



Landekapsel der automatischen Raumstation Mars 3

### Neuer Nachrichtensatellit

Ein weiterer Nachrichtensatellit des Typs Molnija 1 ist am 21. Dezember in der Sowjetunion gestartet worden. Er dient zur Sicherung des Betriebs des kosmischen Nachrichtensystems für telefonische, telegrafische und Funkfernverbindungen sowie für die Übermittlung von Programmen des Moskauer Fernsehens zu den Stationen des Orbita-Netzes im Hohen Norden, in Sibirien, im Fernen Osten und in Mittelasien.

## Unbekannte Lebensformen auf dem Mars?

„Die Suche nach Lebenssystemen auf dem Mars stellt eine Aufgabe von immenser wissenschaftlicher Bedeutung dar“, schreibt in der „Prawda“ L. Muchin, Leiter des selbständigen Exobiologie-Laboratoriums am Institut für Weltraumforschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. In einem Beitrag über die sowjetischen Raumsonden Mars 2 und Mars 3 meint er, man dürfe aus den äußerst harten Naturbedingungen auf dem Mars nicht den voreiligen Schluß ziehen, die Existenz lebender Organismen sei dort unmöglich.

„Die Formen des Lebens sind mannigfaltig“, heißt es in dem Aufsatz. „Die Marsatmosphäre enthält beispielsweise keinen Sauerstoff. Aber Sauerstoff ist nicht für alle Lebewesen unentbehrlich. Auch auf der Erde sind einige Arten von Mikroorganismen bekannt, die ohne Sauerstoff auskommen, für einige von ihnen ist Sauerstoff sogar Gift. Harte Ultraviolettstrahlung wirkt auf Erdbewohner zweifellos tödlich. Falls aber einmal Leben auf dem Mars entstanden war, könnten sich dort im Laufe einer Milliarden Jahre dauernden Evolution verschiedene Schutzmechanismen entwickelt haben, die dortige Lebewesen vor todbringenden Strahlen schützen. Einen solchen Schutz könnten beispielsweise eine dicke Haut oder Ultraviolettstrahlen schluckende Pigmente bieten.“

Der gewichtigste natürliche Faktor, der die Möglichkeiten des Lebens auf dem Mars begrenzt, ist zweifellos der äußerst geringe Wassergehalt der Marsatmosphäre und das völlige Fehlen von Wasser (zumindest in flüssiger Form) auf der Oberfläche des Planeten. Aber auch für diesen Fall sind Anpassungsmechanismen denkbar, die eine Lebenstätigkeit der Mikroflora erlauben würden.

Die Untersuchung vorderhand unbekannter Organismen wird uns helfen — falls solche Organismen tatsächlich gefunden werden sollten —, die Entwicklungsgesetze des Lebens im Sonnensystem zu begreifen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei Lebewesen auf anderen Planeten im Zuge der Evolution grundsätzlich andere biologische Stoffwechsel-, Regulierungs- und sonstige Mechanismen entstanden sind. Ihre Untersuchung wird den Biologen neue Wege in der Entwicklung der lebenden Materie zeigen. Sollte es gelingen, das Fehlen von Leben auf dem Mars unwiderleglich zu beweisen, so wird dies für die Wissenschaft ebenfalls von großer Bedeutung sein. Dies würde uns in Zukunft erlauben, unter den Bedingungen eines völlig sterilen Planeten biologische Experimente durchzuführen.

Ebenso interessant wie das Suchen nach lebenden Organismen dürfte die Erforschung organischer Verbindungen auf der Marsoberfläche sein. Es kann sich dabei um Überbleibsel einst vorhandener lebender Organismen, aber ebensogut um Stoffe abiogener Herkunft handeln, die unter dem Einfluß der Ultraviolettstrahlung aus Gasen der Atmosphäre und aus Mineralien der oberen Schicht des Planeten entstanden sind. Schließlich könnten bestimmte Arten organischer Verbindungen, falls man solche auf der Oberfläche des Mars findet, die Existenz primitiver Organismen beweisen.“

„Die Lösung dieser Aufgaben“, schließt der Verfasser, „kann nur durch den Einsatz besonders ausgerüsteter Sonden auf eine experimentelle Grundlage gestellt werden. Der Boden dafür wird jetzt durch die sowjetischen Raum-

sonden Mars 2 und Mars 3 vorbereitet.“

# Der Mars in naher Sicht

Es ist Tatsache! Zum erstenmal, seit die Welt besteht, ist ein von Menschenhand gebauter Apparat weich auf dem Mars gelandet. Zwei sowjetische künstliche Trabanten kreisen um den geheimnisvollen Planeten. Von den Stationen Mars 2 und Mars 3 gelangen die Signale über viele Millionen Kilometer zur Erde und bringen eine Unmenge von Informationen, die die Wissenschaft dringend braucht. Man kann sehr wohl sagen, daß im Buch der Planetenkunde eine neue Seite aufgeschlagen worden ist.

Die Hauptaufgabe eines kosmischen Apparats, der zu einem anderen Planeten des Sonnensystems fliegt, besteht darin, ihn und seine Umgebung zu erforschen. Aber schon unterwegs werden für die Wissenschaft wichtige Experimente angestellt, die gewöhnlich mit der Erforschung der Sonne und ihres Einflusses auf die Prozesse im interplanetaren Raum zusammenhängen. Solche Experimente waren auch beim Start der sowjetischen Stationen Mars 2 und Mars 3 eingeplant.

Schon die Meßergebnisse, die wir mit Hilfe der ersten Raumsonden und interplanetaren automatischen Stationen erhielten, haben gezeigt, daß die Erde von einem von der Sonne ausgeschickten Teilchenstrom umflossen ist. Dieser Strom, der Sonnenwind, steht in Wechselwirkung mit dem Magnetfeld der Erde, und das Ganze ist einem mit Überschallgeschwindigkeit fliegenden stumpfen Körper, der von Gasen umflossen ist, sehr ähnlich. Es entsteht so etwas wie eine Stoßwelle, ein schmaler Streifen, in dem die Konzentration und die Temperatur der Teilchen bedeutend größer ist. Dabei dehnen sich die Kraftlinien des Feldes in der der Sonne entgegengesetzten Richtung aus. Es bildet sich eine Art Flugspur der Erde im Weltraum. Bis unlängst konnte man die Länge dieses Schweifs nicht feststellen, obwohl bekannt war, daß ihn der Mond beim Umlaufen der Erde schneidet.

Der Sonnenwind ist eine hochinteressante Erscheinung. Untersucht man ihn, so kann man etwas über Zusammensetzung und Zustand der Sonnenkorona erfahren und darüber, wie sie sich auf äußerst hohe Temperaturen erhitzt. Das hat auch für die Lösung der Probleme, die mit der Sicherheit der Raumflüge gegen Strahlung zusammenhängen, etwas zu bedeuten. Im übrigen ist der Sonnenwind in vieler Hinsicht für die Struktur der Hüllen der Planeten (auch der Erde) bestimmend. Seine Stöße verschieben die Grenzen der Magnetosphäre, ändern die Konzentration der Teilchen in den Strahlungsgürteln, wirken sich auf Zusammensetzung und Dichte der oberen Atmosphärenschichten aus, verursachen Ma-

gnetstürme und Nordlicht und stören den Funkverkehr.

Außerst wichtig ist es, die in diesen Strom gleichsam hineingefrorenen, von der Sonne gebildeten Magnetfelder zu erforschen. Ihre Spannung ist nicht hoch, beim Leiten der Wechselwirkungen im interplanetaren Medium spielen sie aber eine ungeheure Rolle.

Und schließlich ist der Sonnenwind nichts anderes als verdünntes Plasma, ein enormes physikalisches Laboratorium, das die Natur selbst geschaffen hat. Es ist sehr verlockend, dieses Labor zu benutzen.

Schon ziemlich lange weiß man, daß die Sonne im Meterwellenbereich für kurze Zeit eigenartige, ungleichmäßig pulsierende Radiowellen ausstrahlt. Beobachtet man sie von der Erde aus, so kann man nur die Dauer eines Impulses und seine Intensität in Richtung unseres Planeten feststellen, das heißt, man bekommt ein ebenes Bild. Wie breiten sich diese Wellen aber im Weltraum aus, wo sie sich zum größten Teil befinden? Diese Frage kann man nur beantworten, wenn man noch einen zweiten, vom ersten ziemlich weit entfernten Beobachtungspunkt hat.

Eine Gruppe französischer Astronomen unter Leitung von Steinberg und Caroubalos wollte versuchen, ein plastisches Bild von der Sonnenausstrahlung zu bekommen und nannte deshalb das Experiment Stereo. Die Sowjetunion erklärte sich bereit, in die Station Mars 3 einen in Frankreich entwickelten Spezialapparat für den Empfang von Meter-Radiowellen einzubauen. Auf dieselbe Wellenlänge wurden Apparate in einem Zentrum eingestellt, wo die Signale über die Radiostrahlungen der Sonne aufgefangen und festgehalten werden und das sich in Nancy (Frankreich) befindet; ebenso im Radioobservatorium des Instituts für Erdmagnetismus, Ionosphäre und Verbreitung der Radiowellen bei der sowjetischen Akademie der Wissenschaften. Die kosmischen „Stereoaufnahmen“ sind recht gut verlaufen.

Am wertvollsten an den künstlichen Marstrabanten ist natürlich die detaillierte Information, die wir mit ihrer Hilfe über die Beschaffenheit der Marsoberfläche bekommen können, beispielsweise durch Fotos von ihr oder durch Erforschung der Strahlungsfähigkeit des Planeten in einem breiten Wellenlängenbereich, vom ultravioletten bis zum Zentimeterbereich. Ununterbrochene, langdauernde Beobachtungen gestatten es, den Charakter der auf dem Planeten vor sich gehenden Veränderungen festzuhalten. Gerade die zeitliche Veränderlichkeit des Mars (sagen wir, das Dunkelwerden großer Teile seiner Oberfläche in bestimmten Jahreszeiten)

hat ja Anlaß zu vielerlei Vermutungen und Hoffnungen gegeben. Heute wissen wir schon, daß solche Erscheinungen nicht unbedingt mit den Jahreszeiten zusammenhängen. Aber warum?

Überhaupt gibt es auf dem Mars eine Anzahl „merkwürdiger“ Gebiete, beispielsweise Hellas. Nach Fotos zu urteilen, die von Raumapparaten aus gemacht wurden, handelt es sich um eine so gut wie ebene Fläche (jedenfalls soweit das Auflösungsvermögen von Fernsehkameras reicht, die Gebilde von 300 Meter Durchmesser bemerken können). Das Nachbargebiet dagegen strotzt von Kratern, und dazwischen erheben sich kurze Bergrücken und fallen in Terrassen nach Hellas ab.

Eine ganze Reihe von Argumenten berechtigen zu der Annahme, daß im Raum von Hellas Grundwasser an die Oberfläche tritt. Man sieht da ziemlich oft durchs Teleskop erstaunlich grelle weiße Flecken, die noch heller als die Polarkappen sind. Was ist das, kondensierte Feuchtigkeit der „Luft“? Kaum, denn wie wir wissen, enthält die Marsatmosphäre sehr wenig Dampf, und die Schicht des Atmosphärenkondensats kann nicht über einige Dutzend Mikron hinausgehen. Etwas anderes ist es, wenn ab und zu Dampfquellen auftreten.

Der sowjetische Wissenschaftler Viktor Dawydow nimmt an, daß es in Hellas ein großes, von Frostboden überzogenes und mit Deckgestein getarntes Wasserreservoir gibt. Dann wäre das Fehlen von Kratern begreiflich — wo die Decke durchschlagen wird, füllt sich der Trichter mit Wasser, und wo dieses hervortritt, bilden sich unweigerlich Rauhreif und Eis.

Im jetzigen Stadium der Marsforschungen werden keine direkten biologischen Experimente angestellt. Das ist zu schwierig, als daß man dies auf Anhieb machen könnte. Ohne die Landung eines kosmischen Apparats auf dem Mars wird das kaum möglich sein. Insofern ist die jetzt bewiesene Möglichkeit, Apparate von der Erde mit Hilfe eines Fallschirmsystems auf dem Mars niederzulegen zu lassen, ein Ereignis von größter Bedeutung. Die Technik des Fallschirmabwurfs ist zwar auf der Erde bis ins Detail eingespielt, und die alte Erfindung hat uns, als wir unsere Stationen in die dichte Atmosphäre der Venus schickten, dort ausgezeichnete Dienste geleistet. Der Mars aber ist etwas Besonderes, seine „Luft“ ist im Durchschnitt 70mal so dünn wie die auf der Erde. Je besser wir unseren Nachbarn mit Hilfe von Orbitalstationen wie Mars 2 und Mars 3 kennenlernen, desto näher rückt die Zeit einer gründlichen Erforschung des Roten Planeten direkt an seiner Oberfläche.

Juri Salzew

# Die Marslandung und ihre Probleme

Der Vorrat an kosmischem Treibstoff, der notwendig gewesen wäre, um die auf den Mars niedergehende Landekapsel der Raumsonde Mars 3 nur mit Hilfe der Triebwerke abzubremesen, würde fast die ganze vier Tonnen wiegende Station gefüllt und diese in eine Art „kosmische Zisterne“ verwandelt haben. Diese Feststellung ist in einem wissenschaftlichen Kommentar der „Iswestija“ enthalten, in dem erläutert wird, warum die Landekapsel nur mit Hilfe der Marsatmosphäre gebremst werden konnte.

Obwohl schon mehrmals Raumapparate mit zweiter kosmischer Geschwindigkeit in die Atmosphäre der Erde oder der Venus eintraten und weiche Landungen vornahmen, nützte diese Erfahrung den Konstrukteuren im Fall der Marssonde nur wenig. Wenn der atmosphärische Druck an der Oberfläche der Venus schätzungsweise das Hundertfache jenes der Erde beträgt, so macht der Druck auf dem Mars nur ein Hundertstel aus. Der Eintritt eines Raumflugkörpers in die Venusatmosphäre bereitet keine Schwierigkeiten, und man kann sicher sein, daß der Apparat in der dichten Atmosphäre schnell abgebremst wird, wenn der Winkelbereich des Eintritts recht breit ist, und daß der Vorrat an Höhe für eine weiche Landung per Fallschirm praktisch immer ausreicht. Die Bewegung eines Landeapparates in der Marsatmosphäre muß hingegen viel präziser erfolgen. Wenn der Apparat zu flach in die Atmosphäre eintritt, durchquert er die Lufthülle ungehindert und fliegt in den Weltraum hinaus. Taucht er zu schnell ein, reicht die verbleibende Höhe nicht aus, um eine weiche Landung am Fallschirm auszuführen.

Der Landeapparat von Mars 3 trat in die oberen Schichten der Marsatmosphäre mit dem Hitzeschild nach vorne ein, der die Kapsel während der aerodynamischen Bremsung schützte. Wie wichtig das war, wird angesichts der Tatsache klar, daß der Apparat mit nahezu 20facher Schallgeschwindigkeit in die Marsatmosphäre eindrang. Vor ihm entstand eine starke Druckwelle, die die Marsatmosphäre staute und aufheizte. Nach dem Bremsmanöver ging die Geschwindigkeit des Apparats wesentlich zurück, so daß das Fallschirmsystem in Aktion treten konnte. Im Unterschied zu einer Landung auf der Venus ist ein Fallschirm in der Marsatmosphäre bedeutend größeren Beanspruchungen ausgesetzt. Auf der Venus erwärmte sich der Fallschirm erst bei der Annäherung an die Oberfläche, bei einer Marslandung werden hingegen bereits in der oberen Atmosphäre Temperaturen erreicht, die auf der Venus erst kurz vor der Landung eintreten. Solche starken Beanspruchungen des Fallschirms sind auf der Erde äußerst schwer zu imitieren. Man war also gezwungen, auf Umwegen zum Ziel zu kommen. Der Gesamtbetrag der Beanspruchungen bei einer Fallschirmlandung auf dem Mars mußte in die Grundkomponenten zerteilt und deren Wirkung einzeln im Windkanal, beim Abwurf von Flugzeugen und an Spezialprüfständen modelliert werden.

Auf dem letzten Abschnitt der Landung, dicht über der Marsoberfläche, wurde der Fallschirm abgesprengt, damit er den Apparat nicht bedecken konnte oder durch den Wind abgetrieben wurde, wie dies zuweilen einem Fallschirmspringer kurz nach der Landung passiert. Nach Schätzungen von Wissenschaftlern kann die Windgeschwindigkeit auf dem Mars über 100 Meter in der Sekunde erreichen.