

# Kundschafter zum Mars

**Akademienmitglied Anatoli Blagonrawow**

**A**nfang des 16. Jahrhunderts kehrte Fernao de Magalhaes nach einer Umsegelung der Erde zur spanischen Küste zurück. Lange vorher wußten die Astronomen und Geometer schon von der kugelförmigen Gestalt der Erde. Seine Expedition erbrachte den Beweis für die Richtigkeit dieser Vorstellung.

Heute sind wir gleichfalls Zeugen eines Erlebnisses von enormer Bedeutung. Der Landeapparat der automatischen Station Mars 3 befindet sich auf der Oberfläche des geheimnisvollen Planeten, künstliche Marsatelliten nehmen Messungen in seiner Umgebung vor. Dieses Experiment sowjetischer Wissenschaftler hat ebenso wie seinerzeit die Weltumsegelung Magalhaes' astronomisches Wissen zu greifbarer Realität verdichtet.

An die Stelle von Untersuchungen, die noch unlängst dem Umfang wie dem Tempo nach Merkmale eines gelassenen Akademisierens zeigten, traten großangelegte Experimente, deren Resultate Gegenstand einer leidenschaftlichen, mitunter sogar mehr als hitzigen Erörterung wurden.

Alles, was die Astronomen von den Planeten, den Fixsternen, den Milchstraßen, dem interplanetaren und interstellaren Raum wissen, verdanken sie den Strahlungen dieser Objekte. Aber bei weitem nicht alle Strahlungen können durch die Atmosphäre zu den astronomischen Geräten auf der Erde vordringen. Die ultraviolette Kurzwellenstrahlung wird bereits in 100 bis 150 Kilometer Höhe von der Atmosphäre absorbiert, und die Röntgen- wie auch die Gammastrahlung der kosmischen Objekte sind Forschern in irdischen Observatorien überhaupt unzugänglich. Folglich erreichen uns statt des zusammenhängenden Bildes, das uns die Strahlung eines Sterns oder eines Planeten vermitteln könnte, nur jene Fragmente, die die Atmosphäre durchläßt.

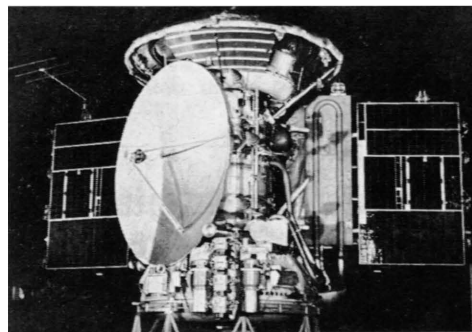
Hinzu tritt ein weiterer bedauerlicher Umstand. Die Luftschicht ist in ständiger Bewegung, so daß sich ihre optischen Eigenschaften unablässig verändern. Dadurch wird die „Sichtschärfe“ irdischer Teleskope beträchtlich vermindert, so daß wir keine exakte Darstellung von Einzelheiten des Reliefs der Planeten erhalten können.

Deshalb war der Einsatz von Apparaten im Kosmos der Auftakt zu einer neuen Entwicklungsphase der Astronomie. Neue Fachrichtungen dieser Wissenschaft werten nun Informationen aus, die durch die ultraviolette, die Röntgen- und die Gammastrahlung kosmischer Objekte zu uns gelangen. Auf diese Weise kann aber nur eine Seite des Problems geklärt werden. Es verbleiben viele Fragen, die auch unter Zuhilfenahme der vollkommensten Meßtechnik nicht von erdnahen Bahnen aus gelöst werden können, beispielsweise die Frage nach der Oberflächenbeschaffenheit der Planeten.

In den nächsten Jahren werden vermutlich astronomische Teleskope im Kosmos installiert

werden. Beurteilen wir jedoch die realen Möglichkeiten, die etwa ein Drei-Meter-Teleskop auf einer Erdumlaufbahn bietet, so müssen wir feststellen, daß sein Auflösungsvermögen nur fünf- bis zehnmal so groß wäre, als wenn es sich auf der Erde befände. Mit anderen Worten: Wir würden dann Details in der Größenordnung von 100 bis 200 Metern auf dem Mond und 15 bis 30 Kilometern auf dem Mars feststellen können. Diese Werte sind aber bereits vor einigen Jahren dank der Raumflugkörper mit Foto- und Fernsehanlagen an Bord für den Mond um das Zehnfache und für den Mars um das Hundertfache übertroffen worden.

Die Hauptaufgabe künftiger außeratmosphärischer Observatorien wird die spektrale oder



Die automatische interplanetare Station Mars 3 in der Montagehalle. Deutlich sind die Ausleger der Sonnenbatterien an den beiden Seiten, auf ihrem oberen Rand jeweils die Antennen, die Parabolantenne sowie die Instrumente des Orientierungssystems zu erkennen

Foto: APN

fotometrische Forschung in den verschiedenen Bereichen des Spektrums sein. Oberflächendetails aber muß man näher kommen, wenn man sie studieren will.

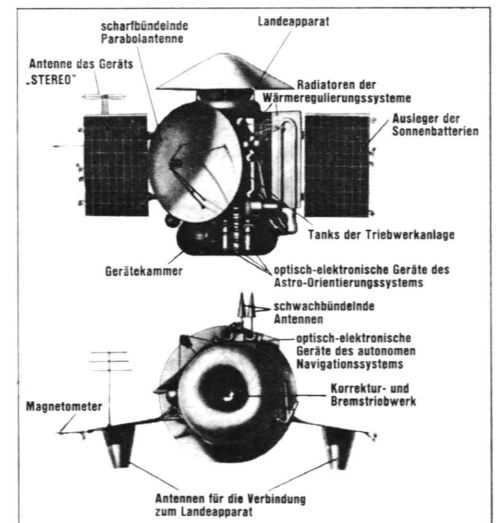
Ebenso ist es unmöglich, das Magnetfeld etwa der Venus oder des Mars zu messen und ein Wärmebild ihrer Oberflächen zu zeichnen, wenn man nicht Geräte zumindest in die Nähe dieser Planeten bringt. Das ist nur mit interplanetaren Sonden möglich.

Die sowjetischen Wissenschaftler gehen in ihrem Programm zur Erforschung der Himmelskörper und der Planeten des Sonnensystems davon aus, daß es in der jetzigen Entwicklungsphase der Wissenschaft und Technik am zweckmäßigsten ist, die entscheidenden Experimente der Grundlagenforschung mit Hilfe automatischer Apparate auszuführen. Grundsätzlich kann ein Automat dieselben Operationen wie der Mensch ausführen, und bei seiner Verwendung kommt die Beschaffung wissenschaftlicher Informationen, von der Vermeidung jeglicher Risiken ganz abgesehen, bedeutend billiger. Roboter können zudem im Kosmos Opera-

tionen ausführen, zu denen der Mensch nicht imstande ist oder die bei unmittelbarer Teilnahme des Menschen höchst komplizierte und kostspielige Mittel zur Sicherung seiner Tätigkeit erfordern würden. Wie gern wir es auch täten, wir wären heute gar nicht in der Lage, bemannte Raumsonden zu Planeten wie der Venus und dem Jupiter oder in die nähere Umgebung der Sonne zu entsenden.

Daran hindern uns nicht nur die schwierigen Bedingungen in diesen kosmischen Räumen. Man darf auch folgenden Umstand nicht vergessen: Dauert ein Mondflug nur wenige Tage, so würde ein Flug zum Mars und zurück mehrere Jahre beanspruchen. Von den heutigen Raumschiffen ist keines imstande, so viel Sauerstoff, Wasser und Proviant mitzuführen, daß auch nur die Lebensbedingungen einer kleineren Besatzung für einen solchen Zeitraum gesichert werden könnten.

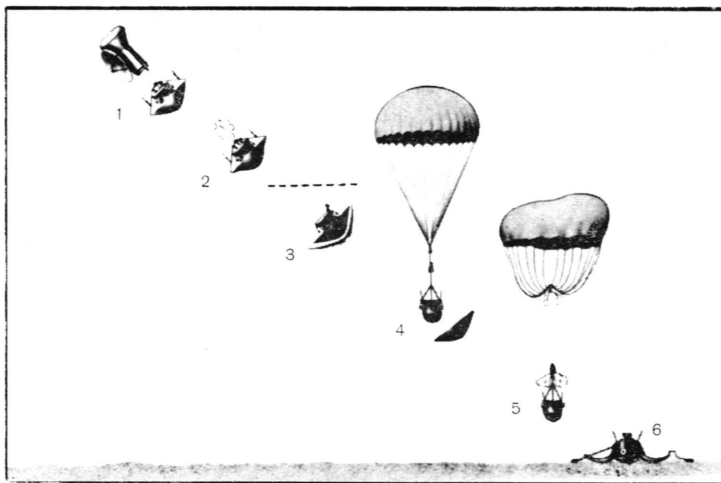
Natürlich ist es nicht ausgeschlossen, daß einst Menschen auf dem Mars landen werden. Ein solcher Flug setzt jedoch voraus, daß die physischen Bedingungen sowohl unmittelbar auf der Oberfläche dieses Planeten wie auch in seiner Nähe mit automatischen, zur Untersuchung großer Flächen geeigneten Apparaten sorgfältig und allseitig erforscht werden. Darum geht die Bedeutung der Unternehmen Mars 2 und



Mars 3 weit über den Rahmen gewöhnlicher Sondierungsflüge hinaus. Diese Experimente demonstrieren überzeugend die Möglichkeiten der Automatik und das hohe wissenschaftlich-technische Niveau, das die sowjetischen Wissenschaftler und Konstrukteure bei der Entwicklung automatischer Raumsysteme erreicht haben, ebenso die Perspektiven ihres weiteren Einsatzes.

Welche Bedeutung die unmittelbare Untersuchung von Himmelskörpern durch Automaten hat, zeigt das Beispiel der bisherigen Mondforschung. Die Entsendung einer automatischen Station über Hunderte von Millionen Kilometern hin zu Planeten des Sonnensystems ist jedoch eine weit kompliziertere Aufgabe als ein Flug zum Mond. Dagegen ist die Methodik für die Untersuchung der physischen Charakteristiken der Planeten mit Hilfe von Raumsonden im wesentlichen die gleiche. Die Zusammensetzung, die Höhe und Dichte der Planetenatmosphäre wie auch die Temperaturverteilung in dieser können mit Hilfe von Raumsonden und künstlichen Satelliten untersucht werden. Der

Der Landeapparat der Station Mars 3, der während eines Staubsturms auf der Marsoberfläche aufsetzte, zeichnet sich durch sehr rationelle Konstruktionslösungen aus. Der Landeteil wurde etwa viereinhalb Stunden vor dem Eintritt in die Marsatmosphäre von der Sonde getrennt (1), 15 Minuten später schaltete sich das Triebwerk des Landeapparates ein (2), das dessen richtigen Abstieg zum Planeten sicherte. Beim Eintritt in die Marsatmosphäre



begann die aerodynamische Bremsung, die etwa drei Minuten dauerte. Der Sternschild, eine Art „Bremsdiskus“, hatte dabei schwierigsten Bedingungen standzuhalten, denn der Apparat bewegte sich mit zwanzigfacher Schallgeschwindigkeit. Vor dem Schild entstand eine mächtige Stoßwelle, die die Atmosphäre auf Tausende Grad erhitze (3). Noch bei Überschallgeschwindigkeit wurde mit Hilfe eines Pulvertreibsatzes zunächst der Auszieh- und dann der Hauptfallschirm herausgeschleudert (4), wobei gleichzeitig der überflüssig gewordene Sternschild sowie weitere Teile von der eigentlichen Meßapparatur abgesprengt wurden. Um den unvermeidlich hohen Druck etwas zu verringern, wurde der Hauptfallschirm in zwei Etappen gefüllt, er entfaltete sich erst vollständig, als der Apparat auf etwa Schallgeschwindigkeit abgebremst war. Wegen der sehr dünnen Marsatmosphäre wirkte er nur bis etwa 20 bis 30 Meter Höhe. Danach wurde auf das Kommando des Funkhöhenmessers das Pulvertriebwerk der weichen Landung eingeschaltet, das den Apparat endgültig abbremsete (5). Von einem anderen Triebwerk wurde gleichzeitig der Fallschirm zur Seite abgelenkt, damit er die Geräte nach der Landung nicht bedecken konnte. Der Apparat klappte nach dem Aufsetzen wie die Schale einer aufgeschnittenen Apfelsine auseinander (6) und gab die Meßvorrichtungen sowie die Fernsehkamera frei. Wenig später begann die Übertragung eines Bildsignals von der Oberfläche des Planeten, das von der den Planeten umkreisenden Station Mars 3 gespeichert und später zur Erde übertragen wurde

künstliche Satellit, der um den Mars kreist, ermöglicht so wichtige Experimente wie die Bestimmung der Masse des Planeten, die Registrierung seiner Oberflächenstrahlungen in allen Bereichen des Spektrums, sein Fotografieren im Bereich verschiedener Wellenlängen, Untersuchungen der Magnetfelder und der geladenen Teilchen im planetaren Raum.

Die Planeten, die hinsichtlich ihrer physischen Charakteristiken der Erde bis zu einem gewissen Grade ähneln, müssen auch daraufhin untersucht werden, ob es auf ihnen lebende Organismen gibt. Nach den Venusflügen sowjetischer Raumsonden verbleibt hier nur noch eine schwache Hoffnung: der Mars. Es ist sehr verlockend, außerirdisches Leben zu entdecken. Sehr schwer ist jedoch die Frage zu beantworten, was als Zeichen von Leben zu betrachten sei, ob es nicht auch andere, uns bisher unbekannte Formen des Lebens gibt und wie man sie erkennen soll, vorausgesetzt, daß man auf sie stößt.

Schon heute sind ganze Laboratorien, die, am Forschungsort angekommen, Daten über die Zusammensetzung der Oberfläche, die Landschaft, die Struktur des Marsbodens, seine mechanischen, physischen und chemischen Charakteristiken übermitteln, nicht nur eine Vision von Phantasten — sie nehmen bereits die Gestalt konkreter Pläne von Konstrukteuren und Wissenschaftlern an. Solche wissenschaftlichen Informationen werden um so größeren Wert haben, je größer die Fläche ist, die man untersuchen kann. Es werden also bewegliche Laboratorien mit Eigenantrieb erforderlich sein. Die sowjetischen Wissenschaftler haben bereits Erfahrungen in der Entwicklung solcher Anlagen gesammelt. Viele technische Lösungen, die bei der Konstruktion von Lunochod 1 gefunden wurden, können bei der Entwicklung von Planetenmobilen Berücksichtigung finden. Ein Marsmobil wird jedoch ein in viel höherem Maße autono-

mer Apparat sein müssen. Dauert die Übermittlung eines Befehles von der Erde zum Mond etwa 1,3 Sekunden, so sind bereits Dutzende von Minuten erforderlich, bis ein solches Signal den Mars erreicht. Hier muß die Steuerung offenbar automatisiert sein. Man wird auf der Raumsonde einen Computer und andere automatisierte Lenkungs- und Steuerungsmittel installieren müssen.

Außerdem sind Mars und Mond von unterschiedlicher natürlicher Beschaffenheit. Der Mars hat eine Atmosphäre. Sie ist allerdings sehr dünn, dennoch vollziehen sich in ihr offenbar Verlagerungen von Gasschichten. Das Marsrelief ist in höherem Maße der Erosion, der Glättung ausgesetzt. Das kann die Bewegung von Automaten erleichtern, aber auch erschweren. Auf dem Mars sind zum Beispiel Staubstürme möglich, die Konstruktionen der Apparate sind korrosionsgefährdet usw. Diese Unterschiede in den natürlichen Bedingungen müssen bei der Entwicklung eines Marsmobils berücksichtigt werden.

Das alles ist selbstverständlich nicht über Nacht realisierbar, hier werden zum Teil völlig neue Lösungen gefunden werden müssen. Wir haben jedoch keinen Grund, pessimistisch zu sein. Man darf nicht vergessen, welche wahrlich riesige Arbeit geleistet wurde, bis es schließlich zu so erstaunlichen Erfolgen wie der Schaffung künstlicher Marssatelliten und dem weichen Aufsetzen eines Landeapparates auf der Marsoberfläche kam. Das glänzende Experiment der sowjetischen Wissenschaftler ist ein weiterer bedeutender Fortschritt auf dem Wege zur Lösung der Hauptaufgabe der Wissenschaft: der Klärung des Ursprungs und der Entwicklung des Sonnensystems wie der Prognose seiner weiteren Evolution. Zugleich ist es ein wichtiger Beitrag zum internationalen Fonds „kosmischer Informationen“, um dessen Bereicherung sich die Wissenschaftler verschiedener Länder bemühen.

## Erste Meßergebnisse der Marssonden

Die Stationen Mars 2 und Mars 3 lieferten bereits eine beträchtliche Menge wissenschaftlicher Daten. Allein der fotometrische Komplex sendet etwa eine Million Messungen in der Stunde, und zwar immer dann, wenn sich die Sonden in nächster Nähe des Planeten befinden. Diese Angaben werden von einem Computer des Instituts für Weltraumforschung der sowjetischen Akademie der Wissenschaften ausgewertet.

Im Raum des Perizentrums wurden mit Hilfe des Infrarotfotometers Angaben über Temperaturveränderungen auf der Marsoberfläche gesammelt. Auf den Abschnitten, wo die Messungen durchgeführt wurden, überstieg die Temperatur nicht 15 Grad Celsius. Von Interesse ist, daß auf der Nachtseite des Planeten eine Stelle festgestellt wurde, deren Temperatur um 20 bis 25 Grad höher liegt als die Temperatur der Umgebung. Das Wesen dieser Erscheinung ist vorläufig nicht geklärt.

Aufmerksamkeit erregen die krassen Helligkeitsunterschiede, die bei der Beobachtung der Oberfläche durch verschiedene Lichtfilter mit Hilfe des Fotometers für den sichtbaren Bereich festgestellt wurden. Die Analyse der einzelnen Veränderungen erlaubte es, Informationen über die Farbunterschiede einzelner Gebiete und Abschnitte der Oberfläche zu erhalten. Von der Erde aus waren solche krassen Unterschiede nicht festgestellt worden.

Die Wasserdampfmessungen ergaben, daß die Marsatmosphäre wie erwartet sehr wenig Feuchtigkeit enthält. Wenn man das gesamte Wasser der Marsatmosphäre gleichmäßig auf der Oberfläche verteilte, würde die entstehende „Schicht“ nur etwas dicker als ein Menschenhaar sein.

Zu dem fotometrischen Komplex, dessen Energiebedarf kaum über dem einer Taschenlampe liegt, gehört auch das Infrarotradiometer. Es dient dazu, ein „Wärmeporträt“ des Planeten zu entwerfen und eventuelle Vulkantätigkeit festzustellen. Es wurden Angaben über die Intensität der Wärmestrahlung des Mars und über den Charakter ihrer Polarisierung entlang der Scheibe des Planeten erhalten. Das erlaubt, die effektive Temperatur der unter der Oberfläche liegenden Schicht zu bestimmen und ihre elektrische Durchlässigkeit und mittlere Dichte zu beurteilen. Bei der Untersuchung der Infrarotstrahlung mit einem anderen Gerät kann man eine Vorstellung vom Relief des Mars gewinnen. Ein weiteres Gerät mißt die Konzentration von Staubteilchen in verschiedenen Höhen der Atmosphäre, bestimmt die Farbe der Gesteine der Marsoberfläche und untersucht die Dämmerungserscheinungen der Atmosphäre.

Der Landeteil der Station Mars 3 ist mit einer Apparatur zur Aufnahme eines Panorambildes mit Hilfe von Fernsehkameras ausgerüstet. Nach der Landung begann wie vorgesehen die Übertragung des Fernsehbildes, die aber nach etwa 20 Sekunden abbrach. Auf dem gesendeten Teil des Panorambildes waren keine merklich dem Kontrast nach zu unterscheidende Details zu erkennen. Warum die Übertragung des Bildsignals so plötzlich aufhörte, ist noch unbekannt. Möglicherweise ist dafür der heftige Staubsturm verantwortlich, der zum Zeitpunkt der Landung auf dem Mars herrschte.