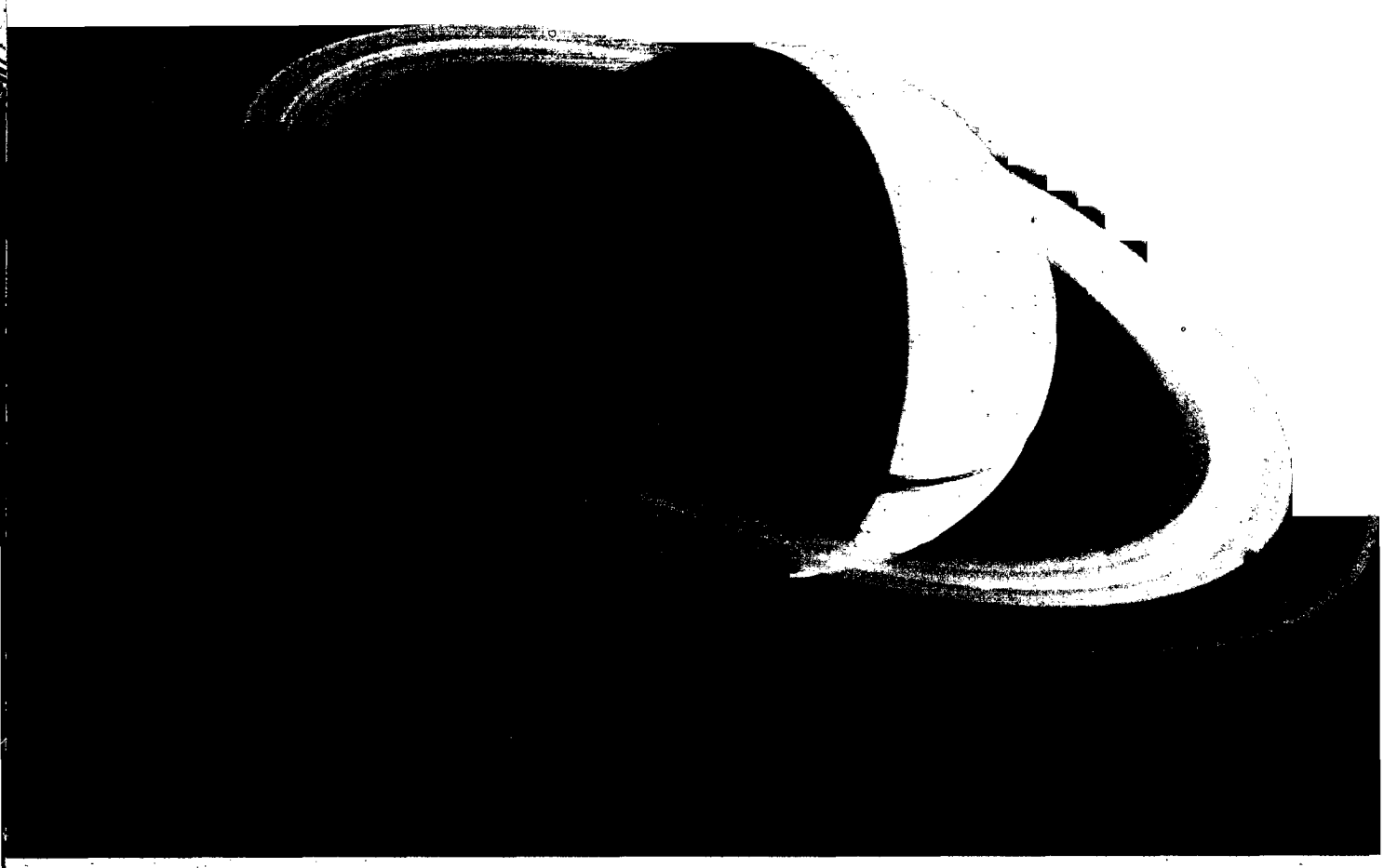


Ringplanet Saturn (Voyager-1-Photo)*: Beim Blick über die Schulter Entdeckungen, die der Himmelsmechanik widersprechen

Bunte Planeten, feuerspeiende Monde

Ein „goldenes Zeitalter" der Himmelsforschung ist angebrochen: Insektenhafte Späh-Roboter, höchst präzise von der Erde ferngelenkt, funkten Nahaufnahmen von den Planeten — in zehn Jahren gewannen die Astronomen mehr Erkenntnisse als in Jahrhunderten zuvor. In dieser Woche soll „Voyager 2" am Saturn vorbeifliegen.

Eigentlich hatte es ein Abenteuer von ganz anderer Qualität werden sollen, eine Live-Show zum Mitzittern, mit Helden aus Fleisch und Blut, ein Science-fiction-Drama, dessen erster Akt am 20. Juli 1969 schon in aller Welt über die Bildschirme geflimmert war.

Millionen Fernsehzuschauer hatten damals atemlos miterlebt, wie erstmals Erdbewohner — die beiden amerikanischen Astronauten Neil Armstrong und Edwin Aldrin — den Mond betraten. Und das, so die Vision des Raumfahrt-Pioniers Wernher von Braun, sollte nur das Vorspiel sein für eine „Grand Tour", eine planetarische Expeditionsreise tollkühner Himmelsfahrer quer durch das Sonnensystem.

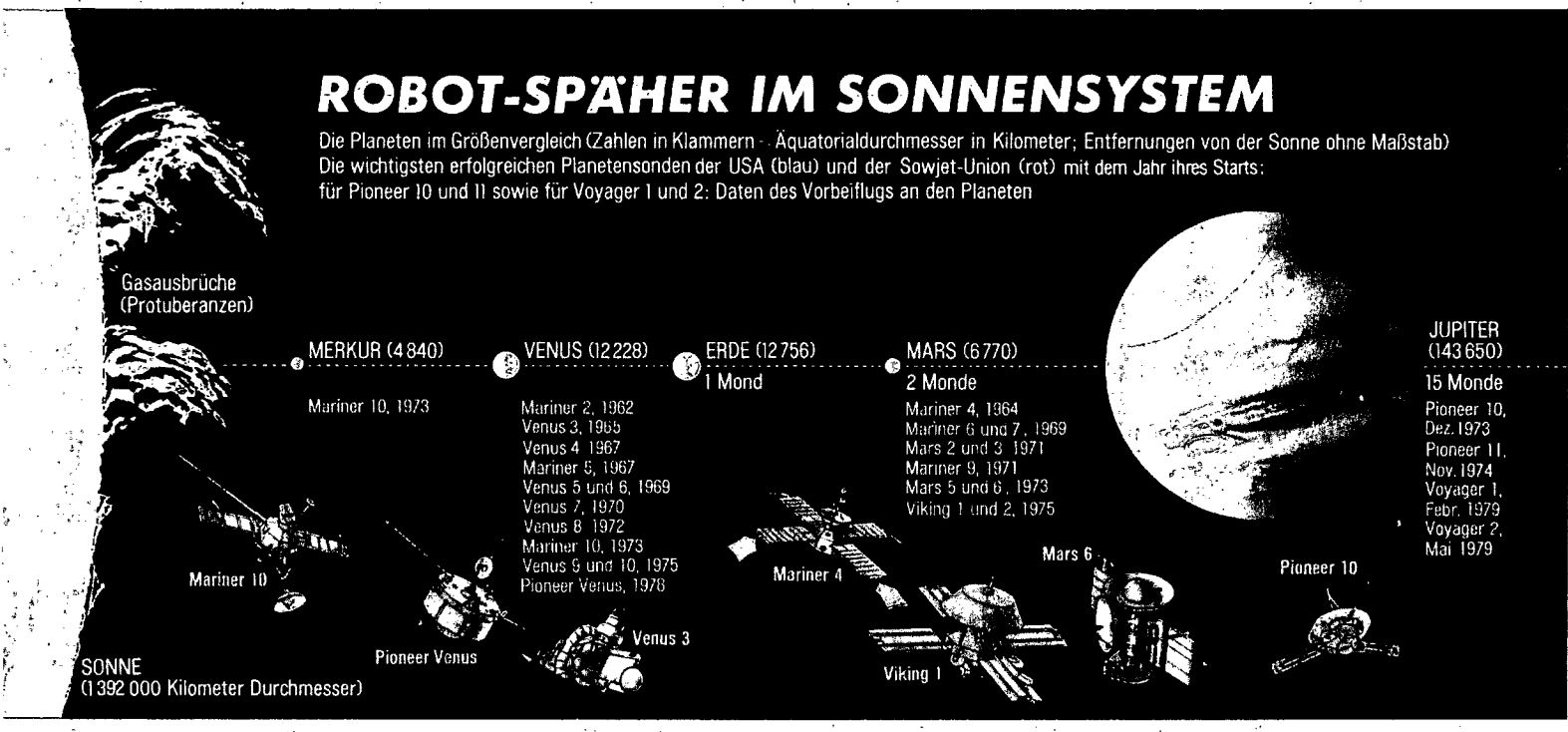
In Wahrheit war die Mondschau von 1969 eher eine Abschiedsvorstellung: Längst hatte da die zweite Raumfahrtära begonnen — ihre Helden sind Schwärme spinnenbeiniger Roboter, die inzwischen, bis zu dreieinhalb Milliarden Kilometer von der Erde entfernt, an bunten Planeten und bizarren, umwölkten oder feuerspeienden Monden vorbei immer tiefer ins Universum hinausstürmen.

„Ein goldenes Zeitalter der Erforschung des Sonnensystems" sei angebrochen mit dem Siegeszug der insektenhaften Raumkundschafter, rühmt Noel W. Hinners, Direktor des Nationalen Luft- und Raumfahrtmuseums in Washington. Die neue Epoche begann bereits sieben Jahre vor der spektakulären Monderoberung, im Dezember 1962: Nach 110 Reisetagen durchs All hatte die Raumsonde Mariner 2 kurz vor Weihnachten den Planeten Venus erreicht.

In den knapp zwei Jahrzehnten, die folgten, konnten die Astronomen und Astrophysiker mehr Erkenntnisse über die Geschwister-Gestirne der Erde und ihren Zentralstern, die Sonne, zusammentragen als in vorangegangenen Jahrhunderten zäher, mühevoller Forschungsarbeit. Und niemand half ihnen mehr dabei als eine Gruppe von Ingenieuren und Technikern, die, in einem Tal nördlich von Los Angeles, am „Jet Propulsion Laboratory" (JPL) in Pasadena arbeiten.

Dort brütet eine Schar hochkarätiger Tüftler immer raffiniertere Varianten fliegender Himmelsbeobachter aus, die mit ihren Meßfühlern, Fernsehaugen und Computer-Gehirnen im All mitt-

* Aufgenommen aus 5,3 Millionen Kilometer Distanz am 16. November 1980, vier Tage nach dem Vorbeiflug.



lerweile weit geschickter operieren können als einst die vermummten, unbeholfen umhertappenden Mondbesucher.

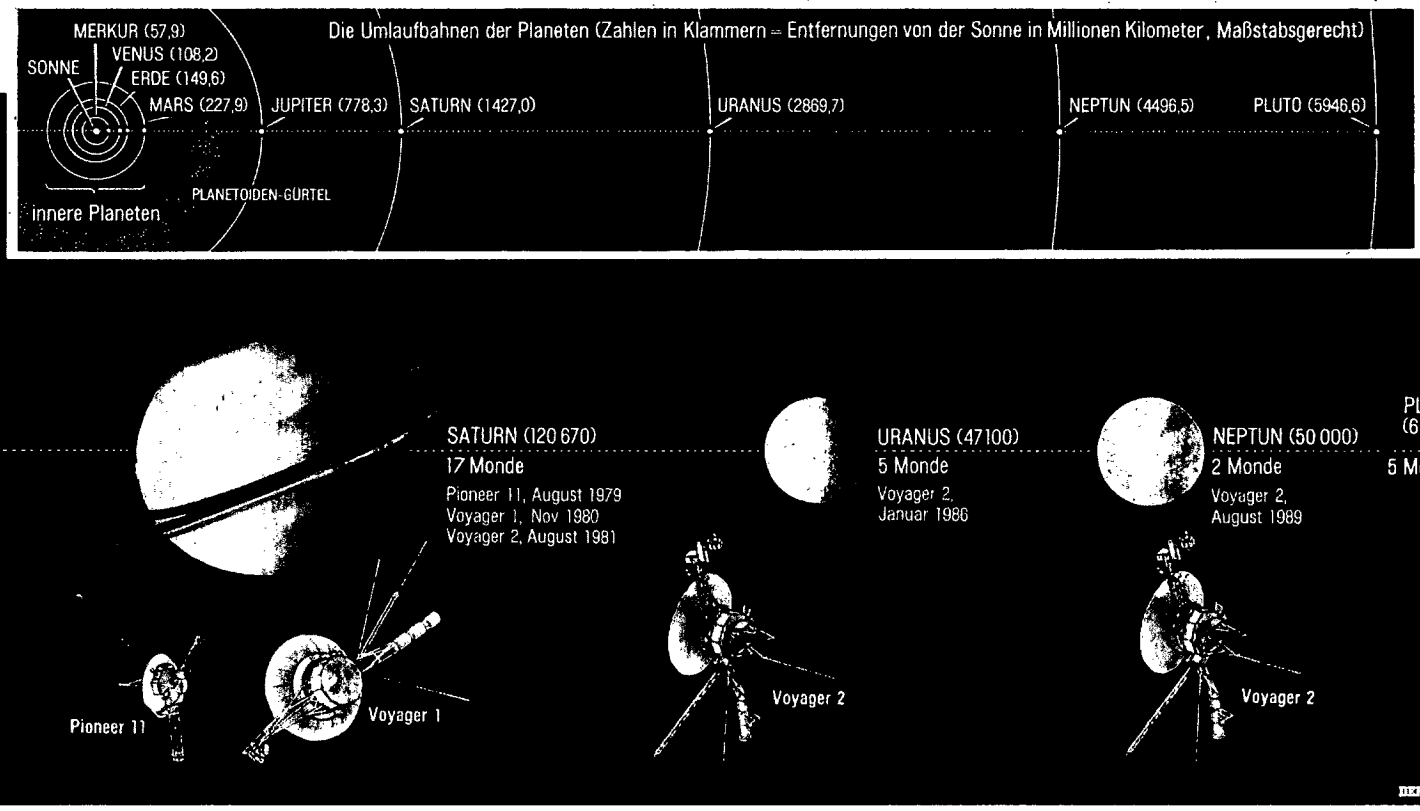
Seit langem ist kein Jahr vergangen ohne neue, meist sensationelle Erkenntnisse, die von den stachligen Raumspähern zur Erde gefunkt wurden; was sie von den Erdnachbarn Mars, Venus, Jupiter und Saturn und ihren Trabanten zu berichten wußten, hat ganze Lehrbücher über die Natur des Sonnensystems zu Makulatur werden lassen.

Ein für allemal abgehakt wurden viele uralte Himmelsrätsel, seit die Viking-, Pioneer-, Mariner- und Voyager-Kundschafter im All umherschweifen: Gibt es irgendwo sonst im Sonnensystem von Lebewesen bewohnte Gestirne? Fehlanzeige, meldeten die Späher. Sind die geheimnisvollen Marskanäle das Werk intelligenter Exoterristen? Antwort: Nichts als eine optische Täuschung, aus der Nähe betrachtet gibt es sie überhaupt nicht.

Wie unter einem Vergrößerungsglas zeigten die Funkbilder das Planeten-Panorama; eine Fülle zuvor ungeahnter Details wurde sichtbar:

- ▷ Mars, ein kahler, von Meteoritenkratern zernarbter Planet, ist öde wie der Mond; zwischen seiner Nord- und Südhemisphäre bestehen krasse Klima-Unterschiede; Staubstürme toben im Süden des Gestirns, im Norden wabert, im Sommer, wolkenähnlicher Wasserdampf.
- ▷ Venus, umgeben von einer fast 500 Celsiusgrade heißen Atmosphäre, ist rundum in Wolken eingehüllt, deren obere Schichten in einem Vier-Tage-Rhythmus auf- und niederwirbeln. Die Venus-Atmosphäre ist so dicht, daß nicht einmal Radiosignale die Gashülle zu durchdringen vermögen.
- ▷ Jupiter, umbrodelt von einer rot, orange, gelb und blau gestreiften Atmosphäre, besitzt wie Saturn einen Ring, der aus kosmischen Gesteinstrümmern besteht; insgesamt 15 höchst unterschiedliche Monde begleiten den Planeten, drei wurden von Voyager 1 erstmals gesichtet; Io, einer der Jupiter-Trabanten, feuert aus neun Vulkankratern glühende Lavabrocken weit ins All.
- ▷ Saturn, ein gigantischer Gasball aus Wasserstoff, ist wie Jupiter in eine gleichsam quergestreifte Atmosphäre eingehüllt; sein Ring, von Galileo Galilei entdeckt, ist — wie Voyager 1 ermittelte — ein kompliziertes System von bislang ungezählten Einzelringen, die aus unterschiedlich dicken Gesteins- und Eisklötzchen bestehen.

DSN-Kontrollzentrum in Pasadena: Mit Schwärmen spinnenbeiniger Roboter . . .



Planeten-Begleiter wurden plötzlich auf den Fernsehbildern sichtbar, von deren Existenz man bis dahin nichts gewußt hatte.

Es gab detaillierte Photos von den schimmernden Eisoberflächen der Saturn-Monde Rhea und Tethys, von der kraterübersäten Dione und von Mimas, der mit seinem Riesenkrater und seiner schrundigen Oberfläche die Bildauswerter in Kalifornien an das Raumschiff des Bösewichts Darth Vader im „Krieg der Sterne" erinnerte.

Nie zuvor war der „Große Rote Fleck" auf Jupiter, in seiner Ausdehnung größer als der Erddurchmesser und umströmt von turbulenten Gasmassen, aus solcher Nähe betrachtet worden. Niemals zuvor gab es Bilder von ziehenden Wolkenfeldern und deutlich unterschiedlichen Orkangürteln auf der südlichen Saturn-Halbkugel — alles zur Erde gefunkt Ende letzten Jahres von der Raumsonde Voyager 1.

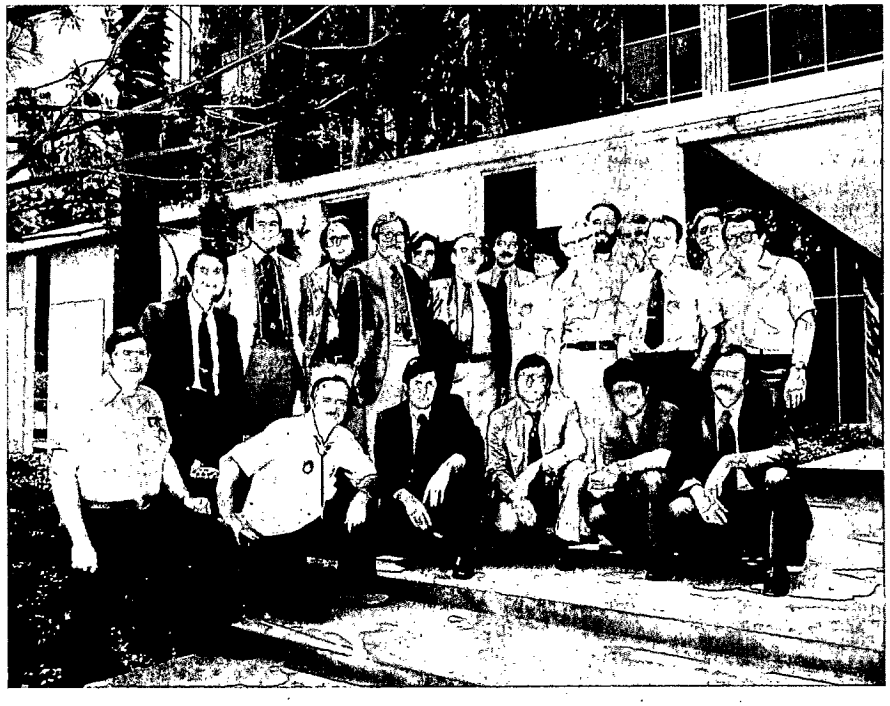
Mit einem neuen Glanzlicht ihrer Kunstfertigkeit wollen die JPL-Techniker am Dienstag dieser Woche aufwarten: Verläuft alles nach Plan, wird um 20.25 Uhr amerikanischer Ortszeit die Robotsonde Voyager 2 ihr „Close encounter" mit dem Ringplaneten Saturn haben, der dann 1,5 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt ist.

Im Abstand von nur 101 000 Kilometern über den Wolkenschichten des nach Jupiter zweitgrößten Planeten wird Voyager 2 — ein Eintonner von den Ausmaßen einer Mittelklasse-Limousine — am Saturn vorbeifliegen.

Alle 48 Sekunden wird auf den Monitoren im JPL-Kontrollraum ein neues TV-Bild vom Saturn erscheinen, aufgenommen von einer der beiden Kameras an Bord des Voyager-2-Roboters — die brillanten Farbbilder, aus fünf Millionen Einzelsignalen zusammengesetzt, werden aufs neue Zeugnis ablegen von der inzwischen erreichten Perfektion der Raumsonden-Technik.

Wohl haben auch die sowjetischen Kosmosforscher eine Vielzahl irdischer Roboter zu den Planeten geschickt, die oft genug sogar früher als die amerikanischen Konkurrenten ans Ziel gelangten. Doch kein russischer Kundschafter ist bislang so ausgeklügelt konstruiert und so präzise durch den Raum gesteuert worden wie die vom JPL gebauten und gelenkten Planetensonden.

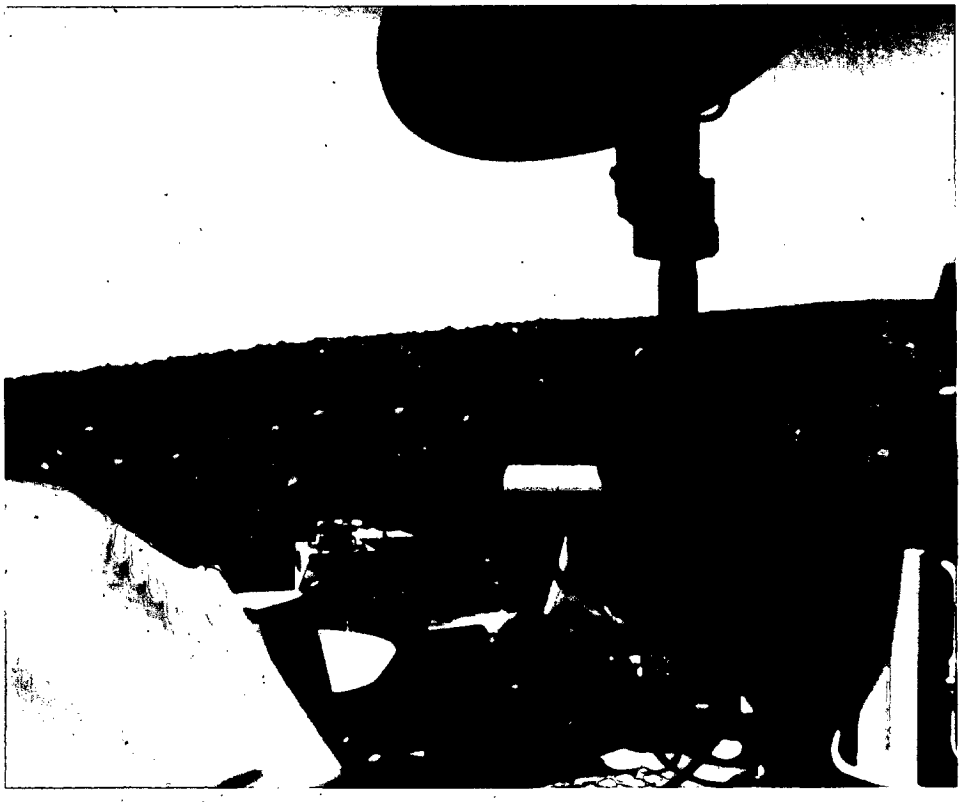
Nur sechs wissenschaftliche Instrumente waren an Bord von Mariner 2 gewesen, der 1962 als erstes interplanetarisches Forschungsgerät das Erde-



... die Rätsel des Planeten entschleiert: **Voyager-Bildauswertungsteam***

* Erste Reihe kniend, von links: Team-Chef Shoemaker, Stellvertreter Soderblom.

Mars-Vulkan Olympus Mons: Jahreszeiten, Gashülle und Wasser wie auf der Erde, aber keine Spur von Leben



Raumsonde Viking 2 auf der Mars-Oberfläche, Zyklon in der Mars-Atmosphäre: US-Flagge zur Korrektur der Farbwerte

Mond-System verlassen und 60 Millionen Kilometer zum Venus-Vorbeiflug überbrückt hatte.

Die ersten Fernsehbilder vom Mars, die Mariner 4 zweieinhalb Jahre später heimfunkte, erreichten die Erde — verglichen mit dem Tempo der Bild-Übermittlung von Voyager — fast im Schneckentempo. Achteindrittel Einzelinformationen („bits") übermittelte Mariner 4 pro Sekunde.

Vier Jahre später brachten es die Schwestersonden Mariner 6 und 7 immerhin schon auf 16 200 bits pro Sekunde. Weitere vier Jahre später war die Übermittlungstechnik so weit, daß Mariner 10 von Venus und Merkur in jeder Sekunde 117 200 bits liefern konnte.

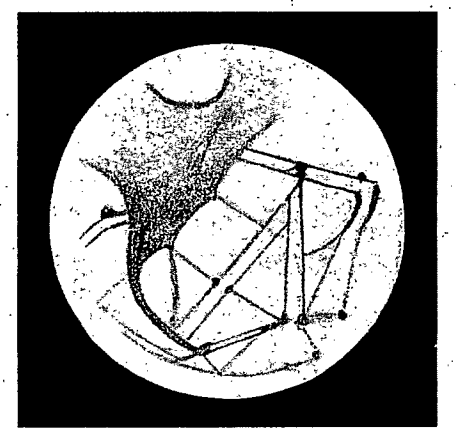
„Deep space network" (DSN) heißt das kosmische Funk- und Empfangssystem, das die aus dem All übermittelte Datenflut verarbeitet und ständig den Kontakt mit den Raumrobotern aufrechterhält. Es ist das Kommunikationsherzstück aller amerikanischen bemannten und unbemannten Raumfahrtunternehmen.

Zum DSN, dessen Antennen bereits 1958 die Piepssignale des ersten US-Satelliten Explorer 1 empfingen, gehören die Sende- und Empfangskomplexe von Goldstone in der kalifornischen Mohave-Wüste, von Canberra (Australien) und von Madrid auf der iberischen Halbinsel. Die über den Erdball verteilten insgesamt neun DSN-Antennen garantieren dafür, daß keine Planetensonde und kein Raumschiff je ohne Funkkontakt mit der Erde ist.

Die Empfangsanlagen des DSN sind so sensibel, daß sie noch Signale empfangen können, die etwa vom Mars mit dem winzigen Energiepotential eines aufflammenden Zündholzes ausgestrahlt werden. Und die Antennenschüsseln mit den angeschlossenen Computeranlagen arbeiten so präzise, daß der Standort einer Planetensonde auf wenige Meter genau vermessen werden kann — selbst wenn der Roboter 200 Millionen Kilometer von der Erde entfernt ist.

Um solche Präzision zu erreichen, mußten die DSN-Navigatoren darauf verzichten, Fixsterne als Orientierungspunkte zu benutzen. Nach den vermeintlich feststehenden Sternen hatten sich nicht nur Seefahrer seit alters her gerichtet, sondern auch bis in die fünfziger Jahre Flugzeugpiloten bei nächtlichen Transkontinentalflügen und, bei ihren Mondflügen, sogar die Apollo-Raumfahrer.

Da Fixsterne ihre Lage im langsam rotierenden Milchstraßensystem sachte verändern, würden die Planetensonden bei ihren jahrelangen Reisen allmählich aus der vorgesehenen Bahn geraten. Als Leitpunkte wählten die DSN-Navigatoren daher Lichtstrahlen, die von den sogenannten Quasaren, gigantischen Strahlungsquellen am Rande des Kosmos, ausgehen.



Schiaparellis Mars-Kanäle (1877)
Schiffe und Oasen?

Kaum minder exotisch muten die Verfahren an, mit denen die JPL-Forscher es fertigbrachten, detailgenaue Farbphotos von den Planeten zu gewinnen, auch wenn sie Milliarden Kilometer weit entfernt sind.

An Bord der beiden Voyager-Sonden befinden sich je zwei elektronische Kameras, je eine davon mit Weitwinkelobjektiv. Es sind jedoch keine Farbkameras, wie sie in Fernsehanstalten verwendet werden. Vielmehr werden die Farbbilder erst auf der Erde, mit Computer-Hilfe, „aufgebaut".

Mars-Bewohner (Science-fiction 1898)*
Mit „Strahlenwaffen" gegen Menschen

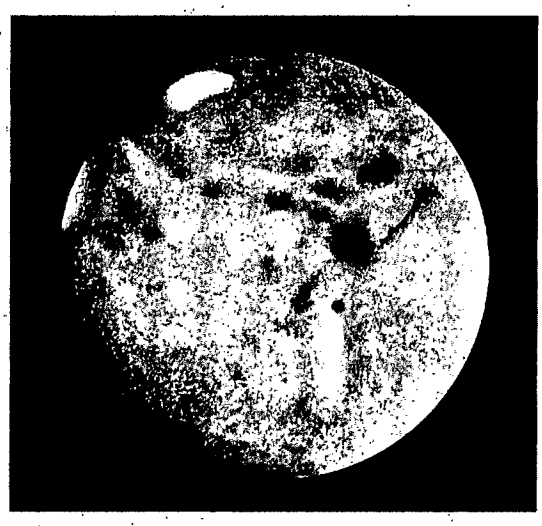
Die Voyager-Sonden funken dazu jeweils von ein und demselben Bildmotiv drei getrennte Einzelbilder zur Erde, die durch verschiedene Farbfilter aufgenommen werden. Diese einzelnen „monochromen" Bilder werden, ähnlich wie bei den handelsüblichen TV-Kameras, in 640 000 einzelne Bildpunkte („pixels") zerlegt und, Bildpunkt für Bildpunkt, zur Erde gefunkt.

* Illustration zu H. G. Wells' „Krieg der Welten".

Jedes Signal, das Voyager 2 vom Saturn zur Erde sendet, benötigt eine Stunde, 25 Minuten und 35 Sekunden Laufzeit.

Die Computer in Pasadena setzen sodann die Bilder und die ursprünglichen Farbwerte wieder zusammen. Die wirklichkeitsgetreueste Farbwiedergabe, so zeigte sich, wird erreicht, wenn die Farbauszüge Blau, Grün und Orange kombiniert werden.

Photos wie etwa das von Saturn auf Seite 149 oder die vom Jupiter auf den Seiten 156/157 sind mithin naturgetreu.



Erstes Mars-Photo 1965 (von Mariner 4)
Öde und zernarbt

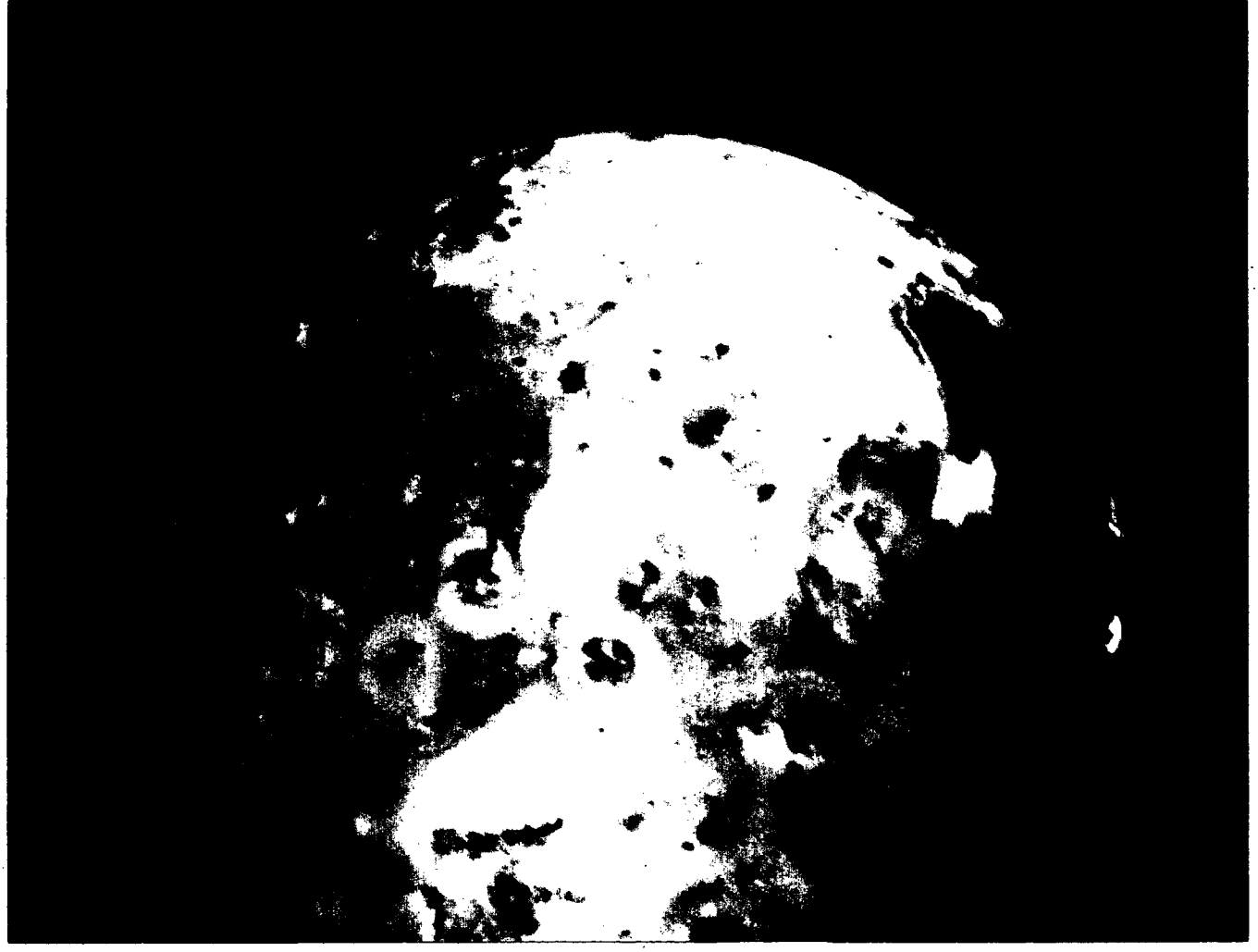
Bei den Aufnahmen, welche die Viking-Sonde vom Mars funkte, dienen die Farben der amerikanischen Flagge als Kontrolle für die korrekte Bildwiedergabe.

Andererseits sind etwa die Bilder des Saturn und seiner Monde auf den Seiten 160/161 von den JPL-Technikern in den Farbwerten bewußt verfälscht: Durch solche Verschiebungen werden Einzelheiten und Strukturen sichtbar, die sonst unentdeckt geblieben wären.

Auf diese Weise wurden im Oktober 1980 zwei bis dahin unbekannte Saturn-Monde ausfindig gemacht. Und spezielle Farbauszüge enthüllten beispielsweise auch das netzartige Gewirr von Eisbruchlinien auf dem Jupiter-Mond Europa (siehe Farbbild Seite 157).

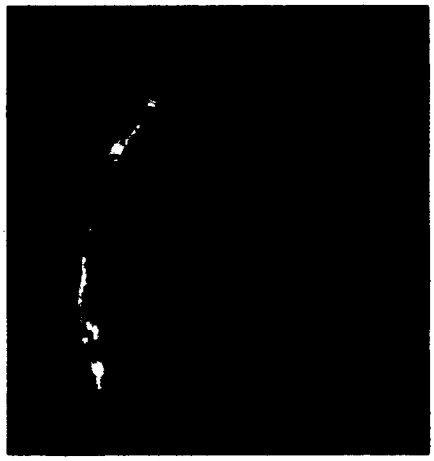
Welche Möglichkeiten in dem für die Voyager-Sonde entwickelten Farbverfahren stecken, zeigten die JPL-Techniker spielerisch mit einem Photo, das Voyager 1 von der Erde schoß, mit dem Mond im Hintergrund, aufgenommen aus einer Entfernung von 11,66 Millionen Kilometern (siehe Farbbild Seite 163).

Die blauschimmernde Erdkugel zeigt in ihrem beleuchteten Teil den westlichen Pazifik sowie Teile Asiens und der Arktis — die in den Weltraum entrückte Kamera ist gleichsam exakt über dem Mount Everest aufgehängt;



Jupiter-Mond Io (aus 862 200 Kilometer Distanz): Oberfläche wie eine Pizza

Io-Nahaufnahme, Io-Vulkanausbrüche: Aus neun Kratern Lava ins All



damit die Mondsichel auch im Druck noch sichtbar bleibt, mußte der JPL-Computer ihren Helligkeitswert im Vergleich zur Erde verdreifachen.

Was Voyager 2 in den kommenden Wochen zur Erde funkt, wird wieder das Bild von der Welt verändern. „Die große Zahl von Neuentdeckungen, die unser Bild vom Planetensystem in kurzer Zeit beträchtlich erweitert haben", hieß es 1979 im Vorwort zu einem „Planeten-Lexikon", hätte die „völlige Neubearbeitung" eines Bildatlas vom Sonnensystem erfordert — der nur fünf Jahre zuvor (bei Hallwag in Bern) erschienen war. Der Wissenszuwachs

eines halben Jahrzehnts überholte Mutmaßungen von Jahrhunderten.

Mit Furcht und Ehrfurcht, Phantasie und Neugier hatten schon in frühen Kulturen, in Babylonien wie in China und der klassischen Antike, die Menschen den Lauf der Wandelsterne verfolgt — jener fünf, die mit dem bloßen Auge sichtbar waren. Doch erst mit der Erfindung des Fernrohrs um 1600 wurde über die Natur der Himmelskörper, ihre Beschaffenheit und Topographie einiges bekannt.

An die Gestalt einer Zitrone fand sich Galileo Galilei erinnert, als er 1610 zum erstenmal ein — allerdings noch mangelhaftes — Fernrohr auf den Saturn richtete. Bald kam er der Sache näher: Ein anderer zeitgenössischer Beobachter glaubte am Rand des Himmelskörpers zwei leuchtende, einander gegenüberliegende „Henkel" zu erkennen.

Erst 45 Jahre später entdeckte der niederländische Naturforscher Christiaan Huygens die wahre Gestalt des Saturn: eine Kugel, in der Mitte umgeben von einem frei schwebenden Ring. Wie diese Ringstruktur im einzelnen aussieht, zeigten erst die Voyager-Photos von 1979.

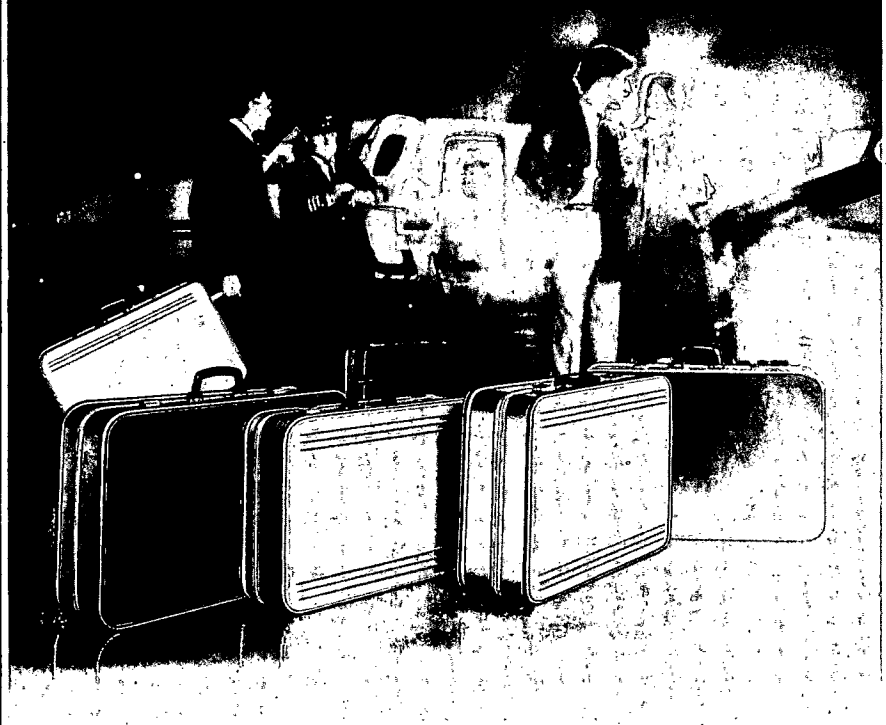
Christiaan Huygens war von seiner Entdeckung so überrascht gewesen, daß er verschreckt alle seine Beobachtungen in Geheimschrift niederlegte; er mußte eine Kerkerstrafe befürchten, wenn er das festgefügte Weltbild allzusehr erschütterte. Solche Ängste gab es nicht mehr, als gut 200 Jahre später Huygens' amerikanischer Kollege Percival Lowell die kühnsten Mutmaßungen über den Mars in die Welt setzte — ein Zeitalter wilder Spekulationen über die Planeten war angebrochen.

1877 hatte der italienische Astronom Giovanni Schiaparelli verkündet, er habe auf dem Mars ein Netz feiner, gerader Striche entdeckt — er nannte sie „canali" (Rillen). Daß es sich um künstlich angelegte Bewässerungskanäle handeln könnte, von hochzivilisierten Marsbewohnern angelegt, setzte dann der Amerikaner Lowell in die Welt. Seine Theorie gewann leidenschaftliche Anhänger, die schließlich den Mars mit allen Errungenschaften eines zivilisierten Planeten ausstatteten: Da gab es Schiffe auf den Kanälen, prächtige Städte in Oasen und schließlich gar Kraftwerke, die das Wasser in Bewegung hielten.

Die Grenze zwischen Wissenschaft und Science-fiction blieb fließend — bis in die jüngste Zeit. In H. G. Wells' 1897 erschienenem „Krieg der Welten" treten spinnenartige Marsbewohner auf, die beim Angriff auf die Erde mit „Hitzestrahlen" um sich schießen, aber schließlich von irdischen Bakterien, gegen die sie wehrlos sind, vernichtet werden.

Doch auch Raumfahrt-Pionier Wernher von Braun hatte noch abenteuerli-

Zarges
Alustar
Ihr First-class-Reisebegleiter.
Zarges Alustar, das Top-Koffer-Set, das in Eleganz, Komfort und Stabilität kaum zu übertreffen ist.



ZARGES
Luxuriöses Reisegepäck in 2 Design-Varianten: Silver- und Black-line. Silbermatt eloxiertes Aluminium oder mit schwarzer, unempfindlicher Kunststoffbeschichtung. Jede Variante in 3 Größen und 2 Ausführungen: Schlüsselschloß oder Zahlenschloß. Klassischer Tragekoffer oder bequemer Rollenkoffer. Nachtblaue Innenausstattung.
Zarges Alustar.
Für alle, die ihr Zuhause ab und an, oder oft, oder weit weg in den Koffer verlegen müssen.
Nur im guten Fachgeschäft. Schreiben Sie uns. Wir schicken Ihnen einen ausführlichen Prospekt mit Händlernachweis.

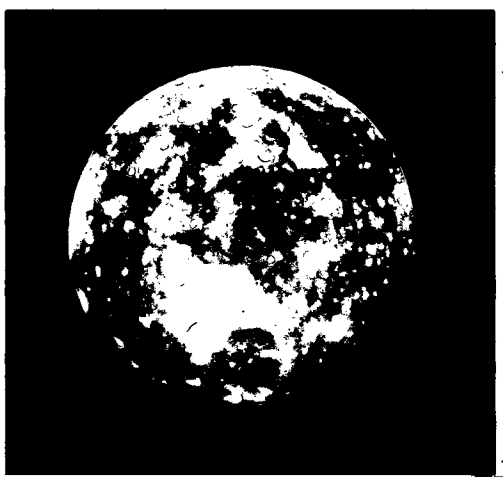
Zarges
Zarges macht das Leben leichter.
Informieren Sie mich umgehend über:
☐ Zarges Top-Set ALUSTAR mit Händlernachweis
Name
Straße
PLZ/Ort
Bitte ausfüllen und einsenden an:
Zarges Leichtbau GmbH
8120 Weilheim, Tel. (08 81) 8 71
Österreich: Zarges Leichtmetallbau Ges.m.b.H.
Leberstr. 96, A-1110 Wien
Tel. (0222) 741553, Telex 11168
Dänemark: Zarges APS
Vestre Teglgade 5
DK-2450 Kopenhagen SV
Tel. (01) 215300, Telex 16353
Frankreich: ZARGAL S.a.r.l.
30, Rue de la Gare, Duppigheim,
F-67120 Molsheim,
Tel. (88) 50.82.07, Telex 890621
SPI 35/1

Planet Jupiter, Jupiter-Monde Callisto, Ganymed (u.)*: „Sind Sie sicher, daß nicht van Gogh das gemalt hat?"

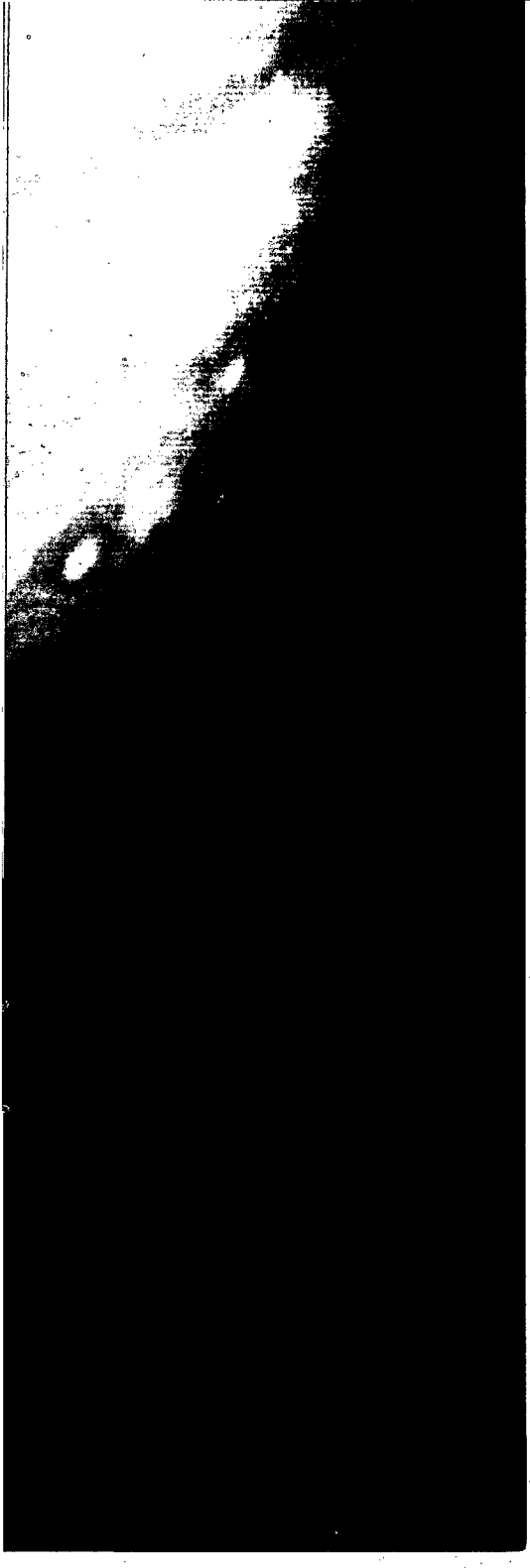
che Vorstellungen: In seiner 1952 erschienenen Studie „Das Mars-Projekt" ist von zehn Raumschiffen die Rede, die mit 70 Mann Besatzung zum Mars aufbrechen sollten, wie seinerzeit die Flotte des Columbus — die Landung auf einem bewohnbaren Nachbar-Planeten erschien noch als realistische Vision.

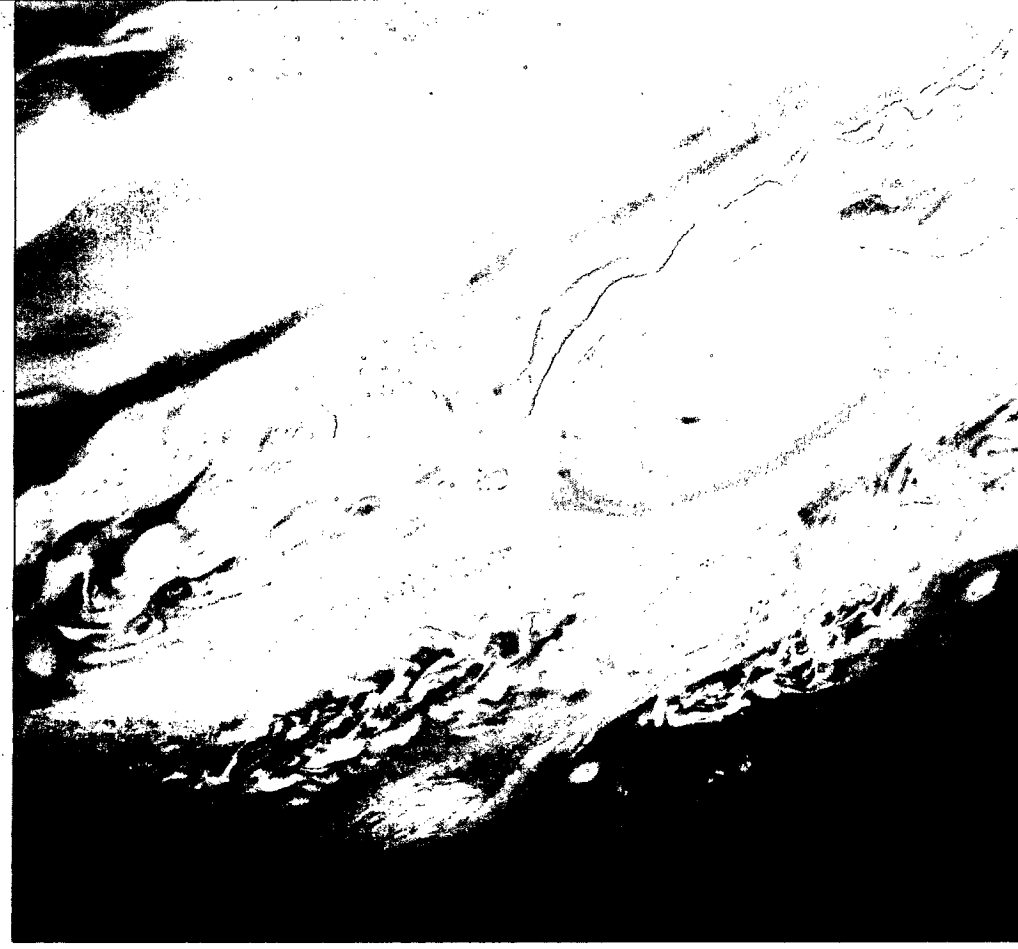
Die Mutmaßungen über Venus waren, vor allem in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts, kaum weniger phantasievoll. 1918 behauptete der schwedische Chemiker Svanté August Arrhenius, auf der Venus müsse es eine riesige Sumpflandschaft geben, etwa wie auf Erden im Zeitalter des Karbon, mit Kohleflözen unter den Sümpfen und möglicherweise „Fortschritt und Kultur" an den Polen des Planeten.

Vier Jahre später stellten die amerikanischen Astronomen Charles St. John und Seth B. Nicholson eine entgegengesetzte Theorie dagegen: Venus als

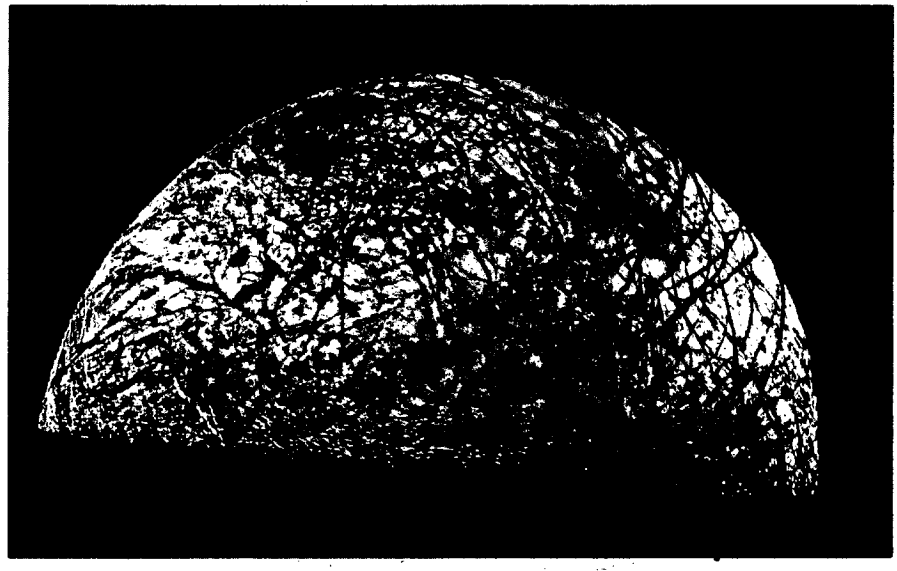


* In der Mitte des oberen Bildes: die Jupiter-Monde Io (l.) und Europa (r.).

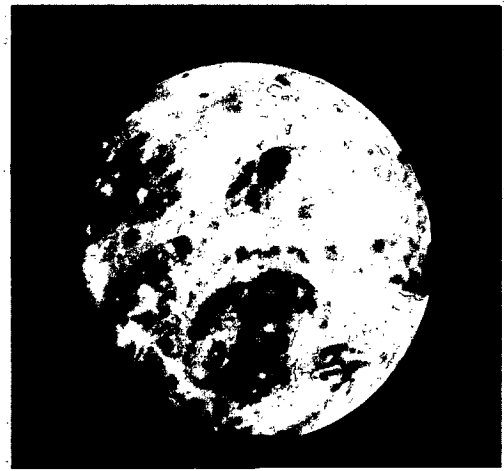




Jupiter-Region „Großer Roter Fleck": Sturm in der Salatschüssel



Jupiter-Mond Europa: Eisbruchlinien unterm Farbfilter

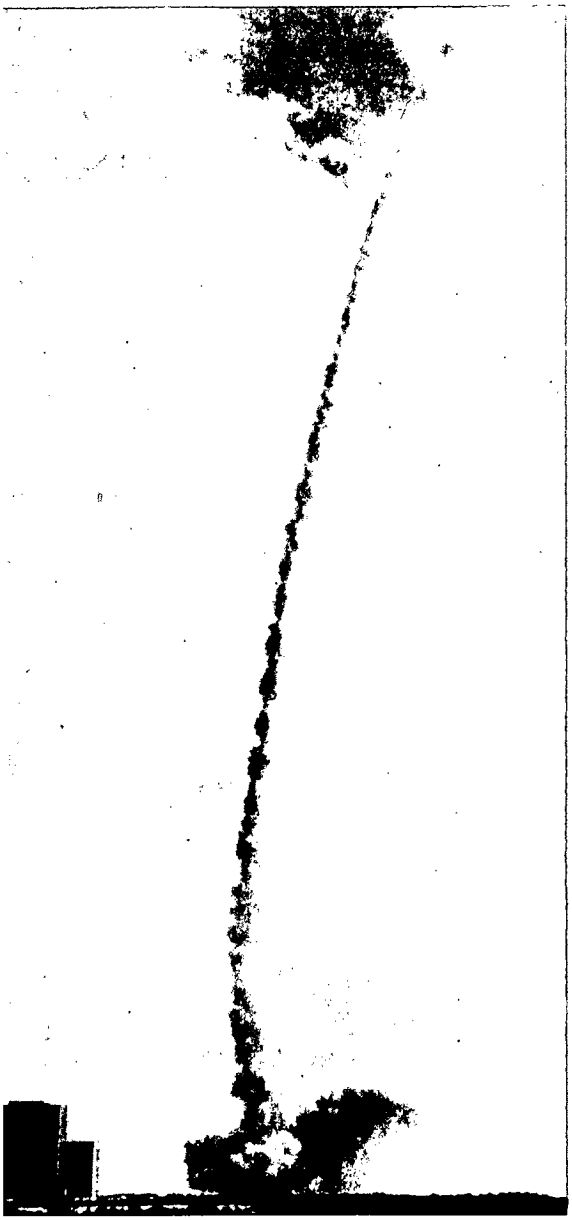


sturmgepeitschte Wüste, eingehüllt von Staubwirbeln.

Eines war so irrig wie das andere — das bewiesen die 17 von der Erde aus entsandten Späh-Sonden, zwölf russische und fünf amerikanische, die inzwischen den Treibhaus-Planeten erforscht haben.

Mit dem ersten Venus-Vorbeiflug, den Mariner 2 im Jahre 1962 vollbrachte, begann jene Forschungs-Ära der Robot-Späher, die seither so glänzende Resultate erbracht hat. „Die Wandelsterne", so umschrieb Hans Haffner, damals Direktor der Hamburger Sternwarte, den elektronisch beflügelten Aufbruchsgeist der Himmelsforscher, „bedeuten uns heute nicht mehr die hellen Lichter in einem die Sonne umtanzenden Reigen, sondern vorgeschobene Forschungsbastionen im Außenraum und kosmischen Vorfeld der Erde."

Noch Anfang der sechziger Jahre hielten es die Wissenschaftler allerdings für überflüssig, die Raumsonden mit Kameras auszustatten. Die Gelehrten waren nur an den Zahlenkolonnen in-



Voyager 2 beim Start (1977)
Orientierung am Quasar

teressiert, die ihnen etwa Spektro- und Magnetometer, kosmische Strahlenfühler und Teilchenzähler liefern sollten.

Die 1965 von Mariner 4 aufgenommenen insgesamt 21 eher verschwommenen Schwarzweiß-Bilder vom Mars bewiesen erstmals, daß sich Bilder und Daten dramatisch ergänzen können. Doch damals, so JPL-Sprecher Jurrie van der Woude, „waren wir noch Lichtjahre entfernt von der jetzigen Verstärker- und Entwicklungstechnik".

In der Zwischenzeit haben die Forscher vollständige Atlanten von Merkur und Mars zusammengestellt. Und die Kameras und Radargeräte vermittelten auch eine plastische Vorstellung von der mit dichten Kohlendioxidwolken umhüllten heißen Venus, auf deren Oberfläche eine Temperatur von 480 Grad herrscht.

Zu einer Art Planeten-Vernissage luden die Wissenschaftler aus Pasadena schon vor fünf Jahren die Weltöffentlichkeit: Die von JPL-Forschern konzipierten Raum-Gefährte Viking 1 und 2 waren weich auf dem Mars gelandet und klärten, bis auf weiteres, jene menschheitsbewegenden Fragen, die seit drei Jahrhunderten Gelehrte und Laien beunruhigt hatten — vor allem: Gibt es Leben auf dem „roten Planeten"?

Jedenfalls gibt es Wasser auf dem Mars (in gefrorenem Zustand), auch Stickstoff und das Edelgas Argon. Ferner: Mars hat eine Atmosphäre, einen der Erde vergleichbaren Wechsel von Jahreszeiten. Doch Lebewesen, welcher Art auch immer, kamen nicht ins Schußfeld der Viking-Kameras.

Im angekratzten und von dem Viking-Labor automatisch analysierten Marsboden fanden sich keine Spuren von organischen Molekülen oder Mikroorganismen. Zumindest für den Bereich der Landeplätze ist das Vorhandensein von belebter Materie mithin auszuschließen.

Während die Fernsehzuschauer wahrnehmen konnten, daß auch auf dem Mars die Sonne auf- und untergeht, legten die JPL-Forscher letzte Hand an ihr bis dahin ehrgeizigstes Unternehmen: Die „unglaublichen Maschinen" („Time") Voyager 1 und Voyager 2 wurden startklar gemacht.

Zehn Jahre lang war ihre Mission vorbereitet worden. Der Startzeitpunkt war auf eine Planeten-Konstellation abgestellt, die sich nur alle 175 Jahre wiederholt: Wie Perlen auf einer Schnur reihen sich dabei die äußeren Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun bei ihrem Lauf um die Sonne hintereinander auf.

Eine Raumsonde, zeitgerecht gestartet, so hatten die Nasa-Computer errechnet, würde die Anziehungskräfte der Großplaneten so geschickt ausnutzen können, daß sie gleichsam von einem Gestirn zum anderen hüpft. Zwölf Jahre würde diese „Grand Tour" dauern, kalkulierten die Planer, die damals, in der Apollo-Ära, noch in der Gunst der Öffentlichkeit und der amerikanischen Regierung standen.

Doch die Rückkehr der Apollo-17-Astronauten vom Mond markierte nicht nur das Ende der Raumfahrtbegeisterung, sondern auch den Anfang schwerer Finanznöte bei der Nasa. „Die Grand Tour", erinnerte sich Voyager-Projekt-Manager Raymond Heacock, „wurde immer mehr beschnitten": Schließlich blieben nur noch Jupiter und Saturn auf dem Flugplan der beiden Voyager-Späher.

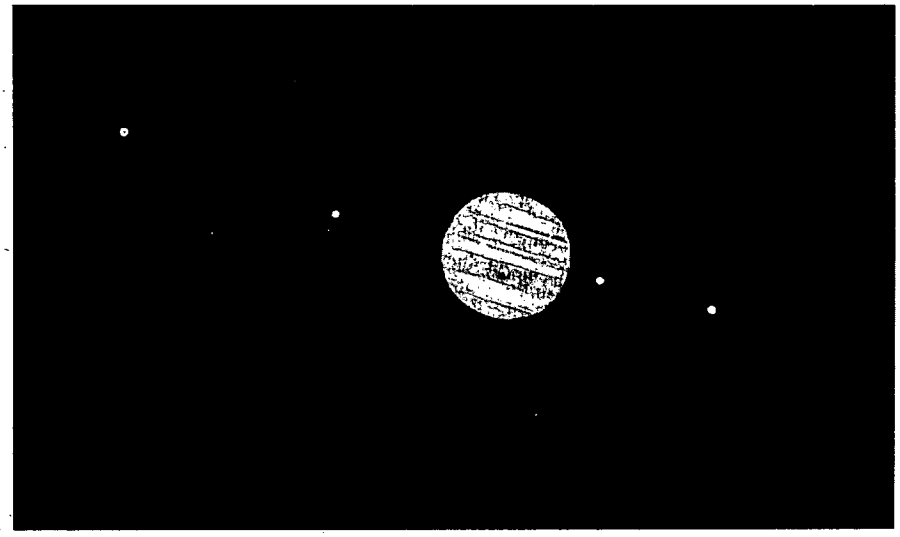
JPL-Bildauswerter Smith, Soderblom
Farben aus dem Computer

DSN-Antenne in der Mohave-Wüste
Empfänglich für die Energie eines Zündholzes

Mit dem auf 338 Millionen Dollar beschränkten Voyager-Budget gelang es den JPL-Forschern gleichwohl, die Sonden so auszulegen, daß sie sich nur unwesentlich vom Grand-Tour-Modell unterschieden.

Neu konzipiert wurde etwa die Stromversorgung des Roboters, den sein Zehnjahresflug immer weiter von der Sonne entfernt. An die Stelle der riesigen Sonnenpaddel, die zum typischen Erscheinungsbild von erdumkreisenden Satelliten und Spähern auf dem Weg zu den inneren Planeten gehören, traten bei Voyager drei kleine Plutonium-Kraftwerke.

Wichtiger noch war die neuartige Computerausstattung von Voyager. Da die Signale der Sonne trotz Lichtgeschwindigkeit sechs Stun-



Fernrohr-Bild vom Jupiter*: „Forschungsbastion im kosmischen Vorfeld"

den aus dem Raum um Uranus zur Erde und zurück unterwegs sein würden, mußten die Bordrechner gleichsam zur Selbsthilfe fähig sein.

Sollten beispielsweise die Steuerdüsen durch Zufall oder aufgrund äußerer Einflüsse (Meteoriteneinschlag) einmal nicht zünden, so hätte der Computer den Fehler zu erkennen und geeignete Maßnahmen einzuleiten, damit das Gefährt auf Kurs bleibt.

Daß diese Fähigkeit zur Selbstkorrektur die allergrößte Umsicht der Konstrukteure voraussetzt, machten die Bordcomputer von Voyager 2 schon beim Start am 20. August 1977 deutlich. Zum Entsetzen der JPL-Techniker reagierte das bordeigene Lenk- und Kontrollsystem beim Abheben der Titan-Centaur-Rakete, als sei es von Sinnen.

Der gewaltige Raketenschub brachte, erwartungsgemäß, sämtliche Kreiselkompasse des Raumfahrzeugs total durcheinander. Doch der Computer reagierte unverzüglich, und zwar so, wie er auch in der Schwerelosigkeit des Raums funktionieren sollte.

Er prüfte alle Kompasse und fand sie in desolater Verfassung. Da es unwahrscheinlich ist, daß alle Geräte gleichzeitig ausfallen, suchte der Rechner nach einem möglichen Fehler in den Schaltkreisen, die für die Kompaßmeldung an den Computer verantwortlich sind; die Elektronik war in Ordnung. Schlußfolgerung des Computers: Er mußte selber kaputt sein.

Da die Voyager-Sonden mit zwei identischen Computern bestückt sind, alarmierte Computer A, der sich selber für defekt erklärt hatte, den Geschwister-Computer B. Der gelangte zum gleichen Ergebnis und funkte zur Bodenstation, an Bord sei alles in völliger Unordnung.

Es dauerte Tage, bis die Wissenschaftler die Ursache der Konfusion gefunden hatten und die Computer beruhigen konnten: Die Programmierer hatten vergessen, den Rechnern einzugeben, daß es einen turbulenten Start und dabei eine vorübergehende Verwirrung der Kreiselkompasse geben würde.

Doch abgesehen von dieser „Software"-Panne erledigten die Voyager-Sonden ihre Missionen mit extremer Zuverlässigkeit: Anfang März 1979 erreichte Voyager 1 den Jupiter, vier Monate später inspizierte Voyager 2 diesen größten Planeten des Sonnensystems. Über 37 000 Bilder übermittelten die beiden Sonden zur Erde. Ihre jeweils zehn wissenschaftlichen Datensammler überschütteten die JPL-Forscher mit einer Informationsflut, die bis heute nicht restlos gesichtet und analysiert werden konnte.

Als JPL-Photo-Chef Larry Soderblom am 6. März 1979 die Farb-Porträt-Aufnahmen des Jupiter auf die TV-Schirme projizieren ließ, breitete sich bei den in Pasadena versammelten Journalisten Heiterkeit aus: „Sind Sie sicher, daß nicht van Gogh das gemalt hat?" fragten die einen. Andere verglichen die bunten Bilder „mit Nahaufnahmen von einer Salatschüssel"; wieder andere argwöhnten, Soderblom habe „Dias aus der Anatomie" unter die Planetenphotos gemogelt.

Doch es war Jupiters Großer Roter Fleck, der — seit 300 Jahren umrätselt — nun endlich sein Geheimnis preisgab. Das flammenfarbige Oval, 32 000 Kilometer im Durchmesser, signalisiert einen gewaltigen Sturm auf der Jupiter-Oberfläche und nicht, wie die Astronomen und Physiker jahrhundertelang vermutet hatten, eine in der Atmosphäre schwimmende feste Insel oder die gewaltige Rauchsäule über einem Vulkankrater.

Aufbrechende Berge und Krater fanden sich auch, zwar nicht auf dem sturmumtosten Riesenplaneten, wohl aber auf seinen 15 Trabanten. Neun aktive Vulkane photographierten die

* Zeichnung des Astronomen und Schriftstellers Bruno H. Bürgel (1875 bis 1948).

Ab heute rauche ich weniger.

Für alle, die das Rauchen ganz aufgeben oder erheblich einschränken wollen, gibt es jetzt eine gute Nachricht: Die Nikotin-Entwöhnungskur Stop Smoking ist ab sofort in allen Apotheken erhältlich.

So wirkt Stop Smoking: Kauen Sie drei bis vier Stop Smoking pro Tag. Sie werden danach merken, daß Ihnen Ihre Zigarette einfach nicht mehr schmeckt. Und jede Zigarette weniger ist ein Erfolg für Sie und Ihre Gesundheit.

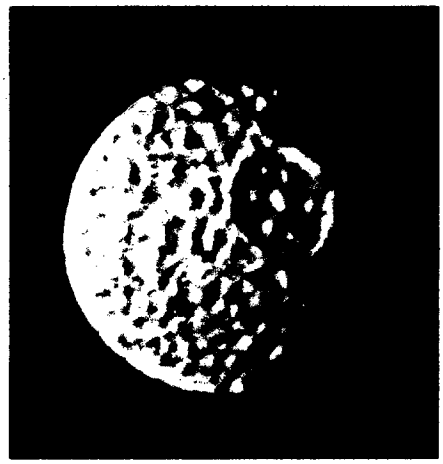
STOP SMOKING

Nikotin-Entwöhnungskur, Pharma Stroschein
2000 Hamburg

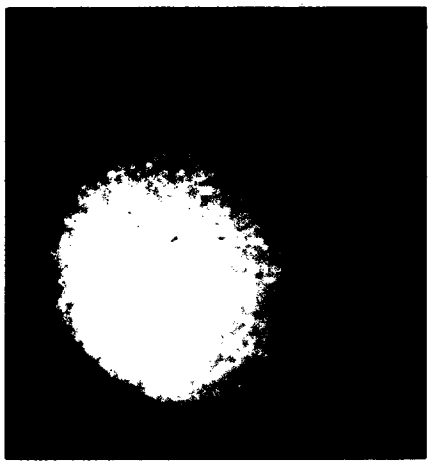
DELPHIN
das Federgewicht
unter den Schalenkoffern

Eine sensationelle Neukonstruktion,
MADE IN GERMANY,
Euro-Pat., Patente u. DGM angem.,
in guten Fachgeschäften und
Lederwaren-Abt. großer Kaufhäuser

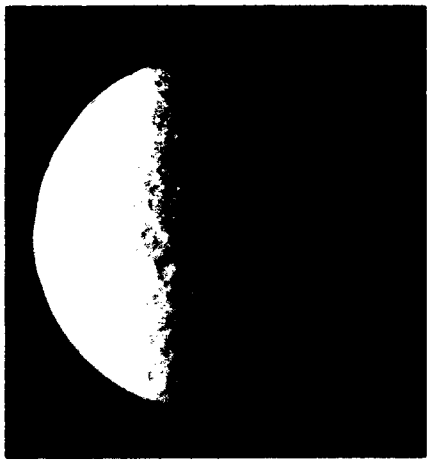
BERMAS
Günter Schneider
Postfach 1160 · 8488 Erbendorf



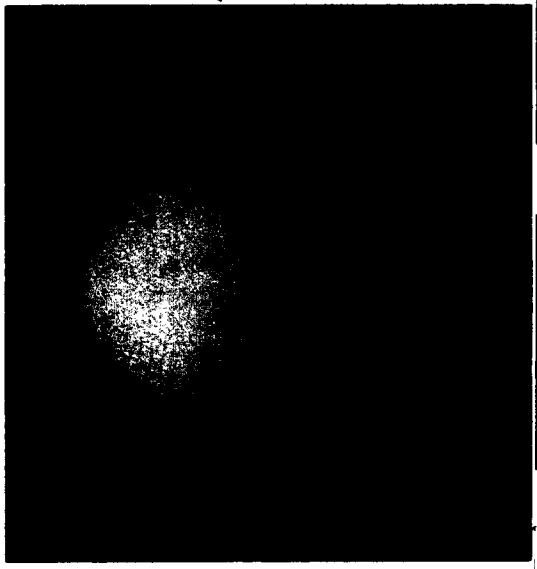
Mimas, Rhea (u.)



Enceladus, Dione (u.)



Tethys, Titan (u.)



Saturn-Monde: Eismassen und Riesenkrater erinnerten die Bildauswerter an den „Krieg der Sterne"

Voyager-Kameras auf dem Jupiter-Mond Io, dessen Oberfläche dem JPL-Bildauswerter Bradford Smith „bizarr, grotesk und krank" vorkam. Er habe „schon manche Pizza gesehen, die besser aussah als diese".

Dicht an dicht mit Kratern bedeckt war der Jupiter-Mond Callisto, und auf Europa, dem hellsten Mond des Planeten, schien die eisbedeckte Oberfläche so fein gerissen zu sein wie eine „geplatzte Eierschale" (JPL-Photoauswerter Gene Shoemaker).

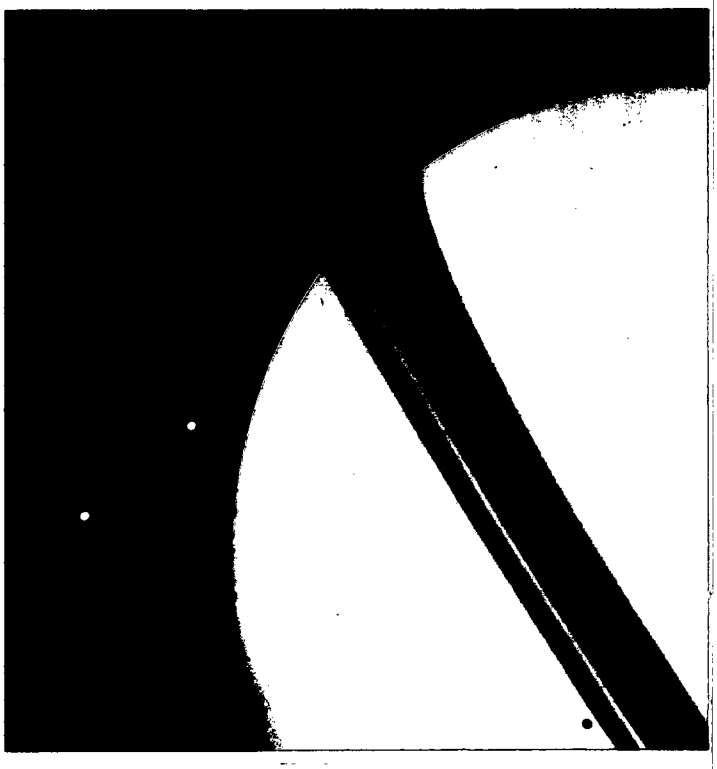
Als die Voyager-Sonden die Jupiter-Begegnung beendet hatten und auf Saturn-Kurs gegangen waren, schwenkten sie ihre Kameras nochmals zurück. Bei diesem Blick über die Schulter entdeckten sie, daß auch der Jupiter mit einem Ringsystem aus zwei unterschiedlich hellen Segmenten umgeben ist.

Mehr noch: Auf der dunklen, im Sonnenschatten liegenden Jupiterseite waren einige weiße Punkte zu erkennen, die von den Layoutern der US-Illustrierten „Life" für Photofehler gehalten und bei der Bildbearbeitung wegretuschiert wurden — in Wahrheit waren es gewaltige Blitzentladungen in den oberen Schichten der Jupiter-Atmosphäre.

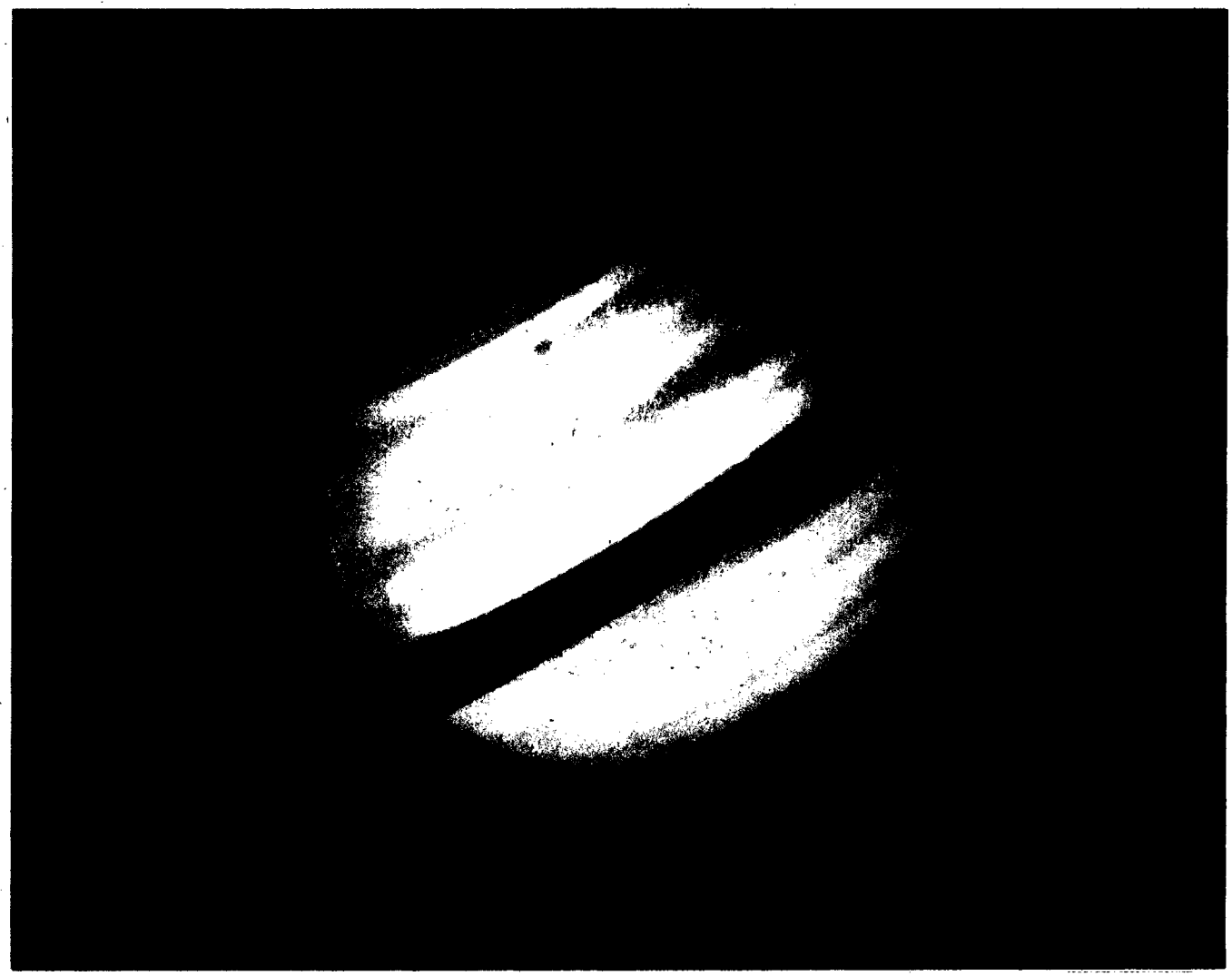
Beflügelt von der überraschenden Bilder- und Erkenntnisflut, die das Jupiter-Rendezvous ausgelöst hatte, sahen die JPL-Forscher erwartungsvoll der nächsten Planeten-Schau entgegen. Mit einer Kursabweichung von nur 19 Kilometern erreichte Voyager 1 im November letzten Jahres den Ringplaneten Saturn.

Wieder sorgten die elektronischen Fühler und Augen für Sensa-

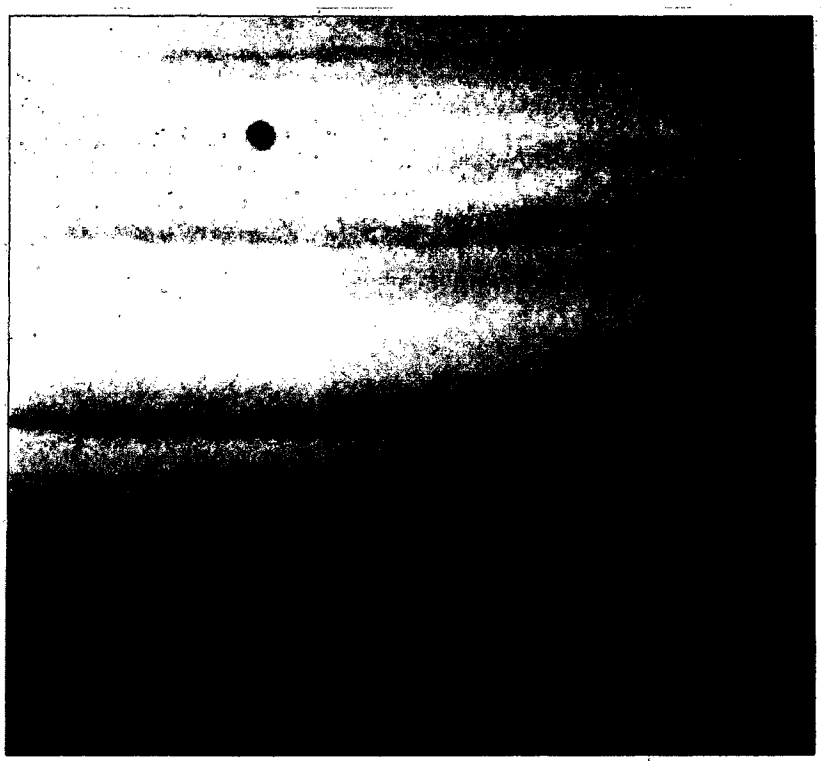
* Linkes Bild: mit Saturn-Monden Tethys und Dione (helle Punkte); mittleres Bild: Der dunkle Punkt ist der Schatten des Mondes Dione; rechtes Bild: Helle Partien sind Wolkenfelder, mit einem Durchmesser von mehreren 1000 Kilometern.

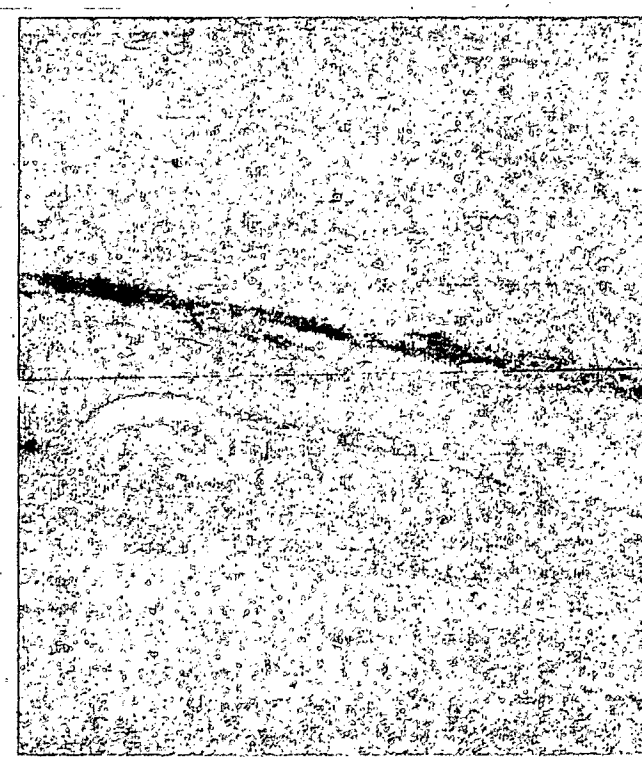


Ringplanet Saturn aus 13 Millionen, aus acht Millionen, aus drei



Ringplanet Saturn (farbverschobenes Voyager-Photo vom 18. Oktober 1980): Gemäßigte Zonen auf der Nordhalbkugel





Millionen Kilometer Distanz*: Orkan-Gürtel und ziehende Wolken

Wenn Sie etwas zu sagen haben, dann sollten Sie auch mitreden können...

Über Restaurants, Hotels, Essen, Trinken, Reisen, Kunst, Kultur, Menschen, Städte und Landschaften

Neu am Kiosk

So können Sie dieses Top-Journal bestellen:

Bestellung: Gewünschtes ankreuzen.

Einsenden an: UGJ Leser-Service, Postfach 30 06 41, 2000 Hamburg 36.

☐ Abonniere UGJ bis auf Widerruf ab 9/81 zum Jahresvorzugspreis von DM 60,– frei Haus (Einzelpreis DM 6,50).

☐ Abonniere UGJ für 3 Monate ab 9/81 für DM 15,– (statt DM 19,50). Wenn ich nach dem 2. Heft mitteile, daß ich keine weiteren Hefte möchte, ist für mich alles erledigt. Hören Sie nichts von mir, möchte ich UGJ zum Jahresvorzugspreis von DM 60,– abonnieren.

Name: _____

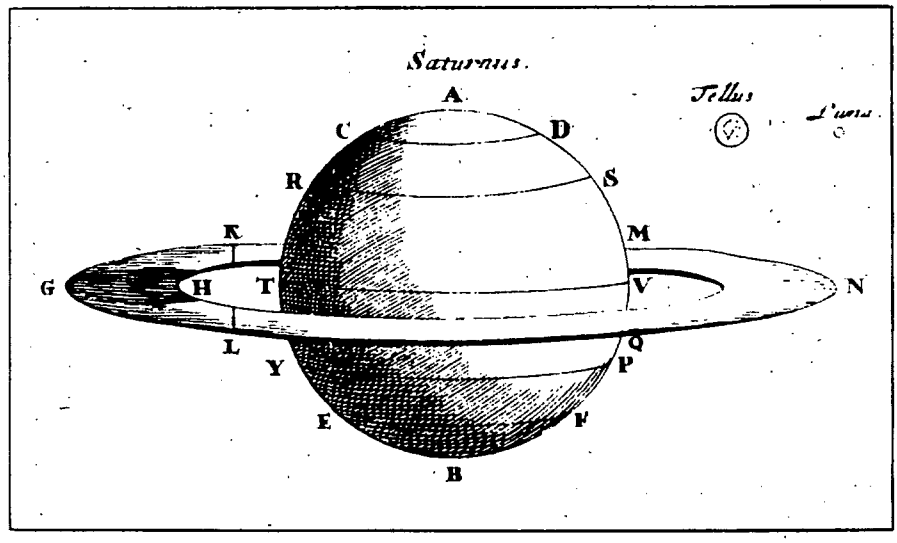
Vorname: _____

Straße: _____

PLZ/Ort: _____

Diese Vereinbarung kann schriftlich innerhalb einer Woche nach Absenden widerrufen werden.

Datum: _____ Unterschrift: _____



Saturn-Zeichnung von Huygens (1698): Entdeckung in Geheimschrift

tionen. Der „goldene Planet", wie „Time" den gigantischen Ball aus Wasserstoff- und Heliumgas nannte, war für eine Vielzahl von Überraschungen gut: Saturn

- ▷ wird von 17 Monden umschwärmt — drei Trabanten mehr, als bisher bekannt waren;
- ▷ ist von einem Ringsystem umgeben, das nicht aus sechs, sondern wahrscheinlich aus etwa 1000 unterscheidbaren Einzelringen besteht;
- ▷ ist eingehüllt in eine dichte Atmosphäre aus Wasserstoff und Helium, die den Planeten mit 1800 km/h umkreist.

Saturns größter Satellit, Titan, ist — wenn nicht alles täuscht — der erdähnlichste Himmelskörper im Sonnensystem. Die Analyse der Meßergebnisse zeigte komplexe organische Verbindungen an, wie beispielsweise Zyanwasserstoff (Blausäure). Und der den Titan einhüllende photochemische Smog erinnerte die Forscher an Umweltbedingungen, wie sie vor drei Milliarden Jahren auch auf der Erde geherrscht haben könnten. Nur die extremen Minustemperaturen von 183 Grad Celsius sprechen gegen die Vermutung, daß auf dem Gestirn Leben keimen könnte.

In 80 000 Kilometer Entfernung von der Saturnoberfläche entdeckten die Voyager-Kameras einen Außenring, der den Wissenschaftlern „Alpträume bereitete" (JPL-Forscher Smith). Der schmale „F-Ring" am äußeren Rande des schallplattenähnlichen Ringsystems besteht aus Einzelsegmenten, die sich — allen Gesetzen der Himmelsmechanik zuwider — verflochten haben wie ein Zopf.

Nicht nur der unordentlich zusammengezwirbelte „F-Ring" widerspricht dem Grundsatz der Astrophysiker, daß im Kosmos alles schön im Kreis, allenfalls elliptisch abzulaufen hat. Wenigstens noch zwei weitere Saturn-Zirkel umkreisen den Planeten auf krummen Bahnen, wie etwa ein geplatzter Pneu die Autoachse.

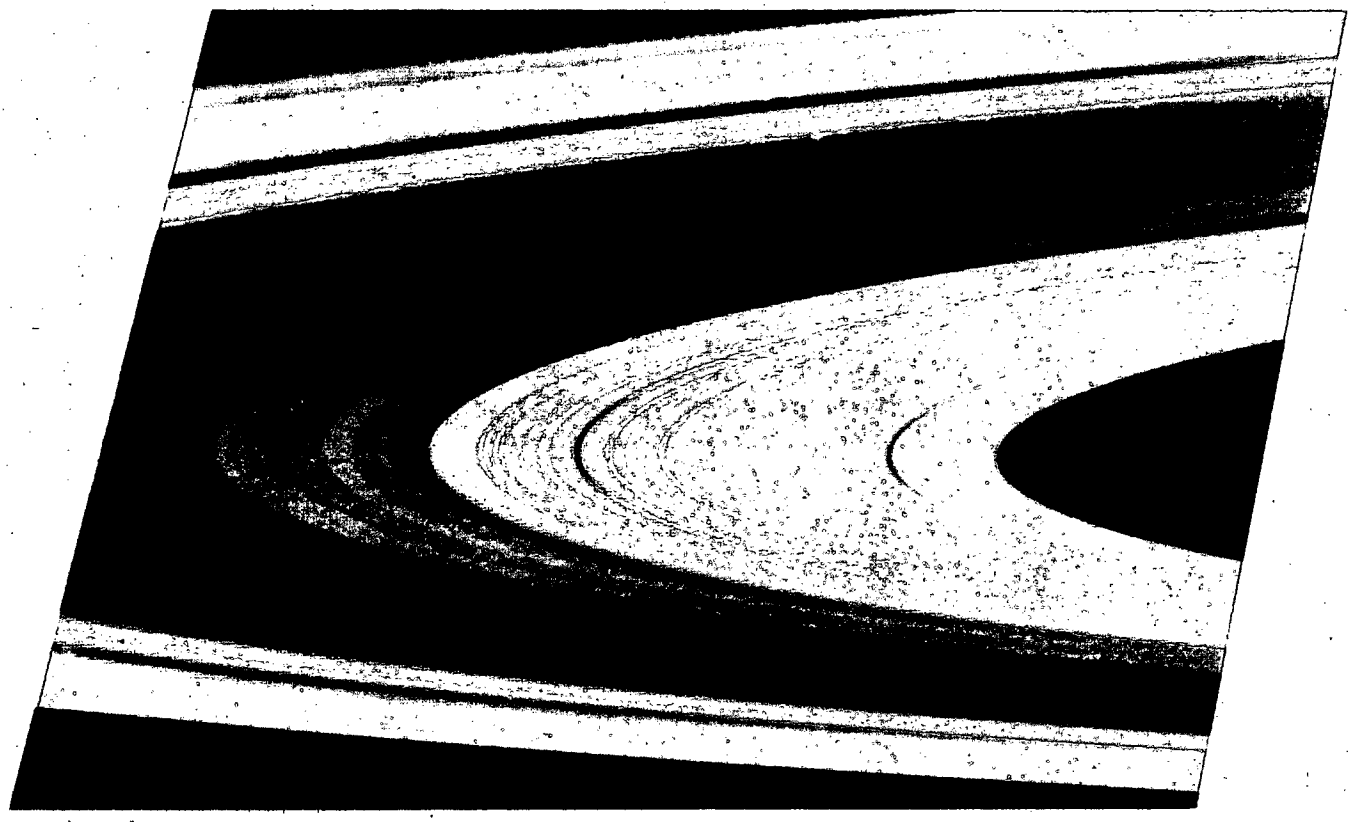
Das F-Ring-Geheimnis und auch die bisher ungeklärte Erscheinung der „Speichen", die fingergleich plötzlich im Ring-System auftauchen und sich im Sonnenlicht ebenso geheimnisvoll allmählich auflösen, soll nun die Voyager-2-Sonde zu klären suchen.

Aufgrund der Voyager-1-Informationen, die nicht nur alte Fragen beantwortet, sondern auch neue aufgeworfen haben, änderten die Navigatoren am JPL den Kurs des zweiten Kundschafters. Voyager 2 wird näher als ursprünglich vorgesehen am Saturn vorbeifliegen.

Davon erhoffen sich die Wissenschaftler auch Aufschluß über die Anzahl der

Planetenforscher Galilei (M., um 1610)*
Gleicht Saturn einer Zitrone?

* Bei einer Demonstration des Fernrohrs.



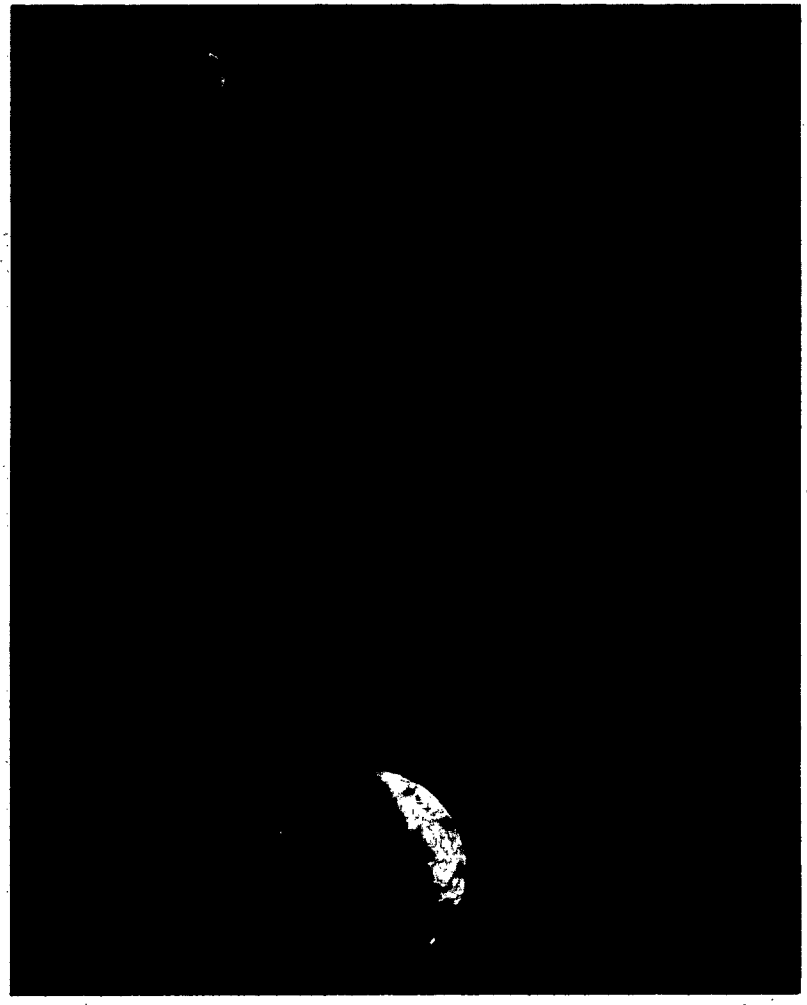
Ringsystem des Saturn (aus 717 000 Kilometer Distanz): 1000 Einzelringe wie auf einer Schallplatte

Einzelringe, die den Saturn umkreisen. Der neue Sondenkurs ist so gewählt, daß die auf Licht reagierende Zelle des Photo-Polarimeters auf den Stern Delta Scorpii ausgerichtet ist: Beim Vorbeiflug an der Ringscheibe werden die einzelnen Ringe den Lichtstrahl des Sterns immer wieder unterbrechen — er wird gewissermaßen ständig aus- und angeknipst, wodurch es möglich wird, die Ringe exakt zu zählen und ihre Ausdehnung zu messen.

Am 28. September soll, laut Flugplan, die „Begegnung der außergewöhnlichen Art" („Time") von Voyager 2 und Saturn beendet sein. Dann sei „der Mythos entschleiert, die Neugier befriedigt", sagt JPL-Forscher Bradford Smith. Die vollständige Auswertung der Daten wird allerdings noch mindestens fünf Jahre dauern.

Voraussichtlich 1986 wird Voyager 2 sein nächstes Ziel erreichen und Bilder vom Planeten Uranus übermitteln; drei Jahre später soll er den Neptun passieren und danach das Sonnensystem verlassen, dessen äußere Grenze unterdessen Voyager 1 bestimmt haben könnte: Sie verläuft dort, wo der sogenannte Sonnenwind, ein Partikel-Strom, der von der Sonne ins All hinausweht, nicht mehr zu verspüren ist.

Die Reise von Voyager 2 geht dann weiter in Richtung auf den „weißen Zwerg" AC+ 79 38 88. Voraussichtlicher Ankunftstermin: in 40 000 Jahren — es sei denn, dem irdischen Botschafter stößt auf seiner Reise ins Unendliche ein unvorhersehbares Malheur zu. ◆



Voyager-Photo von Erde und Mond: Kamera über dem Mount Everest