

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 55 (1997)
Heft: 283

Artikel: Was treiben Voyager 1 und 2?
Autor: Conrad, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898694>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

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

Was Treiben Voyager 1 und 2?

FRANZ CONRAD

20 Jahre nach ihrem Start und lange nach ihren Treffen mit den äusseren Planeten sind die beiden Voyager-Raumsonden keineswegs ein weiteres Stück Schrott im All geworden. Sie schweben vielmehr einem weiteren Meilenstein entgegen: dem Kreuzen der unsichtbaren Grenze, die unser Sonnensystem vom interstellaren Raum trennt – der Heliopause.

Und sie funktionieren noch

Ursprünglich war für beide Raumsonden vorgesehen, «nur» Jupiter und Saturn zu erforschen. Aber der ungeahnte Erfolg bei diesen Begegnungen und der gute Zustand der beiden Geräte veranlasste die NASA, die Voyager-2-Mission bis Uranus und Neptun zu verlängern. Während ihrem Flug durch das Sonnensystem wurden die Voyager von der Erde aus umprogrammiert, so dass sie leistungsfähiger wurden als noch beim Verlassen der Erde.

Zur Erinnerung nochmals die wichtigsten Flugdaten:

Voyager 1 Voyager 2		
Start	5.9.77	20.8.77
Bei Jupiter	5.3.79	9.7.79
Bei Saturn	12.11.80	25.8.81
Bei Uranus	-	25.1.86
Bei Neptun	-	25.8.89

Obwohl Voyager 1 später gestartet wurde als Voyager 2, erreichte sie durch eine «Abkürzung» ihre Ziele früher als Voyager 2. Weil die Bahn von Voyager 1 für einen nahen Vorbeiflug an Titan gewählt wurde, bog die Schwerkraft Saturns den Pfad der Sonde nordwärts aus der Ekliptik und verunmöglichte ein Treffen mit Uranus und Neptun. Voyager 1 wird die Pioneer 10 Sonde (Ende März 97 abgeschaltet) im Januar 1998 überholen und das entfernteste Objekt im Sonnensystem werden, das je von Menschenhand geschaffen wurde. Die Bahn von Voyager 2 wurde durch einen passenden Vorbeiflug an Saturn zu Uranus und von dort zu Neptun abgelenkt. Neptun schliesslich bog den Kurs nach Süden, ebenfalls aus der Ekliptik heraus, Richtung interstellaren Raum.

Während den ersten zwei Dekaden ihres Lebens haben die Voyager-Sonden eine unvergleichliche Entdeckungsreise hinter sich gebracht. Heute, obwohl Voyager 1 mehr als doppelt so weit von der Sonne entfernt ist als Neptun, ist ihre Reise erst halb vorüber. Mehr einmalige Gelegenheiten für Entdeckungen erwarten die beiden Raumsonden, während sie dem interstellaren Raum zutreiben.

Gegenwärtige Position

Nachfolgend die momentanen Entfernungen zur Erde und die Fluggeschwindigkeiten:

	Voyager 1	Voyager 2
Entfernung (Milliarden km)	10.1	7.9
Reiseweg (Milliarden km)	11.9	11.3
Geschwindigkeit (km/s)	17.4	15.9

Trotz dieser riesigen Distanz in Kilometern ist Voyager 1 nur etwas mehr als ein Tausendstel Lichtjahr weit weg. Beide Raumsonden sind nun so fern ihrer Heimat, dass ihr Funksignal neun Stunden mit Lichtgeschwindigkeit unterwegs ist, bis es uns erreicht. Die äusserst schwachen Signale (die Sendeleistung beträgt nur wenige Watt) werden von den 34-Meter Deep-Space Netzwerk Antennen in Kalifornien, Australien und Spanien empfangen. Ein Vergleich für diejenigen, die sich solche riesigen Entfernungen nicht mehr vorstellen können (ich gehöre auch dazu): Würden die Voyager Richtung Alfa Centauri fliegen, so würden sie in gut 70 000 Jahren dort ankommen. Es gibt also noch viel zu entdecken da draussen.

Die Lebenserwartung

Die Voyager-Sonden sind derart weit entfernt, dass Sonnenzellen zur Stromerzeugung bei weitem nicht ausreichen würden. Die Sonden verdanken ihre Möglichkeit, so fern der Sonne zu arbeiten, ihren thermoelektrischen Radioisotopengeneratoren. Sie liefern die elektrische Energie und die Wärme zum Betrieb der Geräte. Beim Start standen etwa 470 Watt an elektrischer Leistung zur Verfügung; durch die natürliche Alterung der Plutoniumquelle nimmt die Stromproduktion aber immer mehr ab. Anfangs 1997 betrug die verfügbare Leistung von Voyager 1 noch 334 Watt und 336 Watt für Voyager 2. Beide Werte sind jedoch besser als die, welche vor dem Start vorhergesagt wurden.

Beide Raumsonden haben noch genügend Treibstoff für die Lageregelung und Strom bis etwa zum Jahr 2020. Dann wird

der verfügbare elektrische Strom nicht mehr zum Betrieb der wissenschaftlichen Experimente ausreichen und die Voyager Sonden werden nach einem erfüllten «Leben» für immer schweigen.

Eine ganz erstaunliche Leistung, besonders wenn man bedenkt, dass die beiden Voyager mit der Technologie der 70-er Jahre ausgestattet sind. Damals hatten nur Träumer die Vision von einem PC, geschweige denn von Megabytes....

Messungen heute

Seit 1989, als Voyager 2 Neptun begegnete, studieren die beiden Sonden die Bedingungen im Raum des äusseren Sonnensystems. Wissenschaftliche Instrumente an Bord der beiden Sonden erspüren Signale, die – so glauben die Wissenschaftler – von der Heliopause stammen; der äussersten Ecke des solaren Magnetfeldes, welches die Raumsonden passieren müssen, bevor sie den interstellaren Raum erreichen. Die Erkundung dieses Bereichs ist nach dem Besuch der äusseren Planeten das neue Ziel der beiden Voyager-Sonden.

Folgende Messgeräte sind in beiden Sonden noch in Betrieb und sammeln Daten als Teil der interstellaren Mission:

- Messgerät für kosmische Strahlen
- Messgerät für Teilchen niedriger Energie
- Plasmamessgerät, bestimmt die Protonen im Sonnenwind
- Das Magnetometer, misst das Magnetfeld, das mit dem Sonnenwind in den interplanetaren Raum getragen wird
- Das planetarische Radioastronomie-Teilsystem
- Das Ultraviolettspektrometer

Die Heliopause

Die Sonne sendet einen kontinuierlichen Strom elektrisch geladener Teilchen aus: den Sonnenwind. Mit dem Ausbreiten des Sonnenwindes im Raum entsteht eine magnetisierte Blase um die Sonne, genannt Heliosphäre. Irgendwann erreicht der Sonnenwind die elektrisch geladenen Teilchen und das Magnetfeld des interstellaren Gases. Die Grenze zwischen dem Sonnenwind und dem interstellaren Gas ist die Heliopause. Bevor die Raumsonden die Heliopause erreichen, werden sie eine Schockwelle passieren, den Ort, wo der Sonnenwind abrupt seine Geschwindigkeit verlangsamt.

Das Erreichen dieser Schockwelle und der Heliopause werden Meilensteine für die Raumsonden sein, weil noch niemand zuvor dort war und die beiden Voyager die ersten direkten Hinweise der Struktur der Schockwelle und Heliopause gewinnen werden.

Das Erreichen dieser Schockwelle und der Heliopause ist ein lange begehrtes Ziel für viele Raumphysiker; wo diese Grenzen liegen und wie sie beschaffen sind, bleibt aber vorerst ein Geheimnis, welches aber die Voyager-Sonden mindestens teilweise lüften könnten.

Bisherige Messungen

Basierend auf den bisherigen Messungen kosmischer Strahlen sagen die Wissenschaftler die Schockwelle zwischen 62 und 90 Astronomischen Einheiten (AE) von der Sonne voraus. Die meisten Übereinstimmungen (der Meinungen der Wissenschaftler) ergeben sich momentan bei etwa 85 AE. Voyager 1 ist momentan 67 AE entfernt und bewegt sich mit 3.5 AE pro Jahr weiter nach aussen, so dass das Kreuzen der Schockwelle irgendwann vor Ende 2003 erwartet werden könnte.

Basierend auf einem Radiostrahlungs-Ereignis, das von den Voyager 1 und 2 Plasmastrahlen-Detektoren 1992 registriert wurden, erwarten andere Wissenschaftler die Heliopause hingegen zwischen 110 bis 160 AE von der Sonne.

Die Instrumente zur Messung Teilchen niedriger Energie an Bord der zwei Voyager detektieren weiter Ionen und Elektronen, die durch den Sonnenwind nach aussen getrieben werden. Die Teilchen werden bei der Sonne und an riesigen Schockwellen, Dutzende AE im Radius, beschleunigt. In den letzten fünf Jahren wurden auffällige Änderungen in der Ionendichte beobachtet, aber ein klarer Hinweis auf die Schockwelle wur-

de bisher nicht gefunden. Wir sollten uns immer im klaren sein, dass unsere Theorien unvollständig sein können und dass sich die Schockwelle viel weiter draussen befinden könnte, als wir glauben.

Das Plasma-Teilsystem hat kürzlich einen langsam, ein Jahr dauernden Anstieg der Geschwindigkeit des Sonnenwindes gemessen. Die Geschwindigkeit erreichte Ende 1996 ein Maximum und nimmt seither langsam wieder ab. Vermutlich stimmte die Geschwindigkeitsspitze mit dem gegenwärtigen Sonnenfleckeminimum überein. Je näher wir dem Maximum im Jahr 2000 kommen, desto geringer sollte der Druck des Sonnenwindes werden, was zur Folge hat, dass die Schockwelle und die Heliopause sich nach innen zu den Voyager-Raumsonden verlagert.

Die Magnetometer an Bord der Voyager messen das Magnetfeld, welches mit dem Sonnenwind in den interplanetaren Raum getragen wird. Die Voyager messen gegenwärtig die schwächsten interplanetaren Magnetfelder, die je registriert wurden, und diese Magnetfelder reagieren sogar auf geladene Teilchen, die mit keinem anderen Messgerät an Bord der Voyager-Sonden direkt nachgewiesen werden können.

Ausblick

Obwohl die Zeit der spektakulären Begegnungen mit den äusseren Planeten unseres Sonnensystems vorüber sind, werden uns die beiden Voyager Raumsonden in den nächsten Jahren oder sogar Jahrzehnten noch wertvolle Daten über die Aussenbezirke unseres

Sonnensystems liefern. Erfahrungsge-mäss müssen die Wissenschaftler dann ihre Theorien einmal mehr revidieren. Wappnen wir uns also mit etwas Geduld. Auf die nächsten Erkenntnisse darf man gespannt sein...

FRANZ CONRAD
Weissensteinstr. 6, CH-2540 Grenchen

Bibliographie

NASA Presseinformation 97-189 vom 2.9.97

Jahresdiagramm 1998

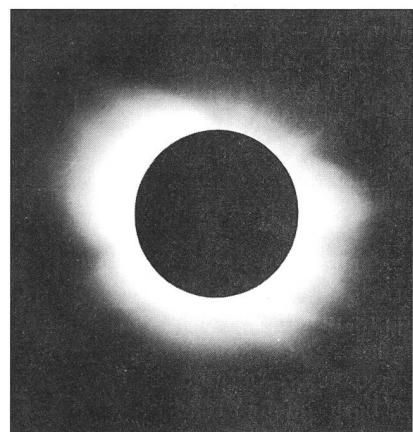
für Sonne, Mond und Planeten

Das Jahresdiagramm, das die Auf- und Untergänge, die Kulminationszeiten von Sonne, Mond und Planeten in einem Zweifarbenindruck während des gesamten Jahres in übersichtlicher Form zeigt, ist für 1998 ab Ende Oktober wieder erhältlich. Das Diagramm ist plano oder auf A4 gefalzt für zwei geographische Lagen erhältlich:
Schweiz: 47° Nord
Deutschland: 50° Nord.
Dazu wird eine ausführliche Beschreibung mitgeliefert.

Der Preis beträgt **Fr. 14.– / DM 16.– plus Porto und Versand.**

Für Ihre Bestellung danke ich Ihnen bestens!

HANS BODMER,
Schlottenbühlstrasse 9b,
CH-8625 Gossau/ZH
Telephonische Bestellungen:
01/936 18 30 (abends)



Diese Foto haben wir am 30.6.1973
beim Kori Anu Makarene in der
Republik Niger aufgenommen. Es war
unsere erste Sonnenfinsternis. Wie
wird die Korona am 26.2.1998
aussehen?

SAG - Sonnenfinsternisreise 1998

Von Sonntag, 8.2., bis Samstag, 28.2.98. Preis Fr. 7100.–

Die Sonnenfinsternis vom 26.2.98 beobachten wir nördlich von Maracaibo. Die Totalität dauert ca. 3m 40s bei einer Sonnenhöhe von 65°. Die Wettervorhersagen sind gut. Wir werden am 23. Februar im Finsternisgebiet ankommen und am 27. wieder abreisen.

Vorher besuchen wir einige der schönsten Gebiete Venezuelas. Das von R. Schönberger vorgeschlagene Programm hat uns begeistert und wir verzichten, wie zuerst beabsichtigt, auf eine Reise nach Kolumbien und auf die Galapagosinseln.

Venezuela ist unbedingt eine Reise wert! Zudem ist die Finsternisdauer deutlich länger als sie 1999 sein wird.

Das Programm können Sie unverbindlich bei KUONI, Vordergasse 28, CH-8200 Schaffhausen, verlangen.

Für astronomische Auskünfte wenden Sie sich bitte an uns

SUSI und WALTER STAUB
Meieriedstrasse 28 b, CH-3400 Burgdorf