs Monde entdeckten die Kameras und wiesen dank langen Belichtungszeiten ein schon länger vermutetes Ringsystem nach. Das Raumschiff beobachtete Stürme und dunkle Flecken in der Gashülle und enthüllten eine unerwartete Vielfalt an

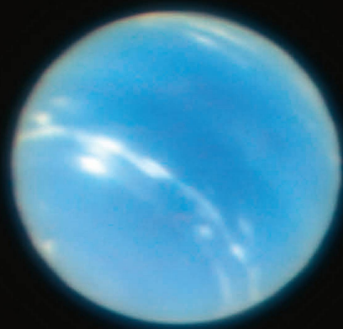
Strukturen auf dem grössten Mond Triton. Voyager 2 empfing zudem schon Monate vor dem Vorbeiflug intensive, schmalbandige Radiosignale aus den Tiefen der Atmosphäre des Planeten und konnte so seine innere Rotationsgeschwindigkeit bestimmen. Kombiniert mit den Daten bodengestützter Observatorien auf der Erde lässt sich heute ein recht detailliertes Bild des Aufbaus des Planeten entwerfen. Im Zentrum dürfte sich ein felsiger Kern von maximal 1.5-facher Erdmasse befinden, der von einem Mantel aus Methan, Ammoniak, Wasser und Felstrümmern umgeben ist. Dieses enorm dichte und damit heisse, zähflüssige Gemisch umfasst bis zu 15 Erdmassen. Es wird in der Planetologie als «Eis» bezeichnet, was etwas verwirrend sein mag. Über diesem «Ozean» finden wir eine Atmosphäre aus Wasserstoff-, Helium- und wenig Methangas. Was wir auf den Fotos des Planeten sehen können, ist nur die oberste Wolkenschicht mit ihrer so charakteristisch blauen Färbung, deren Ursprung noch nicht restlos geklärt ist.

Neptun bewegt sich so weit draussen im Sonnensystem, dass ihn nur noch etwa 1/900 der Strahlungsenergie erreicht, die wir hier auf der Erde geniessen dürfen. Das macht die Gegend um den Planeten kalt und finster. Es muss eine gespenstische Stimmung sein, dort, im Aussenbereich des Sonnensystems. Die Sonne scheint nur noch als

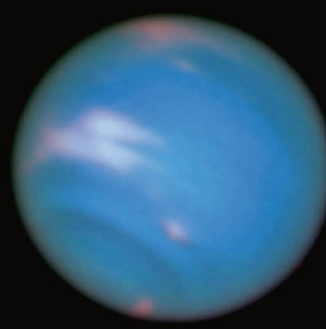
ein heller Lichtpunkt aus der Schwärze des Weltalls. Und wenn wir in die blauen Schwaden der Neptun-Atmosphäre eintauchen, die zunehmende Dichte der Gase verfolgen könnten, so fänden wir auf jener Höhe, auf welcher der Luftdruck jenem auf dem Sandstrand einer Südseeinsel der Erde entspricht, eine Temperatur von etwa $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Frostig genug, um Stickstoff zu verflüssigen. Bei dieser ultratiefen Kälte läge die Annahme natürlich sehr nahe, der ganze Planet sei steinhart gefroren und auch die Atmosphäre sei ziemlich statisch. Wie falsch dies ist, enthüllten bereits die ersten Aufnahmen von Voyager 2, aufgenommen aus noch grosser Ferne.

PLANET DER STÜRME

Vor dem Besuch bei Neptun war Voyager 2 ja an Uranus vorbeigeflogen und hatte wie erwartet eine fast strukturlose Atmosphäre fotografiert. Ganz anders bei Neptun! Die Aufnahmen enthüllten helle und dunkle Flecken sowie Wolkenbänder in den höchsten Schichten der Atmosphäre, die ihr Aussehen innerhalb von Stunden dramatisch änderten. Offensichtlich fegen heftigste Winde durch die Gashülle, toben Wirbelstürme mit unglaublichen Windgeschwindigkeiten und öffnen sich die abgrundtiefen Löcher gewaltiger Hochdrucksysteme. Messungen zeigten sehr schnell, dass die Stürme auf dem blauen Riesenplaneten mit bis zu



VLT Adaptive Optics



Hubble Space Telescope

Abbildung 3: Moderne Grossteleskope geben uns auch von der Erde aus einen Überblick über die Geschehnisse in der oberen Atmosphäre von Neptun.

Bild: ESA, ESO, NASA

1'600 km/h wüteten, mit gelegentlichen Böenspitzen bei 2'100 km/h, den höchsten Windgeschwindigkeiten, die jemals im Sonnensystem beobachtet wurden. Daneben säuselt jeder F5 Twister wie ein laues Lüftchen.

Niemand hätte eine derart dynamische Meteorologie im Hinterhof des Sonnensystems erwartet. Woher aber nehmen die Winde ihre Energie? Die Einstrahlung der Sonne reicht dazu nicht aus. Sie ist deutlich zu gering, um die enormen Druckunterschiede in der Atmosphäre des Planeten zu erklären. Vermutlich heizt im Kern des Planeten eine innere Wärmequelle die Gase von unten her auf und verstärkt dadurch die geringen Temperaturunterschiede in den Wolkenschichten. Woher diese Wärmequelle selbst ihre Energie bezieht, darüber lässt sich nur spekulieren, auch wenn die Vermutung nahe liegt, es könnte der Zerfall radioaktiver Elemente im Gesteinskern als Heizung dienen.

TRITON – DER RÄTSELMOND

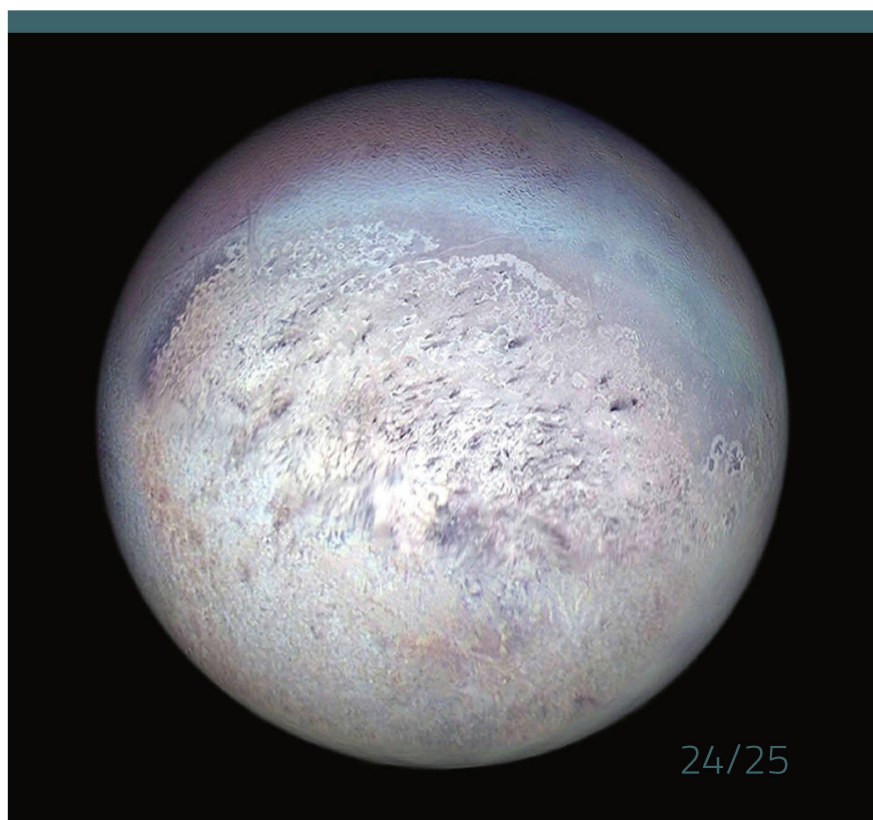
Gerade mal 17 Tage dauerte es nach der ersten Beobachtung Neptuns durch *Galilei*, bis der erste Mond gefunden worden war, der später auf den Namen Triton getauft wurde. Der englische Astronom und Bierbrauer *William Lassell* war der Entdecker des grössten der zahlreichen Begleiter des Planeten. Welch speziellen Himmelskörper

Abbildung 5: Die zerklüftete Südpolregion ist auch heute noch geologisch aktiv. Deutlich erkennbar die Eisvulkane mit ihren Auswurfspuren (schwarze Striche).

Bild: NASA/JPL

Abbildung 4: Der «Grosse Dunkle Fleck-89» wurde von Voyager 2 beobachtet. In ihm wehten Winde bis 2'100 km/h. Der Sturm hatte sich bis 1994 weitgehend aufgelöst.

Bild: NASA/JPL



Lassell da gefunden hatte, erfuhr er selbst nie. Denn auch zur Erforschung von Triton brauchte es die Voyager 2-Sonde, die nach einem komplexen Swing-by-Manöver an Neptun den Mond Ende August 1989 besuchte. Und auch hier staunten die Bildanalysten des JPL Bauklötze, als die ersten Fotografien auf der Erde eintrafen. Obwohl nur gerade 40 % der Oberfläche erfasst werden konnte, enthüllte die Sonde eine unerwartet vielfältige Welt. Da war auf den ersten Blick eine zerklüftete Südpolregion mit dunklen Strichen zu sehen. Nördlich davon, am Äquator, breitete sich eine relativ wenig strukturierte Zone aus, mit riesigen Senken, deren Böden beinahe völlig eben sind. Der westliche Abschnitt dieser Zone wurde später als die «Honigmelonen-Region» bezeichnet. Sie ist übersät mit gleichmässig verstreuten, etwa 30 – 40 km breiten, kreisförmigen Senken, die von Bruchlinien durchzogen werden. Vermutlich drängte hier in

der Vergangenheit wärmeres und weniger dichtes Material nach oben und riss die Kruste immer wieder auf. Auch heute noch sehr viel aktiver dagegen ist die Südpolregion. Hier entdeckten die Analytisten bei der Bearbeitung der Aufnahmen Eisvulkane, die ihr Auswurfmaterial bis in 8 km Höhe speien. Dort, wo die Eruptionswolken wieder auf Triton zurücksinken, entstehen die auf den Fotos auffälligen schwarzen Striche. Wahrscheinlich bewirkt die Sonneneinstrahlung im Stickstoffeis eine Art Treibhauseffekt. Und weil die Temperatur der Oberfläche von Triton nahe am Gefrierpunkt für Stickstoff liegt, kann das Eis unter der Oberfläche lokal aufschmelzen. Wenn der Druck stark genug anwächst, bricht das Material explosiv durch die Oberfläche. Spannend ist, dass dabei auch Methan mitgerissen und unter dem UV-Licht der Sonne chemisch zu kettenförmigen, organischen Molekülen umgeformt wird.

Triton ist auch deshalb speziell, weil seine Umlaufbahn entgegen der Rotationsrichtung des Planeten verläuft. Er kann deshalb nicht zusammen mit Neptun aus einer gemeinsamen Staub- und Gaswolke entstanden sein. Die heute favorisierte Erklärung nimmt an, Neptun habe ein Doppelsystem aus dem fernen Kuipergürtel eingefangen. Bei der Annäherung an Neptun sei einer der Partner weggeschleudert worden, während der übrig gebliebene Triton in eine zunächst stark exzentrische Umlaufbahn trat. Erst langsam zwang die Gravitationswirkung des Riesenplaneten den neu erworbenen Mond in einen kreisförmigeren Orbit.

Wo auch immer wir in unserem Sonnensystem hinschauen, entdecken wir unerwartete Phänomene, faszinierende Welten und unerklärte Formationen, die uns zeigen, wie sehr wir erst an der Oberfläche dessen gekratzt haben, was es vor unserer kosmischen Haustüre zu entdecken gibt. Die Technik, um diese Welten zu erforschen, ist da. Wir haben die Mittel, genauer hinzuschauen. Wir könnten exakt analysieren, wie z. B. das organische Material auf der Oberfläche von Triton zusammengesetzt ist und dabei lernen, wie die Bausteine unseres Lebens entstehen, wie weit sie im Weltall verbreitet sind und wie sie auf die Erde gelangt sein könnten. Wir müssten nur mit einer modernen Sonde hinfliegen... <

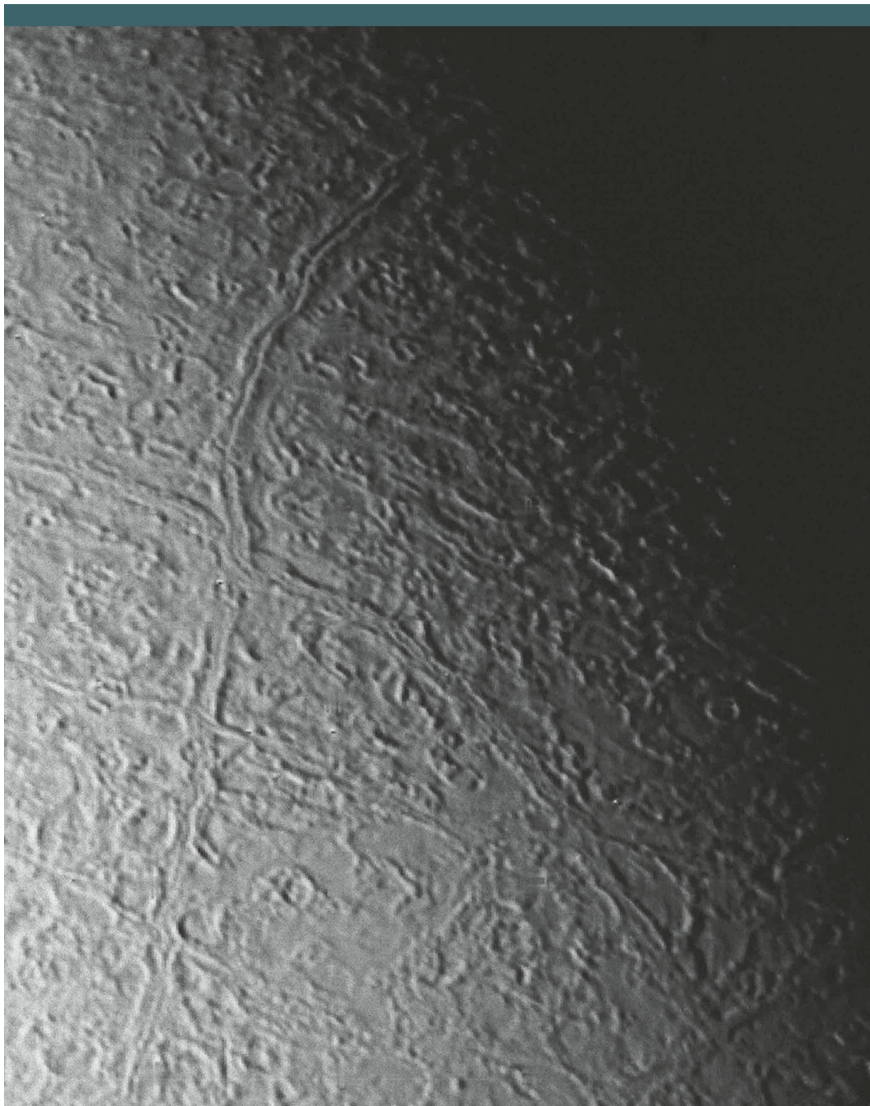


Abbildung 6: Das «Honigmelonen-Gelände» auf Triton. Die fehlenden Einschlagkrater weisen auf ein nicht allzu grosses Alter hin. Aktuell sind aber keine Aktivitäten zu beobachten.

Bild: NASA/JPL