





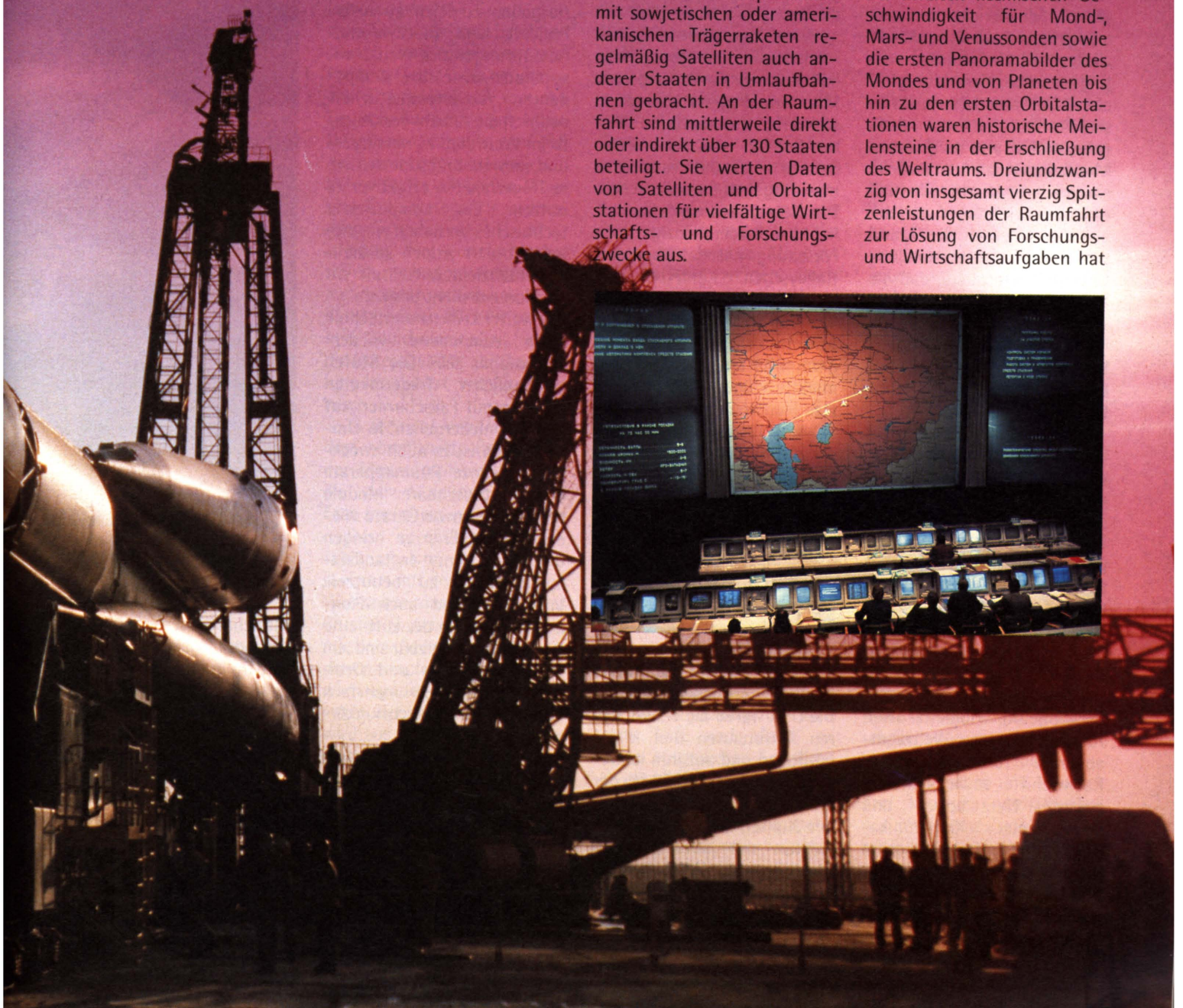
# Projekte der sowjetischen Raumfahrt

Vor 34 Jahren begann mit dem Start des ersten sowjetischen Satelliten weltweit die Ära der Raumfahrt. Welche Projekte gegenwärtig mit dem sowjetischen Weltraumprogramm verfolgt werden, beschreiben im folgenden Beitrag Prof. Dr. sc. W. Senkewitsch und Dr. A. Wojzechowski.

Mit dem Start des ersten Sputnik im Jahre 1957 gelang der Sowjetunion der bahnbrechende Erfolg bei der Erschließung des Weltraums. Ihr folgten 1958 die USA, Frankreich 1965 sowie Japan und China im Jahre 1970 mit dem Start von Satelliten mit Hilfe eigener Trägerraketen. Heute werden hauptsächlich mit sowjetischen oder amerikanischen Trägerraketen regelmäßig Satelliten auch anderer Staaten in Umlaufbahnen gebracht. An der Raumfahrt sind mittlerweile direkt oder indirekt über 130 Staaten beteiligt. Sie werten Daten von Satelliten und Orbitalstationen für vielfältige Wirtschaft- und Forschungszwecke aus.

Die sowjetischen Raumflüge erfolgen im Rahmen des staatlichen Programms für Raketen- und Weltraumtechnik sowie zur umfassenden Erschließung und Nutzung des Weltraums im Interesse der Volkswirtschaft, Wissenschaft und der Landesverteidigung. Das Programm ist in Perioden von je zehn Jahren aufgliedert und wird nach Erfüllung der einzelnen Phasen regelmäßig überarbeitet.

Alle Entwicklungsphasen der internationalen und sowjetischen Raumfahrt – vom Start des ersten Erdsatelliten über den ersten bemannten Raumflug, den ersten Ausstieg eines Kosmonauten in den Weltraum, die Entwicklung der zweiten kosmischen Geschwindigkeit für Mond-, Mars- und Venussonden sowie die ersten Panorambilder des Mondes und von Planeten bis hin zu den ersten Orbitalstationen waren historische Meilensteine in der Erschließung des Weltraums. Dreißig von insgesamt vierzig Spitzenleistungen der Raumfahrt zur Lösung von Forschungs- und Wirtschaftsaufgaben hat



die UdSSR erstmals erzielt, während siebzehn zuerst von den USA entwickelt wurden.

Die USA hatten wichtige Erfolge mit bemannten Mondflügen und bei der Erforschung ferner Planeten mit Hilfe automatischer Sonden im Rahmen ihres Voyager-Programms.

Die UdSSR hingegen hat unter anderem Lösungen gefunden, um Mondgestein mit Sonden auf die Erde zu bringen und die Mondoberfläche mit selbstfahrenden Mondmobilen langfristig zu erforschen. Das Projekt einer superschweren Rakete N 1, mit dem sich Ende der sechziger, Anfang der siebziger Jahre S. Koroljow und W. Gluschko befaßten, konnte wegen finanzieller Schwierigkeiten und mangelnder Produktionskapazitäten nicht konsequent verfolgt werden, denn zur gleichen Zeit standen die Wissenschaftler vor der Aufgabe, mobile und rückholbare Mondsonden zu entwickeln. Natürlich bedauern wir, daß es kein Sowjetbürger war, der als erster Mensch den Mond umflog und auf ihm landete. Doch der Tatbestand, daß die UdSSR bei vergleichbaren Forschungsergebnissen über zehn Milliarden Rubel eingespart hat, zeugt von der effektiven Planung ihrer Mondfahrtunternehmungen.

Die UdSSR verfügt heute über leistungsfähige Raketen, Weltraumtechnik und bodengestützte Systeme. Nach Bedarf können wir verschiedene Trägerraketen – von Sputnik und Wostok bis zur schweren Proton und der superschweren Energija – einsetzen. Zur Verfügung stehen drei erstklassige Kosmodrome (Baikonur in Kasachstan, Kapustin Jar an der Wolga und Plessezk bei Archangelsk), Flugleitzentren für automatische Weltraumapparate und bemannte Raumschiffe sowie ein verzweigtes Netz boden- und seegestützter Kommunikations- und Empfangsstellen im Rahmen der Befehls-, Meß- und Leitungskomplexe.

Die sowjetische Weltraum-

forschung hat mittlerweile umfangreiches Material über den erdnahen Raum, den Mond, Planeten, Prozesse in der Erdatmosphäre und auf der Sonne sowie über das Substanzgefüge erbracht. Solche neuen Daten können mitunter unsere Vorstellungen von der Welt wesentlich präzisieren und sogar verändern.

Eine wichtige Rolle haben dabei Weltraumsonden verschiedener Zweckbestimmung gespielt, die zum Mond und anderen Planeten unseres Sonnensystems gestartet wurden. Mit Hilfe von 24 Mondsonden konnten zum Beispiel der mondnahe Raum und die Mondoberfläche untersucht, mondgängige Fahrzeuge eingesetzt und Mondgestein auf die Erde gebracht werden.

Zehn verschiedene automatische Forschungsapparate haben unsere Vorstellung vom Mars grundlegend verändert; sechzehn automatische Venus-Sonden und zwei Vega-Sonden lieferten zahlreiche neue Angaben über die Venus. Die letztgenannten Sonden haben außerdem einzigartiges Forschungsmaterial über den Halleyschen Kometen erbracht.

Einen hohen Stellenwert im sowjetischen Weltraumprogramm hatten stets auch bemannte Flüge. Nach dem ersten Flug von Juri Gagarin am 12. April 1961 arbeiteten mehr als zweihundert Männer und dreizehn Frauen aus 21 Staaten erfolgreich im Weltraum, darunter siebzig aus der UdSSR.

Wir haben außerdem erfolgreich die Programme Wostok, Woschod, Sojus, Salut und Mir verfolgt.

Die UdSSR und die USA haben sich in der Raumfahrt ähnliche Aufgaben gestellt. Die USA waren die ersten, deren Astronauten den Mond umflogen und auf ihm landeten. Sie sind der UdSSR bei der Erforschung solcher Planeten wie Jupiter, Saturn, Uran und Neptun mit automatischen Sonden voraus. Wir haben etwas länger an der Trägerrakete Energija, der Raumfähre Buran

sowie unseren Startanlagen, Steuer- und Landungsmitteln gearbeitet als die USA an vergleichbaren Projekten.

Bereits heute existieren einige Dutzend verschiedenartiger Sonden gleicher Zweckbestimmung. Wenn dieser Trend sich fortsetzt, wird ihre Anzahl im Jahr 2000 auf dreihundert bis vierhundert ansteigen. Daher muß man sich um neuartige zukunftsweisende technische Lösungen bemühen. Nachstehend einige Beispiele für künftige Entwicklungen in der Erschließung des Weltraums.

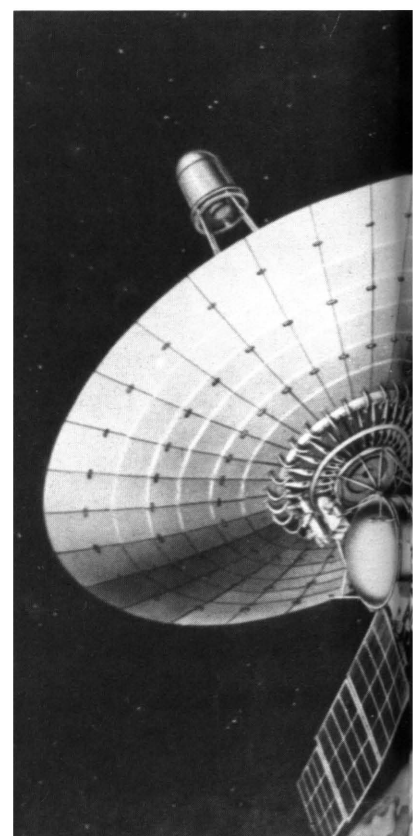
Erstens. Die Verwendung von Mehrzweck-Satellitenplattformen würde es erlauben, auf der Basis einer einzigen Konstruktion mehrere Aufgaben zugleich zu lösen, Projekte und Block-Modul-Ausführungen der Weltraumapparate sowie ihre Komponenten zu vereinheitlichen, dadurch die Anzahl der Objekte im Weltraum zu verringern und schwere und superschwere Trägerraketen effektiver zu nutzen. Ein kompliziertes technisches Vorhaben wie dieses erfordert jedoch zusätzliche finanzielle Mittel, die wir im Moment nicht besitzen.

Zweitens. Weltraumtechnik sollte zunehmend wieder verwendbar sein. Die Stufen gewöhnlicher Trägerraketen könnten mit Fallschirmen auf die Erde niedergehen. In einigen Fällen ist es auch zweckmäßig, ganze Raumapparate und austauschbare Module und Blöcke sowie Geräte wieder auf die Erde zu bringen und nach einer Instandsetzung wieder zu benutzen. Vorstellbar sind auch Flugapparate, die in der Luft- und Raumfahrt einsetzbar sind, ein Beschleunigungs- und Orbitalflugzeug oder mehrfach verwendbare Marschflugkörper.

Drittens. Im Weltraum könnte ein effektives technisches Service- und Reparatursystem angelegt werden mit Lagern für Treibstoff, Apparaturen, Geräten und Werkzeugen für die Umlaufbahn. Eingesetzt werden sollen außer-

dem auch automatische robotergestützte Systeme. Ein technisches Service- und Reparatursystem kann auf der sowjetischen Orbitalstation Mir 2, die voraussichtlich 1997 oder 1998 installiert werden kann, oder auf der amerikanischen Freedom stationiert werden.

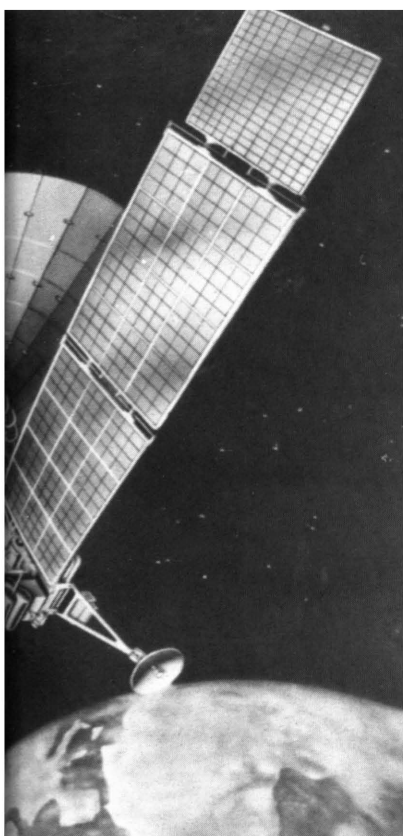
Die Perspektiven für einige Raumfahrtbereiche in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren sind vielversprechend. Einige sowjetische und internationale Projekte sind im Interesse der Volkswirtschaft



und Wissenschaft bereits entwickelt worden.

Eine Reihe aktueller volkswirtschaftlicher und Forschungsaufgaben können künftig in der bemannten Orbitalstation Mir und mit Hilfe von Spezialmodulen unter Verwendung der Raumfähre Buran gelöst werden. Masse, Besatzung und Ausrüstung der Orbitalstationen muß vergrößert und ihre Einsatzdauer verlängert werden. Das Gesamtgewicht des Komplexes Mir kann 140 Tonnen erreichen. Zu ihm gehören fünf je

neunzehn Tonnen schwere Module. Das Gesamtgewicht der Forschungsgeräte wird etwa vier Tonnen betragen. An Bord werden mindestens sechs Kosmonauten arbeiten. Mit Strom versorgt werden soll Mir durch ein 18-Kilowatt-System. Die Station wird letztendlich ein Montage-, Betriebs-, Labor- und Forschungszentrum sein. Zur Montage sperriger Konstruktionen werden entsprechende Anlagen und robotertechnische Systeme entwickelt. Dabei handelt es sich vor allem um Tragwerk-



Das kosmische Radioobservatorium „Radioastron“, wird in internationaler Zusammenarbeit betrieben

anlagen und Antennen mit einem Durchmesser von fünfzig bis dreihundert Metern. Im Weltraum werden wahrscheinlich auch Zwanzig-Kilowatt-Stromanlagen zum Einsatz kommen, wobei Anfang des 21. Jahrhunderts auch erste weltraumgestützte Fünfhundert-Kilowatt-Kraftwerke gebaut werden sollen.

Für die nächsten zehn bis fünfzehn Jahre ist ein sehr umfangreiches Weltraumforschungsprogramm vorgesehen, das zu einem Großteil in internationaler Kooperation umgesetzt wird. Fragen der außeratmosphärischen Astronomie werden im Projekt Spektr-Röntgen-Gamma geklärt. Die Erforschung der Urstrahlung wird nach dem Experiment Relikt 1, das 1983 mit der Raumsonde Prognos 9 durchgeführt wurde, 1993 im Rahmen des Relikt-2-Projekts fortgesetzt. Eine Sonde wird dabei in einen Librationspunkt (Punkt, an dem Erde und Mond die gleiche Gravitationskraft aufweisen – Anm. d. Red.) in einer Erdentfernung von 1,5 Millionen Kilometer gebracht. Durch kühlbare Empfangs- und Sendeparate wird gegenüber der Prognos 9 eine drei- bis vierfache Empfindlichkeit erreicht. Da sich die Sonde im Librationspunkt befindet, wird sich die Einwirkung der Funk- und Wärmefelder von Sonne, Mond und Erde wesentlich vermindern.

Mitte der neunziger Jahre sollen nach dem Aelita-Projekt Sonden entwickelt werden, mit deren Hilfe die Staub- und Molekularwolken sowie die Heterogenität der Urstrahlung analysiert werden können.

Untersucht werden außerdem komplizierte Prozesse in der Magnetosphäre der Erde, die viele Vorgänge auf der Erde beeinflussen.

Das sowjetische Raumfahrtprogramm sieht vor, zusammen mit der Europäischen Weltraumorganisation das Cluster-System entwickeln, mit dem die komplizierte dreidimensionale dynamische Bewegung des Plasmas untersucht werden soll. Das System wird aus fünf bis sechs Apparaten bestehen. In ferner Zukunft soll das Roy-System, das aus einigen Dutzend Apparaten bestehen wird, die Magnetosphäre in verschiedenen Regionen untersuchen.

Ein wichtiges Arbeitsfeld des sowjetischen Weltraum-

programms bleibt die Erforschung der Planeten unseres Sonnensystems und anderer Himmelskörper.

Auf dem Mond sollen in Zukunft Forschungen durchgeführt, ingenieurtechnische Lösungen überprüft und Weltraumtechnik getestet werden, darunter auch Sonden, mit denen Flüge zum Mars und zu anderen Himmelskörpern ausgeführt werden.

Wegen wirtschaftlicher Schwierigkeiten sieht das sowjetische Weltraumprogramm mittlerweile keine Mondstützpunkte mehr vor. In den neunziger Jahren soll lediglich ein Satellit in die Polarumlaufbahn gestartet werden, um den Mond allseitig zu fotografieren. Eine neue Sonde soll Gestein von der Rückseite des Mondes auf die Erde bringen.

Ein anderes Projekt sieht einen ständigen „automatischen Monddienst“ vor, der langfristige astronomische Beobachtungen vornehmen und die kosmische Strahlung, den Korpuskelstrom und andere Erscheinungen untersuchen soll, die in der Erdnähe durch das irdische Magnetfeld entsteht werden. Doch für dieses Projekt sind bisher noch nicht die erforderlichen Finanzen genehmigt.

Vom Mond aus kann man auch Prozesse in den oberen Atmosphäreschichten der Erde, zum Beispiel synoptische Prozesse, untersuchen. In fernerer Perspektive könnten auf dem Mond verschiedene technische festinstallierte und mobile Einrichtungen, Werke und Laboratorien für technologische Verfahren in Betrieb genommen werden, die auf der Erde nicht oder nur unter großen Problemen anwendbar sind. Die Wissenschaftler haben ein großes Interesse an den Librationspunkten zwischen Erde und Mond, an denen ausgediente Satelliten – etwa im Rahmen des Relikt-2-Projekts – und in ferner Zukunft auch kosmische Siedlungen stationiert werden könnten.

Sinnvoll wäre bei vielen Forschungsarbeiten eine Zu-

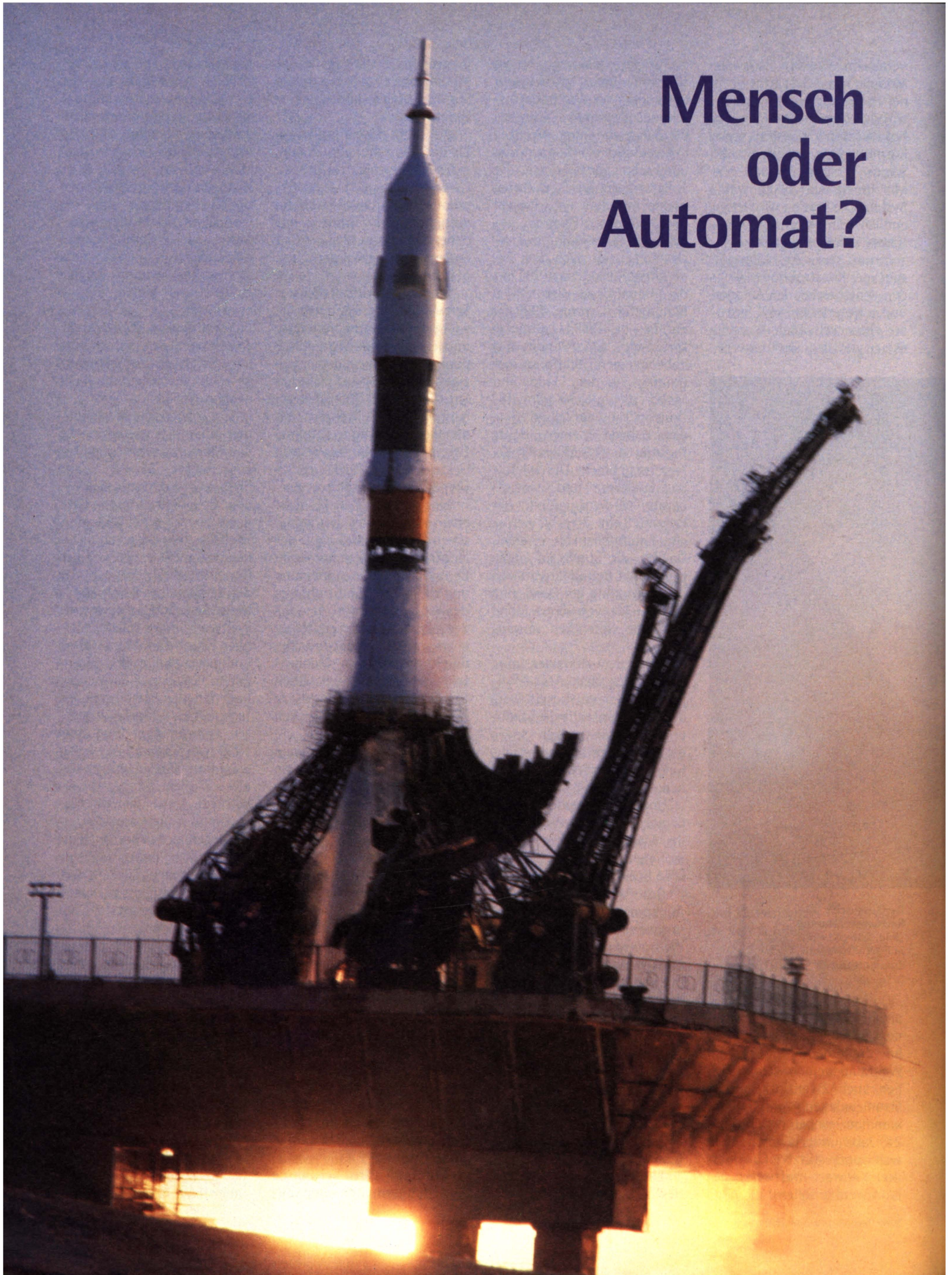
sammenarbeit zwischen der UdSSR, der NASA und der Europäischen Weltraumorganisation. Das betrifft vor allem die Venus, Kometen und den Asteroidgürtel zwischen dem Mars- und Jupiterorbit. Beim Vesta-Projekt arbeiten die UdSSR, Frankreich und die Europäische Weltraumorganisation zur Erforschung des Asteroidgürtels zusammen. Gemeinsam werden Landemodule und andere Geräte entwickelt.

Von Interesse wäre es auch, den Jupiter, den Saturn und ihre Satelliten zu erkunden, obwohl dies bis 1998 nicht geplant ist.

Das sowjetische Weltraumprogramm ist weiterhin auf den Mars und seine Satelliten ausgerichtet. Da die Sonde Phobos 2 in der entscheidenden Schlußphase und Phobos 1 bereits vorher versagten, konnten die erwarteten Ergebnisse nicht erzielt werden. Der Start dieser Sonden war der Beginn eines langfristigen Marsforschungsprogramms. Weitere Sonden sollen in ein paar Jahren zum Mars starten und eine zweite Phase einleiten. Je nach Finanzierung und den dementsprechenden technischen Startmöglichkeiten könnte man 1994 oder 1996 zwei automatische interplanetare Sonden entsenden, die vor allem die Wetterverhältnisse sowie das Oberflächengefüge und die Mantelschichten des Mars untersuchen sollen. In der nächsten astronomischen „Lücke“ (1996 bis 1998) könnten zwei weitere Sonden Marsgestein auf die Erde bringen.

Im ersten Viertel des 21. Jahrhunderts könnte man Grundkomponenten eines Marskomplexes entwickeln, wobei in der Endphase ein bemanntes Raumschiff den Mars umfliegen könnte. Dieses Vorhaben erfordert jedoch Milliardenausgaben und ist unter den heutigen Verhältnissen nur im Rahmen einer mehrseitigen internationalen Zusammenarbeit durchführbar.

# Mensch oder Automat?



**Der Streit um die Rolle des Menschen in der sowjetischen Raumfahrt entbrannte bereits, als diese Wissenschaft noch in den Kinderschuhen steckte. Bis heute wird er mit unverminderter Leidenschaft fortgeführt. IAN-Korrespondent Andrej Tarassow stellt Pro und Kontra der Diskussion dar.**

entsprechenden Maschinen. Nach und nach vervollkommnete man die Automatik bis hin zu selbststeuernden und anderen komplizierten Systemen. Nichtsdestotrotz geht es beim Flugzeug bis heute nicht ohne Besatzung. Raketen hingegen fliegen ohne Piloten. Sie funktionieren nur mit technischen Bordsystemen,

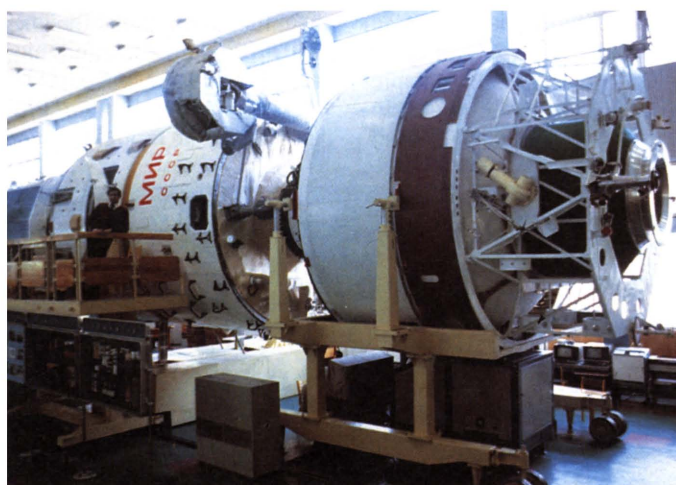
erfunktionen selbst zu übergeben sind, dem Menschen oder dem Automaten, ist umstritten."

Chefkonstrukteur Koroljow und seine Leute waren, obwohl sie aus der Luftfahrt kamen, Raketenfanatiker. Als Koroljows populärste Äußerung zur Überlegenheit der Raketentechnik wird überliefert: „Mit meinen Raumschiffen können Kaninchen fliegen.“

Als Antwort darauf richteten sich die Pioniere des Raumflugs, Gagarin, Titow und Nikolajew, mit einem Brief an Leonid Breschnew, in dem es hieß: „Die Leiter verschiedener Ämter vertrauen automatischen Satelliten mehr als uns und unterschätzen die Rolle

des Menschen bei Weltraumforschungen. Nur damit kann man erklären, daß bei uns auf dreißig bis vierzig automatische Satelliten nur ein bis zwei bemannte Raumschiffe kommen. Es mangelt an Raumschiffen. Wir haben nichts, womit wir fliegen und das Programm für Weltraumforschungen erfüllen können.“ Dieser Streit wurde in den siebziger Jahren weiter fortgesetzt.

Im Jahr 1970 nahmen wir uns das Projekt eines Mehrzweckorbitalkomplexes als ein umfassendes Programm für die Erschließung des erdnahen Raumes im Radius von Erdmond vor. Dieser Orbitalkomplex steht im Zeichen einer vollständigeren Nutzung der



Die Orbitalstation Mir und das astrophysikalische Spezialmodul Quant

Die USA bevorzugen trotz ihrer hochentwickelten Elektronik und Rechentechnik bei der Weltraumerschließung Menschen und keine automatischen Flugkörper. Man sollte meinen, daß auch und gerade bei uns, die wir als erste in der Welt ein bemanntes Raumschiff gestartet haben, dem Menschen und nicht dem Automaten die entscheidende Rolle bei der Weltraumfahrt zufällt. Hinzu kommt, daß unsere Automatik in bezug auf ihre Zuverlässigkeit noch Defizite aufweist. Trotzdem zeichnete sich bei uns schon früh eine deutliche Tendenz zur Vollautomatisierung der Steuerung der Raumflüge ab.

Seine Meinung zu bemannten oder unbemannten Flügen erläutert Prof.Dr.Ing. Wladimir Lapygin, einer der namhaftesten Konstrukteure von Weltraumraketen systemen, Direktor und Generalkonstrukteur der Forschungs- und Produktionsvereinigung für Automatik und Gerätebau, die die Steuerung der Raumfähre Buran entwickelt hat:

„Seit dem Beginn der Luftfahrt steuerte der Mensch die

die es ermöglichen, alle Flugsituationen zu berechnen, Bahnabweichungen zu messen, Kurskorrekturen vorzunehmen und die Navigation genau zu sichern. Deshalb wurde im Raketenbau eine Funktion eingeführt, die die Luftfahrt nicht kennt: der Chefkonstrukteur der Steuerungssysteme. Doch wem die Steuerung



Die Mitarbeiter der Mannschaft von Sojus 12 (1973) beim Training einer Wasserlandung

technologischen Möglichkeiten des Weltraums wie Hoch- und Tieftemperaturen, Hochvakuum und Mikrogravitation. Neunzig Prozent all dieser Operationen kann man ohne Beteiligung des Menschen durchführen. Es wird über die Einführung von Weltraumindustrie nachgedacht. Doch darauf sollte die Nutzung nicht beschränkt sein. Notwendig sind mehr Projekte, mehr Vorschläge und die umfassendste Beteiligung der Wissenschaft, insbesondere der unabhängigen Hochschul-



Trägerflugzeug Mrija und Raumgleiter Buran

wissenschaft sowie transparente Wettbewerbe von Projekten nach einer einheitlichen technischen Aufgabe, eine umfassende öffentliche Erörterung von Ideen, Vorschlägen und Konzeptionen und unabhängige Expertisen.

Zum Verhältnis zwischen Weltraumindustrie und wissenschaftlicher Forschung und zu den Problemen, die dabei in bezug auf die Frage „Bemannte oder unbemannte Raumfahrt?“ auftauchen, sagt Konstantin Gringaus, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Weltraumforschungen der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und ordentliches Mitglied der Internationalen astronautischen Akademie: „Die Gesamtausgaben für Grundlagenforschungen im Weltraum mit Hilfe von unbemannten Apparaten, die Ausgaben sowohl für eigentliche kosmische Flugkörper und deren Starts als auch für Forschungsgeräte einschließen, sind im Vergleich zu den Gesamtausgaben für die Weltraumindustrie relativ gering, so daß die Einsparung ausgerechnet an den wissenschaftlichen Projekten für unbemannte Flüge kaum unsere Geschäfte mit Waren füllen dürfte.“ Gringaus gibt der unbemannten Weltraumforschung den Vorzug: „In bemannten Objekten wie Mir und Buran kann man nur beschränkt wissenschaftliche Arbeit leisten. Gegenwärtig liegen die Umlaufbahnen dieser Komplexe in einer Höhe von nur etwa einhundert Kilometern, während die Prognosesatelliten, die sich von der Erde bis zu einer Million Kilometern entfernen können, ganz andere wissenschaftliche Fragestellungen behandeln können. Durch das Vorhandensein einer gewissen eigenen ‚Atmosphäre‘ in der Nähe der Raumschiffe, das heißt wegen ihres ‚unreinen Vakuums‘, eignen sie sich für viele Forschungen nicht.“

Auch mit Orbitalschiffen kann man astronomische Beobachtungen vornehmen. Die

im an die Mir-Station gekoppelten Modul Quant vorgenommenen astrophysikalischen Messungen brachten und bringen sehr interessante Ergebnisse. Das Quant-Modul muß jedoch die Elektroenergie der Mir-Station nutzen, weil es keine eigenen Sonnenbatterien hat. Einmal am Tag richten die Kosmonauten während der Erdumkreisung der Mir-Station den Komplex so aus, wie dies für die Teleskope notwendig ist. Wenn Quant ein autonomer unbemannter Satellit mit Sonnenbatterien und einer von der Erde aus programmierten Orientierung wäre, könnte es in eine solche Umlaufbahn gebracht werden, die die Effektivität der Teleskope steigern würde. Das Programm der Kosmonauten in der Orbitalstation dagegen ist mit verschiedenen Beschäftigungen und angewandten Experimenten derart angefüllt, daß sie sehr wenig Zeit für astronomische Beobachtungen haben.“

Auch der stellvertretende Generalkonstrukteur von Salut, Wladimir Pallo, ist skeptisch in bezug auf die Leistungsfähigkeit der bemannten Komplexe: „Der ständige Aufenthalt einer Besatzung von drei bis zwölf Mann verlangt viel an Mitteln und Apparaturen für ihre Lebenssicherung. Wasser, Luft und Lebensmittel sowie Systeme für den Schutz gegen Pannen beanspruchen Laderaum. Die bemannten Objekte werden auch dadurch teurer, daß ständig Reservemannschaften, Rettungsraumschiffe und Bodendienste bereitstehen müssen. Der Kosmonaut muß neben seiner Forschungstätigkeit Reparatur-, Wartungs-, Montage- sowie Be- und Entladearbeiten leisten und an der Funktionskontrolle verschiedener Systeme teilnehmen. Kurzum, der Kosmonaut wendet allein dafür etwa achtzig Prozent der Flugzeit auf. Darüber hinaus schafft er Vibrationsbeschleunigungen, die für feine technologische Prozesse in der Schwerelosigkeit unzulässig sind.“

Die Blöcke der Station Mir 2 und die Raumschiffe für ihre Bedienung werden einer neuen Generation von Technologie angehören müssen, was ihre Inbetriebnahme auf Grund von Finanzierungsproblemen für lange Zeit aufschiebt. Doch wir brauchen schon heute neue Werkstoffe für Mikroelektronik, Biopräparate und Arzneien. Wir bleiben katastrophal hinter der entwickelten Welt zurück, wenn es uns nicht gelingt, eine entsprechende kosmische Technologie zu entwickeln.“

Folglich, meint Pallo, sei es an der Zeit, sich konsequent von der bemannten Raumfahrt zu trennen und die kosmische Technologie zu einem selbständigen rentablen Zweig der Volkswirtschaft zu machen. Schon heute wäre zum Beispiel die ununterbrochene dreihundertstündige Arbeit eines elektronischen Ofens in der bemannten Mir-Station kaum realisierbar. Gleiches gelte für die Arbeit mit biotechnologischen Anlagen.

„Wir denken an ein Programm für die Produktion von





Halbleitern, optischen Gläsern, Biopräparaten und Arzneien im Kosmos, die verbesserte oder neue Eigenschaften aufweisen", erläutert Pallo.

„In der ersten Etappe dieses Programms kann man auf der Basis bestehender Module einen zwanzig Tonnen schweren unbemannten technologischen Apparat entwickeln, der mit der Trägerrakete Proton in eine Umlaufbahn gebracht werden kann. In ihm können sechzehn technologische Anlagen sowjetischer und ausländischer Herstellung

installiert werden, deren Erzeugnisse in ballistischen Kapseln zur Erde gebracht werden sollen. In der zweiten Etappe ist es möglich, bereits ein Hundert-Tonnen-Versuchswerk mit einer Leistung von 1000 Kilogramm Erzeugnissen pro Jahr im Orbit zu bauen. Eine Energija-Rakete kann das notwendige Material in die Umlaufbahn bringen. Zwanzig Tonnen technologischer Ausrüstungen ermöglichen es, die Anlagen effektiv zu nutzen, die an Bord von Photon, Mir, Quant

und Kristall erfolgreich erprobt wurden, moderne Technologien auszutauschen und Abnehmer aus Europa, Amerika und Asien zu gewinnen. Das Werk soll automatisch arbeiten. Lediglich zweimal im Jahr würden es Techniker für Entlade-, Einrichtungs- und andere Inbetriebnahmearbeiten sowie Wartungs- und Wiederherstellungsarbeiten besuchen. Jedes Jahr müßte man bis zu zwanzig Tonnen Einsatzmaterial an Bord bringen.

Zunächst kann man Erzeugnisse in oben erwähnten ballistischen Kapseln und später mit dem wiederverwendbaren Raumschiff Molnija zur Erde bringen, das wirtschaftlicher als Buran und die Raketen Sojus ist. Diese Entwicklungen sind bereits von der Forschungs- und Produktionsvereinigung Molnija in Angriff genommen worden."

Dennoch beharren auch die Anhänger der Entwicklung der bemannten Raumfahrt auf deren Weiterentwicklung. Raumflieger Sergej Krikaljow gibt zwar zu: „In der Tat ist es viel billiger, automatische Apparate im Weltraum einzusetzen.“ Doch er betont: „Geräte kann man in automatischen kosmischen Flugkörpern erst dann installieren, wenn sie sorgfältig geprüft sind und einwandfrei funktionieren. Und nur Menschen können Geräte bis zur erforderlichen Vollkommenheit unter derart komplizierten Bedingungen entwickeln.“

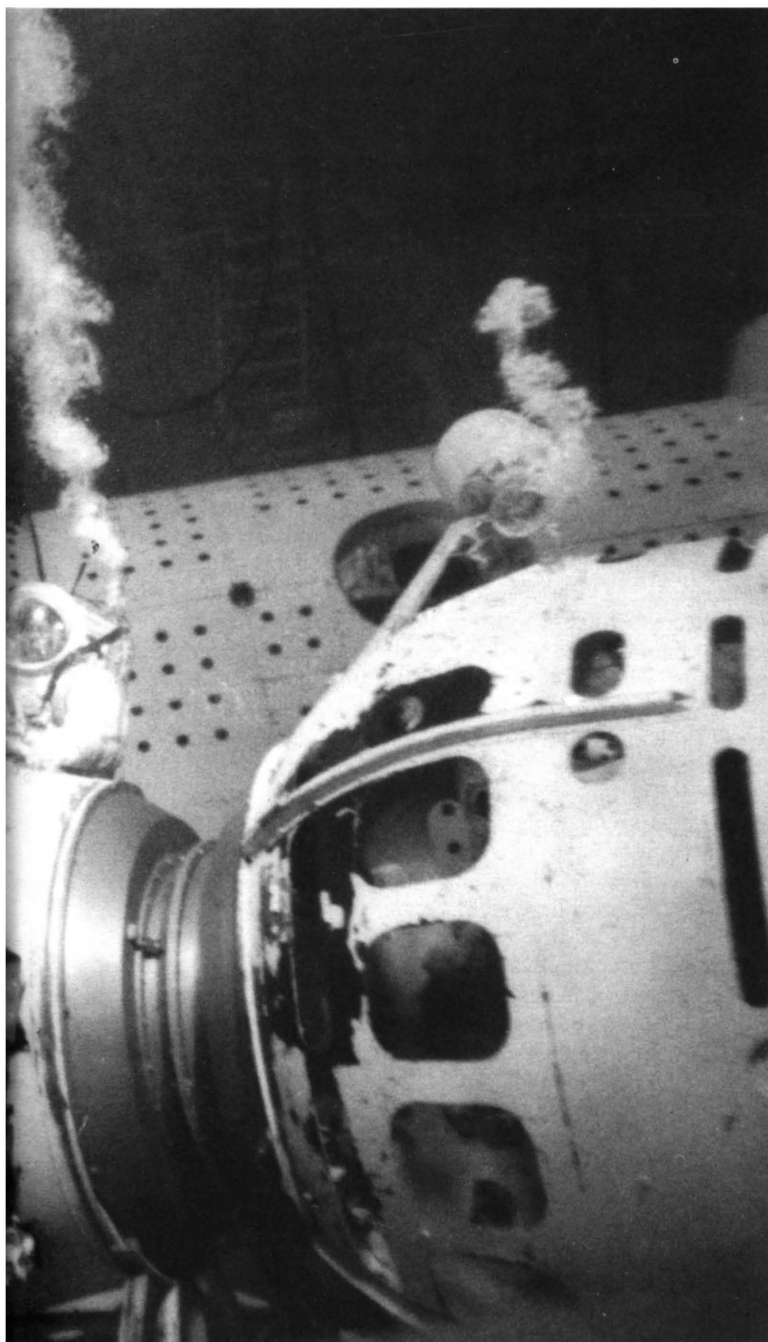
Kosmonaut Wladimir Solowjow erinnert: „Eine Havarie in der Station Salut 7 im Jahre 1985 und die darauffolgende Rettungsexpedition haben gezeigt, wie teuer der ‚aufsichtslose‘ Flug eines solchen einzigartigen kosmischen Objekts sein kann. Deshalb ist die Anwesenheit eines qualifizierten Technikers an Bord in einer Reihe von Fällen als Garantie für die störungsfreie Arbeit

des Komplexes und für die Absicherung des Programms notwendig.“

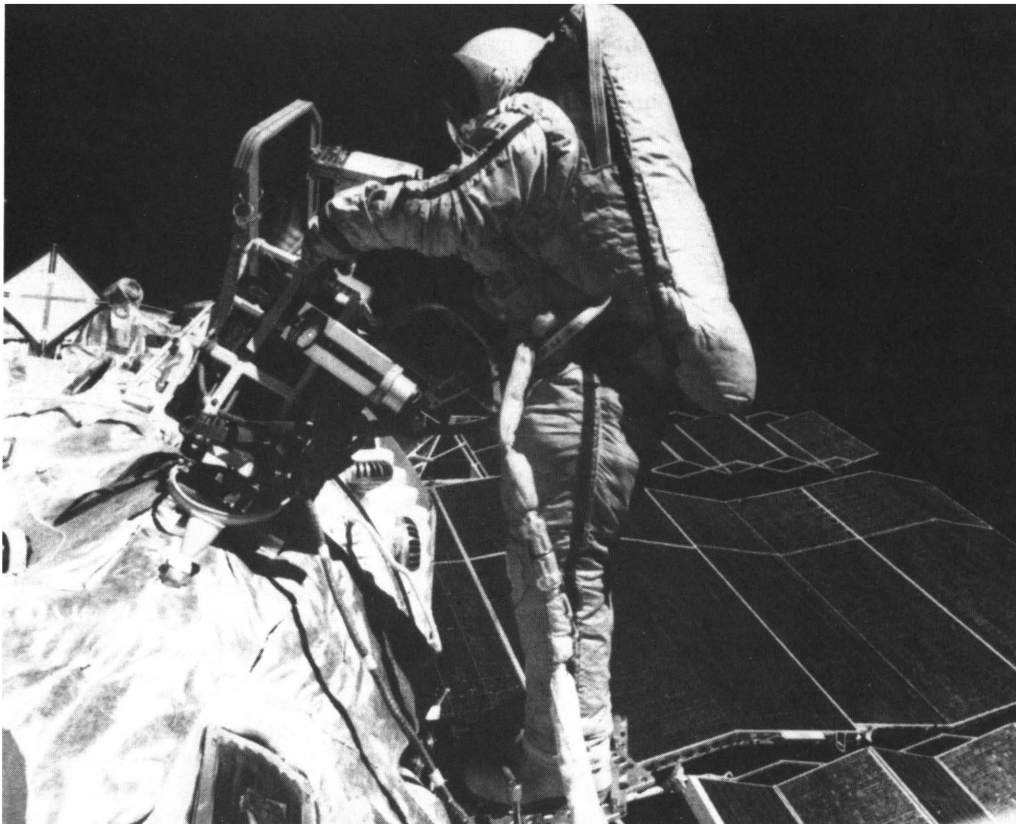
Das korrespondierende Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR Juri Semjonow, Generalkonstrukteur und Leiter der Forschungs- und Produktionsvereinigung Energija, gibt zu bedenken: „Die bemannte Raumfahrt ist Spiegel der modernen Wissenschaft und Technik eines Staates. Frankreich, die Bundesrepublik Deutschland, Japan, China und andere Länder sind bestrebt, aktive Positionen auf dem Gebiet der bemannten Weltraumfahrt einzunehmen. Vor diesen Anforderungen steht auch die UdSSR. Notwendig ist die weitere Entwicklung der bemannten Orbitalkomplexe, die sich zu kosmischen Betrieben zur Befriedigung von Bedürfnissen vieler Zweige der Volkswirtschaft entwickeln sollen.“

Die jüngste Zuspitzung dieser anscheinend ewigen Diskussion über Methoden der Weltraumerschließung erfolgte im Zusammenhang mit dem Start des universalen Trägersystems Energija-Buran. Juri Semjonow äußert einen besonders optimistischen Standpunkt über diese neue wiederverwendbare Raumfähre: „Die Hauptaufgabe eines solchen Raumschiffes ist der Start von Objekten, die mit Forschungsgeräten, zum Beispiel mit einem großen optischen Teleskop mit komplizierten elektronischen Ausrüstungen, versehen werden. Aussichtsreich sind hier auch Projekte, die die Schaffung von großen Radioteleskopen, Antennensystemen, Orbitalsonnenkraftwerken und interplanetaren Komplexen, das heißt von sehr kostspieligen Anlagen, erfordern, die in einzelnen Exemplaren entwickelt werden und die Bedienung durch Roboter oder qualifizierte Techniker verlangen.“

In manchen Fällen kann auch Buran selbst als kosmisches Laboratorium für die Perfektionierung eines wichtigen Gerätekomplexes und erforderliche Korrekturen vor



Unterwasserlaboratorium zum Training der Schwerelosigkeit im All



dem ständigen Einsatz im Orbit dienen. Bereits in diesem Jahrzehnt erwarten wir greifbare Ergebnisse bei der orbitalen Produktion von radioelektronischen Materialien sowie Biopräparaten, deren Herstellung auf der Erde unmöglich ist. Alle diese Arbeiten werden den Güterstrom auf der Strecke Erde-Kosmos-Erde vergrößern. Die wiederverwendbare Raumfähre Buran ist bei der Beförderung der Erzeugnisse dieser Betriebe zur Erde unersetzlich. Außerdem werden zu den künftigen Orbitalkomplexen auch einzigartige Geräte, komplizierte Tragwerkstrukturen und Energiesysteme gehören, deren Aufstellung ohne Teilnahme der Buran undenkbar ist. Die Beförderung von Spezialmodulen zu Orbitalkomplexen mit Hilfe der Buran wird es ermöglichen, ihre Effektivität wesentlich zu steigern: Statt Triebwerken werden Forschungs- und Produktionsanlagen den Umfang und die Masse dieser Apparate ausnutzen."

Aber bei allem Optimismus hält es sogar der Chefkonstrukteur der bemannten

Raumschiffe Semjonow für notwendig hinzuzufügen:

„Es wird jedoch kaum zweckmäßig sein, wenn Buran nur Menschen zu Orbitalkomplexen bringen würde. Für die Bedienung der Mir-Station verfügen wir heute über die Raumschiffe Progress und Sojus, die vorläufig noch viel billiger als die bestehenden wiederverwendbaren Mittel sind. Buran kann nur an einzelnen Experimenten zusammen mit der Mir-Station teilnehmen. Der erste Flug dieser Art mit einer Ankoppelung ist für Ende dieses Jahres geplant."

Ganz anderer Ansicht ist Akademiemitglied Wassili Mischin: „Mir ist die Entwicklung des sogenannten wiederverwendbaren Weltraumkomplexes Energija-Buran unbegreiflich, der den amerikanischen Space Shuttle in schlimmster Weise blindlings nachahmt. Man kann natürlich die Entwicklung einer automatisch gesteuerten Raumfähre für eine herausragende Leistung unserer Luft- und Raumfahrtstechnik halten. Aber meines Erachtens wird sie im Laufe der nächsten Jahrzehnte keine

Swetlana Sawizki, die zweite sowjetische Kosmonautin, bei der Arbeit im freien Raum

reale Anwendung finden. Für die Beförderung von eventuellen Werten vom Orbit zur Erde würde ein kleineres, aber effektiveres wiederverwendbares Raumschiff genügen, das von einem wiederverwendbaren Träger gestartet wird. Ungefähr eine ebensolche Nutzlast wie Energija konnte vor fünfzehn Jahren eine dreistufige Trägerrakete N I ins Orbit bringen. Aber die Arbeiten an ihr wurden im Jahre 1973 unbegründet eingestellt."

Eine Kompromißvariante schlägt schließlich der Chefkonstrukteur des Raumgleiters Buran, Gleb Losino-Losinski, der Leiter der Forschungs- und Produktionsvereinigung Molnija ist, vor: „Der Hauptgüterstrom und die Transportsicherstellung des heutigen Orbits erfordern ein wirtschaftlicheres Mittel als das System Energija-Buran und zugleich auch ein mobiles, flexibleres und vielseitigeres als eine Ein-

wegträgerrakete. Darauf zielen zum Beispiel auch Projekte ausländischer Orbitalflugzeuge ab. Wir schlagen vor, ein luftkosmisches Flugzeug Molnija mit einer Masse von 24 Tonnen zu bauen, das vom Trägerflugzeug Mrija startet. In bemannter Variante wird es eine Nutzlast von sieben Tonnen (das ist die Gesamtmasse des heutigen Raumtransporters Sojus) und in unbemannter acht Tonnen zum Orbit bringen können. In verschiedenen Modifikationen kann unser System alle Raketen mit einer Tragfähigkeit bis zu fünfzehn Tonnen bei einer gleichzeitigen Herabsetzung der Kosten pro Kilogramm Nutzlast auf ein Fünftel bis ein Zehntel ersetzen. Bei der tatsächlichen Mehrfachnutzung bleibt bei jedem Start nicht nur die komplizierte und kostspielige Elektronik des Steuersystems, die in Raketen vernichtet würde, sondern auch das Triebwerk selbst erhalten, das sich im Unterschied zur Buran im kosmischen Flugzeug befinden wird. Verloren geht lediglich der Treibstoffbehälter. Schließlich ermöglicht es das ‚fliegende Kosmodrom‘ (so kann man in diesem Fall das Trägerflugzeug nennen), den Start im Falle einer Havarie, für eine dringliche Reparatur oder für die Rettung von Menschen oder eines kosmischen Objekts zu beschleunigen. Deshalb schlagen wir vor, auf der Molnija-Basis einen internationalen Rettungsdienst zu gründen. Schließlich ist auch eine Passagier- oder Touristenvariante des Flugzeugs mit fünfzig bis sechzig Plätzen möglich. In einem Suborbitalflug kann es 20000 Kilometer in einer Stunde und zwanzig Minuten zurücklegen. Ein Flugticket würde voraussichtlich maximal 10000 bis 15000 Dollar kosten. Der erforderliche Vorlauf und die Erfahrungen bei der Entwicklung der Buran würden es ermöglichen, ein solches Flugzeug bereits in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre in den Kosmos zu schicken."



## Kommerzielle Kooperation mit dem Ausland

**Auch bei der Raumfahrt, die bisher mit etwas über sieben Milliarden Rubel aus dem Staatshaushalt finanziert wird, wird derzeit die Frage der wirtschaftlichen Effizienz gestellt. IAN-Korrespondent Michail Tschernyschow berichtet über neue Entwicklungen der kommerziellen Kooperation mit dem Ausland.**

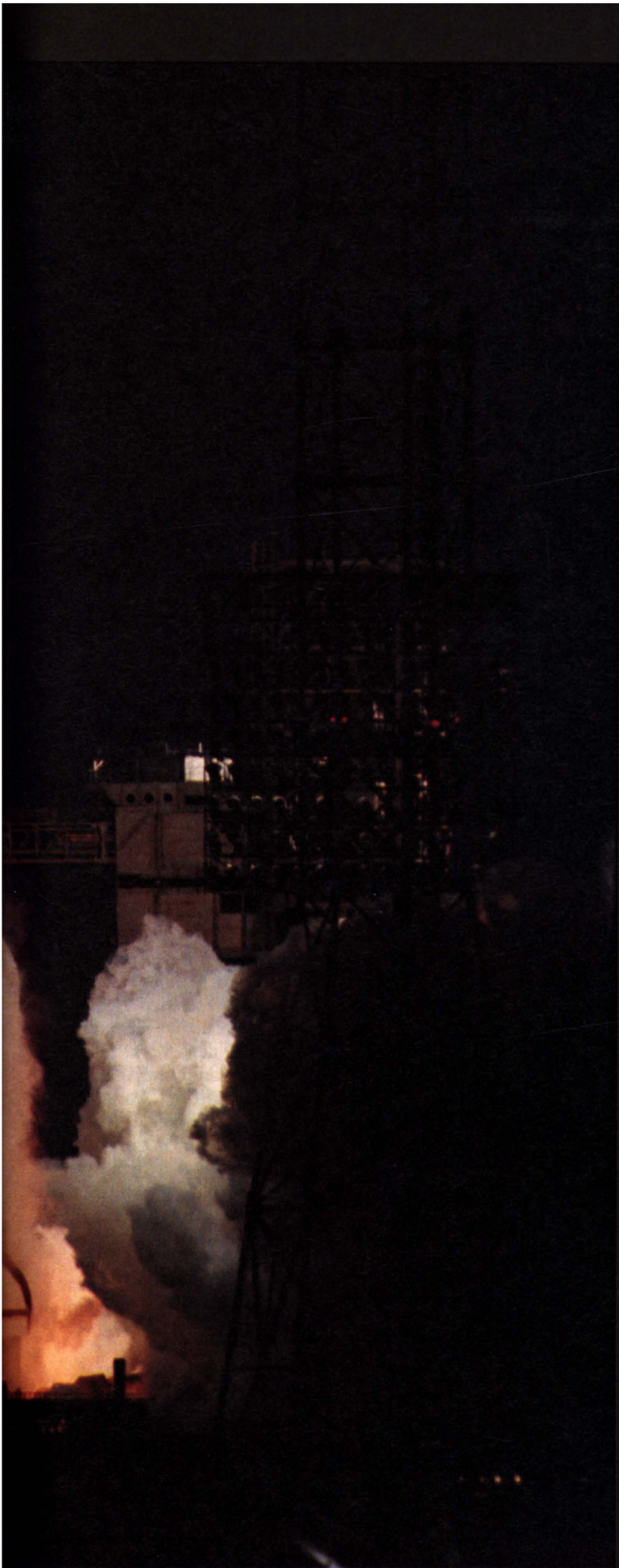
In der Orbitalstation Mir, die bereits seit fünf Jahren in der Umlaufbahn kreist, waren bisher acht Stammbesatzungen beschäftigt, wobei jede etwa einhundert Millionen Rubel kostete. Diese Ausgaben werden vor allem durch den Verkauf von Forschungsmaterial, Halbleitern und Arzneimitteln, die im Weltraum hergestellt werden, gedeckt. Sowjetische Kunden bezahlen ihre Aufträge in Rubel und ausländische in Devisen.

Das war früher anders. Da politische Leitsätze grundsätzlich gegenüber ökonomischen Überlegungen dominierten, nahmen wir Kosmonauten der sozialistischen Gemeinschaft unentgeltlich bei Raumflügen mit und wollten damit politische Erfolge erzielen.

Die Sowjetunion hat seinerzeit Indien bei der Entwicklung seiner Raumfahrt kräftig unterstützt und mit ihren Raketen ohne Kostenbeteiligung den ersten indischen Satelliten Ariabata und zwei Forschungssatelliten Bhaskara in die Umlaufbahn gebracht. 1984 ar-

beitete in der Orbitalstation Salut 7 gemeinsam mit der sowjetischen Stammbesatzung auch der indische Raumflieger Rakesh Sharma. Indien startete 1980 bis 1983 selbst drei Rohini-Satelliten und hat sich damit den Weltraummächten angeschlossen. Heute ist es durchaus folgerichtig, die sowjetisch-indische Weltraumkooperation auf kommerzielle Gleise zu überführen. 1988 wurde von Baikonur der indische Forschungssatellit IRS 1A gestartet. Dies war der erste kommerzielle Start einer ausländischen Sonde in der Sowjetunion. Der Preis entsprach jedoch, wie Alexander Dunajew, Leiter der Behörde Glawkosmos der UdSSR, sagt, nicht den realen Ausgaben und lag unter vergleichbaren internationalen Tarifen. Die Tatsache, daß langjährige Freundschaftsbeziehungen der sowjetisch-indischen Kooperation berücksichtigt wurden, weist darauf hin, daß nach wie vor nicht nur ökonomische, sondern auch politische Aspekte gelten. Mitte dieses Jahres wird in Baikonur der zweite Satellit IRS 1B gestartet, und 1994 wird die UdSSR die dritte ähnliche Sonde, IRS 1C, in die Umlaufbahn bringen. Zudem sollen sowjetische Spezialisten ihren indischen Kollegen helfen, den sogenannten Dorfsatelliten zu starten. Es handelt sich um einen Übertragungssatelliten, über den Bildungsprogramme für verschiedene Landesregionen ausgestrahlt werden können. Indische Bauern könnten





an Bildschirmen schreiben und lesen lernen und Grundkenntnisse in Hygiene und Agrartechnik erhalten.

Die Sowjetunion besitzt heute vielfältige Trägerraketen, Satelliten und Fachmodule, um breit gefächerte Aufgaben zu lösen. Das Angebot dieser Technik auf dem Weltmarkt wird allerdings in bestimmtem Maße durch die USA belastet, die künstliche Hindernisse in den Weg sowohl amerikanischer Firmen als auch Firmen anderer Staaten legen. Nicht alle Staaten werden allerdings dadurch abgeschreckt. Trotz der COCOM-Barrieren soll ein internationales Kosmodrom in Australien angelegt werden, auf dem Satelliten mit sowjetischen Senit-Raketen gestartet werden.

Mit den amerikanischen COCOM-Bedingungen ist auch Mexiko unzufrieden, das auf dem Weltraummarkt mittlerweile Satelliten und Trägerraketen kaufen oder anmieten und auf jeden Fall frei wählen will.

Ausländische Weltraumflieger werden voraussichtlich nicht mehr unentgeltlich mit sowjetischen Raumschiffen fliegen. Über Flugkosten wird allerdings immer noch spekuliert. Die Partner sind einvernehmlich gewillt, die im Vertrag festgelegten Beträge nicht publik zu machen.

In diesem Jahr werden im Orbitalkomplex Mir zwei ausländische Kosmonauten arbeiten. Im Mai flog Elen Sharman, Biologin aus Großbritannien, in den Weltraum, und im Oktober wird ein österreichischer Raumflieger folgen. Für 1992 sind zwei internationale Unternehmungen mit französischer und bundesdeutscher Beteiligung vorgesehen.

Übrigens fliegt bereits zum dritten Mal ein französischer Kosmonaut mit einem sowjetischen Raumschiff. Die sowjetisch-französische Zusammenarbeit währt schon lange. Zunächst gab es wissenschaftliche Kontakte zwischen einzelnen Einrichtungen, die 1966 offiziell wurden. Ionosphäre, Mond, Mars, Venus,

Halley'scher Komet, Röntgen- und Gammastrahlungsquellen waren Gegenstand der gemeinsamen sowjetisch-französischen Forschungen. In den vergangenen Jahren sind über fünfzig Großprojekte umgesetzt worden.

Der erste französische Kosmonaut arbeitete nur eine Woche in der Umlaufbahn, während Jean-Loup Chretien mit vier Wochen den Rekord der Gastkosmonauten aufstellte. Sowjetische und französische Spezialisten schließen die Möglichkeit nicht aus, neue interessante Projekte auszuführen und zum Beispiel die Weltraumfähre Hermes an Mir oder Mir 2 zu koppeln. Raumflieger könnten von der sowjetischen Station zur westeuropäischen und umgekehrt fliegen.

Die langfristigen Pläne der sowjetischen Raumfahrt und Europäischen Weltraumorganisation waren – zumindest in letzter Zeit – sehr ähnlich und orientierten sich auf die Erforschung von Naturressourcen sowie die Entwicklung der Telekommunikation und -technologien. Kommerzielle Verträge über Weltraumtechnologien, die in den vergangenen Jahren umgesetzt wurden, sind ebenfalls ein Beweis dafür. Die Sowjetunion ist bereit, ihren Partnern die leistungsstarke Rakete Energija, die Raumfähre Buran und automatische Halbleiterbetriebe zur Verfügung zu stellen. Bei der französischen Raumfahrt könnten sowjetische Spezialisten Verfahren für kosmische Leistungen übernehmen, die verkauft und in der Heimelektronik, Medizin oder zu anderen Zwecken angewandt werden. Die sowjetisch-französische Kooperation hat also umfangreiche Möglichkeiten, voranzukommen.