

## Salut 4: Forschungen für einen globalen Umweltschutz

Am 26. Dezember 1974 wurde in der Sowjetunion die wissenschaftliche Orbitalstation Salut 4 gestartet. Sie dient der weiteren Entwicklung der Konstruktion, der Bordsysteme und Apparaturen von Orbitalstationen sowie wissenschaftlich-technischen Forschungen und Experimenten. Die Umlaufbahn von Salut 4 ist völlig dekungsähnlich mit der Anfangsbahn ihrer Vorläuferin, der Orbitalstation Salut 3. Salut 4 löst gewissermaßen Salut 3 ab, die am 25. Dezember den sechsten Monat ihres gesteuerten Fluges vollendet und ihre Arbeit beendet hatte.

Orbitalstationen des Typs Salut können ihre Aufgaben sowohl vollautomatisch — ohne Besatzung — als auch halbautomatisch — mit Besatzung — erfüllen. Die Station Salut 3 zum Beispiel war acht Tage nach ihrem Start von dem Raumschiff Sojus 14 angefliegen worden, worauf die Kosmonauten umstiegen (am 5. Juli 1974), 14 Tage in der Station arbeiteten und anschließend zur Erde zurückkehrten.

Während ihres Aufenthalts in der

Station führten die Kosmonauten ein umfangreiches Programm spektroskopischer Forschungen durch, die für Wissenschaft, Volkswirtschaft und Umweltschutz von großem Interesse sind. Von der Station Salut 4, die diese Forschungen fortsetzt, sind neue, abschlußreiche Ergebnisse zu erwarten. Um welche Experimente handelt es sich?

Ehe Forschungen im Weltraum vorgenommen wurden, beruhten alle Erkenntnisse über Himmelsobjekte auf den Meßergebnissen der Strahlung dieser Körper in verschiedenen Wellenlängen (Spektren). Diese Messungen wurden auf der Erde vorgenommen. Die Messungen der von den Planeten reflektierten Sonnenstrahlung im nahen Infrarotbereich waren zum Beispiel für die Bestimmung der Zusammensetzung ihrer Atmosphäre nützlich. Durch die Radiowärmestrahlung der Planeten konnte man auf einige Eigenschaften ihrer Oberfläche und ihres Bodens schließen. Das hohe Durchdringungsvermögen der Radiostrahlung machte es möglich,

beispielsweise die Temperatur der Venusoberfläche zu bestimmen.

Die Fernmeßmethoden zur Untersuchung der Eigenschaften der Atmosphären und der Oberflächen von Planeten lieferten viele wertvolle Erkenntnisse, waren jedoch nicht immer ganz zuverlässig. Vergewärtigen wir uns zum Beispiel, daß vor dem Flug von Venus 4 angenommen wurde, in der Atmosphäre des „Morgensterns“ dominiere der Stickstoff. Heute wissen wir, daß seine „Hülle“ zu neun Zehnteln aus Kohlendioxid besteht.

Erfahrungsgemäß ist es am aussichtsreichsten, direkte und indirekte Messungen miteinander zu verbinden. So zuverlässig die direkten Messungen auch sein mögen, so sind ihre Ergebnisse doch nur lokaler Natur. Anders ist es bei Fernmessungen von Satelliten aus. Sie haben den Vorteil, global zu sein, wenn die Umlaufbahn polar ist.

Die Raumfahrt hat die verlockende Aussicht eröffnet, die interessierenden Parameter in den Atmosphären und an den Oberflächen unserer himmlischen Nachbarn direkt zu messen. Außerdem können wir die Methoden der kosmischen Beobachtung zur Untersuchung unseres Planeten nutzen. Das ist von großer Bedeutung, da die Probleme des Umweltschutzes

und der Erkundung von Natur-schätzen jetzt von besonderer Aktualität sind.

Durch den wachsenden Bedarf an Erdöl und Erdgas, an mineralischen Rohstoffen und Nahrungsmitteln ist es notwendig, alle vorhandenen Mittel für die Suche nach neuen Rohstoffquellen einzusetzen. Der Schutz der Natur ist ohne rechtzeitige und vollständige Information über den Zustand der Flora und Fauna nicht möglich. Ein wesentliches Hilfsmittel sind auch hier die Beobachtungen aus dem Welt-raum mit ihrer großen Übersichtlichkeit und jederzeitigen Wiederholbarkeit.

Bei der Erforschung der Umwelt und der natürlichen Reichtümer spielen seit eh und je Luftaufnahmen eine große Rolle. Mit der kosmischen Fotografie (mit Fern-sehkameras) begann auch der Versuch, Satelliten für die Gewinnung von Angaben über die Umwelt einzusetzen. Doch wurde bereits mit dem umfangreichen Programm begonnen, die Strahlung der Atmosphäre und der Erdoberfläche in verschiedenen Wellenlängen zu messen, um Parameter zu bestimmen, die für die numerische Wettervorhersage mit Hilfe von Computern erforderlich sind.

Eine analoge Entwicklung nahm auch die Ökologie, die Lehre von den Beziehungen der Lebewesen

zu ihrer Umwelt. Den wichtigsten Beitrag auf dem Gebiet der kosmischen Ökologie werden die Besatzungen bemannter Raumschiffe und Orbitalstationen leisten, denn erfahrene Fachleute an Bord von Raumschiffen erhöhen den Wert dieser Forschungen. Zu den Methoden gehört die kosmische Fotografie (darunter die Multispektralbereichsfotografie, das heißt die Anfertigung von Aufnahmen in verschiedenen Wellenlängen gleichzeitig) sowie die kosmische Spektroskopie.

Die Spektroskopie wird zu einem immer wichtigeren Faktor der kosmischen Ökologie. Betrachten wir in diesem Zusammenhang den Staubgehalt der Erdatmosphäre. Nach theoretischen Berechnungen verändert sich die Helligkeit einer Atmosphärenschicht je nach dem Staubgehalt in den verschiedenen Höhen. Anhand der Angaben über die Spektren der Aureole, die an verschiedenen Punkten des Erdballs registriert wurden, läßt sich also die räumliche Verteilung des Staubgehalts beurteilen.

Die Besonderheit dieser Experimente besteht darin, daß hier das Gerät je nach der Situation in bestimmter Zeit ausgerichtet werden muß. Diese Ausrichtung kann man keiner Automatik übertragen, nur Menschen können sie mit Erfolg vornehmen.

Umfangreiche Möglichkeiten bietet die Spektroskopie natürlicher Gebilde. Unterscheidung von Bodentypen, Charakterisierung des Zustandes von Wäldern und landwirtschaftlichen Kulturen sowie die Ermittlung von Verschmutzungen der Weltmeere sind nur einige Aufgaben, die man lösen kann, wenn die Spektren natürlicher Gebilde aus dem Weltraum vorliegen. Eingeleitet wurde diese Arbeit von Wjatscheslaw Wolkow mit Sojus 7 und weitergeführt von Andrijan Nikolajew und Witali Sewastjanow mit Sojus 9. Pjotr Klimuk und Valentin Lebedew haben mit Sojus 13 die Spektren der Atmosphäre in der Zone des Horizonts registriert und natürliche Gebilde vom Weltraum aus untersucht. Diese Arbeit haben Pawel Popowitsch und Juri Artjuchin auf der Station Salut 3 fortgesetzt.

Da die Spektren natürlicher Gebilde durch die Atmosphäre hindurch registriert werden, sind sie natürlich etwas verzerrt. Die theoretischen Berechnungen der sogenannten Übertragungsfunktion der Atmosphäre sind nicht genügend zuverlässig. Um ihren Wert für die konkreten Bedingungen zu bestimmen, muß ein sehr kompliziertes gekoppeltes Experiment in Höhen unterhalb der Satelliten vorgenommen werden. Dabei müssen die Spektren verschiedener natürlicher Gebilde an der Erdoberflä-

che, aus Flugzeugen und aus dem Weltraum gleichzeitig registriert werden. Solch ein gekoppeltes Experiment wurde in der Sowjetunion zum erstenmal während des Fluges von Sojus 7 über dem Ustjurt (Trockensteppe zwischen Kaspischem Meer und Aralsee) vorgenommen. Wenn die Spektren der natürlichen Gebilde vom Einfluß der Atmosphäre „gereinigt“ sind, stellt sich das Problem, das Objekt zu erkennen und zu charakterisieren, zu dem diese Spektren gehören. Für diese Aufgabe gibt es keine eindeutige Lösung. Die Mathematiker nennen sie inkorrekt. Um eine Antwort darauf zu finden, mußten ein kompliziertes mathematisches Gerät entwickelt und Daten gesammelt werden.

Vielseitige Möglichkeiten bietet die Spektroskopie im sichtbaren und im infraroten Bereich. Noch aussichtsreicher ist jedoch der Einsatz der Hochfrequenzspektroskopie, ähnlich der Technik, die in der Radioastronomie bereits angewendet wird. Der wichtigste Vorzug der Radiomethoden besteht darin, daß sie bei jedem Wetter, unabhängig von der Bewölkung, angewendet werden können. Außerdem ermöglichen sie die Fernsondierung der oberen Bodenschicht. Zum Beispiel kann damit die Bodenfeuchtigkeit in unter-

schiedlicher Tiefe bestimmt werden.

In der Sowjetunion wurde bereits 1968 mit Kosmos 243 das erste Experiment zur Messung der Radiowärmestrahlung der Erde ausgeführt. Auf diese Weise wurden der Gehalt an Wasserdampf und an flüssigem Wasser in der Atmosphäre bestimmt, die Eisbedingungen untersucht usw. Derartige Arbeiten wurden auch in den USA vorgenommen.

Die Forschungen mit bemannten Raumschiffen und Orbitalstationen sowie automatischen Satelliten haben zu vielen Ergebnissen geführt, die für die Volkswirtschaft von großem Interesse sind. Dazu gehören die themengebundene Kartierung, geologische und hydrologische Aufnahmen, Klärung der tatsächlichen Ausmaße von Waldbränden, Überschwemmungen und Erdbeben, der Verschmutzung der Atmosphäre und der Gewässer.

Dennoch stehen wir erst am Anfang. Weitere Untersuchungen müssen vorgenommen werden, um einen globalen Umweltdienst aufzubauen, der eine vernünftige Nutzung der natürlichen Reichtümer gewährleistet und dazu beiträgt, daß zwischen Mensch und Natur eine günstige Wechselwirkung hergestellt wird.

**Konstantin Kondratjew**

## **Sojus 17**

Am 11. Januar um 0.43 Uhr Moskauer Zeit wurde in der Sowjetunion das Raumschiff Sojus 17 gestartet. Sojus 17, gesteuert von Oberstleutnant Alexej Gubarew (Kommandant) und Dr.ing. Georgi Gretschko (Bordingenieur), leitet die in der Sowjetunion für 1975 geplante Serie von Weltraumflügen ein. Auf dem Programm der Besatzung stehen unter anderem die komplexe Überprüfung der Bordsysteme des Raumschiffs unter verschiedenen Flugbedingungen sowie die Durchführung von Forschungsaufgaben. Am 11. Januar koppelte Sojus 17 mit der am 26. Dezember gestarteten Orbitalstation Salut 4. Bis auf 100 Meter näherte sich Sojus 17 der Raumstation automatisch, dann gingen die Kosmonauten zur Handsteuerung über. Sie haben in der Raumstation folgende Aufgaben zu erfüllen: Erforschung physikalischer Prozesse im Weltraum, Beobachtung geologischer Objekte auf der Erde zu Zwecken der Volkswirtschaft und des Umweltschutzes, medizinisch-biologische Experimente und Überprüfung der verbesserten Konstruktion des Raumschiffs.