

# Projekte der sowjetischen Raumfahrt

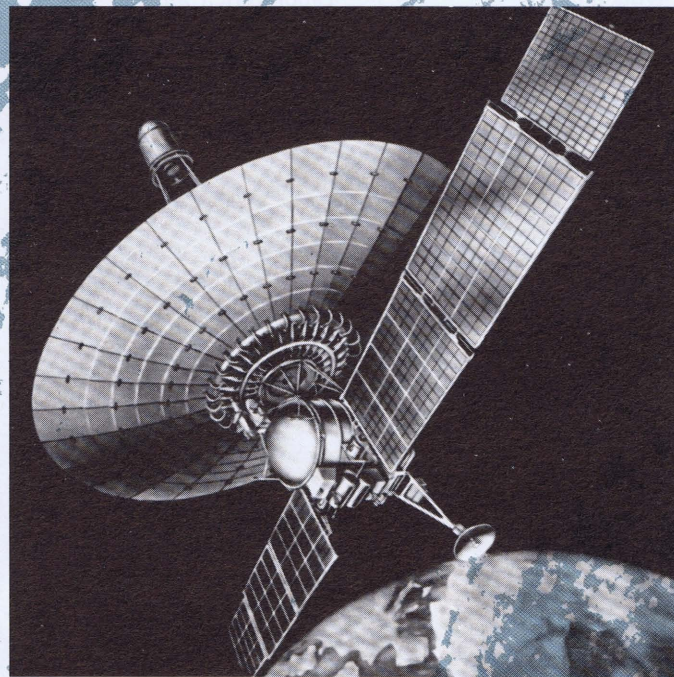
Seit der erste sowjetische Sputnik vor mehr als 30 Jahren seine Signale aus dem Weltraum sandte, hat die Raumfahrt rasante Fortschritte gemacht. Die nächsten Projekte der sowjetischen Raumfahrt und Überlegungen zu ihrer wirtschaftlichen Effektivität stellt Juri Saizew, Abteilungsleiter am Institut für Weltraumforschungen der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, auf den folgenden Seiten vor.

Über die Ausgaben für die Raumfahrt hat es in jüngster Zeit einige Diskussionen gegeben. Die Raumfahrt hat ihre ökonomische Effektivität jedoch längst unter Beweis gestellt. Nachrichtensatelliten liegen in dieser Hinsicht unbestreitbar an der Spitze. Ihr wirtschaftlicher Nutzen beträgt jährlich mehr als eine halbe Milliarde Rubel.

Seit über 20 Jahren verfügt die UdSSR über meteorologische Satelliten. Die Auswertung der Informationen zur Wettervorhersage verringert die Schäden durch Naturkatastrophen, was bereits heute einen jährlichen ökonomischen Nutzen von bis zu 700 Millionen Rubel erbringt. Hinzu kommen 350 Millionen Rubel im Jahr durch Daten, die der Prospektierung von Naturressourcen dienen.

Der ökonomische Nutzen der Raumfahrt und ihre Bedeutung für die Lösung akuter Probleme wird künftig noch zunehmen. Die Raumfahrt kann helfen, den großen Bedarf an billiger Energie, an kostengünstigen synthetischen Stoffen mit bestimmten Eigenschaften und an bestimmten Arzneimitteln zu decken. Als Beispiel mag die Entwicklung der Plasmaforschung im Weltraum dienen, die zum thermonuklearen Brüter als unerschöpflichen Energiebeschaffer führen sollen.

Für die nächsten Jahre sind zahlreiche Projekte der sowjetischen Raumfahrt geplant, die zur Lösung sowohl wissenschaftlicher als auch volks-



wirtschaftlicher Fragen beitragen werden.

Durch die direkte Erforschung des Sonnensystems mit Hilfe von Raumflugkörpern soll in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren endgültig geklärt werden, wie die Sonne und die sie umgebenden Planeten entstanden sind. Das wäre auch in bezug auf lebenswichtige Probleme unseres Planeten und für die Grundlagenforschung von großer Bedeutung.

In den nächsten 15 Jahren sollen auf einer Umlaufbahn Nachrichten- und Fernsehsatelliten mit verbesserten Betriebscharakteristika, einem größeren Umfang von festen und mobilen Verbindungen und einer Betriebsdauer von

Am Projekt Radioastron werden Sternwarten vieler Länder, darunter dieser Satellit der nationalen Sternwarte der UdSSR beteiligt sein

Foto: APN

fünf bis sechs Jahren installiert werden. Ab 1991 werden alle Fernsehprogramme unter Berücksichtigung der verschiedenen Zeitzonen in der gesamten UdSSR per Satellit ausgestrahlt. Andere Satelliten sind für den Aufbau von hochpräzisen globalen und regionalen Erdvermessungssystemen und die Ermittlung

von Daten des Gravitationsfeldes der Erde bestimmt. In Zukunft wird es möglich sein, die Koordinaten von Punkten geodätischer Netze mit einer Genauigkeit von bis zu einigen Dezimetern zu bestimmen.

Genauere Aufnahmen der Erdoberfläche vom Weltraum aus sollen künftig die Erstellung hochpräziser Karten für verschiedene Zwecke ermöglichen. Informationen aus dem Weltraum werden zur besseren Kontrolle und zum Schutz der Umwelt beitragen. Große Hoffnungen geben auf diesem Gebiet die Satelliten „Resurs“ und „Okean“, die von Jahr zu Jahr verbessert werden.

Ein Ortungssystem aus 24 Satelliten – davon drei als Reserve – soll künftig mit je sieben beziehungsweise acht Satelliten auf drei Orbitalebene installiert werden. Das System wird es ermöglichen, Routen auf Meeren, in der Luft und zu Lande exakt einzuhalten. Das Personal von Verkehrsmitteln wird die eigenen Koordinaten sowie die Koordinaten von Schiffen, die in Seenot geraten sind, bestimmen können und in der Lage sein, Taifuns und Sturmzonen zu umgehen. Die Koordinaten werden eine Genauigkeit von einigen Metern haben. Verbessert werden auch die Such- und Rettungssatelliten.

Die Meteorologie wird von neuen ortsfesten Satelliten mit Kameras profitieren, die Bilder im sichtbaren und im infraroten Spektrum liefern. Mit ihrer Hilfe können Angaben über das Wetter in allen Breiten rund um die Uhr gesammelt werden.

Auf dem Gebiet der Weltraumtechnologie wird man nach und nach von Experimentalforschungen zur halbindustriemäßigen und schließlich zur industriemäßigen Produktion verschiedener anorganischer und organischer Stoffe und Materialien mit verbesserten Eigenschaften übergehen. Dabei soll der Einfluß der Schwerelosigkeit auf den Verlauf physikalischer Prozesse ausgenutzt werden.

Der erdnahe Raum ist ein



wichtiger Bestandteil unserer Umwelt. Er steht in unmittelbarer Wechselbeziehung zu den dichten Atmosphärenschichten und beeinflusst dort die Entstehung und den Verlauf verschiedener Prozesse, insbesondere das Wetter.

Daraus resultiert die praktische Bedeutung der Erforschung des erdnahen Weltraums. Andererseits sind Ionosphäre und Magnetosphäre ein natürliches kosmisches System, das für die Untersuchung am nächsten liegt, und die Ergebnisse seiner Erforschung sind für die Ausarbeitung einer allgemeinen Strategie zur Erforschung anderer Planeten des Sonnensystems und astrophysikalischer Objekte wichtig. Der Einsatz großer automatischer Stationen vom Typ „Prognos“ ermöglicht die Beförderung von Forschungsgeräten in Bereiche außerhalb des erdnahen Raums. Die Kenntnis der dort vor sich gehenden Prozesse ist von großer Wichtigkeit, um die Sonne-Erde-Verbindungen und die Mechanismen der Einwirkung der Sonne auf die Erde zu klären.

Die Erforschung der Himmelskörper unseres Sonnensystems mit Hilfe automatischer Sonden ist ein unabhängiger Forschungsbereich. Die Aufmerksamkeit galt bis vor kurzem vor allem den wichtigen Himmelskörpern, wie dem Mond, den Planeten und ihren Trabanten. Die Projekte Venus-Halleyscher Komet und Phobos waren die ersten wichtigen Schritte, um das Programm zur Erforschung von kleinen Himmelskörpern des Sonnensystems mit Mitteln der Raumfahrttechnik zu realisieren. Das Hauptobjekt des sowjetischen Programms zur Erforschung von Planeten wird in den nächsten Jahren der Mars sein. Das Programm sieht mehrere Etappen vor. Die erste Etappe soll 1994 in Angriff genommen werden. Vorgesehen sind globale Untersuchungen der Oberfläche und der Atmosphäre des Mars mit Hilfe von Ballonsonden, die in die Marsatmosphäre einge-

schleust sowie von meteorologischen Sonden und Penetrometern, die auf die Marsoberfläche gesetzt werden.

1996 sollen Bodenproben vom Marsmond Phobos auf die Erde gebracht werden.

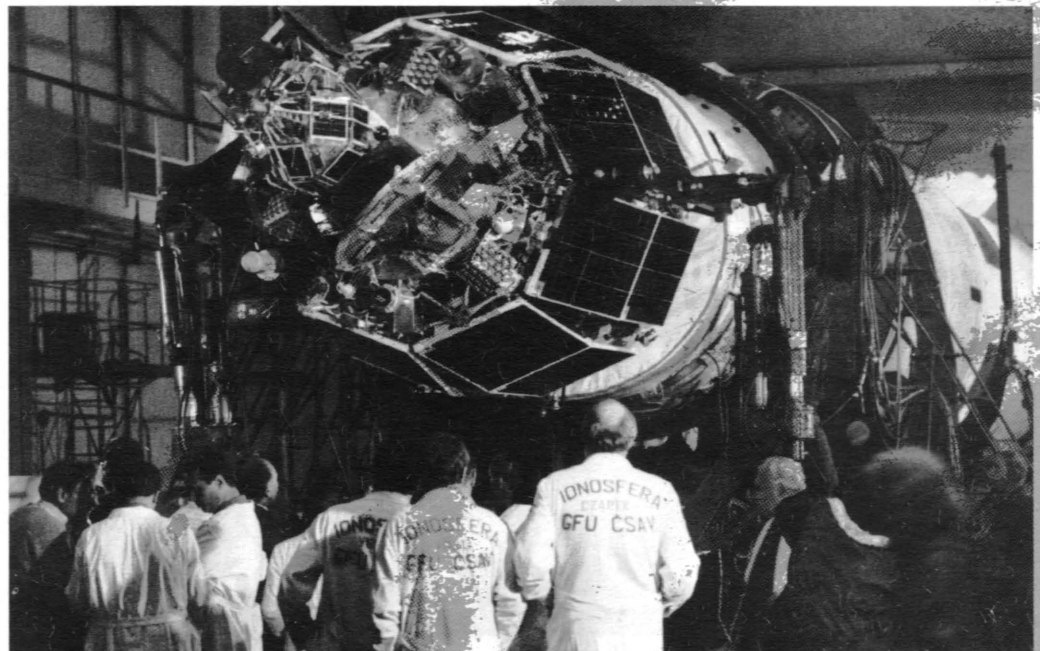
1998 wird auf der Marsoberfläche ein selbstfahrendes großes Marsautomobil mit einer Bohrvorrichtung eingesetzt.

2001 sollen Bodenproben vom Mars zur Erde gebracht werden, um eine biochemische und geochemische Analyse vorzunehmen.

Erfolg erzielt werden kann, besonders aussichtsreich erscheint jedoch der Röntgenbereich.

Die Hauptaufgabe der Röntgenastronomie besteht in der Diagnostik von heißem kosmischem Plasma. Untersuchungen im Röntgenbereich ermöglichen es, die Natur und die Dynamik von Explosionsprozessen in verschiedenen Himmelsobjekten sowie der Eigenschaften eines Stoffes in einem extremen physischen Zustand zu untersuchen. In Laboratorien auf der Erde ist

Große Hoffnungen auf die Lösung perspektivreicher Aufgaben der Röntgenastronomie verknüpfen Wissenschaftler insbesondere mit dem Projekt Spektrum-Röntgen-Gamma. Eine neue Orbitalsternwarte soll Mitte der 90er Jahre in Betrieb genommen werden. Sie wird mit Geräten ausgestattet sein, die neue Informationen über galaktische Quellen von Röntgenstrahlung liefern können – über Neutronensterne in Doppelsternsystemen, über Überreste von Ausbrüchen von Supernovas,



In den Jahren von 2003 bis 2015 sind die Voraussetzungen an Geräten und Material für eine bemannte Mars-Expedition zu entwickeln.

Eine weitere Richtung der Erforschung des Weltraums ist die außerirdische Astronomie oder die Erforschung des fernen Weltraums mit Hilfe von Teleskopen und anderen Geräten, die auf Plattformen im Weltraum installiert und ferngesteuert werden. Sowjetische Wissenschaftler haben in diesem Bereich eine Reihe von Großprojekten geplant.

In den nächsten Jahren sollen neue Orbitalsternwarten mit großer Reichweite im Weltraum stationiert werden. Es ist schwer zu sagen, in welchem Bereich der größte

Montage des Satelliten Meteor im Montage- und Testgebäude des Kosmodroms Plessezsk

Auf das Röntgen-Observatorium Spektrum-Röntgen-Gamma setzen Wissenschaftler aus sechzehn Ländern große Hoffnungen, die an der Vorbereitung des Projekts beteiligt sind

Fotos: APN

ein solcher Zustand nicht zu erreichen, denn Röntgenstrahlen entstehen bei atomaren und nuklearen Prozessen, die bei Temperaturen von mindestens 500 000 Grad Celsius erfolgen. Zum Vergleich sei daran erinnert, daß das von der Oberfläche abgestrahlte sichtbare Sonnenlicht „nur“ 5 500 Grad Celsius aufweist.

über heißes interstellares Gas und über schwarze Löcher mit Millionen oder sogar Milliarden Sonnenmassen.

Die Pläne der sowjetischen Raumfahrt sehen im Rahmen des Projekts Radioastron auch die Einrichtung eines Funksystems auf der Erde und im Kosmos vor, das so effektiv sein wird wie ein Radioteleskop mit einem Antennendurchmesser von mehr als einer Million Kilometer. Das Funksystem wird aus synchron funktionierenden kosmischen Antennen, die auf verschiedene Umlaufbahnen gebracht werden, und aus sehr großen Bodenteleskopen bestehen. Je größer der Abstand zwischen den Antennen, desto größer ist das „Sehvermögen“ des ge-

samen Systems, seine Fähigkeit, Himmelsobjekte zu unterscheiden, die in gigantischer Entfernung nah beieinander liegen und Radiowellen ausstrahlen. Das Projekt Radioastron soll in drei Etappen von 1991 bis 2005 realisiert werden.

Die wichtigsten Forschungseinrichtungen liegen im Bereich der außergalaktischen Astronomie. Die Wissenschaftler hoffen zum Beispiel, die Prozesse eingehend untersuchen zu können, die sich in der Nähe von schwarzen Löchern mit besonders großer Masse vollziehen. Insbesondere interessiert die Wissenschaftler, wie in der Nähe von schwarzen Löchern Teilchen auf außerordentliche Energiewerte beschleunigt werden. Dieser Beschleunigungsprozeß ist nicht nur für Astronomen von Interesse, sondern auch für Physiker, die den Aufbau der Mikrowelt erforschen.

Auch die bemannte Raumfahrt wird weiterentwickelt. Ein Projekt ist die Modulstation einer neuen Generation Mir 2, die auf eine Umlaufbahn gebracht werden soll. Mit ihrer Hilfe soll ein Komplex von Versuchs- und Entwicklungsaufgaben gelöst werden, um neue Methoden für Untersuchungen und Beobachtungen vom Weltraum aus auszuarbeiten. Ferner soll Mir 2 dazu dienen, Mittel zur technischen Wartung von Flugkörpern zu entwickeln. Die bemannten Raumschiffe Sojus und Progreß werden in den nächsten Jahren bedeutend verbessert.

Die sowjetische Raumfähre Buran soll regelmäßig eingesetzt werden. Gemeinsam mit sowjetischen Kosmonauten werden an Bord sowjetischer Orbitalkomplexe auch Besatzungsmitglieder aus anderen Ländern arbeiten.

Für 1991 sind gemeinsame Flüge sowjetischer Kosmonauten mit Kollegen aus Großbritannien und Österreich sowie der Flug eines japanischen Journalisten zu einem sowjetischen Orbitalkomplex vorgesehen. Drei internationale Flü-



ge sind für das Jahr 1992 geplant. Im März startet ein Kosmonaut aus der Bundesrepublik, für August ist der Flug eines französischen Kosmonauten angesetzt, im Dezember besucht ein Spanier den Orbitalkomplex Mir.

Die Beteiligung ausländischer Wissenschaftler an Forschungen und die umfassende

internationale Kooperation bei der Vorbereitung von Experimenten, insbesondere bei der Ausarbeitung von komplizierten Komplexen von Forschungsgeräten sind ein wichtiger Bestandteil des langfristigen sowjetischen Programms zur Erforschung des Weltraums. Auch eine bemannte Expedition zum Mars

ist in Zusammenarbeit mit ausländischen Fachleuten vorgesehen. Sie soll 2015 bis 2017 stattfinden.



## UdSSR – Westeuropa Zusammenarbeit im Weltraum

Der Weltraum wird von Europa aus seit langem gleichsam parallel im Rahmen von zwei Organisationen erforscht: von Interkosmos und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA). Nur in Einzelfällen haben sie im Rahmen von bilateralen Programmen kooperiert.

In letzter Zeit hat sich die Integration im Bereich der Erforschung des Weltraums verstärkt: VEGA, Phobos, Astron und Granat sind Großprojekte, die auf einer internationalen Basis durchgeführt wurden.

Für die nächsten zehn Jahre sind mindestens zehn umfangreiche Projekte unter Einsatz sowjetischer Satelliten und automatischer Sonden geplant. Die Vorbereitungen zum größten Programm, Mars '94, sind bereits angelaufen. Im Rahmen von Grundlagenforschungen können alle Teilnehmer eines Projekts Forschungsgeräte für sowjetische Satelliten und interplanetare Sonden ohne gegenseitige Verrechnung liefern. Bei diesem Verfahren trägt die sowjetische Seite die meisten Kosten, da Weltraumapparate, Trägerraketen, Start-sicherung, Datenempfang und -bearbeitung den größten Ausgabenanteil ausmachen.

In den letzten Jahren hat neben der Zusammenarbeit zu Forschungszwecken auch die Erschließung des Weltraums zu kommerziellen Zwecken an Bedeutung gewonnen. Das betrifft hauptsächlich die Bereiche, in denen die Forschungen bereits heute großen ökonomischen Nutzen bringen oder ihn für die nächste Zukunft versprechen. Interessant sind in dieser Hinsicht die internationalen bemannten Flüge. Bei den ersten, bahnbrechenden Flügen forderte die Sowjetunion übrigens keinen finanziellen Ausgleich von ihren Partnern: 15 internationale Flüge wurden mit sowjetischer Technik ohne finanzielle Beteiligung der Partner durchgeführt.

Die Weltraumtransportsysteme und Raumstationen der UdSSR und der ESA wie Buran, Mir, Hermes und Columbus

und möglicherweise auch die neue größere sowjetische Raumstation Mir 2 sollen in den nächsten Jahrzehnten intensiv genutzt werden.

Die langfristigen sowjetischen und westeuropäischen Programme zur Erforschung des Weltraums stimmen in vieler Hinsicht nahezu hundertprozentig überein. Die Tendenz zu einer solchen Übereinstimmung ist weltweit für nahezu alle wissenschaftlich-technischen Bereiche festzustellen. Durch gemeinsame Projekte kann jedoch jeder Beteiligte seine Forschungen optimal effektivieren. Die UdSSR besitzt leistungsstarke Technik, darunter Orbitalkomplexe, die Trägerrakete Energi-

ja und die Weltraumfähre Buran. Die westeuropäische Raumfahrt hat beachtenswerte Ergebnisse bei relativ niedrigen Ausgaben und mit einer geringen Anzahl von Fachkräften erzielt.

### Projekte mit bundesdeutscher Beteiligung

Für die VEGA-Raumsonden, die 1981 starteten, hatte ein bundesdeutsches Team in Zusammenarbeit mit sowjetischen und französischen Wissenschaftlern Geräte entwickelt, insbesondere zur Erforschung des Schweifs des Halleyschen Kometen und der Wechselwirkung des Kome-

tenkerns mit dem Sonnenwind. Die VEGA-Sonden haben den Wissenschaftlern Mitte der 80er Jahre zahlreiche wertvolle Daten geliefert. Am VEGA-Projekt waren Forschungsorganisationen aus neun europäischen Staaten beteiligt. Es wurde in enger Kooperation mit der ESA durchgeführt, die die Raumsonde Giotto zum Halleyschen Kometen geschickt hatte. Da die VEGA-Sonden und Giotto zum Teil ähnliche Geräte trugen, war ein Ergebnisvergleich möglich.

Nach ihrer erfolgreichen Mitarbeit am VEGA-Projekt beteiligten sich bundesdeutsche Wissenschaftler auch am Projekt Phobos, das auf die Erforschung des Mars und des Marsmondes Phobos gerichtet war. Insgesamt waren 14 Länder am Phobos-Projekt beteiligt. Bundesdeutsche Fachleute arbeiteten unter anderem an der Entwicklung von Geräten mit, die Angaben über das Sonnenwindplasma und die Zusammensetzung des Phobosgesteins liefern sollten. Leider haben beide Sonden nicht alle gestellten Aufgaben erfüllt. Die internationale Forschungsgruppe unterstrich jedoch, daß es dennoch gelungen ist, wertvolle Daten über die Sonnenaktivität sowie über Plasma- und Wellenprozesse in der Magnetosphäre unseres Planeten zu erhalten. Die wertvollen organisatorischen Erfahrungen, die bei der Durchführung der Projekte VEGA und Phobos gesammelt wurden, können für künftige Kooperationsprojekte ausgewertet und genutzt werden. Gegen Mißerfolge ist jedoch niemand gefeit. Man muß aber aus ihnen entsprechende Lehren ziehen.

Die sowjetisch-bundesdeutsche Zusammenarbeit bei der Erschließung des Weltraums soll erweitert werden. Davon zeugt auch das unterzeichnete Abkommen über den Aufenthalt eines bundesdeutschen Astronauten in der Orbitalstation Mir, der jedoch nicht vor 1992 realisiert wird.

*Michail Tschernyschow*

