

Die Marsreisen von Viking 1 und 2

Autor(en): **Rohr, Hans**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **34 (1976)**

Heft 156

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899526>

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.

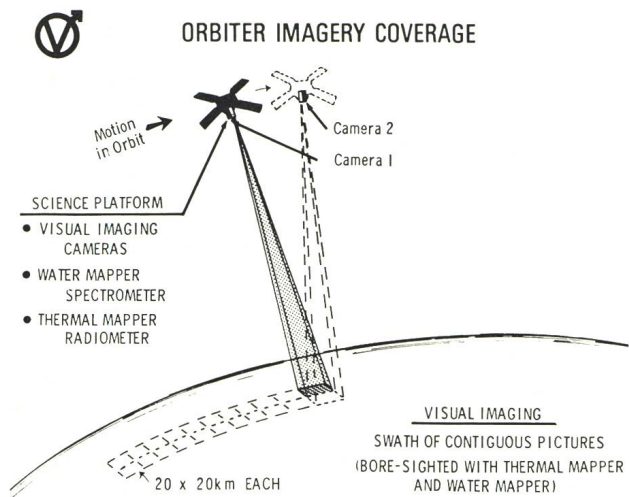


Fig. 2: Diese NASA-Skizze veranschaulicht die Aufnahmetechnik der beiden Orbiter-Kameras.

15000 km bilden diese Kameras ein Gebiet von 20x20 km ab. Die kleinsten noch aufgelösten Gegenstände besitzen eine Abmessung von 25 m. Der abgebildete Bodenabschnitt wird gleichzeitig vom Wasserdampf-analysator und vom Infrarotradiometer untersucht. Die Bilder werden abwechslungsweise alle 2,24 Sekunden mit beiden Kameras aufgenommen. Dabei tastet eine Kamera das Bild ab, während die andere das vorhergehende Bild löscht (Figur 1).

Die beiden Viking-Lander sind mit je zwei Faksimile-Kameras ausgerüstet. Diese erlauben, Schwarz-Weiss- und Farbaufnahmen der Marsoberfläche um die Landestelle aufzunehmen. Durch Schwenken des Umlenkspiegels können ebenfalls Aufnahmen der helleren Sterne, der Planeten und der Marsmonde bis zu einer Höhe von 40° über dem Horizont gewonnen werden. Diese Aufnahmen erlauben eine Ortsbestimmung der Landstellen auf wenige km genau. Die Kameras bestehen aus einem katadioptrischen Cassegrain-System von 475 mm Brennweite, Filtern, Sensor und Elektronik. Ein Schwenkmechanismus erlaubt 360° Panoramaaufnahmen (Figur 2). Das Auflösungsvermögen der Kameras beträgt in unmittel-

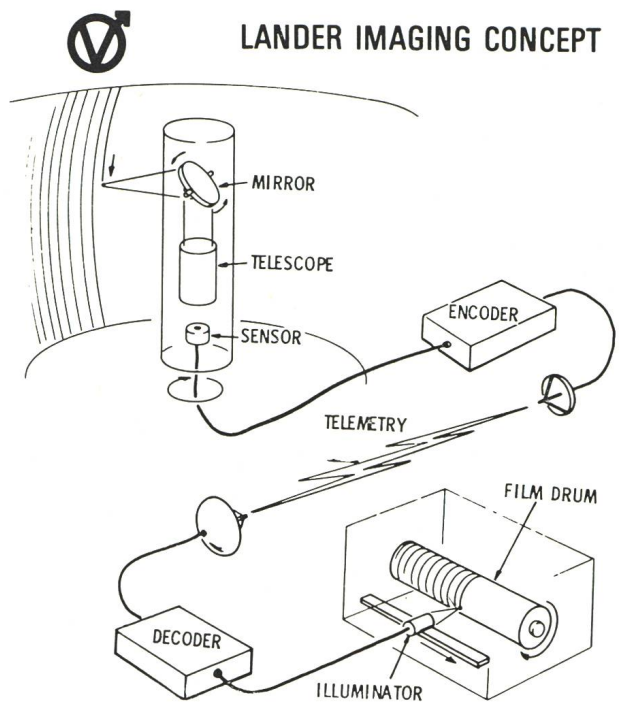


Fig. 3: Nach diesem Prinzip arbeiten die beiden Kameras der Viking-Landeeinheit (Fig. NASA).

barer Nähe der Landstellen ca. 2,5 mm. Die Kameras sind mit einem vorgesetzten Umlenkspiegel versehen, der durch Drehen der horizontalen Achse eine Bildzeile abtastet. Die Optik wirft das Licht auf einen Sensor, der ein der Lichtintensität proportionales elektrisches Signal liefert. Nach der Aufnahme der ersten Zeile wird die Kamera um die vertikale Achse um 3° gedreht, damit eine neue Zeile abgetastet werden kann. Es können beliebig viele Zeilen aneinandergereiht werden. Die digitalkodierte Lichtintensitäten der einzelnen Bildpunkte werden via Orbiter zur Erde übermittelt. Hier wird eine proportional zu den eintreffenden elektrischen Signalen intensitätsgesteuerte Lichtquelle auf einen drehbaren Film abgebildet, wobei ein fotografisches Negativ entsteht (Figur 2).
P. GERBER

Die Marsreisen von Viking 1 und 2

von Dr. h.c. HANS ROHR

Wenn heute die Presse und das Fernsehen fast täglich über die Tätigkeit der glücklich gelandeten amerikanischen Mars-Sonde Viking I berichten, erhebt sich vor dem Leser immer wieder die Frage: wie führt man ein solch kompliziertes Gerät während fast eines Jahres durch den Weltraum, und wie fanden die Viking-Sonden überhaupt den Weg zum fernen Mars? Wir möchten hier den schwierigen Versuch wagen, dem Leser in einfachen Worten einen kleinen Begriff zu geben, was hinter der 10-monatigen Reise

der beiden Sonden zum Mars an Berechnungen und höchstem technischen Können verborgen ist.

Die Aufgabe, einen fernen Planeten – das Lichtpünktchen am Himmel – überhaupt zu treffen, ist gleichbedeutend mit dem sicheren treffen einer Fliege in einem grossen Zimmer. Nein – noch schwieriger – denn nicht nur der Mars bewegt sich auf seiner gekrümmten Bahn, sondern auch wir Schützen auf der Erde fahren auf einer anderen Bahn um die Sonne. Sowohl Mars wie Erde befinden sich 10 Monate



Fig. 4: Valles Marineris, der «Grand Canyon» des Mars ist in seiner ganzen Länge (5000 km) zu erblicken. Viking 1 hat dieses Bild am 18. Juni, einen Tag vor dem Erreichen der Mars-Umlaufbahn, aufgenommen. Am westlichen Ende beträgt die Tiefe dieses Grabens bis zu 5 km. (NASA, Viking 1-7)

nach dem Abschuss an völlig anderen Orten!

Es sei aber ausdrücklich gesagt: unsere Erklärungsversuche, was hinter den Viking-Weltraumfahrten

steckt, sind nur kleine Bruchstücke, Einzelheiten. Es geht uns hier allein darum, in ein paar Angaben, vereinfacht, zu zeigen, was in den letzten Jahren der

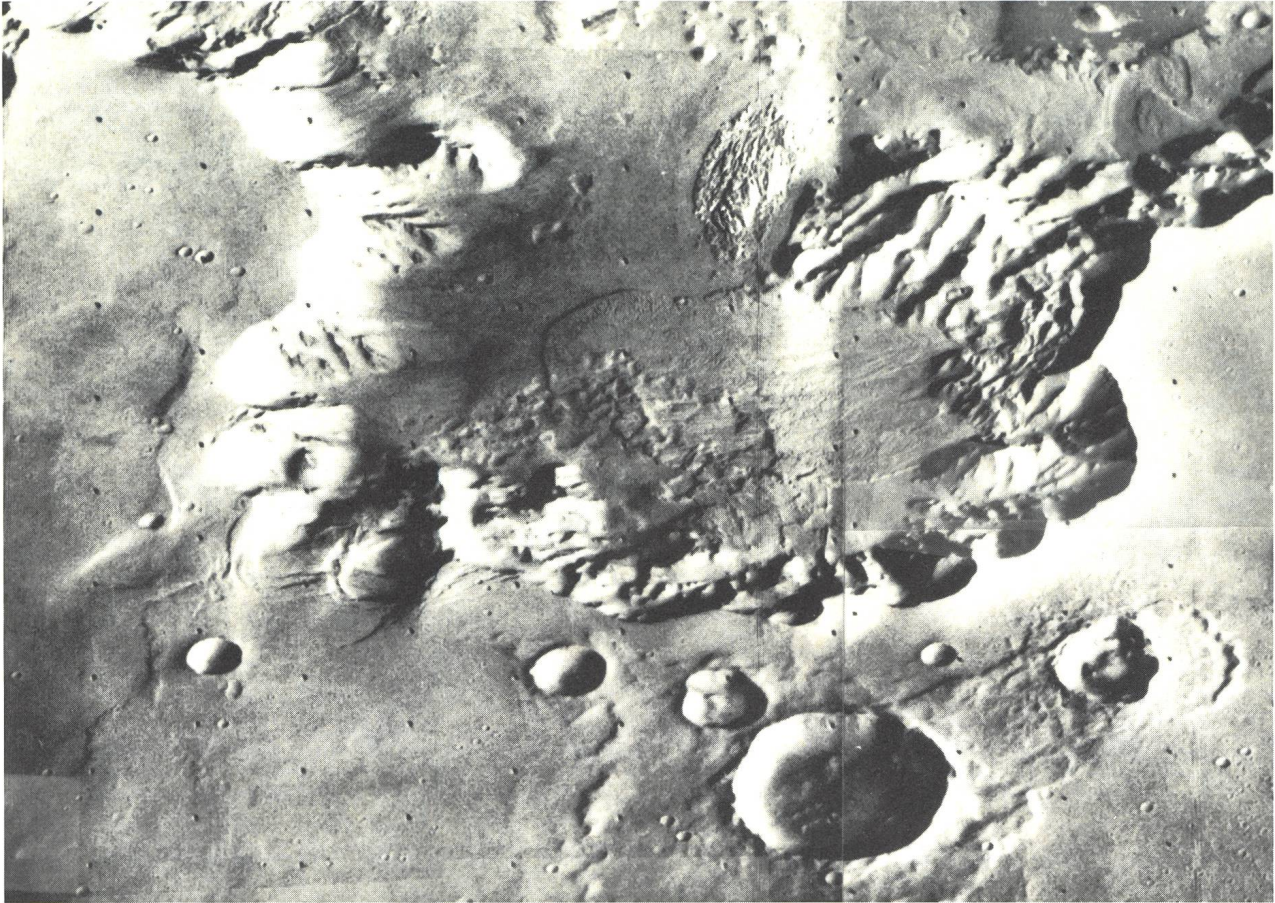


Fig. 5: Ein Sanddünenfeld von etwa 50 km Länge. Im Vordergrund mehrere Einschlagkrater. Im Dünenental erkennt man die Überreste einer gewaltigen Sandlawine. (NASA, Viking 1-29)

Raumfahrt an kaum Vorstellbarem erreicht wurde.

Das Staunen beginnt mit der Meldung der leitenden Wissenschaftler vom Viking-Projekt, dass das Ziel von Viking I mit einer Genauigkeit von weniger als 50 Kilometer erreicht wurde – und das in einer Entfernung von 313 Millionen Kilometer! Das Manöver der Umkreisung und Landen beider Viking-Sonden (Viking II hat sein Landegerät am 4. September abgeworfen) begann etwa 1 Tag vor dem Erreichen der stationären Mars-Umlaufbahn. Der eingebaute, vorprogrammierte Computer zündete den Düsenmotor während 43 Minuten, und zwar nach rückwärts, zur Abbremsung der sehr hohen Geschwindigkeit der Sonde, die ohne dieses Manöver am Mars vorbeigeflogen wäre. Mit dieser Bremsung wurden beide Viking-Sonden vom Mars eingefangen und umkreisten ihn in einer langgestreckten Bahn von etwa 1000 km – in Mars-Nähe – und 33000 km. Damit wurde das Ziel einer täglichen Umkreisung des Planeten erreicht.

Automatisch erhebt sich da die Frage: wie misst man derart enorme Distanzen und wie kann eine Sonde – eine Fliege im Flug! – in dieser Genauigkeit überhaupt geführt werden?

Das Prinzip der gezielten Leitung im Sonnensystem ist sehr einfach und dem Leser bestimmt schon

begegnet: steht man hart an einer Eisenbahnstrecke und eine rasch fahrende, pfeifende Lokomotive geht vorüber, so hört man deutlich wie der hohe Pfeifton im Augenblick des Vorbeifahrens schlagartig sinkt. Was ist das? Nähert sich die pfeifende Maschine, erreichen unser Ohr mehr Luftschwingungen pro Sekunde; umgekehrt weniger, wenn die Maschine sich entfernt: der Ton sinkt. Solche Schwingungen aber gibt es nicht nur in der Luft, sondern auch im Bereich des Lichts, ja des gesamten Spektrums bis zu den Röntgenstrahlen und darüber hinaus.

Ein Beispiel aus der Astronomie: eine gute Band-Photographie des zerlegten Lichts eines Sternes gestattet dem Astrophysiker eine durchaus zuverlässige Aussage, ob sich dieser Stern uns nähert oder sich von uns entfernt, und das heute mit der Genauigkeit von 500 Metern in der Sekunde – ganz gleich ob dieser Stern, eine andere Sonne, viele Millionen Mal weiter von uns entfernt ist, als unser eigenes Gestirn!

Genau nach dem gleichen Prinzip wurden die beiden Viking-Sonden in einer Fahrt von rund 700 Millionen km zum Mars geführt, trotzdem sie während der ganzen Reise vollkommen unsichtbar waren. An Stelle der Beobachtung des Lichts tritt hier das moderne Radar, das Radio-Signale mit Lichtgeschwindigkeit in den Weltraum hinausschickt und zurück-



Fig. 6: Valles Marineris, aufgenommen am 3. Juli aus einer Entfernung von ca. 2000 km. Hier erreicht dieser mächtige, parallel zum Mars-Äquator verlaufende Graben eine Tiefe von 2 km. Die abgebildete Grabenlänge beträgt 70 km. Die Wände dieses Grabens scheinen in bestimmten Intervallen zusammenzubrechen. Dadurch wird die Breite des Grabens ständig vergrößert. In der Grabenmitte sind striemenförmige Dünen zu erkennen, was auf Wind-Aktivitäten deutet. (NASA, Viking 1-32)

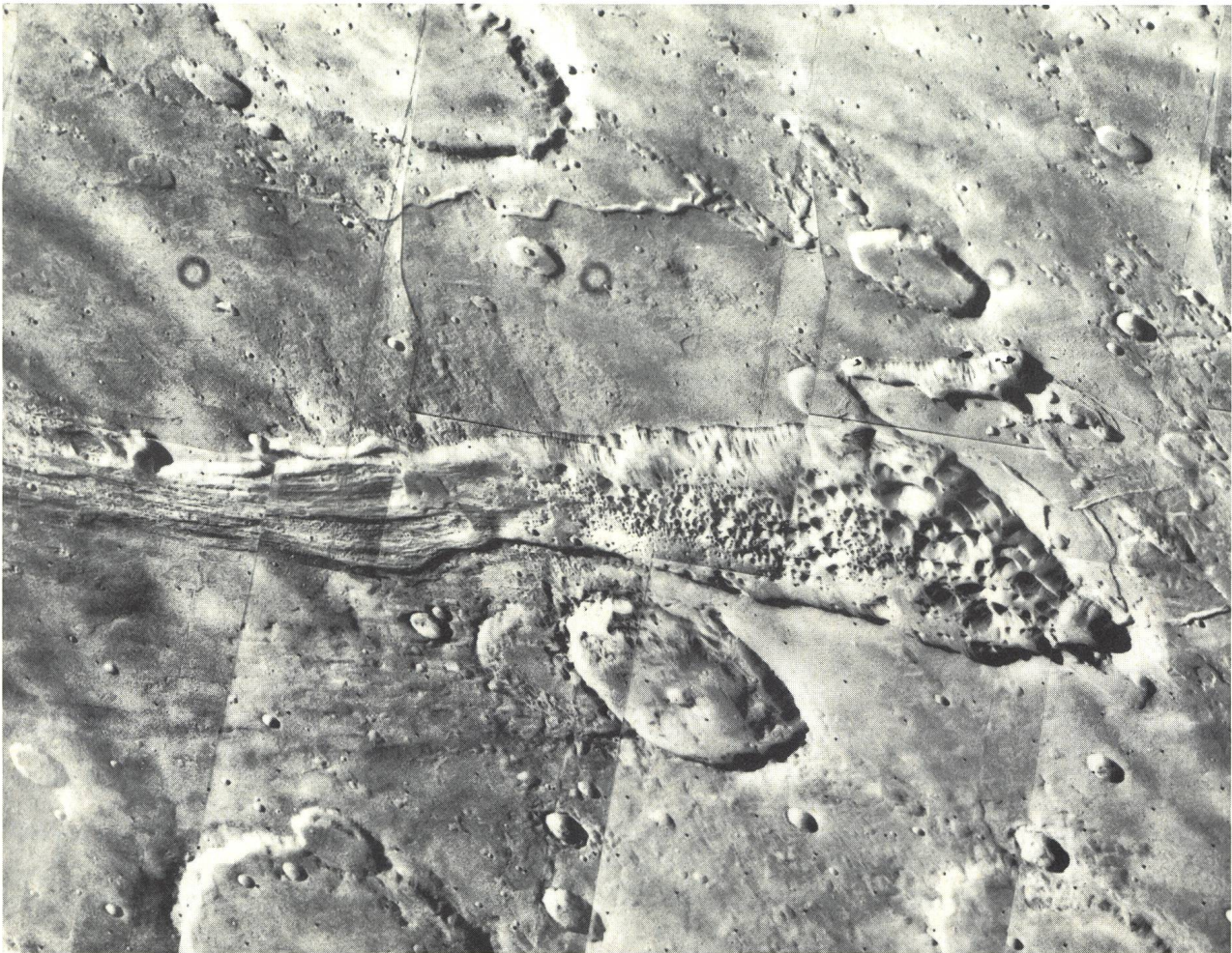


Fig. 7: Dieses Fotomosaik wurde aus acht Einzelfotos zusammengesetzt, die Viking 1 am 3. Juli aus einer Entfernung von 2300 km aufgenommen hat. Diese zusammengesetzte Aufnahme umfasst ein Gebiet von ungefähr 300 auf 300 km. Die schlangenförmige Rille am oberen Bildrand deutet auf eine mögliche frühere Überflutung des Hochplateaus nahe der Landestelle Capri (C-1) von Viking 2. In der Bildmitte ist ein Tal zu erkennen, das wahrscheinlich durch ein Absinken der Marskruste entstanden ist. Als mögliche Erklärung für die regional begrenzte Absenkung wird das Schmelzen von unterirdischen Eislagern angeführt. (NASA, Viking 1-33)

gestrahlte Energie auffängt. Diese neue Radar-Technik erlaubte überhaupt erst die heutige Weltraumfahrt.

Generationen von Astronomen vermessen in den letzten Jahrhunderten das Sonnensystem – seit 80 Jahren photographisch – am Fernrohr. Wie Geometer wurden mit immer grösserer Genauigkeit die Entfernungen der Sonne und der Planeten, deren Durchmesser, ja deren Gewicht bestimmt. Heute hat das moderne Radar diese mit unendlicher Mühe geschaffenen Erkenntnisse gegen 1000 Mal verbessert. So gelang es vor ein paar Jahren – als Beispiel – die Entfernung des Mondes (durchschnittlich 380 000 km) auf 20 cm genau zu messen. Soweit die Astronomie.

Die Entfernung der unsichtbaren Viking-Sonden nahe beim Mars in einer Distanz von 300 Millionen km liess sich auf ca. 5 Meter genau bestimmen. Wie das? Alles nach dem gleichen Prinzip: es wird ein Radarstrahl zur Viking-Sonde geschickt. Dieser sendet, ähnlich einem Spiegel, einen Strahl zurück, beide

reisen mit Lichtgeschwindigkeit. Entfernt sich die angestrahlte Sonde von der Erde, erreichen sie weniger Radiowellen pro Sekunde – genau gleich wie die Luftwellen der pfeifenden Lokomotive, die sich entfernt. Die spiegelartige Strahl-Rücksendung des kleinen Senders auf der Sonde «verliert ebenfalls von ihrer Frequenz». Dieses «Hin und Zurück» kann die Geschwindigkeit zeitlich mit der Genauigkeit von etwa 20 Milliardstel Sekunden sicher messen. Dieses computer-gesteuerte Senden und Empfangen wird mehrere Stunden aufrecht erhalten. Schliesslich ergibt sich daraus die genaue Zeit des «Rufes und Rückrufes» (etwa 20 Minuten) und zugleich die Entfernung auf wenige Kilometer genau.

Für die Bestimmung des genauen Ortes dient weitgehend das gleiche Prinzip, in den letzten Jahren unerhört entwickelt und verfeinert. Was aber dabei an instrumentellem Einsatz verlangt wird, grenzt ans Unglaubliche. Es setzt vor allem eine Genauigkeit der Zeitmessung voraus, von der man noch vor we-



Fig. 8: Dieses Bild hat Viking 1 am 9. Juli bei der Suche nach einem möglichen Landeplatz im westlichen Teil von Chryse Planitia aus 1600 km Entfernung aufgenommen. Am oberen Bildrand sind stromlinienförmige Erhebungen zu erkennen. Diese Inseln haben ihre Form wahrscheinlich durch ausströmendes Wasser aus Kasei Vallis erhalten. (NASA, Viking 1-39)

nigen Jahrzehnten nicht zu träumen wagte. Beispiele: ein gutes Chronometer des 18. Jahrhunderts erreichte eine Ganggenauigkeit von 1 Sekunde in 2 Wochen. 1945, mit der Erfindung der Quarz-Uhren, stieg die Genauigkeit auf 1 Sekunde in mehreren Jahren. Heute, mit den modernen Wasserstoff-Masern (Zeitmessung auf der Basis von Atomschwingungen) erreicht die Genauigkeit 1 Sekunde auf etwa 10 Millionen Jahre. Dies entspricht in unserem Falle einer Messung der Geschwindigkeit der Viking-Sonden auf wenige Zentimeter pro Sekunde genau.

Die Viking-Sonden wurden von 3 Radar-Grossstationen geführt: in Goldstone, Kalifornien, bei Madrid in Spanien und die dritte in Australien. Die kalifornische Station besitzt einen Radarschirm von

64 Meter Durchmesser mit einer Strahlleistung bis zu 400 Kilowatt. Je grösser ein solcher Radarschirm, desto schmaler kann das ausgesandte Strahlenbündel geformt werden. Dennoch: am Mond, 380000 km entfernt, hat das Strahlenbündel einen Durchmesser von etwa 1000 Kilometer. Beim Mars – heute über 300 Millionen km entfernt –, misst der Durchmesser bereits gegen 700000 Kilometer. Anders gesagt: der weitaus grösste Teil der von der Erde ausgestrahlten Energie geht am Mars vorbei, ist verloren. Man berechnet, dass ungefähr 1 Billionstel Watt der ausgesandten Leistung die kleine Antenne der Viking erreicht. Völlig genügend zum Übertragen von Befehlen an den Computer und Bedienen der verschiedenen wissenschaftlichen Apparaturen! Das Unglaubliche

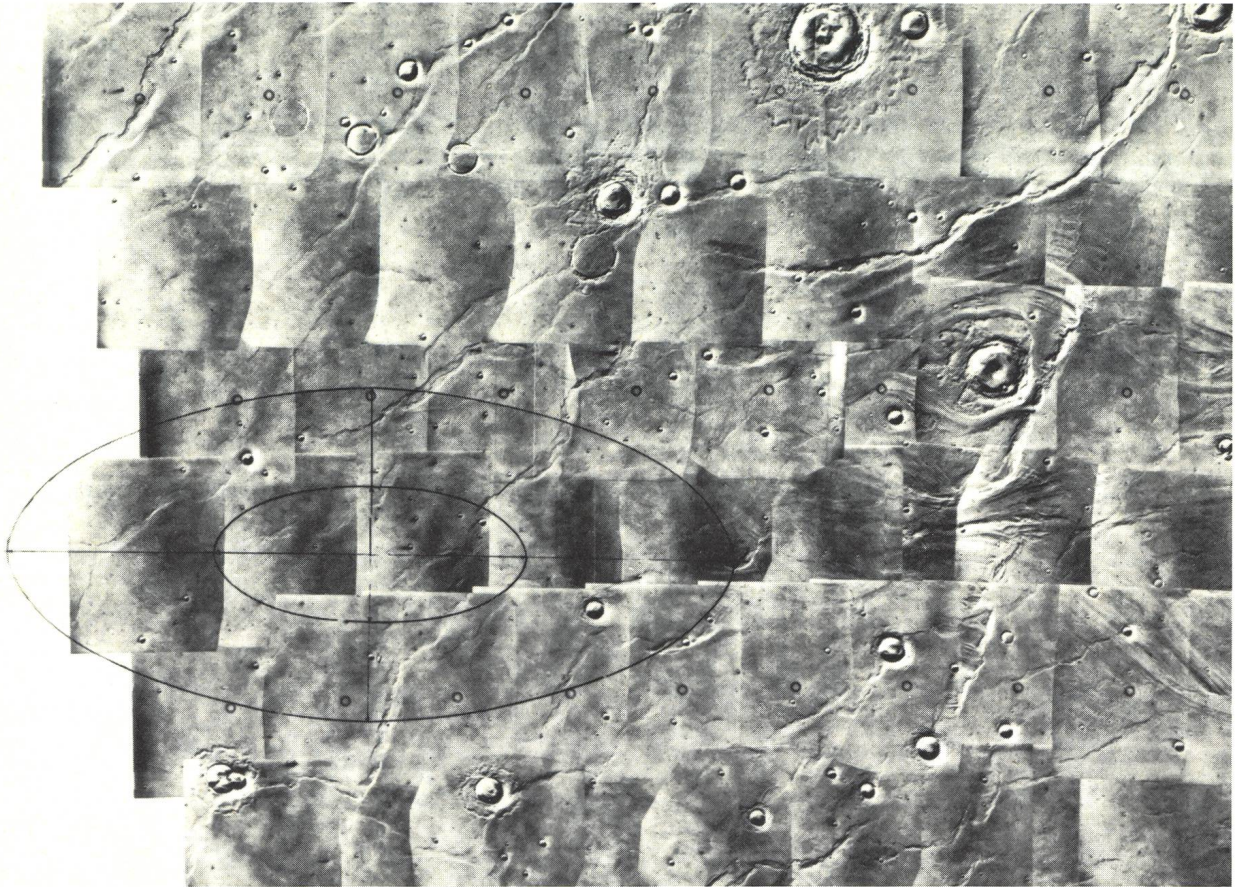


Fig. 9: Der definitive Landeplatz für Viking 1 liegt in einem der tiefstliegenden Gebiete des Mars. Die Einzelfotos für dieses Fotomosaik wurden vom Orbiter am 9. Juli aufgenommen. Das Zentrum der Landeellipse befindet sich im westlichen Bereich von Chryse Planitia (Goldebene) bei $22,4^{\circ}$ N und $47,5^{\circ}$ W. Dieses Landegebiet befindet sich gegen 3 km unter «Mars-Meereshöhe». Dieses von Kanälen, Lavaströmen und Bodenversetzungen durchzogene Tiefland liegt nordöstlich der grossen Mars-Vulkane und des Tharsis-Plateaus am Äquator. Die Landewahrscheinlichkeit in das Gebiet innerhalb der grossen Ellipse (100 auf 200 km) beträgt 99%. Für 50% der Fälle liegt die Landezone innerhalb der kleinen Ellipse. Die Landung erfolgte bekanntlich mit äusserster Präzision, die Landestelle von Viking 1 befindet sich in unmittelbarer Nähe des Schnittpunktes der beiden Achsen. (NASA, Viking 1-41)



Fig. 10: Diese Aufnahme besitzt historischen Wert. Es ist die erste Aufnahme, die von der Marsoberfläche aus aufgenommen wurde. Kamera Nr. 2 von Viking 1 fotografierte sie wenige Minuten nach der Landung am 20. Juli. Die Bildmitte ist ungefähr 1,4 m von der Kamera entfernt. Man erkennt Steine und feingranuliertes Material, Sand und Steinstaub. Die kleineren Steine im Vordergrund weisen flache, vieleckige Seiten auf. Im grossen Stein in der linken oberen Ecke des Bildes sind deutlich Sprünge zu erkennen. Von diesem Stein erstreckt sich vertikal nach unten ein dunkles Band: möglicherweise eine ca. einminütige Verdunkelung der Sonne durch Wolken oder Staub. Der grosse Stein in der Bildmitte besitzt einen Durchmesser von ungefähr 10 cm. Rechts im Bild ist der Fusssteller (Durchmesser 30 cm) des Landebeins Nr. 3 zu sehen. Im Innern des konkaven Tellers hat sich beim Aufsetzen des Landers eine Menge Staub und Sand abgelagert, was auf eine weiche Beschaffenheit des Marsbodens deutet. (NASA, Viking 1-44)



Fig. 11: Am 11. Juli hat der Orbiter von Viking 1 dieses Bild der Argyre Planitia aufgenommen. Der Horizont befindet sich etwa in 19000 km Entfernung. Argyre ist eine relativ flache Ebene umgeben von stark zerklüftetem Kratergebiet. Den Marsbeobachtern ist diese Ebene durch das gelegentliche Auftreten von Wolken bekannt. Am Aufnahmetag war die Marsatmosphäre aussergewöhnlich klar, die Krater können bis zum Horizont gesehen werden. Die Helligkeit des Horizontes ist durch eine dünne Dunstschicht bedingt. Über dem Horizont, in einer Höhe zwischen 25 und 40 km ist ebenfalls eine Dunstschicht zu erkennen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um Kohlendioxid-Kristalle (Trockeneis). NASA, Viking 1-42



Fig. 12: Der dunkle Fleck in der oberen Bildhälfte (Pfeil) stammt vom Aufprall des Schutzdeckels des Schaufelarms. Der Schutzdeckel selbst ist nicht mehr sichtbar. Vergleiche Fig. 10. (NASA, Viking 1-47)

beginnt eigentlich erst jetzt mit den Sendungen der beiden Sonden, deren Messungen, Bildaufnahmen und Meldungen der gelandeten Geräte. Die stets zur Erde ausgerichtete Antenne des Viking I hat einen Durchmesser von nur $1\frac{1}{2}$ Meter. Der Sender selber verfügt nur über eine Leistung von 16 Watt (!), die Leistung einer Christbaumkerze. Der kleine Antennendurchmesser hat zur Folge, dass das Strahlenbündel beim Erreichen der Erde einen Durchmesser von vielen Millionen Kilometern aufweist. Man sollte meinen, dass von dieser Strahlung auf der Erde kaum etwas aufgefangen werden könne, eine glatte Unmöglichkeit. Und trotzdem: die Entwicklung der

Radar-Technik in den letzten paar Jahren gestattet, diese Spur aus dem Weltall zu registrieren. Dieses wahrhaftige «Nichts» beträgt – technisch ausgedrückt – eine Leistung von 2×10^{21} Watt, ausgeschrieben eine 2 mit 21 Nullen oder 2000 000 000 000 000 000 000 Watt. Der Leiter des grossen Rechnungs- und Führungsstabes des Viking-Projektes im Hauptquartier des Jet Propulsion Laboratory in Kalifornien, dem wir einen Teil dieser Angaben verdanken, vergleicht dieses «Nichts» mit der Strahlungsenergie eines Streichholzes auf dem Mars – von der Erde aus gesehen.

Von den drei erwähnten Radarstationen steht im-



Fig. 13: Bei diesem am 21. Juli aufgenommenen Bild beträgt der Abstand des Bildvordergrundes zur Kamera ungefähr 4 m. Der Horizont ist etwa 3 km entfernt. Das Bild zeigt eine grosse Zahl kantiger Felsbrocken in der Grösse von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern. Die Marsoberfläche zwischen den Felsbrocken besteht aus feinkörnigem Material. (NASA, Viking 1-48)

mer eine in Verbindung mit den Sonden. Um aber jederzeit den genauen *Ort* der fliegenden Laboratorien zu bestimmen, muss in raffinierter Weiterentwicklung des erwähnten Prinzips der Standort der 3 grossen Radarschirme auf der Erde auf 1 Meter genau bekannt sein, ebenso genau die grossen Entfernungen zwischen den Stationen. Zudem brauchen wir, mit der gleichen Genauigkeit, die Distanzen der Sonne und der Planeten, deren Massen jeden Sondenflug stört. Ohne diese Präzisionsmessungen, die heute gegen 1000 Mal genauer sind als die bisherigen astronomischen Ergebnisse, steht und fällt jede Welt-

raumfahrt zu den Planeten. Hierzu nur ein Beispiel:

Die Entfernung der Sonne – rund 150 Millionen Kilometer, astronomischer Maßstab für das nahe Weltall – wurde noch 1960 mit einem Fehler von 66000 Kilometer angegeben – immerhin ein Fehler von 1 zu 2200! Heute, dank Radar, kann die enorme Distanz auf 1 Kilometer genau angegeben werden. Sie beträgt 149597871 Kilometer. Der Leser fragt sich bestimmt: hat eine solche fantastische Messgenauigkeit noch einen Sinn? Die Antwort ist leicht: die Landung der ersten amerikanischen Sonde zur Venus, «Mariner 2» im Jahre 1962 wäre unter dem Fehler der

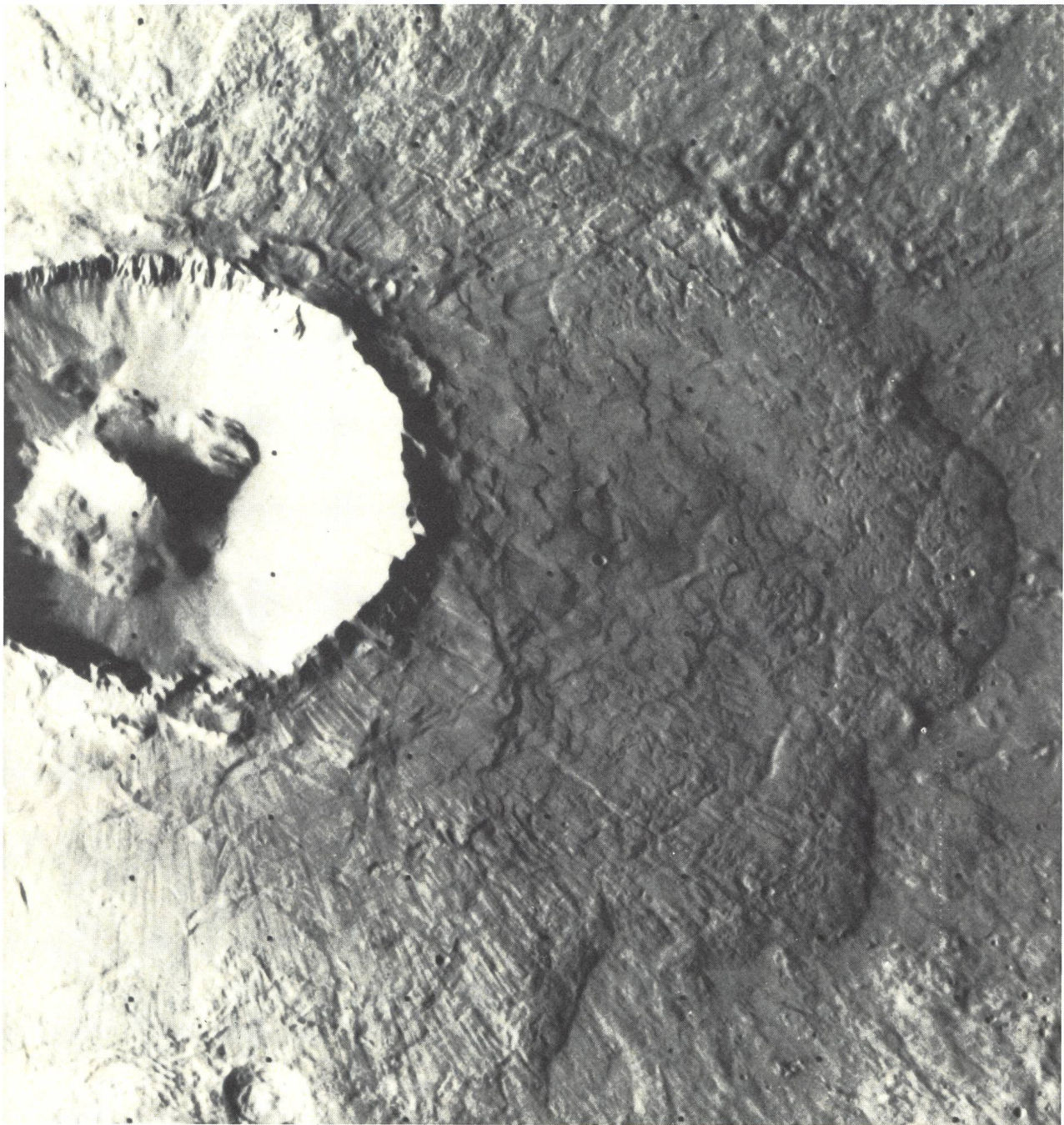


Fig. 14: Der Orbiter von Viking 1 hat dieses Bild am 22. Juli aus 1857 km Entfernung aufgenommen. Der riesenhafte Krater Arandas besitzt einen Durchmesser von 25 km und befindet sich bei 15° W und 43° N. Im Kraterzentrum befindet sich ein kegelförmiger Berg. Am überraschendsten ist die Gestaltung der unmittelbaren Kraterumgebung. Diese deutet eher auf ein langsames Ausfließen des Materials aus dem Krater und nicht auf einen explosionsartigen Auswurf als Folge eines Meteor-Einsturzes hin. (NASA, Viking 1-49)

erwähnten 66 000 Kilometer Sonnenentfernung misslungen.

Der «Mariner» wäre auf der falschen Seite der Venus, in der Venus-Nacht vorbeigeflogen!

Die hochpräzisen Unterlagen der Flugberechnungen erlaubten z. B. 1974/75 den Erfolg des unbemannten «Mariner 10» zur Venus und weiter zum Merkur, dem innersten Planeten unseres Sonnensystems, einem Flug, von dem wir seinerzeit berichteten.

Zum ersten Mal in der Raumfahrt wurde dabei die Schwerkraft eines Planeten ausgenutzt, als die Sonde im nahen Vorbeiflug an der Venus abgelenkt und zum Merkur «geschickt» wurde. Die Berechnungen waren so genau, dass beim Vorbeiflug am Merkur jetzt, nachträglich, ein Fehler von 17 Kilometer konstatiert werden konnte – bei weit mehr als 100 Millionen Kilometer Entfernung!

Wir vermuten, dass der geduldige Leser unseres



Fig. 15: Erste Panorama-Aufnahme (300°) vom Mars, aufgenommen durch den Lander von Viking 1 am 20. Juli. Der Horizont auf dieser Aufnahme ist etwa 3 km vom Lander entfernt. Die parallelen Linien über dem Horizont sind nicht Erscheinungen der Mars-Atmosphäre, sondern entstanden durch Reflexion von Sonnenlicht in der Aufnahmekamera. Der Gegenstand in der linken oberen Bildecke ist ein Tragarm mit meteorologischen Instrumenten, sein Schatten ist deutlich links im Bild zu erkennen. Über diesem Schatten sind eigentliche Sanddünen zu sehen. Das grosse, kantige Gehäuse links im Vordergrund



Fig. 16: Gibt es doch Mars-Menschen? Jedenfalls könnte man auf dem Felsen ganz links im Bild ein aufgemaltes «B» erkennen. (NASA, Viking 1-51)

Kurzberichtes jetzt genug von den «Millionen» hat. Er sei aber dennoch daran erinnert, dass diese grosszügigen Forschungen, dieses gewaltige Ringen um Erkenntnis leider vielfach falsch angeprangert wurden, als «Spiel übermütiger Techniker und Wissenschaftler». Dieses verächtliche «Abtun» ist zum grössten Teil der allgemeinen Unwissenheit über die Folgen der Raumfahrt zuzuschreiben. Die Ergebnisse der Raumfahrttechnik ganz allgemein greifen heute schon

in unser tägliches Leben ein, von der medizinischen Technik bis in das weite Gebiet der Metallurgie. Und – wussten Sie davon, dass die NASA, die amerikanische Weltraumfahrt-Behörde, seit Jahren ihre weit mehr als 2000 Patente ernsthaften Interessenten auf der ganzen Erde unentgeltlich zur Verfügung stellt? Aber davon spricht man kaum.

(Lit. «Scientific American»)

Dr. h. c. HANS ROHR



beherbergt den noch zusammengeklappten 3 m langen Schürfarm. Ganz rechts im Panoramabild ist die 75 cm S-Band-Parabolantenne der Sendeanlage zu sehen. Die drei kleinen Quadrate auf der dunklen Fläche darunter sind Dauermagnete zur Feststellung magnetischer Staubpartikel. Dieses Panoramabild entstand am späten Mars-Nachmittag. Die Sonne steht tief im Westen, etwa über der Mitte der rechten Bildhälfte. (NASA, Viking 1-45)

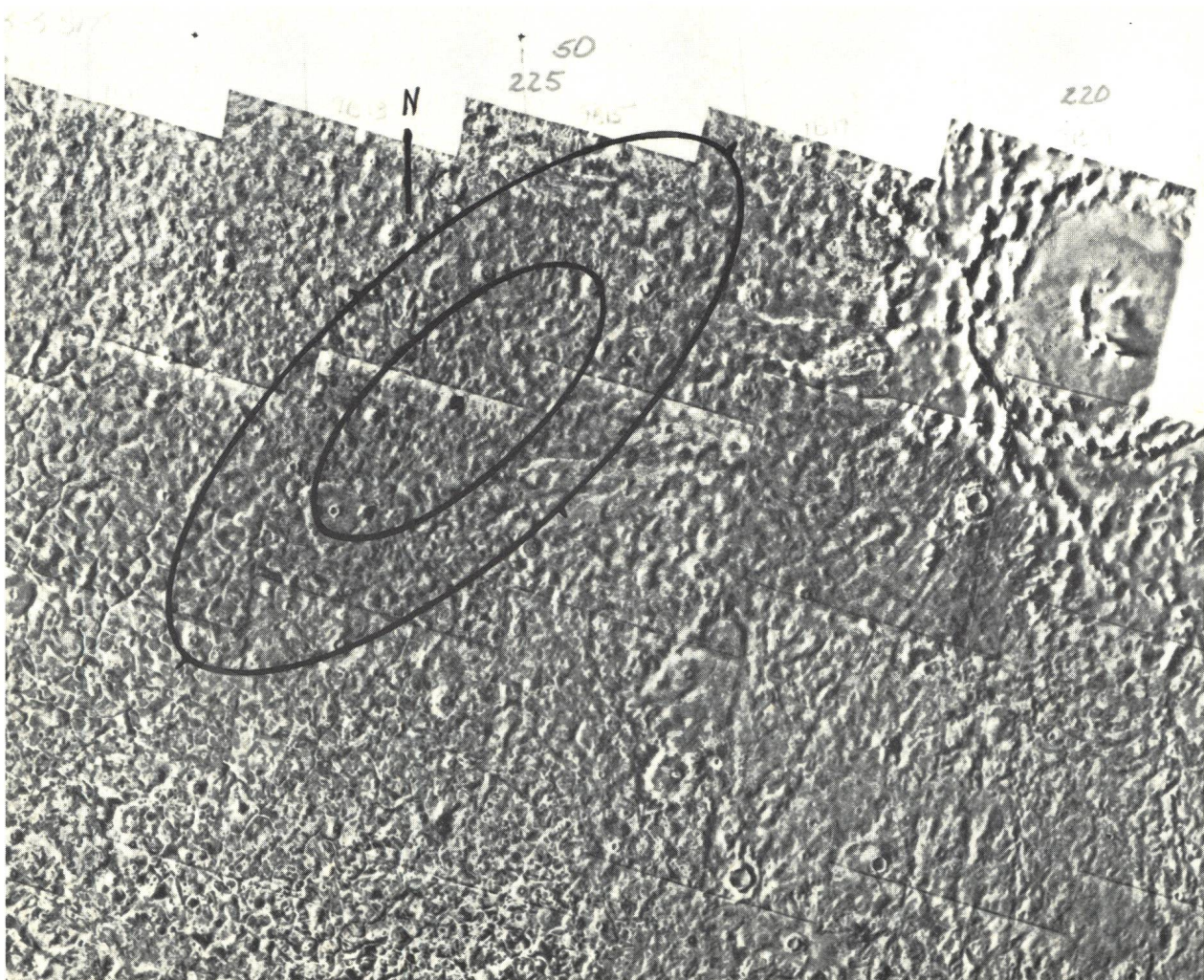


Fig. 17: Dieses Foto wurde am 16. August durch den Viking-2-Orbiter aufgenommen und zeigt den Landeplatz für den Lander von Viking 2. Das Zentrum der Landeellipsen hat die Koordinaten 48° N und 226° W und befindet sich in der Mars-gegend Utopia. Der Krater Mie oben rechts im Bild besitzt einen Durchmesser von 100 km. (NASA, Viking 2-5)