

LOTHAR HITZIGER

FEUERPFEILE IN DEN WELTRAUM





BAND 15

LOTHAR HITZIGER

FEUERPFEILE
IN DEN WELTRAUM

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Illustrationen: Wilmar Riegenring

Alle Rechte vorbehalten

Lizenz-Nr. 304-270/48/59-(20-VII B)

Gesamtherstellung: Sachsen-Druck Plauen · 1. Auflage

ES 9 F

„Die Menschheit wird nicht ewig auf der Erde bleiben, sondern auf der Jagd nach Licht und Raum, anfangs schüchtern, hinter die Grenzen der Atmosphäre vordringen und sich danach das gesamte All in der Nähe der Sonne erobern. So wird die Menschheit – unsterblich wie das Weltall – wandern von einer Sonne zu der anderen . . .“

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski

DER MENSCH SCHENKT DER ERDE EINEN WEGGENOSSEN

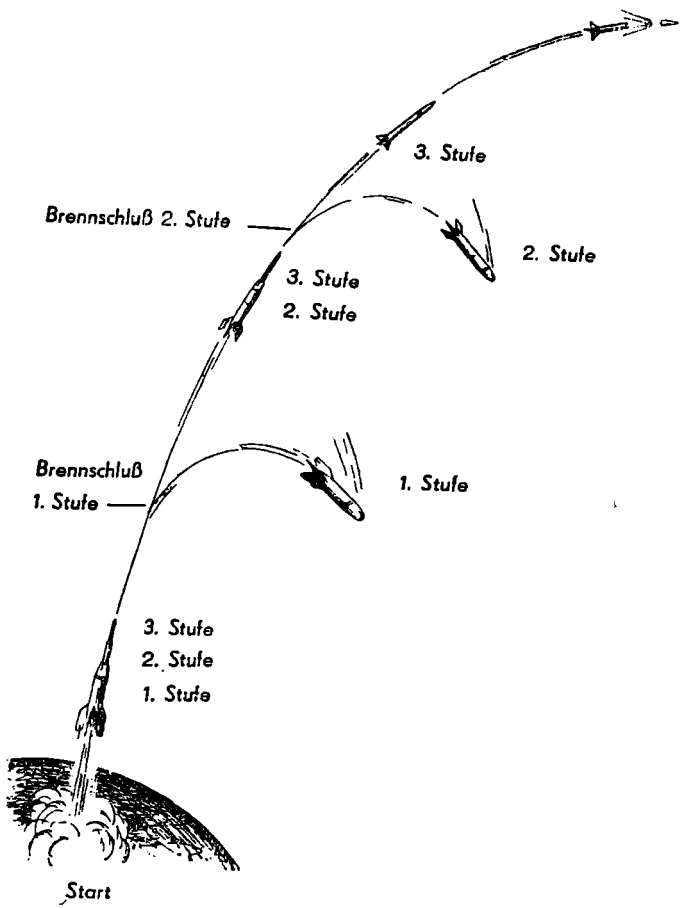
Ein künstlicher Mond fällt zum Himmel

4. Oktober 1957.

In einem sowjetischen Raketenversuchszentrum brüllt das Triebwerk einer riesigen Rakete auf. Ohrenbetäubender Lärm zerreißt die abendliche Stille. Selbst in ihrem Betonbunker fühlt die Startmannschaft das Beben der Erde.

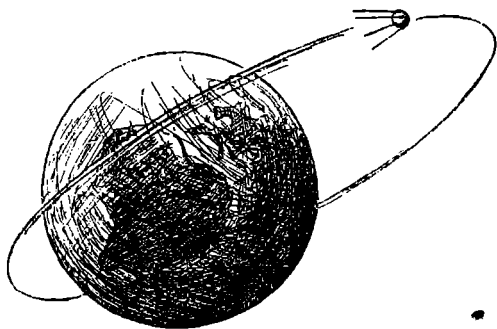
Gebannt sind die Augen der Wissenschaftler auf die Fernsehschirme gerichtet; und endlich – ganz langsam hebt sich der große schlanke Raketenkörper von der Startplattform. Die glühendheißen Verbrennungsgase, die mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit aus dem Triebwerk der Rakete gejagt werden, peitschen die Erde. Tonne um Tonne Treibstoff wird verbrannt, und nun schneller, immer schneller steigt die Rakete himmelwärts. Nach zwei Minuten etwa hat sie bereits eine Höhe von sechzig Kilometern erreicht. Dann sind die Tanks der ersten Raketenstufe leer.

Da teilt sich die Rakete. Die ausgebrannte Stufe fällt zur Erde zurück, der Rest steigt – von einem zweiten, kleineren Aggregat angetrieben – weiter in die Höhe. Immer noch schneller wird der rasende Flug zum Himmel.



Einige hundert Kilometer über der Erdoberfläche teilt sich die Restrakete noch einmal, und schließlich – in einer Höhe von neunhundert Kilometern – wird aus dem letzten weiterfliegenden Raketenteil eine Kugel mit vier langen Stacheln herausgeschossen.

Damit ist die Aufgabe der Rakete erfüllt. Sie hat ihren Fahrgast – den großen glänzenden Aluminiumball – genau an der Stelle abgesetzt, die von den Männern im Betonbunker in tage- und nächtelanger Arbeit errechnet wurde. Nun wird die Kugel mit der kaum vorstellbaren Geschwindigkeit von 28000 Stundenkilometern allein weiterfliegen und Städte, Kontinente und Weltmeere überqueren. Nun wird ein von Menschenhand geschaffener Himmelskörper unseren Erdball umkreisen. Der erste Vorstoß in den Weltraum ist gelungen.



Das Mondbaby erobert die Herzen

Wenige Stunden nach diesem erfolgreichen Start des ersten künstlichen Mondes geht die Nachricht davon in alle Länder der Erde. Die Rundfunkstationen unterbrechen ihre Programme und bringen Sonderberichte. Alle Zeitungen widmen dem kleinen Mond lange Artikel. Millionen Menschen hören und lesen die ersten Einzelheiten über den „Stern aus Menschenhand“. Sie erfahren, daß das Mondbaby einen Durchmesser von 58 Zentimetern hat, daß es 83,6 Kilogramm wiegt und daß es von seinen Schöpfern, von den sowjetischen Wissenschaftlern und Ingenieuren, „Sputnik“ genannt wird – das heißt auf deutsch „Weggenosse“. Und dieser Name umkreist die Erde fast ebenso schnell wie der künstliche Mond selbst. Innerhalb weniger Tage wird er für Millionen Menschen in allen Ländern der Erde zum Begriff für eine der großartigsten Leistungen der Menschheit. Denn daran gibt es keinen Zweifel: Der 4. Oktober 1957 ist der Beginn eines neuen Zeitabschnitts, in dem mit bisher unvorstellbaren Maßstäben gerechnet werden muß. Voller Staunen studieren die Menschen den „Fahrplan“ dieser wunderbaren Kugel:

13.00 Uhr: Der künstliche Mond überfliegt New York

14.02 Uhr: Die Stadt Djakarta auf der Insel Java liegt unter ihm

14.15 Uhr: Das Mondbaby taucht über Wladiwostok auf



NEUES DEUTSCHLAND

ORGAN DES ZENTRALKOMITEES DER SOZIALISTISCHEN EINHEITSPARTEI DEUTSCHLANDS

Berlin Ausgabe „Vorwärts“

Berlin, Sonntag, 6. Oktober 1957

12. Jahrgang / Nr. 257 / Sonderpreis 1,20

Ein Jahrtausendealter Traum der Menschheit wurde Wirklichkeit

Sowjetischer Erdtrabant kreist seit Freitag um den Erdball

Epochale Pioniertat der sozialistischen Wissenschaft / Flug in 900 km Höhe mit einer Geschwindigkeit von 29000 km in der Stunde / Sowjetische Funksignale aus dem Kosmos / Größere Erdtrabanten im Bau / Erste Stellungnahme aus den USA: „Sowjet-Wissenschaftler haben den Weltstreit gewonnen“

Wichtigste Meldungen der Woche: Sowjetische Weltraumforschung: Die Sowjetunion hat am Freitag einen ersten Erdtrabant in die Höhe von 900 Kilometern über der Erdoberfläche geschickt. Der Trabant ist ein Kugelförmiges Objekt mit einem Durchmesser von 17 Zentimetern und einem Gewicht von 500 Kilogramm. Er kreist mit einer Geschwindigkeit von 29.000 Kilometern pro Stunde um die Erde. Die Sowjetunion hat damit einen historischen Meilenstein erreicht, der seit Jahrhunderten ein Traum der Menschheit war. Die Sowjetunion hat damit die Führung in der Weltraumforschung übernommen. Die USA haben bisher noch keine eigenen Erdtrabanten geschickt. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht.



Berliner Zeitung

Neue Größe der Sowjetwissenschaft
Weltraumrakete im Mondbereich
Professor Nogennew: Erster künstlicher Planet des Sonnensystems
Traum der Menschheit geht in Erfüllung / Umfangreiches Forschungsprogramm

Mit kosmischer Geschwindigkeit
Die Sowjetunion hat am Freitag einen ersten Erdtrabant in die Höhe von 900 Kilometern über der Erdoberfläche geschickt. Der Trabant ist ein Kugelförmiges Objekt mit einem Durchmesser von 17 Zentimetern und einem Gewicht von 500 Kilogramm. Er kreist mit einer Geschwindigkeit von 29.000 Kilometern pro Stunde um die Erde. Die Sowjetunion hat damit einen historischen Meilenstein erreicht, der seit Jahrhunderten ein Traum der Menschheit war. Die Sowjetunion hat damit die Führung in der Weltraumforschung übernommen. Die USA haben bisher noch keine eigenen Erdtrabanten geschickt. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht.

Die Sowjetunion hat am Freitag einen ersten Erdtrabant in die Höhe von 900 Kilometern über der Erdoberfläche geschickt. Der Trabant ist ein Kugelförmiges Objekt mit einem Durchmesser von 17 Zentimetern und einem Gewicht von 500 Kilogramm. Er kreist mit einer Geschwindigkeit von 29.000 Kilometern pro Stunde um die Erde. Die Sowjetunion hat damit einen historischen Meilenstein erreicht, der seit Jahrhunderten ein Traum der Menschheit war. Die Sowjetunion hat damit die Führung in der Weltraumforschung übernommen. Die USA haben bisher noch keine eigenen Erdtrabanten geschickt. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht. Die Sowjetunion hat damit die Weltöffentlichkeit überrascht.

Wissenschaftler haben bestätigt, dass der Flug der Rakete mit der Weltraumrakete im Mondbereich. Professor Nogennew: Erster künstlicher Planet des Sonnensystems. Traum der Menschheit geht in Erfüllung. Umfangreiches Forschungsprogramm.

LES GALERIES D'ELISABETH
Bonne affaire
100% CIGARETTES
100% CIGARETTES

'l'Humanité
CHANGEMENT D'OPINION
CHANGEMENT D'OPINION
CHANGEMENT D'OPINION

GALERIES SAINTES ELISABETH
100% CIGARETTES
100% CIGARETTES
100% CIGARETTES

SPOUTNIK III (1.327 kg) TOURNE AUTOUR DE LA TERRE

Der Sputnik überquert Meere und Kontinente „wie ein Rotkehlchen die Erdbeerrabatten im Schrebergarten“.

22.17 Uhr: Rom

22.18 Uhr: Budapest

22.21 Uhr: Moskau

22.38 Uhr: Tokio

23.34 Uhr: Rio de Janeiro

23.55 Uhr: London . . .

In jeweils 96,2 Minuten hat der Sputnik einmal unsere Erde umkreist.

Überall zwischen dem nördlichen und südlichen Polarkreis stehen in diesen Tagen Menschen auf der Straße, auf Dächern und Anhöhen, um den „fliegenden Sowjetstern“ mit eigenen Augen zu sehen. Wenn auf der Erde Abend- und Morgendämmerung ist, der Sputnik aber noch von der Sonne beschienen wird, kann er tatsächlich mit bloßen Augen gesehen werden. Das spricht sich schnell herum.

Wer jedoch kein Glück hat und den Sputnik nicht sieht, etwa weil dichte Wolken die Sicht versperren, der kann ihn wenigstens hören, denn pausenlos werden von seinen beiden Sendern kurze Funkzeichen ausgestrahlt. Pausenlos funkt er wissenschaftliche Meßergebnisse zur Erde herunter. Diese Satellitensignale werden in Deutschland ebensogut gehört wie in England, Portugal oder den USA, und in Französisch-Äquatorialafrika bringt das eintönige Sputnik-Signal einen Funker in helle Aufregung. Ja, eine dänische Funküberwachungsstelle glaubt anfangs gar, einem Schwarzsender auf den Fersen zu sein.

Viele Rundfunkstationen nehmen die klaren Funkzeichen auf Tonbänder auf und spielen sie ihren Hörern vor. So kommt es, daß Millionen Menschen statt der üblichen Tanzmusik in ihren Rundfunkgeräten die Botschaften aus dem Weltraum hören.

Aber das Mondbaby erobert nicht nur die Herzen der einfachen Menschen. Vor allem sind es auch die Wissenschaftler, die den sowjetischen Vorstoß in den Weltraum bewundern, und viele von ihnen beglückwünschen ihre sowjetischen Kollegen mit bewegten, herzlichen Worten zu ihrem Erfolg.

Und den Miesmachern, die dafür bezahlt werden, daß sie die sowjetischen Leistungen in ihren Zeitungen herabsetzen, nimmt das Mondbaby, das in jeder Minute 480 Kilometer zurücklegt, allen Wind aus den Segeln. Die Bedeutung dieses Ereignisses können sie nicht bestreiten. „Aber weshalb ist es gerade der Sowjetunion gelungen, den ersten Schritt ins Weltall zu tun?“ fragen sie. Die Antwort auf diese Frage kann leicht gegeben werden, wenn man nur ein wenig nachdenkt.

Darum

Sowohl der Sputnik wie auch die Rakete, die ihn auf seine Bahn in den Weltraum befördert, sind äußerst komplizierte Präzisionsgeräte. Jedes einzelne der zigtausend

Bauteile ist ein technisches Meisterwerk. Selbst das kleinste Teil mußte bis ins letzte durchdacht und durchkonstruiert sein.

Diese gewaltige Entwicklungsarbeit kann jedoch niemals von einem oder wenigen Menschen bewältigt werden. Es müssen viele Wissenschaftler und Techniker – Mathematiker, Metallurgen, Physiker, Chemiker, Elektrochemiker, Astronomen, Maschinenbauer und so weiter – eng zusammenarbeiten.

Die erste Voraussetzung bei einem solchen Projekt ist eine höchstentwickelte, moderne und leistungsfähige Industrie, die in der Lage ist, die Pläne der Wissenschaftler in die Tat umzusetzen.

Die zweite Voraussetzung ist die uneigennützigste, kollektive Zusammenarbeit einer ganzen Armee von Arbeitern, Ingenieuren und Wissenschaftlern.

Und die dritte, vielleicht wichtigste Voraussetzung ist schließlich eine Gesellschaftsordnung, in der die moderne Wissenschaft im Interesse der Allgemeinheit gefördert wird und nicht Zweck zur Bereicherung einzelner ist.

In der sozialistischen Sowjetunion sind alle diese Voraussetzungen so weitgehend verwirklicht wie in keinem anderen Land der Erde. Hier nur einige Beispiele:

Jährlich werden in der UdSSR mehr junge Ingenieure und Wissenschaftler ausgebildet als in der ganzen übrigen Welt zusammen.

Jeder befähigte junge Mensch kann in der UdSSR eine Hochschule besuchen. Die Kosten seiner Ausbildung trägt der Staat.

Die sozialistische Planwirtschaft gibt den sowjetischen Wissenschaftlern die Möglichkeit, ihre gesamte Arbeit wirksam zu organisieren.

In der Sowjetunion braucht sich der Wissenschaftler nicht nach den Wünschen irgendeines Fabrikbesitzers zu richten, sondern er genießt volle schöpferische Freiheit. Seine wissenschaftlichen Arbeiten, die dem Volke dienen, werden vom Volk, vom Sowjetstaat finanziert.

Das sind die Hauptgründe dafür, weshalb gerade in der sozialistischen Sowjetunion der erste Sputnik aufgelassen wurde. Und das sind auch die Gründe dafür, weshalb schon kurz nach dem Start des ersten Erdtrabanten weitere Satelliten aufsteigen konnten. Denn der erste Sputnik ist ja keineswegs eine Einzelleistung, sondern vielmehr der gesetzmäßige Erfolg des sozialistischen Aufbaues.

Wegbereiter des Weltraumflugs

Wenige Stunden nach dem Start des ersten Sputnik verbreitet die sowjetische Nachrichtenagentur „TASS“ eine Meldung:

„Die Sowjetunion plant“, so heißt es darin, „weitere künstliche Satelliten zu starten. Sie werden größer und schwerer als der erste sein und sich bei einem umfassenden Forschungsprogramm als sehr nützlich erweisen.“

Diese Satelliten werden dann auch prompt aufgelassen und versetzen die Welt jedesmal wieder in Erstaunen.

In der Nacht vom 2. zum 3. Januar 1959 tragen Morsezeichen eine neue sensationelle Nachricht von Kontinent zu Kontinent, von Land zu Land. In allen Nachrichtenagenturen hämmern es die Fernschreiber auf lange Papierschlangen:

moskau, 3. jan. 59. – am 2. januar 1959 wurde in der udssr der start einer weltraumrakete durchgefuehrt. die vielstufige rakete ist programmgedaess auf die flugbahn in der richtung zum mond gelangt. nach vorlaeufigen angaben hat die letzte stufe der rakete die erforderliche zweite kosmische geschwindigkeit erreicht. bei ihrem flug ueberquerte die rakete die ostgrenze der sowjetunion, ueberflog die hawai-inseln und fliegt weiter ueber den stillen ozean, wobei sie sich schnell von der erde entfernt. /abs/ am 3. januar 1.10 mez wird die rakete den suedlichen teil der in sel sumatra . . .

In allen Großstädten werden die Redakteure und wissenschaftlichen Mitarbeiter der Zeitungen aus ihren Betten geholt. In den Druckereien jagen die Finger der Setzer über die Tasten. Und am Morgen des 3. Januar finden die Menschen in allen Ländern der Erde diese Nachricht auf der ersten Seite ihrer Zeitung.

Von überall schicken Wissenschaftler ihre Glückwünsche nach Moskau. Keneth Gatland – der Präsident der Interplanetarischen Gesellschaft Großbritanniens – faßt die weltweite Bewunderung in den Worten zusam-

men: Das ist die blendendste aller Großtaten der Wissenschaft.

In den späteren Kapiteln werden wir uns mit den einzelnen Satelliten ausführlicher beschäftigen. Hier wollen wir nur vermerken, daß jeder von ihnen ein Wegbereiter des Weltraumflugs ist. Jeder Sputnik bringt uns einen Schritt näher an das Zeitalter heran, in dem sich der Mensch von einem erdgebundenen Wesen zu einem Wesen des Weltraumes entwickeln wird.

Jeder Sputnik ist ein Schritt vorwärts auf dem Wege der Verwirklichung eines der größten und kühnsten Träume der Menschheit.

DER GROSSE TRAUM

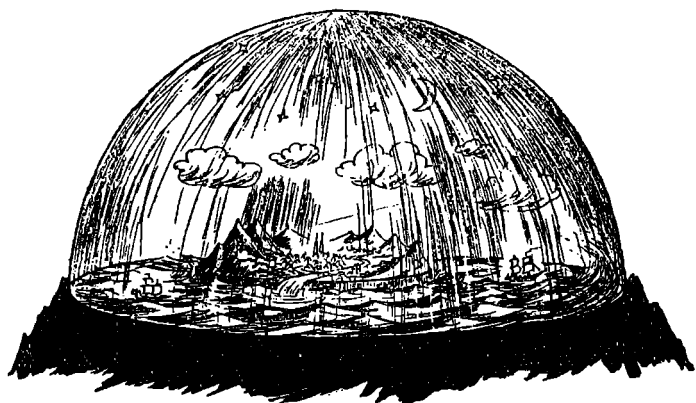
Am Anfang stehen Gedanken, Phantasien und Märchen

Schon in den allerältesten Zeiten hat die tausendfältige Pracht des gestirnten Himmels die Phantasie der Menschen angeregt.

An den abendlichen Lagerfeuern unserer Vorfahren wurde viel über die Sonne, den Mond und die Sterne gesprochen, denn die Männer, die hier an der wärmenden Flamme des Feuers beisammensaßen, waren Jäger und Fischer, die sich täglich mit der umgebenden Natur auseinanderzusetzen hatten. Um ihren täglichen Lebenskampf bestehen zu können, mußten sie die Naturerscheinungen beachten. Besondere Aufmerksamkeit erforderte vor allem der Himmel, an dem ja nicht nur die lebenspendende Sonne ihre Bahn zieht, sondern der auch der Schauplatz von Mond- und Sonnenfinsternissen, von Gewittern, Stürmen, Hagel- und Schneefällen ist.

Natürlich konnten sich unsere Vorfahren diese vielfältigen Erscheinungen nicht erklären, denn es fehlten ihnen die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, die erst viele Jahrhunderte später gewonnen wurden. Sie wußten weder, wie Blitz und Donner zustande kommen, noch hatten sie eine Vorstellung davon, welcher Art die Sterne sind.

Die Phantasie hatte also freien Lauf, und es entstanden die wundersamsten Märchenerzählungen von den Himmelskörpern, die oft von Generation zu Generation weitererzählt wurden. In den meisten dieser Märchen sind die Himmelskörper als Personen dargestellt, die ebenso denken und handeln wie die Menschen des Stammes, in dem diese Erzählungen entstanden sind.



Man glaubte, daß die Erde eine große Scheibe sei, über der sich – wie eine große Käseglocke – der Sternenhimmel wölbe. Die Entfernung von der Erde zu dieser Sternenhaut wurde für gering gehalten, und so ist es verständlich, daß der Wunsch entstand, die Erde zu verlassen und diese Entfernung irgendwie zu überbrücken.

Viele Legenden und Märchen beschäftigen sich mit diesem Wunschtraum. In einigen von ihnen wird berichtet, wie Hilfsbedürftige auf Geiern oder Adlern zu den Sternen flogen, um die Hilfe der Götter zu erbitten. Dichter erzählten von abenteuerlichen Sternenreisen auf dem Rücken eines geflügelten Rosses. Und in manchen Völkern haben sich bis auf den heutigen Tag Sagen erhalten, die davon berichten, daß ein Stammesgenosse Pfeile in den Himmel geschossen habe, die bis zu den Sternen geflogen seien.

Diese Legenden sind zum Teil schon vor vielen tausend Jahren entstanden. So fand man zum Beispiel bei der Ausgrabung einer alten assyrischen Bibliothek die bildliche Darstellung eines Himmelfluges, die etwa viertausend Jahre alt sein mag.

Noch heute können wir solche sagenhaften Geschichten auf den Inseln der Südsee hören. Ein mikronesisches Märchen erzählt von einem hübschen Mädchen, das zusammen mit seiner Großmutter unter einem hohen Baume auf dem entlegenen Nauru-Atoll im Stillen Ozean lebte.

Dieses Mädchen hieß Ejiwanoko, und sie war so schön, daß die Großmutter keinen Sterblichen für würdig hielt, sie zu heiraten. Eines Tages schmückte sie also das Mädchen mit Blumen, rieb sie mit süßduftenden Ölen ein und gab ihr eine Zaubermedizin. Darauf sollte Ejiwanoko den Baum erklettern und so hoch in ihm steigen, daß sie den Himmel erreichte. Nie zuvor hatte jemand dies fertiggebracht. Das Mädchen aber tat, wie ihm geheißen. Und

nach mancherlei Abenteuern wurde sie schließlich die Frau des Mondes, der sie in seine Arme schloß.

In unserem naturwissenschaftlichen Zeitalter mag man vielleicht Lust haben, über derartige Erzählungen zu lächeln. Wir sollten jedoch nicht vergessen, daß gerade aus solchen Wünschen, wie sie in den Märchen enthalten sind, schließlich der Gedanke des Weltraumfluges geboren wurde.

Der Weg von den ersten Phantasien bis zu den festumrissenen Plänen für eine Weltraumfahrt war allerdings sehr weit und voll von Irrtümern und mißlungenen Versuchen.

Mit den Schwingen der Vögel

In der langen Geschichte der Menschheit hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Gedanken vom Flug in den Himmel zu verwirklichen.

Die Menschen sahen den majestätischen Flug des Adlers in einsamer Höhe, und ihre Augen folgten dem pfeilschnellen Flug der Schwalbe. Was lag also näher als der Wunsch, den Vögeln nachzueifern? Allgemein bekannt ist die Sage von Dädalus, der für sich und seinen Sohn Ikarus Schwingen aus Vogelfedern anfertigte, mit deren Hilfe sie ihrer Gefangenschaft entfliehen wollten. Ähnliches berichtet die Sage von Wieland, dem Schmiede,

der sich ebenfalls Schwingen anfertigte, die den Flügeln der Vögel nachgebildet waren.

Aber die Muskelkräfte des Menschen waren viel zu gering, um sich mit einem solchen Flugapparat in die Luft schwingen zu können. Das mußte schließlich auch der italienische Gelehrte und Künstler Leonardo da Vinci erkennen, der acht Jahre lang – von 1488 bis 1496 – vergebliche Mühe für den Bau eines solchen Schwingenflugzeuges aufgewandt hatte. Alle Versuche endeten mit einem glatten Mißerfolg.

Das gleiche erfuhr auch der bekannte „Schneider von Ulm“, Albrecht Ludwig Berblinger, der sich am Anfang des vorigen Jahrhunderts mit einer solchen Flugmaschine beschäftigte.

Erst in der jüngsten Vergangenheit sind mit Muskelkraft-Schwingenflugzeugen einige ganz bescheidene Erfolge erzielt worden: Es gelangen einige „Hopser“ von etlichen hundert Metern. Mit den ersten primitiven Flugapparaten gelangen nicht einmal diese kleinen Luftsprünge.

Der Mangel an geeigneten Fluggeräten brachte die Erfinder von Mondflug-Geschichten jedoch nicht in Verlegenheit. Derartige phantastische Geschichten sind bis zum Ausgang des Mittelalters in großer Zahl erzählt und verbreitet worden.

Aber während sich die Erzähler und deren Zuhörer noch ihren Träumereien hingaben, gingen die Wissenschaftler bereits daran, das Wissen und die Erfahrungen zu sammeln, die beide für die Verwirklichung des großen Traumes unentbehrlich sind.

Wir leben auf einer Kugel

Der Mensch wollte also die Erde verlassen und sich zu den Sternen aufschwingen. Dabei besaß er noch nicht einmal ein einigermaßen richtiges Bild von der Größe und der Gestalt unserer Erde. Dieses Erdbild mußte erst unter zahllosen Mühen und Entbehrungen gewonnen werden.

Bis zum 16. Jahrhundert glaubte man allgemein, daß die Erde eine große Scheibe sei, die wie ein Kork auf dem Ozean schwimme. Darüber sollte sich, wie wir bereits gehört haben, eine mächtige Himmelskugel wölben. Jeder, der etwas anderes zu behaupten wagte, wurde nicht nur verlacht und bespottet, sondern er wurde von der Kirche als „Ketzer“ verfolgt.

Nun gingen am 20. September 1519 in San Lucar fünf hölzerne Schiffe auf eine ungewöhnliche Reise, die schließlich um die ganze Erde herumführte. Diese Reise erforderte von allen Teilnehmern der Expedition das Äußerste. Nur eines der fünf Schiffe kehrte zurück. Von den zweihundertfünfundsechzig Mann, die in San Lucar in See gestochen waren, haben nur dreißig die Heimat wiedergesehen. Alle anderen hatten den Tod gefunden – unter ihnen auch der Kommandant des Unternehmens, der hervorragende Seemann und Entdecker Fernão de Magalhães.

Die Opfer, die diese erste Weltumsegelung gefordert hat, sind bitter – andererseits war ihr Gewinn unschätzbar.



Diese mutige Fahrt hatte unumstößlich bewiesen, daß unsere Erde von kugelförmiger Gestalt ist, daß sie frei im Weltraum schwebt und nicht etwa auf irgendwelchen Stützen ruht.

Diese Entdeckung wurde die Quelle eines neuen Rätsels. Wenn die Erde Kugelgestalt hat – so mußte man sich fragen – weshalb fällt dann nichts von ihr hinunter? Halten wir zum Beispiel einen Ball in der Hand, dann können wir mit einigem Geschick zwar etwas auf ihn drauflegen – es wird uns aber nicht gelingen, etwas auf seine untere Seite zu legen.

Wie aber ist es bei der Erde? In Europa stehen wir fest mit beiden Beinen auf ihr. Die Menschen jedoch, die uns in Australien (also auf der „unteren Seite“ der Erde) gegenüberstehen, müßten doch eigentlich von ihr hinunterfallen.

Die Lösung dieses Rätsels ist dem englischen Naturforscher Isaac Newton gelungen. Er erkannte, daß jeder Körper eine Anziehungskraft besitzt, mit der er auf jeden anderen Körper anziehend wirkt. Die Größe der Anziehungskraft hängt davon ab, wieviel Masse in dem betreffenden Körper steckt.

Löst sich zum Beispiel von einem Apfelbaum eine Frucht, dann fällt sie zur Erde – und nicht etwa die Erde zur Frucht; denn die Erde hat rund 30 Quadrillionen mal mehr Masse als der Apfel und dementsprechend mehr Anziehungskraft. Sie wirkt auf alles, was sich auf der Erde befindet – auch auf uns Menschen. Wir können noch so viele Luftsprünge machen, die Anziehungskraft holt uns immer wieder zur Erde herunter. Könnten wir uns sehr weit von unserem Planeten entfernen, dann würden wir nur noch einen entsprechend geringeren Teil dieser Kraft feststellen.

Vergleichen wir die Erdanziehung mit dem Schein einer Lampe: Stehen wir dicht an einer Lichtquelle, dann kann uns ihre Helligkeit blenden. Je weiter wir uns jedoch von ihr entfernen, um so blasser erscheint uns ihr Licht. Ähnlich ist es bei der Erdanziehung: Sind wir viele tausend Kilometer von der Erde entfernt, dann ist ihre Anziehungskraft verschwindend klein – stehen wir aber mit beiden Füßen auf ihr, dann hält sie uns wie „mit tausend Fesseln gefangen“.

Wollten wir dem Machtbereich dieser Anziehungskraft endgültig entfliehen, dann müßten wir eine sehr beträchtliche Arbeit aufwenden. Mit Hilfe der Formeln, die Isaac

Newton aufgestellt hat, kann man berechnen, daß wenigstens 6370000 Pferdestärken notwendig sind, um einen Menschen von der Erdoberfläche in den Weltraum zu befördern – dabei sind weder Lebensmittel noch Ausrüstungsgegenstände mitgerechnet. Für die Beförderung von jeweils 75 Kilogramm Gepäck müßten noch einmal 6370000 Pferdestärken aufgebracht werden.

Diese Zahlen mußten jeden Träumer ernüchtern, der geglaubt hatte, etwa mit Vogelschwingen zu den Sternen fliegen zu können. Für weitere Überraschungen sorgte die Astronomie – die Wissenschaft von den Himmelskörpern.

Revolution am Himmel

Die Revolution in der Astronomie begann eigentlich damit, daß Nikolaus Kopernikus nach langen sorgfältigen Studien erklärte: Die Erde umkreist die Sonne.

Für die Ohren der Kirchenfürsten war das eine unerhörte Vermessenheit. Sagt doch die Bibel: Die Erde ist der unbewegliche Mittelpunkt des Weltalls, die Sonne, der Mond und die Sterne sind nichts anderes als eben Lichter.

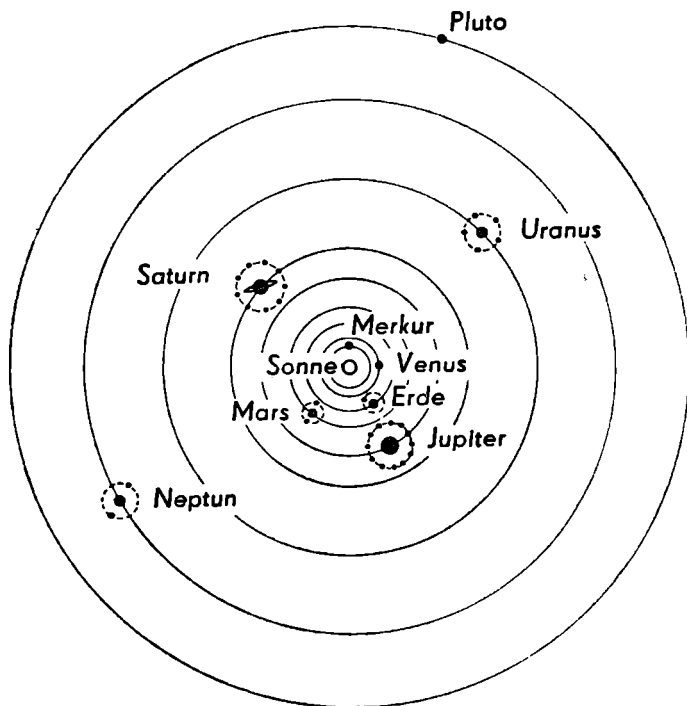
Diese Irrlehre, obwohl längst überholt, wurde von der Kirche mit allen erdenklichen Mitteln verteidigt, denn die Kirchenfürsten sahen in der Verbreitung eines wahrheitsgetreuen Weltbildes eine Gefahr für ihre Macht.

Der naive Glauben der Menschen an Gott auf seinem Himmelsthron und an die Unfehlbarkeit seiner „Vertreter auf Erden“ würde erschüttert werden, und nicht so leicht mehr würde es für sie sein, armes unterjochtes Volk auszubeuten mit der Vertröstung auf ein seliges Himmelreich.

Die Behauptung des Kopernikus war deshalb der Auftakt für einen langen erbitterten Kampf zwischen der Wahrheitsliebe der Wissenschaft und dem grausamen Macht-hunger der Kirche.

Die Lehre des Kopernikus wurde verboten. Strenge Strafen bedrohten jeden, der sie weiterverbreitete. Diejenigen, die sich dennoch zu ihr bekannten, hatten ein bitteres Los zu tragen: Giordano Bruno wurde acht Jahre lang in den Kellern des Vatikans gequält und schließlich – am 17. Februar 1600 – bei lebendigem Leibe verbrannt. Johannes Keppler starb arm und verlassen in einer elenden Kammer am Regensburger Fischmarkt. Galileo Galilei entdeckte mit seinem ersten astronomischen Fernrohr die handgreiflichsten Beweise dafür, daß die Lehre des Kopernikus richtig ist. Als erster Mensch sieht er die Gebirge auf dem Monde. Mit Hilfe seines Fernrohres sieht er, daß die Planeten Himmelskörper sind wie unsere Erde. Ja, er sieht sogar die Monde, die den Planeten Jupiter umwandern. Aber die Priester, denen er seine Entdeckungen im Fernrohr zeigen will, lehnen es ab, „durch das teuflische Instrument zu schauen“, und schließlich wurde auch Galilei in Haft genommen.

Aber trotz aller Tyrannei siegte das Wissen über die Dumpfheit. Die Lehren von Kopernikus, Kepler und Galilei fanden ihre Heimstatt in den Herzen von Tausenden und aber Tausenden von Menschen. Und so ist das Weltbild, das wir ihnen und ihren Nachfolgern verdanken:



Der Mittelpunkt unseres Sonnensystems ist ein glühender Gasball – die Sonne. Um sie herum bewegen sich die Wandelsterne oder Planeten, zu denen auch unsere Erde gehört. Die Entfernungen von der Sonne zu den Planetenbahnen sind verschieden groß. Die innerste Bahn gehört dem Wandelstern Merkur. Er ist von der Sonne „nur“ 57,9 Millionen Kilometer entfernt. „Weiter draußen“ folgen dann Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und schließlich Pluto, der fast 6 Milliarden Kilometer von der Sonne entfernt seine Bahn zieht. Alle Planeten sind – ebenso wie unsere Erde – erkaltete Himmelskörper. Die meisten von ihnen werden von Monden umkreist. Die Erde hat nur einen Trabanten, Mars hat deren zwei und Jupiter sogar zwölf. Im ganzen gehören einunddreißig Monde zu unserer Sonnenfamilie. Einen genaueren Überblick über den Aufbau des Sonnensystems mag die untenstehende Tabelle vermitteln.

Name des Wandelsterns	Äquator-durchmesser in km	Mittlere Entfernung von der Sonne in Millionen km	Zahl der Monde
Merkur	4800	57,9	0
Venus	12200	108,1	0
Erde	12757	149,5	1
Mars	6800	227,8	2
Jupiter	142700	777,8	12
Saturn	120800	1428,5	9
Uranus	49700	2873,2	5
Neptun	53000	4501,5	2
Pluto	5000 (?)	5908,1	?

Schon diese Zahlen zeigen uns, daß im Weltraum wirklich mit gewaltigen Maßstäben gerechnet werden muß. Dabei haben wir bisher nur unsere „allernächste Umgebung“ betrachtet. Unser Sonnensystem ist aber nur eines von vielen. In der unendlichen Weite des Weltraums gibt es unzählige Millionen Sonnen. Jedes Sternchen, das wir am nächtlichen Himmel sehen – außer den neun Planeten – ist ein ebensolch riesiger Glutball wie unsere Sonne. Zwischen den einzelnen Sternen aber liegen sehr große Entfernungen. So ist selbst der nächste Nachbarstern unserer Sonne mehr als 40 Billionen Kilometer von uns entfernt. Mit derartig großen Entfernungen hatte kein Mensch jemals gerechnet. Das war die zweite Überraschung, die die Wissenschaft den künftigen Weltraumfahrern bereiten mußte. Eine dritte unliebsame Entdeckung machte man in der Umgebung unseres Erdballs.

Auf dem Grunde des Luftmeeres

Leonardo da Vinci – so haben wir gehört – mußte vor annähernd fünfhundert Jahren seine Versuche aufgeben, die menschlichen Muskelkräfte reichten nicht aus, um seinen Flugapparat zu bedienen.

Inzwischen haben wir zwar gelernt, starke Motoren zu bauen, und moderne Flugzeuge können heute in knapp zwei Tagen um die Erde herumfliegen.

Aber das ist noch lange kein Weltraumflug. Die besten Flugzeuge können nämlich nicht höher steigen als etwa dreißig oder vierzig Kilometer. Sie hängen also immer noch am Schürzenzipfel unserer Mutter Erde.

Weshalb das so ist, erkennen wir, wenn wir den „Lebensraum“ der Flugzeuge etwas näher betrachten.

Dieser Lebensraum ist das Luftmeer, von dem unsere Erde umgeben ist. Die Erdoberfläche ist also praktisch der Grund dieses Luftmeeres. Hier ist die Luft am dichtesten, oder mit anderen Worten: Hier ist der Luftdruck am stärksten. Er nimmt rasch ab, wenn wir uns vom Erdboden entfernen und in die Höhe steigen. In einer Höhe von zehn Kilometern ist die Luft bereits so dünn, daß der Mensch ohne besondere Hilfsmittel nicht leben könnte. Es fehlt die nötige Atemluft.

Ähnlich ergeht es den Flugzeugen, deren Motoren nicht arbeiten können, wenn die Luft zu dünn ist, denn der Treibstoff kann nur verbrennen, wenn genügend Sauerstoff vorhanden ist. Je höher wir steigen, um so dünner wird die Luft. In zweihundert Kilometer Höhe beträgt die Luftdichte nur noch einige Milliardstel des Wertes, den wir an der Erdoberfläche messen.

Sehr wertvolle neue Erkenntnisse über die höchsten Schichten dieses Luftmeeres wurden durch den dritten sowjetischen Sputnik vermittelt. Die mit diesem Satelliten ausgeführten Messungen haben gezeigt, daß sich das Luftmeer in bedeutend größere Höhen erstreckt, als man bisher angenommen hatte.

Der Schuß ins All

Die nüchternen Tatsachen, die wir bisher kennengelernt haben, scheinen wenig ermutigend für den, der sich mit Plänen für einen Weltraumflug beschäftigt.

Die Loslösung von der Erde erfordert einen enormen Arbeitsaufwand. Für jeweils 75 Kilogramm, die die Erde verlassen sollen, müssen wenigstens 6370 000 Pferdestärken aufgebracht werden. Aber selbst wenn es gelingt, den Fesseln der Erdanziehung zu entfliehen, sind noch längst nicht alle Schwierigkeiten überwunden. Riesige Entfernungen sind zu überbrücken. Unser allernächster Nachbar im Weltraum – der Mond – ist ja mehr als 384 000 Kilometer von uns entfernt. Wollte ein Fußgänger diese Strecke zurücklegen, wäre er 9600 Tage unterwegs – vorausgesetzt, daß er Tag für Tag 40 Kilometer marschiert. Dazu kommt noch, daß der größte Teil dieser Strecke im luftleeren Raum zurückgelegt werden müßte.

Der französische Schriftsteller Jules Verne war es, der um das Jahr 1865 auf den Gedanken kam, all diese Schwierigkeiten einfach durch einen Kanonenschuß zu lösen. In seinem Buch „Von der Erde zum Mond“ hat er diesen Schuß zum Mond sehr anschaulich beschrieben. Die Kanone wurde wegen ihrer Größe in den Erdboden hineingebaut. Das Rohr dieser „Columbiade“ hatte eine Länge von 270 Metern und wurde 54 Meter hoch mit Schießbaumwolle vollgestopft. Auf dieser Sprengstoff-

ladung mußte dann das hohle Aluminiumgeschloß stehen, in dem die Helden des Romans zum Mond flogen.

Im Roman verläuft diese Expedition recht glücklich – tatsächlich hat der Schuß zum Mond aber einige Haken. Der Einfachheit halber wollen wir die technischen Schwierigkeiten ruhig außer acht lassen, die bei einem solchen Schuß auftreten würden. Dafür aber wollen wir die Wirkung des Schusses auf die Passagiere genauer unter die Lupe nehmen. Ein Beispiel wird uns das erleichtern.

Behaglich haben wir uns im Sitz des Autos zurechtgerückt. Wir warten nur noch darauf, daß die Fahrt ins Grüne losgeht. Der Motor ist angelassen, der Fahrer schaltet, gibt Gas – dann schnellt der Wagen nach vorn. In diesem Augenblick werden wir von einer geheimnisvollen Kraft nach hinten an die Rückenlehne des Sitzes gepreßt. Ähnliches können wir in jedem Fahrzeug erleben, und selbstverständlich ist diese andrückende Kraft keineswegs geheimnisvoll. Der Physiker weiß, daß diese Kraft immer dann auftritt, wenn ein Körper eine Geschwindigkeitsänderung erfährt, oder mit anderen Worten: wenn ein Körper beschleunigt wird. Deshalb wollen wir diese Kraft, die uns beim Anfahren des Wagens (also beim Beschleunigen) an die Rückenlehne gedrückt hat, auch einfach Beschleunigungsdruck nennen.

Nun war die Beschleunigung unseres Wagens nicht einmal sonderlich groß. Er mag vielleicht innerhalb von zehn Sekunden aus dem Stillstand heraus eine Geschwindigkeit von 60 Stundenkilometern erreicht haben.

Dennoch haben wir den Beschleunigungsdruck fühlbar zu spüren bekommen.

Die Pulverladung der „Columbiade“ hätte jedoch das Aluminiumgeschöß schlagartig auf rund 40 000 Stundenkilometer beschleunigt. Das könnte kein Mensch überstehen – der Beschleunigungsandruck würde die Passagiere des Aluminiumgeschosses auf dem Boden zerdrücken, sie würden den Abschuß nicht überleben. Das ist ein Hauptgrund dafür, weshalb der „Schuß ins All“ – zumindest mit Passagieren – nicht verwirklicht werden kann. Das bedeutet aber noch lange nicht, daß der Flug zu den Sternen überhaupt unmöglich wäre. Wenn es nämlich gelingt, die Beschleunigung über einen längeren Zeitraum auszudehnen, dann bleibt der Andruck in erträglichen Grenzen. Eine solche sanfte Methode aber war Jules Verne nicht bekannt.

Inzwischen sind fast hundert Jahre ins Land¹ gegangen, und in mühevoller Kleinarbeit haben Wissenschaftler den Gedanken vom Weltraumflug immer mehr ausgebaut.

Wir wissen heute sehr genau, welche Forderungen ein Weltraumfahrzeug erfüllen muß:

1. Ein Weltraumfahrzeug muß verhältnismäßig langsam seine hohe Fluggeschwindigkeit erreichen, weil sonst die Besatzung schwere gesundheitliche Schäden erleiden würde.
2. Ein Weltraumfahrzeug muß während seines Fluges steuerbar sein.
3. Die Triebwerke eines Weltraumfahrzeuges müssen im luftleeren Raum arbeiten können.

Das einzige Gerät, das alle diese drei Forderungen hervorragend erfüllt, ist die Rakete.

Nur mit Hilfe der Rakete kann der Mensch seinen großen Traum vom Flug zu den Sternen verwirklichen.

DER SCHLUSSEL ZUM ERFOLG

Die Rakete

„Sowjetische Forschungsrakete erreichte Rekordhöhe.“

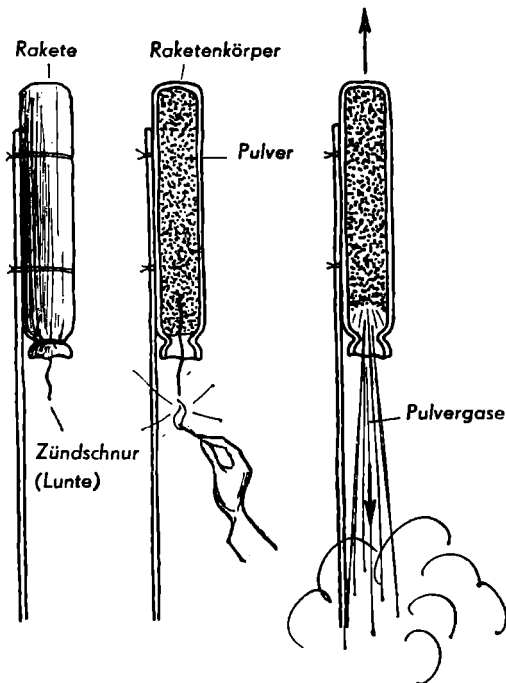
„Interkontinentale Rakete fliegt mit 25facher Schallgeschwindigkeit.“

„Hervorragende Raketen trugen Sputniks in den Welt-
raum.“

So und ähnlich lauteten die Überschriften der Zeitungs-
artikel, die in den letzten Jahren von den Erfolgen der
Raketenforschung berichteten. Die Artikel wurden mit
großem Interesse gelesen, und wohl jeder hat die Men-
schen bewundert, die diese Hochleistungsraketen ent-
wickelt und gebaut haben. Mancher aber mag dann ge-
dacht haben: Ein gewöhnlicher Mensch wird wohl nie
begreifen, wie diese Wunderraketen arbeiten.

Das ist jedoch ein Irrtum. Die grundsätzliche Arbeits-
weise des Raketenantriebes ist leicht zu verstehen.

In ihrer einfachsten Form ist die Rakete ein Röhrrchen,
das mit einem brennbaren Pulver gefüllt ist. Ein Ende
des Röhrrchens ist fest verschlossen, das andere bleibt
offen und wird mit einer Zündschnur versehen. Das ist
die ursprüngliche Form der Rakete, und die Feuerwerks-
raketen, die bei Volksfesten und zu Silvester aufgelassen
werden, sind heute noch so beschaffen.



Wird das Pulver der Rakete mit Hilfe der Lunte entzündet, dann schießt am offenen Ende des Röhrchens ein Feuerstrahl der Pulvergase heraus, und die Rakete setzt sich in Bewegung.

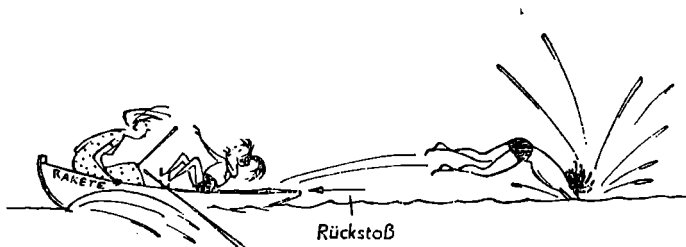
Die Kraft, von der die Rakete vorwärtsbewegt wird, heißt Rückstoßkraft. Sie ist das A und O der gesamten

Raketentechnik. Mit dieser Kraft wollen wir uns deshalb etwas eingehender beschäftigen. Einige Beispiele werden uns dabei behilflich sein.

Familie X und die Rückstoßkraft

Das Wirken der Rückstoßkraft können wir bei vielen Vorgängen des täglichen Lebens feststellen.

Da schaukelt zum Beispiel auf einem ruhigen See ein Ruderboot. Vom Heck des Bootes macht Herr X einen Kopfsprung. Dabei wird das Boot ein gutes Stück zurückgestoßen – es erfährt einen Rückstoß.



Springt an Stelle des Herrn X dessen kleine Tochter vom Boot, wird es eine viel kürzere Strecke zurückgestoßen. Dabei hat sich die kleine Ingrid ebenso kraftvoll abgestoßen wie ihr Vater. Die Ursache hierfür ist, daß das

Mädchen wesentlich weniger Masse besitzt als der Vater.

Frau X mag ebenso gewichtig sein wie ihr Gatte, aber als sie vom Boot springt, wird es ebenfalls nur ein kleines Stück zurückgestoßen. Das liegt daran, daß die ängstliche Frau X sehr zaghaft abgesprungen ist, sie hatte nicht die gleiche Geschwindigkeit beim Absprung wie Herr X.

Diese drei Beobachtungen können wir nun getrost verallgemeinern und sagen: Stößt sich ein Körper von einem anderen ab, dann erfährt dieser (in unserem Beispiel also das Boot) einen Rückstoß. Er ist um so stärker, je größer die abstoßende Masse und je größer ihre Geschwindigkeit sind.

Das ist das ganze Geheimnis des Raketenantriebes. Die Pulvergase, die aus der Rakete herausschießen, stoßen sich von ihr ab und erteilen ihr damit einen Rückstoß. Je größer die austretende Masse (der Gase) und ihre Austrittsgeschwindigkeit sind, um so kräftiger ist der Anstoß, den die Rakete erhält – das heißt, um so größer ist die Endgeschwindigkeit und damit die Reichweite der Rakete.

Verglichen mit Herrn X sind die Gasteilchen, die sich von der Rakete abstoßen, natürlich winzig klein. Jedes einzelne dieser Teilchen wiegt nicht mehr als einige quadrillionstel Gramm. Dafür aber sind es unzählige viele. Einen Begriff davon können wir uns machen, wenn wir hören, daß beim Aufstieg einer modernen großen Rakete in jeder Sekunde einige hundert Kilogramm Gasteilchen

aus dem Raketenkörper austreten – und zwar mit einer Geschwindigkeit von rund 2600 Metern in der Sekunde. Bei einiger Überlegung ist nun auch leicht zu erkennen, daß am Zustandekommen des Rückstoßes weder beim Boot das Wasser noch bei der Rakete die Luft einen Anteil haben. Im Gegenteil – sie hemmen die Bewegungen des Bootes oder der Rakete. Mit dem Antrieb selbst haben sie nicht das geringste zu tun. Das ist eine sehr wichtige Erkenntnis. Bedeutet sie doch, daß die Rakete auch im luftleeren Raum voll arbeitsfähig ist.

Ungewöhnliche Öfen

In unseren Stubenöfen verbrennen wir, um Wärme zu erzeugen, Holz, Kohle oder Papier. Die Verbrennungsgase, die dabei entstehen, gelangen durch den Schornstein ins Freie.

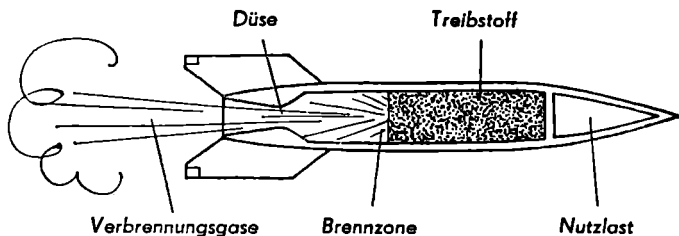
Auch in den Raketen gibt es einen Verbrennungsvorgang, allerdings mit wesentlich hochwertigeren Brennstoffen. Die Räume, in denen die Verbrennung erfolgt, werden von den Raketenleuten aber ebenfalls als Öfen oder Brennkammern bezeichnet.

Nun wissen wir, daß Verbrennung nur möglich ist in der chemischen Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff. Ist kein Sauerstoff vorhanden, erlischt auch das bescheidenste Flämmchen. Wenn wir über einen brennenden Kerzen-

stummel ein Konservenglas stülpen, wird die Kerze erlöschen, sobald der kleine Sauerstoffvorrat unter dem Glas verbraucht ist.

Bei unserem Stubenofen ist es kein Problem, den verbrauchten Sauerstoff ständig zu ergänzen. In der gewöhnlichen Luft ist genügend Sauerstoff enthalten, und durch den Ofenrost kann laufend neue Luft in den Ofen strömen.

Bei Raketen ist das wesentlich schwieriger, denn sie sollen ja weitgehend unabhängig sein von ihrer Umgebung und selbst im luftleeren Weltraum funktionieren. Der Raketenkonstrukteur muß also dafür sorgen, daß der Sauerstoffhunger der Rakete immer gestillt werden kann. Er muß außer dem Brennstoff auch noch einen geeigneten Sauerstoffträger in der Rakete unterbringen. Beide zusammen bilden den Treibstoff, und der kann entweder fest oder flüssig sein. Wir unterscheiden deshalb ganz allgemein zwischen Feststoffraketen und Flüssigkeitsraketen.



FESTSTOFFRAKETE

Die bekannteste Art der ersten Gruppe ist wohl die Feuerwerksrakete. In ihr liegen Brennstoff und Sauerstoff gut gemischt und friedlich nebeneinander – bis zum Moment des Zündens. Das ist der Augenblick, in dem sie beginnen, sich mit großer Heftigkeit zu vereinigen. Der Treibstoffbehälter muß dabei gleichzeitig als Brennkammer herhalten. In ihm wird durch die Verbrennung ein hoher Druck erzeugt, der die Verbrennungsgase mit großer Geschwindigkeit durch eine Düse ins Freie treibt. Der Strahl von verbrannten Treibstoffen ist es, der durch seinen Rückstoß die Rakete vorwärtstreibt.

Bei den Flüssigkeitsraketen sind Brennstoff und Sauerstoffträger in getrennten Behältern untergebracht, aus denen sie mit Preßluft oder mit Hilfe von Pumpen über getrennte Leitungen in die Brennkammern gepreßt werden. Beide Flüssigkeiten verdampfen im Ofenkopf. Die entstandenen Dämpfe mischen sich, und schließlich erfolgt eine stürmische Verbrennung, wobei natürlich Wärme erzeugt wird. Durch die Wärme erhöht sich wiederum der Druck, und er zwingt die Verbrennungsgase, mit enormer Geschwindigkeit durch die Düse ins Freie zu strömen.

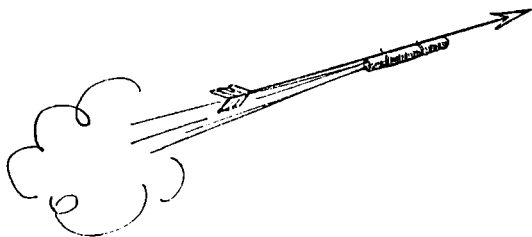
Jedes dieser Raketensysteme hat bestimmte Vor- und Nachteile. Aber beide haben sich bereits vielfältig bewährt, und beide haben glänzende Zukunftsaussichten. In den späteren Kapiteln ist darüber noch manches zu sagen. Aber auch die Vergangenheit der Raketen ist nicht uninteressant.

KINDHEIT UND JUGEND DER FEUERPFEILE

Wir stöbern in alten Archiven

Die Kenntnis des Raketenantriebes ist so alt, daß es wohl kaum gelingen wird, das eigentliche Geburtsjahr der Rakete zu ergründen.

Einige Überlieferungen lassen darauf schließen, daß in China schon vor rund 4000 Jahren Raketen verwendet wurden. Die ersten sicheren Quellen sind jedoch wesentlich jüngeren Datums. In einer chinesischen Chronik aus dem Jahre 1130 gibt es eine Beschreibung der „Lanzen des stürmenden Feuers“. Das waren einfache gefiederte Pfeile, an die kleine Pulverraketen angebunden wurden. Auf diese Weise wollten die chinesischen Krieger die Reichweite ihrer Pfeile vergrößern. Vor allem aber konnte man mit derartigen „motorisierten“ Pfeilen auch Brandsätze ins feindliche Lager schießen.



Es ist anzunehmen, daß sich diese „Lanzen des stürmenden Feuers“ gut bewährt haben, denn vom 12. Jahrhundert an können wir den Lebenslauf der Raketen fast lückenlos verfolgen. Von China ausgehend, haben sie fast alle Länder der Erde erobert. Sie tauchten in Indien auf, sie wurden in Persien und Arabien verwendet, und schließlich wurden sie auch in Europa bekannt. In vielen Ländern trugen sie die bezeichnenden Namen „Chinapfeile“ oder „Feuerpfeile“.

Die Bezeichnung „Rakete“ erhielten sie erst später in Italien. Dort wurden die Feuerpfeile in zahlreichen Kämpfen zwischen Handelsschiffen und Seeräubern eingesetzt, und man nannte sie „rocchetta“ – das bedeutet soviel wie Röhrchen. Aus diesem italienischen Wort mag sich dann im Laufe der Zeit unsere deutsche Bezeichnung „Rakete“ gebildet haben.

Eine hohe Blüte erlebten die Nachfolger der ersten Chinapfeile in Indien. Mancher ungebetene Eindringling, der es auf die Schätze des reichen Landes abgesehen hatte, mußte das erfahren. So verfügte zum Beispiel der indische Herrscher Tippoe Sahib bereits im Jahre 1782 über ein Raketenkorps von 5000 „Raketeuren“.

In der Schlacht bei Seringapatam brachte dieses Raketenkorps den englischen Kolonialtruppen schwere Verluste bei. Die Engländer flohen in wilder Unordnung. Unter den Fliehenden war auch der englische Militärgouverneur William Congreve, der sich später als Erfinder der Rakete feiern ließ. Congreve war von der Wirkung der indischen Raketen so beeindruckt, daß er sich entschloß,

diese Waffe auch auf die europäischen Kriegsschauplätze zu verpflanzen.

So verwandte man zum Beispiel bei einem englischen Angriff auf die Stadt Kopenhagen im April 1807 etwa 20000 Raketen. Durch diesen Raketenregen wurde die Stadt in Brand gesetzt und völlig vernichtet.

Unabhängig vom Ausland hatte sich die russische Raketentechnik entwickelt. Schon im Jahre 1680 wurde in Rußland ein besonderes Raketeninstitut gegründet. Einige der in diesem Institut entwickelten Raketentypen waren so gut gelungen, daß sie bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zur Ausrüstung der russischen Armee gehörten. Ein besonders erfolgreicher Raketenbauer dieser Zeit war der russische Offizier Alexander Dimitrijewitsch Sasjadko.

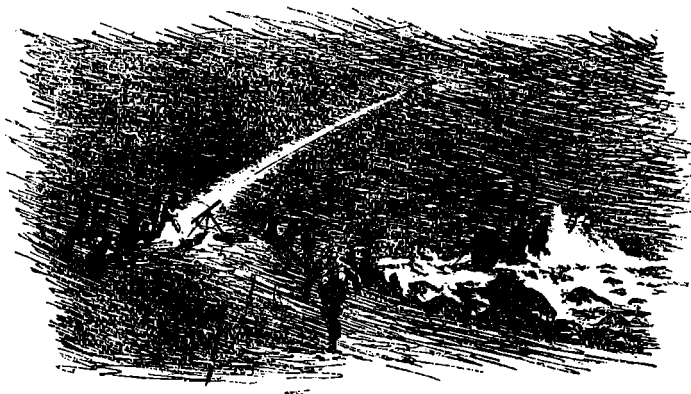
Bei allen bisher besprochenen Beispielen wurden die Raketen als Waffen verwandt. Es gibt aber auch viele Beispiele für ihre friedliche Verwendung.

Eine alte Chronik berichtet von dem kühnen Versuch des chinesischen Mandarins Wan Hu, sich mit Hilfe von Raketen in die Luft zu erheben. Er hatte ein Sitzgestell anfertigen lassen, getragen von zwei großen Drachen, das 47 Raketen vom Boden heben sollten. Aber dieser Versuch fand ein tragisches Ende. Die Aufzeichnungen aus dem Jahre 1500 berichten, daß die 47 Raketen gleichzeitig explodierten. Das Gerät wurde zerstört, und sein kluger Erfinder Wan Hu fand den Tod.

Ähnliche Versuche sind auch später noch unternommen worden, doch erst in unserem Jahrhundert ist es

gelingen, die Rakete als Fortbewegungsmittel für den Menschen einzusetzen.

Auf anderen Anwendungsgebieten aber haben sich Raketen schon seit einigen Jahrhunderten als zuverlässige Helfer des Menschen erwiesen. Seenotrettungsstationen sind mit Schiffsrettungsraketen ausgerüstet. Dünne Leinen werden mit ihnen zu gestrandeten Schiffen hinübergeschossen, damit kann die Schiffsbesatzung dann ein tragfähiges Tau zum Schiff hinüberziehen, an dem die Schiffbrüchigen in sogenannten Hosenbojen zum rettenden Strand rutschen.



Für die verschiedensten Zwecke sind auch seit langem Signalraketen im Gebrauch. Auf Flugplätzen dienen sie zur schnellen Verständigung zwischen Bodenpersonal

und Piloten von startenden und landenden Flugzeugen. In jedem Rettungsboot soll ein Bündel Signalkraketen liegen, denn oft genug haben Hilfsschiffe vergeblich nach den Überlebenden einer Schiffskatastrophe gesucht. Oft erst im letzten Augenblick hat ein steil aufsteigender roter Stern den hilfebringenden Seeleuten gezeigt, daß ganz in ihrer Nähe Menschen in höchster Lebensgefahr schwebten. Auch das Funkwesen konnte trotz seiner stürmischen Entwicklung die Signalkraketen nicht völlig ersetzen.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier alle Gebiete besprechen, auf denen sich die „Chinapfeile“ bewährt haben. Nur zwei besonders interessante Verwendungsarten wollen wir noch erwähnen: Raketen helfen den Meteorologen bei der Erforschung der Lufthülle unserer Erde, und Raketen werden auch eingesetzt, um Postsendungen zu befördern.

Alle Feuerpfeile, die wir in diesem Kapitel kennengelernt haben, waren einfache Pulverraketen, deren Leistungsfähigkeit für die erwähnten Anwendungsgebiete völlig ausreichend war. Natürlich hätte sich niemand geweigert, bessere Raketen zu benutzen, aber die Entwicklung von größeren und stärkeren Raketentriebwerken war unendlich mühevoll, sehr teuer, und vor allem erforderte diese Arbeit viel Zeit und gründliches Wissen.

Es mußte schon ein heftiger Anstoß erfolgen, ehe der Stein ins Rollen kam und man sich entschloß, diesen mühevollen und kostspieligen Weg zu gehen. Dieser Anstoß war die Idee der Weltraumfahrt.

Ideen, Ideen, Ideen

Vor etwa siebzig Jahren gab es noch keine Theorie von der Arbeitsweise des Raketenantriebes, denn alle Raketen der vergangenen Jahrhunderte waren nicht berechnet, sondern nach praktischen Erfahrungen gebaut worden. Erst am Ende des vorigen Jahrhunderts begann die wissenschaftliche Erforschung und Untersuchung der Raketen.

Die ersten Schritte auf diesem Wege hat der russische Forscher und Erfinder Nikolai Iwanowitsch Kibaltschitsch getan, der sich mit der Erforschung von Sprengstoffen beschäftigte. Sein besonderes Interesse galt der Entwicklung eines Raketenflugapparates. Er ist jedoch nicht dazu gekommen, seine vielfältigen Pläne zu verwirklichen.

Am 1. März 1881 wurde der russische Zar Alexander II. von einer Bombe getötet, die der junge Kibaltschitsch hergestellt hatte. Vierzehn Tage später wurde er vom Geheimen Staatsdienst in den Kerker geworfen. Kibaltschitsch wußte, daß er ein Todesurteil zu erwarten hatte. Aber er wollte nicht, daß mit ihm seine Idee begraben würde, und unter seinen geschickten Händen bedeckten sich die Wände der Gefängniszelle mit Berechnungen und Zeichnungen.

Am 23. April 1881 wurde N. I. Kibaltschitsch hingerichtet und in aller Heimlichkeit begraben. Sein Plan wurde erst nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution veröffentlicht.

Aber bereits wenige Jahre nach dem Tode Kibaltschitschs hat sein Landsmann Ziolkowski seine Arbeiten weitergeführt.

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski beschäftigte sich schon als Junge mit technischen und wissenschaftlichen Fragen. Mit eisernem Fleiß und mit unerschütterlicher Ausdauer mußte er sich das Wissen für seine späteren Arbeiten erwerben. Während seiner Moskauer Studienzeit konnte der 16jährige Ziolkowski monatlich nur einen Rubel für Essen ausgeben. Den größeren Teil seines Geldes gab er hin für Bücher, Chemikalien und Laborgeräte.

Wenn heute die ersten von Menschenhand geschaffenen Satelliten die Erde und die Sonne umkreisen, dann ist das nicht zuletzt auch ein Verdienst Konstantin Ziolkowskis, denn er hat das Fundament geschaffen, auf dem die moderne Raketenforschung aufbauen konnte.

Als Ziolkowski seine Arbeiten begann, war er in einer ähnlichen Lage wie ein Forscher, der am Rande eines Urwaldes steht, den noch kein Mensch vor ihm betreten hat, und der trotz aller drohenden Gefahren das Ziel verfolgt, diese unbekannte Wildnis zu durchdringen und zu erforschen.

Der temperamentvolle Forscher Ziolkowski bahnte sich seinen Weg in ein völlig unerforschtes Gebiet mit zahllosen mathematischen und physikalischen Berechnungen. Und endlich – im Jahre 1903 – war sein „Reisebericht“ fertig. Dieser Bericht erhielt den Titel „Die Erforschung des Weltraums mit Raketenkörpern“, und er wird heute

allgemein als das erste grundlegende Handbuch der Raketenwissenschaft angesehen.

Bis zum Jahre 1917 mußte Ziolkowski unter schweren Bedingungen arbeiten, ohne eine nennenswerte Unterstützung durch die engstirnige zaristische Regierung. Und doch hat er immer daran geglaubt, daß sein Schaffen für das russische Volk wichtig und bedeutungsvoll ist. Erst nach der Oktoberrevolution wurden seine wissenschaftlichen Verdienste gewürdigt, und seine Forschungsarbeit erhielt einen großen Auftrieb. Von 1919 bis 1935 veröffentlichte er viermal soviel wissenschaftliche Arbeiten wie in der gesamten Zeit seiner Tätigkeit vor der Revolution. Er wurde zum Lehrer vieler sowjetischer Wissenschaftler und Ingenieure auf dem Gebiet der Raketentechnik.

Einige Jahre später als Ziolkowski begann der Siebenbürgener Professor Hermann Oberth mit der Raketenforschung. Leider waren ihm die Ergebnisse, die Ziolkowski bereits gewonnen hatte, lange Zeit noch unbekannt. Er mußte also noch einmal ganz von vorn anfangen.

Er untersuchte die Arbeitsweise des Raketenantriebes, und er entschied sich – ebenso wie Ziolkowski – bald für die Verwendung flüssiger Treibstoffe. Auch er beschäftigte sich außerdem mit den verschiedenen Problemen des Weltraumfluges.

Unter anderen stellte er sich folgende Fragen: Welche Flugbahnen sind für Weltraumflüge am günstigsten? Wie kann man sich im Weltraum zurechtfinden? Wie

kann man eine Weltraumrakete steuern? Wie wirken sich starke Beschleunigungen auf die Passagiere eines Raumschiffes aus? Und für jede dieser und für viele andere Fragen fand er verblüffende Antworten. Seine und Ziolkowskis Arbeiten fanden in der ganzen Welt Beachtung. Etwa um das Jahr 1923 begann die große Zeit der Rakete. Ziolkowski und Oberth hatten die Theorie vom Raketenflug geschaffen, und beide haben zahlreiche Pläne entwickelt. Der nächste Schritt mußte es sein, diese Ideen und Pläne zu verwirklichen. Und das hieß:

Versuchen, versuchen und nochmals versuchen

Viele Techniker, Ingenieure und Konstrukteure stellten sich die Aufgabe, ein zuverlässiges Raketentriebwerk zu entwickeln.

In der Sowjetunion baute der Ingenieur Friedrich Arturowitsch Zander in den Jahren 1930 bis 1932 die ersten leistungsfähigen Raketentriebwerke für flüssige Treibstoffe. Diesen ersten, noch verhältnismäßig kleinen Typen folgten bald größere Konstruktionen. Zander widmete sich seiner Arbeit mit leidenschaftlicher Begeisterung. Unermüdlich konstruierte und probierte er und erschloß vor allem neue Erkenntnisse über die Verwendung metallischer Treibstoffe sowie über die Ausnutzung der Sonnenenergie für den Weltraumflug.

Auch andere Schüler und Anhänger Ziolkowskis, wie beispielsweise die Raketenforscher Tichonrawow, Poljorny und Kondratjuk, beschäftigten sich erfolgreich mit der Entwicklung von Flüssigkeitsraketen.

Anfang der dreißiger Jahre war es dann soweit: Eine größere Flüssigkeitsrakete riß sich mit ohrenbetäubendem Getöse von der Erde los und erreichte eine beachtliche Höhe. Das war das erste Glied in der Kette der sowjetischen Raketenerfolge.

Bald erreichten Forschungsraketen Höhen von zehn Kilometern und mehr. 1935 gab es in der Sowjetunion bereits eine ganze Reihe von erfolgreichen Raketen.

In den USA arbeitete vor allem Professor Goddard an der Entwicklung einer größeren Flüssigkeitsrakete, und etwa zur gleichen Zeit wurden auch in Deutschland zahlreiche Raketenversuche durchgeführt. Raketen von Winkler, Riedel, Tilling und anderen Konstrukteuren wurden erprobt, und es erfolgten die ersten zögernden Versuche mit bemannten Raketenfahrzeugen.

Aber in Deutschland waren das für lange Zeit die letzten friedlichen Raketenversuche. Im Jahre 1933 übernahmen die Faschisten die Regierungsgewalt, und der Nationalsozialismus setzte alle verfügbaren Kräfte für Kriegsvorbereitungen ein. Vor allem wurde auch die Raketenforschung zu einem militärischen Geheimprojekt. Die Generale verlangten von den Wissenschaftlern Raketen, mit denen sie über große Entfernungen hinweg friedliche Städte verwüsten wollten. Sie wurden nach langen, äußerst köstspieligen Versuchen schließlich auch gebaut.

In Peenemünde auf Usedom entstand ein Raketenzentrum, in dem etwa 20 000 Menschen an der Entwicklung von Kriegsraketen arbeiteten. Bisher international geachtete Raketenleute wie Wernher von Braun, Dr. Thiel, Dr. Schilling und Dr. Steinhoff gaben sich dafür her, die Rakete zu einem Werkzeug des Massenmordes zu erniedrigen. Auch in den verschiedenen deutschen Rüstungswerken – wie BMW, Messerschmitt, Heinkel – wurde fieberhaft an der Raketenentwicklung gearbeitet.

Während des zweiten Weltkriegs wurde in Deutschland an mehr als 130 verschiedenen Raketenprojekten gearbeitet, von denen jedes eine besondere Tarnbezeichnung hatte. Es entstanden die Raketen „Rheinbote“, „Rheintochter“ und „Wasserfall“, die Flügelbombe „V-1“. Die gefährlichste war die in Peenemünde entwickelte sogenannte „V-2“, die im letzten Kriegsjahr vor allem gegen englische Städte eingesetzt wurde.

Dennoch – mit allen diesen furchtbaren Waffen konnten zwar Städte und Fabriken zerstört werden, nicht aber der Friedenswille von Millionen Menschen, die sich schließlich vereinigten, um den Faschismus zu zerbrechen.

MIT ALKOHOL UND FLÜSSIGEM SAUERSTOFF IN DEN WELTRAUM

Fest oder flüssig?

Großen Aufschwung erlebte die Raketentechnik nach Beendigung des zweiten Weltkrieges. Vor allem in der Sowjetunion und in Amerika, aber auch in England und Frankreich wurden einige äußerst leistungsfähige Triebwerke entwickelt. Die Menschheit näherte sich mit Riesenschritten dem Ziel Weltraumflug.

Viele große Raketen arbeiten heute mit Flüssigkeitstriebwerken. Ein Feststofftriebwerk ist in seinem Aufbau zwar einfacher, aber es hatte bisher auch einige wesentliche Schwächen. Wir haben bereits gehört, daß bei Feststoffraketen der Treibstoffbehälter gleichzeitig als Brennkammer dient. Die Raketenwandungen müssen also sehr widerstandsfähig sein. Bei großen Raketen mußten die Behälterwände entsprechend den Druck- und Temperaturbelastungen unverhältnismäßig schwer werden. Dazu kam, daß das Abbrennen der festen Treibstoffe kaum gesteuert werden konnte – war der Treibsatz einmal gezündet, dann brannte er aus. Ein Abstoppen des Brandes war nicht möglich.

So mußte sich die Verwendung von festen Treibstoffen lange Zeit auf kleinere und mittlere Raketen beschränken.

Als Starthilfen für schwerbelastete Flugzeuge und große Raketen sowie bei der Erforschung der Lufthülle unserer Erde haben sich solche Raketen in hervorragender Weise bewährt.

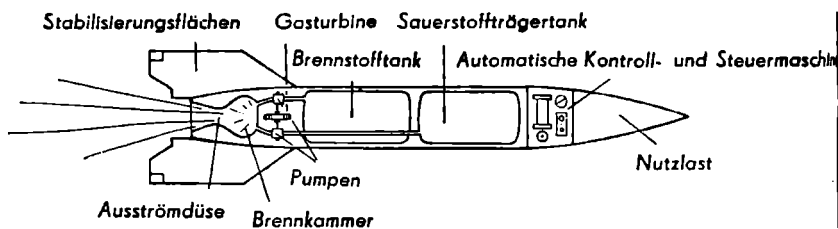
Inzwischen hat man aber gelernt, auch große Feststoffraketen zu bauen, bei denen die bisherigen Schwächen überwunden worden sind. Einige große Feststoffraketen sind heute bereits im Einsatz.

Dennoch wird auch in Zukunft die Flüssigkeitsrakete die entscheidende Rolle spielen. Deshalb wollen wir unsere Aufmerksamkeit dem Aufbau einer solchen Großrakete zuwenden.

„Bauplan“ einer modernen Rakete

Es gibt verschiedene Konstruktionen, doch der grundsätzliche Aufbau der Flüssigkeitsrakete ist immer der gleiche.

Der größte Raum wird von den beiden Treibstoffbehältern beansprucht. Der eine enthält den Brennstoff, der zweite den Sauerstoffträger. Jeder dieser beiden Tanks hat ein Fassungsvermögen von mehreren Tausend Litern. Über diesen Behältern liegt das „Gehirn“ der Rakete, die automatischen Kontroll- und Steuermaschinen. Darüber dann – in der Spitze der Rakete – wird die Nutzlast untergebracht, die von der Rakete befördert werden soll.



FLUSSIGKEITSRAKETE

Im Heck dagegen ist die Brennkammer mit der Ausströmdüse.

Beim Aufstieg der Rakete muß der Treibstoff natürlich aus den Behältern in die Brennkammer gelangen, in der die Verbrennung erfolgt. Das ist nicht so einfach, denn ein Raketenofen ist recht gefräßig. Innerhalb einer Minute kann er rund 10000 Kilogramm Treibstoff verbrauchen. Um diesen Hunger zu stillen, muß also in jeder Sekunde eine gute Badewannenfüllung Treibstoff in die Brennkammer befördert werden.

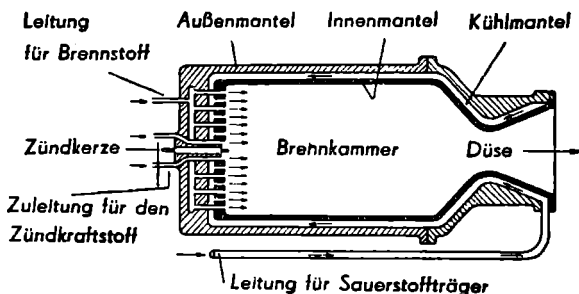
Diese erstaunliche Leistung wird von verhältnismäßig kleinen Pumpen vollbracht, die zwischen der Brennkammer und den Tanks eingebaut sind, und die von einer Gasturbine angetrieben werden.

Das Gas für den Betrieb der Turbine wird entweder in einem besonderen kleinen Gaswerk erzeugt, oder die Turbine wird von einem Teil der Verbrennungsgase aus der Brennkammer betrieben. Dieses Gas, das natürlich

sehr heiß ist, muß erst kräftig gekühlt werden, ehe man es der Turbine zumuten darf.

Die Temperatur der Verbrennungsgase beträgt im allgemeinen einige Tausend Grad Celsius. Das wäre aber auch für die Wände der Raketenbrennkammer zuviel des Guten, denn bekanntlich schmilzt sogar das hitzebeständige Metall Platin bei 1774 Grad Celsius.

Es gibt jedoch eine sehr wirkungsvolle Methode für die Kühlung des Raketenofens, die schon von Ziolkowski beschrieben worden ist: Die Brennkammer wird doppelwandig gebaut, und zwischen beiden Wänden fließt ein Kühlmittel.



REGENERATIVKÜHLUNG

In der Praxis dient dazu meist einer der Treibstoffe, also beispielsweise der Sauerstoffträger. Er wird gezwungen, erst kühlend die Brennkammer zu umfließen, ehe er dann

– zusammen mit dem Brennstoff – durch Düsen in die Brennkammer gepreßt wird. Die Abbildung zeigt deutlich die Bauweise einer solchen doppelwandigen Raketenbrennkammer, wie sie alle modernen Flüssigkeitsraketen haben. In der Fachsprache der Raketenleute wird diese Methode als Regenerativkühlung bezeichnet.

Die Zelle

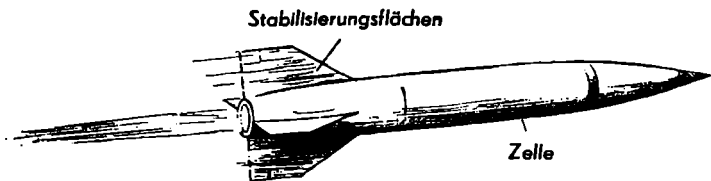
Auf Raketenabbildungen, die manchmal in den Zeitungen erscheinen, ist von diesen Eingeweiden meist nichts zu sehen, denn alle edlen Teile der Rakete sind von einer Hülle umgeben, die als Zelle bezeichnet wird. Sie gibt der Rakete ihre äußere Form.

Die Zelle hat zwei wichtige Aufgaben zu erfüllen: Einmal dient sie als schützende Außenhaut, zum anderen muß sie dem Raketenkörper den nötigen Halt geben. Bei der Konstruktion der Zelle dienen den Raketenbauern als bewährte Vorbilder der Natur die Außenskelette von Insekten und Krebsen. Die Zellen moderner Fernraketen werden aus ganz dünnem Blech angefertigt.

Die äußere Form der Raketen wird vor allem durch den Verwendungszweck bestimmt.

Eine Rakete, die sich in erster Linie in der Lufthülle der Erde bewegen soll, zeigt wohlgerundete Stromlinienform.

An ihrem Heck sind meist vier kurze Flächen zu erkennen. Das sind Stabilisierungsflächen, die die gleiche Aufgabe haben, wie die Federn am hinteren Ende eines Pfeiles. Sie sollen der Rakete einen ruhigen stabilen Flug ermöglichen.



Bei einer Rakete, die in den Weltraum vordringen soll, wird auf die Stromlinienform zugunsten einer größtmöglichen Gewichtsverminderung verzichtet. Das ist deshalb zulässig, weil sie den größten Teil ihrer Flugbahn ohne wesentlichen Luftwiderstand zu überwinden hat.

Treibstoffsorgen

Am Beispiel des Ruderbootes der Familie X haben wir das Gesetz der Rückstoßkraft erkannt. Am weitesten wurde das Boot beim Absprung des Herrn X zurückgestoßen, denn er hatte die größte Masse und zugleich die größte Absprunggeschwindigkeit.

Wollte man erreichen, daß das Boot noch weiter zurückgestoßen wird, dann müßte

entweder: das Boot leichter sein,

oder: Herr X schwerer sein,

oder: Herr X mit einer größeren Geschwindigkeit vom Boot abspringen.

Die beiden ersten Forderungen sind nicht ohne weiteres zu verwirklichen. Die Verstärkung des Rückstoßes müßte also durch erhöhte Absprunggeschwindigkeit erfolgen.

Ähnlich ist es in der Raketentechnik. Auch hier kommt es vor allem darauf an, daß sich die Verbrennungsgase mit einer möglichst großen Geschwindigkeit vom Boden der Raketenbrennkammer stoßen. Denn die Masse der Verbrennungsgase und das Raketengewicht sind nur in verhältnismäßig engen Grenzen veränderlich. Die Raketenleute suchen deshalb ständig nach Treibstoffen, die nach der Verbrennung mit einer möglichst großen Geschwindigkeit die Brennkammer verlassen, oder mit anderen Worten: mit einer möglichst großen Ausströmgeschwindigkeit.

Eine kleine Tabelle mag veranschaulichen, mit welchen Werten die Raketentechniker hier rechnen:

Brennstoff	Sauerstoffträger	Ausströmgeschwindigkeit (theoretisch)
Benzol	Luft	2120 Meter i. d. Sekunde
Alkohol	Salpetersäure	3480 Meter i. d. Sekunde
Alkohol	Wasserstoffsupperoxyd	3580 Meter i. d. Sekunde

Brennstoff	Sauerstoffträger	Ausströmgeschwindigkeit (theoretisch)
Alkohol	reiner Sauerstoff	4 180 Meter i. d. Sekunde
Benzin	reiner Sauerstoff	4 450 Meter i. d. Sekunde
Azetylen	reiner Sauerstoff	4 720 Meter i. d. Sekunde
Wasserstoff	reiner Sauerstoff	5 170 Meter i. d. Sekunde

Damit sind die Raketenleute jedoch noch keineswegs zufrieden, zumal die angegebenen Werte nur theoretisch errechnet sind. In der Praxis werden viel geringere Ausströmgeschwindigkeiten erreicht. Ein Teil geht immer auf das Konto „unvermeidliche Verluste“.

Eine weitere Schwierigkeit ist, daß die Sauerstoffträger bei einigen Treibstoffen recht unangenehme Eigenschaften auslösen. Beispielsweise ist konzentriertes Wasserstoffsperoxyd äußerst empfindlich gegen kleinste Verunreinigungen im Behälter und in den Förderleitungen – es reagiert darauf höchst explosiv. Flüssiger Sauerstoff hat eine Temperatur von minus 180 Grad Celsius, und diese Temperatur kann verhängnisvolle Veränderungen bei bestimmten Stoffen hervorrufen. Gummi wird hart und spröde wie Glas, und Stahl kann rissig werden.

Die wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, welche Schwierigkeiten auf diesem Gebiet zu überwinden sind.

Ein hinkender Vergleich

Bisher haben wir den Rückstoß des Herrn X mit dem der Verbrennungsgase verglichen. Aber dieser Vergleich hinkt, denn Herr X erteilt dem Boot durch seinen Absprung ja nur einen einmaligen Rückstoß. Von der Brennkammer der Rakete aber stoßen sich laufend Verbrennungsgase ab – nämlich solange das Triebwerk arbeitet.

Wollten wir also unser Ruderboot-Beispiel berichtigen, dann müßten wir annehmen, daß nicht nur eine Person vom Boot abspringt, sondern nacheinander vielleicht zwanzig. Dabei wird der erste Springer dem Boot nur eine geringe Geschwindigkeit erteilen, denn er muß das Boot aus der Ruhe heraus beschleunigen. Vor seinem Sprung hat es die Geschwindigkeit null. Beim zweiten Springer sieht es schon anders aus. Wenn er abspringt, bewegt sich das Boot bereits, durch seinen Rückstoß wird die Geschwindigkeit des Bootes erhöht, und so ist es auch beim dritten, vierten, fünften Springer und so fort. Das Boot erreicht also die höchste Geschwindigkeit beim Absprung des letzten Springers.

Dazu kommt außerdem die Tatsache, daß das Boot immer leichter wird. Durch den Rückstoß des ersten Springers mußte die Masse des Bootes und noch die Masse von neunzehn Personen bewegt werden. Beim Absprung des zehnten aber ist diese Gesamtmasse bereits wesentlich verringert – nämlich um die Masse von zehn Per-

sonen, und der letzte hat überhaupt nur noch die Masse des Bootes zurückzustößen.

Auch bei der Rakete nimmt die Masse während des Aufstiegs rasch ab. Eine größere Rakete, die beispielsweise vollgetankt 100 Tonnen wiegt, wovon 80 bis 82 Tonnen auf den Treibstoff entfallen, hat nach 36 Sekunden bereits 25 Tonnen Treibstoff verbraucht, nach 72 Sekunden 50 Tonnen, und nach 108 Sekunden sind insgesamt 75 Tonnen Treibstoff durch die Raketendüse gejagt.

Dabei nimmt die Geschwindigkeit der Rakete zuerst langsam, dann aber immer schneller zu. In der 36. Sekunde hat sie eine Geschwindigkeit von 200 Metern in der Sekunde erreicht, nach 72 Sekunden sind es schon 700 und nach 108 Sekunden sogar 1700 Meter in der Sekunde. Und wenn nach 130 Sekunden der letzte Treibstoffrest im Triebwerk verbrannt ist, dann erreicht unser Feuerpfeil die erstaunliche Geschwindigkeit von 3300 Metern in der Sekunde.

Den Punkt auf der Raketenflugbahn, an dem das Triebwerk zu arbeiten aufhört, nennen die Raketentechniker den Brennschlußpunkt. Jetzt fliegt die Rakete nur noch wie ein hochgeworfener Stein oder wie eine abgeschossene Granate weiter. Dieser Teil des Flugweges heißt deshalb Freiflugbahn. Zum Unterschied davon wird der erste Teil des Flugweges, der also vom Startort bis zum Brennschlußpunkt reicht, als Antriebsbahn bezeichnet.

Die Flugbahn einer Rakete ist um so weiter, je größer ihre Geschwindigkeit am Brennschlußpunkt ist. Diese

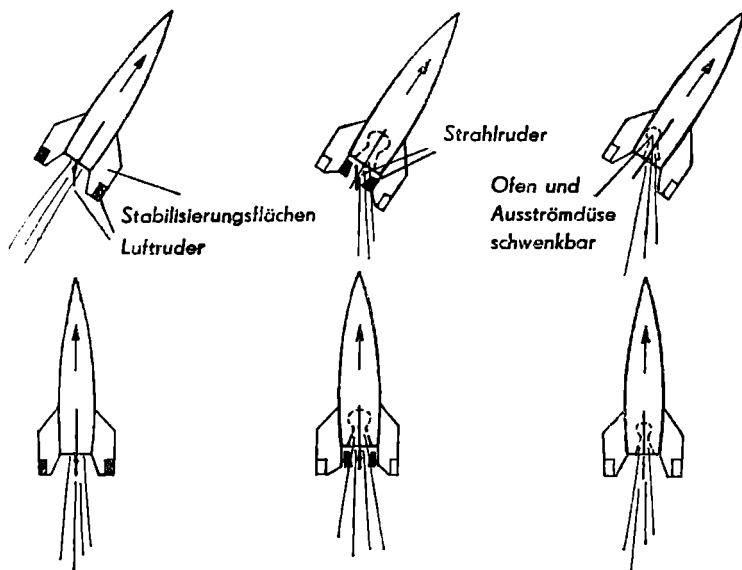
sogenannte Endgeschwindigkeit wird aber nicht nur vom Ausströmtempo der Verbrennungsgase bestimmt, sondern auch davon, wie lange das Raketentriebwerk arbeitet. Das heißt: Je leichter die Rakete selbst gebaut ist, um so mehr Treibstoff kann in ihren Tanks untergebracht werden, um so länger kann die Brennkammer arbeiten. Auch hier könnte man leicht eine Parallele zu unserem Ruderboot finden, aber dieser Vergleich hinkt noch immer. Die Bewegung des Bootes wird nämlich durch den stets gleichbleibenden Widerstand des Wassers gebremst. Dagegen wird der Luftwiderstand, den die Rakete zu überwinden hat, geringer, je weiter sich die Rakete von der Erdoberfläche entfernt. Und auch die Erdanziehung verringert sich mit zunehmender Entfernung von der Erde.

Wie werden Raketen gesteuert?

Es ist nicht damit getan, daß eine Rakete einfach aufgelassen wird. Sie soll möglichst genau eine vorgeschriebene Flugbahn einhalten, und sie soll ebenfalls möglichst genau ein bestimmtes Ziel erreichen. Um das zu gewährleisten, sind die Raketen mit verschiedenen Steuerorganen ausgestattet, die wegen der hohen Geschwindigkeiten besonders leistungsfähig sein müssen.

Vom Flugzeugbau her bekannt sind die Ruderflächen am Höhen- und Seitenleitwerk. Bewegt zum Beispiel der

Flugzeugführer das Seitenruder nach links, dann fliegt seine Maschine nach links. Derartige Luftruder kann man auch an den Stabilisierungsflossen der Rakete entdecken. Diese Ruder können jedoch nur auf einem kleinen Teil der Antriebsbahn wirksam werden, denn am Anfang des Aufstieges ist die Geschwindigkeit der Rakete noch zu gering, und am Ende der Antriebsbahn ist die Luft schon zu dünn.



Eine zweite Möglichkeit, die Flugrichtung der Rakete zu beeinflussen, hat man dadurch, daß die Richtung des Rückstoßes etwas verändert wird. Das kann durch Ruder geschehen, die sich im Auspuffstrahl der Rakete bewegen. Solche *Strahlruder*, wie man sie nennt, müssen natürlich aus bestem feuerfestem Material sein, zum Beispiel aus Graphit, damit sie nicht verbrennen.

Die Richtung des Rückstoßes kann ferner dadurch verändert werden, daß die ganze Brennkammer samt der Ausströmdüse geschwenkt wird. Bei großen Raketen macht man auch von dieser dritten Möglichkeit Gebrauch.

Das sind drei bewährte Methoden, nach denen heute Raketen gesteuert werden. Für die notwendigen Bewegungen der Ruder oder der Brennkammer müssen allerdings besondere Antriebsgeräte vorhanden sein. In der Praxis sind das Motoren, die entweder durch elektrischen Strom, durch Preßluft oder durch Öldruck betrieben werden. Aber auch diese Steuermotoren sind nur „Befehlsempfänger“ – sie setzen sich nur in Bewegung, wenn sie die nötigen Steuerkommandos erhalten. Diese Kommandos werden der Rakete entweder durch Funk von der Erde aus zugeleitet oder durch äußerst empfindliche und komplizierte automatische Kontroll- und Flugüberwachungsgeräte, die in der Rakete selbst eingebaut sind. Mit einer solchen automatischen Programmsteuerung wurde der sowjetische Sonnensputnik auf seine Bahn gebracht.

Ein Feuerpfeil startet

Raketenversuchsfelder liegen meist in menschenleeren Gegenden, in Wüsten oder Steppen, auf Inseln oder Halbinseln, denn der Start einer Großrakete ist durchaus nicht ungefährlich.

Die Raketen der USA werden beispielsweise in den Wüsten von Nevada, Utah, Neu-Mexiko und auf der Halbinsel Florida (Kap Canaveral) erprobt und aufgegeben, aber auch einsame Inseln, wie das Eniwetok-Atoll im Pazifik, müssen als Startplätze für amerikanische Raketen herhalten. Die Engländer führen ihre Raketenversuche vor allem in den weiten Wüsten Australiens durch. Selbstverständlich haben auch die sowjetischen Raumfahrtspioniere ihre Zelte in möglichst wenig besiedelten Gebieten aufgeschlagen.

Zumal wenn es sich um einen noch wenig erprobten Raketentyp handelt, können beim Start die unliebsamsten Überraschungen auftreten. Fehlzündungen können zur Explosion der Rakete führen, oder der Feuerpfeil kann aus der Funksteuerung ausbrechen und eine völlig unbeabsichtigte Flugbahn einschlagen, und manches andere mag passieren.

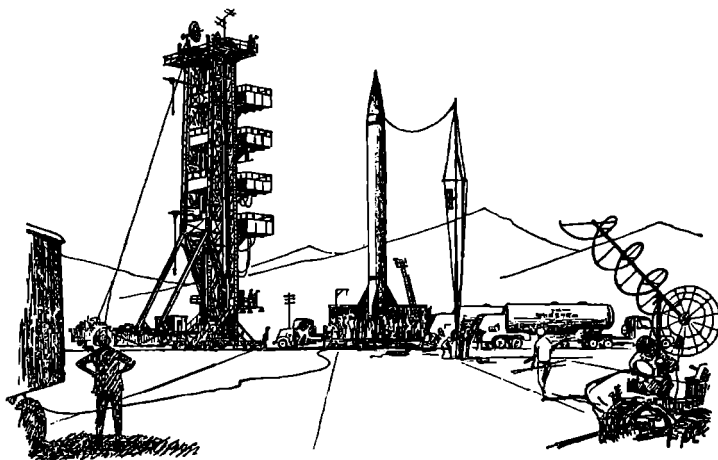
Bezeichnend sind die vielen Mißerfolge, die bei den amerikanischen Satellitenversuchen auftraten. Ein Beispiel soll hier für viele stehen. Die amerikanische Nachrichtenagentur „UP“ berichtet von einem Mißerfolg in Kap Canaveral mit den folgenden Worten:

„... Der Start der Rakete war für 17 Uhr 45 MEZ angesetzt. Wenige Sekunden nach diesem Termin wurde der Treibsatz in der ersten Stufe gezündet. In Bruchteilen von Sekunden spielte sich die Katastrophe ab: Dicht über dem Erdboden schossen aus dem unteren Teil der Rakete gleißende Flammen bis zu sechzig Meter weit über das Versuchsfeld. Neben der Rakete schossen sie etwa acht Meter hoch in die Luft. Für einen Augenblick stand ein orangegelber Flammenball auf dem Versuchsgelände. Dann wurde die Farbe von der ungeheuren Hitzewelle aufgesogen, die bei der Explosion entstand. Das nächste war eine große Rauchwolke, die minutenlang über dem Startgerüst und der zerstörten Rakete stand, bevor sie den Blick auf den Schauplatz der Zerstörung freigab...“

Um solche gefährlichen und äußerst kostspieligen Pannen möglichst zu vermeiden, müssen die Startvorbereitungen mit aller nur erdenklichen Sorgfalt durchgeführt werden. Meist nehmen sie mehrere Stunden in Anspruch.

Wir wissen bereits, daß die Rakete vor dem Start auf einer Plattform senkrecht aufgestellt wird. Dann wird ein Montageturm an den Feuerpfeil herangefahren, und von diesem Gerüst aus überprüfen die Techniker noch einmal alle wichtigen Raketenteile. Von hier aus erfolgt auch der Einbau der wissenschaftlichen Instrumente, die zu Forschungszwecken in die Höhe getragen werden sollen, in den Nutzlastraum der Rakete. Die Meßergebnisse dieser Instrumente werden meist von winzigen

Radiosendern zur Erde hinuntergefunkt – also müssen die Sender ebenfalls dort untergebracht werden.



Gleichzeitig beginnt das Füllen der Treibstofftanks. Nach Abschluß dieser Startvorbereitungen wird der Montage-turm zurückgeschoben.

Jetzt ist die Rakete nur noch durch ein Zündkabel mit dem Raketenleitstand verbunden. Durch dieses elektrische Kabel werden der Rakete alle notwendigen „Be-fehle“ erteilt: Das Triebwerk wird angelassen, die Ven-tile der Treibstoffleitungen öffnen sich, und die Turbinen-pumpen laufen an. Aus dem Heck der Rakete schießt der Strahl der Verbrennungsgase, und langsam, ganz lang-sam hebt sich der Raketenkörper von der Plattform ab.

Für einen Augenblick scheint es, als stünde der helle Raketenkörper auf dem mannsdicken Auspuffstrahl. Aber seine Geschwindigkeit nimmt rasch zu, und immer schneller steigt der Feuerpfeil in die Höhe.

Während dieser ganzen Zeit erfüllt donnerartiges Rollen die Luft. Das Dröhnen und Fauchen des Triebwerks ist selbst dann noch zu hören, wenn die Rakete längst dem Auge entschwunden ist. Verglichen mit diesem Lärm muß die menschliche Stimme recht kläglich erscheinen, die laufend durch Lautsprecher die jeweils erreichte Flugzeit bekanntgibt.

„25... 26... 27...“, zählt diese monotone Stimme.

Eine moderne Großrakete, die die Lufthülle der Erde bis zu einer Höhe von etwa 250 Kilometern erforschen soll, wiegt vollgetankt rund 6000 Kilogramm. Mehr als die Hälfte dieses Gewichts entfällt auf den Treibstoff, der jedoch schon nach etwa 70 Sekunden Brenndauer verbraucht ist. Das Triebwerk hört dann auf zu arbeiten, aber die Rakete klettert immer noch höher und höher – allerdings fliegt sie jetzt in der Freiflugbahn, also wie ein fortgeschleuderter Stein.

Wenn sie in einer Höhe von etwa 280 Kilometern alle Schwungkraft aufgezehrt, den Gipfelpunkt ihrer Flugbahn erreicht hat, mag es für einen Augenblick scheinen, als stünde sie still im Raum. Doch dann folgt sie gehorsam der Kraft der Erdanziehung, und mit zunehmender Geschwindigkeit stürzt sie zurück auf die Erdoberfläche. Die gesamte Flugzeit einer solchen Forschungsrakete beträgt wenige Minuten.

Nur sehr selten werden Raketen auf ihrem Rückweg durch besondere Vorrichtungen gebremst, meist stürzen sie in freiem Fall auf unsere Erde zurück. Nach einem solchen Absturz bleibt nicht allzuviel übrig von dem einstmaligen stolzen Feuerpfeil. Die Rakete schlägt mit der ungeheuren Wucht von etwa 200 Millionen Meterkilogramm auf die Erde auf. Das entspricht der Kraft, mit der 50 Schnellzuglokomotiven mit einer Geschwindigkeit von 100 Stundenkilometern bei einem Zusammenstoß gleichzeitig zusammenrasen würden.

Eine so unzarte Behandlung könnten die empfindlichen Meßinstrumente jedoch nicht vertragen. Für sie ist deshalb ein schonenderer Rückweg vorgesehen. Auf dem höchsten Punkt der Flugbahn werden sie durch eine Pulverladung oder durch eine mechanische Vorrichtung aus der Rakete herausgeschleudert, ein Spezialfallschirm entfaltet sich, und die kostbaren Instrumente pendeln wohlbehalten zur Erde herunter. Auf dem gleichen Wege können übrigens auch Versuchstiere – Mäuse, Ratten, Affen oder Hunde – sicher zur Erde zurückgelangen.

Wenn es den Wissenschaftlern nur darauf ankommt, die gewonnenen Meßergebnisse zu erhalten, wird meist der einfachere Weg gewählt: Kleinere Radiosender nehmen die Meßwerte auf und funken sie als verschlüsselte Radiosignale zu den Bodenstationen.

Die größte Höhe, die bisher mit einer Rakete der beschriebenen Art erreicht wurde, betrug 473 Kilometer. Diese Rekordhöhe wurde am 21. Februar 1958 von einer

sowjetischen Rakete erreicht. (Die entsprechenden amerikanischen Raketentypen erreichten eine Gipfelhöhe von etwa 300 Kilometern.)

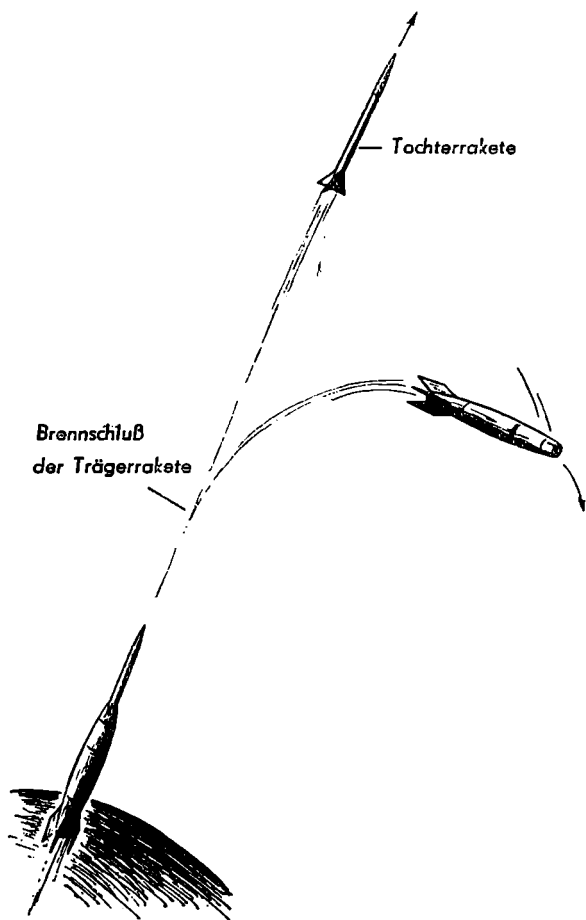
473 Kilometer – das ist ohne Zweifel bereits ein beachtlicher Vorstoß in den Weltraum, aber verglichen mit den gewaltigen Entfernungen, die zwischen den einzelnen Himmelskörpern liegen, ist das sehr wenig. Das Ziel Weltraumfahrt wird also mit diesen Raketenarten kaum zu erreichen sein. Die besten, heute bekannten Treibstoffe sind dafür nicht energiereich genug – ihre Ausströmgeschwindigkeiten sind zu gering – und andererseits können die Raketenkörper kaum noch viel leichter gebaut werden, als es heute schon geschieht.

Und doch gibt es schon eine Möglichkeit, weiter in den Weltraum vorzudringen. Die geeigneten „Verkehrsmittel“ sind die sogenannten Raketenzüge oder Mehrstufenraketen.

Raketenzüge – Schlüssel zum Weltraum

Das Prinzip der Mehrstufenrakete ist – wie vielfach bei großartigen Ideen – verblüffend einfach. Es kommt eigentlich nur darauf an, die Arbeit während des Raketenanstiegs auf mehrere Raketen zu verteilen.

Schon die ersten Raketenpioniere beschäftigten sich mit dem Gedanken, eine möglichst große Rakete zu



nehmen, die an Stelle der sonst üblichen Nutzlast eine kleinere Rakete in die Höhe trägt. In dem Augenblick, wenn die größere Rakete ihre höchste Geschwindigkeit am Brennschlußpunkt erreicht, löst sich von ihr die kleinere Tochterrakete, deren Triebwerk erst jetzt zu arbeiten beginnt.

Es ist leicht einzusehen, daß eine solche zusammengesetzte Rakete weitaus größere Flughöhen und Flugeschwindigkeiten erreichen kann als jede der beiden Einzelraketen für sich allein, denn die Antriebskraft der Tochterrakete wird ja während der ersten Flugstrecke überhaupt nicht in Anspruch genommen. Ihr Triebwerk wird erst angelassen, wenn der Treibstoff der Startrakete aufgebraucht und ihr Triebwerk damit nutzlos geworden ist. Die beiden Raketen lösen sich deshalb voneinander – und während die leergebrannte größere Rakete zur Erde fällt, kann die zweite Raketstufe ihren Aufstieg fortsetzen, ohne eine überflüssige Last mit sich zu schleppen.

So wird es heute auch in der Praxis gemacht. Die Raketentechniker nennen solche zusammengesetzten Feuerpfeile Mehrstufenraketen, und sie unterscheiden dabei zweistufige, dreistufige, vierstufige und so weiter – je nachdem, wie viele Einzelraketen zu einer Mehrstufenrakete vereinigt sind.

Die ersten wissenschaftlichen Unterlagen für die Verwendung von Mehrstufenraketen stammen von Ziolkowski. Lesen wir, was er über diese „Raketenzüge“ (wie er sie nannte) geschrieben hat:

- „1. Unter einem Raketenzug verstehe ich die Vereinigung mehrerer einzelner Rückstoßgeräte, die sich auf einer bestimmten Bahn zuerst in der Atmosphäre, dann im leeren Raum zwischen den Planeten und Sonnen bewegen.
2. Nur ein Teil des Zuges fliegt schließlich auf der endgültigen Bahn weiter, während die übrigen Teile, die nicht genügend Geschwindigkeit besitzen, wieder zur Erde zurückkehren.
3. Soll eine Einzelrakete kosmische Geschwindigkeiten erreichen, so müßte man ihr einen ungewöhnlich großen Brennstoffvorrat mitgeben. Dies macht die Konstruktion von Rückstoßgeräten so außergewöhnlich schwer. Der Zug bietet aber die Möglichkeit, entweder große kosmische Geschwindigkeiten zu erreichen oder sich auf einen verhältnismäßig geringen Vorrat an Treibstoffen zu beschränken.“

Die Überlegungen Ziolkowskis haben sich in der Praxis vollauf bestätigt. Die Ergebnisse entsprechender Versuche mögen am besten zeigen, wie die Leistung einer kleineren Rakete zunimmt, wenn sie zunächst „auf dem Rücken“ einer Startrakete in die Höhe getragen wird:

Rakete	Höchstgeschwindigkeit	Gipfelhöhe
Stufe I (die Startrakete) allein	1,6 km in der Sek.	185 km
Stufe II (die Tochterrakete) allein	1,2 km in der Sek.	70 km
Stufe II auf Stufe I	2,3 km in der Sek.	403 km

Die Sowjetunion verfügt bereits über sehr große und leistungsfähige Mehrstufenraketen. Die sogenannte interkontinentale Rakete kann in kürzester Zeit Entfernungen von einigen tausend Kilometern überbrücken und zu jedem beliebigen Punkt der Erde gesteuert werden. Auf ihrem Flug, der meistens in rund 1000 Kilometer Höhe zurückgelegt wird, kann sie Geschwindigkeiten bis zu 25000 Kilometer pro Stunde erreichen.

Diese interkontinentalen Raketen, die ein machtvolles Mittel zur Festigung der Verteidigungskraft der Sowjetunion darstellen, sind das typische Beispiel einer modernen Mehrstufenrakete.

Auch die sowjetischen Erd- und Sonnentrabanten, die Sputniks, sind von solchen Raketenzügen auf ihre Bahn in den Weltraum gebracht worden. Bewunderung erregte dabei vor allem das enorme Gewicht, das befördert wurde. Wir erinnern uns, daß der dritte Sputnik mehr als 1300 Kilogramm wog und daß seine Bewegungsenergie der Energie von zehn Eisenbahnzügen entsprach, von denen jeder 1150 Tonnen wiegt und eine Geschwindigkeit von 80 Stundenkilometern hat.

Dieser enormen Leistung der sowjetischen Raketen wurde immer wieder besondere Achtung gezollt. Auch die amerikanischen Raketenfachleute mußten sie ohne jede Einschränkung anerkennen, war doch Sputnik III gut hundertmal größer als der größte ihrer eigenen Erdtrabanten.

Die Leistungsfähigkeit der modernen Mehrstufenraketen berechtigt durchaus zu der Annahme, daß es – trotz aller

Schwierigkeiten – wahrscheinlich schon in naher Zukunft gelingen wird, den Gedanken der Weltraumfahrt zu verwirklichen.

„Am Anfang stehen unweigerlich Gedanken, Phantasien und Märchen. Darauf folgt die wissenschaftliche Berechnung. Jedoch zuletzt wird die Verwirklichung den Gedanken krönen.“ Das hat Ziolkowski vor einigen Jahrzehnten gesagt, als der Gedanke vom Weltraumflug von den meisten Menschen noch als haltlose Träumerei angesehen wurde.

Inzwischen haben Wissenschaftler in vielen Ländern – in Deutschland, Frankreich, England, Amerika und besonders in der Sowjetunion – an den notwendigen Berechnungen gearbeitet. Und heute haben wir das große Glück, bereits den Beginn der Verwirklichung miterleben.

DAS TOR WIRD AUFGESTOSSEN

Geschwindigkeit wirkt Wunder

Alle Himmelskörper sind in ständiger Bewegung, denn im Weltraum gibt es keinen Stillstand. Die Monde kreisen um die Planeten, die Planeten bewegen sich zusammen mit ihren Monden um das Zentralgestirn, die Sonne, und das ganze System von Himmelskörpern fliegt gemeinsam mit großer Geschwindigkeit durch den Raum. Alle diese Bewegungen der kosmischen Körper erfolgen nach den Gesetzen der sich ewig bewegenden Materie. Die Kenntnis dieser Gesetze ist für die Weltraumfahrt ungemein wichtig, denn ihnen sind alle Körper unterworfen, die von der Erde in den Weltraum gelangen sollen. Das beginnt schon beim Start.

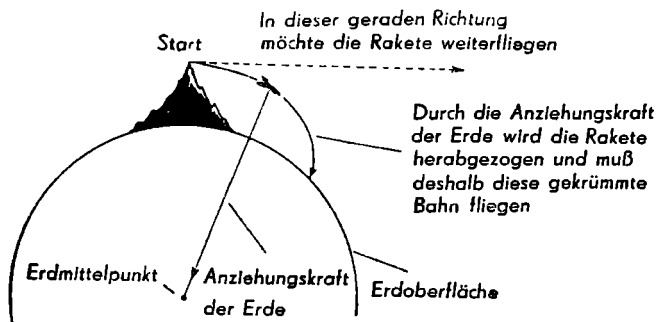
Es wurde bereits gesagt, daß jeder Himmelskörper eine Anziehungskraft besitzt, die es verhindert, daß sich etwas von seiner Oberfläche entfernt und in den Weltraum vordringt. Soll die Anziehungskraft der Erde von einer Rakete überwunden werden, dann muß auf die Rakete eine Kraft einwirken, die der Erdanziehung entgegengesetzt ist. Diese Kraft entsteht durch den Rückstoß der Verbrennungsgase. Je größer die Rückstoßkraft ist, um so größer ist die Geschwindigkeit, die von der Rakete erreicht wird. Und gerade die Geschwin-

digkeit spielt beim Weltraumflug eine hervorragende Rolle.

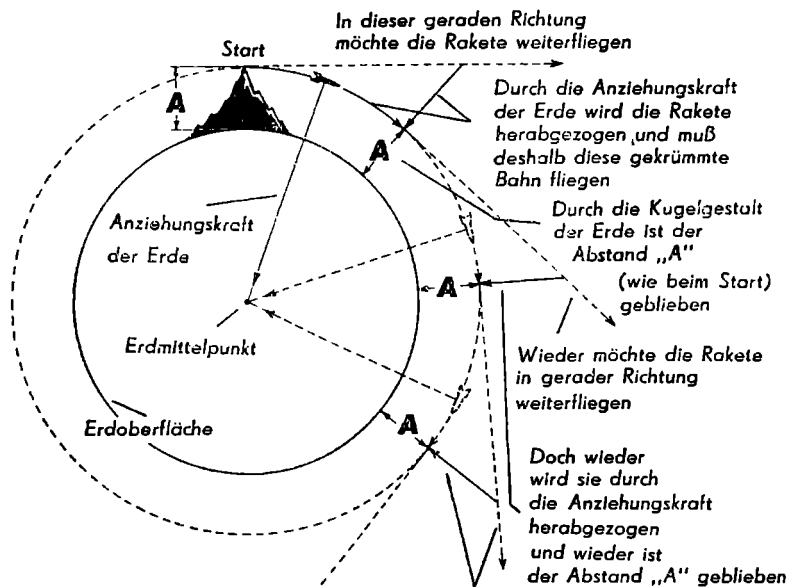
Ein Gedankenexperiment kann uns das deutlich veranschaulichen:

Nehmen wir an, wir stünden auf einem Berg, der so hoch ist, daß er die dichtesten Schichten der Lufthülle unserer Erde um hundert Kilometer überragt. Ein solcher Berg (den es natürlich nirgends auf der Erde gibt) hätte den Vorteil, daß wir den Luftwiderstand nicht zu berücksichtigen brauchten. Vom Gipfel dieses Berges wollen wir in horizontaler Richtung eine Rakete ablassen, die beim Brennschluß eine Geschwindigkeit von 4 Kilometern in der Sekunde erreicht. Die Rakete hat das Bestreben, geradeaus weiterzufliegen, so wie es die Abbildung zeigt. Aber die Erdanziehung zieht die Rakete immer weiter zur Erdoberfläche herunter, und schließlich landet sie auch tatsächlich auf der Erde. In diesem Falle war die Erdanziehung stärker als die Wucht, die in der Rakete steckte.

Beim nächsten Versuch wollen wir eine Rakete ablassen, die bei Brennschluß die doppelte Geschwindigkeit erreicht, also 8 Kilometer in der Sekunde. Dabei kommt es zu einem überraschenden Ergebnis: Die Flugbahn unseres Feuerfeils verläuft auch jetzt nicht in einer geraden Linie, auch jetzt wird die Rakete von der Anziehungskraft ein Stück zur Erde heruntergezogen. Aber während die Rakete zehn Meter zur Erde fällt, ist die Erdoberfläche um die gleiche Strecke zurückgewichen, denn die Erde ist ja eine Kugel, und ihre Oberfläche ist



a) FLUGBAHN BEI 4 km/s



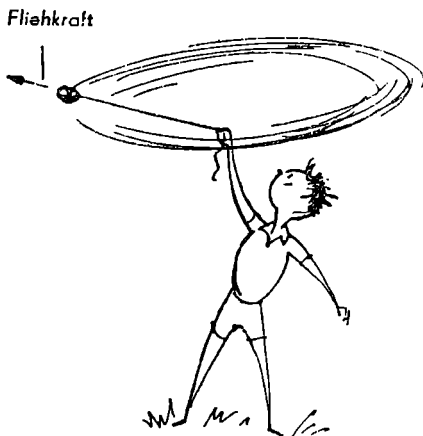
b) FLUGBAHN BEI 7,9 km/s

Dieser Vorgang wiederholt sich laufend, so daß die Rakete dadurch auf einer Kreisbahn um die ganze Erde herumfällt

dementsprechend nicht gerade, sondern gekrümmt. So behält die Rakete stets den gleichen Abstand von der Erdoberfläche – bis sie um die ganze Erde „herumgefallen“ ist.

Und dieses Spiel wiederholt sich immer von neuem; in jeweils anderthalb Stunden fliegt die Rakete auf einer kreisähnlichen Bahn einmal um die Erde herum. Die Rakete ist zu einem künstlichen Mond unserer Erde geworden.

Bei einer Geschwindigkeit von 8 Kilometern in der Sekunde und unter den beschriebenen Bedingungen gibt es für sie keine andere Möglichkeit. Sie kann sich nicht weiter von unserem Planeten entfernen – das verhindert die Anziehungskraft; sie kann aber auch nicht zur Erde herunterfallen – das verhindert eine andere Kraft: die Fliehkraft.



Die Wirkung dieser Kraft können wir kennenlernen, wenn wir einen Stein an einer Schnur befestigen und diese Schleuder dann kreisen lassen. Je schneller wir die Schleuder drehen, um so stärker zerrt die Fliehkraft an unserer Hand, mit der wir die Schleuder festhalten.

Bei unserer Rakete ist die Fliehkraft gerade ebenso groß wie die Anziehungskraft der Erde. Beide Kräfte gleichen sich gegenseitig aus, und der so geschaffene künstliche Mond könnte unseren Planeten ewig umkreisen. Aber da es sogar in einer Höhe von 1000 Kilometern noch verstreute Luftreste gibt, durch die die Bewegung des Trabanten allmählich gebremst wird, fällt er schließlich doch zur Erde und verglüht in den dichteren Schichten der Erdatmosphäre.

Beim Sputnik I geschah das nach einer Lebensdauer von mehr als 90 Tagen – in den ersten Januartagen des Jahres 1958. In der Zeit vom 4. Oktober 1957 bis zum Januar 1958 hat er rund 1500mal unsere Erde umlaufen und dabei etwa 60 Millionen Kilometer zurückgelegt.

Das gleiche Ende finden alle Erdtrabanten, die in verhältnismäßig geringer Entfernung unseren Planeten umlaufen und die keine besondere Einrichtung für die Rückkehr zur Erde besitzen. Aber sowjetische Forscher beabsichtigen, schon in absehbarer Zeit künstliche Monde zu entwickeln, „die für viele Jahrtausende gebaut sind“.

Eine Rakete, die eine Geschwindigkeit von acht Kilometern in der Sekunde erreicht, hat die erste Stufe der Astronautik erklommen (Astronautik heißt soviel wie

Weltraumfahrt). Wir bezeichnen diese Geschwindigkeit als erste astronautische Geschwindigkeit. Beim Start der künstlichen Erdsatelliten wurde sie erreicht.

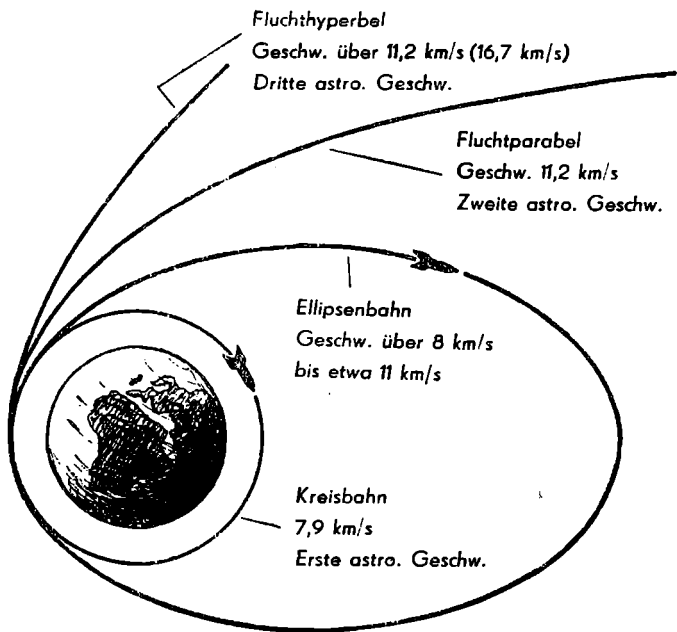
Erreicht ein Körper eine höhere Geschwindigkeit als acht Kilometer in der Sekunde, dann erhält seine Flugbahn die Gestalt einer Ellipse, die um so langgestreckter sein wird, je höher das Tempo ist. Das geht so bis zu einer Geschwindigkeit von etwa elf Kilometern in der Sekunde.

Dann aber gibt es einen Sprung. Überschreitet eine Rakete beim Start von der Erde die Geschwindigkeit von 11 Kilometern in der Sekunde, wird die Fliehkraft größer als die Anziehungskraft.

Ziehen wir noch einmal den Vergleich mit unserer Schleuder. Wenn wir sie zu schnell kreisen lassen, kann es durchaus passieren, daß die Fliehkraft stärker wird als die Haltbarkeit der Schnur; der Bindfaden reißt, und der Stein fliegt davon.

In der Astronautik tritt an die Stelle der Schnur die Anziehungskraft der Erde – und deren Haltbarkeit reicht eben nur bis zu einer Geschwindigkeit von 11 Kilometern in der Sekunde.

Erreicht der Feuerpfeil beim Abflug sehr schnell ein höheres Tempo, dann wird er die Erde nicht mehr in einer geschlossenen Bahn umfliegen, sondern er kann sich von der Fessel der Erdanziehung befreien und davonfliegen. Diese Geschwindigkeit nennt man deshalb auch Fluchtgeschwindigkeit oder zweite astronautische Geschwindigkeit.



Erstmals wurde die zweite astronautische Geschwindigkeit am 2. Januar 1959 vom ersten sowjetischen Sonnensputnik erreicht.

Bisher haben wir der Einfachheit halber immer nur von der Anziehungskraft der Erde gesprochen. Tatsächlich wirkt auf ein künftiges Raumschiff aber auch die Anziehungskraft des riesigen Sonnenballs. Soll eine

Rakete sowohl die Anziehungskraft der Erde als auch die der Sonne überwinden, müßte sie mindestens eine Geschwindigkeit von 16,7 Kilometern in der Sekunde erreichen. Das ist die dritte astronautische Geschwindigkeit.

Diese Zahlen veranschaulichen uns ein wenig von den Schwierigkeiten, die zu meistern sind, wenn auch nur die erste astronautische Geschwindigkeit erreicht werden soll. Die zahlreichen amerikanischen Mißerfolge bei den Versuchen, Erdsatelliten zu starten, legen davon das beredteste Zeugnis ab. Soll die Geschwindigkeit aber weiter anwachsen, dann wachsen die Schwierigkeiten wenigstens ebenso rasch mit, denn in der Raketentechnik gibt es keine geheimnisvollen Zaubertricks. Jeder Erfolg muß auf dem Boden der exakten Naturwissenschaften in angestrengtester Arbeit errungen werden.

Außerdem ist die Geschwindigkeit nicht das einzige Problem, das zu bewältigen ist. Die Astronautik stellt den Menschen neuartige, noch nie dagewesene Aufgaben. Ja, man kann sogar sagen, das Gebiet der Astronautik ist so vielgestaltig und umfangreich wie wohl kein anderer Zweig der modernen Wissenschaft und Technik. Dazu gehören Mathematik, Physik, Atomphysik, Chemie und Elektronik ebenso wie Medizin und Astronomie.

Bedenken wir nur einmal, wie viele Jahrtausende vergehen mußten, ehe die Menschheit ein einigermaßen zutreffendes Bild von unserem Erdball hatte. Vor einigen Jahrhunderten waren nicht einmal alle Kontinente bekannt, und nach ihrer Entdeckung dauerte es noch

einmal viele Jahrzehnte, ehe die Voraussetzungen für zuverlässige Verbindungen zwischen den einzelnen Erdteilen geschaffen waren. Selbst in unserer Gegenwart gibt uns die Erde noch mancherlei Rätsel auf. So wurden beispielsweise bei der Erforschung der Antarktis im Geophysikalischen Jahr vor allem von sowjetischen Wissenschaftlern völlig neue Erkenntnisse gewonnen; und das ist erst der Beginn der Erforschung dieses Teils unserer Erde.

Wenn schon die klimatischen Verhältnisse auf unserem Planeten den Forschern Schwierigkeiten bereiten, welche Probleme ergeben sich da erst für die Astronautik! Der Mensch hat sich seit Jahrtausenden den Lebensbedingungen angepaßt, die auf der Erde herrschen. Der Weltraum ist für uns ein völlig ungewohnter „Lebensraum“, außerdem sind die Bedingungen, die der Mensch hier antreffen wird, heute zum großen Teil noch unbekannt. Ein riesiger Berg von Schwierigkeiten und Problemen ist zu überwinden, ehe daran gedacht werden kann, eine Expedition auf den Mond oder zur Venus zu starten. Es gibt aber heute keinen Zweifel mehr daran, daß diese gewaltige Aufgabe gelöst werden wird.

Wer wird sie lösen?

Wir sind Zeugen eines scheinbaren Wettkampfes zwischen Amerika und der Sowjetunion. Wer wird siegen? Auch in Amerika gibt es fähige Wissenschaftler, aber sie werden behindert in ihrer Forschertätigkeit nicht nur durch die Konkurrenzkämpfe der einzelnen kapitalistischen Konzerne, sondern auch der kapitalistische Staat

nimmt ihnen die Möglichkeit, ihre Fähigkeiten voll zu entfalten. Den Kräften, die den amerikanischen Staat beherrschen, kommt es in erster Linie auf militärische Ziele an, diesem Zweck wird jede wissenschaftliche Forschung untergeordnet. Und der Vorstoß in den Welt- raum ist für sie auch nur eine Frage des militärischen Prestiges.

In einem sozialistischen Staat dagegen kann sich die Wissenschaft ungehemmt entfalten, und nur die sozia- listische Planwirtschaft und Industrie setzen die Wissen- schaftler in die Lage, ihre Pläne in kürzester Zeit zu ver- wirklichen. Das zeigte sich bereits beim Start des ersten sowjetischen Sputnik, den wir mit Recht als eine „Revo- lution in der Wissenschaft“ bezeichnen. Die Erfolge des ersten Starts wurden sehr schnell weiter ausgebaut, und bald folgten dem ersten Erdtrabanten größere und leistungsfähigere Geschwister.

In der Zukunft wird die Überlegenheit des Sozialismus noch deutlicher sichtbar werden. Denn nicht nur, daß es zwischen den einzelnen sowjetischen Forschern, Kon- struktoren und Werken keinen Konkurrenzkampf gibt, sondern die freundschaftliche Zusammenarbeit erstreckt sich auch auf die anderen sozialistischen Länder. Alle notwendigen Arbeiten können erleichtert, hohe Leistungen mit verhältnismäßig geringem Aufwand erzielt werden, wenn die Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten planmäßig auf die ver- schiedenen Länder des sozialistischen Lagers verteilt werden.

Bei der Beobachtung der ersten „Kundschafter im Weltraum“, die seit dem 4. Oktober 1957 unsere Erde und seit dem 2. Januar 1959 die Sonne umkreisen, hat sich eine derartige kraftsparende internationale Zusammenarbeit bereits bestens bewährt.

Fliegende Laboratorien – Kundschafter im Weltraum

Der Flug des ersten Sputnik hat für die Menschheit wohl eine mindestens ebenso große Bedeutung wie seinerzeit die erste Weltumsegelung von Fernão de Magelhães. Es war der erste Vorstoß in bis dahin unerreichbare Räume, und es war gleichzeitig der Auftakt zur Erforschung und Eroberung dieses Neulandes.

Wie seine jüngeren Geschwister war auch Sputnik I ein fliegendes Laboratorium, in dem laufend wichtige Messungen vorgenommen wurden. Für diesen Zweck haben die Ingenieure besondere automatische Meßeinrichtungen entwickelt. Die Übertragung der ermittelten Meßwerte vom Mondbaby zu den Beobachtungsstationen auf der Erde erfolgt laufend durch sehr schnelle Boten – nämlich durch Funksignale, die in jeder Sekunde 300 000 Kilometer zurücklegen.

Das Prinzip der Fernmessung kann mit einer Rundfunkübertragung verglichen werden – nur daß hier an Stelle des Mikrofons empfindliche elektrische Meßinstrumente

die Sender steuern. So dienen zum Beispiel für Temperaturmessungen kleine Metalloxydkristalle als Thermometer, weil sich ihr elektrischer Widerstand bei Temperaturschwankungen stark verändert. Verbindet man das Kristallthermometer mit einer Stromquelle, dann treten bei Temperaturänderungen Stromschwankungen auf, durch die der Satellitensender ebenso gesteuert wird wie ein Rundfunksender durch die Mikrofonströme.

Ähnliche Verfahren werden bei der Messung der kosmischen Strahlen, der Dichte des Meteorstaubes und bei den verschiedenen anderen Untersuchungen angewandt. Aber auch richtige Mikrofone können in einem Mondbaby eingebaut sein. Sie dienen dazu, kleinere Meteoriten zu belauschen. Trifft auf die Membran eines solchen Spezialmikrofons ein Meteorit auf, dann entsteht ein deutliches Knackgeräusch, das per Funk auf die Erde übertragen werden kann.

Die Sputniksendungen, die zur Erde gelangen, werden jedoch nicht nur in Lautsprechern hörbar gemacht, es gibt besondere Spezialgeräte für ihre Auswertung. Hierbei spielen Bildröhren (ähnlich den Fernsehröhren), auf denen die Funkzeichen sichtbar gemacht werden, eine wichtige Rolle, denn mit Hilfe solcher Bildröhren kann jedes einzelne Funkzeichen sehr genau ausgewertet werden.

Selbstverständlich kann ein Sputnik nicht alle notwendigen Messungen durchführen. Die Meßgeräte und Aufgaben werden vielmehr auf mehrere verteilt.

Geschwister Sputnik

Der erste künstliche Erdsatellit der Welt wurde am 4. Oktober 1957 mit einer mehrstufigen Rakete auf seine Bahn im Weltraum gebracht. Ein erster „Stern aus Menschenhand“.

Dieser kleine Mond erhielt (nach dem russischen Wort für Weggenossen) den Namen Sputnik I. Es war eine Kugel mit einem Durchmesser von 58 Zentimetern und mit einem Gewicht von 83,6 Kilogramm. Die Oberfläche der Kugel war aus Aluminiumlegierungen hergestellt und sorgfältig poliert. In ihrem Innern beherbergte sie Meßgeräte und Batterien sowie zwei Sender, die auf den Wellenlängen 15 und 7,5 Metern arbeiteten. Die Ausstrahlung der elektromagnetischen Schwingungen erfolgte durch sogenannte Dipol-Antennen, die wie vier Stacheln aus der Sputnikhülle herausragten. Jeder Funkamateur konnte die charakteristischen di-di-di-dit-Signale des Sputnik auf seinem Kurzwellengerät empfangen.

Die Bahn des Sputnik um die Erde war ellipsenförmig, einmal jagte er verhältnismäßig nahe, in einer Höhe von 210 Kilometern an der Erde vorbei, dann wieder entfernte er sich sehr weit, bis zu 925 Kilometern von ihr. Aber nicht nur der eigentliche Sputnik umkreiste die Erde. Zwei weitere Körper leisteten ihm dabei Gesellschaft, nämlich die Schutzkappe, die den Satelliten beim Aufstieg schützen sollte, sowie die ausgebrannte letzte

Raketenstufe, die in den Zeitungen meist als Träger-
rakete bezeichnet wurde.

Diese Tatsache hatte gezeigt, daß es gar nicht notwendig
ist, den Satelliten aus der Rakete herauszuschleudern,
wenn die bestimmte Bahn im Weltraum erreicht ist. Es
mußte also möglich sein, mit dem gleichen Aufwand einen
viel größeren Erdtrabanten auf seine Bahn zu bringen –
dann nämlich, wenn die letzte Raketenstufe selbst als
künstlicher Mond verwendet wird.

Die sowjetischen Ingenieure haben diese Erkenntnis so-
fort genutzt. Schon am 3. November 1957 umkreiste die
Erde ein zweiter sowjetischer Satellit, bei dem die neue
Erfahrung bereits in die Tat umgesetzt war.

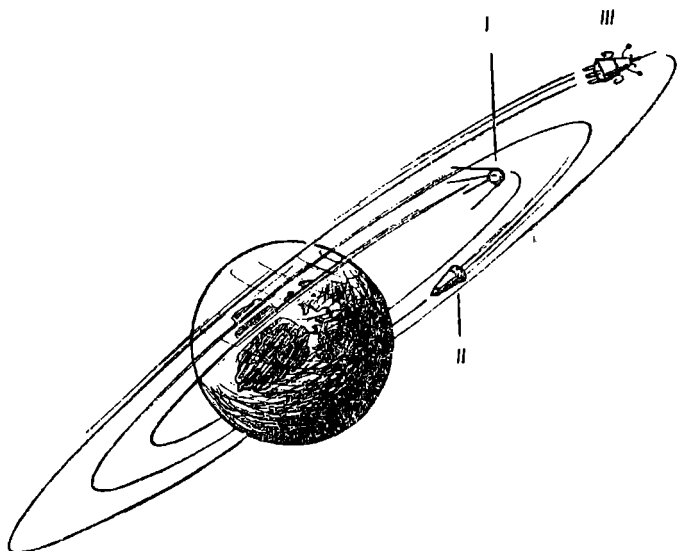
Sputnik II hatte nicht mehr die Form einer Kugel, son-
dern war die ganze letzte Stufe einer mehrstufigen Ra-
kete. Das Gewicht dieses zweiten fliegenden Laborato-
riums betrug 508,3 Kilogramm. Auch beim zweiten Sput-
nik wurden die Meßergebnisse der automatischen Geräte
durch Funk zur Erde übermittelt und in aller Welt emp-
fangen.

Das erstaunlichste aber war, daß mit ihm bereits das
erste Lebewesen in den Weltraum vorgedrungen ist. In
einer Spezialkabine beherbergte er den ersten „Welt-
raumpassagier“ – die Polarhündin Laika, die in lang-
wieriger und geduldiger Arbeit für diese Aufgabe vor-
bereitet und trainiert wurde.

Durch den Weltraumflug der Hündin Laika sollte die
Frage geklärt werden: Wie verträgt ein Lebewesen den
Aufenthalt im kosmischen Raum. Zu diesem Zweck wur-

den alle Lebensfunktionen des Versuchstieres ständig gemessen und durch Funk an die Bodenstationen übermittelt. In einem späteren Abschnitt wird darüber noch manches zu sagen sein.

Auch bei Sputnik II hatte die Flugbahn die Form einer Ellipse, allerdings einer wesentlich ausgedehnteren als beim ersten sowjetischen Trabanten. Die größte Annäherung an die Erde betrug 165 Kilometer – die größte Erdferne 1700 Kilometer.



Der dritte im Bunde der Sputniks wurde am 15. Mai 1958 gestartet. Sputnik III ist bereits ein regelrechtes auto-

matisches Observatorium. Sein Gesamtgewicht beträgt 1327 Kilogramm, das entspricht dem Gewicht von achtzehn erwachsenen Männern. Und davon entfallen 968 Kilogramm auf Forschungsgeräte, Funkgeräte und auf die Stromquellen, die zum Betrieb der Geräte notwendig sind. Sogar mit einem eigenen kleinen Sonnenkraftwerk ist der dritte sowjetische Erdsatellit ausgerüstet.

Die Forschungsgeräte kann man in drei Gruppen einteilen: Zur ersten Gruppe gehören die Geräte zur Erforschung des Weltraums und der Sonne. Durch sie wird zum Beispiel die kosmische Strahlung untersucht und das Auftreten von Meteoriten beobachtet.

Die zweite Gerätegruppe dient dem Studium der physikalischen Eigenschaften der höchsten Schichten der Lufthülle unserer Erde. Der Druck und die Zusammensetzung der Lufthülle sowie das Auftreten von Atomteilchen wird beobachtet, außerdem wird ständig das Magnetfeld der Erde und die elektrische Ladung an der Oberfläche des Sputnik gemessen.

Zur dritten Gruppe gehört die wichtige Hilfsapparatur des Sputnik, die dafür sorgt, daß alle Geräte zum richtigen Zeitpunkt ein- und ausgeschaltet und die gemessenen Werte in der richtigen Reihenfolge und zur richtigen Zeit zur Erde übermittelt werden.

Außerdem verfügt der Sputnik über eine Einrichtung zur automatischen Temperaturregelung. Die meisten der komplizierten und empfindlichen Präzisionsgeräte können nur bei normalen Temperaturen normal arbeiten.

Eine solche Einrichtung wäre auch für ein künftiges bemanntes Weltraumschiff notwendig, da mit ihrer Hilfe die für den Menschen erforderlichen Temperatur- und Luftdruckbedingungen geschaffen werden müßten.

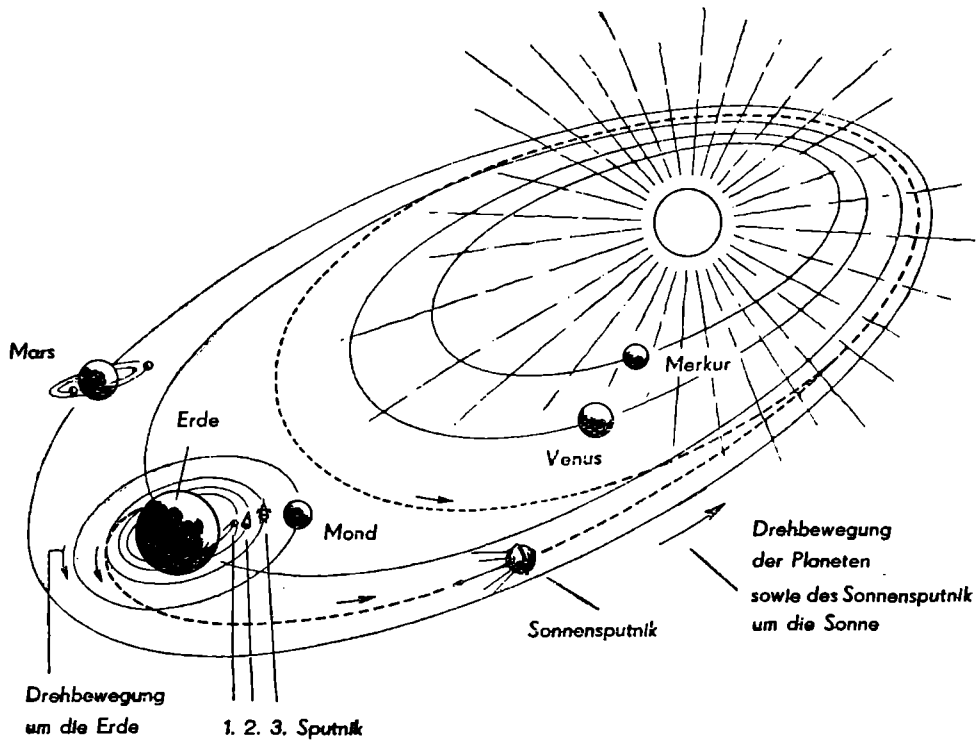
Eine kleine Tabelle, in der einige Daten von den ersten sowjetischen Erdsatelliten zusammengestellt sind, mag das Tempo veranschaulichen, mit dem die sowjetische Astronautik vorwärtsstürmt.

	Sputnik I	Sputnik II	Sputnik III
gestartet am	4. Okt. 1957	3. Nov. 1957	15. Mai 1958
Gewicht	83,6 Kilo	508,3 Kilo	1327 Kilo
größte Erdferne	925 km	1700 km	1880 km
Umlaufzeit um die Erde	96 Min.	102 Min.	106 Min.

Noch eindrucksvoller wird das Bild, wenn wir bedenken, daß – knapp 8 Monate nach dem dritten Sputnik – mit der kosmischen Rakete „XXI. Parteitag“ die zweite astronautische Geschwindigkeit erreicht wird.

Der Sonnensputnik, gestartet am 2. Januar 1959, erreichte die erforderliche Geschwindigkeit von 11,2 km in der Sekunde. Das Gewicht der letzten Raketenstufe (ohne Brennstoff) beträgt 1472 Kilogramm, davon allein die wissenschaftlichen Apparaturen 361 Kilogramm.

Das sowjetische fliegende Laboratorium jagt seinem ersten Ziel – dem Mond – entgegen. An Bord der Rakete befindet sich ein Wimpel mit der Aufschrift: UdSSR Januar 1959.



Bereits am Vormittag des 3. Januar sind 200 000 Kilometer zurückgelegt. Pausenlos funken die Raketensender ihre Meßergebnisse zur Erde: lang-kurz-lang . . . Jedes dieser Signale verrät mehr von den Geheimnissen des Weltraumes, als in den vergangenen Jahrhunderten astronautischer Forschung entschleiert werden konnte.

Am 4. Januar um 3 Uhr 59 wird in einer Entfernung von 7500 Kilometern der Mond passiert, und am 7./8. Januar hat die sowjetische Rakete „XXI. Parteitag“ schließlich ihre endgültige Flugbahn erreicht, eine Bahn, die in gewaltigem Bogen um die Sonne herumführt.

Nach dem Willen des Menschen hat sich die Rakete in einen Stern verwandelt, der in jeweils 15 Monaten einmal die Sonne umwandert.

Auf dem sonnennächsten Teil seiner Bahn ist der künstliche Planet rund 146 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt, und mehr als 197 Millionen Kilometer liegen zwischen ihm und der Sonne, wenn er den sonnenfernsten Teil seiner Bahn durchheilt. Während einer Sonnenumwanderung legt er mehr als eine Milliarde Kilometer zurück.

Wollte man mit einem D-Zug im Hundert-Kilometer-Tempo eine Strecke abfahren, die der Sonnensputnik in einem Monat zurücklegt, dann brauchte man dazu mehr als siebenzig Jahre.

Mit der Geburt dieses neuen Sterns hat die Sowjetunion den zweiten Schritt zur Erforschung und Eroberung des Weltraumes getan. Der erste Schritt erfolgte bereits am 4. Oktober 1957.

Die amerikanischen „Kollegen“

Der Bau und der Start eines künstlichen Mondes kostet sehr viel Geld – so viel, daß sich gegenwärtig nur die beiden reichsten und in technischer Beziehung fortgeschrittensten Länder der Welt – die Sowjetunion und die USA – damit beschäftigen können.

Wir haben bereits in einem früheren Kapitel gesehen, daß die amerikanischen Wissenschaftler nicht nur die enormen technischen Schwierigkeiten zu überwinden haben, die bei solchen Vorhaben auftreten. Die Vereinigten Staaten von Amerika sind ein Land mit einer kapitalistischen Gesellschaftsordnung – ein Land, das beherrscht wird von den reichsten Fabrikbesitzern, den Konzernherren. Mister Rockefeller und Mister Dupont haben die Erfahrung gemacht, daß sie im Krieg am meisten verdienen. An der Entwicklung der friedlichen Forschung und Wissenschaft liegt ihnen nicht viel. Das ist schon an den jährlichen Ausgaben zu erkennen: Für Reklame werden in den USA jährlich rund zehn Milliarden Dollar verausgabt, für das höhere Bildungswesen dagegen kaum fünf Milliarden Dollar.

Die Folgen dieser Einstellung zur Wissenschaft treten vielfältig in Erscheinung. So können in der sozialistischen Sowjetunion jährlich 60 000 junge Ingenieure das Universitätsstudium beenden, in den USA sind es dagegen nur 22 000.

Ein weiteres wesentliches Hindernis für den wissenschaftlichen Fortschritt bedeutet der Konkurrenzkampf zwischen den einzelnen Werken. Jedes Werk ist ängstlich darum bemüht, seine Produktionserfahrungen und Errungenschaften geheimzuhalten, denn jeder Fabrikbesitzer möchte mehr verdienen als der andere. Durch diese Geheimniskrämerei wird schon während der Ausbildung der Wissenschaftler die richtige Verbindung zwischen Theorie und Praxis empfindlich behindert.

Geradezu groteske Formen aber hat der Konkurrenzkampf beim Bau der Satellitenrakete Vanguard angenommen:

Die erste Raketenstufe wird von der Firma „General Electric“ hergestellt.

Die zweite Stufe wird bei der Firma „Aerojet General“ entwickelt.

Die dritte Stufe der Rakete wird von den „Martin-Werken“ gebaut.

Alle drei Werke haben bei der Entwicklung und beim Bau ähnliche oder gar gleiche Schwierigkeiten zu meistern, aber ängstlich hütet jeder seine „Produktionsgeheimnisse“, und alle Arbeiten müssen doppelt und dreifach gemacht werden. Wieviel kostbare Zeit, Kraft und Talent auf diese Weise verschwendet werden, ist kaum zu ermessen.

Die zahlreichen Mißerfolge, die sich bei der Verwirklichung des amerikanischen Satellitenprojektes eingestellt haben, sind eine notwendige Folge der engstirnigen kapitalistischen Produktionsweise.

Vor allem bei einem so fortschrittlichen Zweig der Wissenschaft, wie es die Astronautik ist, zeigt sich besonders deutlich, daß der Kapitalismus in der Wissenschaft schon etliche Jahre hinter dem Sozialismus herhinkt. Man braucht nur die künstlichen Monde zu vergleichen. Während Sputnik III bereits über das stattliche Gewicht von 1327 Kilogramm verfügte, erreichte etwa zur gleichen Zeit der schwerste der USA-Satelliten noch nicht einmal fünfzehn Kilogramm.

Noch entscheidender aber ist die Zuverlässigkeit der künstlichen Monde. Während die Sputniks sicher und zuverlässig ihre vorher berechnete Bahn im Weltraum erreichten, gab es bei den meisten ihrer amerikanischen „Kollegen“ Fehlstarts, abgesehen von den vielen Raketen, die während des Aufstiegs explodierten. Die meisten amerikanischen Satelliten sind entweder nach dem Aufstieg verschollen, oder ihre Funkgeräte haben nicht gearbeitet, oder aus irgendwelchen anderen Gründen waren sie Versager.

Hier eine kleine Übersicht über die ersten USA-Satelliten:

Datum des Versuches	Typ der Trägerrakete	Gewicht d. Satelliten	Bemerkungen
6. 12. 57	Vanguard	2,0 kg	Mißglückt (Fehler im Triebwerk)
26. 1. 58	Vanguard	2,0 kg	Versuch abgebrochen (Fehler an d. Rakete)
31. 1. 58	Jupiter C	9,6 kg	Erfolgreich
5. 2. 58	Vanguard	2,0 kg	Absturz durch Defekt im Steuersystem

Datum des Versuches	Typ der Trägerrakete	Gewicht d. Satelliten	Bemerkungen
24. 2. 58	Vanguard	2,0 kg	Versuch abgebrochen (Fehler im Steuerungssystem)
5. 3. 58	Jupiter C	14,6 kg	Satellit verschollen (4. Stufe nicht gezündet)
7. 3. 58	Vanguard	2,0 kg	Versuch abgebrochen. (Defekt an den Elektroanlagen)
17. 3. 58	Vanguard	1,6 kg	Erfolgreich
25. 4. 58	Vanguard	2,0 kg	Versuch verschoben (Fehler an der Rakete)
28. 4. 58	Vanguard	2,0 kg	Mißglückt. 3. Stufe nicht gezündet

Bis zum gelungenen Start der sowjetischen kosmischen Rakete wurde in den USA viermal ähnliches versucht. Aber keine der amerikanischen Raketen konnte auch nur ein Drittel der Entfernung zwischen Erde und Mond überbrücken. Die erste Rakete explodierte am 17. August 1958 über dem amerikanischen Versuchsgelände von Kap Canaveral 77 Sekunden nach dem Start. Die zweite stieg am 11. Oktober bis in eine Höhe von 128000 Kilometern, erreichte jedoch nicht die vorgesehene Flugbahn, sondern fiel auf die Erde zurück und verglühte in der Luft. Die dritte amerikanische Mondrakete stieg nur 1600 Kilometer und verglühte über der Sahara, und die vierte Rakete erreichte am 6. Dezember 1958 eine Höhe von 102000 Kilometern und fiel ebenfalls wieder zur Erde.

Und wie zurück?

Der erste Sputnik hat die Erde 92 Tage lang umkreist. Insgesamt hat er sie etwa 1400mal umwandert und dabei rund 60 Millionen Kilometer zurückgelegt.

Wie endete er?

Auch in der Flughöhe der Sputniks gibt es noch einige Luftreste, durch deren Reibung die Geschwindigkeit des Satellitenkörpers langsam, aber stetig herabgesetzt wird. Allmählich gewinnt die Erdanziehung Gewalt über ihn, und er kommt immer näher zur Erde – bis die Reibung in der schnell dichter werdenden Luftschicht so stark wird, daß der Satellitenkörper zu glühen beginnt, schmilzt und schließlich wie eine Sternschnuppe verdampft.

Durch Radarbeobachtungen konnte man die letzten Lebensstunden von Sputnik I genau verfolgen. In den ersten Januartagen des Jahres 1958 legte er einen Teil seiner Bahn bereits in verhältnismäßig dichten Schichten der Erdatmosphäre zurück. Seine geringste Entfernung von der Erde betrug nur noch 170 Kilometer.

Da geschah am 3. Januar 1958 etwas Erstaunliches: Auf der Bildröhre des Radargerätes war deutlich zu erkennen, daß der erste künstliche Erdenmond in drei Bruchstücke zerfallen war, und zwar zwischen seinem 1380. und 1395. Umlauf um die Erde. Die Ursache dafür war ohne Zweifel die starke Erhitzung durch den zunehmenden Luftwiderstand.

Am sechsten Januar erfolgte dann eine weitere Aufsplitterung der Bruchstücke. Die geringste Entfernung von der Erde war nun bereits auf 100 Kilometer zurückgegangen, so daß nur noch mit einer kurzen Lebensdauer dieser einzelnen Teile zu rechnen war. Und tatsächlich verglühte in den folgenden Tagen eines nach dem anderen. Das letzte Stück des Sputnik I verglühte zwischen seinem 1490. und 1500. Umlauf um die Erde in der Zeit vom 9. zum 10. Januar 1958.

Ein ähnliches Ende erfahren auch die jüngeren Geschwister des ersten Sputnik und die kleinen amerikanischen Erdtrabanten, denn es ist ein noch ungelöstes Problem, einen Satelliten unbeschädigt und sicher zur Erde zurückkehren zu lassen. Viele Raketenleute erklären, daß es wesentlich schwerer zu lösen sei als der Start eines Satelliten. In erster Linie käme es darauf an, die Geschwindigkeit des künstlichen Mondes beim Eintritt in die dichteren Schichten der Lufthülle so weit zu bremsen, daß die Erhitzung in erträglichen Grenzen gehalten wird.

Das könnte beispielsweise durch ein Rückstoßaggregat erreicht werden. Der Sputnik müßte also Brennstoffvorräte und ein Triebwerk an Bord haben. Außerdem müßte er mit Geräten ausgerüstet sein, die das Triebwerk automatisch in Gang setzen, wenn die Flugbahn näher zur Erde gelangt. Ebenfalls mit einem Rückstoßtriebwerk müßte der Erdanziehung entgegengearbeitet werden, so daß die Fallgeschwindigkeit des Satelliten auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird.

Zu dieser umfangreichen Ausrüstung kämen schließlich noch weitere Geräte, die dafür sorgen müßten, daß die Landung an einem bestimmten Punkt der Erde erfolgt.

Das sind jedoch nur theoretische Überlegungen, denn zu der Zeit, in der dieses Buch geschrieben worden ist, gab es noch keinen Anhaltspunkt dafür, wie die sichere Rückkehr eines Satelliten tatsächlich verwirklicht werden wird.

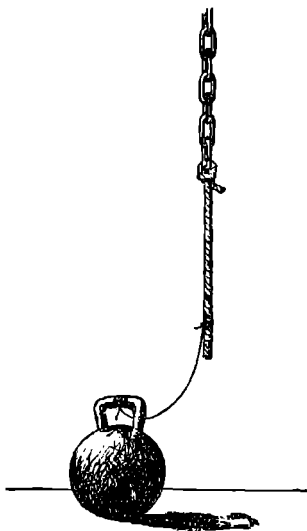
Das ist aber einer der Schwerpunkte der gegenwärtigen Raketenforschung, und es wird mit größtem Eifer daran gearbeitet. Eines Tages soll schließlich auch der Mensch in den Weltraum vordringen. Das ist aber nur möglich, wenn man mit Sicherheit weiß, daß er wohlbehalten zur Mutter Erde zurückkehren kann.

Ohne Zweifel wäre es möglich gewesen, im dritten sowjetischen Sputnik einen Menschen unterzubringen und ihn für einen zehntägigen Aufenthalt auszurüsten. Sowohl der Raum wie auch die Tragfähigkeit hätten ausgereicht. Vor einem solchen Experiment wird jedoch noch mancher unbemannte Satellit gestartet werden, damit wirklich alle Voraussetzungen für einen wirklich gefahrlosen Weltraumflug geschaffen werden können.

Ebenso problematisch sind auch die Pläne zur Landung auf einem fremden Himmelskörper. Viele Fragen sind noch zu klären, nicht zuletzt die Frage, ob der Mensch die Belastung eines Weltraumfluges überstehen kann. Natürlicherweise spielen dabei Tierversuche eine besondere Rolle.

DAS LEBEN IM ALL

Verträgt der Mensch den Weltraum?



Nehmen wir einmal an, wir hätten eine solide Ankerkette, einen Meter Bindfaden und ein Stahlseil miteinander verknüpft und wollten mit diesem kombinierten Seil eine schwere Last heben. Selbstverständlich wird es das Bindfadenende in unserem kombinierten Seil sein, das zuerst reißt, wenn die Last zu schwer wird.

Dieses einfache Beispiel läßt erkennen, daß das Ganze immer nur soviel aushält wie sein schwächstes Glied. Die-

ser Grundsatz hat in der Natur allgemeine Gültigkeit, und er gilt auch für die Weltraumfahrt.

Nun gibt es aber eine Reihe von ernsthaften Astronauten, die den Menschen als das schwächste Glied einer künftigen bemannten Weltraumfahrt ansehen. Das ist

der Grund dafür, weshalb wir uns mit dieser Frage etwas eingehender beschäftigen wollen.

Würde man einen Menschen aus seiner natürlichen Umgebung, in der er entstanden und aufgewachsen ist, herausreißen und ohne alle Hilfsgeräte in den freien Weltraum hinausschleudern, dann hätte er nicht die geringste Aussicht, dort zu überleben. Sein Körper würde von den Meteoren und von den ultravioletten Strahlen durchsiebt und buchstäblich gebraten werden. Ein ungeschützt im Weltraum weilender Mensch liefe Gefahr, durch ungefiltertes Sonnenlicht zu erblinden, im Regen der kosmischen Strahlung unheilbar zu erkranken und bei plötzlicher Drucklosigkeit zu explodieren.

Lange Zeit hindurch haben sich fast ausschließlich Techniker, Physiker, Astronomen und Chemiker mit dem Problem der Weltraumfahrt beschäftigt. Durch die Entwicklung der astronautischen Technik in den letzten Jahren und die realen Perspektiven einer Weltraumfahrt wurde es auch für die Mediziner und Biologen dringend, ihre Arbeit zu beginnen. So entstand ein völlig neuer Zweig der Medizin – die Raumfahrtmedizin.

Ihre Aufgabe ist es, die Lebensmöglichkeiten des Menschen im Weltraum zu sichern und dafür zu sorgen, daß der künftige Raumfahrer die für die Forschungsarbeit notwendige Leistungsfähigkeit behält und auch in seinem Wohlbefinden nicht beeinträchtigt wird.

Aus dem umfangreichen Arbeitsprogramm der Raumfahrtmedizin sind vor allem vier Hauptprobleme zu nennen, und zwar:

1. Wie kann man in einem Weltraumfahrzeug künstlich ein Klima schaffen, in dem der Mensch leben kann?
2. Wie wirken starke Beschleunigungen auf den menschlichen Körper?
3. Wie wirkt die Schwerelosigkeit auf den Menschen?
4. Wie kann der Mensch vor den im Weltraum vorkommenden kosmischen Strahlen geschützt werden?

Die erste Frage scheint sich am einfachsten beantworten zu lassen, denn bei Unterwasserfahrten von Unterseebooten zum Beispiel treten etwa die gleichen Erscheinungen auf, wie sie in einer Raumschiffkabine zu erwarten sind. Auch im Unterseeboot muß man mit technischen Hilfsmitteln Lebensbedingungen schaffen, an die der Mensch gewöhnt ist.

Die Atemluft muß ständig aufgefrischt werden, denn in einer Stunde verbraucht ein Mensch 30 bis 40 Liter Sauerstoff, und dafür atmet er Kohlendioxyd aus. Der verbrauchte Sauerstoff muß also ergänzt und das ausgeatmete Kohlendioxyd aus der Kabinenluft entfernt werden. Wenn die Kabinenluft mehr als 0,5 Prozent Kohlendioxyd enthält, besteht bereits die Gefahr einer Vergiftung.

Der Sauerstoff könnte bei einem Raumschiff ohne weiteres in flüssiger Form in einem Tank mitgeführt und bei Bedarf verdampft werden. Jeder Liter Flüssig-Sauerstoff liefert 789 Liter Sauerstoffgas. Die Aufgabe der Kohlendioxydbeseitigung könnte man grünen Pflanzen übertragen, die bekanntlich dieses Gas wieder spalten. Der

Kohlenstoff wird von der Pflanze gespeichert, während der Sauerstoff in die umgebende Luft abgegeben wird. Immerhin können sonnenbestrahlte Kürbisblätter, die einen Quadratmeter Fläche einnehmen, soviel Sauerstoff abgeben, wie zwei Menschen bei leichter Arbeit benötigen.

Wenn man diesen Kreislauf in einem Raumschiff nutzbar machen wollte, müßte bei der Konstruktion natürlich berücksichtigt werden, daß die Pflanzen zu ihrem Gedeihen viel Licht und Raum brauchen.

Zu den klimatischen Bedingungen in einem Weltraumschiff gehören außerdem Geräte für Heizung, für Regulierung der Luftfeuchtigkeit, für die Schaffung eines ausreichenden Barometerdruckes im Innern der Kabine, und selbstverständlich muß auch an eine ausreichende Wasserversorgung gedacht werden.

Allerdings kann sich der Mensch auch ziemlich weitgehend veränderten Lebensbedingungen anpassen und, zumindestens für einige Zeit, sehr hohe Außentemperaturen ertragen, ohne Schaden zu nehmen. Mit geeigneten Schutzanzügen, und man hat schon verschiedene Typen von Spezialkleidung geschaffen, können sich Menschen ohne weiteres in Temperaturen von 300 Grad Celsius und mehr aufhalten.

Bestimmend für die Ausrüstung eines Raumschiffes ist natürlich das Ziel der Reise. In der Nachbarschaft des Planeten Venus würde es schätzungsweise 50mal mehr Wärme erhalten als im Bereich des Jupiter. Ein für einen Venusflug ausgerüstetes Raumschiff wäre also für einen

Flug zum Jupiter ebenso ungeeignet wie die Ausrüstung einer Äquatorexpedition für die Eisbärenjagd auf Spitzbergen.

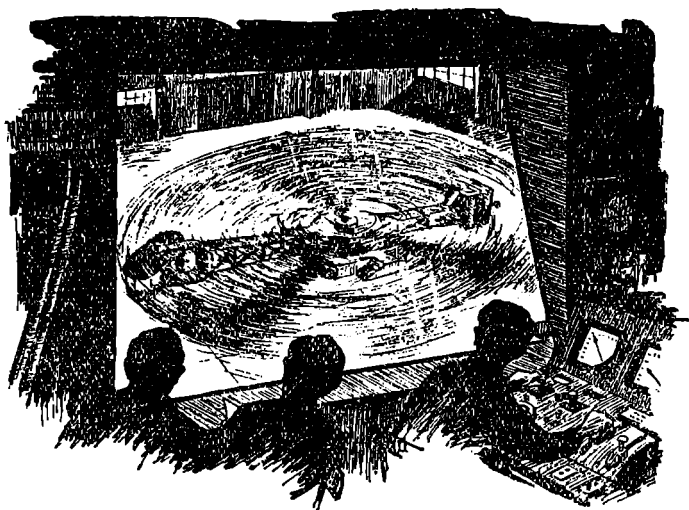
Nicht weniger umfangreich als das Klima-Problem ist das Beschleunigungsproblem für die Raumfahrtmediziner.

Als wir uns mit dem Kanonenprojekt Jules Vernes beschäftigten, haben wir bereits den Begriff Beschleunigungsdruck kennengelernt. Er spielt beim Aufstieg einer Rakete eine große Rolle. Schon bei einem Geschwindigkeitszuwachs von 100 Metern in der Sekunde wäre der Beschleunigungsdruck so groß, daß wir das Gefühl hätten, einen Körper aus Blei zu besitzen. Die Kraft unserer Beine würde nicht ausreichen, das plötzlich so gewaltig vermehrte Gewicht des Körpers zu tragen. Wir würden einfach zusammenbrechen und wären nicht einmal imstande, ein Bein oder einen Arm zu heben.

Auch im Inneren unseres Körpers würde sich die Gewalt der Beschleunigung bemerkbar machen. Unsere inneren Organe, Herz, Leber, Magen, Nieren und so weiter, rissen mit großer Gewalt an den Bändern, mit denen sie im Körper befestigt sind.

In der Raumfahrtmedizin wurde als Maßeinheit für derartige Körperbelastungen die Bezeichnung „g“ eingeführt. Vor das „g“ setzt man die Zahl, die angibt, unter wievielfacher Vergrößerung des Körpergewichts sich ein Mensch befindet. Befindet sich ein Mensch unter „5g“, so bedeutet das: Er befindet sich in einem Zustand, in dem er fünfmal so schwer ist wie normal.

Über die bei großen Beschleunigungen auftretenden Erscheinungen wissen die Weltraummediziner heute schon recht gut Bescheid. Man kann sie nämlich verhältnismäßig einfach im Laboratorium nachgestalten. Für diesen Zweck wurden Zentrifugen gebaut, die – wie ein Karussell – von starken Motoren in sehr schnelle Umdrehungen versetzt werden. Je schneller sich die Arme der Zentrifuge drehen, um so größer wird die auftretende Fliehkraft oder Zentrifugalbeschleunigung (wir erinnern uns an den Versuch mit der Steinschleuder). An den Enden der Zentrifugenarme sind Spezialkabinen angebracht, in denen die Versuchspersonen Platz nehmen.



Während des ganzen Versuches werden die Lebensfunktionen der Versuchspersonen mit empfindlichen Instrumenten überprüft und kontrolliert.

Bei derartigen Versuchen hat man festgestellt, daß der Körper sehr hohe Beschleunigungen ertragen kann, wenn sie von der Brust her zum Rücken hin wirken. Die Astronauten müssen also während der Antriebsperiode quer zur Flugrichtung auf dem Rücken liegen, und zwar auf besonderen Liegen, die so gepolstert sind, daß sie sich eng den Körperformen anschmiegen.

Italienische Forscher arbeiten zur Zeit an Versuchen, die eine weitere Möglichkeit zum Schutz des Menschen bei Überbelastungen ergeben sollen. Sie haben festgestellt, daß Tiere und Menschen große Überbelastungen ertragen können – wenn sie ganz und gar in Wasser getaucht werden.

Diese Möglichkeit hatte bereits Ziolkowski erwogen. In seinem 1891 veröffentlichten Buch „Das Weltraumschiff“ schreibt er: „. . . Flüssigkeit könnte den Menschen bei beliebig steigendem Andruck vor der Zerstörung bewahren. Nicht umsonst wählt die Natur dieses Mittel, wenn sie zarte Organismen vor der Wirkung starker Schläge und Stöße schützen will. So sind zum Beispiel die Keimlinge der Tiere von einer Flüssigkeit umgeben, ähnlich wie auch das Gehirn der höheren Tiere in einer Flüssigkeit schwimmt.“ Allerdings wird noch sehr viel zu tun sein, ehe man dieses Prinzip praktisch anwenden kann.

Das Gefühl übermäßiger Schwere wird nur wenige Minuten anhalten, nur so lange nämlich, wie das Triebwerk

arbeitet. Die Astronauten werden gleich nach dem Abschalten des Triebwerks, wenn das Raumschiff also keinen weiteren Geschwindigkeitszuwachs mehr erfährt, sich mit einemmal ungeheuer leicht fühlen. Alle Gegenstände, die nicht angebunden oder festgeschraubt sind, können frei im Raum schweben. Nach Beendigung der Antriebsperiode herrscht im Raumschiff ein Zustand der Schwerelosigkeit.

Es bereitet einige Schwierigkeiten, sich auch nur vorzustellen, was in diesem Zustand alles passieren könnte. Die Begriffe „oben“ und „unten“ würden ihren Sinn verlieren. Es wäre unmöglich, irgendwo zu stehen, zu liegen oder zu sitzen. Wollte man an einem bestimmten Ort bleiben, dann müßte man sich festbinden, festhaken oder festhalten. Es wäre unmöglich, Kaffee oder eine andere Flüssigkeit aus einer Kanne in eine Tasse zu gießen. Die Astronauten müßten ihre Nahrung – wie Säuglinge – aus einer Flasche saugen.

Die Raumflugmediziner, die sich mit der Wirkung der Schwerelosigkeit auf den Menschen beschäftigen, haben aber noch weitere Sorgen. Schließlich hat sich der menschliche Körper seit Jahrtausenden dem Wirken der Erdanziehung angepaßt. Wie wird er reagieren, wenn er plötzlich in einen schwerelosen Zustand versetzt wird – wenn also keine spürbare Anziehungskraft mehr auf ihn einwirkt?

Es werden die ungewöhnlichsten und merkwürdigsten Versuche unternommen, um darüber Klarheit zu schaffen.

Raumflug findet im Saale statt

Den Raumfahrtmedizinern kommt es darauf an, unter möglichst raumflugähnlichen Bedingungen Versuche durchzuführen.

Eine gute Möglichkeit hierfür ist der Aufstieg von Versuchspersonen mit Ballons. Man verwendet heliumgefüllte Spezialballons mit einer Kunststoffhaut. An solch einem Ballon hängt eine luftdicht abgeschlossene Aluminiumgondel, die mit Geräten und Apparaten vollgestopft ist, so daß inmitten dieses scheinbaren Wirrwarrs gerade noch Platz bleibt für die Versuchsperson, die in einem Spezialanzug steckt. In diesen Anzug sind Atemgeräte und Mikrofone eingebaut sowie Geräte zum Messen von Blutdruck-, Herz- und Pulstätigkeit.

Steigt ein solcher Ballon in eine Höhe von 30 000 Metern, dann befindet sich die Versuchsperson bereits unter welt-raumähnlichen Verhältnissen, da etwa 99 Prozent der Lufthülle der Erde darunter sind. Die noch über dem Ballonfahrer befindliche Luftschicht ist so dünn, daß man seinen Vorstoß getrost als einen Aufenthalt im Vorzimmer zum Weltraum bezeichnen kann.

Der Raumfahrtmediziner Dr. Simons, der einen 32stündigen Ballonaufstieg in eine Höhe von 31 000 Metern unternommen hat, faßte seine Eindrücke in den Worten zusammen: „Phantastisch – die Sterne glühen wie Katzenaugen, und der Himmel ist purpurrot. In dreißig Kilometer Höhe läßt es sich durchaus leben.“

Unentbehrlich für die Forschungsarbeit der Raumfahrt-mediziner sind Versuchstiere, die mit Raketen in noch größere Höhen aufsteigen als die Höhenballons. In den USA werden meist Mäuse und kleine Affen, die mit Raumanzügen versehen sind, in luftdicht abgeschlossenen Kabinen von Raketen in Höhen von hundert bis zweihundertzehn Kilometer gebracht. In der Sowjetunion schickt man vor allem Hunde auf derartige Stippvisiten in den Weltraum.

Bei diesen Versuchen werden durch automatische Geräte medizinische Untersuchungen vorgenommen und gleichzeitig durch eingebaute Filmkameras das Verhalten der Tiere festgehalten.

Hat eine derartige Rakete den Gipfelpunkt ihres Fluges erreicht, wird die Kabine mit dem Versuchstier aus der Rakete herausgeschleudert. An einem Spezialfallschirm kehrt es sicher zur Erde zurück. Kommt es bei einem solchen Versuch in erster Linie darauf an, den Einfluß der kosmischen Strahlung zu studieren, dann öffnet sich der Fallschirm schon in großer Höhe, so daß das Tier möglichst lange der intensiven Strahlung in diesem Höhenbereich ausgesetzt ist. Will man dagegen die Wirkung der Schwerelosigkeit während des freien Falls studieren, kann dafür gesorgt werden, daß sich der Fallschirm erst drei bis vier Kilometer über der Erdoberfläche öffnet.

Nach ihrer Landung zeigten die Tiere keinerlei merkliche Veränderungen in ihrem Betragen oder in ihren Körperfunktionen. Auch die Auswertung der Filmaufnahmen

ließ irgendwelche Störungen im Verhalten der Tiere während des Fluges nicht erkennen. Allerdings haben diese Ergebnisse nur bedingten Wert, da die Versuche immer nur kurze Zeit dauerten. Wenn wir mit dem Finger schnell durch eine Kerzenflamme fahren, tut das nicht weh, halten wir ihn länger in die Flamme, spüren wir bald eine Wirkung.

Den gleichen wunden Punkt hat leider auch ein anderes Verfahren zum Studium der Schwerelosigkeit, das in den letzten Jahren vor allem in der Sowjetunion und in den USA zu großer Vollkommenheit entwickelt worden ist – der sogenannte Parabelflug oder gewichtslose Flug.

Man läßt ein schnelles Flugzeug eine vorher genau berechnete Bahn fliegen, auf der Fliehkraft und Erdanziehung einander das Gleichgewicht halten. Das gelingt aber bestenfalls eine Minute lang. Dennoch wurden bei derartigen Parabelflügen viele wertvolle Erkenntnisse gewonnen.

Bei einigen Menschen traten nach wenigen Flügen ernsthafte Krankheitserscheinungen auf. Manche gaben an, daß ihnen in ihrem Leben noch nie so schlecht gewesen wäre wie im Zustand der Gewichtslosigkeit. Mehr als die Hälfte der Versuchspersonen dagegen erklärte, daß ihnen die Gewichtslosigkeit sogar Spaß gemacht habe. Und das Wichtigste ist, daß sich diese Gruppe nach mehrmaligen Versuchen bereits gut an den Zustand der Schwerelosigkeit angepaßt hatte.

Äußerst interessant sind schließlich auch Versuche, bei denen ein Mensch einige Tage in einer Kabine zubringt,

die so ausgestattet ist, wie die Wissenschaftler sich die Kabine des ersten Raumschiffes vorstellen. Der Luftdruck wird vermindert, die Erneuerung der Atemluft erfolgt auf chemischem Wege, und während der ganzen Zeit wird der Prüfling durch eine Fernsehanlage beobachtet. Er trägt einen Raumanzug, und mit Dutzenden von Instrumenten wird ständig die Funktion seiner Körperorgane kontrolliert. Er kann nichts hören außer seiner eigenen Stimme und nichts anderes sehen als eine Wand mit Geräten.

Auf diese Weise soll untersucht werden, ob sich in der Abgeschlossenheit einer solchen Kabine bei längerer Dauer die körperlichen und geistigen Fähigkeiten eines Menschen verändern.

Aber selbst im besteingerichteten Laboratorium können niemals alle Bedingungen eines echten Raumfluges nachgestellt werden. Deshalb sind Versuche mit Tieren, die in einem künstlichen Mond längere Zeit die Erde umkreisen, eine notwendige Etappe bei der Eroberung des Weltraums durch den Menschen.

Hund im Kosmos

2

Als erster „Weltraumpassagier“ flog mit dem am 3. November 1957 von sowjetischen Weltraumforschern aufgelassenen Sputnik II die Eskimohündin Laika.

Die Kabine, in der der Hund während seines Weltraumfluges untergebracht war, hatte die Form eines Zylinders. In ihr waren auch die Geräte zur Wärmeregulierung, zur Aufrechterhaltung der Atmungsbedingungen sowie die Futtermittelvorräte enthalten. Empfindliche Geräte überwachten laufend die Atmung, den Puls, den Blutdruck und die Herztätigkeit. Durch Funk gelangten die gemessenen Werte zu den Bodenstationen auf der Erde.

Die gründliche Auswertung dieser Funkmeldungen hat ergeben, daß sich bei der Hündin Laika weder während der Beschleunigungsperiode noch unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit schädliche Wirkungen einstellten.

Jedoch nicht nur die Wirkung der Schwerelosigkeit kann mit einem wie Sputnik II „bemannten“ Satelliten untersucht werden, sondern er bietet auch hervorragende Möglichkeiten, die Wirkung der kosmischen Strahlungen auf ein Lebewesen zu erforschen, das heißt, die Wirkung der Röntgenstrahlen, der ultraroten und ultravioletten Strahlen und vor allem auch der winzigen Atomsplitters, die wie rasende Geschosse den Raum durchheilen.

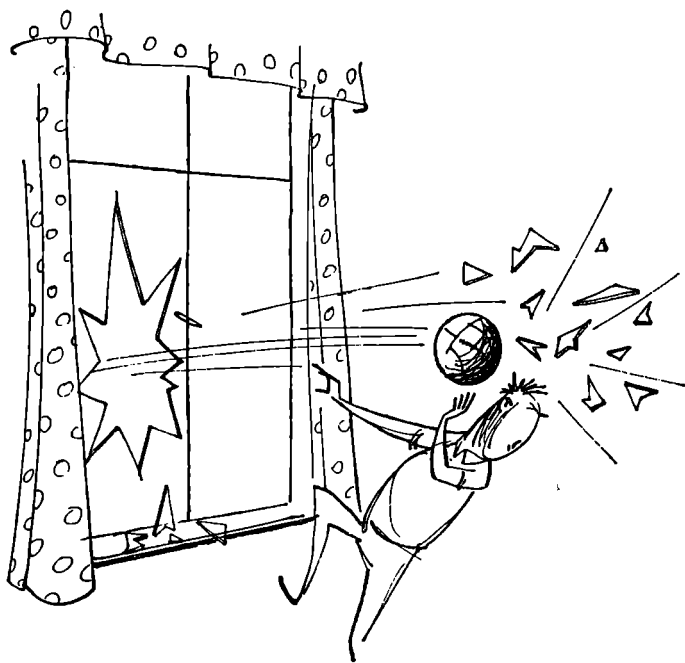
Auf der Oberfläche unserer Erde sind wir vor den kosmischen Strahlungen weitgehend geschützt, denn der größte Teil davon wird von der Lufthülle der Erde aufgefangen. Aber schon in einer Höhe von 200 Kilometern ist die Zahl der kosmischen Teilchen um das 150fache vermehrt, und im freien luftleeren Raum sind es noch weit mehr.

Für die Erforschung der kosmischen Strahlen haben die Sputniks eine sehr große Bedeutung, denn selbst mit den stärksten künstlichen Energiequellen ist es nicht möglich, im Laboratorium ein ähnliches Strahlenmilieu zu schaffen, wie es im freien Weltraum anzutreffen ist. Deshalb wurden Sputnik II und Sputnik III mit vielerlei Geräten zur Strahlenforschung ausgestattet.

Für den lebenden Organismus sind die kosmischen Strahlen, und vor allem die kosmischen Teilchen, äußerst gefährlich. Trifft ein einziges solches Teilchen ein Lebewesen, können an der Aufschlagstelle Tausende Zellen beschädigt werden. Der menschliche Körper ist allerdings aus Billionen von Zellen aufgebaut, so daß noch keine unmittelbare Gefahr besteht, wenn infolge eines Treffers einige Tausend Zellen erkranken.

Aber der Mensch kann auch dann gefährdet werden, wenn ein solches Teilchen auf die Kabinenwandung des Raumschiffes aufschlägt. Die Energie dieser „kosmischen Geschosse“ ist nämlich so groß, daß sie aus dem festen Atomgefüge der Baustoffe einen regelrechten „Teilchenschauer“ herausschlagen können. Das ist etwa so, als ob man hinter einer Glasscheibe steht, gegen die von der anderen Seite ein Fußball geworfen wird. Man wird vom Fußball getroffen und kriegt auch noch die Splitter der geborstenen Scheibe ab.

Die Aufgabe der Wissenschaftler und Techniker muß deshalb sein, ein Verfahren zum sicheren Schutz des Menschen zu entwickeln. Bis heute gibt es darüber jedoch noch keine vollständig abgeschlossenen Projekte.



A. D. Serjapin, der Vorsitzende des wissenschaftlich-technischen Komitees für die Biologie des Weltraumfluges, äußerte über die Zukunftsaussichten, daß die sowjetische Medizin in gemeinsamer Arbeit mit der sowjetischen Technik dafür sorgen wird, „daß in den Weltraumschiffen Bedingungen geschaffen werden, die das Leben des Menschen in keiner Weise gefährden. Und es wird die

Zeit kommen, wo ein Flug von einem Planeten zum anderen in medizinischer Hinsicht genauso gefahrlos sein wird wie heute ein Flug von Moskau nach Leningrad.“

Der nächste Schritt: bemannte Außenstationen

Der erste Plan für eine menschliche Niederlassung im Weltraum wurde von Konstantin Ziolkowski vor mehr als 50 Jahren entwickelt. Er dachte zunächst daran, in einer Rakete – die wie ein kleiner Mond die Erde umkreisen sollte – ein astronomisches Observatorium einzurichten. Später setzte er sich in jahrelanger Arbeit eingehender mit den vielfältigen Fragen einer solchen Station auseinander, und seine Vorstellungen von einer geeigneten „Weltraumwohnung und -Arbeitsstätte“ nahmen immer festere Formen an. Er kam zu der Erkenntnis, daß der Bau eines bewohnten künstlichen Erdtrabanten überhaupt eine entscheidende Etappe bei der Eroberung des Weltraums sein müßte.

Nach Ziolkowski haben sich viele Berufene und auch Unberufene mit den Plänen für derartige Außenstationen beschäftigt. In Zeitschriften wurden bereits eingehende Baubeschreibungen für solche Weltrauminseln veröffentlicht. Solche Baubeschreibungen „bis zur letzten Schraube“ sind jedoch verfrüht. Erst wenn die Meßergebnisse, die durch die Sputnikflüge gewonnen werden,

gründlich ausgewertet sind, wird man genau wissen, welchen Belastungen eine Außenstation gewachsen sein muß. Erst dann kann man darangehen, genaue Pläne zu entwickeln.

Deshalb wollen wir uns hier auf einige grundsätzliche Überlegungen beschränken. Nicht umsonst bezeichnen die ernsthaftesten Astronauten das Projekt der Außenstationen als das schwierigste und wagemutigste der zukünftigen Raumfahrtentwicklung.

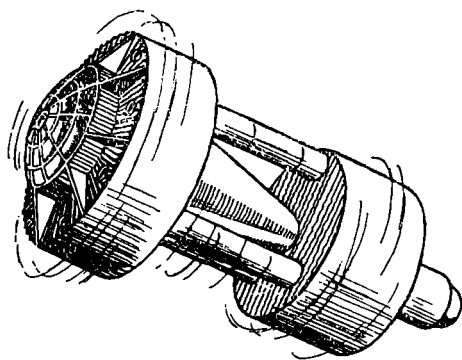
Für die Menschen, die hier längere Zeit leben sollen, müssen gewohnte und erträgliche Lebensbedingungen geschaffen werden. Sie brauchen Vorräte an Nahrungsmitteln und Atemluft, sie sind vor Kälte und Wärme und vor den Gefahren der kosmischen Strahlen zu schützen, und schließlich sollen die Astronauten auch Gelegenheit zu umfangreichen Forschungsarbeiten haben. Die Außenstationen müssen Oasen des Lebens sein in einem lebensfeindlichen Gebiet.

Um diese Bedingungen zu schaffen, wird eine Fülle umfangreicher Geräte und Apparate erforderlich sein. Die bemannten Außenstationen werden also – verglichen mit den Sputniks – riesige Ausmaße haben müssen. Es wird jedoch kaum eine Möglichkeit geben, diese Stationen mit einem Schlag in den Weltraum zu befördern, sondern man wird sie an ihrem Bestimmungsort erst zusammensetzen. Auf einer solchen Überlegung fußt der Plan, den der Raketenforscher Wernher von Braun ausgearbeitet hat. Er rechnet mit zwölf Dreistufenraketen, von denen jede 80 Meter hoch sein und ein Startgewicht von 6400 Tonnen

haben müßte. Von diesem Gewicht entfielen 5600 Tonnen allein auf den Treibstoff. Jede der zwölf Raketen müßte den Flug Erde-Satellitenbauplatz und zurück mehrmals unternehmen, um das gesamte Baumaterial in den Raum zu schaffen. Die Bauteile der künftigen Weltrauminsel sollen dabei als vorgefertigte zusammenlegbare Fertigteile in den Laderäumen der dritten Raketenstufe untergebracht werden.

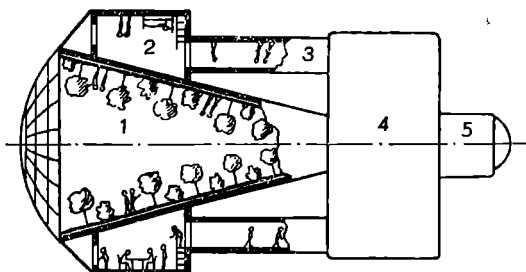
Außer den Start- und Landeplätzen gehören zu einem solchen Projekt auch umfangreiche Bodenstationen für die Flugüberwachung und die Fernsteuerung der Raketen. Die größten Schwierigkeiten würden jedoch beim Zusammenbau der Einzelteile zu einer vollständigen Raumstation auftreten.

Denken wir nur einmal an die Menschen, die die einzelnen Stationsteile zusammenbauen sollen. Sie müssen zu diesem Zweck die schützenden Raketenkörper verlassen und ihre Arbeit im freien Weltraum durchführen. Das wird nur in besonderen Schutzanzügen möglich sein. Man weiß heute bereits recht genau, welche Anforderungen eine solche „Arbeitsschutzbekleidung für Weltraummonteure“ erfüllen muß: Sie soll den darinsteckenden Menschen völlig von seiner Umgebung isolieren, sie muß mit Atemgeräten versehen sein, eine zuverlässige Wärmeisolierung und elektrische Heizanlage besitzen und außerdem den Weltraummonteur gegen alle schädlichen Strahlen schützen. Es ist aber auch denkbar, daß man für den Aufenthalt im Weltraum besondere Arbeitskabinen oder „Raumtaxis“ entwickelt.



Außenstation nach Ziolkowski

oben = Ansicht, unten = Schnitt

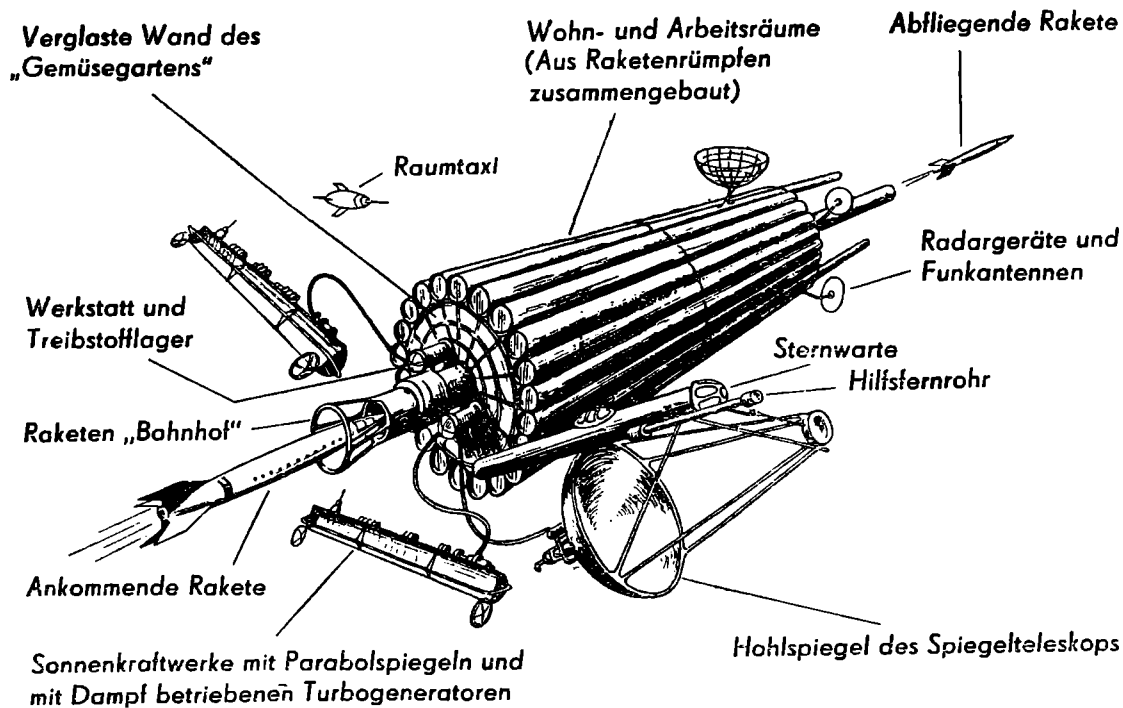


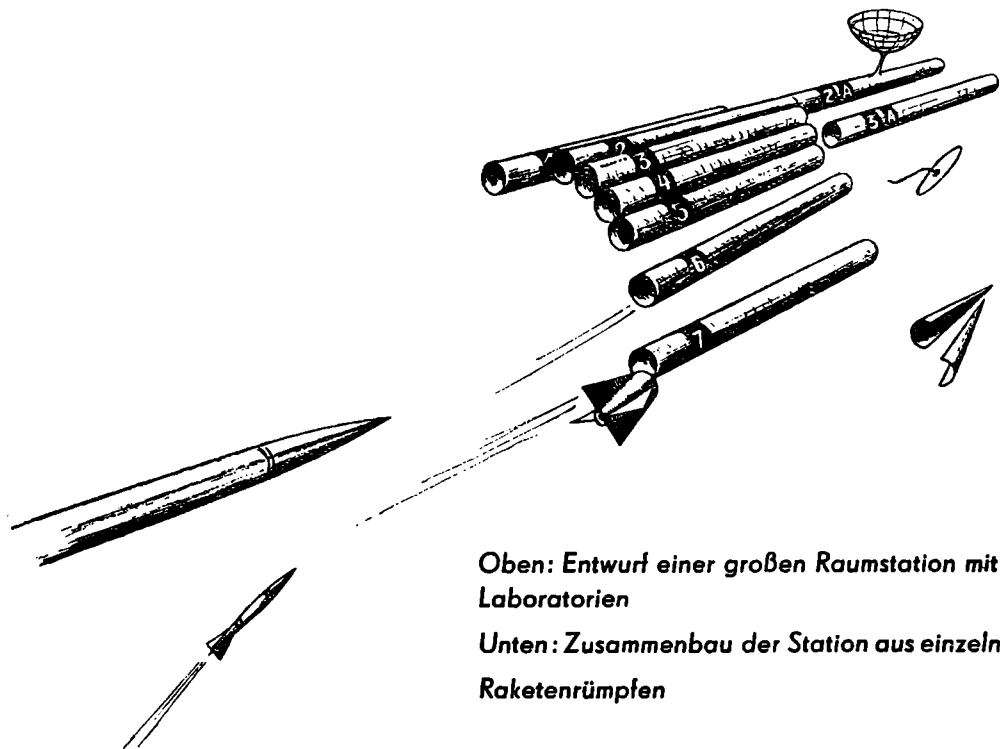
- 1 = Treibhaus
- 2 = Wohnräume
- 3 = Gänge
- 4 = Maschinenraum
- 5 = Observatorium

Namhafte sowjetische Raumfahrtfachleute sind bei der Ausarbeitung eines Planes für eine Raumstation einen völlig anderen Weg gegangen. Sie schlagen vor, nicht einzelne Bauteile – sondern ganze Raketen für den Aufbau einer Weltrauminsel zu benutzen. Dieser Plan hat eine Reihe einleuchtender Vorteile. Statt daß einzelne komplizierte Bauelemente zusammengesetzt sind, können hier besonders konstruierte Raketen zusammenmanövriert werden. Das dürfte um so zweckmäßiger sein, als ja jede Rakete über ihre kompletten Antriebs- und Steuereinrichtungen verfügt. Außerdem brauchten die Raumfahrer die schützenden Räume nicht zu verlassen. Jede Mannschaft könnte so lange in ihrem Feuerpfeil bleiben, bis die ganze Außenstation aufgebaut ist.

Wir sehen, daß die Einrichtung einer bemannten Außenstation ein äußerst kompliziertes, nicht ungefährliches und vor allem ein kostspieliges Unternehmen ist. Und es taucht die Frage auf, ob sich der Bau von solchen Lebensoasen im Weltraum überhaupt lohnt, welchen Nutzen sie haben könnten.

Der Nutzen solcher Stationen im Weltraum wäre unabsehbar, bieten sie doch den verschiedenen Wissenschaften geradezu einzigartige Laboratoriumsbedingungen: tiefste und höchste Temperaturen, eine Luftleere, wie sie in den Laboratorien der Erde selbst mit den leistungsfähigsten Maschinen nicht hergestellt werden kann, sowie eine reiche Auswahl von kosmischen Strahlen.





**Oben: Entwurf einer großen Raumstation mit
Laboratorien**

**Unten: Zusammenbau der Station aus einzelnen
Raketentrümpfen**

Eine große bemannte Außenstation wäre das denkbar beste Laboratorium, um die wissenschaftlichen Grundlagen für weitere Vorstöße in den Weltraum zu erarbeiten.

Hier könnte man astronomische Observatorien mit sehr guten Beobachtungsbedingungen errichten. Der Energie-reichtum der Sonnenstrahlung könnte nutzbringend ausgewertet werden, und mit Hilfe funkmeßtechnischer Geräte wäre man in der Lage, genaue Karten von den Planeten des Sonnensystems zu erhalten.

Ferner könnten solche Inseln im Kosmos als „Umsteige-bahnhöfe“ für weitere Reisen in den Weltraum dienen, denn von ihnen könnten Weltraumschiffe, die zum Mond, zur Venus oder noch weiter fliegen sollen, wesentlich leichter starten als von der Erde. Sie brauchten ja weder eine Lufthülle zu durchstoßen noch widersetzte sich – wie auf der Erde – eine mächtige Anziehungskraft ihrem Start.

Die Weltraumfahrer würden gewissermaßen mit Vor-traketen zum Umsteigebahnhof Rauminsel gebracht werden, und dort könnten sie die bereitstehende Fern-rakete besteigen, mit der sie in die Tiefen des Welt-raumes vordringen.

UND WAS KOMMT DANN?

Das große Ziel: der Mond

Bei der außerordentlichen Geschwindigkeit, mit der sich in unserer Zeit Wissenschaft und Technik entwickeln, wäre es mehr als gewagt, genaue Voraussagen über die Zukunft einer bestimmten Fachrichtung machen zu wollen. Wissenschaftliche Erkenntnisse, die heute noch in den Laboratorien erarbeitet werden, können morgen bereits die allgemeine Entwicklung bestimmen. Das gilt für alle Zweige der Forschung und Technik, besonders aber für die junge, sich schnell entwickelnde Wissenschaft der Astronautik. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß auch in ihrer Weiterentwicklung durch neue Erkenntnisse völlig neue Gesichtspunkte Gültigkeit erlangen.

Der erste Himmelskörper, dem künftige Weltraumfahrer einen Besuch abstatten werden, wird höchstwahrscheinlich der Mond sein, denn er ist unser nächster Nachbar im Weltraum. Die mittlere Entfernung von der Erde zum Mond beträgt rund 384 000 Kilometer.

Nach Ansicht vieler sowjetischer Astronauten können wir mit dem Start der ersten Mondrakete in absehbarer Zukunft rechnen. Wir können heute zwar noch nicht sagen, wie die künftige Mondrakete aussehen und wie die erste Mondexpedition verlaufen wird. Auch können wir uns

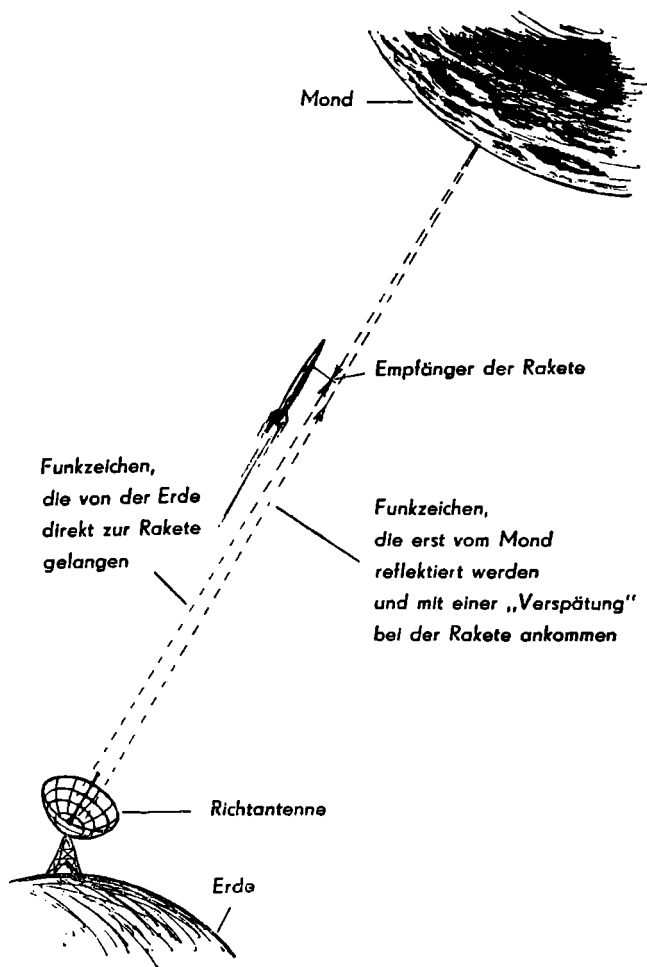
noch kein völlig genaues Bild davon machen, was die ersten Mondbesucher auf unserem Nachbarn vorfinden werden. Aber wenn wir uns auf die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse stützen, können wir zumindest den Generalkurs für die Eroberung des Mondes erkennen.

Die ersten Mondraketen werden ferngesteuert und unbemannt sein. Die komplizierten Steuereinrichtungen, die für solche Flüge notwendig sind, haben ihre Feuerprobe bestanden – und zwar bei den sowjetischen interkontinentalen Raketen sowie beim Start und bei der Flugüberwachung der Sputniks. Für Mondflüge muß das drahtlose Fernsteuersystem jedoch erweitert und vervollkommen werden.

Der Flug einer unbemannten Mondrakete muß von der Erde aus durch besondere Radarstationen überwacht werden, die ununterbrochen Streckenmeldungen geben. Werden Kursabweichungen von der vorher berechneten Flugbahn festgestellt, müssen Funkbefehle die Steuervorrichtungen der Rakete von der Erde aus entsprechend beeinflussen.

Der komplizierteste Teil des Fluges beginnt jedoch erst, wenn sich die Rakete dem Mond bis auf einige tausend Kilometer genähert hat; nun muß nämlich das automatische Landemanöver eingeleitet werden.

Mit Hilfe von Funkmeßgeräten wird laufend die Entfernung der Rakete von der Mondoberfläche gemessen. Unsere Abbildung veranschaulicht das Prinzip einer solchen Funkmessung. Auf der Erde befindet sich eine



leistungsstarke Ultrakurzwellen-Sendestation, deren Funksignale durch eine sogenannte Richtantenne in Richtung des Mondes abgestrahlt werden. Die Wirkungsweise einer solchen Antenne kann man mit dem Reflektor einer Fahrradlampe vergleichen. Sie hat sogar eine ähnliche Form, ist aber natürlich wesentlich größer.

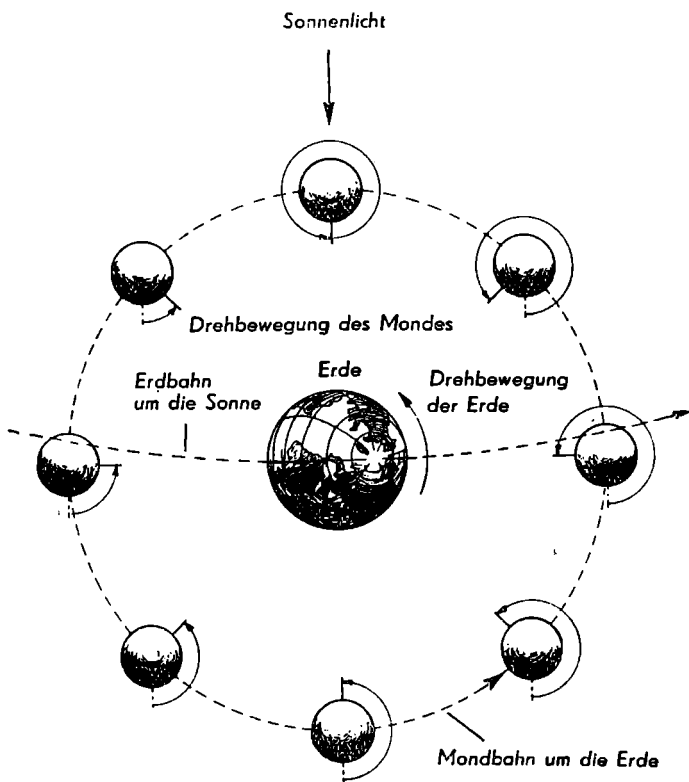
Ein Teil der Funkzeichen gelangt direkt zum Funkempfänger der Rakete, die mit einer Anfangsgeschwindigkeit von rund 11,2 Kilometern in der Sekunde dem Mond entgegenjagt. Ein anderer Teil aber trifft erst auf die Mondoberfläche auf, wird von dort zurückgeworfen und gelangt also mit einer gewissen Verspätung zum Funkempfänger der Rakete. Die Zeitdifferenz zwischen dem Eintreffen des ersten Teils der Signale und dem Eintreffen des verspäteten Teils dient den automatischen Geräten im Innern der Rakete zur Entfernungsbestimmung, denn die Verspätung der Funkzeichen wird um so größer sein, je weiter die Rakete noch vom Mond entfernt ist.

Nach den Angaben eines solchen Höhenmessers wird also das Landemanöver eingeleitet. Automatische Geräte drehen die Rakete mit dem Schwanzteil zum Mond, und das Triebwerk beginnt noch einmal zu arbeiten, um die rasende Fahrt abzubremsen. Ohne dieses Bremsmanöver müßte eine Rakete oder ein Raumschiff bei der Landung zerschellen, denn der Mond besitzt keine nachweisbare Lufthülle, durch die die Geschwindigkeit etwa gebremst werden könnte.

Nehmen wir an, daß unsere unbemannte Rakete diese Landung gut überstanden hat. Sie steht wohlbehalten auf der Mondoberfläche. Sehen wir, was weiter geschieht. Luken öffnen sich, und aus der Rakete rollt ein kleines Raupenfahrzeug, eine Art Sputnik für den Landgebrauch, denn ebenso wie die Sputniks ist dieses unbemannte Gefährt mit einer Vielzahl von automatischen Meßgeräten ausgestattet. Die Arbeit der Geräte beginnt unmittelbar nach der Landung auf dem Mond, und alle Meßergebnisse werden durch Funk an Empfangsstationen auf der Erde übermittelt.

In den Bodenstationen sitzen Wissenschaftler, die den Weg des Raupenfahrzeugs auf der Mondoberfläche durch Fernsteuerung lenken. Diese Aufgabe wird ihnen durch die „Raupe“ selbst ermöglicht – sie ist nämlich mit einer Fernsehkamera und einem vollständigen Fernsehsender ausgerüstet, so daß die Wissenschaftler auf der Erde in der Lage sind, den Weg der Raupe auf dem Bildschirm zu verfolgen und deutlich Einzelheiten der Mondoberfläche zu erkennen.

Der Vater des Projektes ist der bekannte sowjetische Wissenschaftler Juri Chlebzewitsch, Vorsitzender des wissenschaftlich-technischen Komitees für drahtlose Fernsteuerung. Nach seiner Meinung werden die unbemannten ferngesteuerten automatischen Laboratorien bei den Vorstößen in den Weltraum eine wichtige Rolle spielen. Erst wenn wir durch diese „Roboter“ gründliche Kenntnisse über die Weltraumverhältnisse erworben haben, kann man daran denken, auch Menschen auf die Reise in



Umlauf der Erde um die Sonne = 365 Tage = 1 Erdenjahr
 Die Erde dreht sich bei 1 Umlauf um die Sonne = 365mal
 Drehung der Erde 1mal um sich selbst = 24 Stunden = 1 Erdentag
 Umlauf des Mondes um die Erde = ~ 28 Tage
 Der Mond dreht sich bei 1 Umlauf um die Erde = 1mal um sich selbst,
 darum wendet er der Erde immer die gleiche Seite zu.

den Raum zu schicken. Vor den Passagier-Raketen müßten allerdings zahlreiche Lastraketen aufgelassen werden, die alles Notwendige für ein Leben des Menschen auf dem Mond sowie für eine Rückkehr zur Erde enthalten.

Was aber wird der Mensch vorfinden, wenn er in der unwirtlichen Landschaft unseres Nachbarn Fuß gefaßt hat? Der Mond umkreist seit Jahrmillionen wie ein treuer Hund die Erde. Für jede Erdumwanderung braucht er fast 28 Erdentage (nicht etwa Mondtage). Diese Unterscheidung ist notwendig, denn auf unserem Nachbarn gelten völlig andere Zeitbegriffe als auf unserer Erde. Der Mond wendet der Erde immer die gleiche Seite zu. So kommt es, daß jede Hälfte der Mondoberfläche einmal fast 14 Erdentage lang von der Sonne beschienen wird und dann ebenfalls fast 14 Erdentage lang im Schatten liegt. Für jeden Ort auf der Mondoberfläche ist also 14 Erdentage lang Tag, worauf dann eine ebenso lange Nacht folgt.

Für eine Mondexpedition bedeutet dieser Rhythmus eine weitere Schwierigkeit, denn durch das Fehlen einer schützenden und ausgleichenden Lufthülle klettert die Temperatur während des Mondtages bis plus 110 Grad Celsius – in der langen Mondnacht dagegen stürzt sie bis auf minus 100 Grad Celsius.

Die Oberfläche des Mondes ist von Kratern zerklüftet. Bis heute kennen die Astronomen bereits mehr als 30 000 von diesen merkwürdigen ringförmigen Gebirgen, die möglicherweise durch Vulkanausbrüche oder von herabstürzenden Meteoriten erzeugt worden sind. Die

höchsten Gipfel der schroffen Hochgebirge des Mondes ragen bis 9000 Meter empor.

Große Flächen sind mit einer tiefen Staubschicht bedeckt. Eine Lufthülle läßt sich nicht nachweisen. Auf dem Mond gibt es also weder Regen noch Wind. Kein Baum, kein Strauch erfreut das Auge. Und über dieser unwirtlichen Kraterlandschaft hängt am pechschwarzen Himmel unser Erdball – und zwar als zunehmende oder abnehmende Erde, als Vollerde oder Neuerde. Denn ebenso, wie wir von der Erde aus den ständigen Wechsel der Mondphasen beobachten können, ändert sich auch der Anblick der Erde, wenn wir sie längere Zeit vom Mond aus betrachten. (Es wird ja jeweils nur eine Erdhälfte von der Sonne beschienen.)

Die Frage nach der Nützlichkeit einer Mondexpedition läßt sich noch weitgehender beantworten als bei den bemannten Außenstationen. Es wäre durchaus denkbar, daß sich der heute tote und leere Mond nach dem Willen des Menschen in eine bewohnte Welt, in eine Welt voller Leben und Tätigkeit verwandelt.

Der Flug zu den Planeten

Eine Rakete, die ein fahrbares ferngesteuertes Laboratorium zu unserem Nachbar Mond befördern soll, muß schon recht beträchtliche Ausmaße haben. Nach den

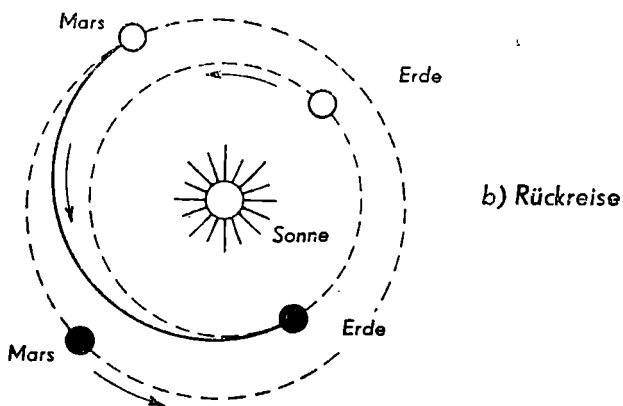
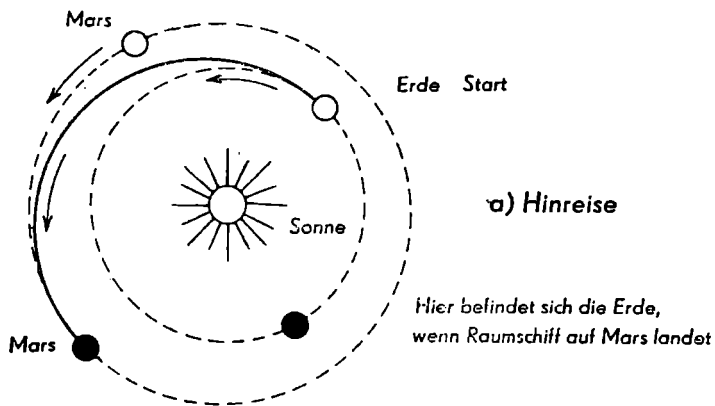
Überlegungen von Juri Chlebzewitsch wird dazu eine Fünfstufenrakete benötigt, bei der die ersten vier Stufen den Flug ermöglichen, während die fünfte Stufe der Landung dient.

An diesem Plan wird intensiv gearbeitet. Der Flug einer solchen Rakete ist heute kein utopisches Märchen mehr, er wird verwirklicht werden, denn dieses Projekt trägt allen naturwissenschaftlichen und technischen Voraussetzungen Rechnung.

Noch allerdings ist es nicht soweit, daß gesagt werden kann: Zum Mars – bitte einsteigen! Unsere Eltern erinnern sich vielleicht daran, welch eine Sensation es für die Menschheit bedeutete, als verhältnismäßig bald nach den ersten primitiven Flugzeugen der reguläre Flugverkehr zwischen Amerika und Europa eröffnet wurde. Das war eine große Leistung, und es gab viele Probleme dabei zu lösen. Aber unvergleichlich größer, entsprechend den erforderlichen Ausmaßen für das Projekt, sind die Schwierigkeiten, die vor einem Weltraumflug noch zu überwinden sind.

Ein Raketenforscher hat errechnet, daß für einen Flug zum Planeten Mars und zurück zur Erde 5320 000 Tonnen Treibstoff erforderlich wären. Das gibt uns ein Bild davon, welchen Umfang ein Raumflugzeug haben müßte.

Noch bedenklicher wird die Sache, wenn wir die zeitliche Dauer einer solchen Reise betrachten. Ein möglichst kraftsparender Flug zum Mars könnte nur auf einer ellipsenförmigen Bahn erfolgen, die an ihrem extremsten Punkt gerade die Marsbahn berührt. Dabei würde



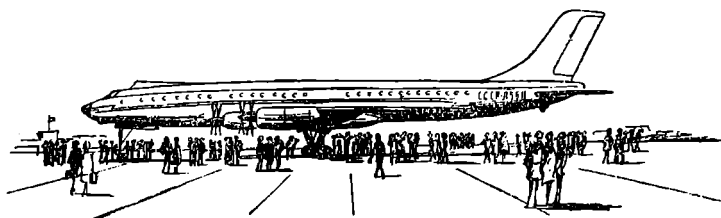
Flugbahn eines Raumschiffes zum Mars

eine Reise von der Erde zum Mars 260 Tage dauern. Die gleiche Zeit würde natürlich die Rückreise in Anspruch nehmen. Rechnen wir zusammen, dann kommen wir also schon auf 520 Tage.

Die Rechnung hat jedoch einen Haken. Die Astronauten könnten nämlich nicht sofort die Rückreise antreten, wenn sie den Mars erreicht haben. Das Raumschiff käme zwar nach 520 Tagen wieder am Ausgangspunkt seines Fluges an, die Erde hätte diesen Ort jedoch längst verlassen. Sie steht ja nicht still im Raum, sondern sie jagt mit einer Geschwindigkeit von rund 110 000 Stundenkilometern um die Sonne. Die Astronauten müßten sich also in der Nähe des Mars aufhalten, bis sie Gewähr hätten, bei ihrem Rückflug auf der Erdbahn auch wirklich die Erde zu treffen. Genaue Berechnungen haben ergeben, daß 449 Tage vergehen müßten, ehe das Raumschiff die Rückreise antreten könnte, erst dann könnte die zweite Hälfte der ellipsenförmigen Flugbahn befliegen werden – erst dann könnten die Astronauten bei ihrem Rückflug wieder mit der Erde zusammentreffen. Insgesamt müßten die Marsbesucher also 969 Tage unterwegs im Weltraum sein.

Wer diese Zahlen in aller Ruhe überdenkt und sich auch darüber klar ist, daß bei einem solchen Flug mit jedem Tropfen Treibstoff geheizt werden müßte und daß bei der geringsten technischen Störung das Leben der Astronauten bedroht ist, der wird verstehen, daß ein solches Vorhaben sehr, sehr sorgfältig vorbereitet werden muß.

An der schließlichen Verwirklichung eines Weltraumfluges brauchen wir heute aber nicht mehr zu zweifeln, wenn wir noch einmal den Vergleich mit der Entwicklung der Luftfahrt anstellen. Noch vor wenigen Jahrzehnten waren die Flugzeuge ungefüge „Kisten“ aus Sperrholz und Leinwand, und die ersten Fluggpioniere waren mehr als glücklich, wenn ihnen mit einem dieser Vögel ein etwas größerer Hopser gelang. Heute befördert ein modernes Flugzeug wie die TU 114 mehr als 200 Passagiere in bequemsten Kabinen. Während des Fluges sorgen Klimaanlage, Küche und Bar für das Wohlergehen der Passagiere. Und selbst bei Fluggeschwindigkeiten von annähernd 1000 Stundenkilometern wird die Arbeit des Flugzeugführers zum Teil durch exakt arbeitende automatische Geräte ersetzt.



Hier haben wir ein Beispiel dafür, daß Leistungen, die vor vierzig Jahren als unmöglich galten, längst zu Selbstverständlichkeiten geworden sind. Eine ähnliche Entwicklung dürfen wir mit Recht von der Astronautik erwarten. Astronomen, Mathematiker, Atomwissenschaftler, Physiker, Chemiker, Physiologen, Biologen, Ärzte und die

Ingenieure der verschiedenen Fachrichtungen arbeiten Hand in Hand an dem gemeinsamen Ziel, dem Menschen den Vorstoß in den Weltraum zu ermöglichen. Die Erforschung und Entwicklung von neuen Antriebsmöglichkeiten hat dafür eine erstrangige Bedeutung.

Bei allen bisherigen Überlegungen sind wir nämlich von den bisher bekannten Triebwerken ausgegangen, und wir haben angenommen, daß die Rakete am Beginn ihres Fluges nur eine verhältnismäßig kurzzeitige Antriebsperiode erlebt. Dann sind die Treibstoffvorräte erschöpft, und den weitaus größten Teil der Reise legt die Rakete antriebslos zurück. Während eines solchen Fluges kann sich die Rakete nur auf einer kraftsparenden Ellipsenbahn bewegen, und wir wissen bereits, daß die Ellipsen um so dickbäuchiger sind, je geringer die Raketengeschwindigkeit ist. Mit zunehmender Geschwindigkeit aber werden die Ellipsen immer langgestreckter. Wir können uns vorstellen, wieviel günstiger und zeitsparender eine Flugbahn zum Mars wäre, wenn ein Raumschiff während der Antriebsperiode eine größere Endgeschwindigkeit erreichte und vielleicht sogar die Triebwerke während der gesamten Flugzeit arbeiteten. Dadurch würde das Raumschiff eine ständige Beschleunigung erfahren, und außerdem hätten die Astronauten wesentlich mehr Möglichkeiten zur Beeinflussung des Fluges, als es beim antriebslosen Flug der Fall ist. Aus diesen Überlegungen ergibt sich die dringende Forderung an die Wissenschaftler, neue Antriebsmöglichkeiten für die Weltraumfahrt zu erschließen.

Das Atom kann helfen

Alle Raketenarten, die wir bisher kennengelernt haben, könnte man mit einem Dampfer vergleichen, der genügend Brennstoff an Bord nehmen muß, ehe er den schützenden Hafen verläßt und auf seine große Reise geht.

Es gibt aber auch Pläne, daß Raumschiffe – wie Segelschiffe – von äußeren Kräften angetrieben werden sollen. Die Kräfte, die in Frage kämen, wären die kosmischen Strahlen, von denen Raumschiffe während ihres Fluges in reichem Maße umgeben sind.

Untersuchungen über diese Antriebsart verdanken wir dem sowjetischen Wissenschaftler Michail Kladijewitsch Tichonrawow, der bereits 1936 sein Buch „Wege zur Verwendung der Strahlenergie für den kosmischen Flug“ veröffentlichte. Tichonrawow schlägt vor, ein Raumschiff für eine interplanetare Reise (das heißt: für eine Reise zwischen den Planeten) mit gewöhnlichen Raketen in eine Höhe von etwa 100 Kilometern zu bringen. Wenn das Raumschiff die dichte Lufthülle der Erde durchstoßen hat, sollen Fotoelemente nach außen gebracht werden, mit deren Hilfe die Strahlungsenergie in elektrische Energie umgewandelt wird.

Die Elektrizität wiederum wird benutzt, um Wasserstoffmoleküle aufzuspalten, die normalerweise aus zwei Wasserstoffatomen bestehen. Die auseinandergebrachten Wasserstoffatome haben das Bestreben, sich möglichst

schnell wieder zu vereinigen, dabei werden dann sehr große Energien frei, die ein ausgezeichnetes Antriebsmittel für Raketen ergeben würden. Wäre es möglich, eine solche gelenkte Wiedervereinigung in der Brennkammer einer Rakete stattfinden zu lassen, könnte man – wie Berechnungen gezeigt haben – Ausströmgeschwindigkeiten bis 14000 Metern in der Sekunde erhalten, und die gesamte Astronautik hätte einen Riesenschritt vorwärts getan.

Leider ist das Problem nicht so einfach zu lösen. Bei der Wiedervereinigung von Wasserstoffatomen müßte man in den Brennkammern mit Temperaturen von etwa 6000 Grad Celsius rechnen. Aber selbst das hitzebeständige Wolfram schmilzt schon bei 1773,5 Grad. Die Raketenwissenschaftler suchen nun nach Mitteln und Wegen, mit denen sie diese gewaltigen Kräfte bändigen können.

Gleiche Bedenken gelten auch für eine andere neuartige Energiequelle, mit der sich die Raketenforschung gegenwärtig sehr intensiv beschäftigt – für die thermischen Atomtriebwerke.

Die grundsätzliche Arbeitsweise einer solchen „Atomrakete“ ist recht einfach zu verstehen. In einem besonderen Raum befindet sich flüssiger Sauerstoff, Helium, Wasser oder irgendeine andere sogenannte Stützmasse. Diese Masse wird – ebenso wie der Treibstoff bei einer Flüssigkeitsrakete – durch einen Atomofen erhitzt, vergast und mit großer Geschwindigkeit aus den Brennkammern herausgejagt. Es ist ja bekannt, welche

enormen Energien bei der Umwandlung von Atomkernen erzeugt werden. Also brauchten Raumschiffe, die mit einem Atomtriebwerk ausgestattet sind, für ihre Reise verhältnismäßig wenig Brennstoff.

Das wäre der große Vorteil einer Atomrakete. Aber noch stärker als bei der Umwandlung der Strahlenenergie wäre die Belastung der Brennkammern, denn einige Millionen Grad würden entstehen. Zwar kennt man heute bereits ein wirksames Verfahren, um die Brennkammerwände gegen so hohe Temperaturen zu schützen – nämlich starke Magnetfelder – aber das würde eine Belastung durch sehr schwere Elektromagneten erforderlich machen.

Außerdem werden in einem Atomreaktor radioaktive Strahlen erzeugt, vor denen die Besatzungsmitglieder eines Raumschiffes unbedingt geschützt werden müßten.

Nach den heutigen Kenntnissen der Atomphysik ist ein wirksamer Strahlenschutz aber nur mit schweren Panzern möglich, die natürlich das Gewicht der Rakete oder des Raumschiffes wiederum sehr belasten würden.

Aber obwohl noch genügend Fragen bei der Erschließung neuer Antriebsmöglichkeiten offen sind, erwarten viele ernsthafte Raketenforscher gerade aus dieser Richtung entscheidenden Auftrieb für die weitere Entwicklung der Weltraumfahrt.

In stets wachsendem Maße erforscht der Mensch die Gesetzmäßigkeiten der Natur und lernt sie beherrschen.

Karl Marx und Friedrich Engels haben gesagt, daß alle bisher durchlebten Epochen nur die Vorgeschichte der

Menschheit waren. Die eigentliche Geschichte der Menschheit beginnt erst mit ihrer Befreiung von Ausbeutung und Unterdrückung.

Erst dann, erst in der sozialistischen Gesellschaft kann sich auch die Wissenschaft völlig frei entfalten, und erst dann ist sie imstande, die stets wachsenden Aufgaben schnell zu lösen. Das beweisen bereits die Erfolge der Sowjetunion, ihre automatischen Fabriken, ihre Atomkraftwerke und nicht zuletzt ihre Sputniks.

KLEINES RAKETENLEXIKON

Aerodynamik. Wissenschaft von der Bewegung der Gase und von der Bewegung fester Körper in Gasen.

Aggregat. Eine Gruppe zusammengehöriger Maschinen.

Alkohole. Chemische Verbindungen, die aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff aufgebaut sind. Die bekanntesten Alkohole sind Holzgeist, Weingeist und Glycerin.

Astronautik. Wissenschaft von den Aufgaben und Problemen der Weltraumschiffahrt.

Astronautische Geschwindigkeiten. Geschwindigkeiten, die ein Weltraumschiff bei Raumflügen erreichen muß. Erste astronautische Geschwindigkeit oder Kreisgeschwindigkeit: 7,9 Kilometer in der Sekunde, reicht aus, um unsere Erde auf einer Kreisbahn zu umfliegen. Zweite astronautische Geschwindigkeit oder parabolo-

ische Geschwindigkeit: 11,2 Kilometer in der Sekunde. Mit ihr kann man dem Anziehungsbereich unserer Erde entfliehen. Ihre Flugbahn gleicht einer Parabel.

Dritte astronautische Geschwindigkeit: 16,7 Kilometer in der Sekunde. Sowohl die Anziehungskraft der Erde wie die Anziehungskraft der Sonne kann damit überwunden werden.

Atmosphäre. 1. Maßeinheit, die angibt, wie stark ein Druck ist, der auf eine Fläche wirkt. Eine Atmosphäre ist der Druck von einem Kilopond auf eine Fläche von einem Quadratcentimeter.

2. Gashölle, die einen Himmelskörper umgibt, zum Beispiel die Lufthölle der Erde.

Ausströmgeschwindigkeit. Geschwindigkeit, mit der die Verbrennungsgase eines Rückstoßmotors aus der Düse getrieben werden.

Ballistik. Lehre von der Bewegung geworfener oder geschossener Körper.

Beschleunigung. Zunahme der Geschwindigkeit in einer bestimmten Zeiteinheit.

Brennkammer. Verbrennungsraum einer Rakete.

Brennpunkt. Punkt, in dem sich die Strahlen vereinigen, die von einem Hohlspiegel reflektiert (zurückgeworfen) werden.

Brennschluß. Zeitpunkt, zu dem der Raketenmotor aufhört zu arbeiten.

Düse. In der Raketentechnik trichterförmige Austrittsöffnung für die Verbrennungsgase am Ausgang des Verbrennungsraumes.

Ellipse. Ovale Fläche, wie sie beim schrägen Durchschneiden eines Kegels entsteht.

Endgeschwindigkeit. Höchstgeschwindigkeit der Rakete bei Brennschluß.

Endmasse. In der Raketentechnik die Masse, die eine

Rakete im Augenblick des Brennschlusses noch besitzt.

Energie. Fähigkeit eines Körpers oder eines Vorgangs, Arbeit zu leisten. Zum Beispiel: Energie der Lage (beim Wasser in einem Staubecken), Energie der Bewegung, magnetische Energie, elektrische Energie, chemische Energie, Wärmeenergie. Treibstoffe der Raketen sind Energieträger.

Erdanziehung. Siehe Schwerkraft.

Fernsteuerung. Steuerung einer fliegenden Rakete durch Funkwellen von einer Bodenstation aus.

Feststoffrakete. Eine Rakete, die von festen Treibstoffen – zum Beispiel Schwarzpulver – angetrieben wird.

Fliehkraft. Nach außen gerichtete Kraft, die bei Drehbewegungen auftritt. Ihre Größe ist abhängig von der Masse des bewegten Körpers und von der Umlaufgeschwindigkeit. Die Fliehkraft ist der Schwerkraft entgegengerichtet.

Flügelrakete. Rakete mit Flügeln. Beim Flug in die dichten Schichten der Atmosphäre kann die Flügelrakete den antriebslosen Flugabschnitt wie ein Segelflugzeug zurücklegen.

Flugstabilität. Gute Eigenschaft einer Rakete, die ständig die gewünschte Lage und Flugrichtung einhält.

Flüssigkeitsrakete. Rakete, die von flüssigen Treibstoffen angetrieben wird.

Führungsstab. Holzstab bei einfachen Pulverraketen, soll das Abweichen von der gewünschten Flugbahn verhindern. Bei größeren Raketen erfolgt die Flugstabilisierung durch Flossen.

Fotoelement. Einrichtung zur Umwandlung von Licht in elektrischen Strom.

Fotozelle. Dasselbe wie Fotoelement.

Gravitation. Siehe Schwerkraft.

Höhenstrahlung. Siehe kosmische Strahlen.

Impuls. Anregung oder ein Anstoß.

Interkontinentale Rakete. Rakete, die die Entfernungen zwischen den Kontinenten überbrücken kann.

Interplanetar. Soviel wie: zwischen den Planeten.

Interstellar. Soviel wie: zwischen den Fixsternen.

Ionosphäre. Sammelname für alle Schichten der Erdatmosphäre in den Höhen von 80 bis 400 Kilometern über der Erdoberfläche.

Katapult. Vorrichtung zum Abschleudern von Flugzeugen oder Raketen. Bei der Verwendung eines Katapultes kann auf eine Startbahn verzichtet werden.

Kilopond. Technische Maßeinheit des Gewichtes und der Kraft. Ein Kilopond ist die Kraft, mit der eine Masse von einem Kilogramm auf seine Unterlage drückt (weil sie von der Erdanziehung angezogen wird).

Kilopondmeter. Technische Maßeinheit der Arbeit. Ein

Kilopondmeter ist die Arbeit, die notwendig ist, um einen Körper von einem Kilopond Gewicht einen Meter hochzuheben.

Koordination. Wörtlich: „Beiordnung“.

Es sind die Größen, mit deren Hilfe man die Lage von Punkten, Geraden oder Ebenen bestimmen kann.

Kopfantrieb. Antriebsweise der Rakete, bei der der Motor in der Raketenspitze sitzt. Dadurch wird sie gezogen – statt, wie bei Schwanzantrieb – geschoben.

Kosmos. Weltraum.

Kosmische Strahlen. Strahlen und winzige Stoffteilchen, die aus dem Weltraum kommen.

Luftruder. Steuerflossen am Raketenkörper (meist am Schwanzende), mit denen der Raketenflug in der Lufthülle gesteuert wird.

Luftwiderstand. Widerstand, den die Luft einem bewegten Körper entgegensetzt. Druck, Reibung, Sog und so weiter.

Masse. Stoffmenge eines Körpers. Die Einheit der Masse sind das Gramm und das Kilogramm. Im Gegensatz zum Gewicht ist der Betrag der Masse nicht in Abhängigkeit von der Schwerkraft veränderlich (vergleiche Schwerkraft).

Meteorit. Kleiner metallischer oder steinerner Körper kosmischen Ursprungs. Beim Eintritt eines Meteoriten in die Lufthülle erhitzt er sich infolge der Reibung an den Luftmolekülen, glüht auf und wird als Sternschnuppe sichtbar.

Meteorologie. Wissenschaft von den Vorgängen in der Erdatmosphäre und von den Witterungserscheinungen.

Molekül. Kleinste Einheit einer chemischen Verbindung. Sie besteht aus mindestens zwei Atomen (gleicher oder verschiedener Art).

Nitroglyzerin. Sprengöl, das durch Einwirken von Salpetersäure auf Glycerin entsteht; wird zur Dynamitherstellung verwendet.

Parabel. Kurve, deren Zweige sich in einer Richtung bis ins unendliche erstrecken. Eine Parabel entsteht, wenn durch einen Kegel ein Schnitt geführt wird, der parallel zu einer Seitenlinie verläuft.

Photonen. Lichtquanten.

Pulverrakete. Siehe Feststoffrakete.

Rakete. Durch Rückstoß angetriebener Körper, der den notwendigen Treibstoff mit sich führt.

Reflexion. Rückstrahlung.

Roboter. Automat, der bestimmte Arbeiten ohne menschliche Aufsicht ausführen kann.

Rückstoßprinzip. Von Isaac Newton im Jahre 1687 entdecktes Naturgesetz. Es besagt: Kraft und Gegenkraft, Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich, haben aber genau entgegengesetzte Richtung.

Satellit. Ständiger Begleiter eines Planeten, zum Beispiel

unser Mond. Die Sputniks sind künstliche Satelliten der Erde.

Sauerstoff. Geruch- und farbloses Gas, dessen Vorhandensein die Voraussetzung für jeden Verbrennungsvorgang ist. Bei einer Temperatur von -190 Grad Celsius wird Sauerstoff flüssig.

Schallgeschwindigkeit. Geschwindigkeit des Schalls in der Luft $- 333$ Meter in der Sekunde. Umgerechnet auf eine Stunde ergibt das eine Geschwindigkeit von rund 1200 Stundenkilometern.

Schubkraft oder kurz: Schub. Rückstoßkraft des Raketenantriebes. Die Maßeinheit der Rückstoßkraft ist das Kilopond.

Schwanzantrieb. Antriebsart der Rakete, bei der der Motor im Raket Heck sitzt. Die Rakete wird geschoben.

Schwerkraft. Kraft, die auf jeden Körper durch die Anziehung der Erde ausgeübt wird.

Die Größe der Schwerkraft ist auf allen Himmelskörpern je nach ihrer Masse verschieden.

Stabilität. Sicherheit eines Körpers gegen Richtungsänderungen. Siehe auch Flugstabilität.

Stabilisierungsflossen. Flächen am Heck der Rakete, die bei Flügen in der Erdatmosphäre für die Stabilität des Raketenfluges sorgen.

Steuermaschine. Gerät zur automatischen Steuerung von Raketen während des Fluges.

Stickstoff. Geruch- und farbloses Gas, in dem Menschen und Tiere ersticken. In der Raketentechnik wird Stickstoff oft als Druckgas zur Förderung von Flüssigkeiten verwendet.

Strahlruder. Steuerflossen, die im Strahl der Verbrennungsgase stehen. Sie ermöglichen im luftleeren Raum eine Steuerung der Rakete.

Stratosphäre. Schicht der Luft-hülle der Erde zwischen 10 und 70 Kilometer Höhe.

Stufenprinzip. Hintereinanderschaltung mehrerer selbst-tätiger Einzelraketen.

Tangente. Eine Gerade, die einen Kreis (eine Ellipse oder Parabel) an einem Punkte be-rührt.

Thermoelement. Zwei zu-sammengelötete Drähte aus verschiedenen Metallen, die bei Erwärmung elektrischen Strom liefern.

Trabant. Begleiter (siehe: Sa-tellit).

Troposphäre. Unterste dich-teste Schicht der Erdatmo-sphäre; reicht bis in eine Höhe von zehn Kilometern.

Ultrakurzwellen. Sehr kurze Funkwellen.

Ultraviolette Strahlen. Sehr kurze Lichtwellen, die vom menschlichen Auge nicht mehr wahrgenommen werden kön-nen.

Vakuum. Weitgehend luft-leerer Raum, zum Beispiel der freie Weltraum.

Ventil. Vorrichtung zum Ver-schließen und Öffnen von Druckgängen für Dämpfe, Flüssigkeiten, elektrischen Strom und so weiter.

Wasserstoff. Brennbares Gas; leichtestes von allen chemischen Elementen.

Wasserstoffsperoxyd. Chemische Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff, hat starke Oxydationswirkung.

Windkanal. Vorrichtung zur Erzeugung von Luftströmun-

gen mit hohen Geschwindigkeiten; wird zur Prüfung der Flugeigenschaften von Flugzeugen und Raketen bei Modellversuchen gebraucht.

Wirkungsgrad. Verhältnis der von einer Maschine abgegebenen zur aufgewendeten Leistung.

INHALTSVERZEICHNIS

DER MENSCH SCHENKT DER ERDE EINEN WEGGENOSSEN

Ein künstlicher Mond fällt zum Himmel	7
Das Mondbaby erobert die Herzen	10
Darum	13
Wegbereiter des Weltraumflugs	15

DER GROSSE TRAUM

Am Anfang stehen Gedanken, Phantasien und Märchen	18
Mit den Schwingen der Vögel	21
Wir leben auf einer Kugel	23
Revolution am Himmel	26
Auf dem Grunde des Luftmeeres	30
Der Schuß ins All	32

DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

Die Rakete	36
Familie X und die Rückstoßkraft	38
Ungewöhnliche Öfen	40

KINDHEIT UND JUGEND DER FEUERPFEILE

Wir stöbern in alten Archiven	43
Ideen, Ideen, Ideen	48
Versuchen, versuchen und nochmals versuchen	51

MIT ALKOHOL UND FLÜSSIGEM SAUERSTOFF IN DEN WELTRAUM

Fest oder flüssig?	54
„Bauplan“ einer modernen Rakete	55
Die Zelle	58
Treibstoffsorgen	59
Ein hinkender Vergleich	62
Wie werden Raketen gesteuert?	64
Ein Feuerpfeil startet	67
Raketenzüge – Schlüssel zum Weltraum	72

DAS TOR WIRD AUFGESTOSSEN

Geschwindigkeit wirkt Wunder	78
Fliegende Laboratorien – Kundschafter im Weltraum	88
Geschwister Sputnik	90
Die amerikanischen „Kollegen“	97
Und wie zurück?	101

DAS LEBEN IM ALL

Verträgt der Mensch den Weltraum?	104
Raumflug findet im Saale statt	112
Hund im Kosmos	115
Der nächste Schritt: bemannte Außenstationen	119

UND WAS KOMMT DANN?

Das große Ziel: der Mond	127
Der Flug zu den Planeten	134
Das Atom kann helfen	140

KLEINES RAKETENLEXIKON 144



MEHR WISSEN – MEHR VERSTEHEN

Die „Welt in der Tasche“

Unsere Buchreihe aus Forschung und Technik

Jeder Band

2
MARK

