

Sonde 8 umflog den Mond

Am 20. Oktober 1970 wurde in der Sowjetunion die automatische Station Sonde 8 gestartet. Die Station wurde von der Parkbahn eines künstlichen Erdsatelliten aus auf die vorgesehene Flugbahn in Richtung Mond eingesteuert. Sie nahm physikalische Forschungen auf der Flugbahn und im mond-nahen Raum vor, fotografierte die Erde, den Mond und seine Oberfläche aus verschiedener Entfernung und erprobte verbesserte

Bordsysteme, Aggregate und Konstruktionen von Raumapparaturen. Die Sonde umflog am 24. Oktober den Mond; am 27. Oktober kehrte sie nach Erfüllung ihres Flugprogramms zur Erde zurück und ging im vorgegebenen Gebiet des Indischen Ozeans, 730 Kilometer südöstlich des Chagosz-Archipels, nieder, wo sie von einem Schiff der sowjetischen Bergungsflotte an Bord genommen wurde. Der Eintritt der Station Sonde 8 in die Erdatmosphäre erfolgte diesmal auf der nördlichen Halbkugel, um eine der möglichen Varianten für die Rückkehr von Weltraumschiffen zur Erde zu überprüfen. Die Bodenstationen auf dem Territorium der Sowjetunion konnten dabei die Annäherung der Station zur Erde auf einem längeren Abschnitt der Flugbahn kontrollieren.

Vom Mond zu den Planeten

Die letzten Jahre der Raumfahrt-technik haben gezeigt, daß die Verwendung kosmischer Apparate zu einem festen Bestandteil der Erforschung des Mondes und der uns am nächsten gelegenen Planeten unseres Sonnensystems geworden ist, weil sie die effektivste und aussichtsreichste Methode darstellt. Die erfolgreiche Einbringung von Mondgesteinsproben mit Hilfe der sowjetischen Station Luna 16 ist dafür ein überzeugender Beweis.

In der elfjährigen Geschichte der Erforschung des Mondes mit Hilfe von Raketen wurde eine ganze Reihe von Experimenten unternommen, von denen jedes einen bedeutenden Beitrag zur Erforschung des Mondes leistete. Die weiche Landung der sowjetischen automatischen Stationen der Luna-Serie und der amerikanischen Surveyor-Sonden, das Betreten der Mondoberfläche durch den Menschen mit Hilfe der Apollo-Schiffe, der Start kosmischer Apparate auf eine Mondumlaufbahn und schließlich das beispiellose Experiment der sowjetischen automatischen Station Luna 16 kennzeichnen den Weg zur Erforschung des Mondes durch den Menschen.

Insbesondere das letzte Experiment kann mit Recht als richtungweisend bezeichnet werden, weil es ein wesentliches Korrektiv bei der Wahl des optimalen Weges zur Erforschung der Himmelskörper mit Hilfe kosmischer Apparate darstellt und auch die Untersuchung der Oberflächen anderer Planeten bereits in naher Zukunft ermöglicht. Mondflüge zum Einbringen von Gesteinsproben sind von relativ kurzer Dauer und können daher sowohl mit automatischen Stationen als auch bemannten Raumschiffen durchgeführt werden. Bei Flügen zu den Planeten, die viele Monate dauern, ergeben sich dagegen all jene Schwierigkeiten, die mit einem längeren Aufenthalt des Menschen im Weltraum verbunden sind. Im übrigen ist das Betreten solcher Planeten wie zum Beispiel der Venus in nächster Zeit wegen der dort herrschenden extremen Drücke und Temperaturen ohnehin praktisch unmöglich. Selbst bei der Erforschung des Mondes wird man die automatischen Stationen vorziehen, weil ihr Flug nicht mit einem Risiko für Menschenleben verbunden ist.

Die Untersuchungen morphologisch verschiedener Gebiete der Mondoberfläche durch automatische Stationen werden schon in nächster Zeit viele neue Erkenntnisse über das Alter und die Evolution des Mondes selbst wie auch des ganzen Sonnensystems vermitteln. Ins-

besondere besteht jetzt die reale Möglichkeit, in den oberen Schichten des Mondbodens automatische Bohrungen vorzunehmen und die unterschiedliche physikalisch-chemische Beschaffenheit des Mondbodens in größeren Tiefen zu untersuchen. Somit wird gegenwärtig die effektive, im Grunde genommen unter laboratoriumsähnlichen Bedingungen stattfindende Erforschung unseres natürlichen Trabanten fortgesetzt.

Gleichzeitig damit schreitet die Erforschung der Venus und des Mars fort. Auf dem Flug zur Venus befindet sich die sowjetische automatische Station Venus 7, die die Tiefensondierung der Venusatmosphäre fortsetzen soll. Die automatischen Stationen der Venus-Serie, die schon früher in die Venusatmosphäre eintauchten, vermittelten den Wissenschaftlern reiche Kenntnisse über deren chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften.

Zugleich spielen bei der Erforschung der Venus auch die Beobachtungen von der Erde aus eine wichtige Rolle, vor allem die radioastronomischen Beobachtungen, durch die in letzter Zeit die Umdrehungsträgheit des festen Körpers des Planeten festgestellt und wertvolle Angaben über die Temperaturverhältnisse in der Nähe seiner Oberfläche gewonnen werden konnten. Die regelmäßigen optischen Beobachtungen der äußeren Schichten der Venusatmosphäre, mit denen die Bewegungsgeschwindigkeit der Ungleichartigkeiten der Atmosphären ermittelt werden soll, sind von großem Interesse für die Untersuchung der Zirkulation der Atmosphäre des Planeten.

Während die durch eine mächtige Atmosphäre verborgene Oberfläche der Venus wohl nur durch automatische Stationen erforscht werden kann, ist die Oberfläche des Mars durch dessen dünne Atmosphäre gut sichtbar. Die langjährigen visuellen und photographischen Beobachtungen ermöglichten es daher, Karten der Mondoberfläche zusammenzustellen, saisonbedingte Veränderungen festzuhalten und die Bewegung der Wolken zu verfolgen. Heute kann man bereits einigermaßen zuverlässig den allgemeinen Zustand der sichtbaren Oberfläche des Planeten skizzieren, darunter das Niveau der Kontraste auf der Oberfläche, den Umfang der Polarkappen, die Intensität der Wolkenbildung und anderes mehr.

Aber auf dem Mars wurden auch manche ungewöhnlichen Erschei-

nungen beobachtet, bei denen bisher nicht geklärt werden konnte, welchen Gesetzmäßigkeiten sie unterliegen. Dazu gehören unter anderem die sogenannten Staubstürme, während derer sich die für gewöhnlich deutlichen Kontraste der Marsoberfläche wesentlich verringern. Eine andere ungewöhnliche Erscheinung ist die manchmal zu bemerkende Vergrößerung der Durchsichtigkeit der Marsatmosphäre, die wiederum zu einer bedeutenden Verstärkung der Kontraste der Oberfläche führt. Photometrische Beobachtungen ergaben, daß die Marsatmosphäre eine verhältnismäßig große Menge von Aerosolen enthält, deren Natur noch nicht endgültig geklärt ist. Gewichtige Gründe sprechen aber dafür, daß die physikalischen Bedingungen in der oberen Marsatmosphäre (in rund 20 bis 30 Kilometer Höhe) günstig für die Kondensation des Kohlendioxids sind, das den Hauptbestandteil der Marsatmosphäre bildet. Offensichtlich werden die Schwankungen in der Durchsichtigkeit der Marsatmosphäre durch mehr oder weniger krasse Veränderungen der Aerosolmengen in diesen Höhen ausgelöst, die wiederum auf Temperaturschwankungen zurückzuführen sind.

Bei Beobachtungen von der Erde aus konnte erst kürzlich Klarheit über den Atmosphärendruck der Marsoberfläche gewonnen werden. Wenn die vorherigen photometrischen und Polarisationsmessungen einen Druck von rund 100 Millibar ergaben, so zeigten die spektrophotometrischen Beobachtungen der infraroten Linien des kohlen-sauren Gases einen Druck an, der um eine Größenordnung geringer war. Hier erwiesen die automatischen Stationen den Wissenschaftlern große Dienste. Die mit ihnen vorgenommenen Untersuchungen und Messungen bestätigten, daß der Atmosphärendruck auf der Marsoberfläche nur zehn Millibar erreicht. Heute kann man sagen, daß der höhere Druck, den die früheren photometrischen und Polarisationsmessungen ergaben, eine Folge der nicht hinreichend genauen Berücksichtigung des Einflusses der Aerosole in der Atmosphäre war.

Nach der Präzisierung des Atmosphärendrucks auf dem Mars haben aber auch die photometrischen und Polarisationsmessungen einen Sinn erhalten, weil sie ermöglichen, die volle optische Dicke der Marsatmosphäre festzustellen und damit die Eigenschaften der Aerosole in der Atmosphäre des Planeten zu untersuchen.

Die ersten annähernden Berechnungen, die die Mitarbeiter des Astronomischen Hauptobservatoriums der Ukrainischen SSR anstellten, zeigten, daß die Aerosolenkomponente der Marsatmosphäre die Gaskomponente um ein Vielfaches übertrifft. Die erwähnten Staubstürme auf dem Mars, die während der großen Opposition von 1956 besonders häufig waren, sprechen für das Vorhandensein einer großen Menge von Staubpartikeln in der Marsatmosphäre. In einer anderen Periode zeugen die sogenannten gelben Wolken, die wiederholt von Beobachtern verzeichnet wurden, vom Vorhandensein von Staub in der Marsatmosphäre.

In Zukunft werden bei den Untersuchungen der Intensität und der Rolle der Stauberosion auf dem Mars die Angaben über die Atmosphärenzirkulation von großem Interesse sein. Gegenwärtig können wir konstatieren, daß sich die Oberflächenschicht des Mars nicht wesentlich von der des Mondes unterscheidet, wenn sie allgemein auch weniger porös ist. Es ist nicht auszuschließen, daß die Oberfläche dieses Planeten — zumindest auf den Kontinenten — mit einer Staubschicht bedeckt ist. Das werden aber erst die automatischen kosmischen Apparate in der Zukunft bestätigen können.

Durch die langjährige, zielstrebige Arbeit der Astronomen und besonders die erfolgreichen kosmischen Experimente sind bereits viele Geheimnisse des Mars gelüftet worden. Wir wissen ziemlich viel über die Zusammensetzung seiner Atmosphäre und haben interessante topographische Besonderheiten der von vielzähligen Kratern übersäten Marsoberfläche festgestellt. Es haben sich gewichtige Argumente dafür ergeben, daß die Polarkappe des Mars aus einer ziemlich dicken Schicht festen Kohlendioxids besteht.

Aber es gibt noch zahlreiche weitere Fragen, die erst mit Hilfe der kosmischen Technik gelöst werden können. 1971 steht die nächste große Opposition bevor, und die Wissenschaftler bereiten sich sorgfältig darauf vor.

Das kosmische Experiment mit der automatischen Station Luna 16 hat uns der Zeit bedeutend nähergebracht, da in den Laboratorien der Wissenschaftler Proben des Marsbodens untersucht werden können und ein neues Kapitel der Erforschung des geheimnisvollen Planeten beginnen wird.

Dr. Iwan Kowal

Vorsitzender der Kommission für Physik der Planeten des Astronomischen Rates der Akademie der Wissenschaften der UdSSR

Kybernetische Methoden in der Astronomie

Die neuen astronomischen Forschungsmethoden und die neue Beobachtungstechnik, vor allem die der Radioastronomie, lassen es als möglich erscheinen, daß wir früher oder später andere Zivilisationen im Weltall entdecken. Vielleicht befinden sich fremde Zivilisationen schon längst in dem von unseren astronomischen Instrumenten erfassbaren Raum, ohne daß wir etwas von ihnen ahnen? Vielleicht sind solche andere Welten der unseren derart unähnlich, daß wir nicht imstande sind, sie als Zivilisation zu begreifen? Zahlreiche astronomische Erkenntnisse legen die Schlußfolgerung nahe, daß es unter den Milliarden Sternen unserer Galaxis, der ja auch unser Sonnensystem angehört, eine Vielzahl von Sonnen gibt, die ebenfalls Planetensysteme haben, und daß sich unter diesen wiederum eine bestimmte Anzahl von Planeten finden, deren Verhältnisse die Entstehung und Entwicklung von hochorganisierten Formen der Materie — das heißt vernunftbegabter Lebewesen — möglich machen. Bedenkt man ferner, daß sich außer unserer Galaxis und dem für uns erfassbaren Teil des Weltalls noch viele andere Galaxien mit etwa derselben Sternenzahl im All befinden, so läßt sich mit noch größerer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß es eigentlich noch mehr bewohnte Welten geben müsse.

Wenn aber im Weltall weitere Zivilisationen existieren sollten, wie können wir sie dann angesichts der enormen kosmischen Entfernungen entdecken? Es wäre viel zu optimistisch, ausgerechnet in den uns benachbarten Planetensystemen Zivilisationen zu vermuten. Eher ist anzunehmen, wie dies auch Wahrscheinlichkeitsrechnungen bestätigen, daß sich die nächste Zivilisation wahrscheinlich Hunderte, wenn nicht gar Tausende Lichtjahre von uns entfernt befindet. Bei solchen Entfernungen lassen sich mit Hilfe optischer Teleskope kaum Beweise gesellschaftlicher Tätigkeit entdecken. Ganz andere Möglichkeiten eröffnen sich hier jedoch durch die Radioastronomie.

Man kann mit großer Sicherheit davon ausgehen, daß eine solche Zivilisation in einer bestimmten Etappe ihrer Entwicklung zwangsläufig zur Erfindung und Anwendung funkt technischer Nachrichtenmittel gelangen wird. Wenn man ferner annimmt, daß Zivilisationen im Weltall gegenseitige Kontaktaufnahme und einen Informationsaustausch anstreben und daß sie ferner — im Falle hochentwickelter „Superzivilisationen“ — intensive Funkverbindungen mit ihren Raumschiffen aufrechterhalten, so kann versucht werden, solche Zivilisationen mit Hilfe leistungsfähiger und hochempfindlicher Radioteleskope zu entdecken.

Es wäre grundsätzlich möglich, die von einer erdenähnlichen Zivilisation gesendeten Signale zu dechiffrieren. Die Aufgabe der empfangenden Zivilisation bestünde darin, den Sinn einzelner Zeichen in der Sendung zu „erraten“, die der sendenden hingegen darin, dem Adressaten mit viel Ausdauer nach und nach den Sinn der Symbole beizubringen und die Sendung vielleicht sogar durch eine Bildübertragung zu „illustrieren“.

An sich ist dies kein astronomisches Problem; es ist mit Hilfe von Methoden mehrerer wissenschaftlicher Disziplinen zu lösen, die sich unter dem Begriff der Kybernetik zusammenfassen lassen. Kybernetische Methoden gestatten es, verschiedene Systeme nach ihrem Organisationsstand und ihren funktionalen Fähigkeiten zu klassifizieren. Grundsätzlich ließen sich in diese Klassifizierung — obwohl es bis zur endgültigen Lösung der Aufgabe noch sehr weit ist — Systeme einordnen, die ihren „Fähigkeiten“ nach der irdischen Zivilisation ähneln; somit ließe sich der

Begriff „Zivilisation“ eindeutig definieren, aber auch feststellen, welche Besonderheiten in dem „Verhalten“ des Systems die Zivilisation als solche charakterisieren. In die Klasse der kosmischen Zivilisationen ließen sich dann „menschliche“ Zivilisationen sowie beliebige sonstige „Formen des vernunftbegabten Daseins“ einordnen, falls diese Formen hinreichend bestimmte Parameter aufweisen, die uns ein Urteil erlauben, ob wir es tatsächlich mit einem hochspezialisierten, zu einer zweckmäßigen Tätigkeit fähigen System zu tun haben. Im Sinne moderner kybernetischer Definitionen können wir beispielsweise vereinbaren, als „Ratio“ oder sogar als „Zivilisation“ alle jene Systeme zu bezeichnen, die sich nicht nur in ihrer Umwelt als „lebensfähig schlechthin“ erweisen, sondern die auch imstande sind, Informationen in Kodeform (in Form von Zeichen) zu speichern und zu verarbeiten, die zu logischen Operationen fähig sind und die es verstehen, die Kenntnisse, über die sie verfügen, für eine zweckbestimmte, im voraus geplante Tätigkeit auszunutzen. Dann werden wir nicht darauf angewiesen sein, nur die Eiweißform des Lebens zu studieren, nur nach uns sehr ähnlichen Lebewesen zu suchen und auf völlige gegenseitige Verständigung zu hoffen.

Aber auch mit einem verlässlichen Klassifizierungssystem von „Verhaltensmerkmalen“ wären bei weitem noch nicht alle Schwierigkeiten beseitigt. Die Möglichkeit, mit einem Satz von Künstlichkeitskriterien zu operieren, wäre für uns nur dann von entscheidender Bedeutung, wenn wir die Handlungsweise der jeweiligen Objekte erforschen bzw. mit ihnen experimentieren könnten.

Die Methode zur Erforschung eines Objektes mit unbekanntem Eigenschaften, das sich in die eine oder andere Klasse einordnen läßt, ist eine echt kybernetische Methode, die sogenannte Blackbox-Methode. Unter „Black box“ ist ein Forschungsobjekt zu verstehen, dessen innere Struktur zwar unbekannt ist, dessen „Eingänge“ (die Möglichkeit, es Einwirkungen von außen auszusetzen) und „Ausgänge“ (seine Gegenreaktionen auf äußere Einwirkungen) analysiert werden können. Gelingt es, die Wechselbeziehungen Eingang-Ausgang (also Einwirkung-Gegenreaktion) zu analysieren, so läßt sich im Prinzip ein hinreichend genaues, seine inneren Strukturen erklärendes Modell entwickeln.

Aber vorläufig bleibt den Forschern, die von der Erde aus eine „schweigende“ kosmische Zivilisation entdecken möchten, nichts anderes übrig, als „Black boxes“ ohne Eingänge zu erforschen. Der Astronom hat nicht die Möglichkeit, mit dem Objekt zu experimentieren und dessen Daseinsbedingungen zu ändern. Er kann nur die kosmische Radiostrahlung erforschen, in der „Eingangseinwirkungen“ und „Ausgangsreaktionen“ zu einer komplizierten Folgerichtigkeit von Signalen vermischt sein dürften.

In gewissen Fällen lassen sich in der Radiostrahlung solcher „Black boxes ohne Eingang“ spezifische Eigenschaften feststellen, die von einem bestimmten Organisationsniveau des ausstrahlenden Objektes zeugen. Aber selbst bei Entdeckung spezifischer Eigenschaften der aus dem Kosmos zu uns gelangenden Radiosignale läßt sich die Frage, ob das Objekt zur Klasse „Zivilisation“ gehört, nicht ohne weiteres beantworten. Gelänge es festzustellen, daß das Objekt über „größere Fähigkeiten“ als ein „einfaches physikalisches“ Objekt verfügt, so wäre dies bereits eine wichtige Entdeckung qualitativ neuer Erscheinungen im Kosmos.

Dr. Boris Panowkin