

Die Erforschung des Kosmos und die Erde

Akademienmitglied Wassili Fessenkow

Der erste Ausstieg des Menschen in den freien Kosmos ist gelungen. Die Kosmonauten Pawel Beljajew und Alexej Leonow haben bewiesen, daß man sich im freien Weltraum aufhalten und aktive Handlungen vornehmen, das heißt, arbeiten kann. Das hat für die weitere Entwicklung der Kosmonautik prinzipielle Bedeutung und eröffnet eine neue Ära der Raumforschung. Gleichzeitig werden dadurch aber auch die Horizonte und Möglichkeiten vieler unserer alten, „irdischen“ Wissenschaften erweitert.

Die moderne Wissenschaft kann nicht mehr allein auf den begrenzten Erfahrungen beruhen, die unter irdischen Bedingungen zu sammeln sind, sie verlangt sehr stark nach der sich fortwährend erweiternden Erkenntnis des Kosmos als Ganzen. Zum Beispiel haben wir das Auftreten von Atomenergie in den Sternen beobachtet. In ihren Zentren erfolgt eine ständige Verwandlung von Wasserstoff in Helium, die Quelle der Sternen- und der Sonnenstrahlung. Die Kenntnis dieser kosmischen Vorgänge erleichtert das Verständnis der im Inneren des Atoms sich abspielenden Prozesse und erlaubt, die Probleme schneller zu lösen, die mit der Nutzung der unerschöpflichen Kernenergiequellen verbunden sind. Gegenwärtig werden kosmische Vorgänge bekannt, in denen die Bildung von Energie im Verlauf derart intensiver Prozesse erfolgt, wie sie unter unseren Laborbedingungen nicht eingeleitet werden können.

Bedauerlicherweise sind die Möglichkeiten für die Erforschung des Weltraums für einen Beobachter auf der Erdoberfläche sehr begrenzt. Die dichte Erdatmosphäre läßt beispielsweise nur zwei Arten von Strahlungen erkennen: im sichtbaren Abschnitt des Spektrums, einschließlich des infraroten und des ultravioletten Gebiets, und im Bereich der Funkwellen mit einer Länge von einigen Millimetern bis zu einigen Metern. Die gesamte übrige Strahlung wird von den oberen Schichten der Atmosphäre aufgefangen und erreicht nicht die Erdoberfläche. Das erschwert das Studium der Sterne und Planeten.

Schon der Aufstieg auf eine relativ geringe Höhe erleichtert die Untersuchungen bedeutend und verschafft uns die Möglichkeit, verschiedene Aufgaben zu lösen, die von einem Beobachter auf der Erde nicht zu bewältigen sind. So haben zum Beispiel Stratosphärenballons, die auf 20 Kilometer Höhe stiegen, mit großer Genauigkeit die Verteilung und die Struktur der Ozonschicht in verschiedenen Höhen feststellen können. Bei dem fast völligen Aussetzen der atmosphärischen Schwankungen in derartigen Höhen kann man mit großer Präzision auch feinste strukturelle Besonderheiten der Sonnenscheibe ermitteln. Durch Überschreiten der Grenzen der Wasserdampfschicht der Erdatmosphäre wurde die Möglichkeit gegeben, den Wassergehalt in der Marsatmosphäre festzustellen, der nur 0,0015 Millimeter pro Quadratmeter beträgt. Es konnte auch ermittelt werden, daß die Wolkenschicht der Venus, die deren Oberfläche völlig verdeckt, aus Eiskristallen besteht.

Erstrangige Ergebnisse wurden mit Hilfe der künstlichen Erdtrabanten erzielt, angefangen vom ersten, der im Oktober 1957 von der Sowjetunion gestartet wurde. Die Sputniks

messen systematisch die Wärmestrahlung der Erdatmosphäre und geben uns überhaupt erst die Möglichkeit, über die Wärmebilanz des Planeten Erde zu urteilen. Außerdem ermöglichten es die künstlichen Erdtrabanten, in großen Höhen eine Heliumschicht zu entdecken und den Einfluß der magnetischen Stürme auf die Temperatur der hohen Schichten der Atmosphäre festzustellen.

Es kann sein, daß der Einsatz künstlicher Trabanten für Zwecke der Geodäsie noch größere Bedeutung gewinnt. Sie machen es möglich, die Entfernung zwischen den Kontinenten mit hoher Genauigkeit zu messen. Mit ihrer Hilfe wurde die wahre Gravitationsfigur der Erde, das sogenannte Geoid, und seine Abweichung von der angenommenen Figur der Erde — eines Ellipsoids — bedeutend präzisiert. Es stellte sich heraus, daß eine bestimmte Übereinstimmung besteht zwischen derartigen Abweichungen und den Wärmestrahlungen aus dem Erdinneren. Es wurde auch festgestellt, daß sich die strukturellen Besonderheiten der Erdteile bis auf gewaltige Tiefen erstrecken, die wahrscheinlich bis zu zehn Prozent des Erdradius ausmachen. Es wurde auch bewiesen, daß sich die Erde durchaus nicht in einem hydrostatischen Gleichgewicht befindet, wie das entsprechend der Isostasie-Hypothese angenommen wurde, nach welcher die Erdteile, bildlich gesprochen, auf einem plastischen Magma unter der Erdrinde schwimmen. Daraus kann man die Schlußfolgerung ziehen, daß die Erde inneren konvektiven Strömungen unterliegt, das heißt, daß vertikale Verlagerungen der Masse aus oberen Schichten in untere und umgekehrt vor sich gehen. All diese Einsichten und Folgerungen erweitern unsere Vorstellungen vom Bau der Erde bedeutend.

Die großartige Entdeckung ausgedehnter Radiationsgürtel, die die Erde umgeben, wurde mit Hilfe kosmischer Raketen gemacht. Das gab die Möglichkeit, einen unmittelbaren Zusammenhang festzustellen zwischen dem inneren Erdkern, der sich in flüssigem Zustand befindet und das allgemeine Magnetfeld erzeugt, und diesen Radiationsgürteln, deren Entfernung von der Erde ein Vielfaches des Erdradius beträgt. Tatsächlich schützen die Magnetkraftlinien die Erde vor ansturmenden Sonnenwirbeln, die aus Protonen und Elektronen bestehen. Dank der Wirkung des Magnetfeldes weichen diese Teilchen bei einer minimalen Entfernung von rund zehn Erdradien der Erde aus. Man kann auch die Entdeckung einer ausgedehnten, die Erde umfassenden kosmischen Wolke erwähnen, die sich in einer Entfernung von rund 100 000 km um die Erde bewegt und noch unbekannter Herkunft ist.

Der Ausstieg des Menschen in den Kosmos, wenn es zunächst auch nur ein „Ausflug“ in erdnahe Gebiete war, ist besonders deshalb wichtig, weil damit die Möglichkeit gegeben ist, neue Erscheinungen, die früher nicht zu erkennen waren, zu entdecken, früher aufgestellte Hypothesen zu überprüfen und — was die Hauptsache ist — Voraussetzungen zu schaffen für Reisen in entferntere Gebiete, einschließlich eines Besuchs des Mondes und der Planeten.

Wie bereits gesagt, kann die Erde ab einer Entfernung von mehr als 100 000 km auf die

Eigenschaften des interplanetarischen Raums durch ihren eigenen Einfluß nicht mehr einwirken. Wenn man sich die Aufgabe stellt, von diesen Einflüssen unabhängige kosmische Untersuchungen durchzuführen, wäre es deshalb das Beste, ein entsprechendes Observatorium auf dem Mond einzurichten, der wegen seiner Entfernung von der Erde und seiner physikalischen Eigenschaften dafür offensichtlich gut geeignet wäre. Die erstaunlichen Ergebnisse der in der Sowjetunion gestarteten Raumschiffe „Woschod 1“ und „Woschod 2“ und besonders das Verlassen des Schiffes durch den Kosmonauten Alexej Leonow und sein Aufenthalt im luftleeren und schwerelosen Raum berechtigen zu der Annahme, daß ein derartiges Mondobservatorium in nicht mehr allzuweiter Ferne liegt.

Darf man aber wirklich annehmen, daß die Bedingungen auf dem Mond dazu geeignet sein werden? Bekanntlich gibt es dort keine wahrnehmbare Gashölle, keinerlei Magnetfelder, keinerlei kosmische Staubwolken. Die Bedingungen auf der Mondoberfläche werden deshalb mit den typischen Bedingungen im interplanetarischen Raum vergleichbar sein. Die Festigkeit des Mondbodens, besonders die der Böden der „Meere“, die erstarrte Lavafelder aus relativ jüngerer Zeit (rund 1—2 Milliarden Jahre alt) darstellen, ist offenbar ausreichend groß.

Um darüber urteilen zu können, wurden Versuche mit Magma vorgenommen. Als Ergebnis gewann man sehr poröses Material mit ganz geringer Wärmeleitfähigkeit, aber ziemlich hoher Festigkeit, das eine Belastung von etwa 40 Tonnen pro Quadratmeter aushält. Unter Mondbedingungen muß man noch die lange Erosion der Mondoberfläche durch primäre kosmische Strahlen in Betracht ziehen, deren Intensität, wie Untersuchungen von Meteoriten ergaben, in den letzten Millionen Jahren gleichgeblieben ist. Nach zahlreichen Schätzungen ist jedoch die Erosion nicht groß und beträgt selbst für Eisenmeteoriten, die selbständig durch den interplanetaren Raum treiben, rund einen Millimeter in einer Million Jahren.

Über die Festigkeit der Oberfläche der Mond-„Meere“ läßt sich an Hand des Charakters zahlreicher Senken mit sehr steilen Hängen urteilen, die auf den Fotografien des amerikanischen Raumschiffes „Ranger-7“ mit der geringsten Entfernung von rund 330 Metern fixiert wurden. Diese Senken rühren zweifellos von Aufschlägen her (in einer ist ein steckengebliebener Meteorit zu sehen), jedoch ist ihre Tiefe äußerst gering.

Es ist sehr wichtig, daß die Astronomen eines künftigen Mondobservatoriums zuverlässigen Schutz gegen den vernichtenden Einfluß primärer kosmischer Strahlen und gegen Temperaturschwankungen und Meteoritenaufschläge bereits in Bunkern von relativ geringer Tiefe werden finden können. Aus Bunkern, die nur einige Dutzend Meter unter der Oberfläche liegen, wird es nicht schwierig sein, die Arbeit der auf der Oberfläche aufgestellten Geräte zu steuern, wobei die Oberfläche nur selten betreten werden muß.

Heute besteht noch keine Notwendigkeit, über das eventuelle Arbeitsprogramm eines derartigen Observatoriums zu sprechen, es wird aber

natürlich alle Gebiete des Strahlungsspektrums umfassen, unsere Kenntnisse über die erstaunlichen galaktischen Objekte, welche Gamma- und X-Strahlen aussenden, erweitern und die Objekte sowohl unseres Sonnensystems als auch entfernter galaktischer Systeme unter Kontrolle nehmen.

Eine weitere Etappe zur Eroberung des Kosmos wird der unmittelbare Besuch verschiedener Körper des Sonnensystems zunächst durch automatische Vorrichtungen und schließlich durch Menschen sein.

Für die volle Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten bei der Entwicklung unserer Erde im Verlaufe von Milliarden Jahren ist es sehr wichtig, vergleichende Untersuchungen bei den Planeten der Erdgruppe, vor allem bei der Venus, dem Mars, aber auch den Asteroiden durchzuführen. Bekanntlich gibt uns der benachbarte Mars, dessen kleinste Entfernung von der Erde nur 50 Millionen km beträgt, viele Rätsel auf. Drei Fünftel der Oberfläche dieses Planeten sind mit gleichartigen, gelben Flecken bedeckt, die möglicherweise aus Ablagerungen des Minerals Limonit bestehen. Wenn es gelingen würde, die Stärke dieser Schicht zu bestimmen, die unter bestimmten Bedingungen aus dunklem Magnetit allmählich entstanden ist, so könnte man daraus folgern, ob es irgendwann auf dem Mars einmal offene Wasserräume gegeben hat oder ob dieser Planet schon immer so trocken war, wie er gegenwärtig ist.

Eine Landung auf dem Mars oder auch schon eine ausreichende Annäherung an ihn würde die Natur der dunklen Gebiete klären und uns Aufschluß geben über das Vorhandensein irgendwelcher Lebensformen, die allerdings von dem Leben auf der Erde völlig verschieden sein können, da auf jedem Himmelskörper, der zum Bewohnen geeignet ist, das Leben sich selbständig entwickeln muß.

Starkes Interesse findet auch die mögliche Annäherung an Kometen. Sie wird dadurch erleichtert, daß man die Flugbahnen einiger Kometen sehr genau berechnen kann. Dazu gehört beispielsweise der helle Halleysche Komet mit einer Umlaufperiode von 76 Jahren, der zum letztenmal von September 1909 bis April 1911 beobachtet wurde. Das war sein dreißigstes geschichtlich nachweisbares Erscheinen. Kometen kommen aus den entferntesten Gebieten des Sonnensystems zu uns und charakterisieren im Prinzip die spezifischen Besonderheiten des Weltraums. Über die Struktur ihrer Kerne und über die Ursachen ihrer unter Einwirkung der Sonnenstrahlung erfolgenden, heftigen Ausbrüche ist noch nichts Zuverlässiges bekannt. Die Erkenntnis ihrer Natur würde es uns erleichtern, die im weiten Raum zwischen den Sternen sich vollziehenden Prozesse, die Geburt der Sterne und die Bildung anderer Planetensysteme, zu verstehen.