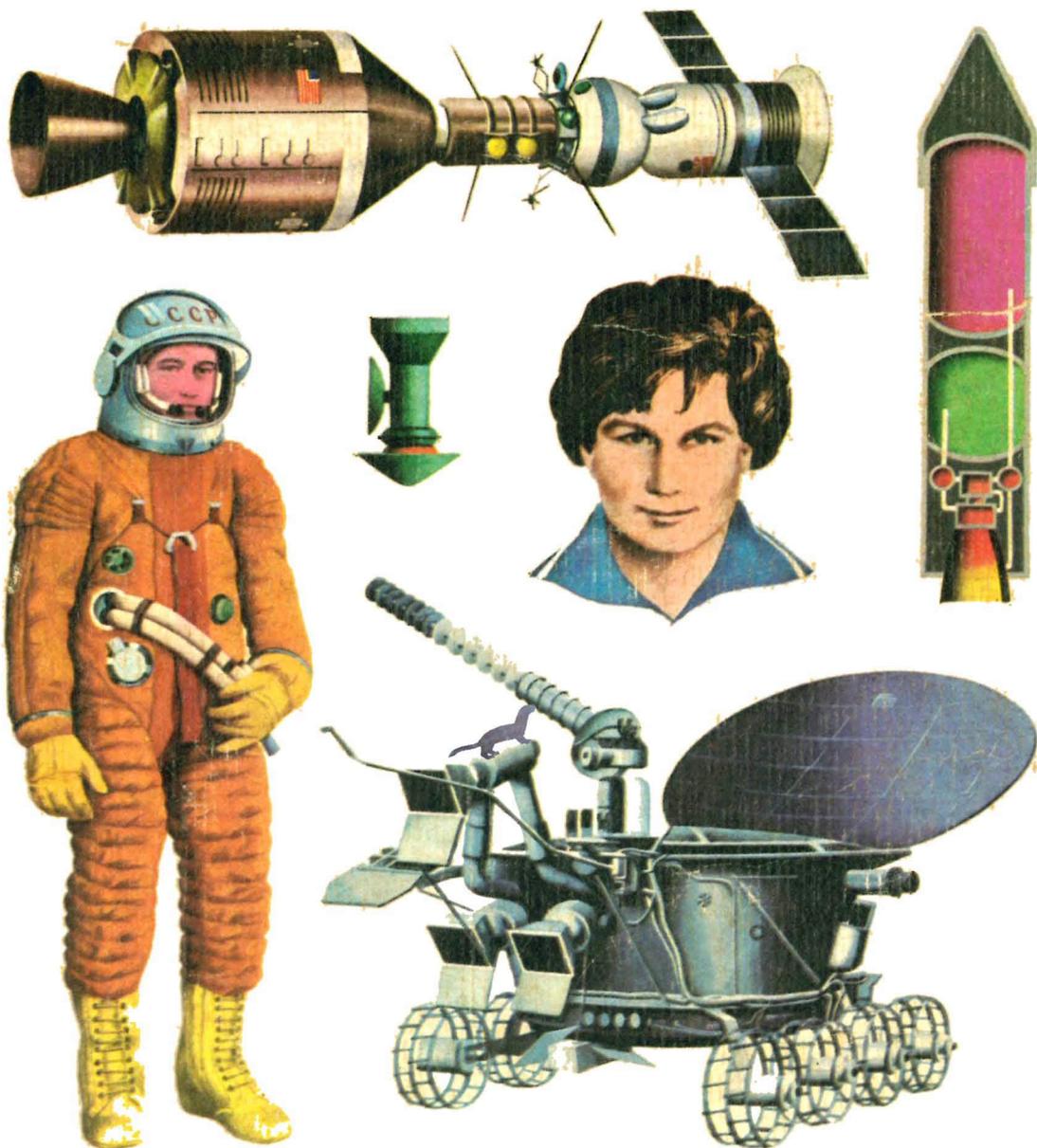


KARL REZAC



Sputnik, Raumfahrt, Kosmonaut

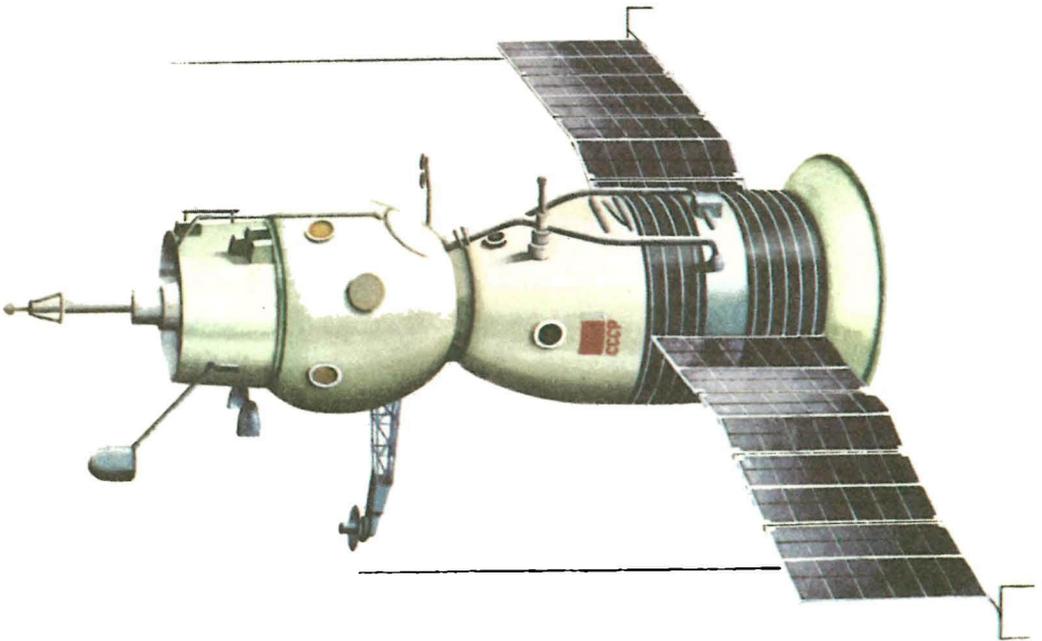


Karl Rezac

Sputnik, Raumfahrt, Kosmonaut

Illustrationen von Klaus Segner, Gruppe 4

Der Kinderbuchverlag Berlin



Wo finde ich was?

Andruck	5	„Sojus“	63
Antrieb	7	Sonnensystem	67
„Apollo“	9	„Sputnik“	68
Bahngeschwindigkeit	15	Tierversuch	71
Bordenergie	18	Trägerrakete	73
Bremstriebwerk	20	Treibstoff	76
Erdsatellit	20	„Woßchod“	77
GIRD	23	„Wostok“	79
Gravitation	25		
„Interkosmos“	27		
Kepler-Bahn	28		
Kopplungsmanöver	29		
Kosmodrom	31		
Kosmonaut	32		
Landung	34		
Luftschleuse	35		
Lunochod	37		
Mond	38		
Mondsonde	40		
Planetensonde	43		
„Progress“	46		
Raketentriebwerk	46		
Raumanzug	48		
Raumfahrertraining	50		
Raumstation	51		
Raumtransporter	54		
Rendezvous	56		
Rettungsrakete	58		
„Salut“	58		
Satellit	59		
Schub	59		
Schwerelosigkeit	60		

Andruck Aufgetankt und startbereit steht die Trägerrakete auf der Startrampe. Die Techniker haben die letzten Vorbereitungen beendet, sie verlassen die Arbeitsbühnen des Montageturms und begeben sich in die Schutzbunker. Die Raumfahrer, die sich im Raumfahrzeug an der Spitze der Rakete befinden, erwarten den Start.

In der unterirdischen Startkontrollzentrale wird das Startkommando gegeben. Die Triebwerke zünden. Die Rakete hebt sich vom Starttisch ab, dann steigt sie, schneller und schneller werdend, in die Höhe.



In der Flugleitzentrale hört man aus Lautsprechern die Stimmen der Raumfahrer, die über ihr körperliches Befinden berichten. Darüber hinaus werden ihre Atmung und ihr Puls von Geräten überwacht. Über Funk gelangen die Meßergebnisse in die Flugleitzentrale, wo Ärzte den Gesundheitszustand der Raumfahrer ständig kontrollieren.

Unmittelbar nach dem Start, wenn die Rakete, stetig schneller werdend, aufsteigt, wird der Organismus eines Raumfahrers besonders stark belastet. Unvorbereitet ist der menschliche Körper dieser Belastung kaum gewachsen. Während des → Raumfahrertrainings werden die Raumfahrer an sie gewöhnt. Worin besteht die körperliche Belastung, und welche Ursachen hat sie?

Dazu ein Gedankenexperiment: Setzen wir uns in ein Auto, so gibt das Sitzpolster unter unserem Körpergewicht nach. Wir „sinken“ in den Sessel, weil die Gewichtskraft unseres Körpers auf die Sitzfläche und zum Teil auch gegen die Lehne wirkt. Wir können auch sagen: Unser Körpergewicht erzeugt gegen den Sessel einen Andruck.

Wenn das Auto schnell anfährt, werden wir – entgegen der Fahrtrichtung – stärker gegen die Lehne gedrückt. Das geschieht, weil unser Körper träge ist: Er hat das Bestreben, seinen augenblicklichen Ruhezustand oder Bewegungszustand beizubehalten. Er „sträubt“ sich auch, wenn seine Geschwindigkeit verändert wird. Man nennt diese Eigenschaft, die jeder Körper aufweist, Massenträgheit.

Denken wir uns mit dem Sessel in ein Raumfahrzeug versetzt, das von einer Trägerrakete in die Höhe getragen und dabei stetig schneller wird. Infolge der Massenträgheit unseres Körpers, der sich fortlaufend der Geschwindigkeitsänderung „widersetzt“, sinken wir tiefer in den Sessel ein. Der Andruck wird dabei größer als unser Körpergewicht, er kann sogar das Zwei- bis Dreifache unseres Gewichts betragen. Wollten wir in diesem Zustand unsere Arme heben, die ja nun ebenfalls zwei- bis dreimal schwerer sind, so würde uns dies große Anstrengung kosten.



Während eines Raumfluges tritt ein Andruck immer dann auf, wenn das Raumfahrzeug mit Antrieb fliegt. Besonders groß jedoch ist der Bremsandruck, wenn die Geschwindigkeit eines Raumfahrzeugs vor seiner → Landung stark verringert wird. Er kann zuweilen das Sechs- bis Achtfache des Körpergewichts betragen.



Antrieb Vor etwa 50 Jahren war auf einer Rennstrecke in der Nähe Berlins ein merkwürdiges Auto zu sehen. Es glich einem Rennauto, hatte jedoch unter der Haube keinen Antriebsmotor. Statt dessen waren in seinem Heck Raketen eingebaut.

Der Fahrer zündete die Raketen elektrisch. Ein feuriger Gasstrahl trat aus einer der Raketendüsen ins Freie. Das Auto setzte sich in Bewegung, wurde schneller und schneller, bis die Raketen ausgebrannt waren.

Bei einer Probefahrt erreichte ein Raketenauto für kurze Zeit sogar eine Geschwindigkeit von 230 Kilometern in der Stunde. Für die spätere Raumfahrt hatten diese Versuche zwar wenig Bedeutung, doch sie zeigten, daß Raketen starke Antriebskräfte entwickeln können.



Die → Trägerraketen der Gegenwart fliegen mit hoher Geschwindigkeit, sie erreichen große Höhen und gelangen bis in den Welt- raum. Dabei haben sie nicht nur ihr eigenes Gewicht zu tragen, sondern außerdem eine erhebliche Nutzlast, manchmal Raumfahr- zeuge mit mehreren Raumfahrern an Bord. Die Antriebskraft, auch → Schub genannt, ist vielmals größer als der Schub, der dem Raketenauto damals erteilt wurde. Ent- sprechend größer und leistungsfähiger sind die → Raketentriebwerke, die man für Träger- raketen benötigt. Auch hier sind es aus Düsen ausströmende Gasstrahlen, die die Träger- rakete in Bewegung setzen.

Wodurch vermag der Gasstrahl das?

Lässt man einen prall aufgeblasenen Luft- ballon frei, wird er für kurze Zeit durch den Raum getrieben. Die Luft strömt mit großer Geschwindigkeit aus der Öffnung; sie setzt den Ballon in Bewegung, weil sie ihn von sich wegstößt. Die ausströmende Luft ver- ursacht einen Rückstoß.

Bei einer Rakete geschieht ähnliches: In den Triebwerken werden Verbrennungsgase er- zeugt. Beim Ausströmen aus der Schubdüse stößt der Gasstrahl die Rakete von sich weg. Dadurch schiebt er sie zwangsläufig in Flug- richtung vorwärts.

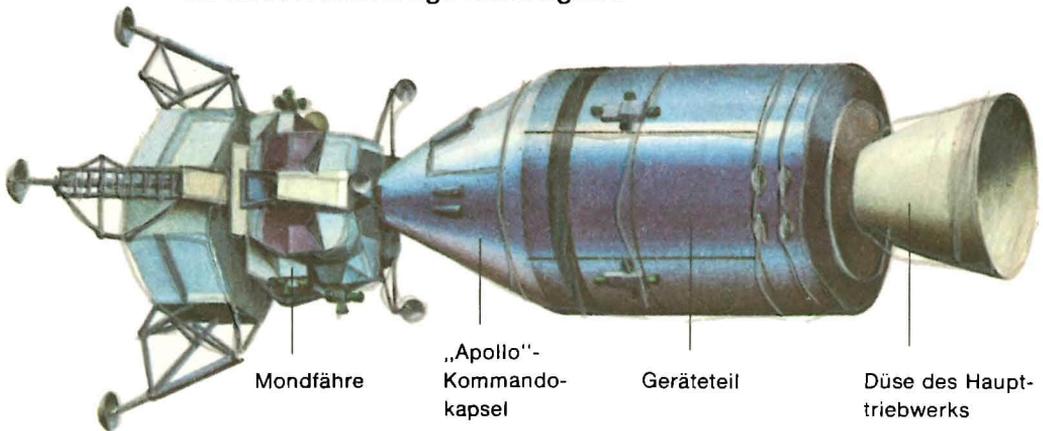
Der Rückstoßantrieb ist sowohl innerhalb der Lufthülle als auch im luftleeren Weltraum möglich. Man nennt den Gasstrahl, der eine Rakete oder ein Raumfahrzeug antreibt, An- triebsstrahl. Die Art dieses Antriebs heißt Strahlantrieb.



Auch auf diese Weise wird ein Rückstoß er- zeugt: Das Mädchen springt vom Boot ab; das Boot bewegt sich dabei in die entgegen- gesetzte Richtung

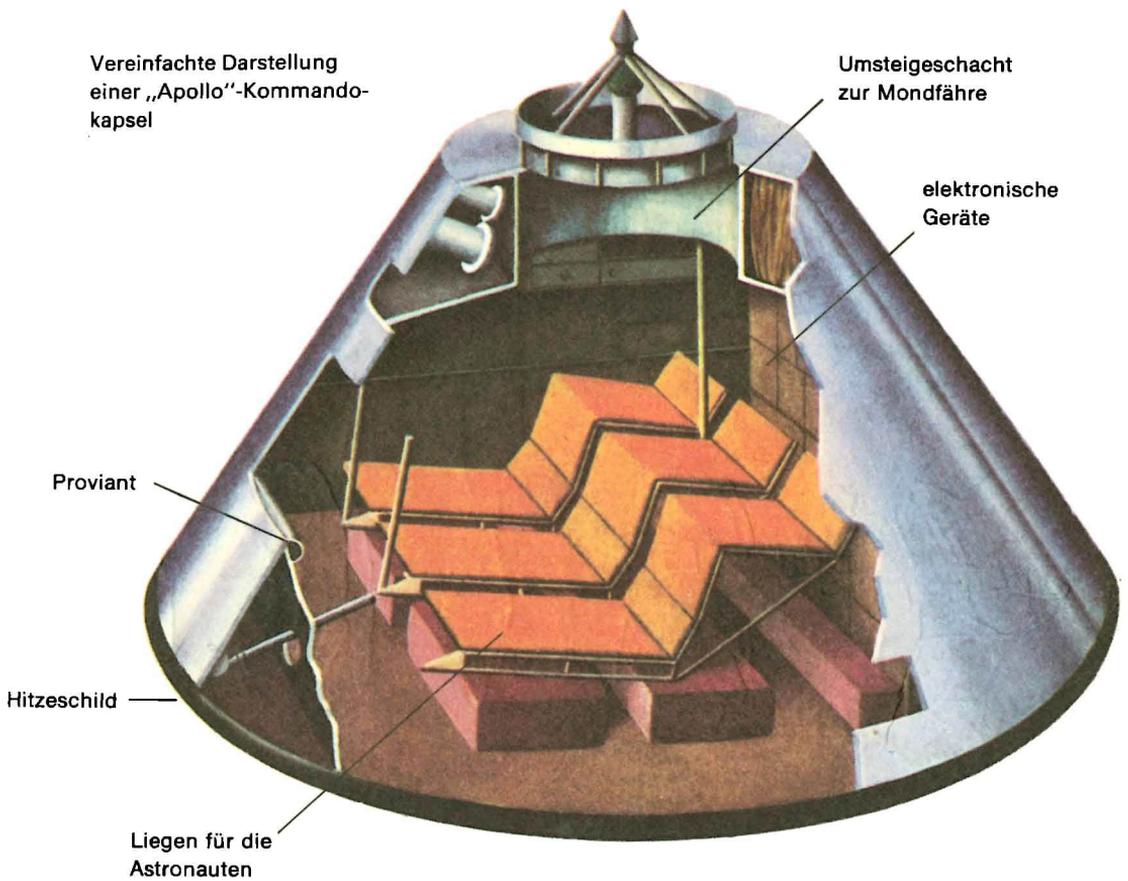


„Apollo“ Im alten Griechenland verehrte man Apollon, eine Sagengestalt, als Gott des Lichtes. Nach ihm wurde im Jahre 1961 in den USA ein Raumflugprogramm benannt, durch das zum ersten Mal in der Geschichte Menschen auf den Mond gelangten. Die gleiche Bezeichnung – „Apollo“ – erhielt das Raumfahrzeug, das amerikanische Techniker für diese Raumflüge anfertigten.



Es bestand aus drei Körpern: der Kommandokapsel, dem Geräteteil und der Mondfähre. Die Kommandokapsel, eine Raumkabine mit drei Sitzen, war Steuerungszentrale. Sie diente der Besatzung als Arbeits- und Aufenthaltsraum. An die Kommandokapsel schloß sich der Geräteteil an, ein zylindrischer Körper, an dem man deutlich die Düse des Haupttriebwerkes erkennen konnte. Dieses Triebwerk wurde benötigt, um die Geschwindigkeit zu verändern, zum Beispiel beim Bremsmanöver oder beim Abflug von der Mondumlaufbahn. Die Treibstoffbehälter waren im Innern des zylindrischen Körpers untergebracht.

Mit der Mondfähre konnten die Astronauten auf dem Mond landen und dann wieder in den Weltraum zurückkehren. Sie bestand aus einem Landeteil und einem Startteil. Beide waren zunächst durch Sprengbolzen fest



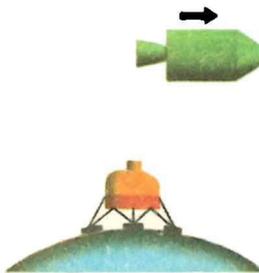
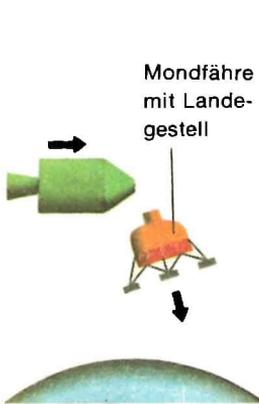
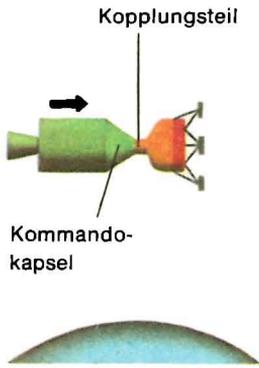
miteinander verbunden. Da der Mond keine Gashölle hat, kann ein Raumflugkörper nicht an Fallschirmen auf seine Oberfläche nieder-gehen. Deshalb war die Mondfähre mit einem Raketentriebwerk und den nötigen Treibstoff-tanks ausgestattet. Das Triebwerk bremste das Herabfallen auf den Mond, so daß die Landebeine der Fähre sanft aufsetzten. Der Startteil der Fähre war ein kleines selb-ständiges Raumfahrzeug mit einem Start-triebwerk. Die enge Raumkabine bot zwei Astronauten Platz und diente ihnen auf dem Mond als Schlaf- und Aufenthaltsraum. Bevor die ersten Mondflüge gewagt werden konnten, probte man verschiedene Flug-manöver auf einer Erdumlaufbahn, zunächst mit unbemannten, später mit bemannten „Apollo“-Raumfahrzeugen. 1967 ereignete sich ein tragisches Unglück: Zum ersten Mal



sollte die Kommandokapsel mit drei Astronauten an Bord zu einem Versuchsflug gestartet werden. Noch während der Startvorbereitungen brach in der Kabine ein Brand aus, bei dem die Raumfahrer ums Leben kamen. Erstmals starteten am 21. Dezember 1968 Raumfahrer zum Mond. Ihr Raumfahrzeug war „Apollo 8“. Eine Mondlandung war jedoch noch nicht vorgesehen. Die gewaltige Trägerrakete „Saturn 5“, die mit ihren rund 86 Metern etwa die Höhe des Berliner Rathauses hat, brachte „Apollo 8“ auf eine Parkbahn, eine vorläufige Umlaufbahn. An Bord befanden sich die Astronauten-Ingenieure Frank Borman, James Lovell und William Anders. Nach etwa 66 Stunden Flugzeit gelangten sie in eine Mondumlaufbahn. Erstmals beobachteten und fotografierten Menschen die Mondoberfläche aus solcher geringer Entfernung. Nach zehn Umrundungen trat „Apollo 8“ den Rückflug an und landete am 27. Dezember auf dem Pazifik.

Ein halbes Jahr darauf kam es zu einem der erregendsten Abenteuer in der Geschichte der Raumfahrt. Am 16. Juli 1969 startete eine „Saturn 5“-Trägerrakete mit „Apollo 11“ und





Oben:
Die Mondfähre landet auf dem Mond

Rechte Seite:
Die Mondfähre startet vom Mond und wird mit der Kommandokapsel gekoppelt

den Astronauten Neil Armstrong, Edwin Aldrin und Michael Collins. Am dritten Tag trat das Raumfahrzeug in die Mondumlaufbahn ein. Etwa 24 Stunden später stiegen der Kommandant Armstrong und der Pilot Aldrin in die Kabine der Mondfähre über. Die Fähre wurde abgekoppelt, um zur Landung niederzugehen. Währenddessen blieb der Pilot Collins allein in der Kommandokapsel auf der Mondumlaufbahn.

Wie vorgesehen, landete die Fähre in einem Gebiet, das den Namen „Meer der Ruhe“ trägt. Dies geschah am 20. Juli, 21 Uhr 47 Minuten und 46 Sekunden mitteleuropäischer Zeit (MEZ). Die Astronauten überprüften alle Bordgeräte und legten dann ihre Spezialraumanzüge an. Wenige Stunden nach der Landung, am 21. Juli 1969, 3 Uhr 56 Minuten und 20 Sekunden MEZ, setzte zum ersten Mal ein Mensch seinen Fuß auf den Mondboden, der Kommandant Neil Armstrong. Etwa 20 Minuten später verließ auch Aldrin die Mondfähre.

Die Astronauten bauten verschiedene Forschungsgeräte auf. Dann erprobten sie einige Möglichkeiten, sich auf dem Mond fortzubewegen, zum Beispiel Sprungschritte und Känguruhhüpfen. Außerdem sammelten sie 27 Kilogramm Mondgestein. Gegen 6 Uhr 10 Minuten befanden sich beide Astronauten wieder in der Fähre. Kurz vor 19 Uhr, nach einer längeren Schlafpause, zündeten sie das Starttriebwerk. Gleichzeitig lösten sich die Sprengbolzen, und während der Landeteil auf dem Mond zurückblieb, stieg der Startteil in die Mondumlaufbahn auf, wo Collins mit der Kommandokapsel kreiste.

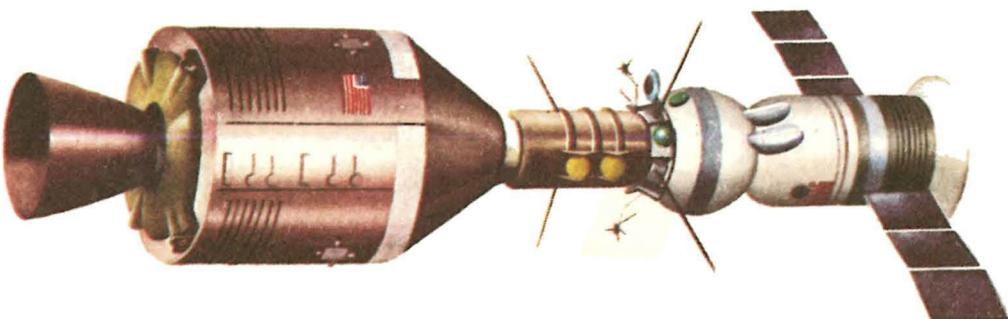
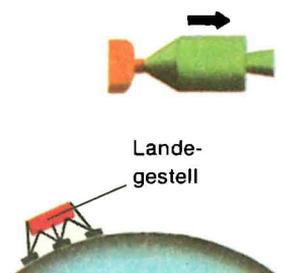
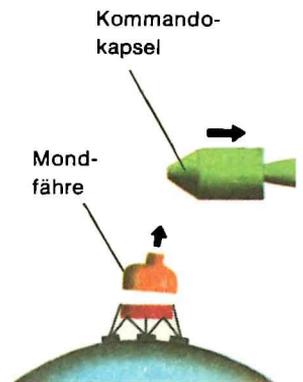
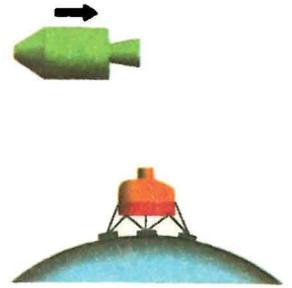
Aldrin vollführte ein → Rendezvous mit der Kommandokapsel, und es gelang ein → Koppelmanöver. Die beiden Astronauten

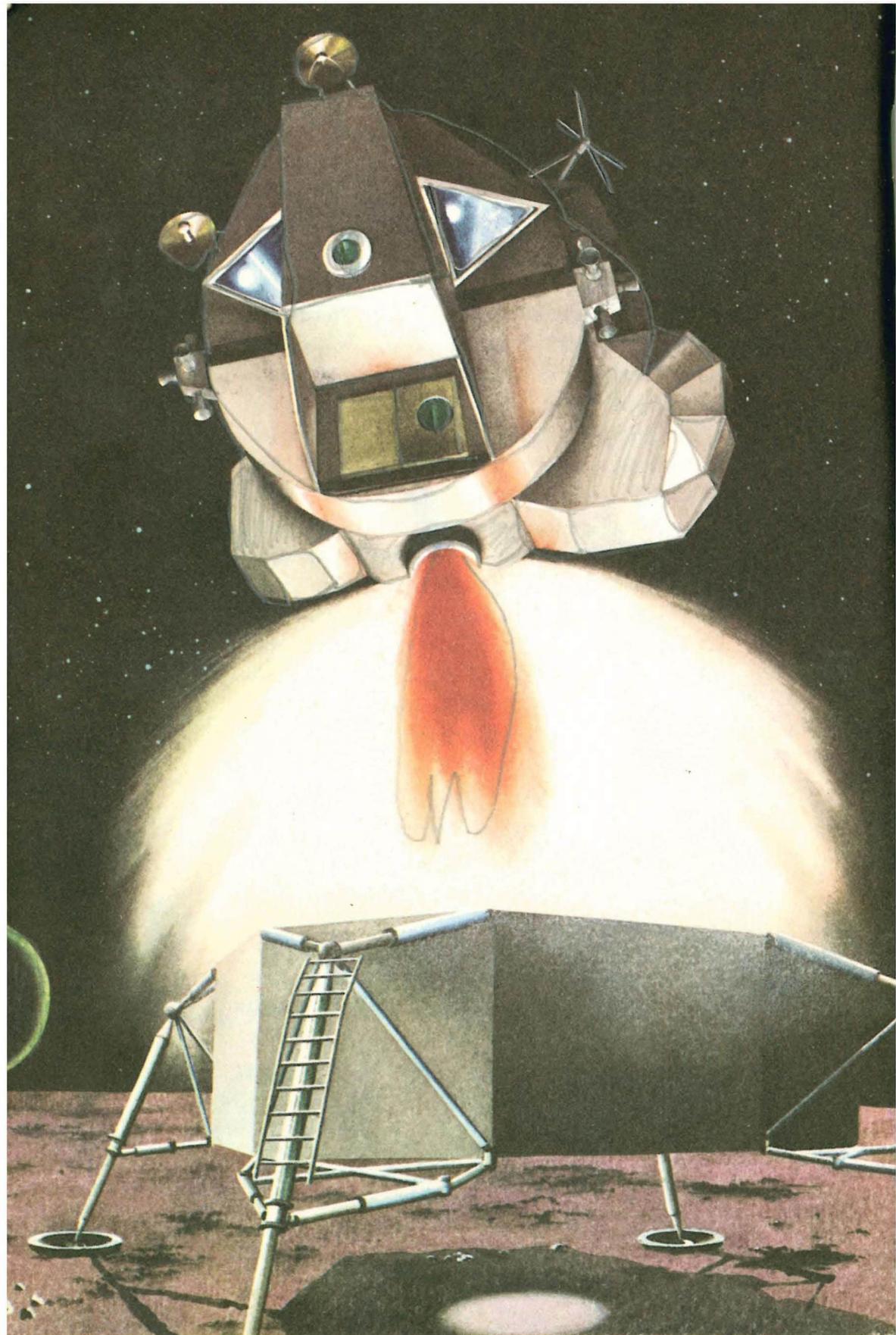
kehrten zu Collins in die Kommandokapsel zurück, wobei sie ihre wertvolle Fracht, das Mondgestein, mitnahmen. Der Startteil der Mondfähre, jetzt überflüssiger Ballast, wurde abgekoppelt und blieb auf der Mondumlaufbahn. Der Rückflug verlief planmäßig. Bevor die Kommandokapsel zur → Landung in die Lufthülle der Erde eintauchte, wurde der Geräteteil abgetrennt. Am 24. Juli ging die Kapsel auf dem Pazifik nieder. Ein Hubschrauber brachte die Astronauten auf das Bergungsschiff.

In den Jahren 1969 bis 1972 wurden sieben Mondflüge unternommen, von denen sechs glücklich verliefen. Auf ihrem Hinflug mit „Apollo 13“ gerieten die Astronauten in Not, da sich im Geräteteil eine Explosion ereignete. Dennoch gelang es ihnen, auf die Erde zurückzukehren. Der letzte Flug des „Apollo“-Programms erfolgte im Dezember 1972 mit „Apollo 17“.

Insgesamt waren 12 Menschen auf dem Mond und stellten wissenschaftliche Forschungen an. Sie unternahmen Ausflüge, davon einige mit einem Mondauto. Auf die Erde brachten sie fast 400 Kilogramm Mondgestein.

Raumfahrzeuge vom Typ „Apollo“, und zwar die Kommandokapsel mit dem Geräteteil, wurden nun für andere Raumflüge verwendet. Sie dienten als „Zubringerfahrzeug“ für das Raumlaboratorium „Skylab“ und fanden Verwendung bei einem Raumfahrtexperi-





ment, das Raumfahrtwissenschaftler der UdSSR und der USA im Jahre 1972 vereinbart hatten: Auf einer Umlaufbahn um die Erde wurden im Juli 1975 Raumfahrzeuge vom Typ „Sojus“ und „Apollo“ durch ein Kopplungsmanöver zu einer sowjetisch-amerikanischen Raumstation vereint. Sowjetische und US-amerikanische Raumfahrer führten dann ein gemeinsames Forschungsprogramm durch und statteten sich gegenseitig Besuche ab.

Linke Seite:
Mit den Astronauten an Bord hebt die Mondfähre vom Landeteil ab

Bahngeschwindigkeit Das sowjetische Verkehrsflugzeug Tu-144 gehört zu den schnellsten Flugzeugen der Welt: In jeder Sekunde seines Fluges kann es etwa 700 Meter zurücklegen. In 5 Minuten würde es die Strecke von Berlin nach Dresden durchfliegen, und in 1 Stunde bewältigt es die riesige Entfernung von 2500 Kilometern.



Die Schnelligkeit einer Bewegung wird durch eine Geschwindigkeitsangabe ausgedrückt. In diesem Falle können wir sagen: Die Tu-144 hat eine Geschwindigkeit von 2500 Kilometern in der Stunde oder 700 Metern in der Sekunde.

Ein Raumflugkörper ist etwa zehnmal schneller als ein Überschallflugzeug vom Typ Tu-144

Raumflugkörper und Raumfahrzeuge haben noch wesentlich höhere Geschwindigkeiten. Die bemannten Raumflugkörper vom Typ



→ „Wostok“ zum Beispiel umfliegen als künstliche → Erdsatelliten auf gekrümmten Bahnen die Erde. Man bezeichnet die Bahngeschwindigkeit, die sie dabei hatten, als Umlaufgeschwindigkeit. Sie betrug etwa 8 Kilometer in der Sekunde.

Eine ähnlich hohe Umlaufgeschwindigkeit haben auch alle anderen Raumflugkörper. Sie sind über zehnmal schneller als die Tu-144, und für eine Flugstrecke Berlin–Dresden würden sie etwa 25 Sekunden benötigen. Weshalb müssen sie derart hohe Bahngeschwindigkeiten haben?

Ein einfacher Versuch soll dies erklären helfen: Wir lassen einen Schlüssel oder einen ähnlichen Körper an einer etwa 1 Meter langen Schnur um unsere Hand kreisen. Der kreisende Körper ist mit einem Satelliten vergleichbar, der sich um einen Mittelpunkt – um die Erde – bewegt. Deutlich spüren wir, daß unser „Satellit“ die Schnur strafft; er übt auf die Schnur und damit auf unsere Hand eine Zugkraft aus. Sie ist vom Mittelpunkt der Kreisbahn weg gerichtet und heißt Fliehkraft.

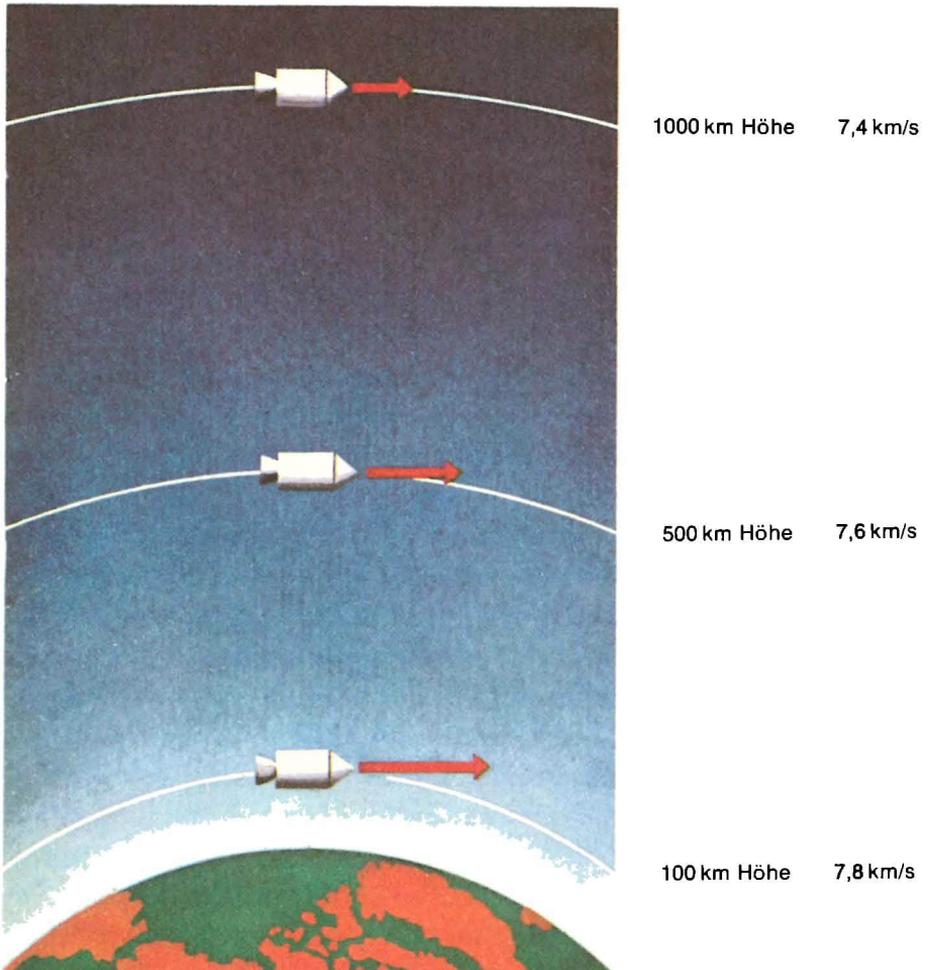
„Fliehen“, sich aus der Kreisbahn entfernen, kann unser „Satellit“ nicht, denn wir halten ihn mittels des Fadens in immer gleichem Abstand vom Umlaufmittelpunkt.

Auch ein Raumflugkörper wird von einem – allerdings unsichtbaren – „Faden“ in der Bahn gehalten. Es ist die Anziehungskraft zwischen ihm und der Erde, die → Gravitation.

Bei einer bestimmten Umlaufgeschwindigkeit ist die Fliehkraft ebenso groß wie die Erdanziehung. Deshalb fliegt der Satellit nicht in den Weltraum hinaus. Er fällt aber auch nicht zur Erde, sondern bewegt sich auf einer geschlossenen Bahn.

Die Bahn der „Wostok“-Raumflugkörper war nicht genau kreisförmig, sondern oval, besser ausgedrückt: Sie hatte die Form einer Ellipse. Soll aber die Umlaufbahn kreisförmig sein, so muß der Raumflugkörper eine ganz bestimmte Bahngeschwindigkeit einhalten, die dann Kreisbahngeschwindigkeit heißt.

Läge die Kreisbahn in 100 Kilometer Höhe, so müßte sich der Raumflugkörper mit etwa 7,8 Kilometern in der Sekunde fortbewegen. In 500 Kilometer Höhe ist die Kreisbahngeschwindigkeit etwas geringer, nämlich 7,6 Kilometer in der Sekunde, und in 1000 Kilometer Höhe beträgt sie 7,4 Kilometer in der Sekunde.



Elektrische Energie läßt sich in andere Energiearten umwandeln, zum Beispiel in:



Licht



Schall



Bewegung



Wärme

Ist nun ein Raumflugkörper etwas langsamer oder schneller, als es der Kreisbahngeschwindigkeit an dieser Stelle der Umlaufbahn entspricht, dann fliegt er nicht im Kreis, sondern seine Bahn ist eine Ellipse.

Nun werden auch Raumflugkörper gestartet, die zum Mond, zum Mars oder zur Venus fliegen sollen. Sie müssen dem irdischen Schwerefeld entweichen. Dazu benötigen sie eine wesentlich höhere Geschwindigkeit; sie heißt Entweich- oder Fluchtgeschwindigkeit. In einer Abflughöhe von 620 Kilometern zum Beispiel muß die Fluchtgeschwindigkeit etwa 10,6 Kilometer in der Sekunde betragen.

Bordenergie Ein Uhrwerk bleibt stehen, wenn man versäumt hat, es aufzuziehen. Beim Aufziehen wird eine Feder gespannt. Sie treibt das Uhrwerk an. Genauer ausgedrückt: Das Uhrwerk kann arbeiten, weil die gespannte Feder ihm Energie zuführt; in diesem Falle mechanische Energie.

Es gibt Uhren, die kein Federwerk haben. Statt dessen werden sie vom elektrischen Strom angetrieben. Hier hält also elektrische Energie die Uhr in Gang.

Was für die Uhr gilt, trifft auch für andere Geräte und Maschinen zu. Ohne elektrische Energie zum Beispiel könnte ein Elektromotor nicht laufen, ein Funkgerät nicht Signale senden, ein Bügeleisen nicht Wärme abgeben.

Selbstverständlich haben auch Raumfahrer, die sich mit ihrem Raumfahrzeug in weiter Entfernung von der Erde befinden, zuverlässig gehende Uhren an Bord. Außerdem eine Vielzahl von Meß- und Kontrollgeräten, mit denen sie ihren Flug und den Kurs über-

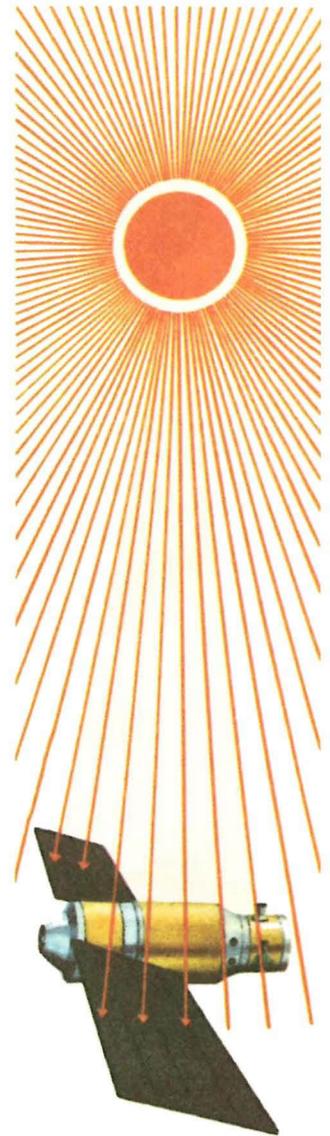
wachen, und wissenschaftliche Geräte, um ihre Forschungsaufgaben erfüllen zu können. Mit Funkgeräten halten sie Verbindung zu den Flugkontrollstationen auf der Erde. Fernsehkameras an Bord zeichnen Bilder auf; Sender strahlen die elektrischen Bildimpulse aus.

Das Raumfahrzeug bildet im luftleeren Raum ein kleine bewohnbare Welt, in der Atemluft und Temperatur von Apparaten überwacht und geregelt werden.

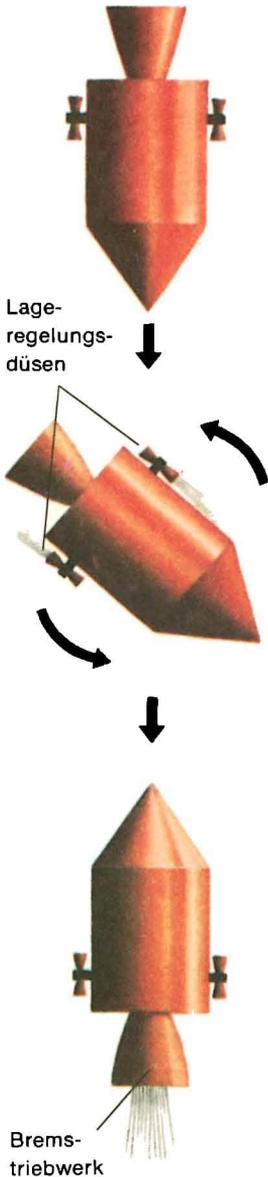
Alle diese technischen Anlagen müssen mit elektrischer Energie versorgt werden. Aber man kann ein Raumfahrzeug nicht an ein irdisches Kraftwerk anschließen. An Bord steht nur so viel Energie bereit, wie man als Vorrat mitführt oder im Raumfahrzeug erzeugt. Gleiches gilt auch für unbemannte Raumflugkörper, die Forschungsaufgaben erfüllen.

Die Energievorräte können in Spezialbatterien und Akkumulatoren mitgenommen werden. Zur Energieerzeugung an Bord nutzt man die Sonnenstrahlung aus. Große Flächen von Solarzellen, die außerhalb des Raumflugkörpers angebracht sind, wandeln die Sonnenstrahlung in elektrische Bordenergie um.

Ausreichende Bördenergie ist nicht nur lebensnotwendig für die Besatzung. Sie ist die Voraussetzung dafür, daß alle Geräte und Steuerorgane des Raumfahrzeugs arbeiten und die Raumfahrer das geplante Forschungsprogramm erfüllen können. Daher kann man einen Raumflug nicht beliebig ausdehnen. Die Dauer des Raumfluges und der Umfang des Forschungsprogrammes müssen sich danach richten, welche Lebensdauer die Energieversorgungsanlagen haben und welche Energiemengen sie abgeben.



Solarzellen



Oben:
Einleitung eines Bremsmanövers: Mit Hilfe von Lageregelungsdüsen wird das Raumfahrzeug gedreht, danach das Bremstriebwerk gezündet

Rechte Seite:
Beispiele für die wissenschaftliche und technische Verwendung von Satelliten

Bremstriebwerk Raumflugkörper und Raumfahrzeuge fliegen mit hoher → Bahngeschwindigkeit im Weltraum. Mitunter muß ihre Geschwindigkeit herabgesetzt, also die Bewegung gebremst werden. Dies ist beispielsweise notwendig, wenn ein → Koppelmanöver bevorsteht oder wenn ein Raumfahrzeug auf einem Himmelskörper landen soll.

Ein Raumfahrzeug läßt sich mit Hilfe von Raketentriebwerken bremsen. Es ist mit kleineren Hilfs- und Bremstriebwerken ausgestattet, außerdem mit einem größeren Haupttriebwerk, das zunächst als Antriebseinheit dient: Für verschiedene Raumflugmanöver erzeugt es die erforderliche Beschleunigung.

Das gleiche Triebwerk kann aber auch als Bremstriebwerk eingesetzt werden. In diesem Fall muß der Schub der Flugrichtung entgegen gerichtet sein. Soll also der Antriebsstrahl bremsend wirken, dann muß die Ausströmdüse des Triebwerks in Flugrichtung weisen. Das Raumfahrzeug wird deshalb zunächst gedreht, bis es diese Fluglage eingenommen hat. Das geschieht zum Beispiel mit Hilfe von Druckgasdüsen, die sich an der Außenwand des Raumfahrzeugs befinden. Erst dann kann das Triebwerk für das Bremsmanöver ange lassen werden.

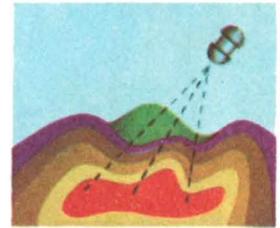
Erdsatellit Die Raumfahrt dient nicht nur der Erforschung des Weltraums, sondern auch der weiteren Erforschung und Erschließung unseres Heimatplaneten. Sie ist für viele Zweige der Wissenschaft, der Technik und der Wirtschaft nützlich. Den größten Nutzen bringen gegenwärtig künstliche Erdsatelliten.

Sie werden von Trägerraketen in Umlaufbahnen befördert. Mit hoher → Bahngeschwindigkeit umkreisen sie ohne Antrieb den Erdball, und zwar auf mehr oder weniger elliptischen Bahnen, die man → Kepler-Bahnen nennt. Ihre Bewegung im Weltraum wird von den gleichen Naturgesetzen bestimmt, die für den Mond gelten, für den natürlichen → Satelliten der Erde.

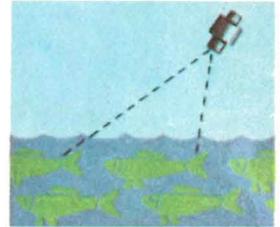
Der erste künstliche Satellit war der sowjetische Raumflugkörper → „Sputnik 1“ im Jahre 1957. Seitdem wurden und werden viele Satelliten in der UdSSR, den USA und anderen Ländern gestartet. Die DDR ist an der Ausrüstung solcher Raumflugkörper mit wissenschaftlichen Geräten beteiligt. Eine besondere Leistung vollbrachten Mitarbeiter des VEB Carl Zeiss Jena, als sie für ein wissenschaftliches Forschungsprogramm die Multispektralkamera MKF 6 entwickelten und bauten.

Künstliche Satelliten sind unbemannte Laboratorien oder Funkstationen, deren Meß- und Funkgeräte selbsttätig arbeiten. Die dazu notwendige → Bordenergie beziehen sie von Akkumulatoren, oder die Bordenergieanlagen des Satelliten erzeugen die Energie selbst: Mit Hilfe von Solarzellen, mit denen ein Satellit ausgerüstet ist, wird die Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt. Erdsatelliten – sie sind wahre Wunderwerke der Technik – setzt man sehr vielseitig ein.

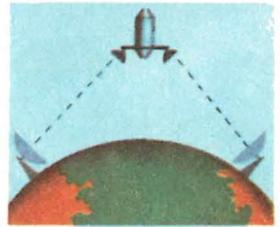
Es gibt Satelliten, die den erdnahen Weltraum und die Sonnentätigkeit erforschen. Andere erkunden irdische Bodenschätze und vermessen die Erdkugel. Als Wetterbeobachter im Weltraum helfen sie, genauere Wettervorhersagen zu treffen. Auch für die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft haben Satelliten große Bedeutung: Sie zeigen Wald- und Steppen-



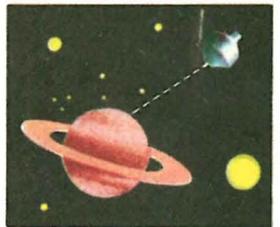
Bodenerkundung



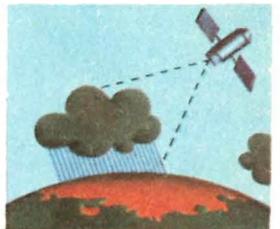
Fischschwarm-Ortung



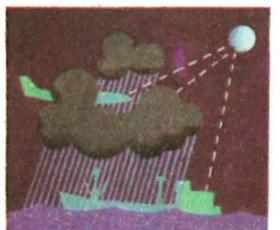
Fernsehsatellit



Himmelskörper-Erforschung



Wettersatellit



Navigationssatellit



brände an, melden den Reifegrad des Getreides und machen Fischschwärme im Meer aus. Nachrichtensatelliten sind Funkstationen und „Fernsehtürme“ im Weltraum. Mit ihrer Hilfe sind Telefon- und Telegrafieverbindungen über alle Kontinente möglich, können Rundfunk- und Fernsehsendungen über den ganzen Erdball verbreitet werden. Navigationssatelliten leiten Schiffe und Flugzeuge auf sicherem Kurs.

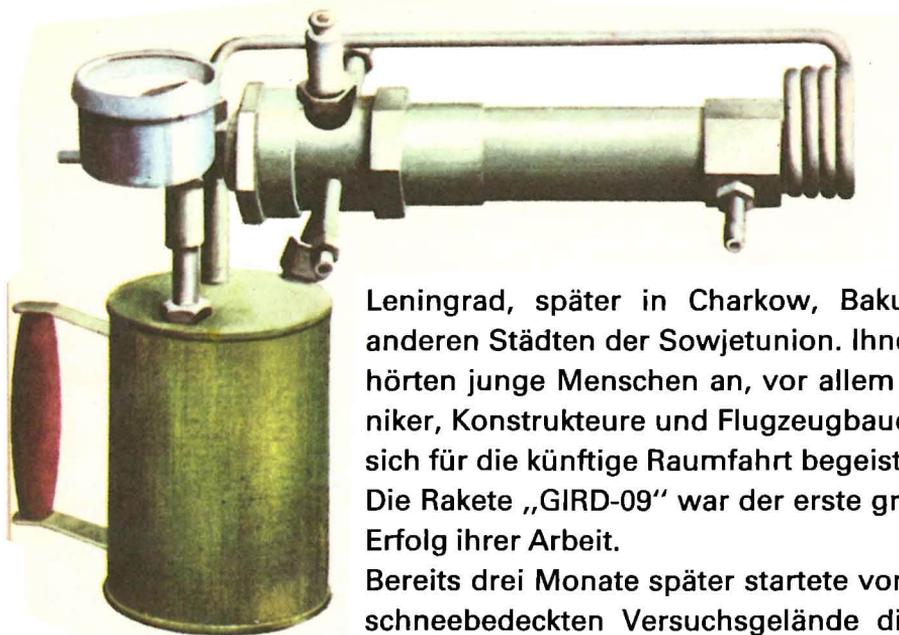
GIRD Man schrieb den 17. August 1933. Auf einem Versuchsgelände bei Moskau bereiteten junge Techniker eine Rakete zum Start vor. In zahlreichen Versuchen auf dem Prüfstand hatte man ihr Triebwerk erprobt. Es erreichte dabei einen → Schub von 490 Newton.

Das Triebwerk wurde gezündet. Fauchend hob sich die Rakete von der Startrampe und stieß 400 Meter hoch in den Himmel.

Die Rakete war 2,4 Meter lang, ihr Durchmesser betrug 16 Zentimeter. Aufgetankt mit Treibstoff, wog sie 185 Newton. Die Techniker, die diese Rakete entworfen und gebaut hatten, gehörten der Organisation GIRD an. Daher gaben sie der Rakete die Bezeichnung „GIRD-09“. Die Abkürzung GIRD bedeutet „Gruppa Isutschenija Reaktiwnogo Dwischnija“, ins Deutsche übertragen „Gruppe zum Studium der Rückstoßbewegung“.

Mit Rückstoßbewegung ist der → Antrieb gemeint, den die ausströmenden Verbrennungsgase einer Rakete erzeugen. Die Techniker der GIRD wollten also Raketenantriebe erproben, und zwar Antriebe für Raketenflugzeuge, Raketenwaffen und Raketen für spätere Raumflüge.

Die ersten Gruppen der GIRD hatten sich im Jahre 1931 gebildet, zuerst in Moskau und



„OR-1“ – das erste in der Sowjetunion gebaute Flüssigkeitstriebwerk. Der Raketenpionier Friedrich Zander hatte es 1930 aus einer Lötlampe gefertigt

Leningrad, später in Charkow, Baku und anderen Städten der Sowjetunion. Ihnen gehörten junge Menschen an, vor allem Techniker, Konstrukteure und Flugzeugbauer, die sich für die künftige Raumfahrt begeisterten. Die Rakete „GIRD-09“ war der erste größere Erfolg ihrer Arbeit.

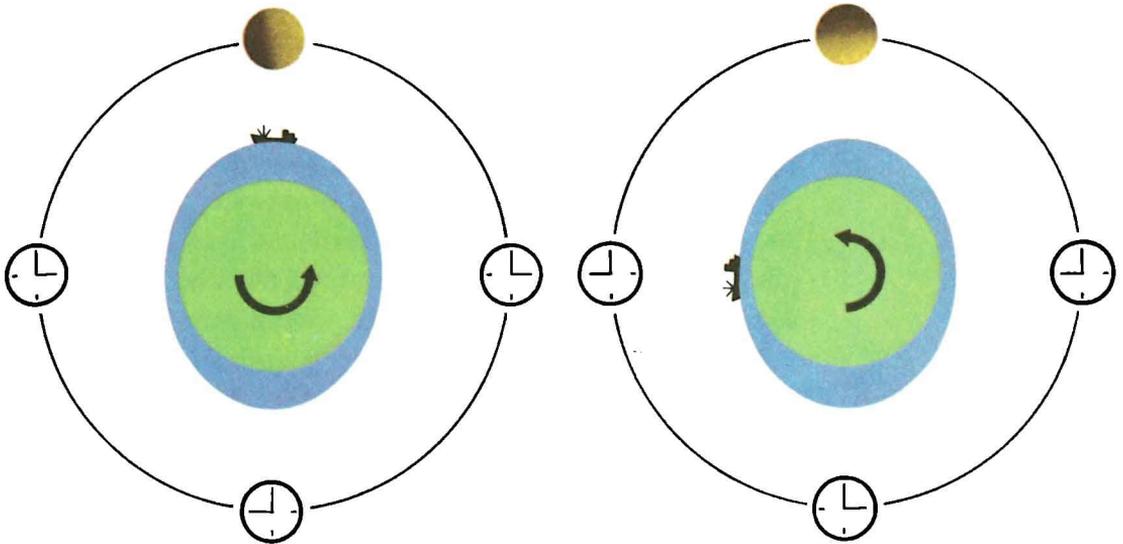
Bereits drei Monate später startete von dem schneebedeckten Versuchsgelände die Rakete „GIRD-X“. Ihr Triebwerk, das einen Schub von 687 Newton lieferte, trug sie auf 5500 Meter Höhe. Zwei Jahre später erreichte eine Rakete die damalige Weltrekordhöhe von 13 Kilometern.

Zwar erschien zu jener Zeit das Ziel, der Weltraum, noch sehr fern, doch die Grundlagen der heutigen sowjetischen Raumflugtechnik wurden damals durch die Forschungsarbeit der GIRD-Techniker geschaffen. Zu ihnen zählten bedeutende Pioniere der Raumfahrt, unter anderen Friedrich Zander und Sergei Koroljow. Zander, ein Techniker, entwarf und erprobte die ersten sowjetischen Raketentriebwerke für flüssige Treibstoffe. Er entwickelte auch das Triebwerk für die erste Rakete der Gruppe, „GIRD-09“.

Sergei Koroljow gehörte zu den Leitern der GIRD. Später war er als Chefkonstrukteur für die Entwicklung von Trägerraketen und der „Wostok“- und „Woßchod“-Raumflugkörper verantwortlich.

Sowohl Zander als auch Koroljow und viele andere Raumfahrtpioniere waren Schüler

des genialen „Vaters der Raumfahrt“, des Schullehrers und Mathematikers Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski. Ziolkowski, von Kindheit an fast taub, entwickelte bereits zu einer Zeit, als es noch keine Flugzeuge gab, die Grundlagen der Raketentechnik und der Raumfahrt.

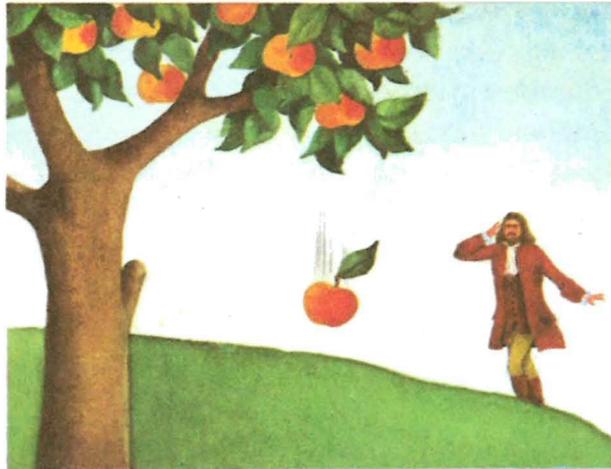


Gravitation Vor etwa dreihundert Jahren, als an die Raumfahrt noch niemand zu denken wagte, lebte in England der geniale Physiker und Astronom Isaac Newton. Er entdeckte Naturgesetze, die für die heutige Raumfahrt große Bedeutung haben.

Newton kannte die Bewegungen der Planeten und des Erdenmondes: Jeder Himmelskörper bewegt sich auf einer kreisähnlichen Bahn um ein Zentralgestirn – die Erde und die anderen Planeten um die Sonne, der Mond um die Erde. Eine noch unbekannte Kraft mußte die Himmelskörper in ihre gekrümmten Bahnen zwingen, sonst würden sie sich willkürlich oder geradlinig durch den Raum bewegen.

Eines Tages, so wird erzählt, sah Newton, wie sich von einem Baum ein Apfel löste und

Innerhalb von etwa 24 Stunden hebt und senkt sich der Meeresspiegel zweimal (Ebbe und Flut); Ursache ist die Gravitationskraft zwischen Mond und Erde



senkrecht zu Boden fiel. Ein natürlicher Vorgang, denn die Erde zieht einen Apfel mittels ihrer Schwerkraft an. Doch Newton soll sich bei dieser zufälligen Beobachtung gefragt haben, ob nicht auch der Apfel eine Anziehungskraft auf die Erde ausübe. War dies richtig, so mußte es für alle Körper gelten, auch für die Himmelskörper.

Newton gelang es, eine Formel zu entwickeln, das Gravitationsgesetz. Mit seiner Hilfe läßt sich die Anziehungskraft berechnen, die zwischen zwei Körpern wirkt. Diese Kraft heißt Massenanziehungskraft oder Gravitation. Sie ist nicht für alle Körper gleich, denn Körper großer Masse ziehen einander stärker an als solche kleiner Masse. Sind zwei Körper weit voneinander entfernt, so üben sie aufeinander eine schwächere Gravitationskraft aus als einander nahe liegende.

Diese Kraft wirkt auf die Erde und im gesamten Weltraum. Somit gilt das von Newton entdeckte Gesetz nicht allein für die Planeten und Monde, sondern auch für künstliche Himmelskörper: Satelliten, Raumsonden und Raumfahrzeuge. Ihre Flugbahnen und ihre Fluggeschwindigkeiten im Weltraum werden durch die Gravitationskraft mitbestimmt.

„Interkosmos“ Am 14. Oktober 1969 erwarteten auf einem sowjetischen Kosmodrom Wissenschaftler aus neun sozialistischen Ländern gespannt den Start einer Trägerrakete. Es waren Raumfahrttechniker und Weltraumforscher aus Bulgarien, der ČSSR und der DDR, aus Kuba und der Mongolischen Volksrepublik, aus Polen, Rumänien, der UdSSR und aus Ungarn. Ihr erster, durch gemeinsame Arbeit entstandener → Erdsatellit wurde in eine Umlaufbahn gebracht. Er hieß „Interkosmos 1“. Dem Start des ersten „Interkosmos“-Satelliten folgten viele andere. Diese Raumflugkörper werden von Technikern mehrerer sozialistischer Länder gemeinsam konstruiert und ausgerüstet. Die Sowjetunion stellt Raketenstartplätze und Trägerraketen zur Verfügung. Durch diese Zusammenarbeit können alle sozialistischen Länder Raumforschung betreiben und ihre Kosmonauten an Raumflugunternehmen beteiligen. Die Ausbildung der ersten Interkosmonauten begann 1976 im Kosmonauten-Ausbildungszentrum „Juri Gagarin“. Gemeinsam mit sowjetischen Raumfahrern bereiteten sie sich auf ihre Forschungsflüge vor.





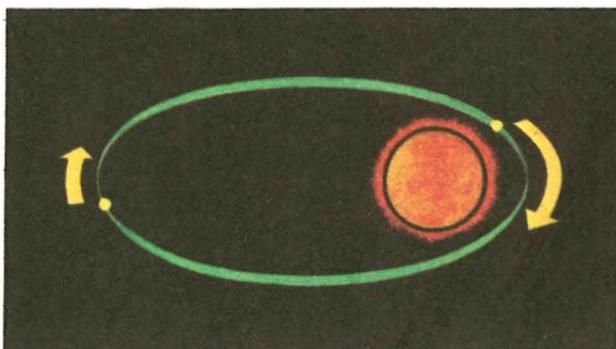
Sigmund Jähn, DDR

1978 flogen die ersten Interkosmonauten in den Raum, im März Vladimír Remek aus der ČSSR und im Juni der Pole Mirosław Hermaszewski. Am 26. August 1978 startete der erste DDR-Kosmonaut, Oberstleutnant Sigmund Jähn, mit Walerie Bykowski, Kommandant von „Sojus 31“, zu einem achttägigen Forschungsflug zur Raumstation „Salut 6“. (Vergleiche → „Sojus“)

Kepler-Bahn Anfang des 17. Jahrhunderts wirkte in Prag der deutsche Astronom Johannes Kepler. Damals war bereits bekannt, daß sich die Erde und die anderen Planeten unseres → Sonnensystems auf gekrümmten Bahnen um die Sonne bewegen. Nach mühevoller Forscherarbeit entdeckte Kepler, daß die Umlaufbahnen der Himmelskörper nicht Kreise, sondern Ellipsen darstellen.



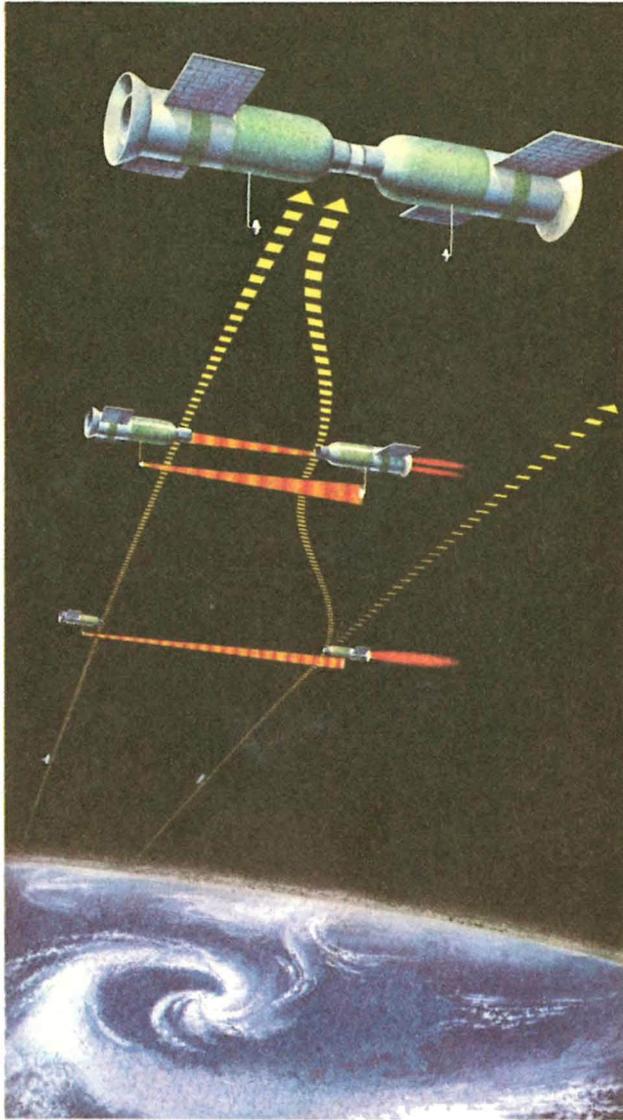
Wenn wir einen Teller ins Sonnenlicht halten, so entsteht auf dem Tisch ein ovaler Schattenriß. Er hat die Form einer Ellipse. Wie Kepler nachwies, bewegt sich jeder Planet auf einer elliptischen Bahn um die Sonne. Diese ist das Zentralgestirn und befindet sich in einem Brennpunkt der Ellipsenbahn. Weiterhin stellte Kepler Gesetze auf, mit deren Hilfe man die → Bahngeschwindigkeiten der Himmelskörper bestimmen kann.



Ein Himmelskörper bewegt sich auf seiner elliptischen Bahn in Sonnennähe schneller als in Sonnenferne

Man kann Raumflugkörper, also künstliche Satelliten und Raumfahrzeuge, Mond- und Planetensonden, als künstliche Himmelskörper ansehen. Wenn ein Raumflugkörper frei, das heißt ohne Antrieb durch den Weltraum fliegt, dann verhält er sich wie ein Himmelskörper. Er unterliegt nur der → Gravitation. Seine Geschwindigkeit und seine jeweilige Flugrichtung werden durch die von Johannes Kepler entdeckten Naturgesetze bestimmt. Daher nennt man eine Raumflugbahn, auf der ein Raumflugkörper antriebslos fliegt, Kepler-Bahn.

Kopplungsmanöver Ein aufsehenerregendes Experiment gelang sowjetischen Raumfahrttechnikern im Jahre 1967: Am 27. Oktober trug eine Rakete den → Erdsatelliten „Kosmos 186“ auf eine Umlaufbahn. Drei Tage darauf wurde ein Satellit gleichen Typs, „Kosmos 188“, gestartet. Als er in seine Umlaufbahn gelangte, waren beide Satelliten 24 Kilometer voneinander entfernt. Gegen Mittag hatten sie sich bis auf einen geringen Abstand genähert, und genau 12.20 Uhr Moskauer Zeit verbanden sie sich selbsttätig, so daß sie einen zusammengesetzten Raumflugkörper bildeten. Drei Stunden blieben sie so auf der Umlaufbahn. Auf ein Funk-



Mit Hilfe von Radar-
signalen – auf dem Bild
gelb-rot dargestellt –
wurden die Satelliten
„Kosmos 186“ und
„Kosmos 188“ auto-
matisch gekoppelt

kommando von der Erde aus lösten sie sich voneinander.

Das Zusammenführen und Verbinden von Raumflugkörpern im Weltraum wird Koppeln genannt. Es kann automatisch oder durch Handsteuerung erfolgen und ist ein schwieriges Raumflugmanöver, dem ein → Rendezvous vorangeht.

Kopplungsmanöver haben große Bedeutung für die Raumfahrt. Das sowjetische Experiment im Jahre 1967 war zukunftsweisend,

denn auf ähnliche Art können im Weltraum größere Raumfahrzeuge zusammengesetzt und → Raumstationen errichtet werden, wie es zum Beispiel im Jahre 1975 geschah: Ein Raumfahrzeug der UdSSR vom Typ „Sojus“ und ein USA-Raumfahrzeug „Apollo“ wurden zu einer Einheit gekoppelt.

Kosmodrom Kosmodrom lautet die russische Bezeichnung für Raketenstartplatz. Einer der größten in der Sowjetunion ist das Kosmodrom Baikonur. Es liegt in der Kasachischen SSR, nahe dem Aralsee, und wurde durch viele erfolgreiche Raumflüge berühmt, die hier ihren Anfang nahmen, zum Beispiel durch den Start Juri Gagarins, des ersten Kosmonauten, mit dem Raumflugkörper → „Wostok 1“.

Ein Raketenstartplatz nimmt ein weites Gelände ein. Verschiedene Gebäude sowie oberirdische und unterirdische Anlagen dienen dazu, die Kosmonauten, die Raumflugkörper und die Raketen auf den Start vorzubereiten.

In hohen Montagehallen werden die Antriebsstufen der → Trägerrakete mit Hilfe großer Krane zusammengesetzt. Auch den Raumflugkörper montiert man hier auf. Schienenfahrzeuge befördern die Rakete zur Startrampe. Wenn sie auf dem Starttisch steht, nehmen ihre Tanks große Mengen Treibstoff auf. Er wird, ebenfalls auf dem Schienenwege, von den Treibstofflagern herantransportiert.

Auf den Arbeitsplattformen eines Stahlgerüsts, des Montageturms, treffen Monteure die letzten Vorbereitungen. Die Kosmonauten gelangen mit einem Fahrstuhl des Montageturms zur Spitze der Rakete und besteigen

die Kabine ihres Raumfahrzeugs. Sind alle diese Arbeiten und Vorbereitungen abgeschlossen, steht die Rakete startbereit, dann klappt der Montageturm zurück.

Bis zum Anlassen der Triebwerke bleibt die Rakete durch eine elektrische Leitung, das Abreißkabel, mit der Startkontroll- und Flugleitzentrale verbunden. Hier, in unterirdischen Räumen, wurden die Startvorbereitungen von Technikern und Wissenschaftlern fortlaufend überwacht. Dabei mußte ein genauer Zeitplan eingehalten werden. Aus der Zentrale erfolgen auch das Kommando zum Start und das Anlassen der Triebwerke. An Fernsehschirmen verfolgt man den Aufstieg der Rakete; mittels Funksignalen vermißt man ständig ihre Flugbahn. Elektronische Einrichtungen kontrollieren ihren Start und Aufstieg; sie leiten ihren Flug weitgehend automatisch.



Juri Gagarin, UdSSR

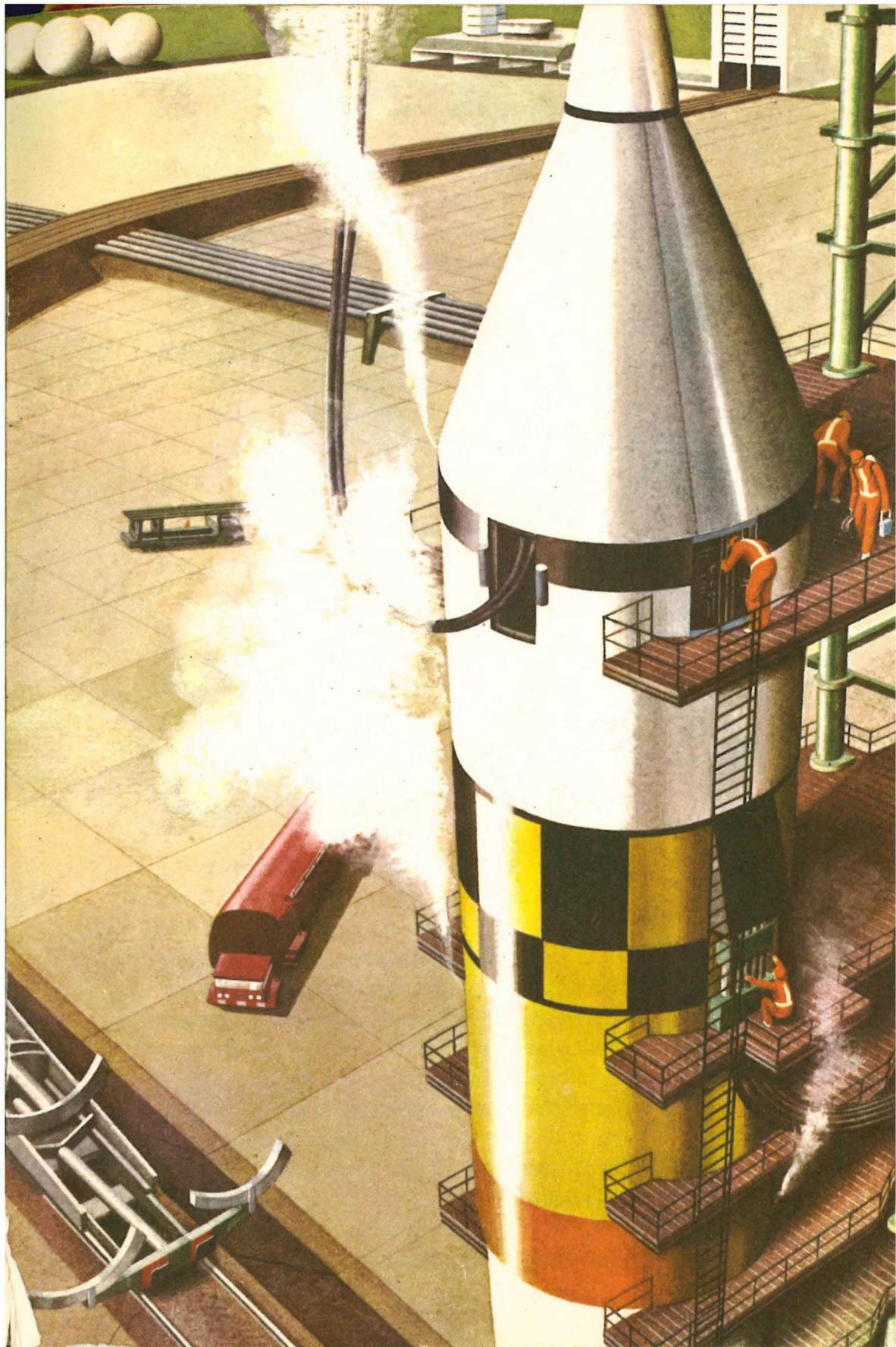
Kosmonaut Die sowjetische Bezeichnung für Raumfahrer lautet Kosmonaut, dagegen wird in den USA ein Raumfahrer Astronaut genannt. Kosmonauten und Astronauten haben für die Entwicklung der Raumfahrt Pionierarbeit vollbracht.

Juri Gagarin, geboren am 9. März 1934, tödlich verunglückt am 27. März 1968. Er war der erste Mensch, der in den Weltraum flog. Am 12. April 1961 umkreiste er mit der Raumkapsel „Wostok 1“ in 108 Minuten einmal die Erde.

Walentina Tereschkowa, geboren am 6. März 1937. Sie ist die erste Kosmonautin der Welt. Bis zu ihrem Raumflug führte sie 126 Fallschirmsprünge aus. Vom 16. bis zum 19. Juni 1963 umflog sie mit „Wostok 6“ den Erdball 48mal.



Walentina Tereschkowa,
UdSSR





Neil Armstrong, USA

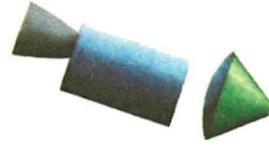
Neil Armstrong, geboren am 5. August 1930. Seinen ersten Raumflug führte er am 16. März 1966 als Kommandant der Raumkapsel „Gemini 8“ gemeinsam mit dem Astronauten David Scott aus. Er war Kommandant des Raumfahrzeugs „Apollo 11“ und betrat am 21. Juli 1969 als erster Mensch den Mond.

Landung Versetzen wir uns in ein Raumfahrzeug, mit dem wir von einer Umlaufbahn zur Erde zurückkehren wollen. In jeder Sekunde durchfliegen wir eine Strecke von 8 Kilometern. Sind wir auf dem Rückflug vom Mond, stürzen wir gar mit einer Geschwindigkeit von 11 Kilometern in der Sekunde der Erde entgegen. Dennoch zerschellt das Raumfahrzeug bei der Landung nicht.

Sein Flug wird allmählich gebremst, zunächst von → Bremstriebwerken. Sie mindern seine Geschwindigkeit so weit, daß es die Umlaufbahn verläßt und in die Lufthülle eintaucht. In den tieferen Luftschichten öffnen sich Landefallschirme. Vor dem Aufsetzen können Bremstriebwerke eine sanfte Landung unterstützen.

Das Rückkehrmanöver beginnt sekunden genau in der Umlaufbahn. Die Eintauchbahn, auf der das Raumfahrzeug in die Lufthülle eintritt, ist genau festgelegt. Bei zu flachem Einflug wäre die Bremswirkung der Luft nur schwach, bei zu steilem Eintauchen dagegen der Luftwiderstand so stark, daß Raumfahrer und Raumfahrzeug in Gefahr gerieten.

Beim Abbremsen der hohen Geschwindigkeit wird nämlich der menschliche Körper durch den → Andruck in gleicher Weise belastet, wie das beim Start der Fall ist. Die Körperorgane können jedoch nur ein bestimmtes Maß dieser Belastung ertragen.



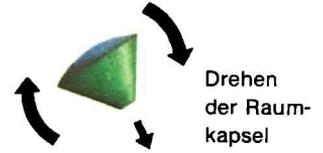
Lösen der Raumfahrer-
kapsel von der Ver-
sorgungseinheit

Außerdem müßte das Raumfahrzeug in einer zu steilen Eintauchbahn, also bei zu starkem Bremsen, verglühen. Die Luft wird vor einem einfliegenden Körper stark zusammengepreßt; sie erhitzt sich und heizt den Raumflugkörper auf. Daher muß jeder Raumflugkörper, der unbeschadet zurückkehren soll, einen Hitzeschutz haben. Seine Frontseite, die Fläche, mit der er in die Lufthülle eintaucht, ist mit einem Hitzeschild versehen. Als Material verwendet man zum Beispiel Plast und Glasfaser; sie schmelzen unter der Aufheizung ab, und die unerwünschte Wärme wird auf diese Weise abgeleitet.

Wenn Forschungssonden auf anderen Planeten landen, die – wie die Venus – von einer Gashülle umgeben sind, dann werden ebenfalls Landefallschirme eingesetzt. Auf dem Mond dagegen sind weiche Landungen nur mit Hilfe von Landetriebwerken möglich.

Luftschleuse Öffnet man das Ventil der Fahrradbereifung, so strömt die Luft ins Freie. Ähnlich verhält sich die Luft, mit der eine Raumkabine gefüllt ist: Sie entweicht in den Weltraum, wenn man eine Außenluke öffnet. Wie aber können Raumfahrer in den Weltraum aussteigen, ohne daß dabei Atemluft verlorenght? Dies verlangt – ebenso wie die Versorgung mit Luft – eine wohlüberlegte Konstruktion des Raumfahrzeugs.

Jedes Raumfahrzeug hat mindestens eine Raumkabine. Man versteht darunter einen Aufenthaltsraum, zum Beispiel die Kommandokabine, der völlig luftdicht abge-



Drehen der Raum-
kapsel



Eintritt
in die
Lufthülle

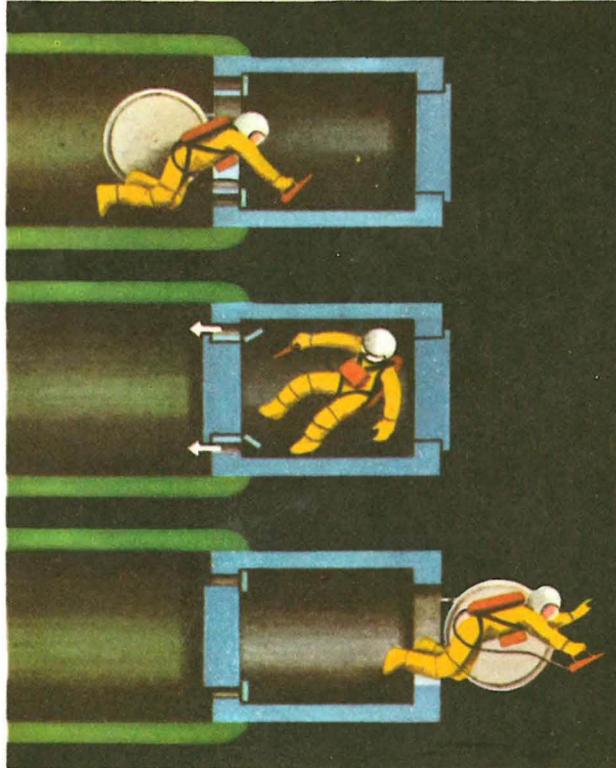


Landung
am Fallschirm



geschlossen ist. Ebenso dicht schließen die Luken zu den benachbarten Räumen. Eine Klimaanlage versorgt die Raumkabine mit Atemluft; genauer ausgedrückt, sie stellt die lebensnotwendige Kabinenatmosphäre her.

Der Raumfahrer begibt sich in die mit Kabinenatmosphäre gefüllte Schleuse



Die Atmosphäre wird in die Kabine abgesaugt

Der Raumfahrer steigt in den Weltraum aus

Dazu gehört, daß die Klimaanlage die Luft kühlt und sie von schädlichen Stoffen und Staub reinigt. Sie führt der Atmosphäre frischen Sauerstoff zu und regelt die Luftfeuchtigkeit. Nur in einer solchen Kabine können sich Raumfahrer ohne → Raumanzug aufhalten. In größeren Raumflugkörpern, zum Beispiel Raumlaboratorien und Raumstationen, sind mehrere Kammern als Raumkabinen eingerichtet.

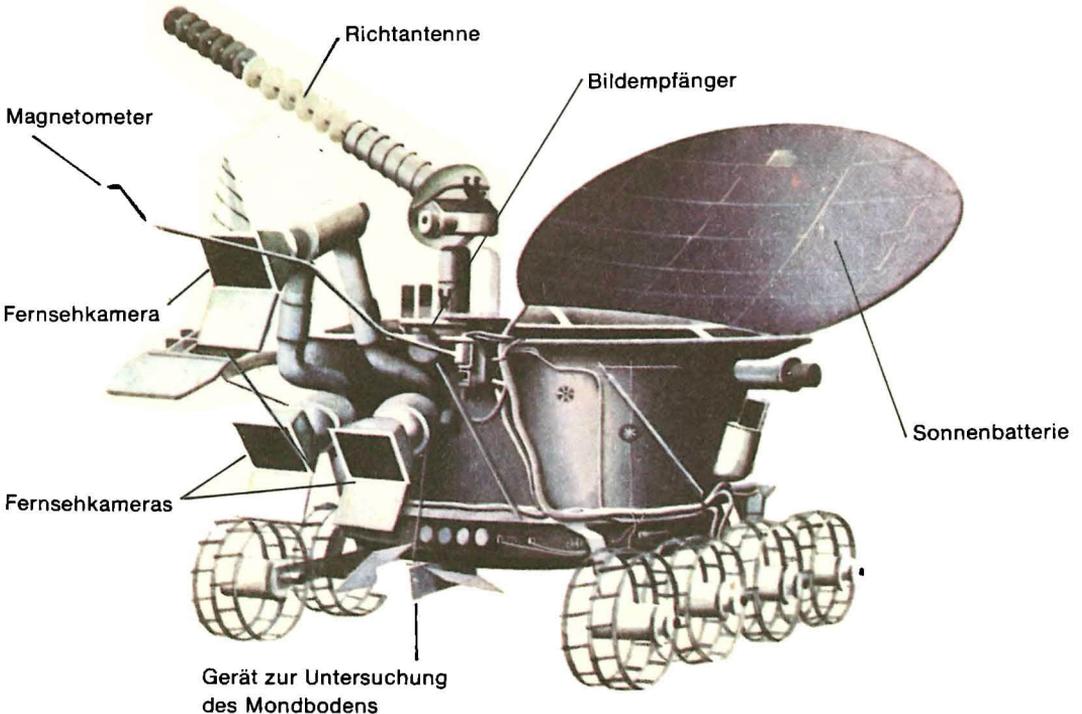
Will ein Raumfahrer in den Weltraum aussteigen, legt er den Raumanzug an. Er verläßt das Raumfahrzeug über eine Luftschleuse. Das ist eine Kammer, die zwei hermetisch

(luftdicht) schließende Luken hat: eine Luke zur Raumkabine und eine Ausstiegsluke in den Weltraum. Zunächst wird in die Schleusenkammer Kabinenatmosphäre eingelassen, dann begibt sich der Raumfahrer hinein und verschließt die Luke zur Raumkabine. Eine Pumpe saugt die Atmosphäre in die Kabine ab und stellt damit einen Druckausgleich zum luftleeren Weltraum her. Von nun an versorgt der Raumanzug den Raumfahrer mit Atemluft. Die Ausstiegsluke kann geöffnet werden.

Über denselben Weg kehrt der Raumfahrer zurück. Er steigt in die Schleusenkammer, schließt die Ausstiegsluke, läßt Atmosphäre ein und öffnet die Luke zur Raumkabine.

Lunochod Am 16. Januar 1973 wurde das Mondlaboratorium „Lunochod 2“ von der Sonde „Luna 21“ auf den Mond gebracht. Es rollte von der Rampe des Landegeräts, und in einem Gelände, das den Namen „Meer

Das automatische
Mondlaboratorium
„Lunochod 2“

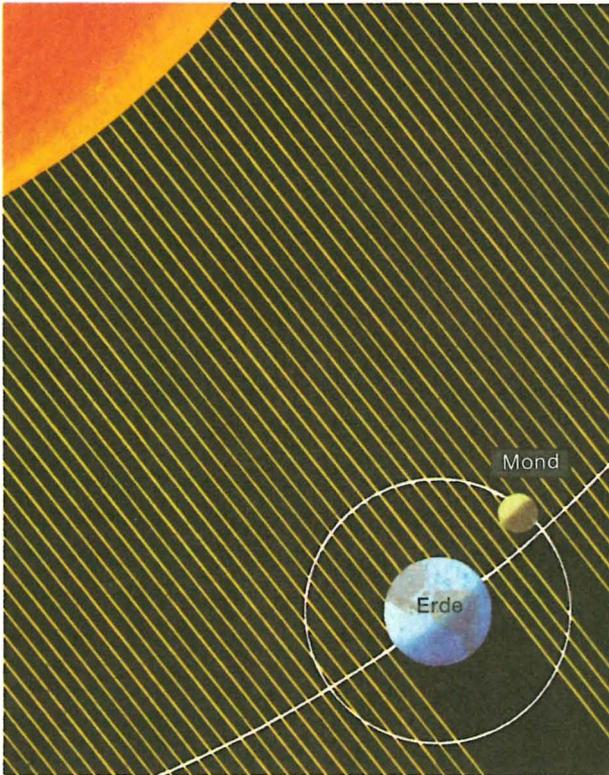


der Heiterkeit“ trägt, nahm es seine Forschungsfahrt auf. Seine „Augen“ sind Fernsehkameras, das Gestänge Antennen und Instrumententräger. Jedes Rad hat seinen eigenen Elektromotor – so bleibt „Lunochod“, selbst wenn mehrere Motoren versagen sollten, fahrtüchtig. In seinem Innern verbergen sich komplizierte Geräte. Auch sie werden elektrisch betrieben. Den elektrischen Strom liefert die Sonne. Der Deckel ist mit Solarzellen belegt, sie bilden eine Sonnenbatterie und wandeln die Sonnenstrahlung in elektrische Energie um.

Die fünfköpfige Besatzung des Fahrzeugs saß in einer Steuerzentrale auf der Erde. Der Fahrer lenkte „Lunochod“ mit Hilfe der Fernsehbilder, die von den Kameras aufgenommen und dann zur Erde übertragen wurden. Der Navigator ermittelte den jeweiligen Standort und legte die Fahrtrichtung fest. Der Funker richtete die Antenne aus; der Bordingenieur überwachte alle Geräte. Die Besatzung hatte einen Kommandanten, der für den Ablauf der Fahrten verantwortlich war.

Dieser Mondroboter hat einen erfolgreichen und berühmt gewordenen Bruder, das Laboratorium „Lunochod 1“. Es wurde am 17. November 1970 mit der Mondsonde „Luna 17“ zum Erdtrabanten gebracht und blieb 321 Tage arbeitsfähig. „Lunochod 1“ legte insgesamt eine Fahrstrecke von über 10 Kilometern zurück, durchfuhr dabei mehrere Krater, untersuchte Mondgestein und die Bodenfestigkeit. Es übermittelte 20 000 Fotos zur Erde, außerdem 500 Panoramabilder.

Mond Im Jahre 1609 betrachtete ein Mensch zum erstenmal durch ein Fernrohr den Erdenmond. Es war der italienische Naturforscher



Der Mond umkreist die Erde; so begleitet er sie ständig bei ihrer Bewegung um die Sonne

Galileo Galilei. Er entdeckte dort Gebirge und Krater und fertigte die erste, noch sehr unvollständige Zeichnung von der Mondoberfläche an.

Heute haben wir genaue Mondkarten und Mondgloben. Sogar Fotografien, die wir Raumflügen zum Mond verdanken, liegen uns vor. Deutlich erkennen wir Krater und Ringgebirge. Die weiten Ebenen nennt man, obwohl auf dem Mond kein Wasser vorhanden ist, Meere oder lateinisch Mare.

Der Mond, der erdnächste Himmelskörper, ist ein natürlicher → Satellit der Erde. Er hat Kugelgestalt. Eigenes Licht sendet er nicht aus; wir können nur den Mondteil sehen, der jeweils von der Sonne beleuchtet wird. Daher erscheint der Mond unserem Auge mitunter als Vollscheibe, Halbscheibe oder schmale Sichel.

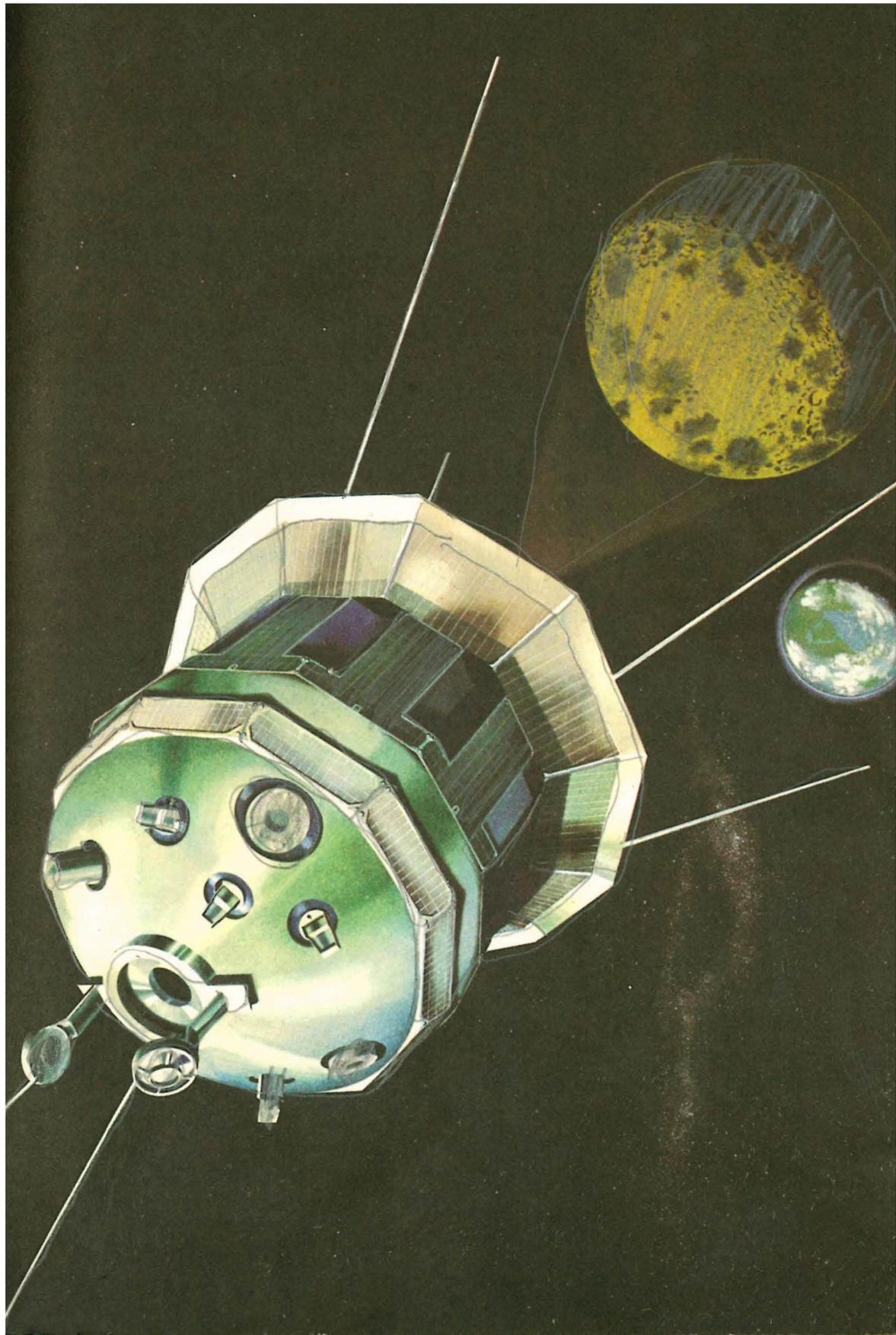
Rechte Seite:
Erstmalig fotografierte
die sowjetische Mond-
sonde „Lunik 3“ die
Rückseite des Mondes

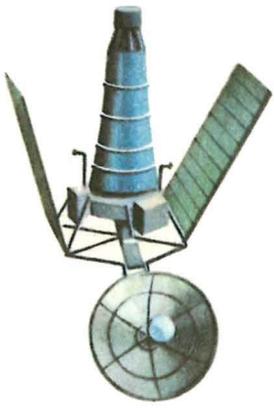
In einer mittleren Entfernung von 384 400 Kilometern umrundet der Mond unsere Erde in etwa 27 Tagen und 7 Stunden. Dabei wendet er uns stets dieselbe Seite zu. Bilder von der Rückseite des Mondes wurden uns erstmals 1959 durch eine sowjetische → Mondsonde der Serie „Lunik“ übermittelt.

Der Mond hat eine viel geringere Masse als die Erde. Infolgedessen haben dort alle Körper nur ein Sechstel ihres Erdengewichtes. Ein Raumfahrer, der auf der Erde 660 Newton wiegt, ist auf dem Mond nur 110 Newton schwer und muß sich in einem Spezialtraining auf die ungewohnte Leichtigkeit seines Körpers vorbereiten. – Andererseits begünstigt die geringere Anziehungskraft des Erdtrabanten die Rückkehr einer Mondsonde oder Mondfähre zu unserem Planeten, wenn diese auf dem Mond startet.

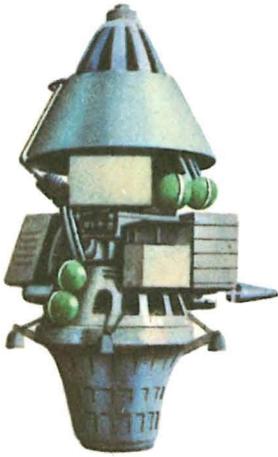
Der Mond hat keine Lufthülle. Daher nimmt er auf seiner Tagseite, die ungehindert der Sonnenstrahlung ausgesetzt ist, die hohe Temperatur von + 120 Grad Celsius an. Die Nachtseite kühlt sich rasch auf – 150 Grad Celsius ab. Um sich vor diesen Temperaturen und vor schädlicher kosmischer Strahlung zu schützen, können sich auf dem Mond Menschen nur in abgeschlossenen Klimakabinen oder in → Raumanzügen aufhalten.

Mondsonde Am 4. Oktober 1959 wurde der sowjetische Raumflugkörper „Lunik 3“ gestartet. Nach einer Flugstrecke von etwa 450 000 Kilometern erreichte er den Mond und umflog ihn. Seine zwei Kameras machten innerhalb von 40 Minuten mehrere hundert Aufnahmen von der Mondoberfläche. Eine automatische Anlage entwickelte die Fotos, ein Bildsender übermittelte sie zu den

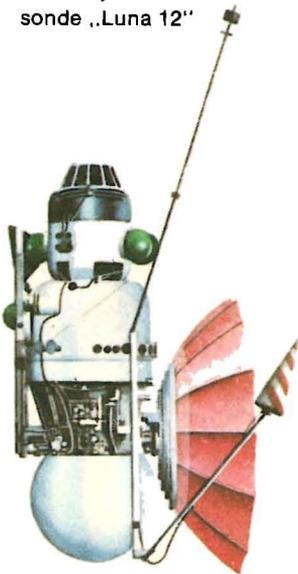




Die amerikanische Mondsonde „Ranger 7“



Die sowjetische Mondsonde „Luna 12“



Die sowjetische Planeten-sonde „Venus 4“

sowjetischen Empfangsstationen. Auf diesen Bildern sahen Menschen zum erstenmal die Rückseite des Mondes.

Ein derartiger Raumflugkörper, der Forschungsaufgaben auf dem Mond oder in dessen Nähe erfüllt, heißt Mondsonde. Mit der Sonde „Lunik 2“, gestartet am 12. September 1959, war es sowjetischen Raumfahrttechnikern erstmalig gelungen, mit einem irdischen Körper den Mond zu treffen.

Seither hat eine Vielzahl von Sonden den Mond erreicht und auch erforscht. Außer den „Lunik“-Sonden wurden von sowjetischen Raketenstartplätzen Sonden mit den Namen „Luna“ und „Sonde“ zum Mond gesandt, von US-amerikanischen Raumfahrtwissenschaftlern die Mondsonden „Ranger“, „Surveyor“ und „Lunar Orbiter“.

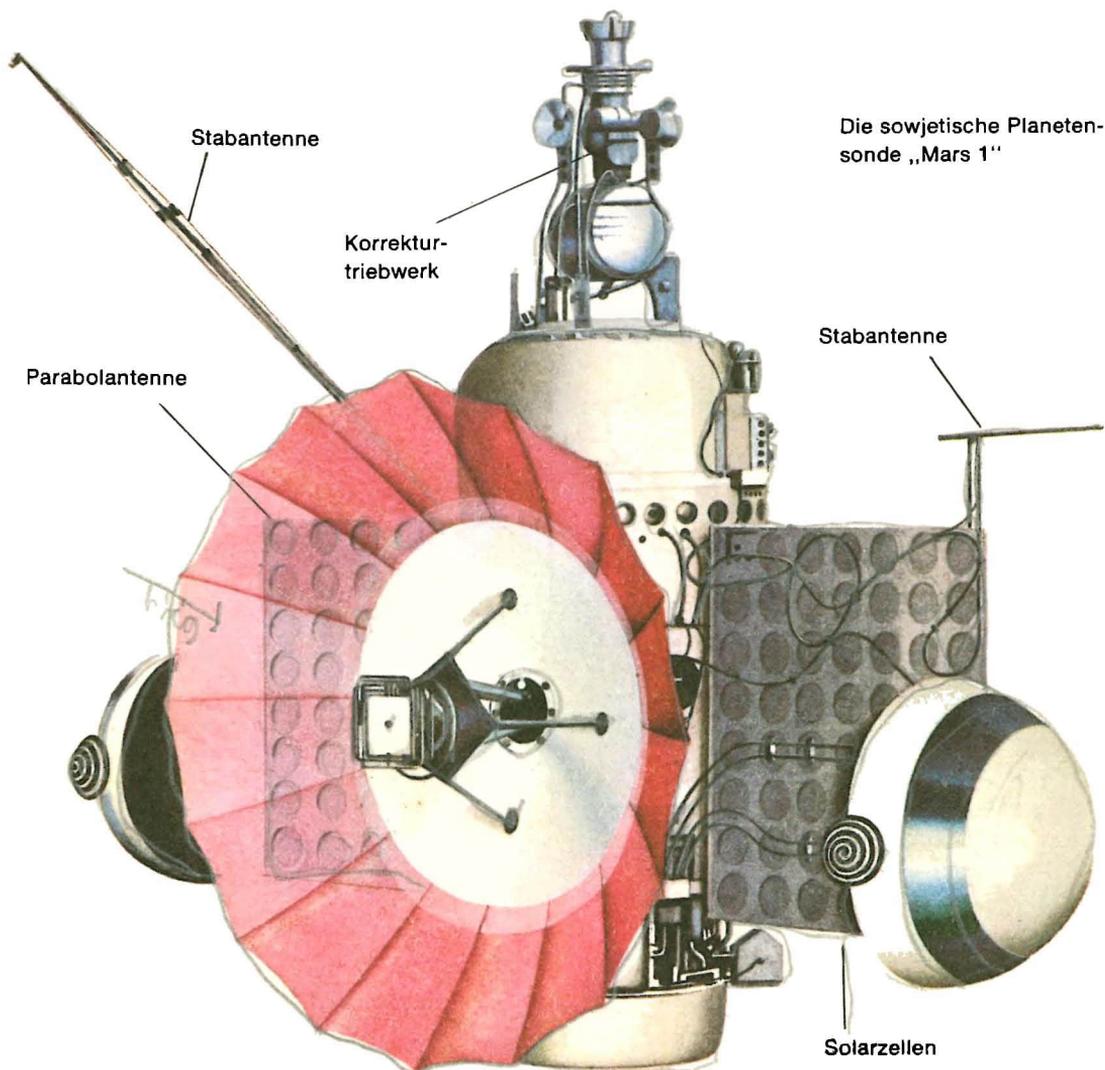
Eine außergewöhnliche technische und wissenschaftliche Leistung vollbrachten sowjetische Raumfahrtspezialisten mit der Mondsonde „Luna 16“, einem vollautomatischen, das heißt selbsttätig arbeitenden Raumfluggerät. Am 12. September 1970 wurde es gestartet. Es bestand aus drei Teilen: einem Mondlandegerät mit → Bremstriebwerk, einem Rückkehrteil mit Start- und Steuereinrichtung und einer Landekapsel.

Mit Hilfe des Bremstriebwerks setzte „Luna 16“ sanft auf der Mondoberfläche auf. Ein elektrisch betriebener Bohrer schürfte Mondgestein bis zu einer Tiefe von 35 Zentimetern. Automatisch gelangte es in einen Behälter. Der Rückstart erfolgte am 21. September. Die wertvolle Fracht, die „Luna 16“ zur Erde brachte, dient Wissenschaftlern dazu, neue Kenntnisse über die Beschaffenheit des Mondes zu gewinnen.

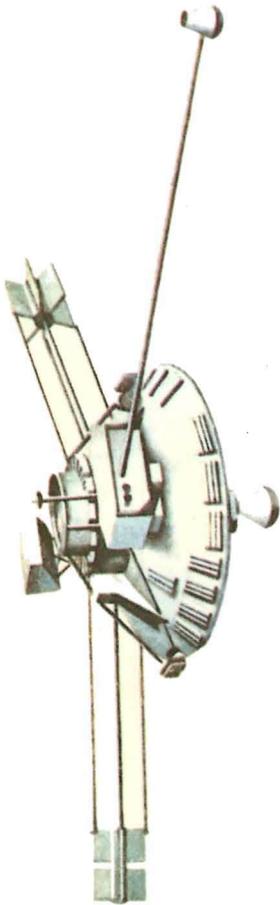
Dieses Raumflugexperiment wurde mit der Sonde „Luna 20“ im Jahre 1972 wiederholt.

Planetensonde Raumflugkörper, die in der Nähe eines Planeten oder auf seiner Oberfläche Forschungsaufgaben lösen, heißen Planetensonden. Bisher wurden die Planeten Venus, Mars und Merkur erreicht: von sowjetischen Sonden mit den Bezeichnungen „Venus“ und „Mars“ sowie von US-amerikanischen Sonden namens „Mariner“.

Mars und Venus sind die unserer Erde am nächsten gelegenen Planeten. Dennoch geben sie den Astronomen viele Rätsel auf. Die Venusoberfläche zum Beispiel kann mit Fernrohren nicht erforscht werden, weil sie stets



Rechte Seite:
Eine Planetensonde bei
der Fallschirmlandung
auf der Venus



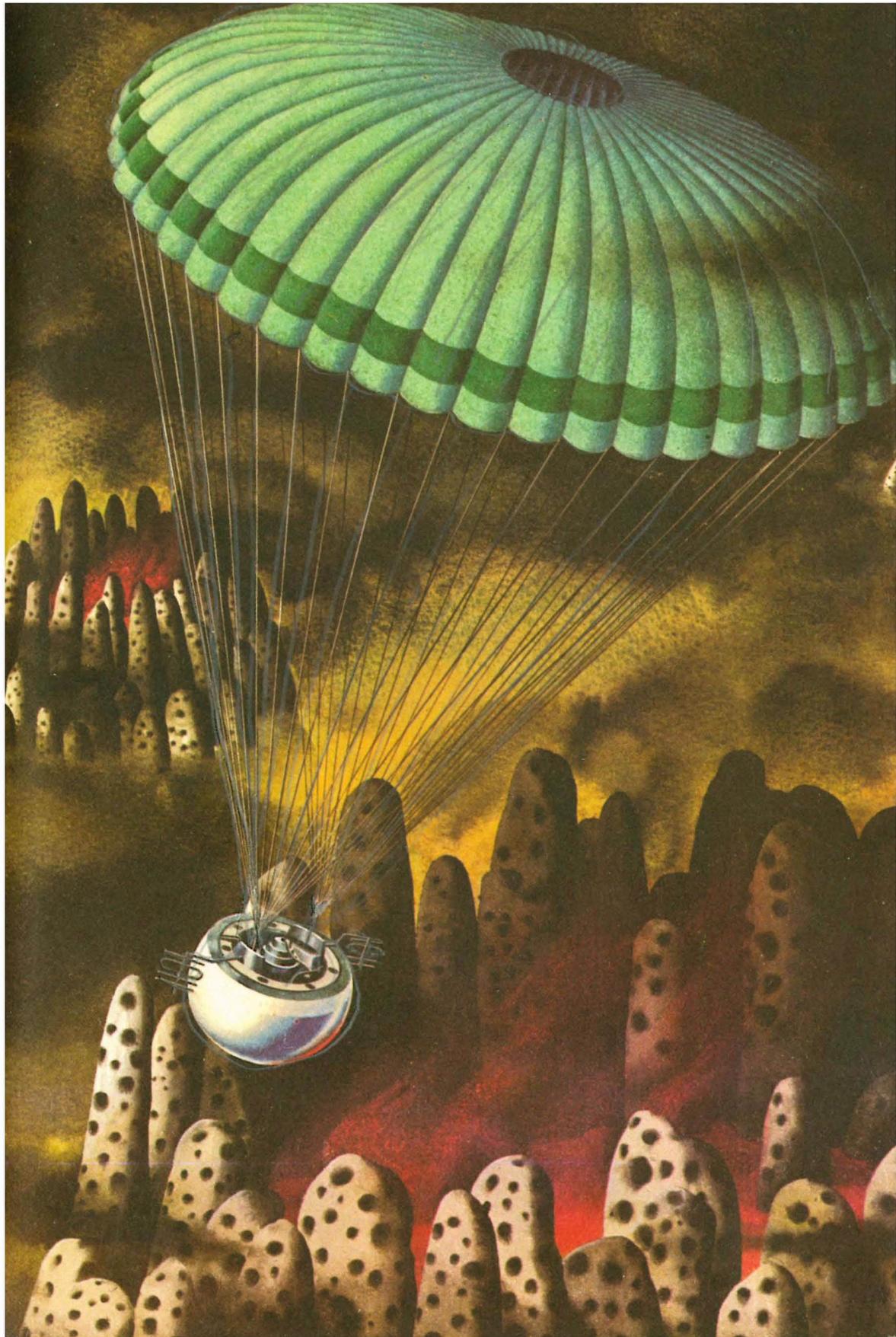
Die amerikanische Planetensonde „Pioneer 11“ näherte sich 1974 dem Jupiter auf einige tausend Kilometer

von dichten Wolkenfeldern bedeckt ist. Der Mars dagegen hat nur eine dünne Gashülle. Vor etwa einhundert Jahren beobachtete ein Astronom auf der Marsoberfläche ein Netz feiner Linien. Man dachte, es handle sich um Kanäle; vernunftbegabte Lebewesen, „Marsmenschen“, sollten sie angelegt haben. Inzwischen erwies sich dies als Irrtum. Es wurden bereits Planetensonden auf dem Mars gelandet. Sie hatten die Aufgabe, dort etwaiges Leben zu entdecken. Bisher haben diese Versuche nicht bewiesen, daß auf dem Mars irgendeine Form von tierischem oder pflanzlichem Leben vorhanden ist.

Die erste Planetensonde, sie hieß „Venus 1“, wurde am 12. Februar 1961 gestartet und erreichte den Bereich unseres Nachbarplaneten am 19./20. Februar 1961. Wie vorgesehen, flog sie an der Venus vorbei, konnte ihr aber auf 40000 Kilometer genähert werden. Die Sonde „Venus 4“ stellte Messungen in der Gashülle an und funkte die Ergebnisse zur Erde. „Venus 4“ und andere, später gestartete Sonden erkundeten, daß die Gashülle zum allergrößten Teil aus Kohlendioxid besteht, während Sauerstoff nur in geringen Mengen vorhanden ist. Außerdem stellten die Sonden, während sie am Fallschirm abwärts schwebten, ständig anwachsende Temperaturen und Drücke fest.

Über der Venusoberfläche herrschen tiefe Dämmerung und Bedingungen wie in einem Lokomotivkessel: mehr als 500 Grad Celsius Temperatur und ein Druck von etwa 100 Bar. Dies wurde auch von der Sonde „Venus 8“ bestätigt, die im Juli 1972 bis zur Oberfläche des Planeten vordringen konnte.

Im Juli 1965 konnten durch die US-amerikanische Sonde „Mariner 4“ die ersten 21 Fotos von der Marsoberfläche übertragen werden.





Lösen des
Landeapparats
von der Sonde



Vier Jahre später gelangten durch die Sonden „Mariner 6“ und „Mariner 7“ über zweihundert Bilder zur Erde.

Im März 1974 erreichte erstmals eine Sonde den Bereich des sonnennächsten Planeten, Merkur: „Mariner 10“. Sie übermittelte Daten und Fotos zur Erde.

Zu einem großen Erfolg sowjetischer Raumfahrtstechniker kam es im Jahre 1971. Im Mai wurden die Sonden „Mars 2“ und „Mars 3“ gestartet. Nach einem Flug von 470 Millionen Kilometern schwenkte „Mars 2“ am 27. November in eine Satellitenbahn um den Nachbarplaneten ein. Am 2. Dezember ging ein Landeapparat der Sonde „Mars 2“ auf der Oberfläche weich nieder. Das gelandete Gerät funkte kurzzeitig Signale an die in der Satellitenbahn verbliebene „Mars 3“, und diese wiederum sendete sie zur Erde.



Absprengen
des Hitzeschildes



Zündung
der Bremsraketen

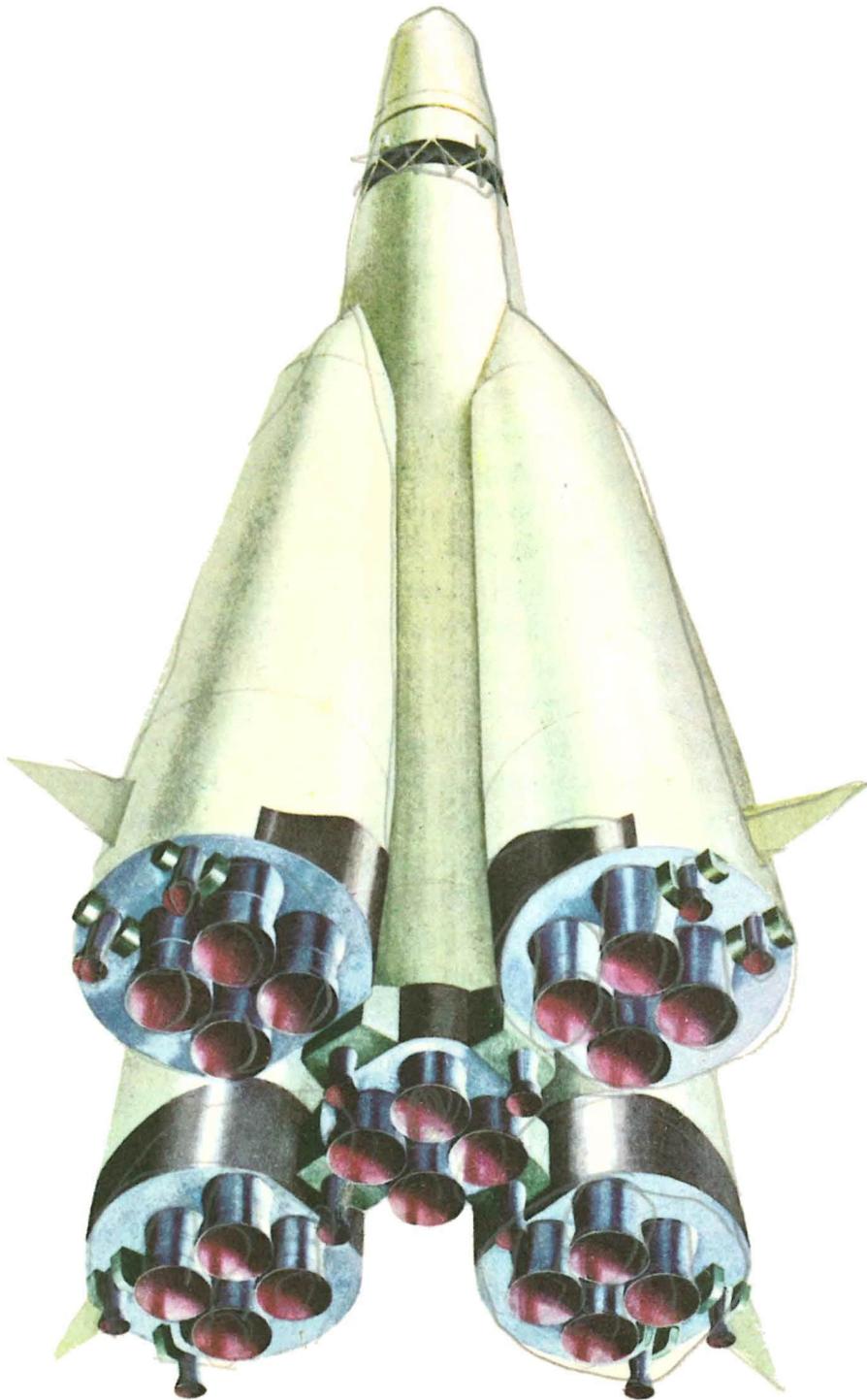


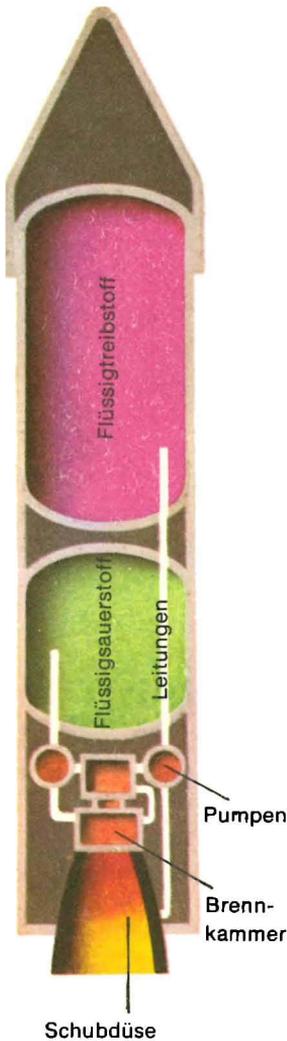
Der Landeapparat der
Sonde „Mars 2“

„Progress“ Unbemannter Raumtransporter zur Versorgung von Raumstationen. (Vergleiche → „Sojus“)

Raketentriebwerk Die Rakete ist das älteste Antriebsmittel, sie wurde lange Zeit vor der Dampfmaschine, dem Verbrennungs- und dem Elektromotor erfunden. Bereits vor eini-

gen tausend Jahren waren Feuerwerksraketen und Raketenpfeile in China bekannt. In unserem Jahrhundert, etwa in den Jahren 1930 bis 1950, wurden erstmals Großraketen





Schema einer Rakete
mit flüssigem Treibstoff

gebaut und erprobt. Sie sollten dem Menschen den Weg in den Weltraum öffnen.

Die gegenwärtigen → Trägerraketen haben keine Ähnlichkeit mit den Raketenpfeilen der Vergangenheit. Dennoch beruht ihr Antrieb auf dem gleichen Vorgang: Ein fester oder flüssiger Treibstoff wird entzündet. Bei seiner Verbrennung entstehen Gase, die aus einer sich verengenden Öffnung, der Düse, strömen. Der Gasstrahl erzeugt durch seinen Rückstoß den → Antrieb, der die Rakete in Bewegung setzt. Daher nennt man den Strahl der ausströmenden Verbrennungsgase auch Antriebsstrahl.

Raumfahrttraketen werden in der Regel mit flüssigen → Treibstoffen betrieben, und ihre Triebwerke heißen deshalb Flüssigkeitstriebwerke. In dem zylinderförmigen Raketenkörper befinden sich die Tanks für die Bestandteile des Treibstoffs. Das eigentliche Triebwerk besteht aus einer Brennkammer mit der Schubdüse und liegt am Heck der Rakete. Treibstoffpumpen fördern den Treibstoff in die Brennkammer. Unter sehr hoher Temperatur verbrennen die Treibstoffbestandteile. Die Verbrennungsgase, die sich mit großer Kraft ausdehnen wollen, strömen durch die Düse mit hoher Geschwindigkeit ins Freie. Dabei erzeugt der Antriebsstrahl einen starken → Schub; so nennt man die Kraft, die die Rakete voranbewegt.

Raumanzug Am 18. März 1965 wurde das sowjetische Raumfahrzeug „Woßchod 2“ zu einem 26stündigen Flug um die Erde gestartet. An Bord befanden sich Kommandant Pawel Beljajew und Kosmonaut Alexei Leonow. „Woßchod 2“ hatte die Erde 17mal zu umrunden. Beim zweiten Umlauf verließ

Alexei Leonow, der ebenso wie der Kommandant einen Raumanzug trug, die Kabine. Er war der erste Mensch, der frei schwebend im Weltraum flog, nur durch ein Kabel mit dem Raumfahrzeug verbunden. Während dieses freien Fluges, der 10 Minuten dauerte, legte Alexei Leonow 4800 Kilometer im All zurück. Mit diesem Experiment erprobte ein Kosmonaut zum erstenmal einen Raumanzug außerhalb eines Raumfahrzeugs.

Ein Raumanzug ist eine kleine selbständige Welt für sich, er schafft die lebensnotwendigen Bedingungen für den Kosmonauten. Der Mensch benötigt Atemluft, also Sauerstoff. Sie fehlt im Weltraum. Außerdem ist sein Körper an irdische Temperaturen gewöhnt. Im Weltraum jedoch kann ein Körper sehr viel höhere oder tiefere Temperaturen annehmen, je nachdem, ob er der starken Sonnenstrahlung ausgesetzt ist oder ob er sich zum Beispiel im Schatten eines Raumfahrzeuges befindet, ob seine Oberfläche die Strahlung abweist oder sie aufnimmt.

Ein Raumanzug ist so beschaffen, daß in seinem Innern eine möglichst gleichbleibende Temperatur herrscht. Er hat Spezialreißverschlüsse, die völlig dicht schließen. Ebenso luftdicht (hermetisch) müssen die Handschuhe und der Helm mit dem Anzug verbunden sein. Die Sichtscheibe des Helms schützt, ähnlich wie die Gläser einer Sonnenbrille, vor den starken Sonnenstrahlen. Diesem Zweck dient auch ein besonderes Visier, das sich herunterklappen läßt.

Der eigentliche Anzug besteht aus mehreren Schichten verschiedenen Materials. Seine äußere Haut trägt einen Belag, der die Sonnenstrahlung und schädliche kosmische Strahlungen reflektiert, das heißt zurückwirft und damit abweist. Die Atemluft wird dem



Schema einer Rakete mit festem Treibstoff

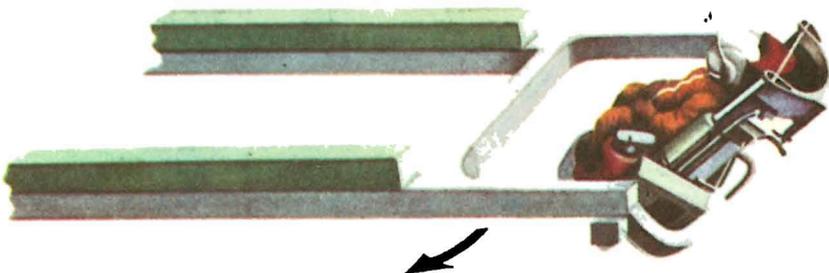


Raumfahrer entweder durch das Klimasystem des Raumfahrzeugs zugeführt oder durch ein Gerät, das in einem Koffer oder einem Tornister untergebracht ist.

Raumfahrertraining Bevor ein Raumfahrer die heimatliche Erde zu einem Raumflugunternehmen verläßt, wird er in einem langen und schwierigen Ausbildungsweg auf diese Aufgabe vorbereitet. Er erwirbt in vielen wissenschaftlichen Fächern gründliche Kenntnisse, unter anderem in Astronomie, Himmelsmechanik, Physik, Wetterkunde, Funktechnik und Raumfahrtmedizin. Er lernt, wie er bei einem Flug im Weltraum den Standort und den Kurs bestimmt. Er muß technische Einzelheiten der Trägerraketen und seines Raumfahrzeugs kennen, zum Beispiel die Arbeitsweise der Triebwerke, die Versorgung mit → Bordenergie, die Eigenschaften der Werkstoffe, aus denen das Raumfahrzeug besteht. In einem Modell des Raumfahrzeugs, einem Simulator, macht er sich mit den Instrumenten und der Handsteuerung vertraut.

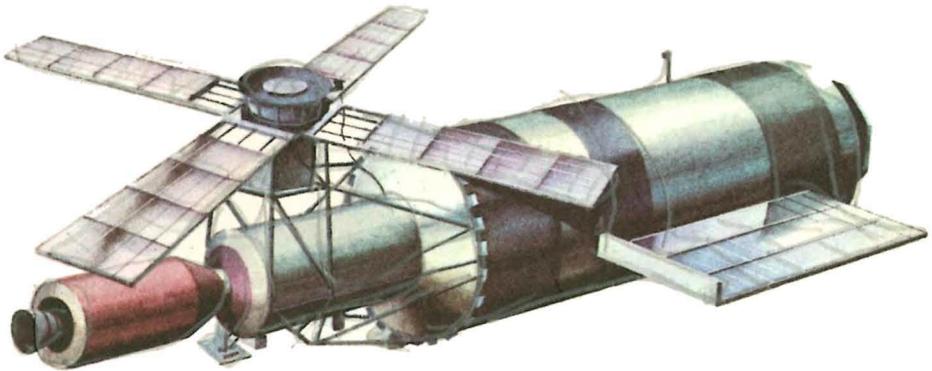
In einer schalldichten Kammer, die Isolationskammer heißt, bleibt ein Raumfahrer über längere Zeit von der Umwelt abgeschlossen, mitunter über mehrere Wochen. Währenddessen überwachen Ärzte seine Körperfunktionen, zum Beispiel die Herzrhythmus, den Blutdruck, die Körpertemperatur. Mit diesen

Diese Zentrifuge, eine Art „Karussell“, ist ein Trainingsgerät für Raumfahrer; durch ihre sehr schnelle Umdrehung wird der Raumfahrer auf die körperlichen Belastungen eines Raumflugs vorbereitet



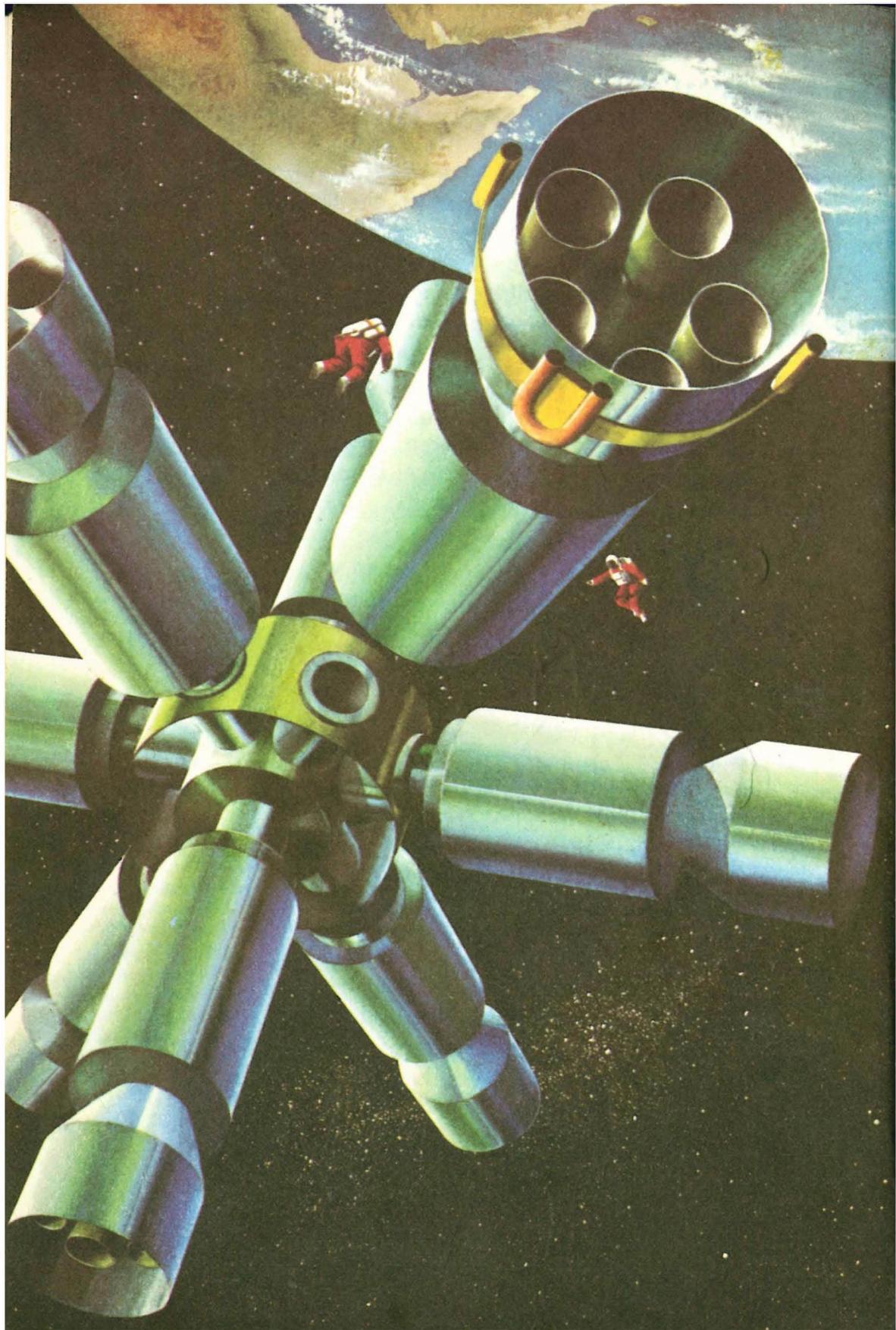
Versuchen prüft man, ob der Raumfahrer einem längeren Alleinflug in der Einsamkeit des Weltraumes gewachsen sein wird.

Eine Reihe von Übungen wird an Bewegungsgeräten ausgeführt, etwa ein Drehbelastungstraining am Standröhrenrad und Gleichgewichtsübungen an der Taumelscheibe. In der Zentrifuge, einem karussell-ähnlichen Gerät, gewöhnt sich der Raumfahrer an die große Belastung, der er später beim Start und bei der Landung ausgesetzt ist. Auch Übungen im Flugzeug, und zwar im Zustand der → Schwerelosigkeit, sowie Fallschirmabsprünge gehören zum Ausbildungsprogramm.



Raumstation Das sowjetische Laboratorium „Salut“ und das US-amerikanische „Skylab“ sind bereits geräumige Forschungsstätten im Weltraum. Sie bieten mehreren Kosmonauten-Wissenschaftlern für längere Zeit zum Arbeiten und Wohnen Platz. Doch diese Labs sind nur Vorläufer noch wesentlich größerer Arbeitsstätten im Weltraum, der zukünftigen Raumstationen: Gemeint sind damit sehr große bemannte Satelliten, auch Orbitalstationen genannt, die auf Umlaufbahnen in 500 bis 800 Kilometer Höhe die Erde umkreisen. Wissenschaftler arbeiten und wohnen dort und werden nach einer be-

Das amerikanische Raumlaboratorium „Skylab“



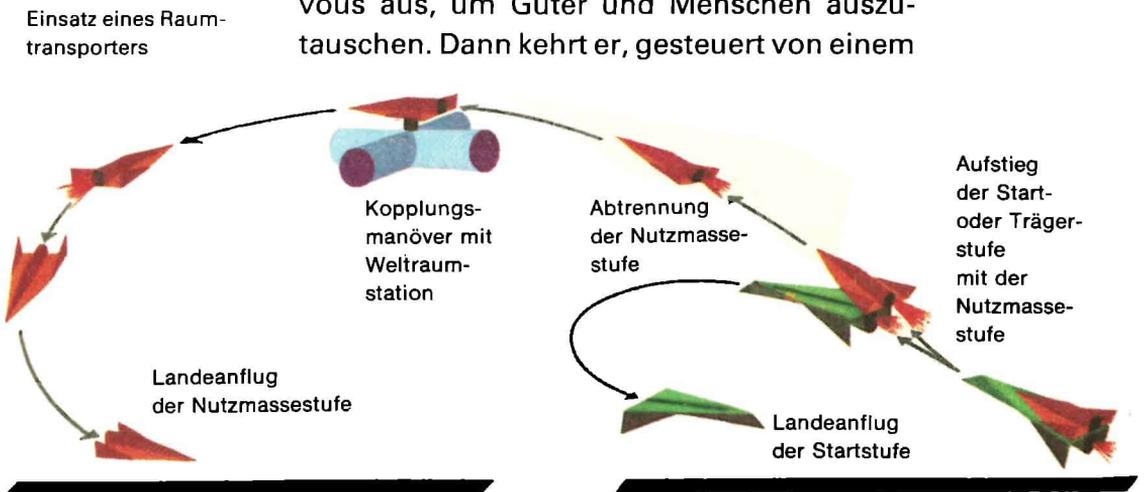
stimmten Zeit von einer anderen Besatzung abgelöst. Die Verkehrsverbindung zwischen Erde und Station halten → Raumtransporter aufrecht.

Der Bau einer Raumstation geschieht so: Trägerraketen oder Raumtransporter bringen Wohn- und Arbeitszellen auf eine Satellitenbahn. Diese Zellen wurden bereits auf der Erde mit Klimaanlage, Computern und wissenschaftlichen Geräten, mit Einrichtungen zum Wohnen, Speisen, Sporttreiben und Schlafen ausgerüstet. Sie sind kugelförmig oder zylindrisch und lassen sich zu beliebig großen Stationen zusammenbauen, ja, sie können das sogar selbsttätig vollbringen, wenn es im Weltraum zwischen ihnen zu einer Annäherung, zu einem → Rendezvous, kommt und automatische → Kopplungsmanöver sie zusammensetzen.

Raumstationen sollen verschiedenen Zwecken dienen; man wird dort Astronomen, Geologen, Meteorologen, Physiker, Chemiker, Mediziner, Werkstofftechniker und andere Wissenschaftler antreffen. Astronomen beobachten die Sonne und die anderen Himmelskörper des Weltalls. Sie werden dabei nicht, wie auf der Erde, von einer Lufthülle behindert. Geologen richten ihre Instrumente und Kameras auf die Erde, um zum Beispiel Erzlager oder Erdölvorkommen zu entdecken. Meteorologen beobachten das Wetter und helfen damit der Land- und Forstwirtschaft, aber auch der Luft- und Seefahrt. Sie können rechtzeitig vor Unwettern, vor Sturmfluten und Wirbelstürmen warnen. Werkstofftechniker stellen im Weltraum unter anderem optische Gläser besonderer Reinheit her; sie entwickeln neue Werkstoffe mit außergewöhnlichen Eigenschaften, z. B. Schaummetalle, die leicht wie Kork und sehr fest sind.

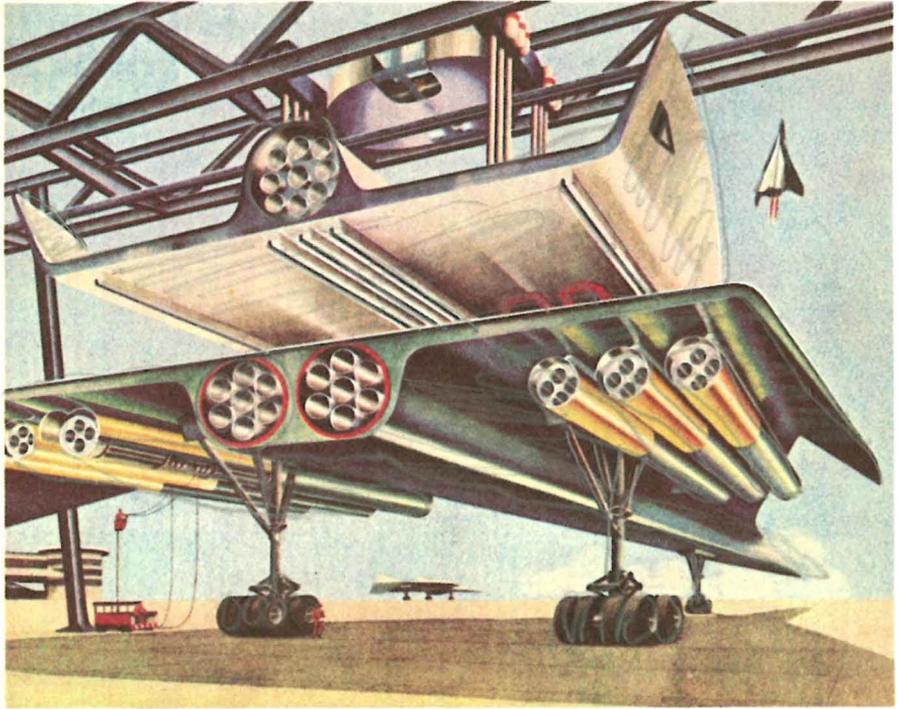
Raumstationen werden jedoch nicht nur Forschungsstätten, sondern auch „Umsteigebahnhöfe“ im Weltraum sein, Stützpunkte für große Raumfahrzeuge, die für lange Flüge zu den weit entfernten Planeten des Sonnensystems bestimmt sind.

Raumtransporter Bemannte → Raumstationen und Raumlaboratorien benötigen eine Verkehrsverbindung zur Erde. Das wissenschaftliche Gerät, das technische Arbeitsmaterial und der Proviant müssen stets ergänzt und die Besatzungsmitglieder einer Station von Zeit zu Zeit abgelöst werden. Große Trägerraketen können sowohl Menschen als auch Nutzlasten auf die Satellitenbahn befördern. Doch die einzelnen Antriebsstufen der Trägerrakete werden während des Aufstiegs abgeworfen und gehen verloren. Deshalb soll in der Zukunft ein besonderes Fluggerät den Zubringerverkehr zu Raumstationen aufrechterhalten: der Raumtransporter. Er wird mit Piloten an Bord von der Erde starten. Ein Teil des Raumtransporters, der Nutzmasse, gelangt in eine erdnahe Satellitenbahn und führt dort ein → Rendezvous aus, um Güter und Menschen auszutauschen. Dann kehrt er, gesteuert von einem



Piloten, wie ein Flugzeug zur Erde zurück, wo er möglichst am Startort landet.

Wie etwa wird ein Raumtransporter aussehen? Wie wird er konstruiert sein müssen, damit man dieses schwierige Flugmanöver meistert?



Vor allem muß er – ebenso wie eine → Träger- rakete – aus zwei oder mehr Antriebsstufen bestehen. Nur dann kann er das Schwerefeld der Erde verlassen und in eine Erdumlaufbahn gelangen. Zum anderen sollen ja die Antriebsstufen nicht verlorengehen, sondern von Piloten zur Erde zurückgebracht werden. Darum muß jede Stufe wie ein Flugzeug in der Luft flugfähig sein; sie benötigt Tragflügel und Steuerorgane.

Die Abbildung zeigt einen möglichen zwei- stufigen Raumtransporter. Seine größere Antriebsstufe heißt Startstufe, die kleinere ist die Nutzmassestufe, die eine Erdumlauf-

So könnte ein künftiger Raumtransporter aussehen; unten: Trägerstufe, oben: Nutzlaststufe

bahn erreichen soll. Die Stufen sind übereinander angeordnet und bilden zunächst eine Einheit.

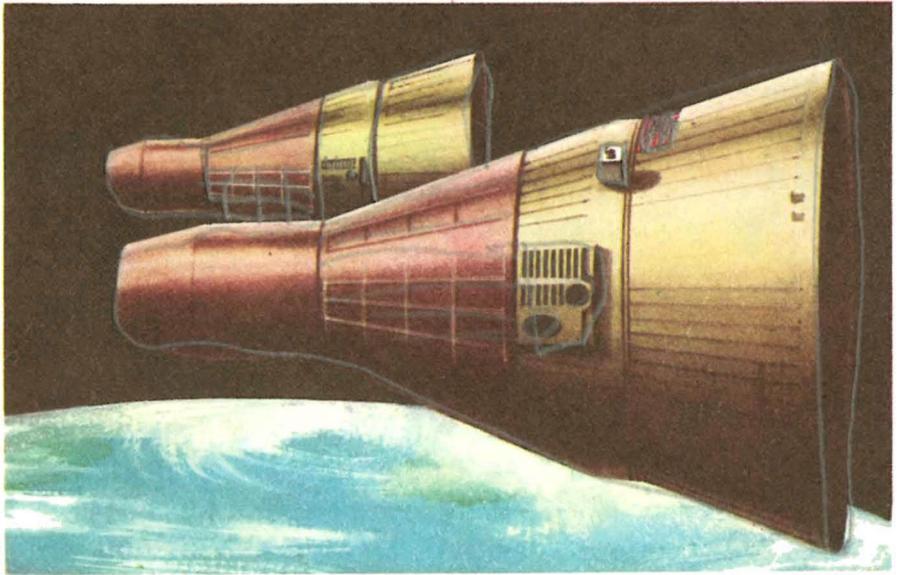
Beim Start werden nur die Triebwerke der Startstufe angelassen. Sie erzeugen einen ausreichend großen → Schub, um beide Stufen bis auf eine bestimmte Höhe zu tragen und dabei auf eine vorgesehene Geschwindigkeit zu bringen. Dann lösen sich beide Stufen voneinander; gleichzeitig beginnen die Triebwerke der Nutzmassestufe zu arbeiten. Während die Startstufe von einem Piloten zur Erde gesteuert wird, fliegt die Nutzmassestufe allein weiter und gelangt in die Satellitenbahn. Nachdem sie dort ihre Aufgabe erfüllt hat, wird auch sie von einem Piloten gelandet.

Rendezvous Beim Bau des Berliner Fernsehturms wurde der große Kugelkörper, der auch eine Gaststätte beherbergt, aus vielen Einzelteilen zusammengefügt. Ein Kran beförderte die Bauteile hinauf, Monteure setzten sie in luftiger Höhe zusammen. Gewiß hätte sich die Kugel zu ebener Erde einfacher montieren lassen, aber kein Kran der Welt könnte eine derart große Last heben.

Auch eine Trägerrakete vermag nur eine begrenzte Nutzlast auf eine Erdumlaufbahn zu bringen. Deshalb ist es nicht möglich, ein großes Raumfahrzeug bereits auf der Erde fix und fertig einzurichten und es mitsamt seiner Besatzung vom Raketenstartplatz aus zum Weltraumflug zu starten. Der Bau größerer Raumflugsysteme, auch Raumstationen zählen dazu, ist jedoch auf andere Weise möglich.

Trägerraketen befördern kleinere Bauteile, auch Einheiten genannt, auf eine Freiflug-

bahn um die Erde. Dort werden die Einheiten so zusammengeführt, daß man sie zu einem beliebig großen System zusammensetzen kann. Mit weiteren Trägerraketen oder → Raumtransportern gelangen die Besatzung, die wissenschaftlichen Geräte und der Proviant auf die Umlaufbahn, wo sie ebenfalls mit dem Raumfahrzeug oder der Raumstation zusammengeführt werden.



Das Zusammenführen der Raumflugkörper im Weltraum ist ein schwieriges Raumflugmanöver. Man nennt es Rendezvous. Dieses französische Wort bedeutet Verabredung oder sich treffen wollen. Eine wichtige Vorbedingung für ein Rendezvous ist, daß die Trägerraketen zu vorausberechneten Zeitpunkten starten.

Der erste Schritt zu einem Rendezvousmanöver gelang im Jahre 1962 mit den sowjetischen Raumflugkörpern „Wostok 3“ und „Wostok 4“; sie waren bemannt mit den Kosmonauten Andrijan Nikolajew und Pawel Popowitsch. Während ihres Fluges um die Erde näherten sie sich auf 6,5 Kilometer.

Rendezvousmanöver von „Gemini 6“ und „Gemini 7“, USA

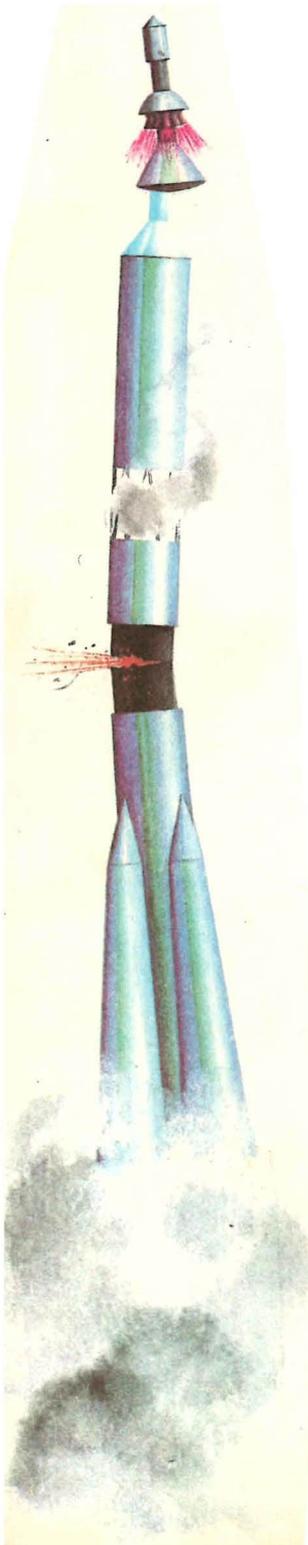
So würde eine Rettungs-
rakete im Katastrophen-
fall funktionieren

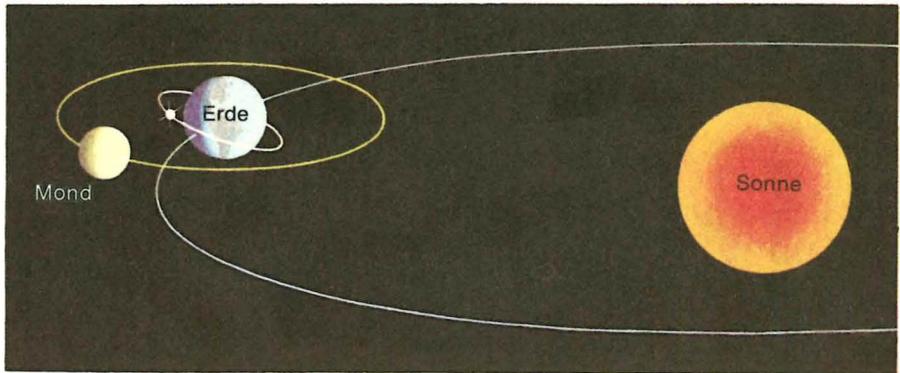
Drei Jahre später erzielten US-amerikanische Astronauten mit den Raumflugkörpern „Gemini 6“ und „Gemini 7“ eine Annäherung auf 30 Zentimeter. Ein bedeutendes Experiment zur Rendezvousflugführung war ein Gruppenflug der Raumfahrzeuge „Sojus 6“, „Sojus 7“ und „Sojus 8“ mit insgesamt sieben Kosmonauten an Bord im Jahre 1969.

Rettungsrakete Als man begann, Großraketen zu bauen und zu erproben, hatten diese Raketen noch technische Mängel. Häufig sind sie während des Aufstiegs explodiert, mitunter sogar auf dem Starttisch, wenn die Triebwerke angelassen wurden. Die jetzigen Triebwerke sowie die zahlreichen Hilfsgeräte, Treibstoffpumpen und die Lenkeinrichtung arbeiten sehr zuverlässig. Trotzdem werden bei jedem Start strenge Sicherheitsvorkehrungen getroffen. Ein geringfügiger Fehler in einer Apparatur kann eine Explosion auslösen und Menschen gefährden.

Am meisten gefährdet wären bei einer Katastrophe die Raumfahrer, die sich in ihrem Raumfahrzeug an der Spitze der Trägerrakete befinden. Daher ist ihre Kabine mit Rettungsraketen ausgerüstet. Sollte beim Start oder beim Aufstieg der Rakete der Antrieb oder die Lenkung versagen, wird die Raumkabine automatisch abgesprengt. Gleichzeitig zünden die Rettungsraketen. Sie liefern für kurze Zeit einen starken → Schub und befördern die Kabine mit hoher Geschwindigkeit aus dem Bereich der abstürzenden oder explodierenden Rakete. Die Kabine geht an Fallschirmen zur Erde nieder.

„Salut“ (Siehe → „Sojus“)





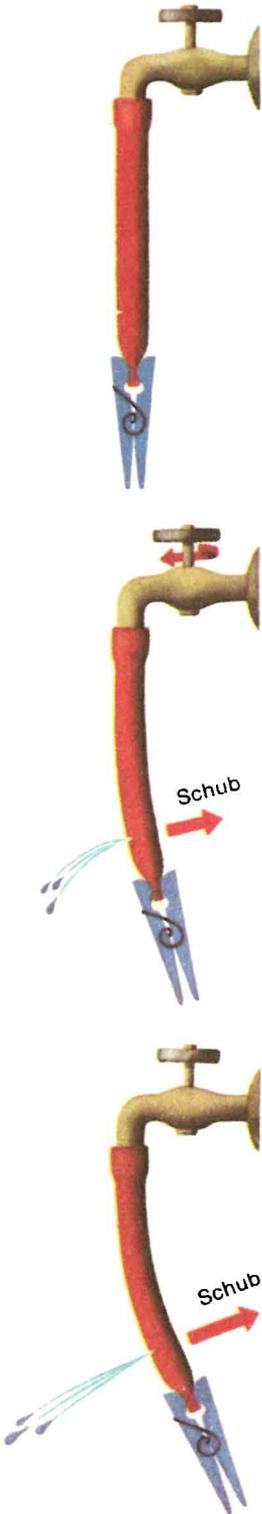
Satellit Die Erde bewegt sich auf einer weiten kreisähnlichen Bahn um die Sonne. Bei dieser Reise wird sie von einem anderen Himmelskörper begleitet, vom Mond.

Der Mond als natürlicher, ein Raumflugkörper als künstlicher Satellit der Erde

Auch andere Planeten unseres → Sonnensystems haben Monde. Der Planet Mars zum Beispiel hat zwei, und der Riesenplanet Jupiter wird sogar von zwölf Monden umkreist. Diese ständigen Begleiter der Planeten werden auch Satelliten genannt.

Monde sind natürliche Satelliten. Doch es gibt auch von Menschen geschaffene, künstliche „Monde“. Der erste, der sowjetische Raumflugkörper „Sputnik 1“, gelangte im Jahre 1957 in den Weltraum. Seine Bahn war die eines Satelliten: Wie der Erdmond, nur in geringerer Entfernung, umkreiste er den Erdball. Daher nennt man ihn und alle Raumflugkörper – auch bemannte Raumfahrzeuge, Raumlaboratorien und Raumstationen –, die auf Satellitenbahnen die Erde umlaufen, künstliche → Erdsatelliten.

Schub Auf einem Prüfstand wird das Triebwerk einer Rakete erprobt. Es ist fest an ein Stahlgerüst montiert. Rohrleitungen führen ihm Treibstoff zu. Geschützt hinter einem Fenster aus Panzerglas, beobachten Tech-



Linke Seite: Auch ein ausströmender Wasserstrahl erzeugt – wie in diesem Versuch – infolge des Rückstoßes einen Schub. Dabei wird der Schlauch aus seiner senkrechten Lage ausgelenkt. Je größer die Ausströmgeschwindigkeit ist, desto größer ist der Schub und damit die Auslenkung

niker, wie das Triebwerk zündet. Fauchend stößt aus der Düse ein glühender Gasstrahl in den Ablenkschacht. Er leitet die mächtige Flamme ins Freie. In einem Kontrollraum überwachen Meßgeräte die Arbeit des Triebwerks. Die Techniker wollen feststellen, ob es zuverlässig arbeitet. Dabei wird auch der Schub gemessen, den das Triebwerk entwickelt. Was verstehen die Raketentechniker unter Schub?

Will man ein Fahrzeug bewegen, muß man eine Antriebskraft aufwenden. Einen Karren zum Beispiel setzen wir in Bewegung, indem wir ihn schieben. Bei einer Rakete heißt die Antriebs- oder Schubkraft kurz Schub. Er entsteht durch die ausströmenden Verbrennungsgase, die das Triebwerk erzeugt.

Eine Trägerrakete mit ihren schweren Treibstofftanks und der Nutzlast – also dem Raumflugkörper – soll sich trotz ihres großen Gewichts vom Starttisch abheben. Daher muß der Schub beim Start stets größer sein als das Gesamtgewicht der Rakete. Die Größe des Schubs hängt unter anderem davon ab, wieviel Treibstoff in jeder Sekunde das Triebwerk verbraucht und mit welcher Geschwindigkeit die Verbrennungsgase aus der Schubdüse strömen.

Schwereelosigkeit Hängt man ein Schlüsselbund an einen Gummifaden, so wird der Faden in die Länge gedehnt: Das Schlüsselbund zieht an dem Gummifaden, denn es wird von der Erde angezogen. Man nennt die Kraft, mit der das geschieht, Gewichtskraft oder Schwerkraft.



Auch wir unterliegen der Schwerkraft der Erde. Setzen wir uns auf einen Stuhl oder legen wir uns in ein Bett, so drückt unser Körpergewicht auf die Unterlage. Es erzeugt einen → Andruck.

Läßt sich unser Körpergewicht aufheben?

Dazu muß eine der Schwerkraft entgegengesetzt wirkende Kraft vorhanden sein, eine Kraft, die unser Körpergewicht aufhebt. Eine Art „unsichtbarer Gummifaden“, an dem wir – ähnlich wie das Schlüsselbund – im Raum schweben.

Derartige Kräfte treten in einem Raumfahrzeug während eines Raumfluges auf, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Welche Bedingungen sind das?

Versetzen wir uns in ein Raumfahrzeug, das zu einem Raumflug startet. Der Schub der Raketentriebwerke treibt uns mit ständig wachsender Geschwindigkeit in die Höhe. Wir werden dabei mit großer Kraft in den Raumfahrersitz gedrückt, denn der Andruck ist nun, während des Aufstiegs der Rakete, größer als unser Körpergewicht.

Dann hat unser Raumfahrzeug die vorgesehene Endgeschwindigkeit erreicht. Die Triebwerke werden abgeschaltet, und wir fliegen frei weiter, das heißt ohne Antrieb. Man sagt auch, das Raumfahrzeug bewegt sich auf einer Freiflugbahn. Jetzt ist jeglicher

Das Flugzeug vollführt einen Parabelflug; dabei entsteht für die Insassen kurzzeitig Schwerelosigkeit



Andruck, mit dem wir zuvor in den Sitz gedrückt wurden, aufgehoben. Wir spüren kein Körpergewicht; wir sind im Zustand der Schwerelosigkeit. Eine geringe Körperbewegung genügt, und wir lösen uns vom Sessel und schweben frei in der Kabine. Auch alle anderen Gegenstände im Raumfahrzeug sind schwerelos. Ein Bleistift, eine Armbanduhr, sogar Wassertropfen können im Raum „schwimmen“. Ein Oben und Unten gibt es in diesem Zustand nicht.

Die Schwerelosigkeit dauert an, solange das Raumfahrzeug ohne Antrieb in der Freiflugbahn bleibt. Mit dem Einschalten von Triebwerken, zum Beispiel Bremstriebwerken, wird wieder ein Andruck erzeugt und damit die Schwerelosigkeit aufgehoben.

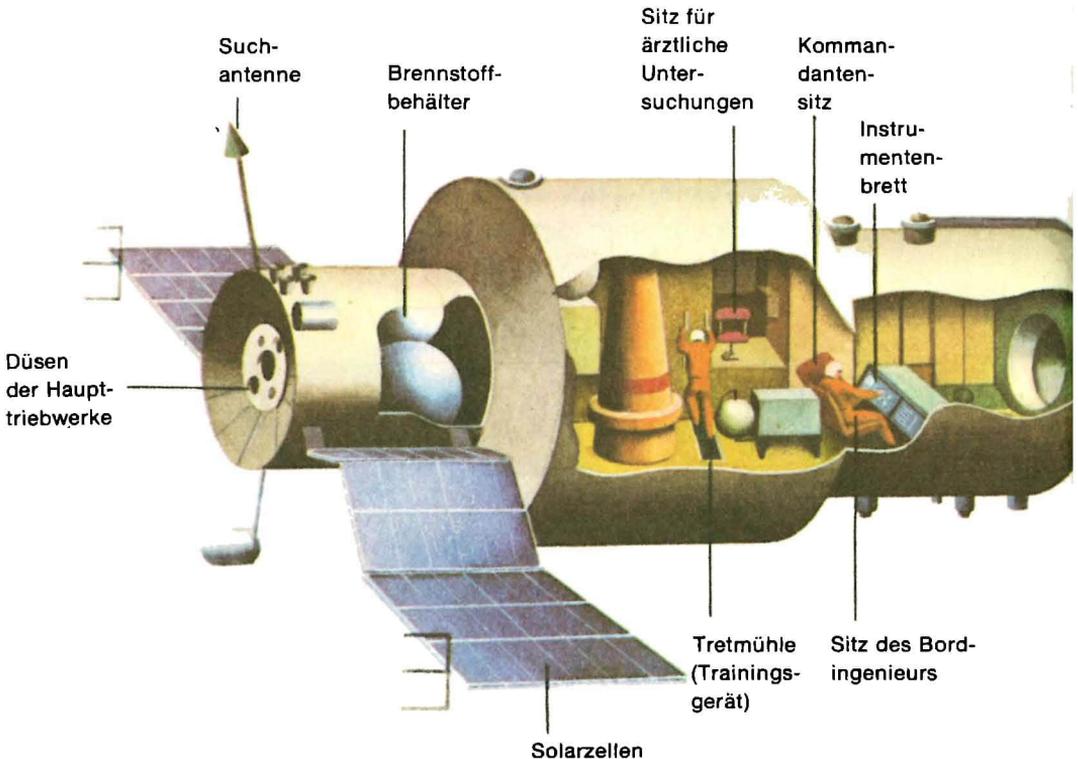
Auch wenn der Kosmonaut „schwerelos“ ist, muß er sich sicher bewegen, das Raumfahrzeug beherrschen und Forschungsaufgaben erfüllen können. Daher gehören zum → Raumfahrertraining auch Übungen im Zustand der Schwerelosigkeit. Dies geschieht vornehmlich in schnellfliegenden Flugzeugen mit besonders hergerichteten geräumigen Kabinen. Für die Flugzeuginsassen läßt sich der Zustand der Schwerelosigkeit ein bis zwei Minuten aufrechterhalten, und zwar innerhalb eines bestimmten Flugmanövers, das man Parabelflug nennt.

„Sojus“ Das sowjetische Raumfahrzeug „Sojus“ besteht aus drei Teilen: der Orbitalsektion, der Kommandokabine und dem Geräteteil. Die Orbitalsektion dient als Schlafkabine, Gymnastikraum und Arbeitsraum für wissenschaftliche und technische Forschungen. Die Kommandokabine enthält Sitze für die Besatzung und eine Handsteuerung für

Raumflugmanöver. In der Kommandokabine und in der Orbitalsektion benötigen die Kosmonauten keinen Raumanzug. Das Raumfahrzeug „Sojus“ diente von 1967 bis 1971 vielseitigen Forschungsflügen im Orbit, das heißt auf erdnahen Umlaufbahnen. Sowjetische Kosmonauten vollbrachten dabei Pioniertaten der Raumfahrt.

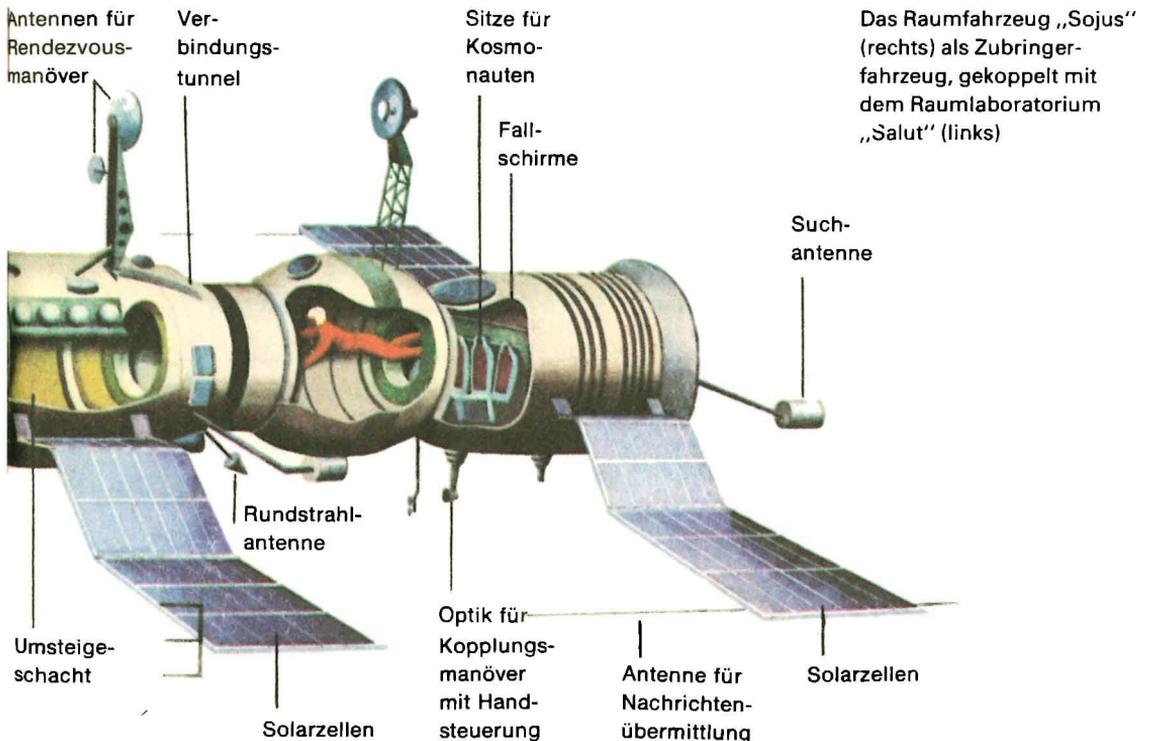
Danach verwendete man das Raumfahrzeug „Sojus“ für neue Aufgaben. Im Jahre 1971 wurde das erste Raumlaboratorium vom Typ „Salut“ gestartet. Diese Forschungsstation kann sowohl bemannt als auch unbemannt über längere Zeit im Orbit arbeiten. Seitdem benutzen sowjetische Raumfahrer und Interkosmonauten „Sojus“-Raumfahrzeuge als Beförderungsmittel, mit denen sie zur → Raumstation „Salut“ fliegen und mit denen sie auch – nach Erfüllung ihrer Aufgaben – zur Erde zurückkehren.

Am 29. September 1977 begann eines der aufsehenerregendsten Forschungsunterneh-



men in der Geschichte der Raumfahrt. An jenem Tag erreichte die Orbitalstation „Salut 6“ ihre Erdumlaufbahn. „Himmelslabors“ dieses Typs haben eine Masse von fast 19 Tonnen. Sie sind 15,5 Meter lang, ihr größter Durchmesser beträgt 4,15 Meter. Sie haben Arbeits- und Erholungsräume für die Kosmonauten und sind mit den modernsten Forschungsinstrumenten ausgestattet. „Salut 6“ hatte die Multispektralkamera MKF 6 M an Bord, ein Gerät, das zur Erkundung der Erde dient. Es wurde von Wissenschaftlern aus der DDR und der Sowjetunion entwickelt und im VEB Carl Zeiss Jena gebaut.

„Salut 6“ diente einem Raumflugunternehmen, das fast ein Jahr andauern sollte. Insgesamt nahmen vierzehn Kosmonauten daran teil, denn es war vorgesehen, die Stationsbesatzung von Zeit zu Zeit zu vergrößern oder auszutauschen. Darüber hinaus mußte die Raumstation während dieser langen Zeit durch unbemannte → Raumtransporter vom

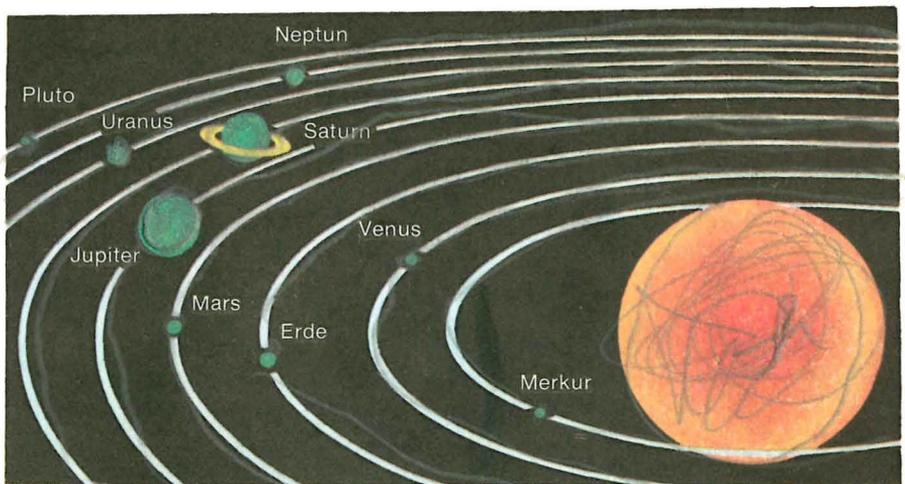


Typ „Progress“ wiederholt mit lebenswichtigen Gütern versorgt werden. Aus diesen Gründen hatte man Bug und Heck von „Salut 6“ mit je einem Kopplungsstutzen versehen. Hier konnten sowohl die bemannten „Sojus“-Raumfahrzeuge als auch die unbemannten Frachttransporter anlegen.

Im Dezember 1977 starteten die Kosmonauten Juri Romanenko und Georgi Gretschko mit „Sojus 26“ von der Erde, legten ihr Raumfahrzeug am hinteren Kopplungsstutzen von „Salut 6“ an und gingen als erste Stammbesatzung an Bord der Orbitalstation. Einen Monat darauf, am 11. Januar 1978, gelang den Kosmonauten Wladimir Dshanibekow und Oleg Makarow das → Kopplungsmanöver ihres Raumfahrzeugs „Sojus 27“ mit dem Bug der Raumstation. Damit war erstmals ein großer Orbitalkomplex gebildet: die aus drei Einheiten zusammengesetzte Raumstation „Sojus 26 – Salut 6 – Sojus 27“. Gemeinsam mit der Stammbesatzung blieben Dshanibekow und Makarow sechs Tage in der Station. Ihre Arbeit galt medizinischen und biologischen Untersuchungen, technischen Experimenten, Beobachtungen der Erdoberfläche und des Stillen Ozeans. Danach kehrten die beiden Besucher der Stammbesatzung mit „Sojus 26“ zur Erde zurück. Einige Tage danach koppelte sich das erste Versorgungsraumfahrzeug „Progress 1“ automatisch an den Komplex „Salut 6 – Sojus 27“. Es brachte 2300 Kilogramm Nutzlast zur Raumstation: Lebensmittel, Wasser, Sauerstoff, Treibstoff, Post, frisches Gemüse und Fleisch sowie auszuwechselnde Geräte. Nach dem Umladen der Fracht wurde „Progress 1“ abgekoppelt; es verglühte in den dichteren Schichten der Atmosphäre.

Dieses neue System des Kosmonauten- und

Gütertransports zu einer Orbitalstation leitete eine neue Etappe der Raumfahrt ein. Langzeitige Forschungen im Weltraum sind nun Wirklichkeit geworden. In dem Zeitraum von Dezember 1977 bis November 1978 legten an der Orbitalstation sechsmal „Sojus“-Raumfahrzeuge an und ab, bemannt mit Forschungskosmonauten. Unter diesen Raumfahrern waren auch Interkosmonauten aus der ČSSR, der VR Polen und der erste DDR-Kosmonaut, Sigmund Jähn. Mehrmals brachten „Progress“-Transporter wertvolle Fracht zur Station.



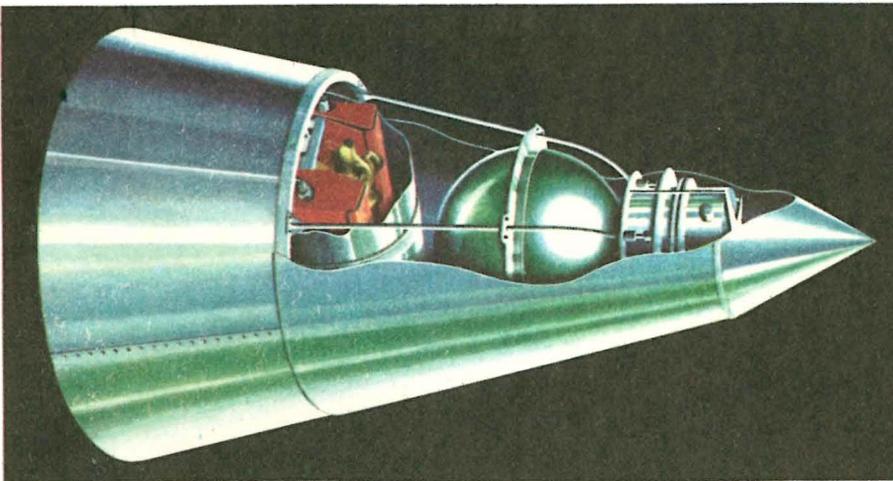
Sonnensystem Vorläufig sind Raumflüge nur zu den erdnahen Himmelskörpern möglich: dem Erdmond und den Planeten mit ihren → Satelliten, ihren insgesamt 31 Monden. Unser Sonnensystem zählt neun Planeten; auch unsere Erde gehört zu ihnen. Planeten und Monde strahlen kein eigenes Licht aus; sie werden sichtbar, wenn sie die Sonne beleuchtet. Die Planeten umkreisen die Sonne, denn sie bildet mit ihrer überlegenen Masse und Anziehungskraft das Zentralgestirn. Die Planeten unterscheiden sich in ihrer Größe, und auch ihre Entfernungen von der Sonne

Die Planeten unseres Sonnensystems

sind verschieden. Jeder Planet bewegt sich also auf einer anderen kreisähnlichen Bahn um das Zentralgestirn.

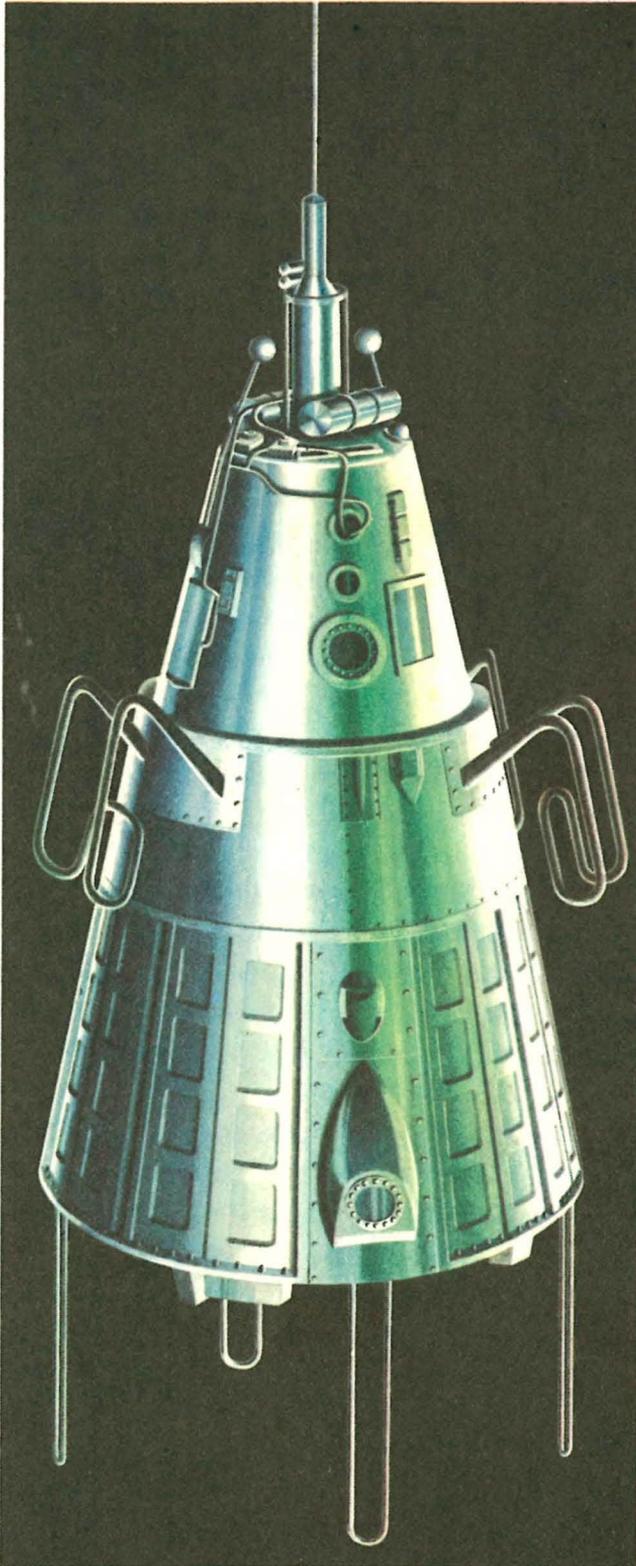
Der sonnennächste Planet ist der Merkur, dann folgen die Venus, unsere Erde und der Mars. Jupiter und Saturn sind die „Riesen“ der Planetenfamilie; sie sind zusammen so groß, daß sie fast die gesamte Masse aller Planeten einnehmen. Der Saturn ist von scheibenförmigen Ringen umgeben; wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine Vielzahl bruchstückhafter Körper verschiedener Größe. Raumsonden werden in naher Zukunft diese Erscheinung erforschen. Die Planeten Uranus, Neptun und Pluto sind sonnenferne Planeten. Pluto, der sonnenfernste Planet unseres Sonnensystems, hat die längste Umlaufbahn um die Sonne. Er benötigt fast 250 Jahre, um einmal die Sonne zu umkreisen, aber nur 6 Stunden für eine Umdrehung um die eigene Achse.

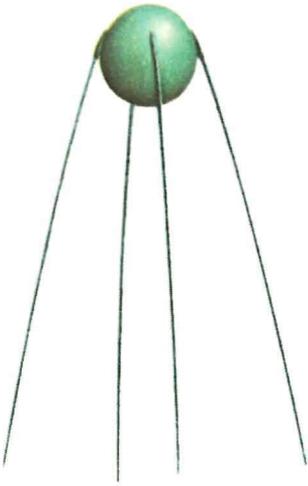
Mit dem sowjetischen Satelliten „Sputnik 2“ gelangte das erste Lebewesen in den Weltraum



„Sputnik“ Der 4. Oktober 1957 ist ein bedeutendes Datum in der Geschichte der Wissenschaft und Technik. An diesem Tag erreichte erstmals ein von Menschenhand geschaffener Körper den Weltraum und um-

Der sowjetische Meßsatellit „Sputnik 3“

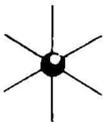




„Sputnik 1“, UdSSR



„Explorer 1“, USA



„Vanguard 1“, USA

kreiste als künstlicher Satellit die Erde. Er trug den Namen „Sputnik“. Mit dem Start dieses ersten Raumflugkörpers eröffneten sowjetische Raumfahrttechniker und Wissenschaftler das Zeitalter der Raumfahrt.

„Sputnik 1“ wurde vom Kosmodrom Baikonur gestartet. Er war ein Forschungssatellit und hatte die Form einer Kugel von 0,58 Meter Durchmesser. In seinem Innern waren Temperatur- und Druckmeßgeräte sowie eine Sendeanlage untergebracht. Sie strahlte über vier Außenantennen 22 Tage lang Signale aus, die von Empfangsstationen auf allen Erdkontinenten aufgefangen wurden. Nach 92 Tagen geriet „Sputnik 1“ in dichtere Luftschichten und verglühte.

Einen Monat später startete der wesentlich größere „Sputnik 2“. Er hatte eine kleine Raumkabine, in der die Hündin Laika, das erste Lebewesen im Weltraum, untergebracht war. Der Satellit „Sputnik 2“ diente vor allem diesem → Tierversuch.

In dieser Zeit begannen auch die Raumfahrtwissenschaftler der USA mit den ersten Startversuchen. Drei Monate nach dem Start von „Sputnik 2“ brachten sie ihren ersten Forschungssatelliten, der „Explorer 1“ hieß, auf eine Umlaufbahn.

Der dritte Satellit der sowjetischen „Sputnik“-Serie wurde am 15. Mai 1958 gestartet. Er hatte bereits eine Masse von 1327 Kilogramm, also weit mehr als eine Tonne. Er stellte das erste automatische Laboratorium im Weltraum dar. Während seiner fast zweijährigen Lebensdauer funkte er wertvolle Meßergebnisse zur Erde.

Einen Monat zuvor hatten die USA ihren zweiten Satelliten in eine Umlaufbahn gebracht, den kugelförmigen Raumflugkörper „Vanguard 1“ mit 1,5 Kilogramm Masse.

Tierversuch Am 3. November 1957 wurde der zweite künstliche Satellit gestartet, der Raumflugkörper „Sputnik 2“. Dieser Satellit hatte bereits eine „Besatzung“ an Bord. „Kosmonaut“ war Laika, eine Eskimohündin. Sieben Tage reiste sie auf der Erdumlaufbahn durch den Weltraum.

An ihrem Körper waren Meßgeräte befestigt, die ständig ihren Gesundheitszustand – die Atmung, die Herztätigkeit, den Blutkreislauf – kontrollierten. Auf dem Funkwege gelangten die Meßergebnisse zur Erde. Raumfahrtmediziner stellten auf diese Weise fest, wie ein Lebewesen die Belastungen beim Start und die → Schwerelosigkeit während des Raumfluges erträgt. Dieser und viele andere Versuche mit Tieren ebneten dem Menschen den Weg in den Weltraum.

Drei Jahre nach dem Flug der Hündin Laika, im August 1960, startete eine sowjetische Raumkapsel, die einen kleinen Zoo an Bord hatte: die beiden Hündinnen Bjelka und Strjelka, außerdem zwei Ratten, 40 Mäuse und 15 Flaschen mit Taufliegen und anderen Kleintieren. Nach 24stündigem Raumflug landete die Raumkapsel mit den Tieren wohlbehalten auf der Erde.

Auch in den USA unternahm man Raumflugversuche mit Tieren. Im November 1961 startete ein „Mercury“-Raumflugkörper, der das Affenmännchen Enos an Bord hatte, einen kleinen Schimpansen. Man hatte das Tier dressiert: Es konnte beim Aufleuchten von Lichtsignalen bestimmte Hebel bedienen. Wenn das Äffchen auf einen verkehrten Hebel drückte, erhielt es einen leichten, ungefährlichen elektrischen Schlag, damit es seinen Fehler bemerkte.

Die Kapsel landete nach dem Flug im Ozean. Enos war völlig durcheinander; das Tier

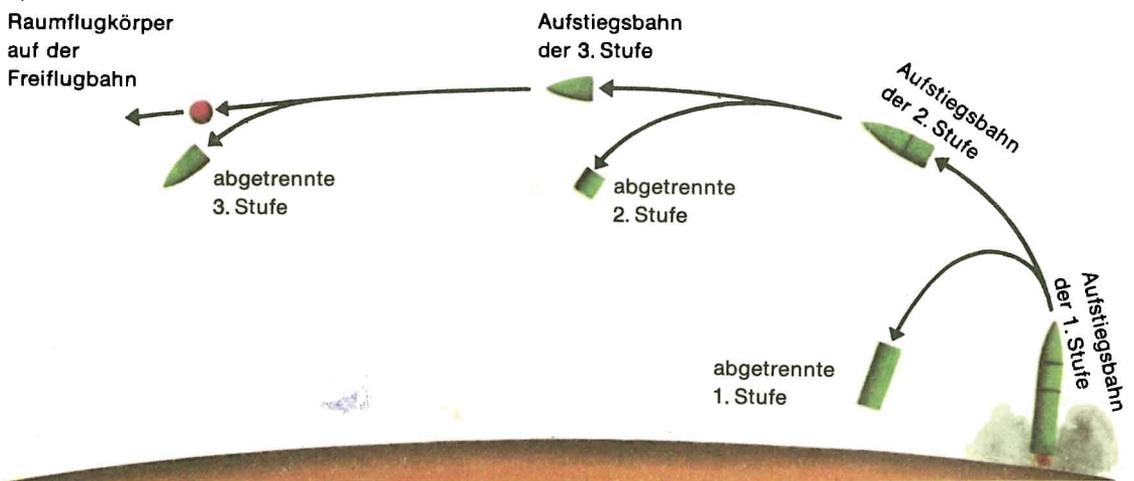


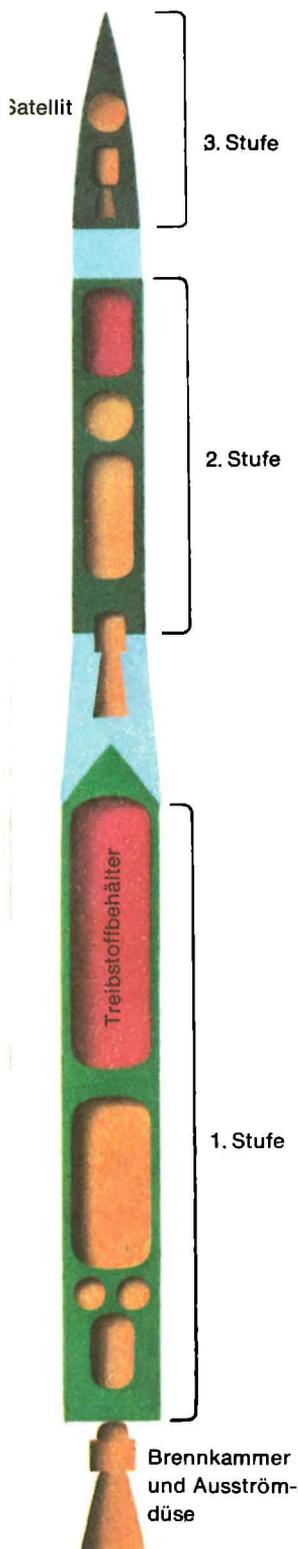
hatte einen Nervenschock erlitten. Man untersuchte die Apparatur und fand einen Fehler in der Automatik. Dadurch hatte der Affe jedesmal einen Schlag erhalten, wenn er den richtigen Hebel bediente.

Gegenwärtig werden viele Weltraumversuche mit Tieren angestellt, unter anderen mit Schildkröten, Kaninchen, Mehlkäfern, Wespen, auch mit Schneckeneiern und Fischrogen, außerdem mit Bestandteilen des menschlichen oder tierischen Körpers, wie Blutkörperchen, gesunden und kranken Hautzellen, Knochenmark und Lungengewebe. Mit verschiedenen Pflanzen und Pflanzensamen wird ebenfalls experimentiert. Alle diese Versuche dienen der medizinischen und biologischen Forschung.

Trägerrakete Der Schriftsteller Jules Verne, der viele Abenteuerbücher verfaßte, schrieb vor etwa einhundert Jahren auch einen Zukunftsroman. Darin reisen Forscher zum Mond. Ihr Raumflugkörper, ein großes Geschloß, wird aus einer riesenhaften Kanone, getrieben von einer gewaltigen Pulverladung, zum Mond geschossen.

Aufstiegsbahn einer Dreistufenrakete





Auf diese Weise ist es jedoch unmöglich, den Weltraum zu erreichen. Auch Flugzeuge und Luftballons vermögen das nicht, denn sie können sich nur innerhalb der Lufthülle fortbewegen. Die Rakete ist das einzige Antriebsmittel, das in den Weltraum gelangen kann. Doch dazu muß sie eine bestimmte, sehr hohe → Bahngeschwindigkeit haben. Wenn sie außerdem eine Nutzlast – einen unbemannten oder bemannten Raumflugkörper – in den Weltraum trägt, heißt sie Träger- rakete. Sie benötigt für diese Aufgabe sehr viel Energie und damit eine große Treibstoff- menge.

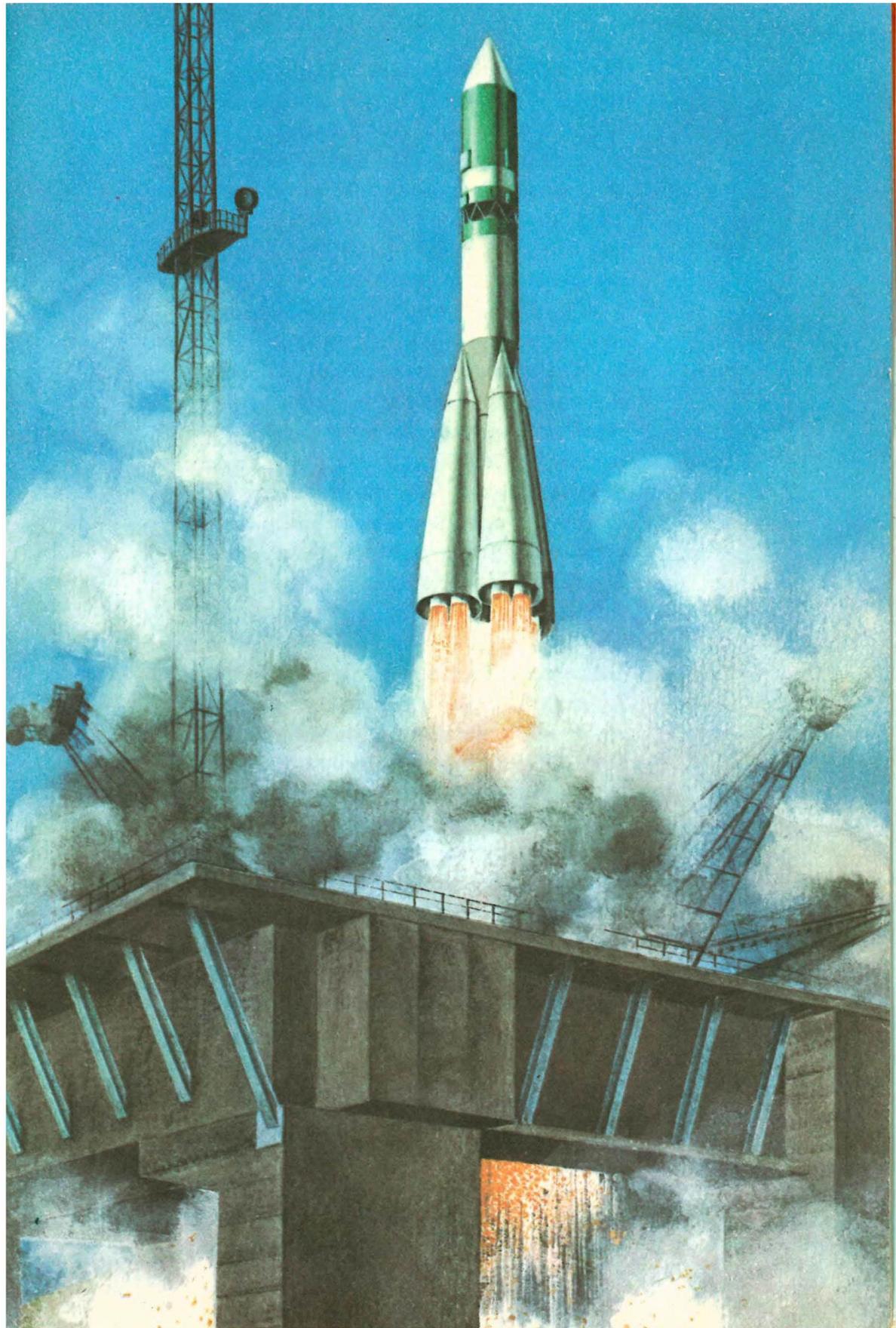
Wollte man nun den erforderlichen Treib- stoff in einem einzigen großen Behälter un- terbringen, so hätte dieser wegen seiner Größe ein hohes Leergewicht. Beim Aufstieg der Rakete würde zwar Treibstoff verbraucht, aber den leer werdenden großen Treibstoff- behälter müßte die Rakete als überflüssige Last mit in den Weltraum befördern. Dadurch würde es schwierig werden, die notwendige Endgeschwindigkeit zu erreichen.

Um diesen überflüssigen Ballast zu vermei- den, werden Trägerraketen als Stufenraketen gebaut: Sie bestehen aus zwei, drei oder vier Antriebseinheiten mit den dazugehö- renden Triebwerken und Treibstofftanks. Diese Antriebseinheiten heißen Raketenstufen. Sie können hintereinander oder bündelartig an- geordnet sein.

Die erste Stufe, die Startstufe, erzeugt den stärksten → Schub, denn sie hat das gesamte Raketengewicht vom Starttisch zu heben. Ist während des Aufstiegs der Treibstoff der

Linke Seite: Trägerrakete mit Reihenanordnung von drei An- triebsstufen

Rechte Seite: Die Triebwerke der ersten Stufe haben gezündet; die Rakete hebt vom Starttisch ab





Sowjetische Trägerrakete, deren Antriebsstufen gebündelt angeordnet sind

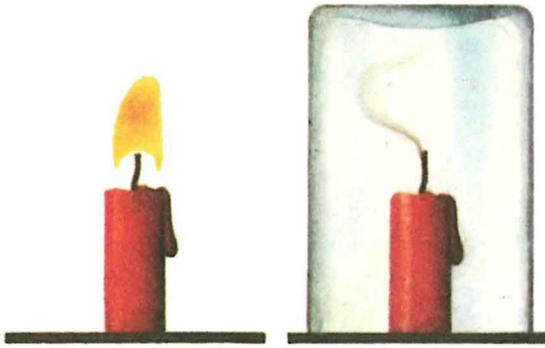
Startstufe verbraucht, so hat die Rakete bereits eine beträchtliche Geschwindigkeit erreicht. Die leeren Tanks und das Triebwerk der ersten Stufe werden abgeworfen.

Nun zündet die zweite Stufe, und da ihr Triebwerk eine viel kleinere Masse anzutreiben hat, kann sie mit geringerer Treibstoffmenge die Geschwindigkeit der Rakete im gleichen Maße weitersteigern. Nach Abwurf der zweiten Stufe übernimmt den Antrieb die dritte Stufe. Handelt es sich um eine dreistufige Rakete, so ist diese dritte Stufe zugleich die Endstufe. Sie muß die verbliebene Raketenmasse und den Raumflugkörper auf die Endgeschwindigkeit beschleunigen, das heißt den Raumflugkörper in eine Erdumlaufbahn oder sogar auf eine Mond- oder Planetenflugbahn bringen.

Treibstoff Man kann für Raketen feste oder flüssige Treibstoffe verwenden. Die gegenwärtigen Trägerraketen, die für die Raumfahrt eingesetzt werden, haben in der Regel Flüssigkeitstriebwerke, das heißt, sie benötigen flüssigen Treibstoff.

Der Treibstoff für ein Flüssigkeitstriebwerk besteht stets aus zwei Bestandteilen, die in verschiedenen Treibstoffbehältern untergebracht sind. Der eine Bestandteil ist eine leicht brennbare Flüssigkeit, ein Brennstoff. Häufig verwendet man dafür Kerosin; es wird aus Erdöl gewonnen. Doch der Brennstoff allein genügt nicht, um die Rakete zu betreiben. Ein Versuch soll uns das erklären.

Wir entzünden eine Kerze. Die Flamme beweist, daß hier eine Verbrennung vorgeht. Das durch die Wärme flüssig gewordene Stearin ist der Brennstoff. Stülpen wir ein Glas über die Kerze, so erlischt nach kurzer



Zeit die Flamme. Sie hat den wenigen Sauerstoff, der sich in dem Glas befand, aufgezehrt. Damit hört die Verbrennung auf. Der Versuch zeigt uns, daß zu einer Verbrennung außer Brennstoff auch Sauerstoff nötig ist. Ein Flugtriebwerk entnimmt den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff der Luft; es heißt daher auch luftatmendes Triebwerk. Raketentriebwerke dagegen „atmen“ nicht; in größeren Höhen und im luftleeren Raum wäre dies ohnehin nicht möglich. Daher muß eine Rakete Sauerstoff als zweiten Treibstoffbestandteil mitführen. Man füllt die dafür vorgesehenen Tanks mit flüssigem Sauerstoff.

„Woßchod“ Für ihre ersten Raumflüge benutzten sowjetische Kosmonauten Raumflugkörper vom Typ „Wostok“, deren Kapsel für nur einen Raumfahrer bestimmt war. Ab 1964 führten sie mit den Raumflugkörpern „Woßchod“ Mannschaftsflüge aus.

Der Raumflugkörper „Woßchod“ hatte eine geräumigere Kabine, in der drei Kosmonauten sowie zahlreiche Nachrichten- und Forschungsgeräte Platz fanden. Die Raumkabine war so eingerichtet, daß sich die Raumfahrer darin erstmalig ohne Raumanzug aufhalten konnten.



Rechte Seite:
Das Rückkehrmanöver
einer bemannten Raum-
kapsel vom Typ „Wostok“

ber 1964 gestartet wurde, befanden sich der Kommandant Wladimir Komarow, der Arzt Boris Jegorow und der Wissenschaftler Konstantin Feoktistow. Damit wurde eine weitere Pionierleistung vollbracht: Kosmonauten-Wissenschaftler nahmen zum ersten Mal an Bord eines Raumflugkörpers medizinische und andere wissenschaftliche Forschungsarbeiten auf.

Diese erste Mannschaft von Raumfahrern blieb 24 Stunden und 17 Minuten im Welt- raum. Bei der Rückkehr wurden, ebenfalls erstmalig, vor der Landung → Bremstrieb- werke eingesetzt, so daß die Landekapsel mit den Kosmonauten weich auf der Erd- oberfläche aufsetzte.

Bei dem „Flug des „Woßchod 2“, der fünf Monate danach erfolgte, stieg der Kosmonaut Alexei Leonow – geschützt durch einen → Raumanzug – in den Weltraum aus.

„**Wostok**“ Der Raumflugkörper „Wostok“ brachte am 12. April 1961 zum ersten Mal einen Menschen in den Weltraum, den sowje- tischen Kosmonauten und Fliegeroffizier Juri Gagarin.

Um 7.07 Uhr hob die Trägerrakete vom Startisch ab. Wenige Minuten darauf ge- langte „Wostok 1“ auf eine Satellitenbahn. Der Kosmonaut, der während des Fluges einen Raumanzug trug, war in einer kugel- förmigen Kapsel untergebracht. Zur Erde be- stand Funk- und Fernsehverbindung. Die Kapsel hatte drei Sichtfenster, und erstmals blickte ein Mensch vom Weltraum auf die Erde. Juri Gagarin umflog fast einmal die Erde in 1 Stunde und 48 Minuten.

Als das Rückkehrmanöver begann, trennte sich die Kugel von dem Geräteteil ab und



tauchte zur → Landung in die Lufthülle ein. In 7000 Meter Höhe wurde der Kosmonaut mit seinem Sitz durch eine Luke hinaus katapultiert. Nachdem er sich in 4000 Meter Höhe von seinem Sitz gelöst hatte, ging er am Fallschirm bei einem Dörfchen an der Wolga um 8.55 Uhr wohlbehalten nieder. Die Kapsel landete ebenfalls an einem Fallschirm.

Vier Monate später umrundete der zweite Kosmonaut, der ehemalige Jagdflieger German Titow, mit „Wostok 2“ bereits 17mal die Erde und blieb mehr als 25 Stunden im Welt- raum. Auch die ersten Gruppenflüge zweier Raumflugkörper gelangen sowjetischen Kosmonauten. An dem zweiten Gruppenflug, der im Juni 1963 ausgeführt wurde, beteiligte sich eine 26jährige Frau, die erste Kosmonautin Walentina Tereschkowa. Fast drei Tage lang umrundete sie die Erde mit „Wostok 6“ und bewies damit, daß auch eine Frau den Belastungen eines Raumfluges gewachsen ist.



3. Auflage 1981

© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN – DDR 1977

Lizenz-Nr. 304-270/335/81-(70)

Gesamtherstellung:

Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen

LSV 7822

Für Leser von 9 Jahren an

Bestell-Nr. 6292889

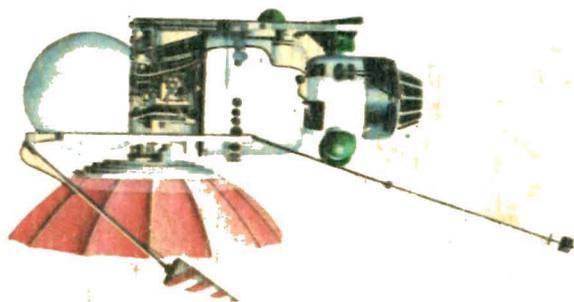
DDR 5,80 M



MEIN KLEINES LEXIKON

Mein kleines Lexikon ist eine für Kinder herausgegebene Serie von populärwissenschaftlichen Einführungen in verschiedene Wissensgebiete, die wesentliche Begriffe in alphabetischer Reihenfolge verständlich und unterhaltsam erklären.

Mein kleines Lexikon „Sputnik, Raumfahrt, Kosmonaut“ vermittelt Kenntnisse über Aufbau und Funktionsweise von Trägerraketen, Raumfahrzeugen und Orbitalstationen, berichtet von Raumflügen und von Projekten der Forschung im Kosmos.



Der Kinderbuchverlag Berlin