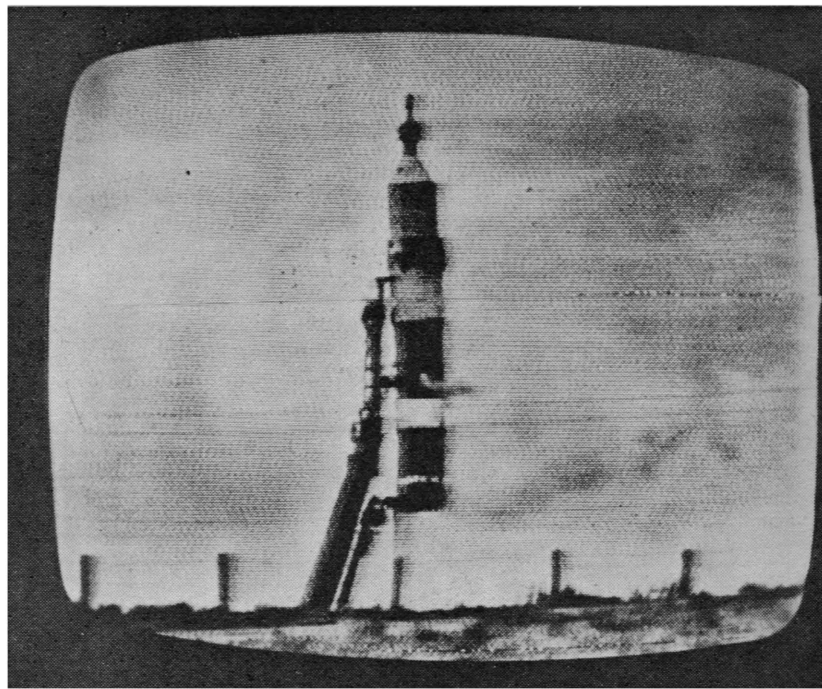


# Raumschiff- Flottille im Kosmos



Soyuz 6 vor dem Start (Fernsehbild)

In der Sowjetunion wurde ein neues Weltraumexperiment durchgeführt, das von großer Tragweite nicht nur für die Erforschung des Kosmos, sondern auch für andere Gebiete der Wissenschaft – die Geophysik, die Meteorologie und die Astronomie – ist. Erstmals wurde der kurz aufeinanderfolgende Start dreier bemannter Raumschiffe erprobt. Die sieben Kosmonauten bewältigten ein umfangreiches Programm wissenschaftlich-technischer Forschungen und Tests für die Montage von Raumstationen. Orbitalstationen sind für die Weltraumfahrt von entscheidender Bedeutung. Sie eignen sich als Weltraumlabor, zu denen außer durch Funk und Fernsehen auch eine unmittelbare Verbindung durch nachträglich gestartete Raumschiffe hergestellt werden kann. Von ihnen aus lassen sich – außerhalb der Erdatmosphäre – astrono-

mische Beobachtungen vornehmen, die durch keine Trübungen oder Verzerrungen beeinträchtigt sind. Weltraumstationen sind vor allem als Zwischenstationen für interplanetare Flüge von unschätzbarem Wert.

## 11. Oktober:

14.10 Uhr Moskauer Zeit startet in der Sowjetunion eine Trägerrakete mit dem Raumschiff Soyuz 6. Um 14.19 Uhr erreicht Soyuz 6 mit hoher Präzision die vorausberechnete Umlaufbahn um die Erde. Die Besatzung von Soyuz 6 besteht aus Oberstleutnant Georgi Schonin und Bordingenieur Waleri Kubassow. Gleich nach dem Start teilt TASS mit, der Raumschiffbesatzung stehe ein umfangreiches Programm wissenschaftlicher For-

schung und technischer Experimente bevor: unter anderem Erprobung und Überprüfung neuer Bordsysteme und der verbesserten Konstruktion von Soyuz 6, weitere Erprobung der Handsteuerung, Orientierung und Stabilisierung des Raumschiffs auch unter schwierigen Flugbedingungen sowie Überprüfung autonomer Navigationsmittel, umfangreiche wissenschaftliche Beobachtungen und Aufnahmen geologischer und geographischer Objekte der Erde sowie Studium der Erdatmosphäre, um die ermittelten Daten in der Volkswirtschaft methodisch verwerten zu können, Studium physikalischer Daten des erdnahen Raums sowie medizinisch-biologische Erforschung der Einflüsse des Raumflugs auf den menschlichen Organismus. Soyuz 6 würde außerdem von Vorrichtungen zum Schweißen von Metallen im Hochvakuum und in der Schwerelosigkeit testen.

Zur Besatzung besteht eine zuverlässige Funk- und Fernsehverbindung. Raumschiffkommandant Georgi Schonin teilt mit, die Besatzung befinde sich wohl. Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und Zusammensetzung der Luft in der Raumfahrerkabine seien die gleichen wie auf der Erde.

## 12. Oktober:

Raumschiffkommandant Schonin meldet, die Kosmonauten hätten inzwischen etwa acht Stunden geschlafen und seien gut ausgeruht. Nach der „Morgengymnastik“ hätten sie gegenseitige medizinische Kontrollen vorgenommen. Die Kosmonauten überprüfen weiter die Methoden der autonomen Raumnavigation. Der Schiffskommandant orientiert den Flug durch Handsteuerung auf bestimmte Himmelskörper. Bordingenieur Waleri Kubassow führt Winkelmessungen aus und stellt auf Grund der Meßwerte die Ortslage des Raumschiffs genau fest. Die Analyse der medizinischen Informationen zeigt, daß sich der Organismus der beiden Kosmonauten der Schwerelosigkeit schnell anpaßt. Die Frequenz der Herzschläge und der Atmung, der Arterienblutdruck, das Elektrokardio-

gramm entsprechen der physiologischen Norm.

26 Stunden vor dem Start hatte es zu regnen begonnen. Für den Start war das ohne Bedeutung. Wegen der niedrigen Wolken-schicht konnte man die Rakete aber nur kurze Zeit beobachten. In Fortsetzung des vorgesehenen Programms startet 13.45 Uhr Moskauer Zeit ein weiteres Raumschiff: Soyuz 7.

Die Besatzung des Raumschiffs besteht aus Kommandant Oberstleutnant Anatoli Filiptschenko, Bordingenieur Wladislaw Wolkow und Forschungsingenieur Oberstleutnant Viktor Gorbatko.

Als Aufgaben des Raumschiffs Soyuz 7 werden eine Reihe wissenschaftlich-technischer Experimente und Untersuchungen im erdnahen Weltraum genannt, sowie die Lösung eines Komplexes gemeinsamer Navigationsaufgaben der Raumschiffe Soyuz 6 und Soyuz 7 beim Formationsflug.

Die Besatzungen von Soyuz 6 und Soyuz 7 stellten untereinander sofort Funkverbindung her.

Den Berichten der Raumschiffkommandanten von Soyuz 6 und Soyuz 7 zufolge funktionieren alle Systeme normal. Die Kosmonauten überprüfen die Oberfläche der Bullaugen auf Mikrometeoritenerosion, beobachten die Erdoberfläche und führen medizinische Untersuchungen durch.

## 13. Oktober:

Um 13.29 Uhr Moskauer Zeit wird als drittes Raumschiff Soyuz 8 auf eine Erdumlaufbahn gebracht. Die Besatzung besteht aus dem Kommandanten Wladimir Schatalow und dem Bordingenieur Alexej Jelissejew. Beide nahmen im Januar dieses Jahres bereits an den Flügen der Raumschiffe Soyuz 4 und Soyuz 5 teil.

Wie aus den laufenden Berichten des Kommandanten hervorgeht, ist das Befinden der Kosmonauten ausgezeichnet.

Die Kosmonauten unternehmen mehrere Manöver mittels Handsteuerung. Sie setzen ihre medizinisch-biologischen Forschungen fort und untersuchen die Aus-

Anatoli Filiptschenko (Mitte), Viktor Gorbatko (rechts) und Wladislaw Wolkow in der Pilotenkabine des Raumschiffes. Die Aufnahme entstand während des Trainings der Kosmonauten. Foto: A. Moklezow, APN



wirkungen des Raumfluges auf den menschlichen Organismus und dessen Arbeitsfähigkeit. Die Bodenstationen sowie die auf den Weltmeeren kreuzenden Forschungsschiffe der Akademie der Wissenschaften empfangen und verarbeiten die von den Raumschiffen einlaufenden Daten und unterhalten mit den Besatzungen ständige Verbindung. Zum ersten Mal in der Geschichte der Raumfahrt absolvieren drei bemannte Raumschiffe einen Verbandflug. Insgesamt sieben Kosmonauten wickeln gleichzeitig umfangreiche wissenschaftliche Forschungsarbeiten und einen ganzen Komplex navigatorischer Beobachtungen und Experimente ab.

#### 14. Oktober:

Die Raumschiffe Sojus 6, Sojus 7 und Sojus 8 setzen ihren Gruppenflug fort, der strikt nach dem Programm erfolgt. Die Besatzungen der Raumschiffe Sojus 6 und Sojus 8 beobachten und fotografieren Wolkengebilde und Zyklogen, den Mond und die Sterne vor dem Horizont und messen die Helligkeit der Erde auf der beleuchteten Seite und bei Dämmerung. Die Besatzung von Sojus 7 orientiert das Raumschiff mittels Handsteuerung zur Durchführung von Experimenten, in deren Verlauf Teile des Kaspischen Meeres fotografiert und die kosmische Navigation geübt wird. Die medizinisch-biologischen Forschungen werden fortgesetzt. Allgemeinbefinden und Arbeitsfähigkeit der Kosmonauten sind ausgezeichnet.

#### 15. Oktober:

Um 15.30 Uhr Moskauer Zeit haben die Raumschiffe jeweils 66, 50 und 34 Erdumkreisungen zurückgelegt. Das Forschungsprogramm des Gruppenfluges wird planmäßig ausgeführt. Die Raumschiffe Sojus 7 und Sojus 8 nähern sich einander bis auf eine Entfernung von 500 Metern. Die Kosmonauten können durch die Bullaugen die Sonnenbatterien, die Antennen und andere Teile der Raumschiffe deutlich erkennen. Die Besatzung von Sojus 6 beobachtet die Annäherung der Raumschiffe Sojus 7 und Sojus 8. Das Befinden der Kosmonauten ist ausgezeichnet, die Systeme der Raumschiffe arbeiten störungsfrei.

#### 16. Oktober:

Die Besatzung des Raumschiffs Sojus 6 stellt Schweißversuche im Kosmos an. Ziel dieser Experimente ist die Ermittlung der Besonderheiten beim Schweißen verschiedener Metalle unter kosmischen Bedingungen. Zu diesem Zweck ist Sojus 6 mit neuartigen Schweißgeräten für die Erprobung verschiedener Methoden der Schweißung von Metallen im Vakuum und bei Schwerelosigkeit ausgestattet worden. Die Schweißgeräte befinden sich in der Orbitalzelle, das Steuerpult für die Schweißarbeiten ist in der Pilotenkabine untergebracht. Die Schweißversuche erfolgen in der Orbitalzelle des Raumschiffs, nachdem dort ein Hochvakuum hergestellt worden ist. Nacheinander werden mehrere Methoden der automatischen Schweißung erprobt. Das angestellte Experiment hat große Bedeutung für die zukünftigen

tige Technologie der Schweiß- und Montagearbeiten im Kosmos. Um elf Uhr Moskauer Zeit absolvieren die Raumschiffe Sojus 6, Sojus 7 und Sojus 8 in ihrem Gruppenflug die 79., die 63. und die 47. Erdumdrehung. Die Raumschiffbesatzungen nehmen wissenschaftlich-technische und medizinisch-biologische Forschungen entsprechend dem Flugprogramm vor und erproben Methoden der Handsteuerung auf der Umlaufbahn. Um 12.52 Uhr Moskauer Zeit landet Sojus 6 nach erfolgreicher Erfüllung seines Flugprogramms im vorgesehenen Zielgebiet, 180 Kilometer nordwestlich von Karaganda. Auf der Erde werden die Kosmonauten Georgi Schonin und Waleri Kubassow von der Suchgruppe, von Freunden und Journalisten begrüßt. Der Flug des Raumschiffes Sojus 6 ist erfolgreich abgeschlossen.

#### 17. Oktober:

Raumschiff Sojus 7 mit Anatoli Filiptschenko, Wladislaw Wolkow und Viktor Gorbato als Besatzung landet nach Ausführung seines Forschungsprogramms am 17. Oktober, 12.26 Uhr Moskauer Zeit, im

vorgesehenen Zielgebiet, 155 Kilometer nordwestlich von Karaganda. Am Landungsort werden die Kosmonauten von Vertretern des Suchtrupps, Freunden und Journalisten herzlich begrüßt. Die Kosmonauten teilen mit, daß sie sich in ausgezeichneter Verfassung befinden. Die am Landungsort durchgeführte erste medizinische Untersuchung der Besatzung ergibt, daß alle Kosmonauten die Bedingungen des kosmischen Fluges gut vertrugen und daß sich ihre physiologischen Funktionen nach der Landung den Bedingungen der Erde anpaßten. Die Besatzung hat das vorgesehene umfassende Programm wissenschaftlich-technischer und medizinisch-biologischer Forschungen erfüllt. Bis 15 Uhr Moskauer Zeit vollendet das Raumschiff Sojus 8 seine 66. Erdumkreisung. Laut Angaben des Koordinations- und Rechenzentrums befindet sich Sojus 8 auf einer Flugbahn mit folgenden Parametern: maximale Erdferne 256 Kilometer, minimale Erdferne 190 Kilometer, Bahnneigung 51,7 Grad, Umlaufzeit 88,85 Minuten. Während der Fernsehübertragung zu Beginn der 67. Umkreisung teilen die Kosmonauten von Sojus 8 mit, daß sie die Erprobung der

neuen Verfahren einer selbständigen Navigation fortsetzten. Sie beobachteten einen großen Zyklon im Raum von Afrika. Die ununterbrochen einlaufenden Fernmeßwerte und Berichte von Wladimir Schatalow und Alexej Jelisseejew bestätigen die normale Arbeit der Apparaturen des Raumschiffes. Die registrierten physiologischen Parameter der Kosmonauten halten sich in normalen Grenzen.

#### 18. Oktober:

Raumschiff Sojus 8, gesteuert von Raumflieger Oberst Wladimir Schatalow, Kommandant der Raumschiffgruppe, und Bordingenieur Alexej Jelisseejew, landet um 12.10 Uhr Moskauer Zeit nach Erfüllung seines Programms im vorgesehenen Gebiet 145 Kilometer nördlich von Karaganda. Auf der Erde werden die Raumflieger von Vertretern der Suchgruppe, Freunden und Journalisten herzlich begrüßt. Der Gesundheitszustand der Raumflieger ist gut, sie sind in bester Stimmung. Der Gruppenflug der drei sowjetischen Raumschiffe Sojus 6, Sojus 7 und Sojus 8 ist damit abgeschlossen.

## Auf dem Wege zu Orbitalstationen

Ungeachtet der Tatsache, daß inzwischen nahezu tausend Flugkörper in den Weltraum starteten, erweckt jeder Flug eines neuen Raumschiffes neues Interesse. Die Praxis bewies, daß insbesondere mit Hilfe bemannter Raumschiffe auch schwierigste Probleme der Raumforschung gelöst werden können. Ihre Konstruktion und Apparatur erfordern Höchstleistungen der modernen Wissenschaft und Technik.

Man sollte sich erinnern, daß der erste Mensch erst vor achteinhalb Jahren in den Weltraum startete. Juri Gagarins Flug mit Wostok 1 dauerte 108 Minuten. Doch diese Erdumkreisung bahnte allen folgenden Kosmonauten und Raumschiffen den Weg. Mit Gagarins Flug wurde bewiesen, daß der Mensch die Prüfungen des Raumfluges besteht, daß er auch unter bleibt und alle Überbelastungen erträgt.

Das in den Jahren 1961 bis 1963 ausgeführte Programm der Flüge mit bemannten Raumschiffen des Typs Wostok bestand aus sechs Starts. Von Mal zu Mal wurde das Aufgabenprogramm komplizierter und die Flugzeit auf der Umlaufbahn länger. Den Einzelflügen folgten Gruppenflüge, bei denen die Kosmonauten ihre Beobachtungen über die Funkverbindungen miteinander vergleichen konnten.

Die logische Weiterentwicklung der Einmann-Raumschiffe führte zum Bau mehrsitziger Raumschiffe. Wostok 1, gestartet am 12. Oktober 1964, war das erste Raumfahrzeug mit drei Mann Besatzung, das auf eine Erdumlaufbahn gebracht wurde. Bei diesem Flug wurde die Möglichkeit der Aufgabenverteilung unter den Besatzungsmitgliedern nach ihren Fachgebieten überprüft, was ja für längere Flüge unumgänglich ist.

Der nächste Schritt war der erste Ausstieg eines Menschen in den freien Raum, ausgeführt von Alexej Leonow bei seinem Flug mit Wostok 2. Bei diesem Experiment wurde im Prinzip bewiesen, daß der Mensch im freien Raum leben und sich bewegen, seine Bewegungen koordinieren, technische Arbeiten und wissenschaftliche Experimente ausführen kann.

Die hohe Funktionssicherheit der Bordsysteme der Raumschiffe des Typs Wostok und die Lebensbedingungen in den Kabinen erlaubten es den Kosmonauten, sich zum erstenmal der Raumanzüge zu entledigen. Vor allem wurden im Rahmen dieses Programms die Möglichkeiten der Handsteuerung des Raumschiffes im Fluge und bei der Landung ermittelt.

Die Erfahrungen, gesammelt mit den Typen Wostok und Wostok 2, lieferten den sowjetischen Wissenschaftlern und Konstrukteuren die Voraussetzungen, das verbesserte Raumschiff des Typs Sojus zu entwickeln, das in den technischen Daten seine Vorgänger beträchtlich übertrifft.

Vor allem setzte die Größe des Raumschiffes (Rauminhalt der Wohn- und Arbeitsräume neun Kubikmeter) die Welt in Erstaunen. Die Tafeln der Sonnenbatterien mit einer Nutzfläche von 14 Quadratmetern reichten völlig aus, alle Bordsysteme mit Elektroenergie zu versorgen.

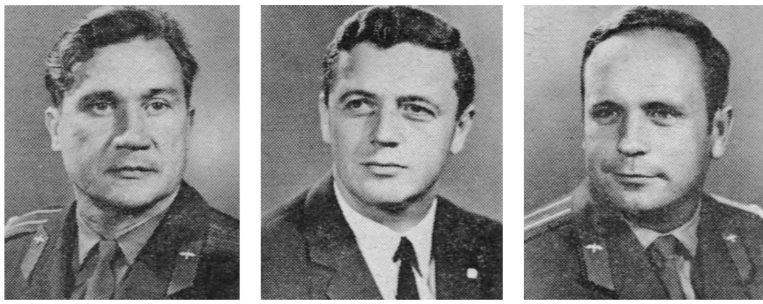
Im Unterschied zu den ersten Raumschiffen gestattete jetzt die aerodynamische Form des Landeapparats, ihn beim Eintritt in und beim Flug durch die dichten Schichten der Atmosphäre zu steuern. Das System der Landesteuerung gewährleistete die Regelung des Auftriebs des Rumpfes, wodurch die mechanischen und Wärmebelastungen wesentlich verringert und eine hohe Präzision der Landung im vorausbestimmten Raum gesichert wurde. Triebwerke garantierten, kurz vor dem Aufsetzen angelassen, eine weiche Landung.

Die Raumfahrerkabine ist durch eine hermetisch verschließbare Einstiegluke mit der Orbitalzelle verbunden. Hat das Raumschiff die

Die Besatzungsmitglieder von Sojus 6 sind Altersgenossen. Beide sind 34 Jahre alt. Georgi Schonin (links) ist Militärpilot, Waleri Kubassow Ingenieur. Schonin wurde in Rowenki, Gebiet Lugansk, geboren. Er absolvierte 1968 die Schukowski-Akademie für Luftwaffeningenieure. Kubassow ist in Wjasniki, Gebiet Wladimir, als Sohn einer Arbeiterfamilie aufgewachsen. Er ist Kandidat der technischen Wissenschaften und verfaßte mehrere wissenschaftliche Abhandlungen. Fotos: A. Moklesow, APN



# Schweißen im Kosmos



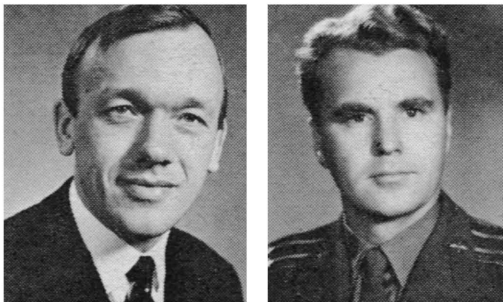
Im Raumschiff Sojus 7 befand sich eine dreiköpfige Besatzung: Kommandant Anatoli Filiptschenko (links), 41, und die beiden Ingenieure Wladislaw Wolkow (Mitte), 34, und Viktor Gorbatko (rechts), 35. Filiptschenko stammt aus einer Arbeiterfamilie aus dem Gebiet Woronesch. Wolkow kam in Moskau zur Welt; sein Vater ist Flugzeugingenieur. Gorbatko ist am Kuban aufgewachsen; seine Eltern waren Bauern. Filiptschenko absolvierte 1961 als Fernstudent die Militärakademie mit Auszeichnung. Wolkow war nach seinem Studium am Moskauer Institut für Flugwesen als Ingenieur in einem Konstruktionsbüro tätig. Gorbatko diente als Düsenpilot bei den Luftstreitkräften und beendete 1968 sein Studium an der Schukowski-Ingenieurakademie für Militärflieger  
Fotos: A. Moklezow, APN

Umlaufbahn erreicht, wird die Luke geöffnet, und die Kosmonauten steigen in die Orbitalzelle um, in der sich Apparaturen sowie Arbeits-, Erholungs- und Schlafplätze befinden. Von der Orbitalzelle können die Raumfahrer in den freien Raum aussteigen.

Der Orbitalzelle gegenüber stößt die Gerätezelle an die Raumfahrerkabine, vorgesehen für die wichtigsten Bordapparaturen und die Triebwerke des Raumschiffs. Die Flüssigkeitstriebwerke werden zum Manövrieren auf der Umlaufbahn und für den Bremsimpuls vor der Landung des Raumschiffs auf der Erde verwendet. Die Leistung der Triebwerke und die Treibstoffvorräte gestatten es einem Raumschiff vom Typ Sojus, bis zu einer Höhe von 1300 Kilo-

metern auch in dieser kurzen Zeit wichtige Experimente durchgeführt werden. Steuerungsmethoden wurden erprobt, und zum erstenmal kam es zum Gruppenausstieg von zwei Raumfliegern in den freien Raum. Eine Stunde brachten die beiden Raumfahrer Jewgeni Chrunow und Alexej Jelissejew außerhalb der Orbitalstation, wobei sie autonome Versorgungssysteme bei sich trugen. Sie führten Montagearbeiten und wissenschaftliche Experimente aus. Nach Beendigung der Experimente im freien Raum bestiegen die Kosmonauten das andere Raumschiff, mit dem sie nach Trennung der beiden Raumschiffe auf die Erde zurückkehrten. Der Flug von Sojus 4 und Sojus 5 war somit eine erste Etappe zur Montage langlebiger Orbitalstationen. Die

Raumschiffkommandant von Sojus 8 war Oberst Wladimir Schatolow (rechts), außer ihm befand sich Kosmonaut Alexej Jelissejew an Bord. Vor neun Monaten führte Schatolow bereits per Handsteuerung die Koppelung der Raumschiffe Sojus 4 und Sojus 5 durch. Jelissejew stieg damals gemeinsam mit



Jewgeni Chrunow aus dem einen Raumschiff in das andere um. Schatolow wurde 1927 als Sohn eines Eisenbahnarbeiters in Petrowpawlowsk, Gebiet Nordkasachstan, geboren. Er gehört der Kosmonautenabteilung seit 1963 an. Jelissejew wurde 1934 in Schisdra, Gebiet Kaluga, als Sohn eines Ingenieurs geboren und erwarb vor zwei Jahren den Grad eines Kandidaten der technischen Wissenschaften. Der Kosmonautenabteilung gehört er seit 1966 an  
Fotos: A. Moklezow, APN

meter über der Erdoberfläche zu manövrieren.

Schwierig war das Arbeitsprogramm bei Sojus 4 und Sojus 5. Mit Hilfe eines Funkortungssystems führten die beiden Raumschiffe weitreichende Such- und Zielmanöver aus und näherten sich einander bis zur Kopplung. Millionen Menschen verfolgten auf den Fernsehbildschirmen diese Operation, die der Montage einer ersten experimentellen Raumstation vorausgingen.

Diese erste Weltraumstation der Welt existierte nur für die Dauer einer Erdumkreisung. Trotzdem

technischen Konstruktionsdaten der Sojus-Raumschiffe gestatten es, sie der Klasse der Orbitalstationen und zugleich der Klasse der Transportraumschiffe zuzuordnen, die für regelmäßigen Pendelverkehr zwischen den Stationen und der Erde gedacht sind zu dem Zweck, Besatzungsmitglieder abzulösen und Versorgungsfrachtgut auf die Orbitalstationen zu befördern.

So entwickelte sich die sowjetische Raumfahrttechnik in nur acht Jahren Schritt für Schritt vom Einmann-Raumschiff zur ersten Orbitalstation.

Eines der wichtigsten Experimente im wissenschaftlich-technischen Programm des jüngsten sowjetischen Weltraumunternehmens bestand darin, unter den Bedingungen eines Hochvakuums und im Zustand der Schwerelosigkeit verschiedene Schweißmethoden zu erproben.

Unter Schweißen wird das Verbinden metallischer Werkstücke durch Ineinanderfließen (Schmelzschweißung) oder Ineinanderkneten (Preßschweißung) verstanden, wobei zwischen den Atomen der zu verbindenden Körper feste Bindungen entstehen.

Diese Definition trifft zu für das allgemein bekannte Gasschmelzschweißen, für die verschiedenen Methoden des Elektroschweißens, für das Schweißen mit einem gebündelten Elektronenstrahl, für das Laser- und das Kaltschweißen von Metallen. Die Experimente, die jetzt im Weltall durchgeführt wurden, ergaben unter anderem neue Möglichkeiten für die Technologie des Kaltschweißens, oder, um es genauer zu sagen, für das sogenannte Diffusionsschweißen — eine Methode des Kaltschweißens — im Vakuum. Gerade diese Art des Schweißens lenkt seit einiger Zeit die Aufmerksamkeit der Fachleute auf sich. Charakteristisch für dieses Verfahren ist der geringe Stromverbrauch. Dennoch führt es zu einer haltbaren und zuverlässigen Verbindung von Aluminium und einigen Aluminiumlegierungen, von Kupfer, Nickel, Blei, Zink, Silber und Gold, das heißt also von Metallen, deren Schweißung in konventioneller Weise enorm schwierig ist und die außerdem eine große Stromleistung sowie komplizierte und kostspielige Apparaturen erfordern würde. Das Diffusionsschweißen im Vakuum gestattet auch solche scheinbar unvereinbaren Werkstoffe miteinander zu verbinden wie Stahl und Glas, Silber und Quarz, Metalle und Nichtmetalle.

Das Prinzip des Kaltschweißens beruht auf folgendem: Bekanntlich sind im metallischen Kristallgitter die äußeren Elektronen nur lose gebunden und leicht verschiebbar. Bei einer hinreichenden Annäherung der Atome bilden die freien Elektronen eine gemeinsame Elektronenwolke, wodurch feste Bindungen entstehen.

Hält sich der Abstand zwischen den Oberflächen zweier miteinander zu verbindenden Teile in der Größenordnung von einigen millionstel Millimetern, so kann zwischen ihnen eine haltbare Verbindung entstehen. Voraussetzung dafür ist aber, daß die zu verbindenden Werkstücke von dem hauchdünnen Fettüberzug befreit werden, der üblicherweise sogar ein als absolut rein geltendes Metall bedeckt. Ein noch größeres Hindernis für eine feste Verbindung von Metallen aber sind die Oxidhäute, die sich an der Luft ausbilden und ohne die unter normalen atmosphärischen Bedingungen kein Metall vorkommt.

Der organische Fettüberzug läßt sich durch verschiedene Verfahren unschwer beseitigen, während sich die Oxidhaut unter normalen Ver-

hältnissen praktisch überhaupt nicht vermeiden läßt. Sie bildet sich — mag der zeitliche Abstand von der Entfernung der Haut bis zum Beginn des Schweißens auch noch so gering sein — immer aufs neue. Hier kann nur die Vakuumtechnik helfen. Je geringer die Gasdrücke sind, desto fester wird die Schweißverbindung.

Im Weltraum ist ein fast absolutes Vakuum vorhanden. Bereits in einer Höhe von etwa 200 Kilometern über der Erdoberfläche wird die Dichte der Erdatmosphäre durch eine Zahl mit dreizehn Nullen hinter dem Komma ausgedrückt. Selbst im Laboratorium ist vorläufig ein derartiges extremes Vakuum, wie es im Weltraum existiert, nicht zu erreichen.

Unter diesen Umständen müssen auch die Konstrukteure von Raumschiffen berücksichtigen, daß es im Hochvakuum des Weltraums zu unbeabsichtigten, spontanen Kaltschweißungen von Werkstücken kommen kann. Unter bestimmten Bedingungen kann ein derartiges spontanes Kaltschweißen zu Pannen in der Arbeit verschiedener Mechanismen oder sogar zu Unfällen führen. Als Beispiel seien die Unregelmäßigkeiten beim Flug des amerikanischen Raumschiffes Gemini 4 erwähnt. Nach dem Ausstieg in den freien Weltraum und der Rückkehr des Astronauten an Bord des Raumschiffes konnte dort fast eine halbe Stunde lang die Luke nicht geschlossen werden, weil sich einige Teile zusammenschweißten hatten. Deshalb war die Besatzung damals gezwungen, von der im Flugprogramm vorgesehenen zweiten Öffnung der Luke Abstand zu nehmen.

Durch die Erprobung verschiedener Schweißverfahren während des Weltraumflugs kann eine Anzahl wichtiger Probleme gelöst werden. Das erste davon betrifft die Technologie des Kaltschweißens. Sogar auf der Erde weist diese Art des Schweißens bei ausreichend großen Vakuumanlagen erhebliche Vorteile auf.

Die geschweißten Teile haben eine derart glatte Oberfläche, daß sich eine mechanische Nachbehandlung erübrigt. Es fehlt die Schweißnaht, so daß die vorgeschriebenen Größen genau eingehalten werden können, während das Verfahren selbst eine haargenaue Verbindung gewährleistet. Festigkeit und sonstige Eigenschaften der geschweißten Werkstücke werden durch das Schweißen nicht beeinträchtigt, während sich bei anderen Verfahren durch die unvermeidliche, starke Erwärmung Veränderungen ergeben können.

Das Diffusionsschweißen im Vakuum gestattet schon heute die Verbindung von Teilen, die ein Gewicht von wenigen Milligramm bis zu mehreren Tonnen haben. Die einwandfreie Qualität dieser Verbindung erhöht im allgemeinen die Zuverlässigkeit der Geräte und Anlagen. Zugleich läßt sich dieses Schweißverfahren leicht automatisieren. Das aber ist sowohl auf der Erde als auch bei der kommenden Montage von größeren Raumstationen wichtig.

Alexander Tumanow

# Probleme der Weltraummedizin

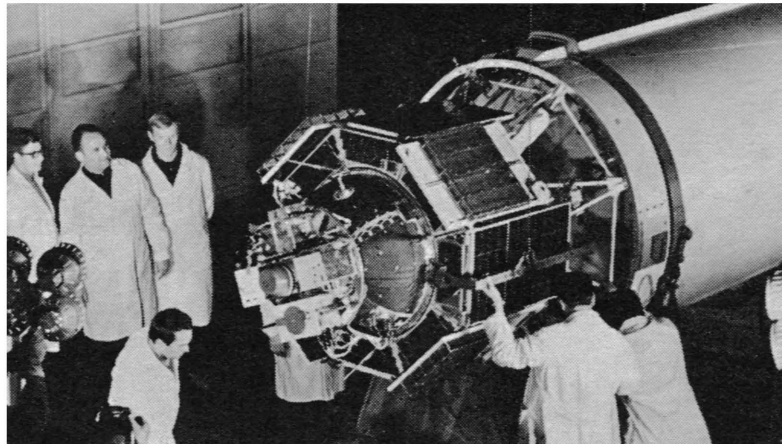
Akademienmitglied Wassili Parin

Den Medizinern und Biologen gebührt bei der Vorbereitung bemannter Weltraumflüge zweifellos ein großes Verdienst. Ihren Forschungsarbeiten ist die Möglichkeit eines längeren — bis zu 22 Tagen währenden — Aufenthalts von Lebewesen im Welt- raum und eine erstaunliche Arbeitsfähigkeit des Menschen im freien Raum zu verdanken. Aber bei jedem neuen bemannten Raumflug werden weitere medizinisch-biologische Forschungen vorgenommen, welche neue Aufschlüsse über die Wirkung der Raumflugfaktoren auf den menschlichen Organismus erbringen. Eine Anzahl Probleme der Welt- raumfahrt wurde im wesentlichen bereits durch die Luftfahrtmedizin gelöst. Der Einfluß der Beschleunigung auf den menschlichen Organismus wurde beispielsweise bereits von der Luftfahrtphysiologie mit Erfolg erforscht. Auf diese Weise wurde es möglich, die Anforderungen an die Betriebsweise des Raumschiffes zu ermitteln, die beim Aufstieg und bei der Landung ausreichenden Schutz für Leben und Gesundheit der Kosmonauten gewährleisten. Das gleiche gilt für die Sauerstoffversorgung des Organismus. Das bedeutet jedoch keineswegs, daß diese Probleme schon vollständig gelöst seien. Zur Zeit befassen sich die Wissenschaftler beispielsweise mit der Überbelastung bei der Landung von Raumschiffen nach einem längeren Flug, bei dem sich unter dem Einfluß anhaltender Schwerelosigkeit und Hypokinese (herabgesetzte Bewegungsfähigkeit) der

funktionale Zustand des Organismus weitgehend verändert hat. Ein anderer Zweig der Raumfahrt- medizin untersucht Probleme, die, in den Anfängen der Raumfahrt bereits aufgetreten, bis heute nichts von ihrer Aktualität eingebüßt haben. Dazu gehört in erster Linie das Studium des Einflusses der Schwerelosigkeit auf einige physiologische Funktionen

weise die Senkung des physiologischen Tonus, die Änderung psychologischer Funktionen sowie Stoffwechselstörungen. Vermittels dieser recht unzulänglichen Verfahren konnte jedoch das Problem der Hypokinese vorderhand nur unvollständig untersucht werden.

Das Gleiche gilt für das Studium der Funktionen des Vestibular-



Am 14. Oktober wurde in der Sowjetunion der Satellit Interkosmos 1 gestartet. Unser Bild: Die letzten Arbeiten vor dem Start. Der Satellit wird auf die Rakete aufgesetzt. Foto: L. Polikaschin, APN

des Menschen. Da es unmöglich ist, bei einem Experiment — mit Ausnahme eines wirklichen Welt- raumfluges — für längere Zeit den Zustand der Schwerelosigkeit herbeizuführen, mußte man sich nach irdischen Simulationsmöglichkeiten umsehen.

Die ersten Versuche wurden in Schnelllaufzügen vorgenommen, wobei die Schwerelosigkeit etwas weniger als eine Sekunde dauerte. Im römischen „Schwerelosigkeitsturm“ hielt sie einige Sekunden an, während der Schwerelosigkeitszustand in Flugzeugen, die auf einer ballistischen Bahn flogen, eine ganze Minute erreichte. Es gelang auch, wertvolle Daten über die individuelle Empfindlichkeit bei Schwerelosigkeit zu erhalten sowie festzustellen, daß sich in diesem Zustand die Koordination der Bewegung verschlechtert, besonders bei diffizilen Bewegungsabläufen.

In den Anfängen der Kosmonautik beschäftigten sich die Forscher sehr eingehend mit dem Problem der Hypokinese, das heißt der verminderten Beweglichkeit. Den Zustand der Hypokinese in Verbindung mit der Schwerelosigkeit auf der Erde vollständig zu simulieren, ist ein Ding der Unmöglichkeit. Deshalb griffen die Wissenschaftler zu mehreren methodischen Kunstgriffen, um diesen Zustand nachzuahmen: Aufenthalt in einem Immersionsmedium mit gleichem spezifischen Gewicht wie das spezifische Gewicht des menschlichen Körpers, Aufenthalt im Wasserbecken, Hypokinese bei längerem Liegen usw.

Bei einer Anzahl derartiger Experimente war es zweifellos gelungen, gewisse funktionelle Verschiebungen im menschlichen Organismus festzustellen, beispiels-

apparats unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit. Nach dem Flug von German Titow wurden die Störungen, die sich bei ihm bemerkbar machten, als Erscheinungen der „Sputnikkrankheit“ oder einer Weltraumform der Seekrankheit angesehen und ausschließlich auf Störungen der Vestibularreaktionen zurückgeführt. In den späteren Arbeiten sowjetischer und amerikanischer Wissenschaftler wurde nachgewiesen, daß dies nicht zutrifft, und die Vermutung geäußert, daß es sich hier um Störungen in der Wechselwirkung der Analytoren des Organismus handelt.

Jetzt werden von der Raumfahrt- medizin die Reaktionen des Blutkreislaufsystems, der äußeren Atmung und des Vestibularapparats besonders intensiv studiert. Im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehen ferner das Zentralnervensystem, der Energiehaushalt, die Temperaturregelung und die Verdauung. Ohne exakte Kenntnisse auf diesen Gebieten ist eine weitere Verbesserung der Lüfterneuerungsanlagen, Klimaanlage und Temperaturregelsysteme für Raumschiffe nicht möglich.

Für den Menschen ist außerdem der Zustand der Hirnrinde von großer Bedeutung. Durch die emotionelle Spannung beim Raumflug wird der Energieaustausch ebenso wie durch Arbeit erhöht. Im allgemeinen aber ist bei Schwerelosigkeit — besonders während des Schlafes — mit einer gewissen Verringerung des Energieaustausches zu rechnen. Sollte es sich bestätigen, daß der Energieaustausch um 20 bis 30 oder noch mehr Prozent zurückgeht, würde es notwendig werden, die lebenserhaltenden Systeme in Raumschiffen, die für

längere Flüge bestimmt sind, wesentlich zu ändern.

Das Verdauungssystem und sein Nerven- und Drüsenapparat reagieren ebenfalls auf extreme Einwirkungen. Die hierbei entstehenden Änderungen gehen besonders langsam zurück. Diese Tatsache darf beim Planen von längeren Weltraumflügen nicht außer acht gelassen werden. Verdauungsstörungen führen zu Störungen des Energieaustausches und zu einer ganzen Reihe von komplizierten biochemischen und endokrinen Vorgängen.

Zur Zeit suchen die Wissenschaftler eine Anzahl von Fragen zu beantworten, denen vorderhand nur theoretische Bedeutung zukommt, die aber sehr bald von praktischem Wert sein können. Dazu gehört in erster Linie die Erforschung der Möglichkeiten, die Verbindung des Menschen zu den technischen Systemen zu erweitern. Gegenwärtig werden Versuche unternommen, die Tastsinnesorgane für den Empfang von Informationen und bioelektrische Impulse zum Erteilen von Steuerungsbefehlen auszunutzen. Diese Untersuchungen führen die Physiologen in den Bereich der Bionik, der Wissenschaft von der Biotechnik, die auf profunden Kenntnissen der Organisations- und Funktionsprinzipien des lebenden Organismus beruht.

Wie lassen sich von Bord weit von der Erde entfernter Raumschiffe medizinisch-biologische Informationen durchgeben, wie können die ärztliche Kontrolle und medizinische Untersuchungen der Raumschiffsbesatzungen bewerkstelligt werden? Die Lösung dieser Fragen hängt mit der Entwicklung von Bordcomputern zusammen, die in der Lage wären, die den Kosmonauten abgenommenen medizinischen Informationen auszuwerten. Die Apparatur hat solche Informationen „zusammenzupressen“, damit diese über die nur begrenzte Kapazität besitzenden Fernmeßkanäle durchgegeben werden können, den Gesundheitszustand der Kosmonauten automatisch zu überwachen, eine etwaige Verschlechterung ihres Gesundheitszustandes zu melden und sie bei eventuellen Funktionsstörungen zu warnen.

Für interplanetare Flüge wird die Entwicklung von gesonderten ökologischen Systemen notwendig. Die lebenserhaltende Apparatur basiert bisher voll und ganz auf den Sauerstoff-, Wasser- und Verpflegungsvorräten, die von der Erde mitgenommen wurden. Durch einfache arithmetische Berechnung kann jedoch nachgewiesen werden, daß bei einem einige Monate dauernden Flug das Gesamtgewicht derartiger Vorräte eine nicht mehr zu bewältigende Größe erreichen würde.

Wir stehen deshalb vor der schwierigen Aufgabe, neue lebenserhaltende Systeme zu entwickeln, welche die Regeneration des Sauerstoffes aus dem ausgeatmeten Kohlendioxid, die Regeneration des Wassers und die Ergänzung der Nahrungsmittelvorräte durch Aufbereitung und Verwertung der Körperausscheidungen des Menschen ermöglichen könnten. Nur solche Systeme, die mehr oder minder den natürlichen Stoffkreislauf auf der Erde modellieren, können die normale Existenz einer Raumschiffsbesatzung bei monate- oder sogar jahrelangen Flügen garantieren.

## Interkosmos I

Am 14. Oktober wurde ein künstlicher Erdsatellit — Interkosmos 1 — vom Territorium der UdSSR aus auf eine Erdumlaufbahn gebracht. An Bord von Interkosmos 1 sind wissenschaftliche Geräte installiert, die in der Deutschen Demokratischen Republik, der Tschechoslowakei und der Sowjetunion hergestellt wurden.

Gleichzeitig mit den Messungen, die Interkosmos 1 vornimmt, führen die Observatorien in Bulgarien, Ungarn, der Deutschen Demokratischen Republik, Polen, Rumänien, der Sowjetunion und der Tschechoslowakei radioastronomische, ionosphärische und optische Beobachtungen durch, denen ein gemeinsames Forschungsprogramm zugrundeliegt. Vertreter dieser Länder wohnten auch dem Start des Satelliten Interkosmos 1 bei.

Interkosmos 1 ist ein Ergebnis der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit der sozialistischen Länder, und in dieser Eigenschaft symbolisiert der Satellit die neuen Perspektiven, die sich für die Welt des Sozialismus eröffnen.