

Voyager-Raumsonden erforschen äussere Planeten und ihre Monde

Autor(en): **Walthert, Otto**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **35 (1977)**

Heft 161

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899410>

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.

Voyager-Raumsonden erforschen äussere Planeten und ihre Monde

VON OTTO WALTHERT

Die National Aeronautics and Space Administration (NASA) hat bisher Raumsonden zum Mond, zum Merkur, zur Venus, zum Mars und zum Jupiter entsandt. Die Erforschung des Mars im Rahmen des Projektes Viking gilt als die bisher komplexeste unbemannte Raumfahrtmission. Im Schatten des Erfolges von Viking und selbst in Fachkreisen wenig beachtet wurde nun von der NASA das Projekt Voyager vorbereitet. Dieser nächste Schritt in der Erforschung des Planetensystems muss als das bisher ehrgeizigste Raumfahrtvorhaben bezeichnet werden. Nicht weniger als vier Planeten, zwei Ringsysteme und elf Monde, die meisten noch wenig erforschte Himmelskörper, sollen während nahen Vorbeiflügen in den nächsten zwölf Jahren beobachtet werden. Nachdem schon Viking unser astronomisches Wissen über den Mars bedeutend erweitert hat, darf man beim Gelingen des Voyager-Programmes geradezu einen Quantensprung in den astronomischen Kenntnissen über unser Sonnensystem erwarten. Das Programm bildet den Ersatz für die ursprüngliche «Grand Tour», die aus Kostengründen nicht verwirklicht werden kann.

Die NASA wird die erste von zwei Voyager-Raumsonden voraussichtlich am 20. August 1977 vom Startkomplex 41 in Cape Kennedy aus an Bord einer Titan III E-Centaur Rakete mit Zusatzstufe in Richtung Jupiter und Saturn starten. Der zweite Start soll zwölf Tage später am 1. September 1977 erfolgen.

Jupiter und Saturn sind bekanntlich völlig verschieden von den terrestrischen Planeten. Sie scheinen hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium zu bestehen.

Jupiter ist grösser als alle anderen Himmelskörper im Sonnensystem, die Sonne ausgenommen. Er besitzt 13 oder 14 Monde; der kürzlich entdeckte 14. Satellit ist noch nicht bestätigt worden. Der Planet umkreist die Sonne in mehr als fünffacher Entfernung im Vergleich zur Erde. Ein Jupiterjahr entspricht 11,86 Erdenjahren. Ein Jupitertag dauert 9 h 50 min 30 sek.

Saturn verfügt über zehn Monde, darunter Titan, dessen vermutlich vorwiegend aus Methan bestehende Lufthülle dichter als die Marsatmosphäre ist. Saturn umkreist die Sonne in beinahe zehnfacher Entfernung der Erde von der Sonne. Er vollendet in 29,458 Erdenjahren einen Umlauf. Ein Saturntag dauert 10 h 14 min. Sein Ringsystem hat einen Radius von 137 100 km.

Mit den Fernsehkameras der Voyager-Raumsonden wollen die Wissenschaftler Bilder von Jupiter und Saturn aufnehmen, die deutlicher sind als alle bisherigen. Ferner wollen sie die ersten Nahaufnahmen mit hoher Auflösung von den Galileischen Jupiter-Mon-

den, den grösseren Saturn-Monden und den Saturnringen erhalten.

Andere Instrumente sollen die Atmosphäre der Planeten und Monde erforschen, ihre Magnetosphäre und die Wechselwirkungen zwischen diesen Regionen und dem Sonnenwind, sowie Radioausbrüche von Jupiter erforschen. Jupiter ist neben unserer Sonne die stärkste Radioquelle am Himmel. Andere Forschungsziele umfassen die Bedeckung von Erde und Sonne durch die Planeten, Saturnringe und Titan, Beobachtungen des interplanetaren Raumes, die Lokalisierung und Definition der Heliosphäre und die Grenzen des Sonnenwindes.

Die Flugbahnen wurden sorgfältig ausgewählt um nicht nur wichtige wissenschaftliche Daten über die Planeten, sondern auch über ihre Monde zu sammeln. Sogar wenn der Saturnmond Titan sowie die Galileischen Jupiter-Satelliten Io, Europa, Ganymed und Kallisto statt ihre Planeten selbst die Sonne umkreisten, würde sich die separate Erforschung jedes einzelnen mit Raumsonden rechtfertigen. Ihre Durchmesser liegen im Grössenbereich zwischen Merkur und dem Erdmond. Titan ist der einzige Mond im Sonnensystem, von dem man bisher mit Sicherheit weiss, dass er eine nennenswerte Atmosphäre besitzt.

Durch die Feststellung von Ähnlichkeiten und Differenzen unter den verschiedenen Himmelskörpern hoffen die Wissenschaftler mehr über die Vergangenheit und die Zukunft des Sonnensystems, besonders aber unseres eigenen Planeten Erde zu erfahren.

Für den Vorbeiflug beim Jupiter sind folgende Bedingungen massgebend:

- Es sollen so viele nahe Vorbeiflüge bei Monden durchgeführt werden wie möglich, besonders bei den Galileischen Monden.
- Jede Voyager-Sonde soll einen sehr nahen Vorbeiflug bei einem der Galileischen Satelliten durchführen.
- Jeder Vorbeiflug soll die Beobachtung einer Bedeckung von Erde und Sonne durch den Jupiter und später einen nahen Vorbeiflug beim Saturn ermöglichen.
- Die gewünschten Bedingungen für einen Saturn-Vorbeiflug sind ähnlich wie beim Jupiter:
- Eine nahe Passage beim Mond Titan sowie Vorbeiflüge bei soviel anderen Saturnmonden wie möglich.
- Möglichkeit der Beobachtung einer Bedeckung von Erde und Sonne sowohl durch Saturn als auch durch Titan.
- Erzielung einer Bedeckung der Erde durch die Saturnringe. Diese Bedeckung sollte mit genügendem zeitlichem Abstand nach der Bedeckung der

Erde durch Saturn erfolgen, damit die Ringeffekte von den Saturneffekten unterschieden werden können. Die Radiowellen sollten sich bei der Bedeckung durch die Saturnringe 5 000 km über der Planetenoberfläche ausbreiten.

- Durchquerung der E-Ringebene im Ringsystem.

Die Voyager-Raumsonden wiegen 795 kg. Daran haben die wissenschaftlichen Instrumente einen Anteil von 100 kg. Diese neue Raumsonde unterscheidet sich von den früheren Planetensonden hauptsächlich durch die Umgebung, in denen sie eingesetzt wird und durch die grosse Entfernung, über die sie mit der Erde einen Nachrichtenaustausch gewährleisten muss. Da die äusseren Planeten nur einen kleinen Bruchteil des auf Erde und Mars fallenden Sonnenlichtes empfangen, können die Voyager-Sonden nicht mit Sonnenenergie versorgt werden. Sie beziehen daher ihren Strom aus thermoelektrischen Radioisotopen-Batterien. Ein anderer auffallender Unterschied gegenüber anderen Sonden ist die grosse Antenne; die Richtantenne von Voyager misst 3,7 m im Durchmesser.

Jeder Voyager verfügt über zehn Instrumente und über den Radiosender um die Planeten, ihre Monde, die Saturnringe, die Magnetosphäre um die Planeten und den interplanetaren Raum zu erforschen. Zusätzlich zu den Weitwinkel- und Tele-Fernsehkameras sind die Voyager-Sonden mit Detektoren für kosmische Strahlen und für niederenergetische Teilchen, Infrarot-Spektrometern, Radiometern, Magnetometern, Photopolarimetern, radioastronomischen Instrumenten für die Planetenforschung, Plasmawellen-Instrumenten und Ultraviolett-Spektrometern ausgerüstet.

Gemäss den Missionsplänen wird der zuerst gestartete Voyager 2 eine langsamere Flugbahn einschlagen, damit die Sonde Voyager 1 ihn überholen und den Jupiter etwa vier Monate vorher erreichen kann. Das Jupiter-Schwerefeld wird beide Raumflugkörper nach der Swing by-Technik in Richtung des Planeten Saturn beschleunigen. In Saturnnähe wird die erste Sonde auf die zweite einen Vorsprung von etwa neun Monaten aufweisen.

Die Flugbahnen von Voyager 1 und 2 benützen die günstige Konstellation der äusseren Planeten, die für die Grand Tour-Missionen mit Vorbeifügen bei Jupiter und Saturn berechnet wurden. Die günstigste

Gelegenheit für eine grosse Annäherung an Jupiter mit verhältnismässig kurzen, unter vier Jahren liegenden Flugzeiten zum Saturn ist das Startfenster von 1977.

Die Missionen stützen sich auf die durch Pioneer 10 und 11 über Jupiter gesammelten Informationen, besonders über die Jupiter-Magnetosphäre.

Der Vorbeiflug beim Jupiter erfolgt ausserhalb der für die Instrumente der Raumsonden gefährlichen Distanz. Durch die Variation der Vorbeiflughöhen beim Jupiter wird es möglich, die Ankunftszeiten von Voyager 1 und 2 beim Saturn um 9½ Monate voneinander zu trennen. Dies wiederum ermöglicht es, für die zweite Raumsonde auf Grund der Saturndaten von Voyager 1 einen wissenschaftlich interessanten Weg für die Passage beim Saturn auszuwählen.

Die Projektleiter haben die Möglichkeit, Voyager 2 mittels Schwerkraftumlenkung unter Verzicht auf einen nahen Vorbeiflug beim Saturnmond Titan zum Planeten Uranus umzuleiten, wo er am 31. Januar 1986 eintreffen würde. Die Raumsonde würde dann auch Daten vom grössten Uranusmond Miranda übertragen. Dieser Uranus-Vorbeiflug wird nur durchgeführt, wenn die wissenschaftlichen Forschungsziele in Bezug auf Saturn, dessen Ringsystem und seinen Mond Titan von der ersten Raumsonde erfüllt werden und der Betriebszustand – vor allem der Gasvorrat für die Steuerrücken – der zweiten Sonde den Erfolg eines solchen Vorhabens gewährleistet. Es besteht wegen der Konstellation der äusseren Planeten ferner die Möglichkeit, dass die zweite Raumsonde nachher zum Neptun umgeleitet wird. Bei diesem Planeten würde sie 1989 eintreffen. Falls ein solcher Weiterflug nicht vorgesehen wird, könnte die Geschwindigkeit von Voyager 2 beim Uranus vermindert werden. Dies würde zu einer längeren Beobachtungszeit für die am 10. März 1977 entdeckten Uranus-Ringe führen.

Voyager 1-Vorbeiflug bei Jupiter

Die Photoaufnahmen des Jupiter werden im Dezember 1978 beginnen, 80 Tage bevor Voyager 1 den Planeten erreicht, zusammen mit Spektralaufnahmen der den Jupiter umgebenden Wasserstoffwolken und der vier grossen Galileischen Satelliten. Allmählich werden die Bilder des breite Bänder aufweisenden

Die Erforschung von Jupiter und seiner Monde durch die Raumsonden Voyager 1 und 2

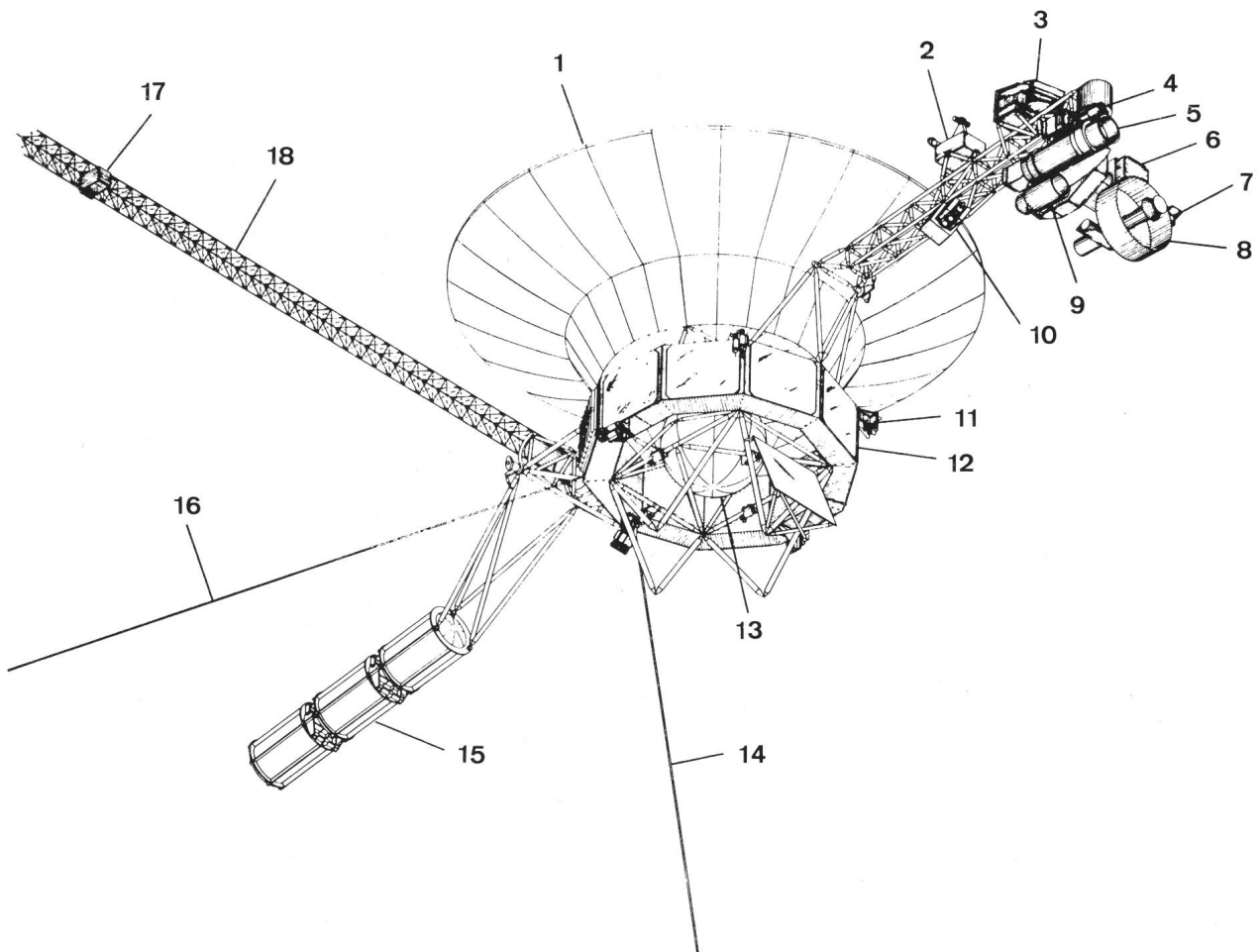
	Mittlere Entfernung vom Planetenzentrum (km)	Durchmesser (km)	Grösste Annäherung von: Voyager 1 (km)	Voyager 2 (km)
Jupiter	—	143 650	280 000	643 000
Amalthea	181 000	160	415 000	550 000
Io	421 400	3 640	22 000	—
Europa	670 500	3 050	733 000	201 000
Ganymed	1 069 000	5 270	120 000	55 000
Kallisto	1 881 200	5 000	120 000	220 000

Planeten bald das Auflösungsvermögen irdischer Photos übersteigen. Während etwa zwei Monaten werden die Photoaufnahmen mit dem Teleobjektiv der Raumsonden von 1500 mm Brennweite aufgenommen. Ende Februar 1979, acht Tage vor der Ankunft beim Jupiter, wird Voyager 1 den ganzen Planeten mit einer Weitwinkelkamera von 200 mm Brennweite aufnehmen, während das Instrument mit dem Teleobjektiv Photos von hohem Auflösungsvermögen von ausgewählten Merkmalen der Jupiter-Wolken anfertigen wird. Gleichzeitig werden die Infrarot- und Ultraviolett-Spektrometer und das Photopolarimeter Daten über die Zusammensetzung der Atmosphäre, über Temperaturveränderungen in der Atmosphäre und über das Vorhandensein fester Partikel in den Wolken empfangen.

Kurz vor der grössten Annäherung an Jupiter am

5. März 1979 wird Voyager 1 415 000 km an Amalthea vorbeifliegen und damit den Wissenschaftlern die ersten Nahaufnahmen des innersten Jupitersatelliten liefern. Die grösste Annäherung an den Jupiter wird 3,9 Jupiterradien (etwa 280 000 km) gemessen von der Planetenoberfläche betragen. Jupiter wird die Sonne und die Erde bedecken und es so den Wissenschaftlern erlauben, präzise Messungen der Struktur und Zusammensetzung seiner Atmosphäre durchzuführen.

Nach dem Vorbeiflug beim Jupiter wird der erste Voyager alle vier grossen Galileischen Satelliten erforschen: Io aus einer Entfernung von 22 000 km, Europa aus 733 000 km, Ganymed und Kallisto aus 120 000 km. Von diesen vier Monden ist bekannt, dass sie unter Tagesbedingungen eine mittlere Oberflächentemperatur von -145°C aufweisen. Die Ju-



Technischer Aufbau der Raumsonde Voyager

- 1 Richtantenne
- 2 Detektoren für kosmische Strahlen
- 3 Plasma-Detektoren
- 4 Weitwinkel-Fernsehkamera
- 5 Tele-Fernsehkamera
- 6 Fernsehelektronik
- 7 Ultraviolett-Spektrometer
- 8 Infrarot-Interferometer, Spektrometer und Radiometer
- 9 Photopolarimeter
- 10 Detektoren für niederenergetische geladene Partikel

- 11 Steuerröten
- 12 Elektronik-Geräteabteile
- 13 Treibstofftank
- 14 Antenne für planetare Radioastronomie und Plasmawellen
- 15 thermoelektrische Radioisotopen-Batterien
- 16 Antenne für planetare Radioastronomie und Plasmawellen
- 17 Magnetometer
- 18 ausfahrbarer Magnetometer-Träger

piterbeobachtungen werden während etwa eines Monats nach der grössten Annäherung, also bis anfangs April 1979, weitergeführt.

Voyager 2-Vorbeiflug bei Jupiter

Der zweite Voyager wird seine Beobachtungsphase etwa Mitte April 1979, ebenfalls 80 Tage vor Erreichen des Jupiter, beginnen. Er wird während des Anfluges auf Jupiter vier Monde beobachten: Kallisto aus 220 000 km, Ganymed aus 55 000 km, Europa aus 201 000 km und Amalthea aus 550 000 km Entfernung.

Die grösste Annäherung von Voyager 2 an Jupiter wird am 10. Juli 1979 erfolgen. Das Raumfahrzeug wird mit grösserer Entfernung als sein Vorgänger vorbeifliegen, nämlich neun Jupiterradien oder 643 000 km von der Planetenoberfläche aus gemessen. Diese Jupiterbegegnung wird bis in den August 1979 dauern.

Voyager 1-Vorbeiflug bei Saturn

Das Saturn-Rendez-vous von Voyager 1 wird im August 1980 beginnen und bis zum Dezember 1980 dauern. Vor der Passage bei Saturn wird Voyager 1 etwa 4 000 km über die Oberfläche des grössten Mondes Titan fliegen. Dieser Mond ist grösser als der Erdmond, besitzt eine Atmosphäre und ist für die Astronomen von besonderem Interesse. Die Sonde wird ihre Instrumente auch auf die Monde Rhea, Tethys und Enceladus richten, bevor sie hinter Saturn und dessen Ringsystem verschwindet.

Die grösste Annäherung an Saturn (209 300 km) wird am 12. November 1980 erfolgen. Vom Gesichtswinkel der Instrumente der Raumsonde aus betrachtet werden Titan, Saturn und dessen Ringe die Erde bedecken und somit auch Messungen unter diesen speziellen Verhältnissen ermöglichen.

Nach dem Vorbeiflug bei Saturn wird Voyager 1 allmählich das Sonnensystem verlassen und 1992 ungefähr 30 Astronomische Einheiten von der Sonne entfernt sein. Die Wissenschaftler hoffen, dass selbst dann noch Daten von der Sonde auf der Erde empfangen werden können, wenn sie die Grenze des solaren Einflussgebietes (etwa 50 Astronomische Einheiten) überschreitet und mit Messungen des interstellaren Raumes beginnt.

Voyager 2-Vorbeiflug bei Saturn

Eine zweite Saturnbegegnung wird im Juni 1981 beginnen. Die grösste Annäherung von Voyager 2 an Saturn wird sich am 27. August 1981 ereignen. Die Raumsonde wird die Monde Titan und Tethys auf der Ankunftsflugbahn und Enceladus, Dione und Rhea nach der grössten Annäherung beobachten. Die Saturn-Umfliegung von Voyager 2 wird bis zum September, seine Beobachtung bis Oktober 1981 dauern.

Nach dem Start der beiden Raumfahrzeuge wird die Bahnverfolgung und Datenerfassung von Sta-

tionen in Kalifornien, Australien und Spanien aus vorgenommen. Während den Planetenvorbeifügen werden die Daten von den 64 m-Antennen empfangen werden. Die maximale Datenübertragungsrate beim Jupiter wird 115 000 bits pro Sekunde und beim Saturn 44 000 bits pro Sekunde betragen.

Das Office of Space Science der NASA hat die Voyager-Projektleitung dem Jet Propulsion Laboratory des California Institute of Technology übertragen. Das Jet Propulsion Laboratory hat die beiden Raumsonden entworfen und getestet. Die Bahnverfolgung, Datenübertragung und Missionsoperationen werden ebenfalls vom genannten Laboratorium durchgeführt, welches das Deep Space Network des NASA Office of Tracking and Data Acquisition betreibt.

Die Kosten des Projektes Voyager, ohne die Trägerraketen und Startoperationen, Bahnverfolgung und Datenempfang betragen 338 Mio. Dollar.

Die beiden Voyager-Sonden sollen somit den Riesenplaneten Jupiter und seine Monde Amalthea, Io, Europa, Ganymed und Kallisto, den Planeten Saturn, sein Ringsystem und seine Monde Titan, Rhea, Tethys, Enceladus und Dione, sowie möglicherweise

Aufruf zur Mitarbeit

Sonnengruppe der SAG

Die Sonne, die im letzten Jahr ihr Fleckenminimum erreichte, befindet sich nun im Anstieg zu ihrem nächsten Sonnenfleckenmaximum.

Dies ist ein Grund, die einzelnen Sonnenbeobachter in der Schweiz zu aktivieren und die Sonnenbeobachtung unter den Amateur-Astronomen zu fördern.

Bereits mit kleinen Instrumenten hat der Amateur-Astronom die Möglichkeit, die Vorgänge auf der sichtbaren Sonnenoberfläche zu beobachten (siehe ORION 159, S. 45).

In einigen der nächsten ORION-Hefte wird zudem für den Anfänger eine Einführung in die Sonnenbeobachtung erscheinen.

Die Ziele der Sonnengruppe sind:

- Enge Zusammenarbeit der Sonnenbeobachter
- Austausch von Beobachtungsmaterial
- Kontakt mit ausländischen Gruppen
- Rasche Information über besondere Ereignisse auf der Sonne
- Berichte über die Sonnenforschung und die Tätigkeit an Instituten.

Wer sich für die Mitarbeit in der Sonnengruppe interessiert, melde sich bitte bei:

WERNER LÜTHI, Lorraine 12 D/16,
CH-3400 Burgdorf

Uranus, sein neu entdecktes Ringsystem und seinen Mond Miranda, unter Umständen sogar Neptun während nahen Vorbeiflügen erforschen. Ferner sollen noch weitere Monde dieser Planeten von den Instrumenten erfasst werden.

Alle astronomisch interessierten Kreise können nur hoffen, dass dieses gigantische Raumfahrtvorhaben vom Start im Sommer 1977 bis gegen das Ende der Achtziger Jahre in allen Teilen erfolgreich verlaufen wird. In diesem Falle würde es der Weltraumtechnik gelingen, unsere astronomischen Erkenntnisse über das äussere Sonnensystem wesentlich zu erweitern.

Literatur:

Mariner Jupiter/Saturn 1977 Mission, Opportunities for Participation in Space Flight Investigations, NASA Washington, Memo Change 45, NHB 8030.1 A, 14. April 1972.

Mc KINLEY E. L. und VAN ALLEN R. E., Mariner Jupiter/Saturn 1977 Navigation Strategy, Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 13, No. 8, August 1976, S. 494 ff.

JPL Fact Sheet Voyager Jupiter-Saturn (No. 819-4/28/77), Jet Propulsion Laboratory, Pasadena.

LENOROVITZ JEFFREY M., Voyagers set for Planet encounters, Aviation Week & Space Technology, Vol. 107, No. 1, 4. Juli 1977, S. 65 ff.

Adresse des Verfassers:

Lic. oec. OTTO WALTHER, Landesgruppenleiter Schweiz der Hermann-Oberth-Gesellschaft e.V., Adligenstrasse 1, CH-6020 Emmenbrücke.

Die Monde des Jupiter

Offenbar herrschen im Sonnensystem ähnliche Gesetze wie auf unserer Erde: Die Mächtigsten scharen auch die grösste Anzahl Trabanten um sich. So besitzt der massenreichste und grösste Planet unseres Sonnensystems die meisten Monde.

Bekanntlich sind die Monde anderer Planeten unseres Sonnensystems relativ lichtschwache, von blossen Auge nicht sichtbare Objekte. Die Entdeckungsgeschichte der hellsten unter ihnen, der Jupiter-Monde, konnte somit erst unmittelbar nach der Erfindung des Fernrohres einsetzen. So konnte GALILEO GALILEI bereits 1610 in seinem berühmten Werk «Sidereus Nuncius» die Entdeckung von vier Jupitertrabanten mitteilen. Diese epochale Entdeckung wurde zu einer der wesentlichsten Stützen des kopernikanischen Weltsystems. GALILEI führte in der Zeit vom 7. Januar bis zum 2. März 1610 insgesamt 65 Jupiterbeobachtungen durch. Aus diesen ersten Beobachtungen konnte er folgern, dass die neu entdeckten Monde auf vier verschiedenen Bahnen mit Umlaufzeiten zwischen zwei Tagen und einem halben Monat um den

Planeten Jupiter kreisen. Erst drei Jahrhunderte nach dieser galileischen Entdeckung des Miniatur-Sonnensystems um Jupiter wurde ein weiterer Jupitertrabant aufgefunden. Anlässlich einer gezielten Mondsuche entdeckte BARNARD im Jahre 1892 am Lick-Observatorium den fünften Jupiterbegleiter. Mit demselben Instrument gelang PERRINE in den Jahren 1904 und 1905 die Entdeckung des sechsten und des siebten Jupitermondes. Beide Entdeckungen wurden auf fotografischem Wege gewonnen. MELOTTE fügte im Jahre 1908 in Greenwich den achten Jupitermond hinzu. Der Entdecker der vier nächsten Monde hiess NICHOLSON. Trabant Nr. 9 entdeckte er 1914 wieder auf der Lick-Sternwarte, 1938 folgten die Entdeckungen der Monde 10 und 11 mit Hilfe des 2,5 m-Spiegels des Mount Wilson-Observatoriums. Mit demselben Instrument machte er 1951 den zwölften Jupitermond dingfest. Dieser zwölfte Mond erreicht im Maximum (anlässlich einer mittleren Jupiteropposition) lediglich eine Helligkeit von 19,4 Grössenklassen. Mit dem 2,5 m-Spiegel waren also kaum noch lichtschwächere Monde ausfindig zu machen. Erst im Jahre 1974 fügte KOWAL vom Caltech mit Hilfe des lichtstarken 122 cm-SCHMIDT-Spiegels der Mount Palomar-Stern-

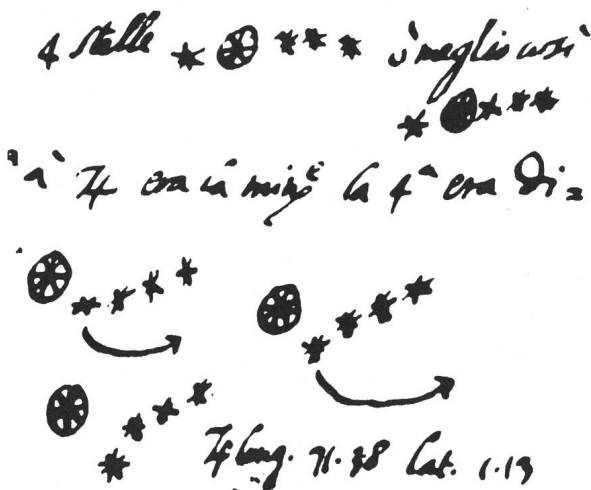


Fig. 1: Aus dem Beobachtungsjournal von GALILEO GALILEI: aufgezeichnet sind die Positionen der vier hellen Jupitermonde nach Beobachtungen vom 13. Januar bis 15. Januar 1610.

Tabelle 1

Mond	Name	Entdecker (Jahr)
I	Io	Galilei (1610)
II	Europa	Galilei (1610)
III	Ganymed	Galilei (1610)
IV	Callisto	Galilei (1610)
V	Amalthea	Barnard (1892)
VI	Himalia	Perrine (1904)
VII	Elara	Perrine (1905)
VIII	Pasiphae	Melotte (1908)
IX	Sinope	Nicholson (1914)
X	Lysithea	Nicholson (1938)
XI	Carme	Nicholson (1938)
XII	Ananke	Nicholson (1951)
XIII	Leda	Kowal (1974)
XIV		Kowal (1975)