

Interplanetarische Station Mars 2

Am 19. Mai 1971 um 19.23 Uhr Moskauer Zeit wurde in der Sowjetunion im Einklang mit dem Programm zur Erforschung des Weltraums und der Planeten des Sonnensystems die automatische

gestartet. Das Hauptziel dieses interplanetarische Station Mars 2 Experiments ist, zur Erforschung des Planeten Mars und seiner Umgebung beizutragen. Außerdem sollen die Charakteristika des Sonnenplasmas, der kosmischen Strahlen und der Radiationssituation während des Fluges der Station von der Erde zum Mars erforscht werden.

Die automatische Station wiegt 4650 Kilogramm. Sie wurde um 20.59 Uhr Moskauer Zeit von der Parkbahn eines künstlichen Erdsatelliten in Richtung Mars beschleunigt. Dabei erhielt die Station durch die letzte Stufe der Trägerrakete eine Geschwindigkeit die die zweite kosmische Geschwindigkeit übertrifft. Der Flug der interplanetaren Station bis zum Planeten Mars wird mehr als sechs Monate dauern. Die Station wird die Umgebung des Mars im November 1971 erreichen und damit eine Entfernung von 470 Millionen Kilometer zurückgelegt haben. Die Funkverbindung mit der Station während des Fluges und der Empfang der Fernmeßwerte soll in der Frequenz 928,4 Megahertz erfolgen. Der Flug von Mars 2 wird vom Zentrum für kosmische Fernverbindungen aus geleitet. Die einlaufenden Werte werden im Koordinations- und Rechenzentrum und in Forschungsinstituten der Akademie der Wissenschaften der UdSSR bearbeitet.

Orbitalstationen der Zukunft

Ein Dreistufenprogramm für den Bau künftiger Erdaußenstationen hat Akademiemitglied Boris Petrow im Maiheft von „Awiazija i Kosmonawtika“ dargelegt.

Nach den Vorstellungen des bekannten Wissenschaftlers werden zunächst kleine Stationen verhältnismäßig geringer Aufgabenbreite mit Besatzungen von drei bis zwölf Mann und einer Funktionsdauer von einem Monat bis zu einem Jahr auf eine Erdumlaufbahn gebracht. Sie werden aus Raumschiffsektionen und einzelnen Raketenstufen aufgebaut, wobei auch speziell für die Orbitalstationen entwickelte Konstruktionen nicht ausgeschlossen sind. Die Stationen können als Ganzes oder in Teilen auf eine Erdumlaufbahn gebracht werden. Transportschiffe befördern die sich einander ablösenden Besatzungen. Als eine der Hauptaufgaben solcher Stationen nennt Petrow medizinisch-biologische Experimente im Hinblick auf spätere langlebige Orbitalstationen.

Als zweite Etappe sieht Akademiemitglied Petrow die Schaffung von Stationen in Blockkonstruktion, die auf der Umlaufbahn montiert werden, bis zu zehn Jahren existieren und mit 12 bis 20 Mann besetzt sind.

Schließlich könne man schon heute von der Zweckmäßigkeit der Projektierung supergroßer Vielzweckbasen sprechen, die bis zu 100 Menschen Platz bieten. Daneben sei der Bau spezialisierter unbemannter wissenschaftlicher Orbitalstationen von großem Interesse, zu denen in periodischen Abständen Fachleute geschickt werden, die die Geräte überprüfen.

Eine große Orbitalstation wird höchst wahrscheinlich aus einigen Typenblocks aufgebaut sein. Diese Stationen sollten rotieren, um dadurch eine künstliche Schwerkraft zu schaffen. Die Stationen könn-

ten hantelförmig sein, die Gestalt einer Nabe mit Schaufelblättern, eines Rades, eines Sterns usw. haben.

Langlebige Orbitalstationen werden zweifellos kosmische Mehrzweckapparate sein, jedoch sei auch eine bestimmte Spezialisierung nicht ausgeschlossen, schreibt Boris Petrow. Stationen zur Erforschung der Erdrressourcen und der Atmosphäre werden auf eine verhältnismäßig niedrige Umlaufbahn gebracht, während man astronomische und radioastronomische Stationen in weitaus höhere Umlaufbahnen bringen wird.

Lunochod 1: sechs Monate auf dem Mond

Seit einem halben Jahr erforscht das sowjetische Mondmobil Lunochod 1 den Erdtrabanten. Als am 17. November des vergangenen Jahres dieses Fahrzeug über die Gangway von Luna 17 auf den Mondboden rollte, konnte ein prinzipiell neues System der Kosmosforschung erprobt werden: das ferngelenkte ortsbewegliche automatische Laboratorium. Für den Transport des Mondmobils zum Erdtrabanten wurde ein geringfügig abgeänderter Raumflugkörper vom Typ Luna 16 gewählt. Anstelle des Rückkehrtriebwerkes und des Behälters für das Mondgestein enthielt die Landstufe nun das 750 Kilogramm schwere Mondmobil. Auch das Fahrzeug ist für eine Mehrfachnutzung ausgelegt. Das Fahrgestell ist mit Geräteteilen unterschiedlicher Form und Verwendung zu bestücken. Bei Lunochod 1 ist es ein Kegelstumpfaufsatz aus einer Magnesiumlegierung, der alle notwendigen Geräte und Einrichtungen enthält.

Besonders kompliziert war die Wahl der Fortbewegungsart; schreitende und springende Bewegungsarten wurden untersucht. Der Raupenantrieb schied wegen zu

her wurden Räder gewählt. Von einem Testmodell mit 36 Rädern ausgehend, fand man beim Acht-Rad-Einzelantrieb das Optimum. Die Steuerung jedoch ist dem Raupenantrieb entliehen. Nicht minder schwierig waren die Werkstoffprobleme zu lösen, denn beispielsweise haben Metalle unter kosmischen Bedingungen die Eigenschaft, sich bei gegenseitiger Reibung zu verschweißen.

Nach Abschluß dieser Arbeitsetappe wurden die Modelle auf ihre Funktionstüchtigkeit getestet. Zwar konnte man den Mondboden auf der Erde nachbilden, jedoch war die Bewegung des Rades unter den Bedingungen der vieler Reibungspaare aus, und da-

Mondgravitation nicht zu simulieren. Deshalb wurden dieser Vorgang sowie viele Geräte und Bauteile in früher gestarteten Raumschiffen erprobt.

Lunochod 1 hat in diesen sechs Monaten auf dem Mond eine Strecke von etwa neun Kilometer im westlichen Teil des Regenmeeres erforscht. Diese gewaltige Steinebene, umgeben von maximal 600 Meter hohen Kettengebirgen mit den Namen Alpen, Kaukasus, Apenninen und Karpaten, ist durch den Übergang vom Meerestyp zur Gebirgszone besonders interessant. Lunochod 1 untersuchte im Detail eine Fläche von rund 200 000 Quadratmeter und vermaß topographisch einen Geländestreifen von über sieben Kilometer Länge und bis zu 150 Meter Breite. Der automatische Mondforscher funkte bisher ungefähr 180 000 Telefotos der Mondoberfläche und mehr als 100 stereoskopische Panoramen der kraterdurchfurchten, steinübersäten lunaren Wüstenlandschaft zur Erde. Eine Bearbeitung der zur Erde übermittelten Aufnahmen wird es ermöglichen, dreidimensionale Modelle kleiner Gebilde der Mondoberfläche auf dem gesamten zu untersuchenden Abschnitt aufzubauen.

Lunochod 1 hat Mitte Mai seine siebente Arbeitsetappe auf dem Mond begonnen und damit nun schon sechsmal einen Temperaturunterschied von rund 280 Grad Celsius (von minus 130 Grad bis plus 150 Grad) ebenso überstanden wie das fast fünfmonatige Bombardement von Teilchen der kosmischen Strahlung sowie des Sonnenwindes. Lunochod 1 war für eine Lebensdauer von einem Vierteljahr ausgelegt. Nun arbeitet das Mondlaboratorium schon fast das Doppelte dieser Zeit.

Kosmos: Erfolge, Richtungen, Zielsetzungen

Die Zielsetzungen des sowjetischen Weltraumprogramms werden durch die Erfordernisse der Wissenschaft, der Volkswirtschaft, durch die Erfordernisse des wissenschaftlich-technischen Fortschritts bestimmt. Planmäßig und etappenweise erfaßt es die verschiedenen Bereiche des Studiums und der Erschließung des Weltraums.

Bei der Erforschung des kosmischen Raumes, des Mondes und der anderen Körper des Sonnensystems wird in der Sowjetunion gegenwärtig den automatischen Apparaten die führende Rolle zugewiesen. Wie vielleicht in keinem anderen Bereich der menschlichen Tätigkeit, bahnen sie im Weltraum den Menschen den Weg. Die Automaten, deren Möglichkeiten von Jahr zu Jahr wachsen, sind wahre Kundschafter im Weltraum. Für die nächsten Jahre werden sie das praktisch einzige Instrument der unmittelbaren Erforschung des erdfernen Kosmos und der Planeten bleiben. Nicht unwichtig ist auch der wissenschaftliche Aspekt: Die automatischen Apparate sind um vieles billiger als die bemannten Raumflugkörper.

Man darf jedoch die Bedeutung der Automaten und ihrer Möglichkeiten auch nicht verabsolutieren. Unsere treuen Helfer, die Automaten, können den Menschen natürlich nicht in allem ersetzen.

In der gegenwärtigen Etappe des sowjetischen Weltraumprogramms ist der erdnahe Raum der Hauptschauplatz der bemannten Flüge. Auf erdnahe Bahnen werden die bemannten Raumschiffe und Systeme entsandt, die für wissenschaftliche Forschungen vorgesehen sind, ebenso die Transportschiffe und die Orbitalstationen, die für eine längere Existenz ausgelegt sind. Den größten Nutzeffekt bringt die unmittelbare Mitwirkung des Menschen gerade beim Studium des erdnahen Weltraums sowie bei Beobachtungen von volkswirtschaftlicher Bedeutung — natürlich in Verbindung mit dem Einsatz automatischer Mittel. Bei der Wahl der vordringlichen Forschungsaufgaben stehen bei uns die Interessen der Wissenschaft und die volkswirtschaftliche Bedeutung der Experimente im Vordergrund.

Während im ersten Jahrzehnt die Möglichkeit eines Weltraumfluges des Menschen und der Arbeit im Weltraum bewiesen wurde, wird das zweite Jahrzehnt eine Periode der planmäßigen Forschungsarbeit des Menschen mit Hilfe kosmischer Orbitalstationen sein. Die Weltraumtechnik dürfte den Weg einer aufeinanderfolgenden Schaffung zunächst einfacher und später immer komplizierter und größerer Orbitalstationen einschlagen, die für wissenschaftliche Forschungen und für die Durchführung

wissenschaftlich-technischer Experimente im Weltraum geeignet sein werden. Es werden hinreichend universelle kosmische Forschungslaboratorien und spezialisierte Stationen entwickelt, zum Beispiel astronomische, astrophysikalische, radioastronomische außeratmosphärische Orbitalobservatorien. Solche Observatorien können als vollautomatische Flugkörper gebaut werden, aber auch als Flugkörper, die periodisch vom Personal aufgesucht werden, ohne daß sich an Bord des Observatoriums ständig eine Besatzung aufhalten muß.

In der UdSSR sind bereits erfolgreiche Experimente zur Lösung dieses Problems unternommen worden. Zweimal wurde die automatische Kopplung von Kosmos-Satelliten durchgeführt, die Handkopplung zweier bemannter Sojus-Raumschiffe wurde ausgeführt, und es wurde die erste experimentelle Orbitalstation geschaffen. Erstmals stiegen zwei Kosmonauten durch den kosmischen Raum aus einem Weltraumschiff in ein anderes um. Während des Gruppenfluges der Weltraumschiffe Sojus 6, Sojus 7 und Sojus 8 führten die Kosmonauten mit Handsteuerung umfassende Manöver durch, stellten wichtige wissenschaftliche und wissenschaftlich-technische Experimente an und erprobten unter anderem eine Apparatur für das Schweißen im Weltall. Wesentliche Bedeutung für die Zukunft haben die Experimente in der autonomen kosmischen Navigation. Während des Fluges des Raumschiffes Sojus 9 wurden die Erde aus dem Weltraum sowie der erdnahe Raum erforscht, wurden wissenschaftlich-technische und medizinisch-biologische Experimente zur Ermittlung des Einflusses der Bedingungen eines längeren Weltraumfluges auf den Organismus und die Arbeitsfähigkeit des Menschen angestellt. Nach dem Flug wurde der Anpassungsprozeß eines Menschen studiert, der nach einem längeren Aufenthalt unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit auf die Erde zurückgekehrt ist.

Der Flug der automatischen Station Luna 16, die Entnahme einer Mondgesteinsprobe mittels einer automatischen Bohrvorrichtung und deren Beförderung auf die Erde mit einer Rakete Mond-Erde eröffnen neue Aussichten für die Erforschung des Mondes und später auch der Planeten des Sonnensystems mit automatischen Mitteln. Dieser Flug hat bewiesen, daß man wertvolle wissenschaftliche Informationen über verschiedene Bereiche der Oberfläche anderer Himmelskörper durch automatische Stationen erhalten kann, die weitaus billiger sind als die bemannten Schiffe. Die Entwicklung des Mondmobils Lunochod 1 und die Erprobung seiner Arbeitsfähigkeit bei längerem Aufent-

halt auf der Mondoberfläche bestätigen, daß die Weltraumforschung ein prinzipiell neues Mittel für wissenschaftliche Forschungen auf der Mondoberfläche erhalten hat — das mobile automatische Laboratorium. Bei der Steuerung von Lunochod 1 wurden große Erfahrungen in der Lösung navigatorischer Aufgaben gesammelt. Die erprobte neue Methode zur Fernsteuerung mobiler Objekte über riesige Entfernungen kann den Systemen der Fernsteuerung von „Planetomobilen“ zugrunde gelegt werden.

Eine der wichtigsten Errungenschaften unseres Jahrhunderts, die Schaffung mächtiger Quellen kohärenter elektromagnetischer Strahlung im Lichtbereich, des Lasers, erschließt weite Perspektiven seiner Verwendung in der Weltraumforschung sowie bei der Erforschung des Mondes und der Planeten des Sonnensystems. Die ersten Experimente zur Laserortung des Mondes sind von amerikanischen und sowjetischen Wissenschaftlern bereits in den Jahren 1962—1963 angestellt worden. Damals gelang es, die Entfernung zwischen Erde und Mond mit einer Genauigkeit von ± 150 km festzustellen. Die Experimente sowjetischer Wissenschaftler mit Hilfe eines Speziallasers im Jahre 1966 ermöglichten es, die Entfernung bis zum Grund des Mondkraters „Flammarion“ bis auf einige hundert Meter genau zu messen. Auf Lunochod 1 ist ein Laserreflektor montiert, der von französischen Spezialisten gebaut worden ist. Er ermöglichte es, die Entfernung zwischen der Erdoberfläche und dem Standort des Mondmobils mit einer Genauigkeit von ± 1 Meter zu messen.

Mit solcher Exaktheit vorgenommene Messungen der Entfernungen bis zum Mond haben enorme Bedeutung sowohl für die Entwicklung der Weltraummechanik als auch für die Lösung vieler Probleme der Geodäsie und der dynamischen Geologie. Sie machen es möglich, die Parameter der Mondumlaufbahn zu präzisieren, die komplizierte Bewegung des Mondes um die eigene Achse (Libration) zu erforschen, neue Angaben über das Äußere des Mondes zu erhalten sowie exakte geodätische Messungen vorzunehmen und sogar so feine Erscheinungen wie die Drift der Kontinente und die Bewegung der Erdpole zu studieren.

Kaum zu unterschätzen ist die Bedeutung der Lasergeräte für die kosmische Verbindung und für die Übermittlung wissenschaftlicher Informationen im Kosmos, wo es für den Einsatz des Lasers keine Hindernisse gibt, die mit der Erdatmosphäre, mit Wolkennebeln und Niederschlägen, zusammenhängen. Bekannt ist: Je hö-

her die Frequenzen der elektromagnetischen Schwingungen, die zur Übermittlung von Signalen benutzt werden, desto größer ist der Umfang der Information, der bei sonst gleichen Bedingungen übermittelt werden kann. Die Verwendung der kohärenten elektromagnetischen Wellen im Lichtbereich erschließt gewaltige Möglichkeiten zur Schaffung von Nachrichtenkanälen hoher Durchlaßfähigkeit zwischen kosmischen Apparaten, Orbitalstationen, Raumschiffen, Satelliten und Stationen auf dem Mond und den Planeten. Diese Nachrichtenkanäle können zur Übermittlung wissenschaftlicher Informationen, zur Steuerungssignalen für das Fernsehen, für Fernspreverbindungen usw. benutzt werden.

Die komplizierten Aufgaben, die sich die moderne Wissenschaft und Technik stellen, erfordern immer häufiger eine komplexe Erforschung der Erscheinungen und Prozesse sowie die gleichzeitige Verwendung verschiedener Mittel der Weltraumtechnik — von Satelliten, Orbitalstationen, automatischen interplanetaren Stationen, von auf der Mondoberfläche und später auf der Oberfläche von Planeten des Sonnensystems arbeitenden Geräten, von Beobachtungsgeräten und -mitteln der Bodenstationen und Observatorien. Diese komplexen Forschungen und Experimente machen die Entwicklung der Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Fachkräften verschiedener Länder bei der Erforschung und Nutzung des kosmischen Raumes aktuell. Schon seit einigen Jahren geben die sozialistischen Länder ein Beispiel effektiver Verwirklichung komplexer wissenschaftlicher Experimente, zum Beispiel beim Start der Satelliten Interkosmos 1 und Interkosmos 4, die eine in der DDR, der Sowjetunion und der Tschechoslowakei entwickelte Apparatur an Bord hatten; gemeinsame Bodenbeobachtungen wurden in Bulgarien, der DDR, Rumänien, der Tschechoslowakei, der UdSSR und in Ungarn durchgeführt.

Die ersten Jahre der kosmischen Ära, das erste Jahrzehnt der kosmischen Flüge, in denen die Aufgabe der ersten Etappen der Eroberung des Weltraums gelöst, bahnbrechende Entdeckungen gemacht und von mutigen Kosmonauten viele Pionierleistungen vollbracht wurden, ergaben ein riesiges Faktenmaterial. Dessen Analyse und die Entwicklungsprognose für dieses Wissensgebiet ermöglichen es heute, die konkreten Wege der weiteren Erforschung und Erschließung des Kosmos im Interesse der Wissenschaft, im Interesse des technischen und sozialen Fortschritts der Menschheit vorzuzeichnen.

Akademienmitglied Boris Petrow