

Wanderer auf dem Mond

Die Landeplätze auf unserem kosmischen Trabanten lassen viel zu wünschen übrig. Die automatische Station Luna 21 ging dicht am Rande eines Kraters nieder, dessen Wände fast senkrecht abfielen. Die Selenologen haben das nicht gleich bemerkt. Der von Luna 21 abrollende Lunochod 2 tauchte zunächst tief in den Krater. Dennoch konnte man von einer glücklichen Landung sprechen.

„Natürlich kann man hier auch von Glück reden“, sagte der technische Leiter der Bo-

Einen vielbeachteten Platz in der Handels- und Industrieausstellung der UdSSR 1974 in Düsseldorf nehmen die Exponate ein, die sich auf die Weltraumforschung beziehen, darunter ein Modell des Mondmobils Lunochod 2. Wie arbeitete dieses Gefährt, das im Januar 1973 von Luna 21 im Lemonier-Krater des Mondes abgesetzt wurde, was suchte Lunochod 2 auf dem Mond, wie wurde er gesteuert? Wir veröffentlichen nachfolgend einige Notizen des Korrespondenten Wladimir Gubarew, der die Tätigkeit der Wissenschaftler und Ingenieure, aus denen die Mannschaft von Lunochod 2 bestand, in der Bodenstation, dem Zentrum für kosmische Fernverbindung, beobachtete.

denstation, „aber ich vertraue auch voll und ganz den Berechnungen und den zuverlässigen Instrumenten von Luna 21 . . .“

Vom Bildschirm verschwindet jetzt das Kontrollnetz. Man sieht nun die wellige Horizontlinie — die Mondberge. Man könnte sie mit irdischen Hügeln vergleichen, der Taurus ist aber an die 2000 Meter hoch und ist schon ein Teil einer ausgesprochenen Gebirgskette.

Lunochod 2 wendet. Luna 21 hebt sich vom Hintergrund der weißen Berge deutlich ab. Ein schöner Anblick. Die tote Mondlandschaft bekommt gewissermaßen Leben dadurch. Es ist ein angenehmes Gefühl, inmitten dieser fremden und unwirklichen Welt etwas Vertrautes, Irdisches zu sehen . . . Das kosmische Gerät ähnelt einer Krabbe, die am Meeresboden liegt. Sehr deutlich sind die Rampen zu erkennen, die das Fahrzeug hinabgerollt ist, und auch seine Radspuren im Mondstaub. Sie winden sich bizarr, und man kann sich davon überzeugen, daß sich Lunochod 2 bei seinen ersten Arbeitsversuchen genau auf dem Kamm des Kraters bewegt hat. „Die reinste Mondakrobatik“, meint einer der Steuerungsfachleute.

Lunochod 2 ist jetzt eine Schleife gefahren, unternimmt eine Art Sondierung des Ter-

rains und kehrt nun zu seinem Ausgangspunkt zurück.

Nun wird das Programm einer neuen Funkverbindung mit Lunochod 2 aufgestellt. Das Generalprogramm des Experiments, das lange vor dem Start von Luna 21 ausgearbeitet wurde, wird dabei genau eingehalten. Die Untersuchung des Landungsortes ist schließlich abgeschlossen. Das Bild auf dem Bildschirm schwankt. Der Horizont verschwindet. Das bedeutet, daß sich das Fahrzeug geneigt hat und nun den Kamm des nächsten Kraters hinabrollt. Dann taucht wieder eine wellige Gebirgslinie auf — Lunochod 2 klettert demzufolge einen Abhang hinauf. „Die Bedingungen auf dem Boden sind gut“, meldet die Tonverbindung.

Der Bildschirm nimmt eine ganze Wand im Saal der Bodenstation ein — der Mond scheint uns von allen Seiten zu umgeben. In der Ferne verschwindet die bizarre Radspur von Lunochod 2. Sie windet sich bald einen Abhang hinauf, bald in den Schlund eines Kraters hinab. Plötzlich scheint Lunochod 2 ziemlich lange auf der Stelle zu

treten, fährt vorwärts, kehrt zurück, wendet sich und fährt wieder vorwärts. Warum bewegt er sich hier so sonderbar? Worauf ist er hier so neugierig?

Die Spuren verlaufen hier strahlenförmig nach verschiedenen Seiten, sie erinnern an einen vierzackigen Stern. Wie erklärt sich das?

Lunochod 2 ist ein im Vergleich zum ersten Mondfahrzeug verbessertes Modell. Es entwickelt größere Geschwindigkeiten, seine Steuerung ist zuverlässiger. Dazu kommen aber noch der ungestüme Fortschritt der kosmischen Wissenschaften und die neuen Methoden der Mondforschung.

Was hat der erste Lunochod der Wissenschaft gebracht? Eine riesige Menge neuer Informationen über die chemischen und physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Mondes, über einige Besonderheiten seiner Geographie und Geologie, wenig oder nichts aber über die Krater, die wir auf den Panorambildern sahen. Auf dem zweiten Lunochod wurde deshalb ein Magnetometer

installiert, wodurch verschiedene Mondobjekte gründlicher erforscht werden können.

Lunochod 2 wendet dem Krater, den die Selenologen als den für die Forschungen am besten geeigneten betrachteten, den Rücken und entfernt sich 40 Meter von ihm. Dann hält er an und dreht um 180 Grad.

„Vorwärts!“ befiehlt dann der „Kommandeur“ in der Bodenstation.

Auf dem großen, die ganze Wand einnehmenden Bildschirm zeichnet sich die soeben von dem Fahrzeug hinterlassene Radspur ab. Der „Fahrer“ lenkt das Mondfahrzeug genau in diese Spur zurück. Es taucht der zerdrückte Stein wieder auf, über den das Fahrzeug vor einer Stunde gefahren ist. Lunochod 2 hält an, die Fernsehkameras richten sich auf den Stein. Die Wissenschaftler beraten sich im Flüsterton. „Jetzt kann er weiterfahren“, bemerkt Alexander Basilewski.

Und nun sehen wir den aufgelockerten Boden und noch eine Radspur, denn hier begann Lunochod 2 seine strahlenförmigen Spuren zu zeichnen.

„Da sind wir ziemlich lange auf der Stelle getreten“, sagt der technische Leiter. „Es scheint, als arbeiteten hier mehrere Mondfahrzeuge auf einmal . . .“

Auf dem Bildschirm erscheint nun ein schwarzer Fleck: der Krater, um dessen Rand sich die „Strahlen“ abzeichnen. Lunochod 2 rollt dicht an den Kratertrand heran. Das an einer Außenstange angebrachte Magnetometer muß sich nämlich über den Kratertrand beugen.

„Noch einen Meter weiter“, befiehlt der „Steuermann“.

Der „Fahrer“ drückt den Hebel nach vorn und rückt ihn sofort wieder in die neutrale Lage zurück.

„Gut so. Die Anfahrt haben wir geschafft. Wir befinden uns ganz dicht am Kratertrand.“

Nun beginnt „Rifma“, ein Gerät, das die chemische Zusammensetzung des Mondbodens erforscht, seine Arbeit. Zudem werden wieder Panoramaaufnahmen gemacht.

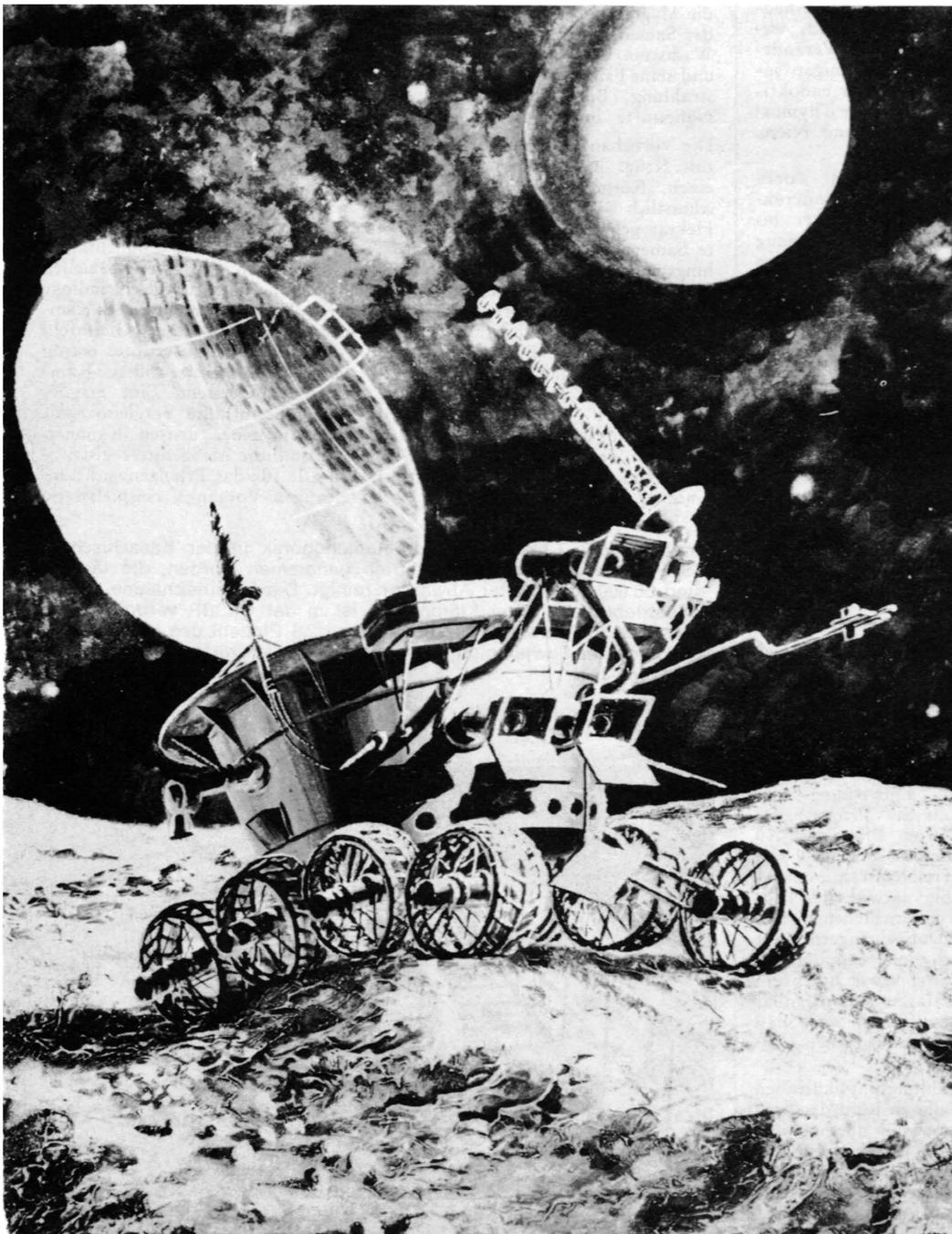
„Der Krater, dessen Umgebung wir jetzt untersuchen“, sagt Boris Nepoklonow, „ist zwei bis drei Millionen Jahre alt. Nach Meinung einiger Wissenschaftler hat der Mond früher ein eigenes Magnetfeld besessen. Wenn dem so ist, dann muß er beim Aufprall eines Meteoriten gewissermaßen eingefroren sein. Die Paläomagnetforschungen auf der Erde lieferten viele Aufschlüsse über die Vergangenheit unseres Planeten, nun können wir von ähnlichen Experimenten an der Mondoberfläche sprechen . . .“

„Langsame Fahrt — zurück!“ befiehlt der Kommandeur.

Lunochod 2 rückt vom Krater ab, wendet. Auf dem Bildschirm huscht sein Schatten vorbei.

Und wieder eine Radspur, die zu neuen Kratern führt. Das Mondfahrzeug rollt weiter und hinterläßt Radspuren in einer Welt, die wir gestern noch als rätselhaft bezeichnet haben.

Lunochod 2 auf dem Mond. Eine Zeichnung von Andrej Sokolow



Biologisches Laboratorium im Weltraum

Sowjetische Wissenschaftler haben anhand eines Experiments, das an Bord des künstlichen Erdsatelliten Kosmos 605 ausgeführt wurde, wichtige biologische Erkenntnisse gewonnen. Der Erdsatellit, der einige Dutzend Ratten, vierzehn Landschildkröten, Insekten, niedere Pilze und Bakterialsoren an Bord hatte, wurde am 22. November 1973 gestartet und landete nach dreiwöchigem Flug wieder auf der Erde. Mit diesem komplexen und völlig automatisierten biologischen Experiment sollte die Wirkung verschiedener Faktoren des kosmischen Fluges, vor allem der Schwerelosigkeit, auf die Struktur und die Funktion lebender Organismen ermittelt werden.

In einem Laboratorium des Instituts für medizinisch-biologische Probleme wurde ein gleichlaufendes, sorgfältig vorbereitetes Kontrollexperiment durchgeführt. Im Modell eines Landeapparats wurden Container mit der gleichen Zahl von Lebewesen untergebracht wie im Landeapparat von Kosmos 605. Sofort nach der Landung des Erdsatelliten am 22. November 1973 wurden die Tiere in einem fahrbaren biologischen Laboratorium zum ersten Mal untersucht und in mehrere Gruppen eingeteilt. Die eine Gruppe bildeten Tiere, die sich im Kosmos befanden, sowie Kontrolltiere von der Erde, die unmittelbar nach der Landung miteinander verglichen wurden. Eine weitere Gruppe wurde 25 Tage nach dem Flug untersucht, andere Tiere sollen erst nach geraumer Zeit untersucht werden, um eventuelle Auswirkungen des Weltraumfluges festzustellen. Die Auswertung des Informationsmaterials wird in Forschungsinstitutionen des Ministeriums für Gesundheitswesen der UdSSR, der Akademie der Medizinischen Wissenschaften und der Akademie der Wissenschaften der UdSSR vorgenommen. Einer der Leiter des Experiments erklärte in einem TASS-Interview, das Wichtigste an dem erfolgreichen Experiment bestehe darin, daß

es gelungen sei, umfangreiches statistisch zuverlässiges Material über die Wirkung der Schwerelosigkeit auf den lebenden Organismus zu erhalten. Eine so große Zahl von Säugetieren habe sich bisher noch nie an Bord eines künstlichen Satelliten befunden. Das habe selbstverständlich den wissenschaftlichen Wert der gewonnenen Informationen erhöht.

Der Wissenschaftler teilte mit, daß typische Veränderungen des lebenden Organismus ermittelt werden konnten, die mit der Verlangsamung seiner Reaktionen nach einem Flug zusammenhängen. Neue Fakten hätten die bereits in der kosmischen Medizin und Biologie bekannte Feststellung ergänzt, daß bei anhaltender Schwerelosigkeit die Stoffwechselprozesse merklich beeinflußt werden. Bei den Tieren wurden beispielsweise eine Erschwerung der Gewebeatmung, eine Senkung der Körpertemperatur, Veränderungen in einigen Muskeln und ein Rückgang der Bildung roter Blutkörperchen im Knochenmark festgestellt. Die Festigkeit der Knochen in den Gliedmaßen der Tiere hatte sich wesentlich vermindert. Auch Veränderungen des Gewichts einiger innerer Organe und einiger endokriner Drüsen, der Milz, der Thymusdrüse, der Nebenniere und Niere, wurden ermittelt.

Im Organismus konnten jedoch keine pathologischen Veränderungen gefunden werden. Drei bis vier Wochen nach der Landung waren in bezug auf die meisten Daten zwischen den Tieren, die sich im Weltall befanden, und ihren „Doubles“ auf der Erde keine Unterschiede festzustellen.

Zum ersten Mal hatte sich bei derartigen Forschungen eine zweite Generation von Insekten, und zwar von Taufliegen, in der Schwerelosigkeit entwickelt. Die Fachleute konnten keine Unterschiede in der Größe und im Charakter der genetischen Information zwischen der ersten und der zweiten Generation entdecken. Dasselbe gilt auch für Mehlkäfer, die während eines Raumfluges verschiedene Entwicklungsstadien vom Ei bis zur Larve durchmachten. Es ist bemerkenswert, daß bei den Experimenten mit Bakterialsoren ebenfalls keine Wirkung der Schwerelosigkeit auf das Überleben und den genetischen Apparat festgestellt wurde.

Experimentell bestätigt wurde die Tatsache der Einwirkung der Schwerelosigkeit auf Prozesse der Formbildung von Pflanzen. An Bord von Kosmos 605 befand sich ein kleines „Treibhaus“ mit niederen Pilzen. Sie entwickelten sich eigenartig. So unterschieden sie sich von ihren „Doppelgängern“ auf der Erde durch einen sehr dünnen, gewundenen Stiel sowie durch ein massiveres Pilzlager, was offenbar darauf zurückzuführen war, daß die Einwirkung der irdischen Gravitation fehlte.

Dank der strahlungsphysikalischen Experimente, die an Bord des Erdsatelliten Kosmos 605 durchgeführt wurden, konnte das System des Strahlenschutzes für Besatzungen von Raumschiffen und für Geräte

von kosmischen Apparaten weiterhin verbessert werden. Im Ergebnis des Fluges wurden neue Werte über die Effektivität des elektrostatischen Schutzes gegen geladene Teilchen gewonnen. Erprobt wurden Apparaturen zur Bildung eines elektrischen Feldes um Raumschiffe und zur Ablenkung der Ströme geladener Teilchen im Weltraum. Auch neue Typen von Strahlungskontrollgeräten wurden erprobt.

Die Marsforschung der nahen Zukunft

Leben auf dem Mars wenigstens in niederen Formen vorzufinden, diese alte Hoffnung ist erneut genährt worden, als amerikanische Wissenschaftler auf Marsfotos ihrer Mariner-Sonden tiefe Oberflächeneinbrüche entdeckten, in denen sich eine „Restfeuchtigkeit“ gehalten haben könnte. Damit wäre eine Voraussetzung für die Existenz niederer Organismen gegeben.

Endgültige Antwort auf diese Frage erwarten amerikanische Wissenschaftler — so erklärten sie im Oktober vergangenen Jahres auf dem internationalen Raumfahrtkongreß in Baku — frühestens im Jahre 1975. Zu diesem Zeitpunkt wollen sie eine Viking benannte Sonde weich auf dem Mars landen. Die Sonde soll so ausgerüstet sein, daß sie chemische und physikalische Untersuchungen an Ort und Stelle vornehmen kann, aus deren Ergebnissen möglicherweise ersichtlich ist, ob es niedere Lebensformen gibt.

Auf die Suche nach Lebensspuren begaben sich auch die vier sowjetischen Sonden, die 1973 in Richtung Mars gestartet wurden.

Bereits bei der Eröffnung des Raumfahrtkongresses in Baku hatte der Präsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Prof. Mstislaw Keldysch, in einem Vortrag darauf hingewiesen, daß die Frage nach auf dem Mars vorkommendem Leben erst dann endgültig entschieden werden könne, „wenn Stoffe von der Marsoberfläche zur Erde gebracht worden sind“.

Zugleich sprach Prof. Keldysch von „Automaten der nächsten Generation, die einen hohen Grad der autonomen Bewegung auf einer Planetenoberfläche besitzen und über Fähigkeiten verfügen, die Umwelt wahrzunehmen, sie zu analysieren und selbständig über weitere Handlungen zu entscheiden. Solche Automaten zu entwickeln, ist mit Problemen verbunden, die gegenwärtig unter den Begriffen ‚künstlicher Intellekt‘ und ‚Integralroboter‘ zusammengefaßt werden“.

Wie solche „intelligente Automaten“ aussehen könnten, zeigte ein Film über ein sowjetisches Modell, das je nach angebotenen Bedingungen selbsttätig Entscheidungen trifft. Zunächst allerdings nur als reine Rechenoperation im Computer. Das Modell selbst ähnelt einem sechsbeinigen Käfer, dessen „Körper“ einen Computer sowie Instrumente, Anlagen zur Energieversorgung und Senso-

ren trägt. Dem „Käfercomputer“ werden im Labor Daten eingegeben, wie sie die Sensoren, die „Fühler“ des Planetenroboters, auf dem Mars vorfinden könnten. Dazu gehören Angaben über starke Steigungen, geröllreiche Wegstrecken, große „Schlaglöcher“, plötzlich auftauchende tiefe Risse in der Oberfläche, große Oberflächeneinbrüche usw. Auf all diese Ereignisse reagiert das Fahrzeug selbsttätig, innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde und durchaus folgerichtig. Der Mensch ist im Gegensatz zum Computer nicht in der Lage, dem sechsbeinigen Läufer so schnell koordinierte Steuerbefehle zu geben, wie sie eine plötzlich auftretende Situation verlangen würde. Ein solcher Versuch wäre in Wirklichkeit ohnehin wertlos, denn ehe der Marsroboter Antwort auf eine Frage von der Erde erhalten könnte, vergingen auf Grund der großen Distanz Erde—Mars bis zu 40 Minuten.

Der vorgestellte „Automat der nächsten Generation“ ist folglich wesentlich komplizierter zu dirigieren als das bekannte Mondmobil Lunochod. Allein schon die „Gangart“ unterscheidet sich ja grundsätzlich von dem radangetriebenen Mondfahrzeug und verlangt eine ständige Bewegungskoordination der sechs Beine.

Andere Konzeptionen gehen noch weiter und fassen bemannte Marslaboratorien ins Auge. Ein bemanntes Marslabor wird mit großer Wahrscheinlichkeit eine Forschungsstätte sein, die sich unmittelbar und ausschließlich mit der Marsoberfläche beschäftigt. Für astrophysikalische Zwecke, also für Himmelsbeobachtungen, erscheint der Mars wegen seiner zwar sehr dünnen, aber doch vorhandenen Atmosphäre und vor allem wegen der von Zeit zu Zeit auftretenden Staubstürme als ungeeignet. Außerdem brauchte man für derartige Zwecke kein so aufwendiges Unternehmen wie einen Flug zum Mars zu starten, der Mond bietet dafür auf Grund seiner Atmosphärenlosigkeit und seiner „Oberflächenruhe“ beste Voraussetzungen.

Hingegen scheinen die Bedingungen für den Menschen auf dem Mars freundlicher zu sein als auf dem Mond, da der Mars viele Mineralien besitzt, die der Mensch bei einem Aufenthalt nutzen könnte. Bis zum Jahre 1980 wird man mit großer Wahrscheinlichkeit geklärt haben, ob es dort Formen von Leben gibt und welche Bedingungen für ein bemanntes Labor vorhanden sind.

Automatische Sternanalysen

Ein neues Teleskop ist im astrophysikalischen Observatorium der estnischen Akademie der Wissenschaften unweit der Universitätsstadt Tartu in Betrieb genommen worden. Das Teleskop hat einen Durchmesser von anderthalb Metern.

Die astronomischen Beobachtungen, die mit dem neuen Teleskop durchgeführt werden, sind weitgehend automatisiert worden. Zu diesem Zweck wurde das Teleskop mit einer elektronischen Rechenanlage gekoppelt. Automatisierte Mikrophotometer fertigen Spektralanalysen kosmischer Objekte an. Estnische Wissenschaftler entwickelten diesen Gerätetyp.

Wettersatellit gestartet

Am 5. März wurde in der Sowjetunion ein weiterer Wettersatellit vom Typ Meteor gestartet. Seine Hauptaufgabe besteht in der Übermittlung meteorologischer Informationen, die für den operativen Wetterdienst der Schifffahrt und des Luftverkehrs benötigt werden.