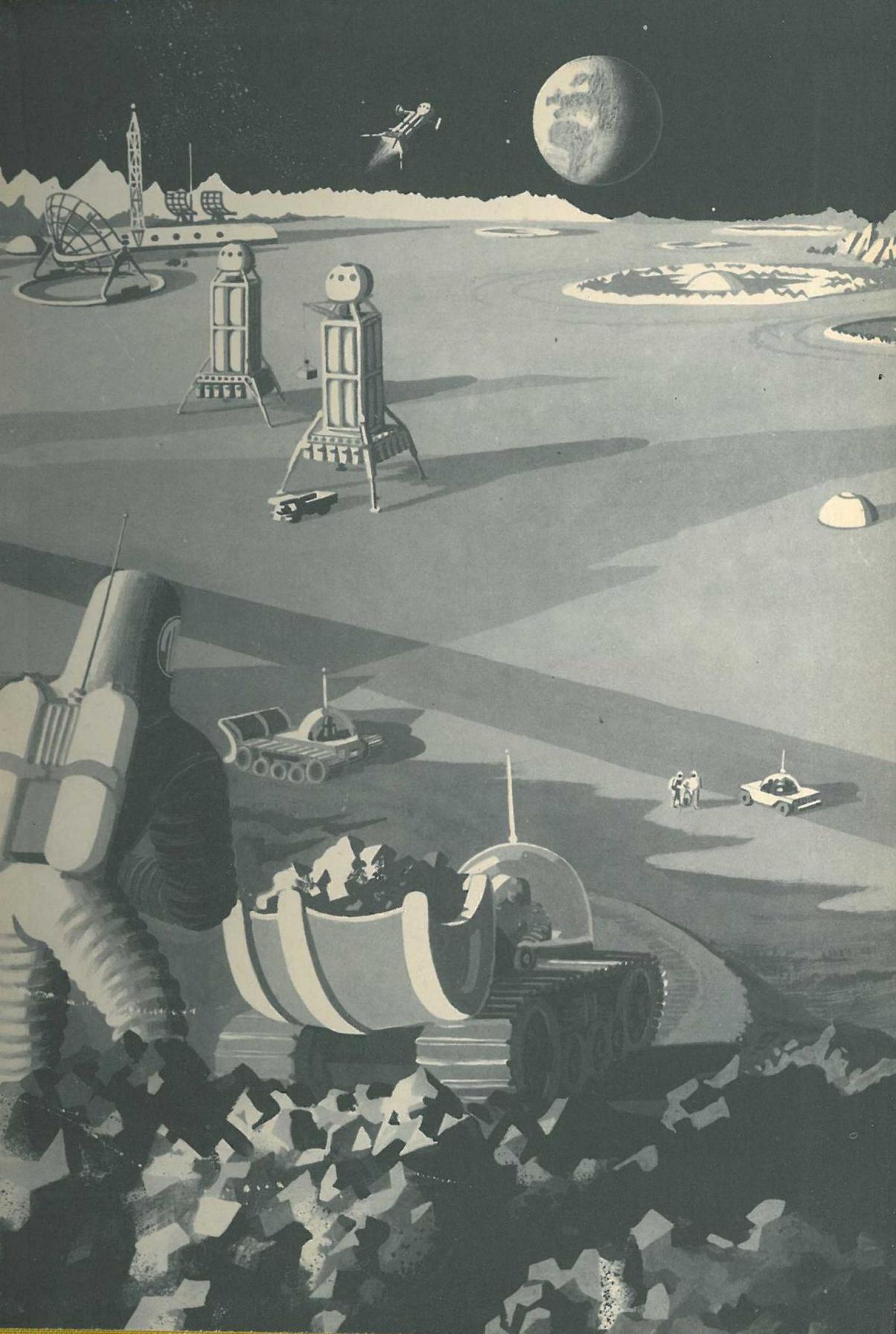


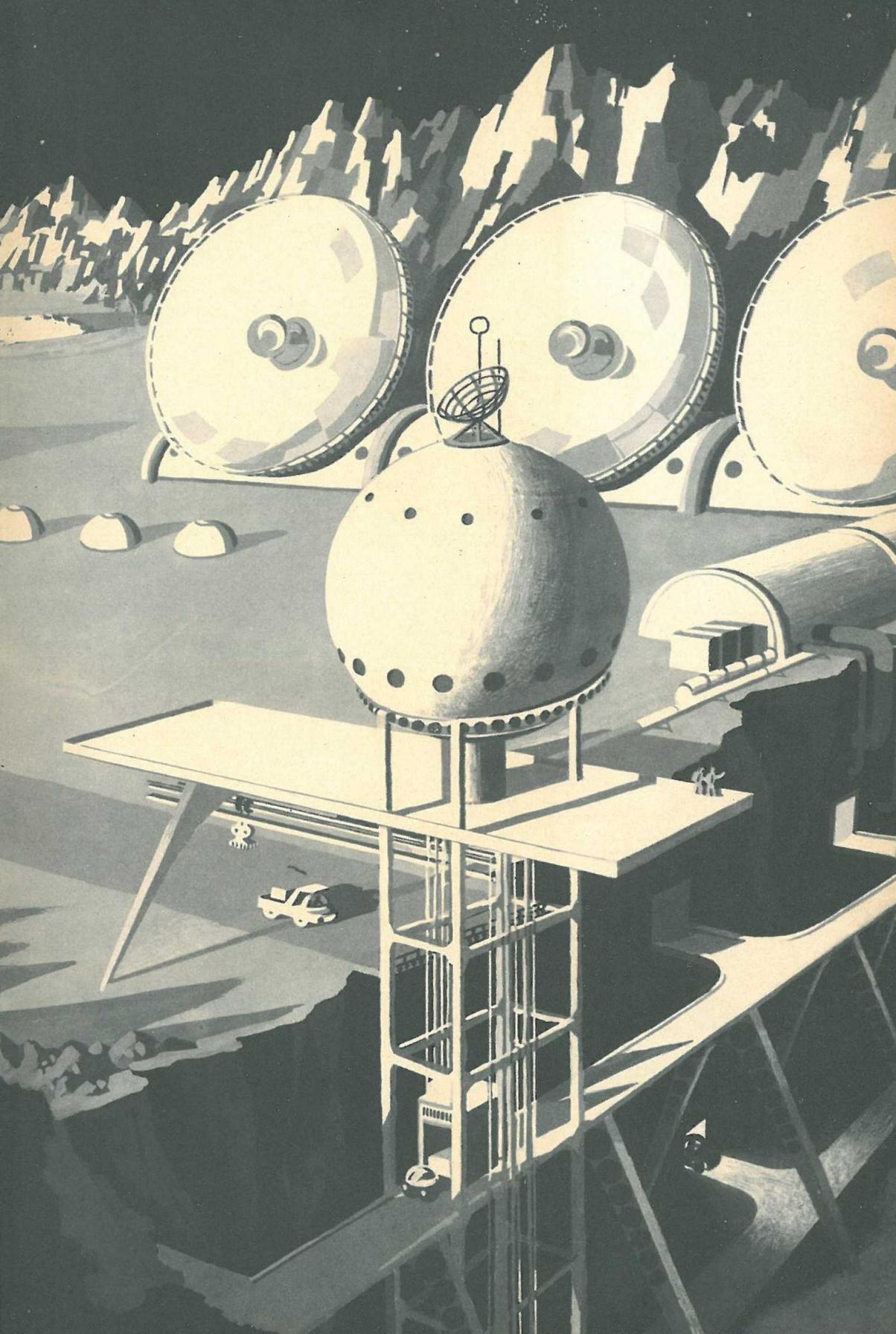
**k.böhm  
r.dörge**



# **auf dem weg zu fernen welten**

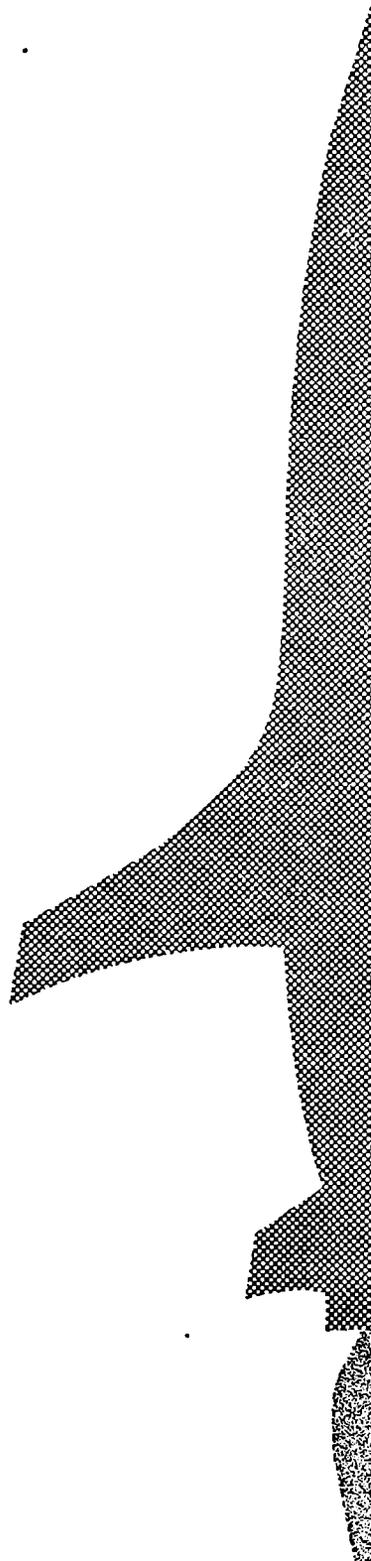


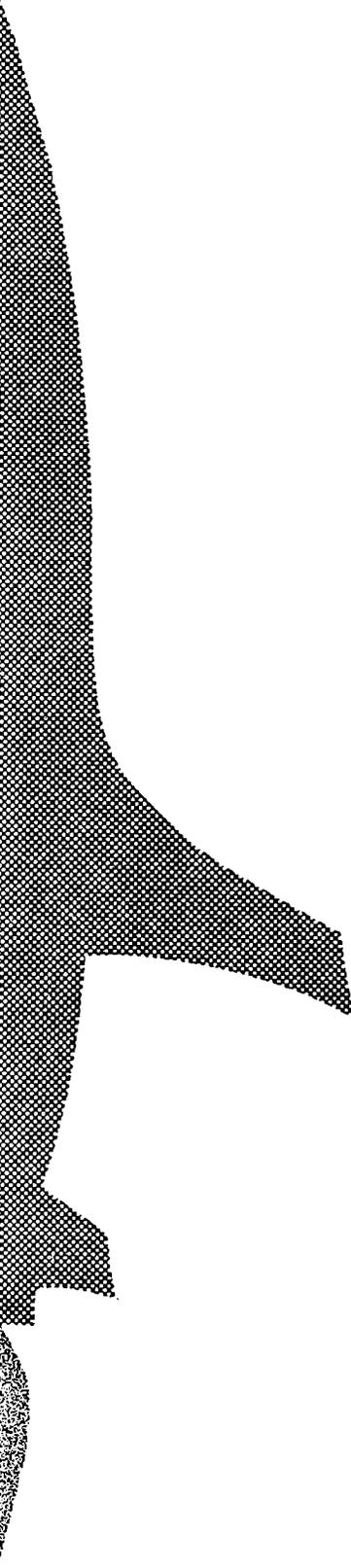




**k. böhm · r. dörge**

**auf dem  
weg zu fernen welten**





**auf dem weg**

**karl böhm · rolf dörge**

# **zu fernen welten**

**ein buch von der weltraumfahrt**

**verlag neues leben berlin 1958**

**NICHT EWIG BLEIBT DIE MENSCHHEIT  
AUF DER ERDE**

*Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski*

**I. weiter weg  
zur wahrheit**

**von der furcht zur wissenschaft**

*„Das menschliche Denken ist also seiner  
Natur nach fähig, uns die absolute Wahrheit,  
die eine Summe von relativen Wahrheiten ist,  
zu geben, und gibt sie uns auch.“*

*Lenin*

# **götter und gestirne**

## **Zweifler unter Griechenlands Himmel**

Der Mann auf dem Vorderdeck spürte nichts von dem Sturm, der heraufzog. Seit die letzten Umriss der Hafengebäude von Piräus hinter dem Horizont versunken waren, hatte er kein Wort mehr gesprochen, auf keinen Zuruf mehr reagiert. Die Soldaten betrachteten ihn mit einer Mischung von Achtung und gutmütigem Spott.

Das also war Anaxagoras, der große Anaxagoras, der gefeierte Philosoph, bei dem die Großen Athens in die Schule gegangen waren – auch Perikles, der Herrscher Athens. Aber waren nicht auch seine Tage gezählt? Und wie war das mit Phidias, dem großen Baumeister? Er war doch auch ein Schüler des Anaxagoras gewesen. Hatte es jemals einen besseren Baumeister in Griechenland gegeben? Von der Schwarzmeerküste bis zum Perserreich, von Karthago bis zu den ägyptischen Pyramiden war sein Werk berühmt: die Akropolis, der teuerste und kostspieligste Tempelbau ganz Griechenlands. Und doch hatte man den Oberbaumeister dieses Projekts eingekerkert. Er war im Gefängnis gestorben. Und gehörte nicht auch die Frau des Perikles zu den Schülern des Anaxagoras? Nur mit Mühe war es damals dem allmächtigen Perikles gelungen, das Todesurteil gegen sie aufheben zu lassen. Ob ihm die Volksversammlung auch diesmal verzeihen würde? Sicher war es jetzt bereits in den Straßen Athens bekannt, daß Perikles dem Freund und Lehrer zur Flucht verholfen hatte.

Auch Anaxagoras dachte an Athen, an seine Freunde, die er dort zurücklassen mußte, an Perikles und seine Frau Aspasia. Ja, sie hatten ihm zur Flucht verholfen. Aber was war ein Athener ohne Vaterland? Zwar war Athen nur seine zweite Heimat. Seine Wiege stand dort, wohin er jetzt in die Verbannung ging, in Kleinasien. Aber liebte er die Stadt, in der er jahrzehntlang gelebt und gelehrt hatte, etwa weniger, als jene sie liebten, die ihn zum Tode verurteilt hatten?

Deutlich sah er wieder das haßerfüllte Gesicht des Diopieithes vor sich. Dieser alte Fanatiker hatte sich zum Ankläger erhoben. Nie hatte sich Anaxagoras um Politik gekümmert. Er war Philosoph und glaubte, sich nur seiner Lebensaufgabe, der Erforschung des Kosmos, widmen zu können. Heute begriff er

zum erstenmal, daß er sich geirrt hatte. Er hatte geglaubt, die Politik ginge ihn nichts an – und nun war er ein Opfer der Politik geworden.

Er war nicht das erste Opfer, und er würde wohl auch nicht das letzte sein.

Es schien, als ob es erst dieses Urteils bedurft hätte, um ihm den Blick zu öffnen. Jetzt aber sah er es mit erschreckender Klarheit: In jenem Tempelbezirk, den der athenische Staat mit so gewaltigem Kostenaufwand zum Ruhme der Götter und vermutlich noch mehr zum Ruhme des Staates und seiner wirtschaftlichen und militärischen Stärke hatte erbauen lassen, saßen gerade die, die diesen Staat durch ihre Selbstsucht aushöhlten und einst zerstören würden.

Welch ein Fehler des Perikles war das doch damals, nicht mehr gutzumachen, die alte Priesterkaste im Amt zu belassen!

Und er selbst, Anaxagoras, hatte diesen Fehler trotz aller Weisheit nicht rechtzeitig erkannt. Er dachte über den Lauf der Welt nach und verstand nicht den Lauf der Dinge in seiner eigenen Stadt.

Was hatten sie ihm vorzuwerfen, jene Herren der Tempel? Es war immer dasselbe: Gotteslästerung! Mit diesem Vorwurf konnte man noch immer jeden politischen Gegner beseitigen. Aber war Anaxagoras denn ein politischer Gegner?

Der einsame Passagier, der, an den Vordermast gelehnt, vor sich hin sann, durchschaute jetzt das Spiel – zu spät natürlich. Man hatte zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: seine Erkenntnisse als Gotteslästerung abgeurteilt, weil sie den Priestern unangenehm waren, und gleichzeitig wieder einen aufässigen Kopf aus den herrschenden Kreisen Athens verdrängt.

Aber das Volk, das in der Volksversammlung Recht sprach, fiel auf die Priester herein, weil die Macht der alten Götter und die Furcht vor ihnen noch immer ihre Wirkung ausübten. Das Denken der Menschen ändert man nicht so leicht wie ihre Staatsform. Lange noch wirken alte Gewohnheiten, alte Zwangsjacken, alte Herren und Götter nach – auch wenn sie längst gestorben sind.

„Über die Natur“ hatte er sein Werk genannt, das man auf dem Büchermarkt Athens verkauft hatte. Darin hatte er nichts weiter niedergeschrieben als das, was er in der Natur beobachtet und was er darüber gedacht hatte. Es war einfach nicht länger zu verantworten, Sonne, Mond und Sterne als Götter hinzustellen. Sie waren Himmelskörper, genau wie die Erde – die einen kalt, wie der Mond, mit Bergen und Tälern, die anderen glühend.

Nächtelang hatte er über die Größe der Himmelskörper nachgedacht, die die Erde umkreisen. Der Mond mußte mindestens so groß sein wie der Peloponnes, und die Sonne mußte um ein Vielfaches größer sein, denn ihre glühenden Steinmassen beleuchteten den Mond und die anderen Himmelskörper.

Gotteslästerung warf man ihm vor – Gotteslästerung, weil er nicht an den Gott glaubte, der mit einem Wagen über die Himmelsstraße zog, tagein, tagaus.

Nein, er hatte Steine gefunden, die vom Himmel gefallen waren, Steine, die von einem dieser Sterne stammten. Man darf den Menschen keine Märchen erzählen und sie in Dummheit halten, wenn man die Wahrheit erforschen kann. Wie aber, wenn die Menschen der Wahrheit immer näher kämen? Was würde dann aus der Macht der Priester?

Aber er war doch nicht der erste, der an dem Weltbild der Priester rüttelte. Hatte nicht Thales von Milet bereits eine Sonnenfinsternis vorausgesagt? Wie anders sollte er dazu in der Lage gewesen sein, wenn er nicht bereits Teile eines neuen Weltbildes gefunden hätte? Seine Schüler erzählten sogar, er hätte behauptet, die Erde sei keine Scheibe, sondern eine Kugel. Der erste Philosoph in der Geschichte der Menschheit, der zu diesem Schluß kam! Wenn aber die Erde eine Kugel war, dann konnte der Ozean kein Wasserring sein, der die Erde umgibt, dann mußte er ein Teil der Kugel sein und eine gekrümmte Oberfläche haben! Wasser mit gekrümmter Oberfläche? Welch eine Phantasie gehörte dazu, sich das vorzustellen! Und der Himmel? Er mußte wie eine Schale in gleichem Abstand die Erde umgeben, selber eine Kugel.

Jetzt wurde es dem einsamen Denker ungemütlich. Sein Gewand war an vielen Stellen durchnäßt. Er fror. Ja, es war fast ein Jahrhundert her. Thales war ein kluger Mann. Er stammte übrigens auch aus Kleinasien. Ein vielseitiger Mann, Staatsmann und Diplomat, Astronom und Mathematiker, Weltreisender und Kaufmann. Hatte Anaxagoras sein Aufgabengebiet zu eng gefaßt?

Hatte nicht auch Pythagoras behauptet, die Erde sei ein Stern unter Sternen? Schade, daß so wenig von seinen Lehren an die Öffentlichkeit gedrungen war. Er hatte nichts Schriftliches hinterlassen, er hatte auch nicht wie Anaxagoras öffentlich in Athen gelehrt. War es die Angst vor den Priestern, die ihn aus Griechenland vertrieb und in Unteritalien eine Geheimsekte gründen ließ?

Immerhin war bekannt, daß auch er die Erde als eine Kugel angesehen hatte. Seine Schüler lehrten sogar, daß die Erde um einen zentralen Himmelskörper wandere.

Pythagoras gab sich nicht damit zufrieden, den Himmel als eine einfache, die Erdkugel umgebende Schale zu erklären. Schließlich hatten schon die alten Babylonier festgestellt, daß es Sterne gibt, die fest stehen, und solche, die sich bewegen. Die fest stehenden, die Fixsterne, mochten an der äußersten Schale befestigt sein. Aber für die Sonne, den Mond und die fünf anderen Sterne, die sich jeweils mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen, die Planeten, mußte es je eine Extraschale geben, sieben also an der Zahl, und an jeder war wohl einer dieser Himmelskörper befestigt, und sie alle bewegten sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten um die Erde.

Der alte Pythagoras wurde erschlagen. Von einem Soldaten. Die Politik kümmert sich um jeden. Anaxagoras stellte es mit Erbitterung fest. Und es kostet den Kopf, selbst den besten, wenn man sich nicht um die Politik kümmert. Rechtzeitig!

Heraklit von Ephesos glaubte doch auch nicht mehr an die Götter. Er lebte am

Schwarzen Meer, dem Zugriff der Priester nur schwer erreichbar. Sicher hatte er recht, wenn er behauptete, daß das Weltall unendlich sei. Aber niemand glaubte ihm. Auch nicht, als er verkündete, die Erde drehe sich um ihre eigene Achse. Warum glaubte ihm niemand? Konnten die Priester vielleicht die Existenz der Götter nachweisen? Konnten sie vielleicht eine Erklärung für die vielen ungelösten Rätsel des Himmels geben?

## **Sonne, Mond und Sterne – und die Erde?**

In einer kleinasiatischen Stadt starb Anaxagoras, unbeachtet und fast vergessen, im Jahre 423 – vor unserer Zeitrechnung!

Das Land der Griechen wurde später durch hin und her wogende endlose Klassenkämpfe zwischen Aristokratie und Bürgern, durch zahllose Kriege der eifersüchtigen Stadtstaaten gegeneinander und durch Feldzüge gegen fremde Länder heftig erschüttert. Die priesterliche Reaktion verhinderte, wo sie konnte – mit der furchtbaren Waffe der Gewohnheit und der geistlichen Herrschaft diktierend, wo ihr die weltliche Macht bereits genommen war –, eifriger denn je die weitere Entwicklung des jungen Kindes Wissenschaft, das da erst vor kurzem die Augen aufgeschlagen hatte.

Und doch machte es Fortschritte.

Demokrit von Abdera, der „erste enzyklopädische Kopf unter den Griechen“, wie ihn Karl Marx nannte, befaßte sich nicht nur mit der Welt des unsichtbar Kleinen, wenn er auch mit seiner genialen Atomtheorie gerade in unseren Tagen einen sehr späten Nachruhm gewonnen hat. Auch die Welt des unendlich Großen, des Kosmos, sein Wesen und sein Aufbau, beschäftigte den großen materialistischen Naturphilosophen. Gleich Anaxagoras stellte auch Demokrit fest, daß Erde und Mond ähnlich geartete Himmelskörper sind und daß das Weltall unendlich ist.

Demokrit trieb seine Lästerung der Götter durch die Wahrheit weiter als alle anderen. Er leugnete sogar, daß jener geheimnisvoll schimmernde Streifen am Nachthimmel von der Milch stammte, die Herkules einmal verschüttet haben sollte, als er noch von der Göttin Juno genährt wurde. Statt dessen stellte er die unerhörte Behauptung auf, diese Milchstraße sei eine unendliche Fülle unzähliger Sterne, deren Licht wegen ihrer ungeheuren Entfernung ineinanderflösse.

Wer in aller Welt sollte solchen Gedankengängen folgen können?

Aristoteles aus Thrakien, rund ein Jahrhundert jünger als Anaxagoras, Sohn eines Hofarztes beim König von Amyntas, Lehrer des großen Alexander und als der universellste Gelehrte Griechenlands schon zu seinen Lebzeiten anerkannt, versuchte mit einer Art von Kompromiß, die Rätsel um Erde und Weltall befriedigend zu klären.

**12** Auch er betrachtete die Erde als Kugel. Dafür lieferte er sogar Beweise:

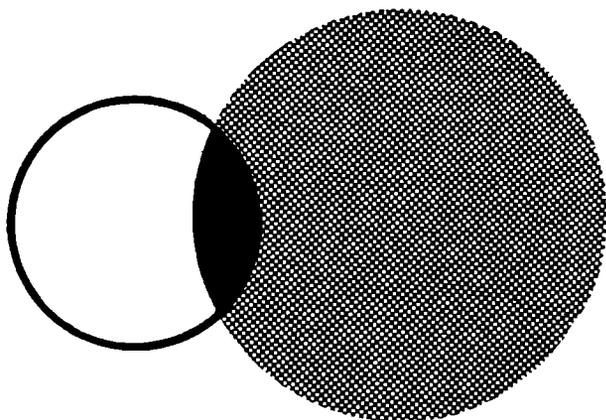
Bei jeder Mondfinsternis ist die jeweils sichtbare Randstelle des Erdschattens auf dem Mond ein Kreisbogen. Da aber nur Kugeln in jeder Stellung kreisrunde Schatten werfen, muß die Erde eine Kugel sein.

Weiter: In den Ländern des Nordens kann man Sterne beobachten, die nie unter den Horizont versinken. In südlichen Ländern dagegen kann man diese Sterne entweder gar nicht oder nur für kurze Zeit sehen; denn dann verschwinden sie unter den Horizont. Umgekehrt kann man in Ägypten Sterne sehen, deren Lage über dem Horizont in nördlichen Gegenden ganz anders ist. Wenn die Erde wirklich eine Scheibe wäre, gäbe es für diese Erscheinungen keine Erklärung. Die einzig mögliche Grundlage dafür ist die Annahme, daß die Erde Kugelgestalt besitzt.

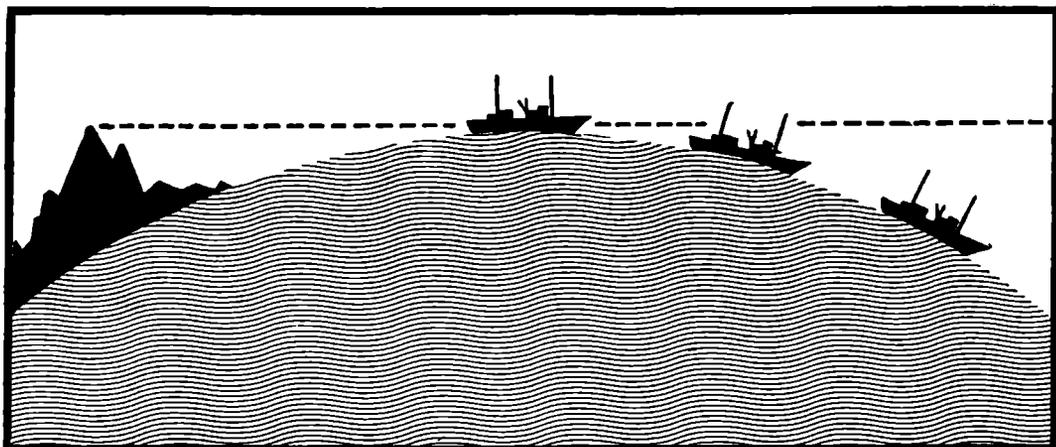
Von da an galt die Kugelgestalt der Erde als bewiesen.

### **So bewies Aristoteles die Kugelgestalt der Erde**

*Der von der Sonne auf den Mond projizierte Erdschatten zeigt als Begrenzung immer einen Kreis-ausschnitt. Aber nur Kugeln werfen in jeder Stellung einen solchen Schatten.*



*Wenn man von einem Berg aus einem sich entfernenden Schiff nachsieht, scheint es allmählich unter den Horizont zu sinken.*



Zwölf Jahre nach seiner Rückkehr nach Athen wurde Aristoteles wegen Religionsvergehens angeklagt. Nichts half ihm sein Ruhm, nichts seine Freundschaft mit dem fernen Königshaus, nichts die Tatsache, daß er seine berühmte Schule im Lyzeum aufgetan hatte, einem Gymnasium, das zum Tempel des Apollon Lykeios gehörte.

Den größten Gelehrten Griechenlands rettete nur die Flucht in die freiwillige Verbannung auf der Insel Euböa, wo er kurz darauf, im Jahre 322 v.u.Z., starb.

Ein Dutzend Jahre später wurde auf Samos, der kleinen gebirgigen Insel vor der kleinasiatischen Küste, der Mann geboren, der als erster erkannte, daß sich nicht die Sonne um die Erde, sondern umgekehrt die Erde um die Sonne bewegt. Welch großartiger, kühner Gedanke in einer Zeit, in der es an Instrumenten und damit an exakten Beobachtungen und Messungen fehlte! In einer Zeit, in der obendrein das echte Forschen nach Wahrheit auch in den weiten Bereichen der Naturerkenntnis unerwünscht und oft lebensgefährlich war. In einer Zeit außerdem, in der gerade von Astronomie noch keine Rede sein konnte und die offizielle Beschäftigung mit der Sternenwelt der Astrologie und anderen priesterlichen Gaukeleien gewidmet war.

Vielleicht war der Gedanke des Aristarch zu kühn und seine Ablehnung zu allgemein. Vielleicht erschien der Mann, dessen Behauptungen seinen Zeitgenossen grotesk vorkamen, ungefährlich. Er kam mit dem Leben davon, obwohl viele Stimmen seine Verurteilung forderten. Nicht ein einziger der griechischen Philosophen griff seine Lehre auf.

Und das, obwohl Aristarch zum ersten Male die Regeln der Geometrie zu Hilfe nahm, um die Entfernung der Erde zur Sonne und zum Mond zu berechnen. Wenn die Ergebnisse für unsere heutigen Begriffe auch recht ungenau waren, so enthielten sie doch ganz klar die Feststellung, daß die Sonne erheblich weiter als der Mond entfernt und daß sie ungefähr 200- bis 350mal größer als die Erde sein müsse. Daraus schloß Aristarch, daß die Sonne als der viel schwerere Himmelskörper den Mittelpunkt der Welt darstelle, um den sich die Erde und die Planeten drehen. Sogar die Rotation der Erde um eine gleichbleibende Achse war in den Berechnungen des alten Aristarch vorgesehen.

Hier haben wir die Grundlagen des modernen heliozentrischen Weltbildes, das im wesentlichen heute noch gilt.

Ähnliche erstaunliche Leistungen wissenschaftlichen Denkens gab es damals gerade in der hellenischen Welt nicht selten. Eratosthenes zum Beispiel, vor mehr als zweitausend Jahren, machte sich an das schwierige Unterfangen, den Umfang der Erde zu berechnen. Er kam dabei der Wirklichkeit auf weniger als ein Prozent Differenz nahe.

Nicht uninteressant, wenn auch für uns hier nur am Rande liegend, ist die Tatsache, daß der gleiche Eratosthenes, der eine der großartigsten Erdkarten der Antike angefertigt hat, die durchaus logisch gefolgerte Behauptung aufstellte: da die Erde eine Kugel sei, müsse ein Schiff, das von Spanien aus

westwärts segle, entweder auf Indien oder auf einen dazwischenliegenden, noch unbekanntem Erdteil treffen.

Womit er, wie man zugeben wird, sogar etwas weiter war als Kolumbus, der siebzehn Jahrhunderte später diese Reise unternahm, Amerika entdeckte, aber hartnäckig glaubte, Indien erreicht zu haben.

## **Der Kosmos in der Zauberschachtel**

König Alfons X. von Kastilien, der im Jahre 1257 sogar zum König von Deutschland gewählt wurde, wo er sich allerdings nie sehen ließ – dieser König Alfons galt seinen Zeitgenossen als weiser Monarch. Diesen Ruf verdankte er nicht nur seinen Taten als König – er veranlaßte unter anderem eine Gesetzesammlung in kastilischer Sprache –, sondern vor allem seinen wissenschaftlichen Liebhabereien, unter denen die Astronomie an erster Stelle stand.

Die Beschäftigung mit dieser Wissenschaft lieferte schließlich auch den Anlaß zu seinem Sturz vom Thronessel. Als sich der gelehrte Herrscher mit dem damals gültigen Weltsystem des Ptolemäus beschäftigte, dessen komplizierte Verworrenheit ihm den Schweiß auf die Stirn trieb, seufzte er: „Wenn Gott mich bei der Erschaffung der Welt zu Rate gezogen hätte, wäre vieles einfacher geworden.“

Diese gotteslästerliche Äußerung brachte im damaligen Spanien, wo die päpstliche Inquisition eben begonnen hatte, ihr berüchtigtes Foltersystem einzuführen, das Maß des Zornes über diesen sowieso viel zu wissenschaftsfreundlichen König zum Überlaufen.

Er mußte fliehen. Und er floh – zu den Mauren, die gerade er in langen Kriegen fast ganz aus Spanien vertrieben hatte. Diese Mauren, die Vertreter des arabischen Großreichs, waren das einzige Volk, das auf den hohen Pfaden des antiken Wissens weitergestiegen war. Vor allem die Mathematik und die Astronomie wurden eifrig gepflegt. Die Mauren bauten Bibliotheken, in denen alles Wissen der Vergangenheit und Gegenwart sorgfältig gesammelt wurde, und große Sternwarten, die Stätten ernster Erforschung des Himmels und seiner Gesetze waren. Einer ihrer bekanntesten Astronomen, Nasir ed-din et-Tusi, wirkte in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts an dem prächtigen Observatorium von Megara, das auf seine Veranlassung von dem Mongolenfürsten Holagu errichtet worden war. Er schuf bereits recht zuverlässige Planetentafeln und einen Katalog der Fixsterne.

Gegen die sonnenhelle, blühende, an Kultur, Wissenschaft und Technik geradezu reiche Welt der Araber nahm sich das christliche Abendland, aus dem König Alfons fliehen mußte, allerdings aus wie eine düstere Klosterzelle.

Dort, in Europa, gab es seit vielen Jahrhunderten keine naturwissenschaftliche Forschung mehr, und fast alle wissenschaftliche Tätigkeit war auf ein Gebiet beschränkt, das im Grunde genommen das Gegenteil von Wissenschaft-

lichkeit verkörperte: auf das scholastische Jonglieren mit Glaubensformeln und, noch schlimmer, mehr und mehr auf das Aufdecken und „Entlarven“ von neuen Gedanken, die sich dem starren Gebäude der Dogmen nicht einpassen ließen.

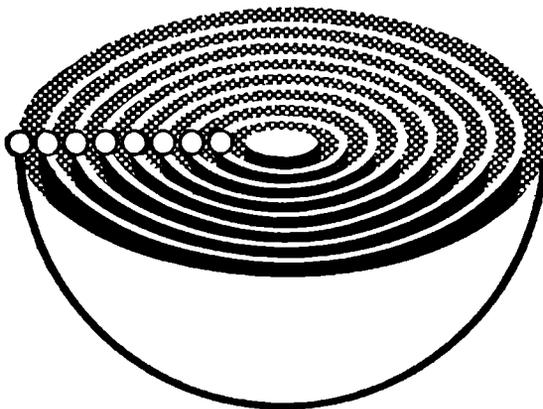
Das galt nicht zuletzt für die Erforschung des Himmels – eines Gefildes von außerordentlicher religiöser Empfindlichkeit.

Die christliche Kirche hatte, nachdem sie zur herrschenden Staatskirche in den verschiedenen europäischen Feudalstaaten gemacht worden war, die Erhaltung des mit ihr verbündeten Feudalismus und damit die Erhaltung auch seiner geistigen Fundamente auf ihre Kreuzesfahnen geschrieben. Damit aber zugleich die Verteidigung gegen alle fortschrittlichen Gedanken, ganz gleichgültig, ob sie die Anatomie des Menschen oder die Stellung der Erde im Kosmos betrafen!

### **Die „CHRISTLICHE TOPOGRAPHIE“ des Mittelalters**

Das kirchlich zugelassene kosmische Weltbild des gesamten Mittelalters stellte nicht nur keine Weiterentwicklung der Erkenntnisse der größten griechischen Denker dar – es fiel sogar weit hinter sie zurück. Denn es stützte sich auf eine kosmische Lehre, die alle Erkenntnisse der fortschrittlichsten unter den griechischen Naturphilosophen ignorierte.

Am Ende der Entwicklungsgeschichte des antiken Weltbildes stand nämlich das Werk eines Ägypters: Claudius Ptolemäus, der in der zweiten Hälfte des



**Weltbild des Ptolemäus**

*So etwa würde ein Schnitt durch die „Schalenwelt“ aussehen, die sich Ptolemäus ausgedacht hatte. Sieben Schalen, die sich verschieden schnell drehen, sollen die Erde umgeben, sechs Schalen für die ihm bekannten Planeten (dazu gehörte auch die Sonne), eine für den Mond. An der äußersten Schale, die dieses ganze Gebilde umschließt, sollten die Fixsterne befestigt sein.*

*Von innen nach außen: Mittelpunkt Erde; Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn.*

2. Jahrhunderts u. Z. in Alexandrien lebte und wirkte. In seinem „Großen astronomischen System“ hatte er systematisch zusammengestellt, was von den astronomischen Lehren der Antike der herrschenden Weltanschauung entsprach. Das Weltbild, das Ptolemäus darin mathematisch zu beweisen suchte, rückte die Erde in den Mittelpunkt der Welt und ließ die Sonne um sie kreisen. Es war also das längst überholte geozentrische Weltbild des Aristoteles, nur in komplizierter Weise vervollkommen. Dabei hatte schon Aristoteles um den Weltmittelpunkt Erde herum nicht weniger als 55 kristallene Schalen kreisen lassen, an denen die verschiedenen Gestirne befestigt waren. Sonst wäre sein System denn doch zu sehr in Widerspruch zu den tatsächlichen Bewegungen der Sterne geraten, die ja schließlich zu beobachten waren und auch seit Jahrtausenden nicht ohne Erfolg beobachtet worden waren. Damit verdrängte Ptolemäus, der sonst ein bedeutender Gelehrter seiner Zeit war, die Wissenschaft und Forschung aus dem Bereich der Astronomie. Und damit überantwortete er den Kosmos den astrologischen Scharlatanen.

Bis in das 17. Jahrhundert hinein, bis an die Schwelle der Neuzeit galt sein Werk als das unfehlbare Standardwerk der Astronomie, als endgültige und vollständige Aussage über den Himmel, die im Verein mit der Bibel und kirchlichen Verlautbarungen jedes weitere Fragen und Suchen nach Antworten überflüssig machte.

„Wir werden mit dem Propheten Jesaja sagen, daß die Form des Himmels, der das Weltall umspannt, gleich einem Gewölbe ist, mit Hiob übereinstimmen, daß der Himmel mit der Erde vereint wurde, und die Meinung Moses teilen, daß die Erde länger als breit ist.“ So schrieb der Gelehrte Kosmas, ein weitgereister griechisch-ägyptischer Kaufmann, nachdem er im Alter Mönch geworden war, in seiner zwölbändigen „Christlichen Topographie“.

Dieses von bizarrem Aberglauben strotzende Werk schnitt die Welt nach den Vorstellungen der Bibel zurecht. Darin ist die Erde eine rechteckige Scheibe – „länger als breit“ – und bildet das Fundament des ganzen Weltalls. Über ihr erhebt sich gleich einem Dach ein festes Gewölbe, der Himmel. Am Rande des Weltfundaments erhebt sich ein gewaltiger Berg, hinter dem sich des Nachts die Sonne versteckt, um dann am Morgen von neuem wieder über das Himmelsgewölbe zu ziehen.

Nicht sie stand im Mittelpunkt des Weltsystems, sondern – Jerusalem.

Aus dieser „Welt“ wanderten die letzten europäischen Philosophielehrer nach Persien aus. Papst Gregor I. erhob, wenige Jahrzehnte später, die Lehre vom Fegefeuer, die in ihrer anschaulichsten und grausigsten Form in Dantes „Göttlicher Komödie“ dargestellt ist, zum Dogma.

In dieser „Welt“ war verständlicherweise kein Raum zum Träumen von fernen Welten und vom Flug zu ihnen – es sei denn nach dem Tode als Engel.

Tausend Jahre nach Beginn unserer Zeitrechnung war das Weltall eine gesicherte Domäne der Sterndeuter und ein Tummelplatz theologischer Spekulationen.

Vierzehn Jahrhunderte nach dem Beweis der Kugelgestalt der Erde, dreizehn<sup>9</sup> Jahrhunderte nach der fast genauen Errechnung ihres Umfangs und nach der ersten ernsthaften Behauptung des heliozentrischen Charakters unseres Sonnensystems war die abendländische Welt auf einem geistigen Tiefstand angelangt, der nicht mehr zu unterbieten war.

Was den Himmel betrifft, so durften nicht einmal jene Beobachtungen an- gestellt werden, die für die Kontrolle des Kalenderjahres notwendig waren. Es ist bezeichnend, daß selbst der päpstliche Hof gezwungen war, eine Dele- gation zu den wissenschaftlichen Zentren der verhaßten, weil heidnischen Mauren in Spanien zu entsenden, um sich die Daten für das Osterfest wieder in Ordnung bringen zu lassen.

# und sie bewegt sich doch!

## Ein Domherr treibt Himmelsmathematik

Tausend Jahre alt war der dickleibige Wälzer, aus dem der junge Nikolaus Kopernikus auf der Klosterschule in Thorn (Toruń) in Polen seine naturwissenschaftlichen Kenntnisse zu schöpfen hatte. Aus ihm erlernte er auch sein astronomisches Pensum, so wie es der ehrwürdige Martianus Capella zu Beginn des 5. Jahrhunderts unserer Zeitrechnung in Nordafrika niedergeschrieben hatte.

Tausend Jahre im Gebrauch – und immer noch gültig und immer noch für gut befunden!

Aber Kopernikus lernte auch Griechisch bei Professor Codrus aus Bologna. Der hatte öffentlich behauptet, die Lehre vom Jenseits sei Altweibergeschwätz.

Mit Hilfe seiner griechischen Sprachkenntnisse las der junge Nikolaus das Werk des Ptolemäus. Er lernte überhaupt sehr viel, fünfzehn Jahre lang, an den bekanntesten Universitäten Europas, in den größten Bibliotheken seiner Zeit.

Diese Zeit war sehr bewegt, erfüllt von bestürzenden und befreienden Entdeckungen und Ereignissen.

### **Nikolaus Kopernikus (1473–1543)**

*Ahnherr des modernen astronomischen Weltbildes. Er widmete sich hauptsächlich der astronomischen Forschung und lehrte, daß sich nicht die Sonne um die Erde, sondern alle Planeten unseres Sonnensystems um die Sonne bewegen.*



Das 15. Jahrhundert, in dessen letzte Jahrzehnte Kopernikus, dessen Vater noch Kopperrnigk hieß, hineingeboren wurde, endete mit einer sensationellen praktischen Bestätigung der Kugelgestalt der Erde. Im selben Jahr, in dem der Nürnberger Patrizier Martin Behaim die übliche Weltkarte statt auf einen Bogen

Pergament auf eine große Kugel auftrug und so den Globus erfand, in demselben Jahr, 1492, entdeckte Christoph Kolumbus auf der Suche nach einem neuen, westlichen Seeweg nach Indien – Amerika; was er selbst bekanntlich bis ans Ende seines Lebens nicht glauben wollte.

Dreißig Jahre später beendete das letzte Schiff einer spanischen Expedition, die 1519 unter dem Portugiesen Fernando Magalhães ausgelaufen war, die erste Umsegelung der Welt. Magalhães selbst kehrte nicht mehr zurück, er fiel auf den Philippinen. Aber seine Expedition erbrachte den endgültigen Beweis: Die Erde ist doch eine Kugel! Und zwar von weit größerem Umfange, als man unter Einrechnung selbst der entferntesten und sagenhaftesten der bekannten Länder angenommen hatte.

Während so das alte Weltbild experimentell ins Wanken geriet, versetzte ihm Kopernikus den entscheidenden theoretischen Stoß: Er entschied den alten Streit, ob das Weltbild des Aristoteles oder das des Ptolemäus das richtige sei, dadurch, daß er beide für ungültig erklärte. Mit unzureichenden technischen Hilfsmitteln – die astronomischen Instrumente, deren er sich bediente, waren primitiver als die der alten Griechen – kam er zu dem modernen Weltbild, das seither das kopernikanische genannt wird.

Nichts bleibt übrig von der sorgfältig vor jedem Lufthauch gehüteten Vorstellung der Erde als einer Scheibe mit Jerusalem als Mittelpunkt. Die Erde ist eine Kugel!

Und sie ist auch nicht das Zentrum der Welt, um das sich alles andere dreht! Nein, sie ist nichts als ein gewöhnlicher Planet, ein „Wanderer“, der sich wie alle anderen um sich selbst und außerdem um die Sonne bewegt.

Kopernikus, als Domherr zu Frauenburg (Frömbork) selbst hoher kirchlicher Beamter, konnte es nicht wagen, sein Lebenswerk mit den umwälzenden Beweisen früher als unmittelbar vor seinem Tode herauszugeben; er wäre dieses Lebens sonst nicht mehr sicher gewesen.

Freunde, von denen die Herausgabe veranlaßt wurde, zogen es vor, die Vorrede durch eine kleine Korrektur so zu ändern, daß die unwiderlegbare Beweisführung des Kopernikus in eine unbewiesene Hypothese, lediglich zu Studienzwecken vorgelegt, umgetauft wurde. Trotzdem wurde das Buch auf den päpstlichen Index für verbotene Literatur gesetzt, wo es fast dreihundert Jahre lang einen ehrenvollen ersten Platz einnahm.

Sowohl die katholische als auch die sich eben erst formierende protestantische Kirche lehnten die neue Lehre ab. „Auch wenn die ganze Astronomie umgewälzt ist, glaube ich der Heiligen Schrift.“ So urteilte Luther, der den Frömborker Domherrn und Astronomen einen Narren nannte.

Wenn also die Kirchen das neue Weltbild ablehnten, dann durfte es natürlich auch nicht an den Universitäten gelehrt werden, die ja von ihnen kontrolliert wurden.

So blieb diese neue Lehre in der Öffentlichkeit vorerst noch verfehmt. Inoffiziell jedoch gewann sie rasch immer weitere Verbreitung und wurde zum

Anstoß für eine rapide Entwicklung einer astronomischen Forschung auf neuer Grundlage.

Zu ihren eifrigsten Anhängern gehörte bald der Dominikanermönch Giordano Bruno. Bald – aber nicht lange.

Dieser ewige Emigrant, der zeit seines Lebens auf der Flucht war, der von Häschern der Inquisition von einem Land ins andere, von einer Stadt zur anderen getrieben wurde, war nicht wie Kopernikus Mathematiker, sondern Philosoph, Anhänger des Demokrit. Er setzte das Werk des verstorbenen Domherrn fort. Er ging noch einen Schritt weiter: Die Erde ist nicht nur ein Planet unter anderen, entthront von ihrer souveränen Rolle, sondern sie ist ein Staubkorn im All. Während Kopernikus noch an ein engbegrenztes Weltall glaubte, nahm Bruno schon ein unendliches All an, in dem, gleich einem Ozean ohne Küsten, unzählige Sterne schwimmen.

### **Giordano Bruno (1548–1600)**

*italienischer Naturphilosoph der Renaissance. Sein Weltbild widerlegte das Dogma der mittelalterlichen Kirche. Trotz siebenjähriger Kerkerhaft blieb er der Wahrheit treu. Die Kirche brachte ihn dafür, als sie ihn nicht zu brechen vermochte, am 17. Februar 1600 auf den Scheiterhaufen.*



Für diesen unerhörten Widerspruch zur biblischen Schöpfungsgeschichte wurde der gelehrte Mönch 1592 eingekerkert und, nach acht Jahren schwerer Haft, öffentlich verbrannt. Der Scheiterhaufen verbrannte seinen Körper, ließ aber seinen Ruhm als unbeugsamer Kämpfer für den Fortschritt nur um so heller bis in unsere Tage leuchten.

### **Des Kaisers Astronom**

Es ist keineswegs absurd, sondern aus den Umständen heraus erklärlich, daß am Anfang unseres Weges ins Weltall Männer standen, die ihre wissenschaftlichen Pioniertaten mit Not und Tod zu bezahlen hatten. Sie ließen die ersten Schläge gegen das eiserne Tor der Unwissenheit dröhnen, hinter dem die wahre Gestalt unserer Welt seit Beginn der Menschheit verborgen gehalten wurde. Sie legten die Grundlagen für die große Hoffnung, die wir, ihre Nachfahren, heute haben können, die Schwerkraft der Erde zu überwinden und zu fernen Welten vorzustoßen. Die Umstände aber, unter denen sie ihre Leistungen zu vollbringen hatten, waren meist kümmerlich und die Folgen, die sie zu tragen hatten, tragisch.

Das bekam auch Johannes Kepler zu spüren, Mathematiker und Hofastronom dreier Kaiser und eines Feldmarschalls – Wallensteins nämlich –, die sich sämtlich in einem Punkt schmachlich glichen: daß sie dem gleicherweise fleißigen und genialen Forscher den Sold meist schuldig blieben.

Oft buchstäblich hungernd, die vielfältigen Unglücksfolgen der Armut ständig auf den Fersen, von den Kirchen beider Konfessionen verfolgt, vollbrachte Kepler eine ganze Reihe grundlegender Arbeiten. Allein die nach ihm be-



**Johannes Kepler (1571–1630)**

*einer der Begründer der modernen Astronomie. Seine bedeutendste Leistung: die Formulierung der nach ihm benannten Gesetze.*

nannten drei Gesetze, in denen er die Bewegung der Planeten um die Sonne mathematisch erfaßte, hätten ihm einen bleibenden Platz in der Galerie jener Männer gesichert, denen wir die wissenschaftlichen Voraussetzungen für die Durchdringung des Weltraums verdanken. Kepler hat darüber hinaus eine Fülle wichtiger Beiträge zur modernen Astronomie geleistet.

Das erste Keplersche Gesetz besagt, daß die Planeten sich nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen um die Sonne bewegen.

Die Sonne steht nicht im Mittelpunkt von kreisförmigen, sondern in einem Brennpunkt der elliptischen Planetenbahnen.

Das zweite Gesetz gibt Aufschluß über die verschieden große Geschwindigkeit eines Planeten auf seinem Weg um die Sonne. Der Leitstrahl, eine gedachte Verbindungslinie zwischen einem Planeten und der Sonne, kann verschieden lang sein, je nachdem, ob sich der Planet gerade in Sonnennähe oder ob er sich auf einem Bahnabschnitt befindet, der weiter von der Sonne entfernt ist. Gleichgültig aber, ob der Leitstrahl kurz oder lang ist, in gleichen Zeiträumen überstreicht er gleiche Flächengrößen. Folglich muß sich der Planet in Sonnennähe (Perihel) schneller als in Sonnenferne (Aphel) bewegen.

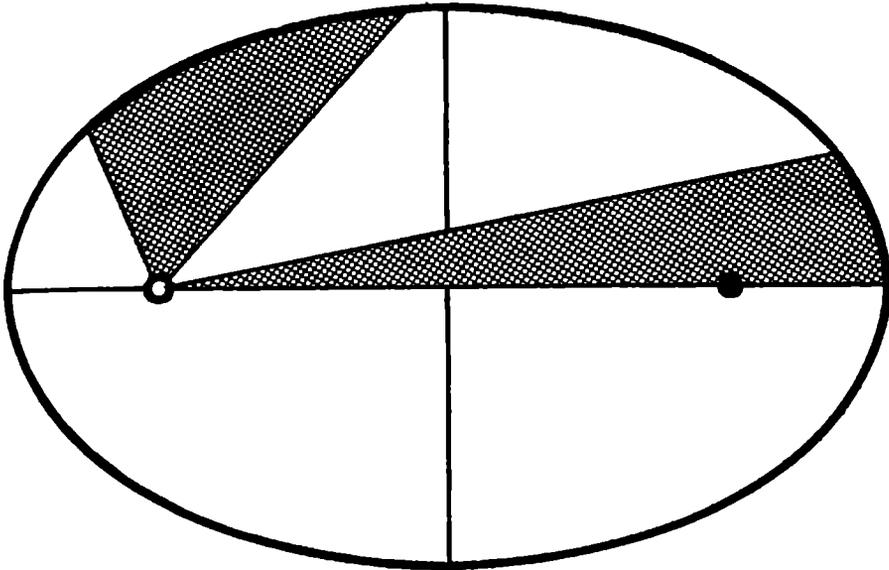
Das dritte Gesetz schließlich gibt Auskunft über den gesetzmäßigen Zusammenhang, der zwischen der Umlaufzeit eines Planeten und seiner Entfernung von der Sonne besteht.

„Die Quadrate der Umlaufzeit des Planeten“, so könnte man die für Laien etwas schwer verständliche Formel fassen, „verhalten sich wie die Kuben (dritten Potenzen) der großen Halbachsen in ihren Umlaufellipsen.“

Nach diesen Gesetzen bewegen sich überall im Weltall die Planeten um ihre Sonnen, die Monde um ihre Planeten. Nach diesen Gesetzen lassen sich ihre

Bahnen und Standorte errechnen. Im übrigen gehorchen ihnen auch die künstlichen Satelliten, wie überhaupt die Keplerschen Gesetze für die Astronautik eine außerordentlich wichtige Rolle spielen.

Nach dem Abschluß seiner Arbeiten an den drei Gesetzen der Planetenbewegung, die das verpönte kopernikanische Weltsystem untermauerten, nahmen



### Die Keplerschen Gesetze

*sind unentbehrliches theoretisches Rüstzeug für die Astronomie und für die Astronautik. (Die Ellipse wurde absichtlich in die Länge gezogen, um deutlicher zu zeigen, wie in gleichen Zeiträumen gleich große Flächen vom Leitstrahl bestrichen werden. Von den Himmelskörpern – und das sind auch antriebslos fliegende Satelliten oder Raumschiffe – werden also in gleichen Zeiten verschieden lange Abschnitte der Ellipsenbahn durchflogen. Sie durchmessen ihre Bahnen also an verschiedenen Stellen mit verschiedenen Geschwindigkeiten.)*

Schikanen, Verfolgung und Not spürbar zu. Selbst seine fünfundsiebzigjährige Mutter wurde als Hexe angeklagt. Kepler mußte, mitten aus seiner wissenschaftlichen Arbeit gerissen, in die Heimat eilen, um sie vor Folter und Scheiterhaufen zu retten. Doch die Folgen der Torturen setzten kurze Zeit später ihrem Leben ein Ende.

Als Kepler an den Strapazen eines Rittes zum Reichstag nach Regensburg, wo er Hilfe erhoffte, am 15. November 1630, mitten im Dreißigjährigen Krieg, starb, hinterließ er seiner Familie an materiellen Gütern außer seinem wertlosen Pferd ganze zweiundzwanzig Gulden, dazu viele Sorgen.

Der Menschheit aber hinterließ er, der Deutschlands größter Astronom ge-

nannt wird, die von ihm entdeckten und formulierten Gesetze. Sie waren weitere Keulenschläge gegen das morsche Gebäude der von den Kirchen konservierten „tausendjährigen“ Weltanschauung und bahnten dem modernen Weltbild den Weg.

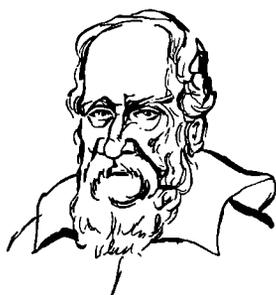
## Noch einmal droht der Scheiterhaufen

Während Kepler seine Planetengesetze entdeckte, wurde in Holland von den dort ansässigen Brillenmachern ein wahrhaft wunderbares Gerät erfunden: ein Rohr mit einem System von Glaslinsen. Schaut man hindurch, sieht man weit entfernte Gegenstände so nahe, daß man sie mit Händen greifen zu können glaubt.

Die Kunde von diesem Fernrohr drang auch nach Italien. In Padua, der alten, aber allem Neuen ziemlich aufgeschlossenen Universitätsstadt, fand sich sogar jemand, der sie glaubte: der Mathematikprofessor Galileo Galilei.

Er war ein ungewöhnlicher Zeitgenosse, ungewöhnlich begabt, ungewöhnlich jung – mit fünfundzwanzig Jahren schon eine Professur, dazu in Padua! – und ungewöhnlich neuartig in seinen Methoden. Seine Kollegen lehnten ihn meist ab, aber seine Studenten verehrten ihn. Denn er tat das, was den anderen Professoren der Universität unwürdig, zumindest ungebräuchlich erschienen wäre: er experimentierte. Er nahm in der Praxis das vorweg, was der große Erzieher Pestalozzi reichlich zweihundert Jahre später als Lehrsatz formulierte: „Die Anschauung ist das absolute Fundament aller Erkenntnisse.“

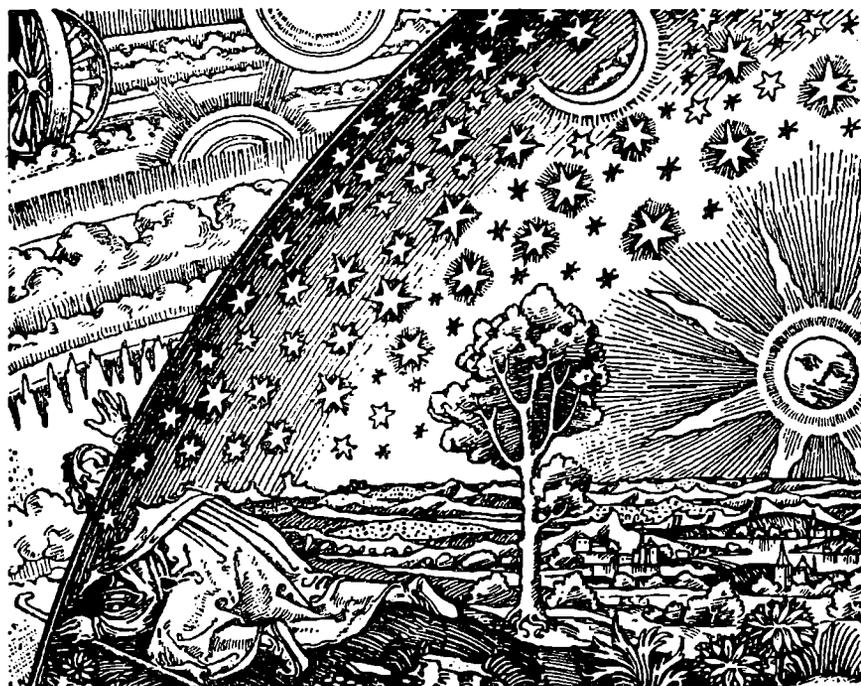
Warum sollte er, der in einer Fülle von Experimenten wichtige Grundlagen der Mechanik legte; der den kühnen Gedanken hatte, das Nichts Luft zu wiegen; der Fall- und Pendelgesetze fand; der das Thermometer erfand – sollte er nicht versuchen, das nachzubauen, was die holländischen Brillenmacher konstruiert haben sollten?



### Galileo Galilei (1564–1642)

*italienischer Physiker und Astronom, schuf die Grundlagen der mechanischen Naturwissenschaft, entdeckte Pendel- und Fallgesetze, wandte vermutlich als erster das Fernrohr zu astronomischen Beobachtungen an. Als Siebzigjähriger wurde der fast Erblindete vor das Inquisitionsgericht geschleppt, damit er seine Beweise für das kopernikanische Weltbild widerrufe.*

Der Versuch gelang – selbstverständlich für einen so erfahrenen Instrumentenbauer. Galilei war der erste Mensch, der das Fernrohr benutzte, um damit systematisch die Gestirne zu beobachten. Seit dem Sommer 1609 richtete er es mit dem Eifer eines Jägers gegen den nächtlichen Himmel über Padua. Sein



### Der Zweifler

*Dieser mittelalterliche Holzschnitt läßt den Drang des Menschen ahnen, über die Grenzen der dogmatisch umschlossenen Weltanschauung der Kirche hinaus zur Wahrheit über die Welt vorzudringen.*

erstes Opfer war selbstverständlich der Mond. Eine seltsame Landschaft tat sich ihm auf: leuchtende Berge, dunkle Täler, Krater und bizarre Gebirge. Unter der wundersamen Wirkung des Fernrohres lösten sich auch die nebelhaften Schleier der Milchstraße in eine Fülle von Sternen und Sternchen auf. Überhaupt war mit dem Fernrohr eine viel größere Zahl von Sternen zu erkennen als mit dem bloßen Auge. Eine Grenze, die dem menschlichen Auge und, mit einiger Nachhilfe von oben, auch dem Verstand bis dahin gesetzt gewesen schien, war nun gesprengt. Was dem unbewaffneten Auge verborgen geblieben war und nun sichtbar wurde, das war allerdings eindeutig. Es verbannte naive biblische Vorstellungen.

Das Weltall erwies sich tatsächlich als ein Raum von unermesslichen Dimensionen, erfüllt von Gestirnen von unvorstellbarer Zahl. Wie weit mußten die Fixsterne entfernt sein, wenn sich ihre Größe im Fernrohr kaum veränderte, während die Planeten als Scheibchen erschienen!

Aber das Fernrohr, so primitiv es zunächst war, offenbarte dem geschulten, exakten Beobachter Galilei noch mehr: Zum Beispiel die Monde, die den Jupiter umkreisen wie unser Mond die Erde. Als Galilei sein Fernrohr auf die Venus richtete, gab es eine neue Überraschung: Wie der Mond ist auch die

„In Siena, als junger Mensch, sah ich, wie ein paar Bauleute eine tausendjährige Gepflogenheit, Granitblöcke zu bewegen, durch eine neue und zweckmäßigere Anordnung der Seile ersetzen, nach einem Disput von fünf Minuten. Da und dann wußte ich: die alte Zeit ist herum, und es ist eine neue Zeit. Bald wird die Menschheit Bescheid wissen über ihre Wohnstätte, den Himmelskörper, auf dem sie haust. Was in den alten Büchern steht, das genügt ihr nicht mehr.

Denn wo der Glaube tausend Jahre gegessen hat, eben da sitzt jetzt der Zweifel. Alle Welt sagt: ja, das steht in den Büchern, aber laßt uns jetzt selbst sehn. Den gefeiertsten Wahrheiten wird auf die Schulter geklopft; was nie bezweifelt wurde, das wird jetzt bezweifelt. Dadurch ist eine Zugluft entstanden, welche sogar den Fürsten und Prälaten die goldbestickten Röcke lüftet, so daß fette und dürre Beine darunter sichtbar werden, Beine wie unsere Beine. Die Himmel, hat es sich herausgestellt, sind leer. Darüber ist ein fröhliches Gelächter entstanden.“

*Galilei zu dem Knaben Andrea*

*in*

**BERT BRECHTS**

*Schauspiel*

*„Das Leben des Galilei“*

Venus einmal als volle, helle Scheibe, ein andermal nur als schmale Sichel sichtbar. Mit dieser Entdeckung der Jupitermonde und der Phasen der Venus war bewiesen, daß die Planeten dunkle, kugelförmige Weltkörper sind, die ihr Licht von der Sonne empfangen, die sie umlaufen, genau wie die Erde.

Damit war das heliozentrische Weltbild des Kopernikus durch weitere Einzelheiten bewiesen und ergänzt. Galilei faßte alles, was an Tatsachen vorlag, bis zum Jahre 1632 zusammen und wandte sich damit in frommem Glauben an die päpstlichen Astronomen – ausschließlich Jesuiten –, um sie von der Richtigkeit der von ihm angestellten Beobachtungen zu überzeugen. Eine vorsichtig sachlich zustimmende Antwort nach langer Zeit. Und dann nach noch längerer Zeit eine Gewalttat: Der siebzigjährige Professor wurde verhaftet und vor ein Gericht der Inquisition geschleppt. Folter und Scheiterhaufen drohten auch ihm. Das Beispiel Giordano Brunos stand, trotz anderer Umstände, nahe vor ihm.

Galilei hatte nicht mehr die Festigkeit zu widerstehen. Er kapitulierte. Sein Widerruf nach langer Haft – die übrigen in gemilderter Form bis zum Lebensende wahrte – ist ein Dokument der Schande, der Versündigung gegen die Menschlichkeit und gegen die Vernunft: Der fast erblindete greise Gelehrte, der eindeutige Beweise für das kopernikanische heliozentrische Weltsystem gesammelt und vorgelegt hatte, mußte auf Knien schwören, an die alten unsinnigen Dogmen zu glauben, um dem Scheiterhaufen zu entgehen.

„Und sie bewegt sich doch!“ soll er ausgestoßen haben, als er sich aus der unwürdigen Kniebeuge erhob.

Keine Inquisition, kein erzwungener Widerruf Galileis konnte verhindern, daß das kopernikanische Weltsystem sich durchsetzte, weil es richtig ist. Es war nicht mehr zu verbieten.

**I**ch, Galileo, Sohn des Vinzenz Galilei aus Florenz, siebenzig Jahre alt, stand persönlich vor Gericht und ich knie vor Euch Eminenzen, die Ihr in der ganzen Christenheit die Inquisitoren gegen die ketzerische Verworfenheit seid. Ich habe vor mir die heiligen Evangelien, berühre sie mit der Hand und schwöre, daß ich immer geglaubt habe, auch jetzt glaube und mit Gottes Hilfe auch in Zukunft glauben werde, alles was die heilige katholische und apostolische Kirche für wahr hält, predigt und lehrt. Es war mir von diesem Heiligen Offizium von Rechts wegen die Vorschrift auferlegt worden, daß ich völlig die falsche Meinung aufgeben müsse, daß die Sonne im Mittelpunkt der Welt ist, und daß sie sich nicht bewegt. Es war mir weiter empfohlen worden, daß ich diese falsche Lehre nicht vertreten dürfe, sie nicht verteidigen dürfe und daß ich sie in keiner Weise lehren dürfe, weder in Wort noch in Schrift. Es war mir auch erklärt worden, daß jene Lehre der Heiligen Schrift zuwider sei. Trotzdem habe ich ein Buch geschrieben und zum Druck gebracht, in dem ich jene bereits verurteilte Lehre behandle und in dem ich mit viel Geschick Gründe zugunsten derselben beibringe, ohne jedoch zu irgendeiner Entscheidung zu gelangen. Daher bin ich der Ketzerei in hohem Maße verdächtig befunden worden, darin bestehend, daß ich die Meinung vertreten und geglaubt habe, daß die Sonne Mittelpunkt der Welt und unbeweglich ist, und daß die Erde nicht Mittelpunkt ist und sich bewegt. Ich möchte mich nun vor Euren Eminenzen und vor jedem gläubigen Christen von jenem schweren Verdacht, den ich gerade näher bezeichnete, reinigen.

*Galilei vor der päpstlichen Inquisition 1633*

*(aus dem schriftlich fixierten Schuldbekennnis, das er ablegen mußte)*

Vom finsternen Aberglauben, vom widermenschlichen Mythos, vom Himmel voller Götter, vom Glauben war die Menschheit in einem wichtigen Punkt ihrer Problematik zum Wissen vorgestoßen. Eine Revolution im astronomischen Weltbild hatte sich vollzogen.

Und doch fehlte noch etwas: eine glaubwürdige Erklärung für die Kraft, die den Mond zwingt, um die Erde zu kreisen und die alle Planeten zwingt, auf den ihnen einmal zugewiesenen Ellipsenbahnen um die Sonne zu laufen.

Warum können Mond und Planeten ihre Bahnen nicht verlassen? Welche Kraft zwingt sie, den kosmischen Rhythmus einzuhalten?

Ein junger Student fand die Antwort, nach der so viele geniale Köpfe vor ihm vergeblich gesucht hatten: Isaac Newton, vierundzwanzig Jahre alt, Student an der Universität Cambridge.

### **Ein Apfel fiel nicht weit vom Stamm**

Es war einer jener herrlichen Sonnentage, wie sie in England so selten sind. Die spätsommerliche Sonne gab den Früchten die letzte Reife. Wenn man durch die menschenleeren Felder der Grafschaft Lincolnshire wanderte, konnte man vergessen, daß drinnen in den Städten die Pest wütete.

Vergeßlichkeit war überhaupt eine der hervorstechendsten Eigenschaften des jungen Studenten, der da unter einem Apfelbaum lag und träumte. Woran mochte er denken? An die Universitätsstadt Cambridge, in der er schon jetzt einen ungewöhnlichen Ruf wegen seiner mathematischen Kenntnisse und – wegen seiner Vergeßlichkeit genoß? Oder dachte er an die Astronomie, in der es so herrlich viel zu berechnen gab?

In diesem Augenblick geschah etwas, was ganz alltäglich, ganz natürlich in dieser Jahreszeit ist, etwas, was an tausend anderen Orten unter hunderttausend anderen Apfelbäumen zur gleichen Stunde, vielleicht zur gleichen Sekunde auch geschah: Ein Apfel fiel vom Baum!

Aber das Besondere an diesem Apfel, an diesem speziellen „Fall“, war die Auslösung eines wahrhaft genialen Gedankens im Kopf jenes Mannes, dem der Apfel beinahe auf den Kopf gefallen wäre.

Bei seinem Anblick soll Newton – ob die ganze Angelegenheit sich tatsächlich so abgespielt hat, ist nie nachgewiesen worden – automatisch an die von Galilei errechnete Fallgeschwindigkeit gedacht haben. Sie soll in jeder Sekunde um 9,78 m/s zunehmen, also nach einer Sekunde rund 10 m/s, nach zwei Sekunden 20 m/s betragen. Und so weiter. Aber warum ist das so? Warum fällt der Apfel überhaupt? Galilei hat es herausbekommen.

Wie weit würde der Apfel fallen, wenn er nicht durch die feste Erdoberfläche daran gehindert werden würde? Sicherlich bis zum Erdmittelpunkt. Also muß der Erde eine Kraft innewohnen, die jeden Körper dazu veranlaßt, bis zum Erdmittelpunkt fallen zu wollen.

Wenn der Erde aber ein solche Kraft innewohnt, warum sollte sie dann nicht auch jedem anderen Körper innewohnen? Also muß jede Masse – auch der Apfel – ein Kraft besitzen, die in der Lage ist, jeden anderen Körper anzu- ziehen, eine Massenanziehung.

Schließlich kam Newton hinter das „Geheimnis“, das Gesetz dieser Kraft. Er nannte es Gravitationsgesetz. Es besagt, daß zwei Körper sich gegenseitig an- ziehen, und zwar mit einer Kraft, die proportional dem Produkt ihrer Massen und umgekehrt proportional dem Quadrat ihres Abstandes ist – genauer ge- sagt: des Abstands ihrer Massenmittelpunkte. Das heißt also, daß sie um so größer ist, je größer die beteiligten Massen sind, und daß sie mit zunehmender Entfernung rasch geringer wird; sie nimmt mit dem Quadrat der Distanz ab.

Das bedeutet, daß sie in doppelter Entfernung nur noch ein Viertel, in drei- facher Entfernung nur noch ein Neuntel, in zehnfacher Entfernung nur noch ein Hundertstel beträgt.

Was den berühmten Newtonschen Apfel betrifft – er ist, offen gesagt, historisch gar nicht verbürgt –, so veranlaßte ihn die zwischen ihm und der Erde wirkende Massenanziehung, daß er herunterplumpste. Die Erde wird, genau betrachtet, von ihm mit der gleichen Kraft angezogen.

Übrigens sind die Massen aller Gegenstände, denen wir auf der Erde begegnen, viel zu gering, als daß wir etwas von der zwischen ihnen und uns auftretenden Anziehung spüren könnten. (In Laboratorien ist sie aber inzwischen längst nachgewiesen worden.)

Die Massenanziehung mit der Erde dagegen spüren wir immer. Alles fällt zur Erde, alles hat ein Gewicht, hervorgerufen durch das Bestreben der Körper, zum Mittelpunkt der Erde zu fallen.

Wie weit aber reicht diese Massenanziehung der Erde? Ist sie vielleicht auch noch auf dem Mond spürbar? Müßte der Mond vielleicht auch auf die Erde fallen, wenn er es könnte? Wenn ja, um welchen Teil eines Meters in der Sekunde?

Ein scheinbar so einfacher Gedankengang! Und doch war vor Newton niemand darauf gekommen. Newton rechnete: Mit  $9,78 \text{ m/sec}^2$  Beschleunigung fallen in seiner Gegend alle Körper zur Erde, die Zahl stammte von Galilei. Und der Mond? Er war 60mal weiter vom Erdmittelpunkt entfernt als die Gegenstände auf der Erdoberfläche. Daß man diese Zahl mit sich selber multiplizieren muß, wenn man wissen will, um wievielfach schwächer die Fallbeschleunigung in der Entfernung wirkt, in der sich der Mond befindet, daß ließ sich nach dem dritten Gesetz Keplers berechnen.

So verknüpfte ein genialer Geist das, was andere, nicht weniger geniale vor ihm gedacht, zu einem logischen Ganzen. Was dabei herauskam? Der Mond würde, wenn er fiel, eine Beschleunigung von 2,71 Millimetern in jeder Sekunde erfahren. Warum aber fällt er nicht? Weil er durch einen kosmischen Vorgang einen Impuls, einen Stoß mitbekommen hat, der ihn mit einer be- stimmten Geschwindigkeit vorwärts eilen läßt.

Zwei Kräfte wirken hier in verschiedenen Richtungen auf den Mond ein: sein Bestreben, auf seiner Bahn nach dem Trägheitsgesetz geradeaus weiterzufiegen, und die Massenanziehung der Erde, die ihn aus dieser Bahn ablenken und an sich ziehen will.

Das Ergebnis ist die elliptische, beinahe kreisförmig gekrümmte Bahn um die Erde herum, die ihren getreuen Begleiter weder losläßt noch ganz an sich ziehen kann.

Die Newtonsche Gravitationsformel, so einfach sie ist, erwies sich als wunderwirkende Weltformel der Astronomie. Seit sie unter dem Apfelbaum in Woolshorp ihren Ausgang genommen hatte, wurden mit ihrer Hilfe unzählige Be-



**Sir Isaac Newton (1643–1707)**

*der große englische Mathematiker und Naturwissenschaftler, Begründer der klassischen Physik. Unter anderem entdeckte er die Spektralfarben des weißen Lichts und das Gravitationsgesetz.*

rechnungen ausgeführt. Sie setzte damals die Gänsefedern der Astronomen ebenso in Bewegung wie später ihre Rechenstifte und heute die „Elektronengehirne“ der modernen Observatorien und Institute.

Was herauskam und noch heute herauskommt: Berechnung der Bahnen von Sternen, Kometen und anderen bewegten Gebilden im Kosmos und ihrer Masse mit erstaunlicher Genauigkeit; Voraussagen von noch unentdeckten Himmelskörpern aus den Abweichungen in den Bahnen bekannter Sterne. Die Formel zeigte, daß das Gewicht der Körper keine absolute Größe ist, sondern von der Entfernung vom Gravitationszentrum abhängt; auf unserer Erde zum Beispiel ist das Gewicht aller Gegenstände wegen der größeren Annäherung an den Erdmittelpunkt am abgeplatteten Pol etwas größer als am Äquator, auf dem Mount Everest wegen der größeren Entfernung vom Erdmittelpunkt etwas geringer als auf der Sohle eines Bergwerkes in Alaska.

Völlig unentbehrlich ist diese Formel für die Raketenforscher und die Astronauten. Denn erst mit ihr können Bahnen, Geschwindigkeiten und andere für das Gelingen eines astronautischen Projektes wichtige Bedingungen errechnet werden – mit jener Sicherheit und Genauigkeit, die seit Newton die Arbeit der Astronomen auszeichnet und uns immer wieder mit Bewunderung erfüllt.

Die Revolution des Weltbildes hatte gesiegt: Kopernikus hatte das moderne heliozentrische Weltbild begründet, Giordano Bruno hatte es ergänzt, indem er feststellte, daß das Weltall unendlich ist. Kepler hatte die Bewegungsgesetze der Planeten erklärt und Newton mit seinem Gravitationsgesetz die Ursachen

dieser Bewegung aufgedeckt und ihre exakte mathematische Erfassung ermöglicht.

Newton, der in einem außergewöhnlich langen Leben der Astronomie eine ganze Reihe theoretischer und praktischer Mittel schenkte, war gewissermaßen der letzte in der Reihe derer, die das neue astronomische Weltbild schufen.

Generationen von Astronomen haben inzwischen mit diesen Mitteln das Weltall unermüdlich erforscht und sind dabei vielen seiner Rätsel auf die Spur gekommen. Es ist wahrhaft erstaunlich, was wir heute alles über jene Welt wissen, in die aufzubrechen wir im Begriff sind.

# blick ins weltall

## Lebensquell Sonne

Die ersten „astronomischen“ Vorstellungen, die wir als Kinder vermittelt bekamen, waren meist solche: Der Himmel ist eigens dazu da, dem lieben Gott und den Engeln als hoher, luftiger Aufenthalt zu dienen. Auch Petrus, der Wettermacher, und seine heidnische Kollegin, Frau Holle, residieren dort.

Wir lernten das reizende Märchen vom kleinen Häwelmann kennen, der in seinem Bettchen abenteuerliche Fahrten um das alte Himmelsgewölbe unternahm (... und wenn er nicht im Reisbrei der Milchstraße steckengeblieben ist, lebt er heute noch). Zahllose Sternchen funkelten in klaren Nächten; mal waren sie Laternen, mal goldene Knöpfe, mal die Seelen Verstorbener.

Mit der Zeit stellten wir durch eigene Beobachtung fest, daß drei wesentliche Erscheinungen am Himmel zu sehen sind: Sonne, Mond und Sterne. Wenn die Sonne scheint, ist es Tag. Geht sie unter, wird es Nacht, die manchmal, aber keineswegs immer, vom Mond erhellt wird, der sich einmal als freundlich volle Scheibe, dann wieder als dünne Sichel zeigt. Und Sterne gibt es – in Hülle und Fülle, von glänzend hellen bis zu ganz zarten Lichtpünktchen, die sich an bestimmten Stellen zu ganzen Lichtwolken häufen.

Es erging uns damals in unserer Kindheit nicht viel anders als der Menschheit in ihrer Kindheit: Sehr früh beschäftigte uns der Kosmos mit seinen auffälligen und lebenswichtigen Erscheinungen. Aber zunächst waren wir in unserem Bemühen um das Begreifen auf die Phantasie angewiesen. Der Herrschaft der Märchen und Legenden folgte die nüchterne Beobachtung, noch ohne stichhaltige Erklärung der Phänomene.

Dann erst kam das Stadium des ursächlichen Erfassens der Erscheinungen, der zusammenhängenden, wissenschaftlichen Kenntnisse über sie: Das Weltbild des modernen Menschen.

Die Tatsachen und Zahlen, die wir kennenlernten, erwiesen sich allerdings als überwältigend. Sie sind erregender und phantastischer als das schönste Märchen. Sie weiteten den Himmel zum unendlichen Weltraum.

Sie degradierten unsere Erde zum bescheidenen Staubkorn im All. Aber sie erwiesen zugleich den Menschen als einen Zauberer, der über den Schatten

seiner Herkunft zu springen vermag und für dessen Fähigkeiten und Kenntnisse es keine Grenzen gibt. Es sei denn, er setze sie sich selbst oder lasse sie sich durch seinesgleichen setzen...

Nun greift er nach den Sternen.

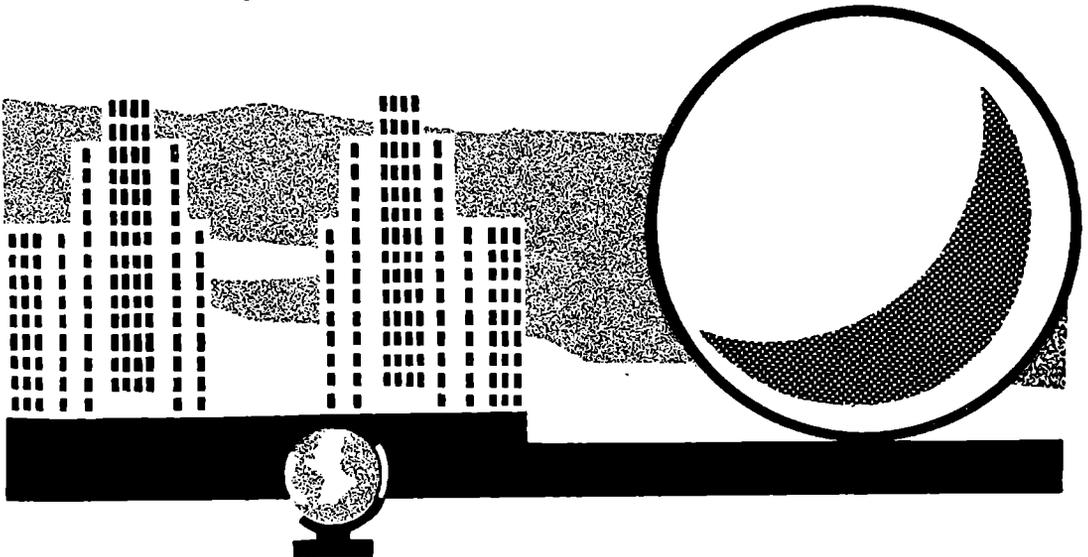
Um zu verstehen, was das bedeutet, muß man die wichtigsten Fakten und Dimensionen kennen, mit denen wir im All zu rechnen haben.

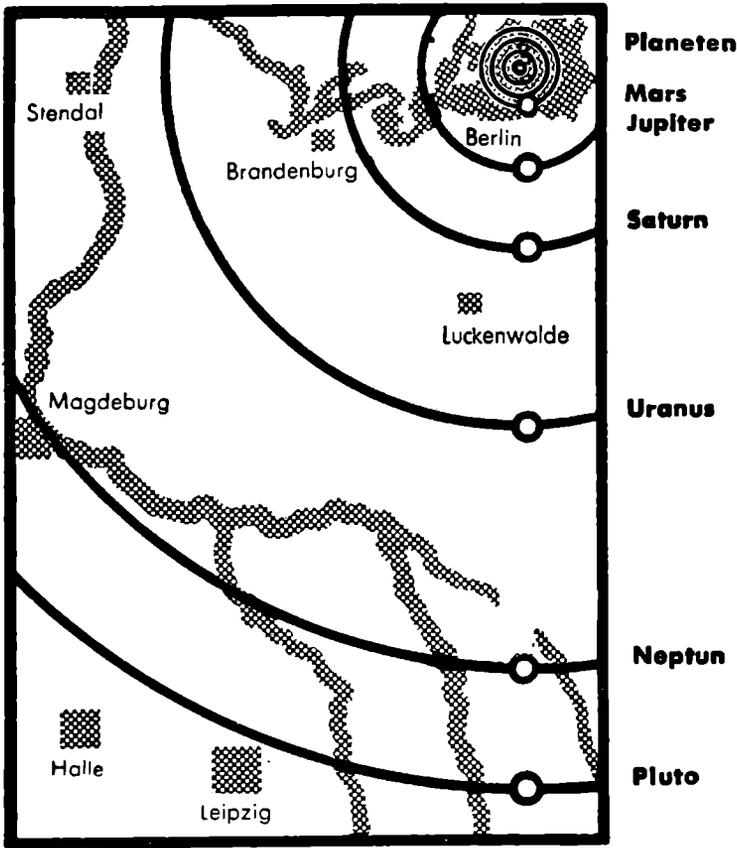
Man sieht es der Sonne nicht an, daß sie in ihrem Reich ein Gigant unter Zwergen ist. Am Himmel erscheint sie uns nicht viel größer als die Scheibe des Mondes. Tatsächlich hat sie einen Durchmesser von 1 390 600 km – den einhundertzweifachen der Erde! Und nur ihre enorme Entfernung, rund 150 Millionen km, läßt sie uns so klein erscheinen – und zugleich ihre gewaltige Energiestrahlung ohne Schaden ertragen.

Immer wieder aufs neue ist man verblüfft, wenn man die wahren Größenverhältnisse unseres Sonnensystems veranschaulicht sieht. Wie sich die Planeten vor dem gewaltigen Panorama der Sonne ausnehmen würden, wenn man sie davorstellen könnte, haben wir versucht, auf Tafel 2 darzustellen. Dabei hat nur ein kleiner Ausschnitt der Sonne auf unserem Bild Platz gefunden, sonst hätte das Blatt nicht ausgereicht. Stellt man sich nämlich den kleinsten der Planeten, den Merkur, als einen noch einigermaßen gut sichtbaren Punkt von 1 mm Durchmesser vor, dann müßte der Feuerball der Sonne einen Durchmesser von 28 cm bekommen. Unsere Erde würde im gleichen Maßstab nur einen Punkt von 2 mm Durchmesser ausmachen.

Ein anderes Beispiel: Unsere Globen haben im allgemeinen einen Durchmesser von 33 cm. Wollte man einen Sonnenglobus im gleichen Größenverhältnis herstellen, so müßte er einen Durchmesser von 36 m erhalten. Würden wir

**Ein Sonnenglobus** *Wollte man einen Sonnenglobus im selben Maßstab herstellen, in dem im allgemeinen unsere Erdgloben angefertigt werden (Durchmesser 33 cm), so müßte unser Sonnenglobus einen Durchmesser von 36 m haben!*





### Entfernungen in unserem Sonnensystem

*Würde man ein Modell unserer Sonne mit einem Durchmesser von 36 m am Strausberger Platz aufstellen, so müßte man, im Maßstab bleibend, unseren Erdglobus am Brandenburger Tor postieren, dazwischen Venus und Merkur. Fast am Stadtrand von Berlin fänden wir den Mars. Pluto aber, der entfernteste aller Planeten, findet dann seinen Platz etwa in den Vororten von Leipzig. Seine genauen Maße sind noch nicht bekannt, aber sein Modell im gleichen Maßstab dürfte etwa einen Durchmesser von 14 cm aufweisen.*

diesen Sonnenglobus auf den Strausberger Platz in Berlin stellen, müßten wir, um auch die Entfernungen entsprechend zu berücksichtigen, unseren Erdglobus eine Stunde weit durch die Straßen Berlins tragen; denn er dürfte erst in 4 km Entfernung, etwa am Brandenburger Tor, aufgestellt werden. Der von der Sonne am weitesten entfernte Planet Pluto müßte übrigens, wenn wir bei den Größenverhältnissen unseres Modells bleiben, in rund 150 km Entfernung vom Strausberger (Sonnen-) Platz plaziert werden. Das wäre in diesem Fall also ungefähr in Leipzig, Halle oder Cottbus oder, wenn es jemanden nach dem Norden zieht, im Oderhaff. (Allerdings müssen wir noch darauf hin-

weisen, daß – wir wissen es seit Kepler – die Planeten sich auf Ellipsenbahnen um die Sonne bewegen, ihre Entfernung also veränderlich ist. Die Abweichungen von der Kreisbahn sind hier allerdings unerheblich. Für unser Beispiel haben wir in jedem Fall die mittlere Entfernung gewählt.)

Was den Rauminhalt betrifft, bei dem die Dimensionen ja in der dritten Potenz gelten, sind die Verhältnisse noch imposanter. Eine Million und dreihunderttausend Erdkugeln hätten im Innern der Sonne Platz. Deren Masse ist wegen der geringen Dichte allerdings nicht so groß; sie entspricht der von 332 000 Erdkugeln.

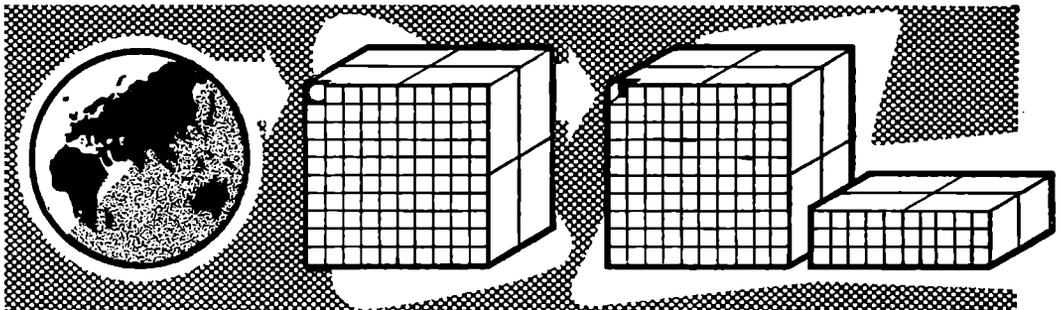
Auf jeden Fall ist die Sonne, die 750mal mehr Masse besitzt als alle Planeten und Monde zusammen, durchaus imstande, unser ganzes Planetensystem in Schwung zu halten. Die Schwerkraft der Sonne ist an ihrer Oberfläche, soweit man bei einem glühenden Gasball von Oberfläche sprechen kann, 28mal größer als die auf der Erde bei uns. Ein strammer Dackel würde also auf der Sonne vier Zentner wiegen. (Wenn wir davon absehen, daß er dort sofort nicht nur gebraten, sondern vollständig in Gase aufgelöst würde.)

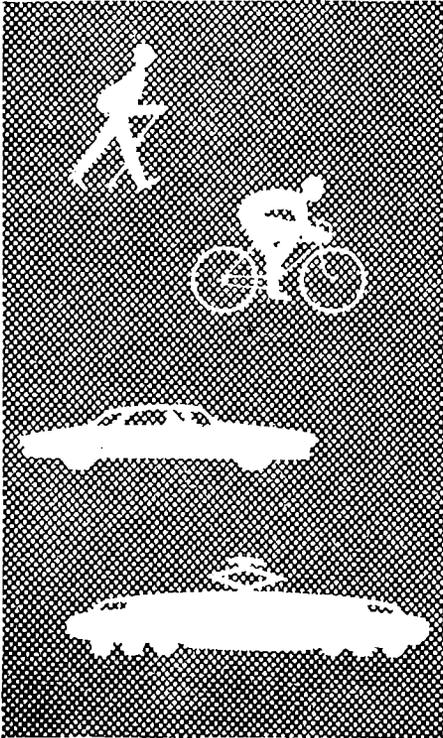
Das alles kann man sich noch einigermaßen plastisch vorstellen. Jenseits jedes Vorstellungsvermögens aber ist die Energieleistung der Sonne, der wir alles Leben auf der Erde – menschliches, tierisches und pflanzliches – verdanken. Sie beträgt 500 000 000 000 000 000 000 000 = 500 000 Trillionen PS oder, anders ausgedrückt, 370 000 000 000 000 000 000 000 kW. Seit Einstein (1905) seine berühmte Formel für die Masse – Energie – Relation aufstellte, ist uns bekannt, daß stoffliche Materie und Energie nicht zwei verschiedene Erscheinungen sind, sondern nur zwei verschiedene Erscheinungsformen der Materie.

Nach der Einsteinschen Formel, die wir später noch ausführlicher erläutern werden (siehe Seite 201!), läßt sich errechnen, daß der Energie, die von der Sonne in einer Sekunde ausgestrahlt wird, über 4 000 000 t Masse entsprechen.

Über 4 000 000 t stofflicher Materie werden in jeder Sekunde in Strahlungs-

**Eine Million dreihunderttausend Erdkugeln hätten in unserer Sonne bequem Platz. So gewaltig ist der Quell unseres Lebens.**





**Wieviel Zeit brauchten sie für den Weg zum Mond?**

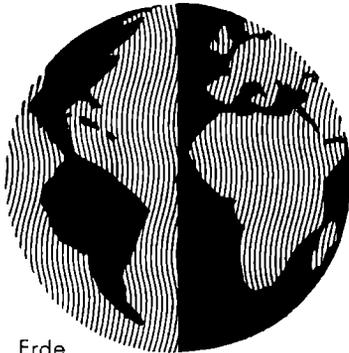
**Bei ununterbrochener Fortbewegung:**

der Fußgänger **9 Jahre**

der Radfahrer **3 Jahre**

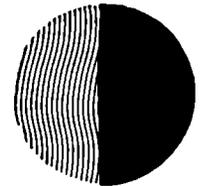
das Auto **5 Monate**

die elektrische Lok **3 Monate**

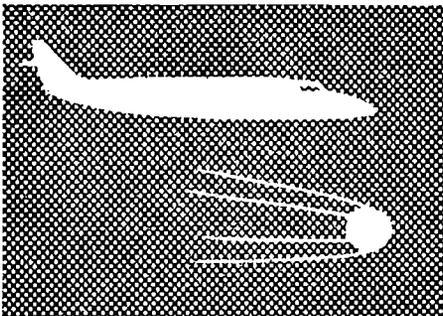


Erde

Entfernung  
Erde — Mond  
384 400 km



Mond



das moderne Düsenflugzeug  
**2 Wochen**

der Sputnik **14 Stunden**

materie umgewandelt! Eine wahrhaft gigantische Leistung. Von dieser Sonnenenergie gelangen jedoch nur zwei Milliardenstel ( $2 \cdot 10^{-9}$ ) zur Erde. Dieser Bruchteil ist aber immer noch 60 000mal mehr, als die Menschheit an Energie verbraucht.

Gigantisch wie die Energie der Sonne sind auch ihre Temperaturen. Für die Sonnenoberfläche hat man  $6000^{\circ}\text{C}$  gemessen, und für das Innere nimmt man eine Temperatur von 15 000 000 bis  $20\,000\,000^{\circ}\text{C}$  an.

## **9 Planeten und 31 Monde – vorläufig!**

In zahllosen abenteuerlichen Zukunftsromanen spielen die Planeten, unsere unmittelbaren Nachbarn im All, bereits die Rolle reizvoller Ziele für Wochenendausflüge. Der interplanetare Flugverkehr ist in jenen Romanen viel selbstverständlicher als ein Flug zur Leipziger Messe oder mit dem Feriensondendienst unserer Lufthansa zur Ostseeküste. Was davon Wirklichkeit werden könnte und was Utopie bleiben wird, soll im dritten Teil unseres Buches näher untersucht werden. Hier jedoch geht es darum, die Stellung unserer Erdkugel im Weltall so gut wie möglich zu veranschaulichen.

Wer es, von sportlichem Ehrgeiz gepackt, verschmäht, den Ort seiner sommerlichen Erholung mit der Bahn zu erreichen und statt dessen sein Fahrrad und sich selber strapaziert, weiß Entfernungen zu schätzen. Ohne jedes Training hat man nach 100 km einen handfesten Muskelkater, der die Weiterfahrt am nächsten Tag nicht unbedingt zum Vergnügen macht.

Wollten wir nun aber gar die Strecke Erde-Mond mit dem Fahrrad zurücklegen, so wären wir, immer eine Tagesleistung von 100 km vorausgesetzt, ganze zehn Jahre unterwegs. Und wenn wir dann nicht richtig vorausberechnet haben, kann es uns passieren, daß wir den Mond nicht an der Stelle erreichen, an der er der Erde am nächsten ist. In diesem Falle müssen wir noch ein paar Monate zulegen.

Trotzdem ist die Entfernung zu unserem nächsten Nachbarn im All für irdische Verkehrsleistungen von heute nicht überwältigend. Was die Geschwindigkeit betrifft, würden die modernsten Düsen-Verkehrsmaschinen, wie die TU 114, die rund 400 000 km zum Mond in gut zwei Wochen zurücklegen. Ohne Muskelkater! Und die derzeitigen Düsenjäger würden es in vier bis fünf Tagen schaffen. Die sowjetische Interkontinentalrakete wäre, legt man ihre Spitzengeschwindigkeit zugrunde, nicht einmal einen Tag unterwegs. Eine moderne Mondrakete, wie sie in Bälde die erste – vorläufig unbemannte – Fahrt zum Mond antreten wird, benötigt allerdings nach vorläufigen Berechnungen fünfzig Stunden. (Wie lange sie wirklich braucht, wird die Welt erst dann erfahren, wenn die Rakete den Flug hinter sich hat.)

Auf seinem Sterbebett soll Kopernikus sich darüber beklagt haben, daß er den der Sonne nächsten Planeten nie zu Gesicht bekommen hat. Nun, so leicht

ist es auch nicht, den kleinen Merkur zu beobachten. Nicht etwa, weil er nur ein Drittel des Erddurchmessers mißt, sondern weil seine zu enge Nachbarschaft zur Sonne seine Beobachtung außerordentlich erschwert. Unser Radfahrer wäre übrigens mehr als zweitausend Jahre unterwegs, wollte er mit seinem Rad zum Merkur fahren, wenn er uns gerade am nächsten steht.

Nur halb so weit ist es zum hellsten Stern am Firmament, zum Abend- oder Morgenstern, zur Venus, die fast genausogroß ist wie die Erde. Aber immerhin sind es, je nach Konstellation, 40 Millionen bis 259 Millionen km, die wir bis zu ihr zurückzulegen hätten.

Das sind die beiden Planeten, die zwischen Erde und Sonne ihre Bahn ziehen.

Nach außen hin, also noch weiter von der Sonne entfernt als die Erde, finden wir der Reihe nach Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto.

Der rote Planet Mars ist uns am nächsten. Er ist „nur“ 52 bis 399 Millionen km entfernt. Er ist dasjenige unter den Planetengeschwistern, das seiner Schwester Erde am ähnlichsten geraten ist. Deshalb hat er die Phantasie der Menschen am meisten erregt: Ist er „bewohnt“? Von welchen Wesen? Was bedeuten seine Kanäle? Darüber wird an anderer Stelle noch ausführlicher zu berichten sein.

Wesentlich weiter von uns entfernt ist der größte aller Planeten, der Jupiter, der fast 1400mal so groß ist wie die Erde. Seine Masse ist mehr als 2mal so groß wie die aller übrigen Planeten zusammengenommen. Dafür gibt er sich aber auch nicht mit einem Mond zufrieden, nein, er braucht gleich 11 Stück. Vier davon hatte bereits Galilei mit seinem Fernrohr entdeckt.

Saturn ist der nächste in der Reihe. Er ist der zweitgrößte der Planeten. 8740 Erdkugeln hätten in ihm Platz. Er ist von 9 Monden umgeben. Eines freilich hat er seinen anderen Brüdern voraus: seine eigenartigen und märchenhaft anmutenden Ringe aus Staub und kleinsten Trümmerteilchen, die wahrscheinlich durch eine kosmische Katastrophe, die Zertrümmerung eines seiner Monde, entstanden sind. Zehn Stunden und vierzehn Minuten braucht dieser Riese nur, um sich einmal um sich selbst zu drehen.

Der nächste in der Reihe, Uranus, wurde erst 1781 entdeckt, und das mehr oder weniger zufällig. Friedrich Wilhelm Herschel, der große Astronom, ehemals einfacher britischer Militärmusiker, fand ihn bei seinen systematischen Durchsuchungen des Firmaments. Zwischen 2 und 3 Milliarden km ist er von uns entfernt. Mit fast 50 000 km Durchmesser hat er etwa die 60fache Größe der Erde.

Wurde der Uranus zufällig entdeckt, so wurde der achte Planet nach sorgfältiger Beobachtung planmäßig dort gefunden, wo sein Platz nach den Berechnungen der Astronomen sein mußte. Das hatte der Uranus an den Tag gebracht. Dessen errechnete Bahn stimmte nämlich nicht mit seinem beobachteten Umlauf überein. Also mußte ein vorläufig noch unbekannter Partner mit im Spiel sein, der mit seiner Masseanziehung die Uranusbahn beeinflusste.

Die Theorie feierte Triumphe: Galle, Astronom an der Berliner Sternwarte, fand den Störfried genau an der vorausgerechneten Stelle, 4mal so umfangreich und 7mal so schwer wie die Erde ist er, der Neptun, und über 4 Milliarden km entfernt.

Aber noch immer zeigte die Bahn des Uranus Abweichungen, und auch die errechnete Bahn des Neptun stimmte nicht ganz mit den tatsächlichen Beobachtungen überein. Es mußte noch ein neunter Planet vorhanden sein. Allerdings beeinflusste er die Bahn des Neptun so geringfügig, daß sich seine Bahn nur sehr schwer errechnen ließ. Erst 1931 konnte er gefunden werden; man nannte ihn Pluto. So verblüffend detailliert und präzise die Kenntnisse sind, die die Astronomen der Menschheit über die Sternenwelt verschafft haben – über den Pluto wissen wir, außer den Elementen seiner Bahn, heute noch so gut wie

#### Neun Planeten und 31 Monde

Planet	Durchmesser	Masse	Rauminhalt (Erde = 1)	Dichte	Mittlere Entfernung v. d. Sonne	Zahl der Monde
Merkur	4 800 km	0,055	0,053	0,68	58 Mill. km	—
Venus	12 200 „	0,814	0,876	0,93	108 „ „	—
<b>Erde</b>	<b>12 757 „</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>149,5 „ „</b>	<b>1</b>
Mars	6 800 „	0,107	0,150	0,71	228 „ „	2
Jupiter	142 700 „	316,9	1394	0,23	778 „ „	11
Saturn	120 800 „	94,8	847	0,12	1426 „ „	10
Uranus	49 700 „	14,51	59,0	0,25	2869 „ „	5
Neptun	53 000 „	17,19	71,5	0,24	4496 „ „	2
Pluto	5 000* „	1,006	—	—	5908 „ „	—

\* Daten über den Pluto sind teilweise ungenau bzw. unbekannt

Planet	Rotationszeit	Umlaufzeit um die Sonne		Entfernung von der Erde	
	Tag. Std. Min. Sek	Jahre	Tage	kleinste	größte
Merkur	88	—	88,0	79 Mill. km	220 Mill. km
Venus	225	—	224,7	40	259
<b>Erde</b>	<b>23 56 4</b>	<b>—</b>	<b>365,3</b>	<b>—</b>	<b>—</b>
Mars	24 37 23	1	321,7	52	399
Jupiter	9 50	11	314,9	590	964
Saturn	10 14	29	167,2	1200	1655
Uranus	11	84	8,1	1900	3150
Neptun	15 50	164	281,6	4300	4680
Pluto	— — — —	248	157	—	—

nichts. Sicher ist, daß er erheblich kleiner als die Erde ist, aber ebenso schwer wie sie.

Das also ist unser Sonnensystem, wie wir es bis jetzt kennen: 9 Planeten und 31 Monde. Dazu kommen viele Zehntausende kleiner Planetoiden (katalogisiert wurden bisher nur 1600, geschätzt werden aber 50 000) und einige hundert Kometen.

Der sonnennächste Planet, Merkur, braucht 88 Tage, um einmal um die Sonne zu wandern, der sonnenfernste, Pluto, 248 Jahre. Unwahrscheinlich mutet die Geschwindigkeit an, mit der unsere Erde auf ihrer Bahn um die Sonne kreist: Es sind mehr als 100 000 km/st.

Noch harrt unser eine Neuentdeckung: der zehnte Planet. Nach den Berechnungen der Bahnen des Uranus und des Pluto muß es noch mindestens einen zehnten Planeten geben. Astronomen vermuten sogar noch drei weitere Planeten. Wann werden sie entdeckt werden?

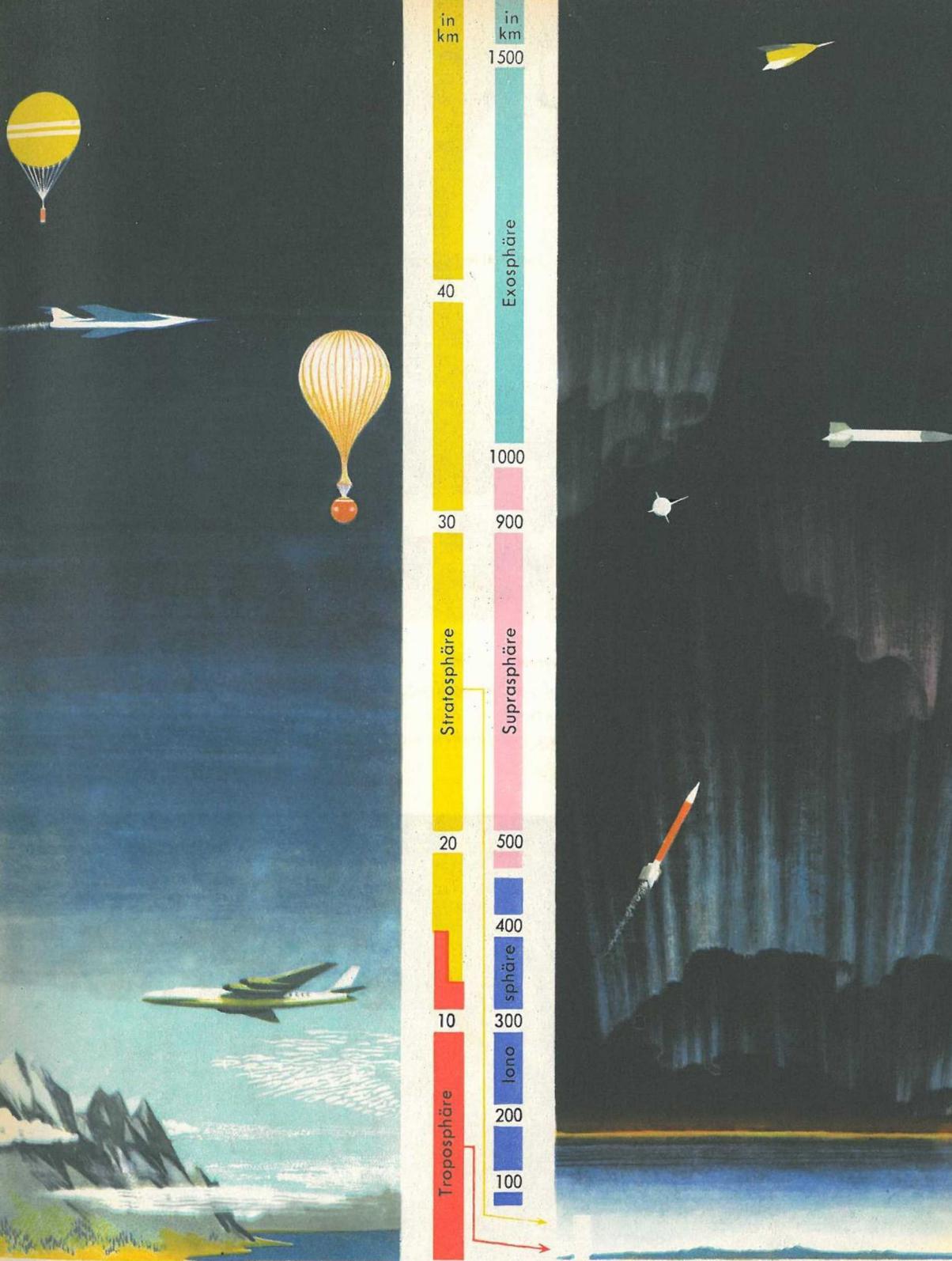
## **Milliarden Sonnen**

Wir Menschen sind gewöhnt, uns – wenigstens in unserer Ausdrucksweise – so zu gebärden, als ob wir allein im weiten Weltall wären. Wir sprechen immer von „der“ Sonne und müßten doch eigentlich sagen „unsere“ Sonne; denn sie ist nur eine von vielen Milliarden Sonnen. Wir sprechen auch immer von „den“ Sternen und meinen dabei meistens nichts anderes als alle jene Himmelskörper, die wir sehen. Lediglich für den Mond und die Sonne sind wir bereit, eine Ausnahme zu machen und ihnen eigene Namen zu geben.

Was aber sind denn Sterne? In streng astronomischem Sinne dürfen wir nur selbstleuchtende Sterne, also Sonnen, als Sterne bezeichnen. Von ihnen wimmelt das Firmament. Alle Fixsterne, überhaupt alle sichtbaren Sterne außer den Planeten unseres Sonnensystems und ihren Monden, sind solche Sonnen. Sie können größer oder kleiner als unsere Sonne sein, die ungefähr das gesunde Mittelmaß unter den Sonnen vertritt. Sie können heller oder dunkler, heißer oder kälter als unser Zentralgestirn sein. Viele von ihnen scheinen ebenfalls von Planeten umgeben zu sein, die wir jedoch in keinem Fall exakt feststellen oder gar sehen können.

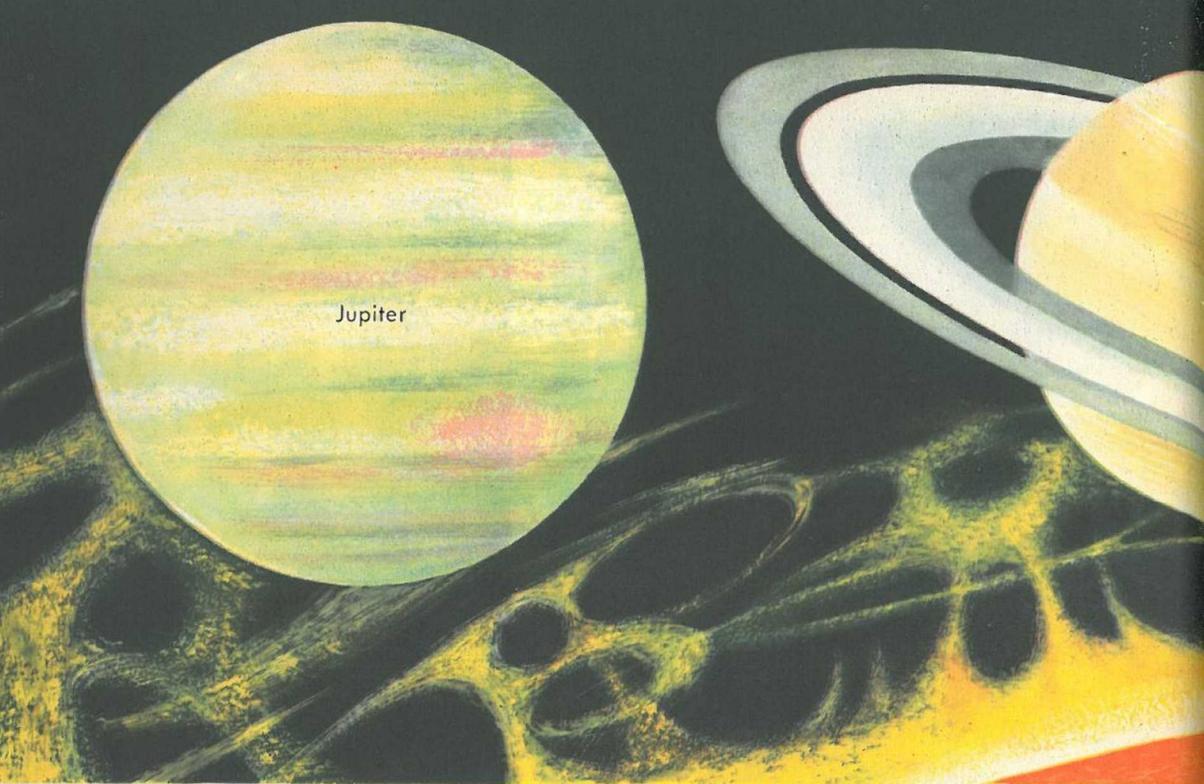
Im Reich dieser Sonnen reichen unsere irdischen Maßstäbe nicht mehr aus. Kann man, wenn man Entfernungen in unserem Planetensystem angeben will, noch mit dem vertrauten Kilometermaß auskommen, so braucht man für die kosmischen Dimensionen, um die es sich hier handelt, einen neuen, erheblich größeren Maßstab.

Der Astronom bemißt die Entfernungen in der Welt der Sterne nach Lichtjahren. Die Lichtgeschwindigkeit ist die größte Geschwindigkeit, die es gibt und geben kann. In einer Sekunde legt das Licht fast 300 000 km zurück. Die rund 150 000 000 km Entfernung zwischen Sonne und Erde durchheilt das



**I. Innerhalb und über der Erdatmosphäre**

Links von unten nach oben: Modernes Passagier-Strahltriebflugzeug – höchster bemannter Ballon – bemanntes Raketenflugzeug – unbemannter Ballon. Rechts von unten nach oben: Rakete zur Erforschung der oberen Schichten der Atmosphäre – Sputnik 1 – sowjetische Interkontinental-Rakete – Sputnik 2. (Das linke Feld ist der – stark vergrößerte – kleine weiße Ausschnitt aus dem rechten Bild.)

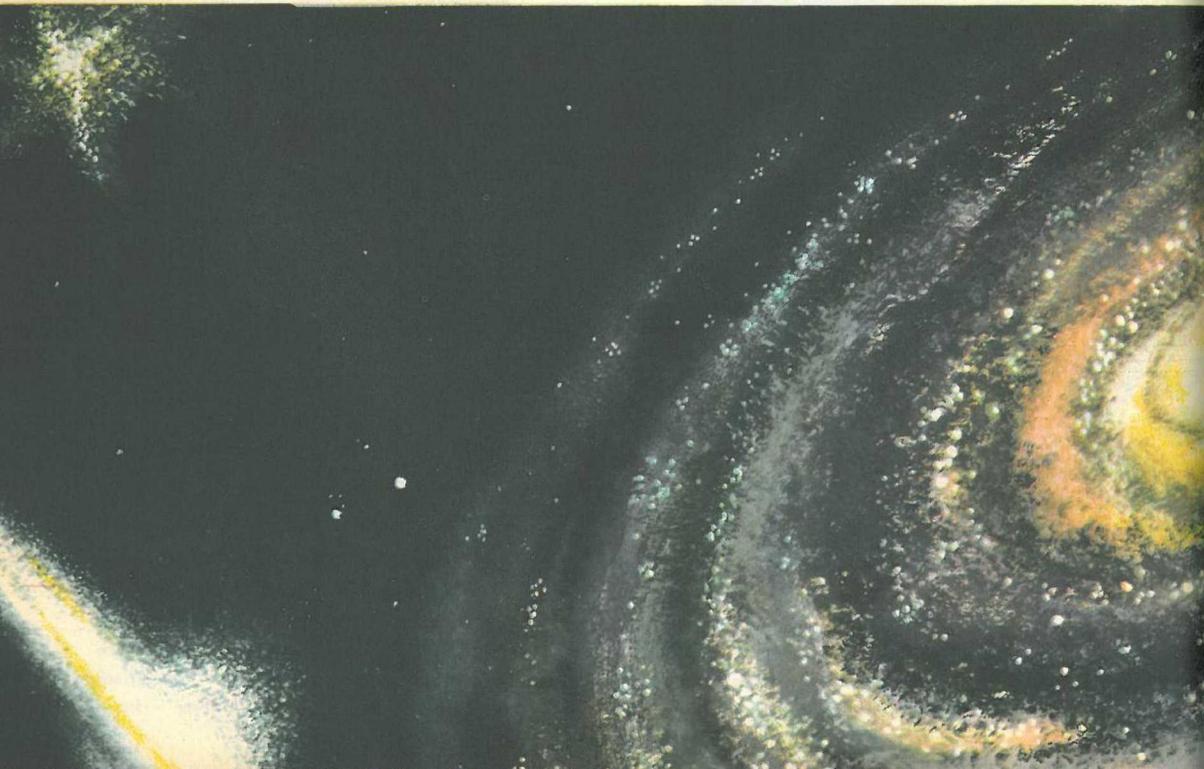


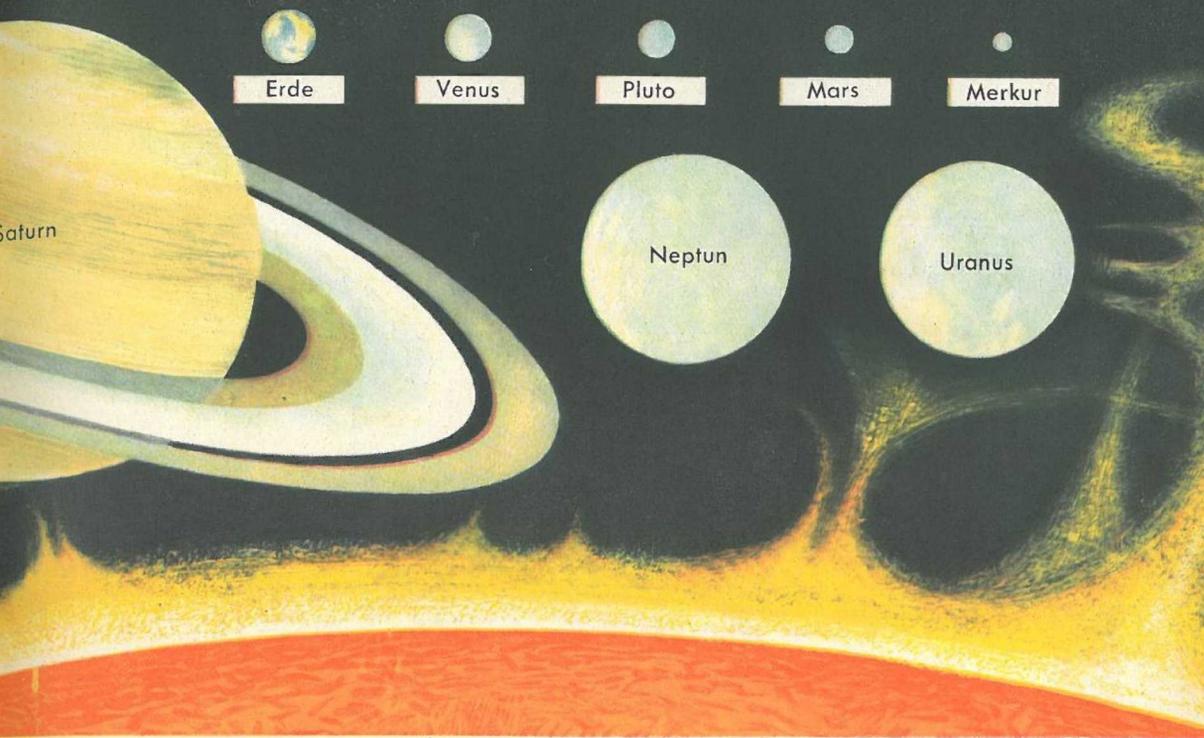
Jupiter

## II. Größenverhältnisse in unserem Sonnensystem

*Von der Sonne konnte nur ein Stück Rand gezeigt werden; sie würde, im gleichen Maßstab gezeichnet, etwa 70 cm Durchmesser aufweisen.*

*(Stellung und Entfernungen der Planeten entsprechen auf dieser Darstellung in keiner Weise den wirklichen Verhältnissen.)*

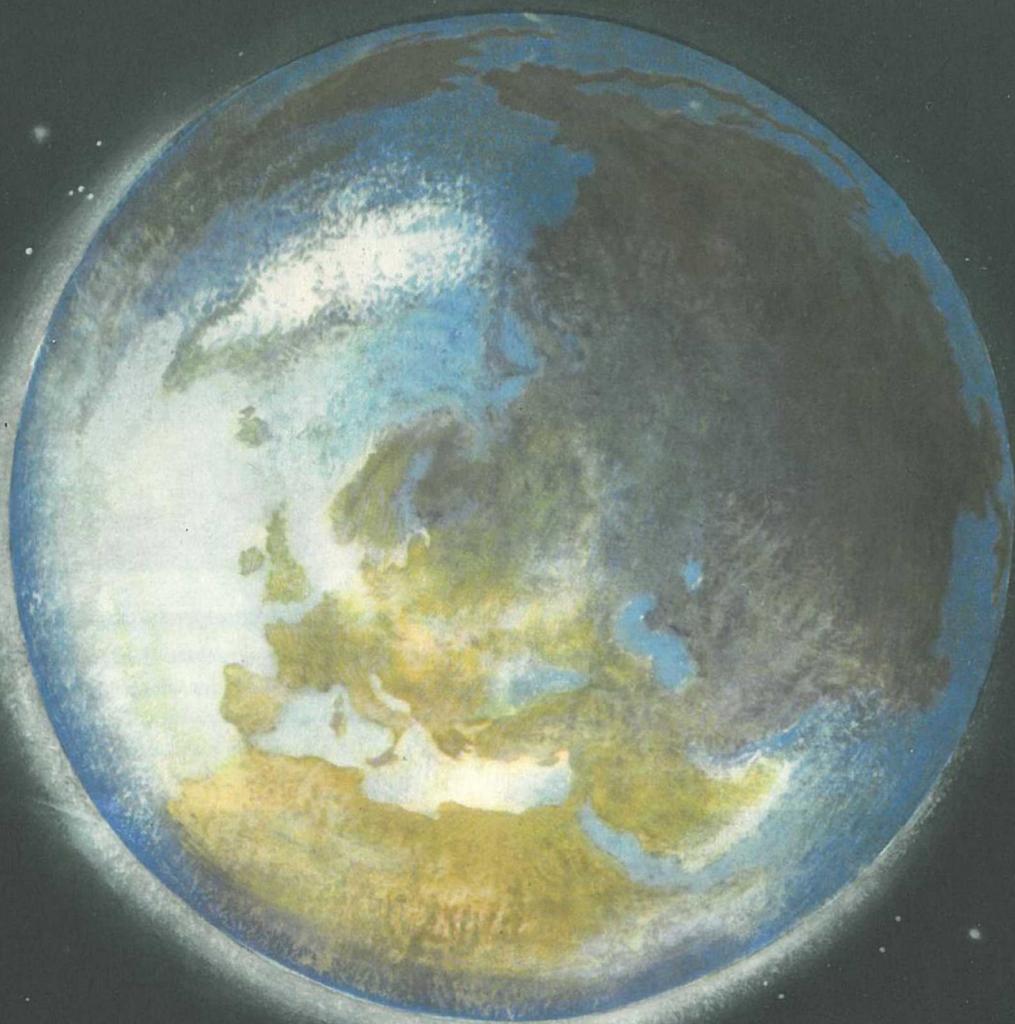




**III. So etwa würde unser Milchstraßen-System aussehen**

*aus einer Entfernung von einigen Hunderttausend Lichtjahren betrachtet. Unser Sonnensystem wäre ein winziger, kaum sichtbarer Punkt, von der Erde und den anderen Planeten wäre nichts zu sehen.*





**IV. Unsere Erde als Stern**

*Blick aus 30 000 Kilometer Entfernung auf die Erde.*

Licht in 8,31 Minuten. Man nennt diese Entfernung daher auch 8,31 Lichtminuten. Sie dient auch als sogenannte astronomische Einheit (AE). Ein Lichtjahr (Lj) entspricht einer Entfernung von 9,46 Billionen km. Das sind 63 000 AE, das heißt 63 000mal die Distanz Erde–Sonne. Eine Größe also, die sich jeglichem Vorstellungsvermögen entzieht.

Wenn wir unser Sonnensystem verlassen, treffen wir die nächste Sonne, den Doppelstern Proxima + Alpha Centauri in einer Entfernung von 4,3 Lichtjahren. Unsere Mondrakete von vorhin, deren Geschwindigkeit uns bereits phantastisch anmutet, wäre mehr als 100 000 Jahre unterwegs, wollte sie den uns am nächsten stehenden Stern erreichen!

Aber Alpha Centauri ist nur eine, wenn auch die nächste, unter vielen Sonnen unseres Sternensystems, dem die alten Griechen den Namen Milchstraße gegeben haben. Aus dem Griechischen „galaxias“ (Milchstraße) wurde unser heutiger Name „Galaxis“ für große Sternströme.

Rund 150 000 000 000 Sonnen gehören zu unserer Galaxis. Und so, wie die Planeten um unsere Sonne kreisen, so kreisen alle diese Sonnen und ihre Planetensysteme – soweit vorhanden – um das Zentrum der Galaxis. Nur gibt es hier keinen Zentralkörper, vergleichbar etwa mit der Sonne in unserem Sonnensystem.

Unter diesen Sonnen gibt es „Zwerge“, deren Durchmesser den zweihundertsten Teil des Durchmessers unserer Sonne ausmacht, und „Überriesen“, deren gewaltigster einen Durchmesser aufweist, der 2500mal größer ist als der unserer Sonne. Unser gesamtes Sonnensystem hätte in ihm bequem Platz.

Die hellsten Sonnen, die ein blendendes, weißblaues Licht ausstrahlen, können eine Oberflächentemperatur von 100 000° C erreichen. Die „dunklen“ dagegen, die dunkelrot strahlen, sind bereits auf 2000 bis 3000 Grad abgekühlt.

Etwa zwei Drittel der Sterne ziehen als Einzelgänger ihre Bahn. Unsere Sonne ist solch ein Einzelgänger. Die anderen bilden zu zweit (Doppelsterne), manchmal auch zu dritt, viert oder sogar in ganzen Verbänden Sternfamilien und Sternhaufen oder gar riesige Sternwolken. Zwischen ihnen wirken jeweils die gleichen Kräfte, die auch unser Planetensystem zusammenhalten.

So groß aber auch die Zahl der Sonnen sein mag, so gewaltig die Summe ihrer Massen erscheint – sie macht doch nur die Hälfte der Masse der Galaxis aus. Die andere Hälfte wird von den Gasen und dem kosmischen Staub gestellt. Damit ist nämlich der Raum zwischen den Sternen ausgefüllt.

Es gibt also keinen „luftleeren“ Raum, kein wirkliches Vakuum, wenn auch das „kosmische Vakuum“ viele tausendmal leerer ist als jedes Vakuum, das wir auf der Erde mit kompliziertesten und kostspieligsten Geräten herstellen können.

Stellenweise verdichten sich die Gas- und Staubmassen zu Nebeln und Wolken, die immer noch weit dünner sind als unsere Erdatmosphäre. Trotzdem versperren sie uns den schönen Ausblick ins Weltall, weil sie das Licht ferner

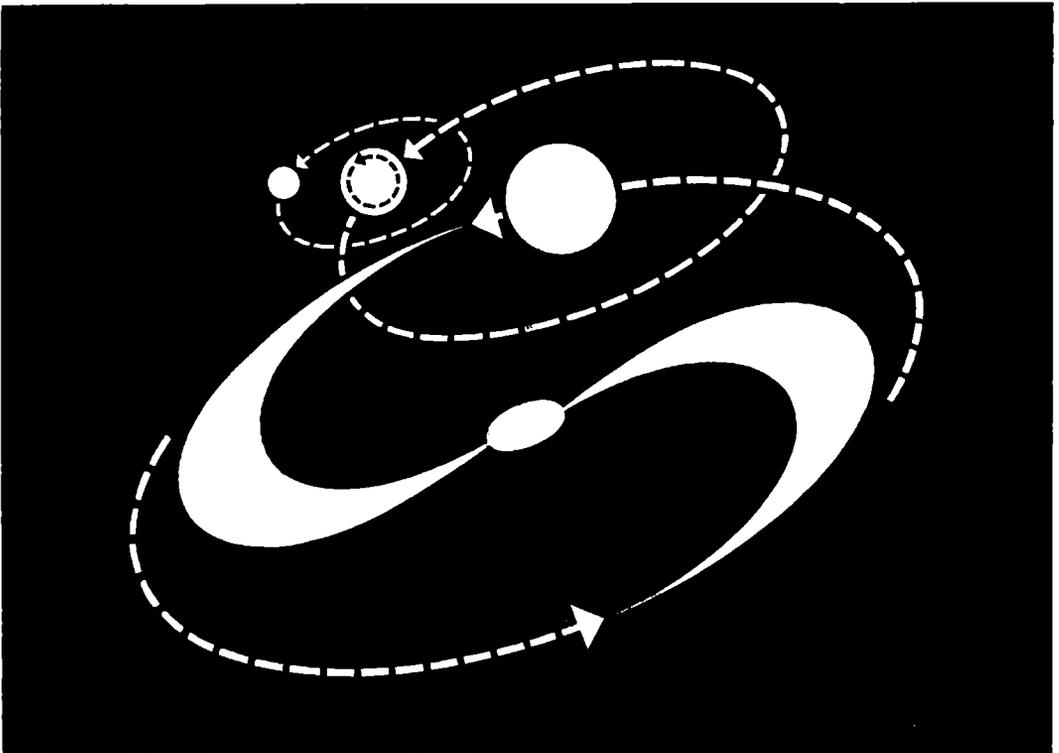
Sterne schlucken können wie Nebel das Licht eines Autoscheinwerfers. Ist der Scheinwerfer kräftig genug und der Nebel nicht allzu dicht, so scheint der Nebel zu leuchten; ist er aber sehr dicht, so läßt er kein Licht hindurch.

In dem absoluten Schwarz des Weltalls müssen solche Wolken („Dunkelwolken“) selbstverständlich auch schwarz aussehen. Da man schwarz auf schwarz aber nicht sehen kann, sind sie unsichtbar, und wir ahnen ihre Existenz und ihre Umrisse dadurch, daß sie uns den Ausblick auf die dahinterliegende Sternenwelt versperren.

An dieser Stelle sei, um einen Eindruck von der Menge des kosmischen Staubes zu vermitteln, vorweggenommen, daß täglich mehr als 1000 t kosmischen „Mülls“ auf der Erde landen. Den aus dem All einfallenden „Staub“ des ganzen Jahres auf Güterwagen verladen, hieße nahezu 1000 Güterzüge mit je 50 Waggons in Anspruch nehmen!

### **Ein gigantisches Karussell**

*Mit einer Geschwindigkeit von 1440 km/h (gemessen am Äquator) dreht sich die Erde um ihre eigene Achse. Mit 108 000 km/h bewegt sie sich um die Sonne. Unser Sonnensystem aber jagt mit der unvorstellbaren Geschwindigkeit von 1 026 000 km/h um das Zentrum der Milchstraße, das es in etwa eineinhalb Milliarden Jahren einmal umrundet.*



Und noch etwas verblüfft: Die Massen der planetenartigen Himmelskörper, die es als Begleiter der Sonnen wahrscheinlich in ungeheurer Zahl im galaktischen Raum gibt – erste Beweise liegen bereits vor –, machen nur einige Tausendstel der Gesamtmasse der Galaxis aus.

Könnten wir den galaktischen Raum mit einem der Zukunftsroman-Weltraumschiffe verlassen, um uns unser Milchstraßensystem einmal aus der Ferne anzusehen, so würden wir einen Spiralnebel sehen, der etwa die Form eines Diskus oder einer Linse hat, ähnlich den Spiralnebeln in den Tiefen des Alls, die mit Hilfe moderner Spiegelteleskope in den letzten drei Jahrzehnten fotografiert und genauer untersucht werden konnten und deren Bilder wir in jedem astronomischen Buch finden.

Mit einem solchen Raumschiff fliegt man mit der Geschwindigkeit eines Lichtstrahls durch den unendlichen Raum. Wollten wir damit einmal schnell quer durch unsere Galaxis fahren, so würden wir immerhin hunderttausend Jahre benötigen. 100 000 Lichtjahre mißt nämlich der Durchmesser der Milchstraße. Die Dicke der Linse wird auf 20 000 bis 30 000 Lichtjahre geschätzt.

Etwa 30 000 Lichtjahre vom Zentrum entfernt jagt unser Sonnensystem mit einer Geschwindigkeit von 540 000 km/st auf einer fast kreisförmigen Bahn um dieses Zentrum. Trotz dieser unglaublichen Geschwindigkeit, mit der wir uns durchs Weltall bewegen, merken wir nichts von alledem, sowenig wie der Passagier einer TU 114 etwas von der Geschwindigkeit verspürt, mit der das Flugzeug hoch über den Wolken dahinrast. Wenn er den Zwischengang entlangschlendert, entwickelt er eine Geschwindigkeit von 3 km/st – nichts weiter. Die 1000 km/st der Maschine kümmern ihn dabei nicht.

Die Erde braucht etwa 365 Tage, um einmal die Sonne zu umrunden. Unser Sonnensystem, obgleich mehr als 5mal schneller, braucht 230 Millionen Jahre, um einmal um das Zentrum der Galaxis zu laufen.

Im Juli 1957 wurden Forschungsergebnisse bekannt, die darauf schließen lassen, daß die Struktur der Milchstraße erheblich komplizierter ist, als man bisher angenommen hatte. Auf Grund von radioastronomischen Forschungen kam man zu der Annahme, daß der Spiralnebel der Milchstraße drei und nicht, wie ursprünglich vermutet, fünf Arme aufzuweisen hat, die allerdings auf verschiedenen Ebenen liegen und zahlreiche Abzweigungen besitzen. Innerhalb eines dieser Arme liegt unser Sonnensystem.

Das also kommt heraus, wenn man die Milchstraße unter die Lupe der Fernrohre nimmt. Was aber ist hinter dieser Milchstraße oder neben, unter oder über ihr? Das Weltall kann doch nicht irgendwo zu Ende sein?

## **Jenseits der Milchstraße**

Wenn man im Spätsommer oder Herbst den nördlichen Sternenhimmel beobachtet, kann man im Sternbild Andromeda einen schimmernden Fleck beobachten, der fast einen halben Monddurchmesser ausmacht: den Nebel der

Andromeda, eines der schönsten und daher populärsten Gebilde am Sternenhimmel.

Erst 1925 konnte das Geheimnis dieses „Nebels“ gelöst werden. Mit dem damals größten Fernrohr, dem 2,5-m-Spiegelteleskop vom Mount Wilson wurde er in so starker Vergrößerung fotografiert, daß sich statt des verschwommenen Nebelflecks eine Fülle von Sternen zeigte.

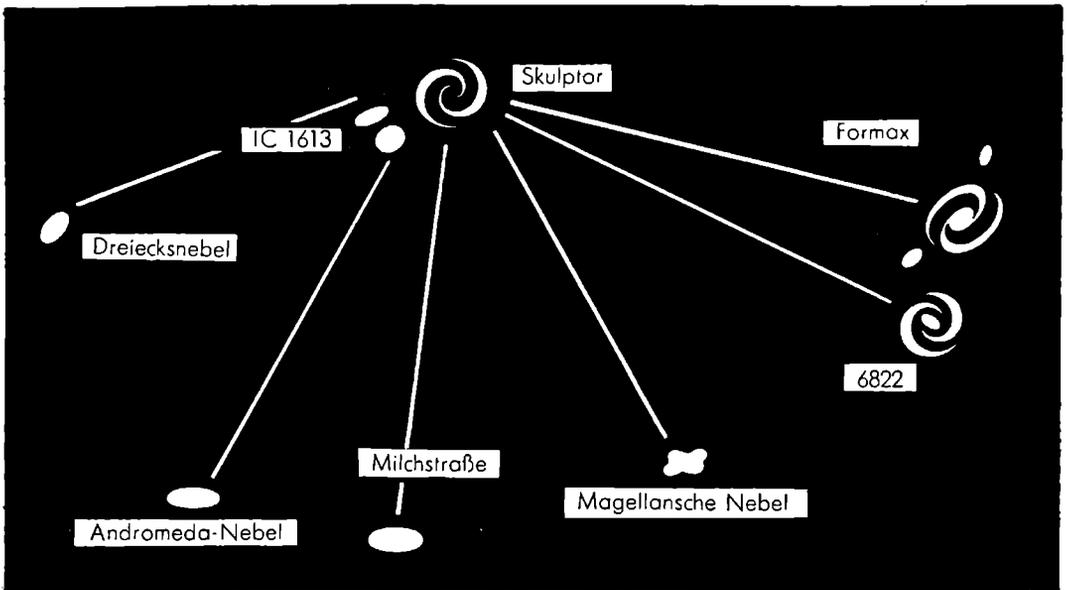
Immer neue Beobachtungen wurden angestellt, und schließlich konnte als bewiesen angenommen werden, daß der Nebel kein Nebel, sondern in Form und Ausmaßen eine Milchstraße, eine ferne Galaxis ist, fast so wie unser Milchstraßensystem.

Er ist „nur“ 1,5 bis 2 Millionen Lichtjahre von uns entfernt und damit die Galaxis, die uns am nächsten steht. Die Lichtstrahlen dieses Weltensystems brauchen also, um zu uns zu gelangen, fast 2 Millionen Jahre. Das, was wir am Himmel sehen, ist nicht das gegenwärtige Bild des Andromeda-Nebels, sondern sein Konterfei von 2 Millionen Jahren vorher – aus einer Zeit also, als es auf unserer Erde noch keine Menschen gegeben hat.

Zehntausende von Spiralnebeln sind in den letzten Jahrzehnten erforscht worden, Nebel verschiedener Art. Ganze Nebelnester haben die Astronomen ent-

#### Die „Nachbarn“ der Milchstraße

*Bis zum Andromeda-Nebel, dem bekanntesten Milchstraßennachbarn, der einzige, der mit dem bloßen Auge sichtbar ist, beträgt die Entfernung 1,5 Millionen Lichtjahre. Die Magellanschen Nebel sind „nur“ 90 000 Lichtjahre entfernt.*



<i>Von der Erde</i>	<i>Lichtsekunden</i>	<i>oder:</i>
zum Mond	1,25	1,25 Lichtsekunden
zur Sonne	498,72	8,31 Lichtminuten
zum nächsten Stern	136 656 000,00	4,3 Lichtjahre
zum nächsten Nebel	47 304 000 000 000,00	1,5 Millionen Lichtjahre

#### **Entfernungen im All**

deckt. Wenn man zum Beispiel zum Sternbild des Großen Bären hinaufsieht, kann man mit modernen Fernrohren einen Schwarm von schätzungsweise 300 Milchstraßen wahrnehmen. Die Galaxen scheinen im allgemeinen zur Gruppenbildung zu neigen und sich zu Haufen von meist einigen hundert Galaxen zusammenzufinden. Zu unserer Galaxengruppe scheinen allerdings nur 15 solcher Sternenströme zu gehören.

In dem uns heute optisch und rechnerisch zugänglichen Raum des Weltalls wird die Zahl der Galaxen auf hundert Millionen geschätzt. Die Vermutung, daß sie alle zu einem System höherer Ordnung, der Metagalaxis, gehören, liegt natürlich nahe, auch wenn uns heute noch nicht die Mittel zur Verfügung stehen, bis an die Grenzen dieser vermuteten Metagalaxis vorzudringen.

Neue, größere Instrumente werden gebaut werden, so zum Beispiel das ASI-32, das mächtigste Teleskop der Welt, das unter der Leitung von Professor Mexutow bei Pulkowo in der Sowjetunion errichtet wird. Größere, prinzipiell neue Möglichkeiten der Raumforschung werden mit der Raumfahrt eröffnet werden. Haben wir erst Beobachtungsstationen auf Trabanten, die die Erde umkreisen, oder auf dem Mond errichtet, verändert sich, ungetrübt durch die in dieser Hinsicht hinderliche Erdatmosphäre, die Größenordnung unseres Einblicks in das All. Sie werden die Grenzen des Erkennbaren immer weiter hinausschieben.

Die Geschichte der Wissenschaft, besonders der Astronomie, ist ein einziger großartiger Beweis dafür, daß die Welt erkennbar ist. Vor dreihundert Jahren noch war die richtige Anschauung unseres Sonnensystems eine großartige und kühne Leistung menschlichen Geistes, von vielen als unsinnig verlacht, von den Kirchen verfolgt. Heute sind wir im Begriff, von diesem Raum räumlich, und nicht nur geistig, Besitz zu ergreifen. Unser Gesichtskreis aber hat sich um Milliarden Lichtjahre erweitert. Es hat sich herausgestellt, daß es keinen begrenzten „Himmel“ gibt, der sich allein über unserer Erde wölbt. Welten, riesige Sternensysteme, schieben sich zu Millionen hintereinander, grenzenlos dehnt sich die Tiefe des Alls.

# sterne und atome

## Blick ins Atom

Als die Menschen begannen, ihre Umwelt mit dem scharfen Instrument ihres Verstandes abzutasten, sahen sie sich unzähligen Einzelheiten gegenüber – einer verwirrenden Vielfalt von Erscheinungen ohne Zusammenhang, ohne allgemeingültigen Kern. Platte Erfahrungen aus dem alltäglichen Leben, das der Befriedigung der elementarsten Bedürfnisse gewidmet war, standen nebeneinander, oft gegeneinander.

Jahrtausendlang strandeten alle Versuche, die Generalerklärung einer einheitlichen Weltanschauung zu finden, im mystischen Dunkel einer Religion, die stets bald mehr verbarg, als sie zu erklären beauftragt war.

Bis die Wissenschaft geboren wurde! Ihre ersten verheißungsvollen Anfänge verschwanden zwar in dem großen geistigen Kerker der mittelalterlichen Kirche.

Aber als sie sich, spät genug und unter schmerzlichen Opfern, aus den dogmatischen Fesseln befreite, holte sie in wenigen Jahrhunderten mit Riesenschritten auf, was sie in vielen finsternen Jahrhunderten versäumen mußte.

Gerade in den letzten Jahrzehnten ist es der naturwissenschaftlichen Forschung gelungen, bewußt oder unbewußt gestützt auf die Grundlage des dialektischen Materialismus, eine Fülle von Phänomenen zu klären und die oft überraschenden Ergebnisse zu einem System zu vereinigen.

Die Anschauung der Welt als Einheit reicht von den Erscheinungen der Welt des unsichtbar Kleinen, des Mikrokosmos, bis zu den sichtbaren, aber oft kaum faßbaren Erscheinungen der Gigantenwelt der Sterne, des Makrokosmos.

Die Gesetze des Atoms und die Gesetze der Sonnen ergänzen sich zu einem einheitlichen Weltbild.

Haben wir eben einen Blick in die Welt der Sterne geworfen, in den Makrokosmos, so wollen wir jetzt einen Blick ins Atom werfen, in den Mikrokosmos. Wir wollen nämlich wissen, woraus die Sterne bestehen und was die Wissenschaft sonst noch alles über sie in Erfahrung gebracht hat.

Alles, was uns an stofflicher Materie umgibt, ganz gleich, ob fest, gasförmig oder flüssig, ist aus Bausteinen der 92 Elemente aufgebaut, die in der Natur

vorkommen; auch die Materie der Sterne. 92 Elemente nur, nicht mehr. Aber sie reichen aus, denn die Natur ist unerschöpflich reich an vielfältigsten Kombinationsmöglichkeiten und Formen.

Wir kennen zur Zeit mehr als eine halbe Million Verbindungen, bei denen zwei oder mehrere Elemente unserer 92 „Grundstoffe“ in verschiedenartigster Kombination miteinander verbunden sind.

Wie weit allerdings der Mensch hier eingegriffen und begonnen hat, die Natur mit ihren eigenen Mitteln und Gesetzen zu übertreffen, zeigt ein Blick auf die bunte, vielgestaltige Welt der modernen Kunststoffe, deren Zahl rasch wächst und die immer mehr die natürlichen Werkstoffe verdrängen, weil sie von den Menschen für die vorgesehene Verwendung viel zweckentsprechender hergestellt werden können. Dabei steht diese Entwicklung, die dem Laien schon heute verwirrend und unübersichtlich erscheint, erst am Anfang!

Bleiben wir aber bei unseren Sternen. Noch leuchten sie uns unerreichbar fern; noch hat keines Menschen Fuß auch nur den Boden des Mondes berührt, geschweige denn in der weiten Welt der Fixsterne einen der zahllosen, noch völlig unbekannt und vorläufig für uns unsichtbaren Planeten betreten. Aber schon wissen wir über Existenz und Eigenschaften der Sterne außerordentlich viel: Nicht nur Größe, Maße und Entfernungen – auch Struktur und Zusammensetzung ihrer Materie sind uns weitgehend bekannt.

Es gibt keinen Zweifel darüber, daß die stoffliche Materie der Sterne, selbst der allerfernsten, im Prinzip genauso aufgebaut ist wie die unserer Erde, die ein Löffel voll aus der großen Suppenschüssel unserer Sonne ist. Da überall die gleichen Naturgesetze gelten, kann es auch auf anderen Sternen nur dieselben Elemente geben, wie wir sie in unserem Sonnensystem und auf unserer Erde finden, oft jedoch in einem anderen Mengenverhältnis. Denn wenn auch die Bausteine die gleichen sind – die konkreten Formen und Mischungsverhältnisse der Elemente sind doch abhängig vom Zustand des Gestirns. Sie sind auf heißen Sonnen anders als auf unserem erkalteten Sonnenbegleiter.

Auf keinen Fall aber werden wir andere Elemente entdecken, völlig neue etwa, wie wir sie uns nicht einmal in unserer Phantasie vorstellen können. Auf keinen Fall kann der prinzipielle Aufbau der Atome anders sein, als ihn die Kernphysiker im Laufe der letzten Jahrzehnte mühselig erforscht haben. Allerdings werden wir sie auf den Sonnen mehr oder weniger schwer „beschädigt“ vorfinden.

Aber um das verstehen zu können, müssen wir erst einen kurzen Blick ins Innere eines Atoms werfen. Eines wird uns dabei zugute kommen: die Gewöhnung an ungewöhnliche Maßstäbe, die wir im vorigen Kapitel gewonnen haben.

Da der Phantasie des Menschen keine Grenzen gesetzt sind, können wir in Gedanken Experimente anstellen, die in der Praxis niemals möglich wären. Solche Gedankenexperimente sind oft nützlich, wenn man sich ein Bild von Erscheinungen oder Vorgängen machen will, die nicht mehr vorstellbar sind.

Ein Atom zum Beispiel entzieht sich jeglichem Vorstellungsvermögen. Es gibt kein Bild, das, aus bekannten Motiven zusammengesetzt, eine einigermaßen der Wirklichkeit entsprechende Vorstellung des Mikrokosmos vermitteln könnte. Der Atomphysiker arbeitet daher gar nicht mit veranschaulichenden Formen, wie sie der Laie benötigt, um die Gegenstände der modernen Physik einigermaßen begreifen zu können. Statt dessen hantiert er mit Formeln, deren bloßer Anblick einen unvorbereiteten Laien nur mit Entsetzen erfüllen kann. Dem abgebrühten Physiker aber ersetzt die abstrakte Formel das, was sich mit den Elementen der allgemein üblichen Vorstellung mit dem besten Willen nicht mehr darstellen läßt.

Und dennoch: Auch die Physiker hatten sich zunächst einmal ein Modell des Atoms entworfen. Dieses Modell ist zumindest anschaulich, weil es mit bekannten Vorstellungselementen arbeitet. Aber wirklich begreifen kann man es fast noch weniger als die Wirklichkeit der Metagalaxis.

Trotzdem ist da ein praktischer Unterschied: Das Weltall sehen wir täglich vor uns; wenn wir ständig tiefer in seine Geheimnisse eindringen und vielleicht sogar bald beginnen, unsere Erde zu verlassen, ist unser Auge daran beteiligt, und die Erscheinungen sind optisch zu fassen. Die Vorstellungen, die wir haben, klären und runden sich immer mehr ab. Die Ergebnisse der weiteren Forschung liefern ständig neue Bestätigungen und präzisieren das in groben Umrissen gezeichnete Weltbild.

Was dagegen den Mikrokosmos betrifft, so wissen wir schon seit einiger Zeit, daß unser Bild vom Atom nicht stimmt. Die moderne Physik ist über diese „altertümliche“ Anschauung längst hinausgewachsen; das nun „schon“ einige Jahrzehnte alte Atommodell kann nicht mehr mit den letzten Erkenntnissen der Atomphysik in Einklang gebracht werden. Nach wie vor aber wird das alte Atombild benutzt, denn für viele Probleme der Physik reicht es als Arbeitsmodell noch vollkommen aus. Auch wir wollen es für unsere nächsten Überlegungen benutzen.

Zwei Gedankenexperimente wollen wir vornehmen, um in die Welt der Atome eindringen zu können.

Das eine führt uns zurück in die Welt der Antike, zum athenischen Naturphilosophen Demokrit. Er hat nämlich dieses Gedankenexperiment schon lange vor uns unternommen. Er versuchte, sich vorzustellen, was geschehen würde, wenn man ein Stückchen irgendeines festen Stoffes, vielleicht einen Stein oder gar einen kostbaren Goldklumpen, halbieren, die eine Hälfte wiederum zweiteilen, davon erneut eine Hälfte halbieren würde, und so fort. Wie lange ließe sich dieses Spiel wohl fortsetzen?

Im Gegensatz zu vielen anderen kam Demokrit zu dem Schluß, daß es irgendwann einmal enden müßte. Dann würde man ein Teilchen erhalten, das sich nicht mehr teilen ließe, das Unteilbare, das Atom. So kam er also zum Atom als dem letzten, kleinsten Bausteinchen, aus dem sich ein bestimmter Stoff zusammensetzt.

Und nun zu unserem zweiten Experiment. Stellen wir uns vor, wir könnten uns wie im Märchen verwandeln: vielleicht in eine Fliege. Aber nicht in eine normale Stubenfliege; die wäre für unsere Zwecke viel zu groß. Denn wir wollen uns das Atom aus der Nähe ansehen. Ein mittleres Atom aber hat einen Durchmesser von zwei zehnmillionstel Millimetern. Deshalb muß die Fliege, in die wir uns verwandeln wollen, milliardenfach kleiner sein, als sie in Wirklichkeit ist.

Hätten wir uns von der Anstrengung der Zauberei erholt und den Flug in den Mikrokosmos angetreten, würde uns eine unvorstellbare Überraschung erwarten:

Das Atom ist gar kein Atom! Die scheinbar so fest gefügten Gegenstände, die uns umgeben, sind gar nicht so fest, wie es den Anschein erweckt. Sie bestehen – fast nur aus leerem Raum! So unglaublich es klingt, das Auffälligste am Atom ist sein leerer Raum. Das Atom ist nämlich kein festes Teilchen – es ist beinahe ein richtiges kleines Weltsystem.

Fliegen wir also hinein in die Welt des Atoms!

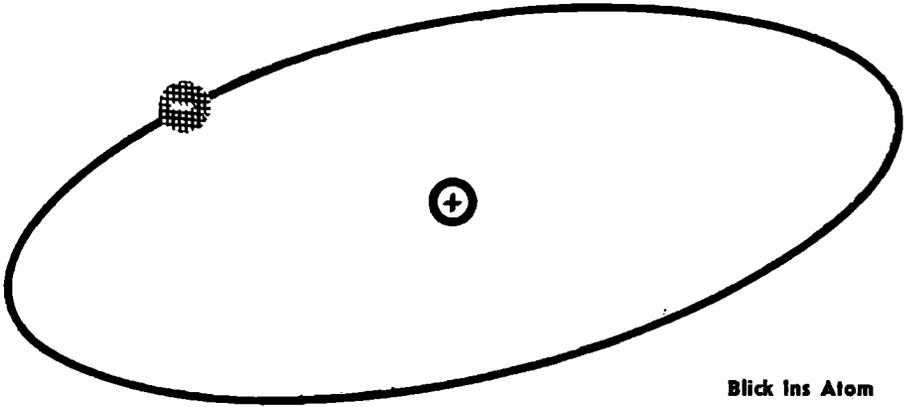
Im Inneren stoßen wir auf eine Kugel, den Atomkern. Bei genauerem Hinsehen entpuppt sie sich als eine Zusammenballung von kleineren Kugeln, deren Anzahl bei den Atomen der verschiedenen Elemente verschieden ist. Beim leichtesten Element, dem Wasserstoff, hat der Kern nur eine Kugel, beim schwersten natürlichen Element, dem Uran, können es 238 sein. Um diesen Kern kreisen, wie Planeten um die Sonne, andere Kugeln, die Elektronen.

Würden wir uns jetzt irgendwo niederlassen, um uns von den vielen Überraschungen auszuruhen, so sollten wir uns nicht etwa auf ein Elektron setzen; uns würde sehr schnell schwindlig werden. Siebenbilliardenmal jagt nämlich das Elektron des Wasserstoffatoms in einer einzigen Sekunde um den Kern.

Was hindert uns daran, uns auch noch vorzustellen, daß man das Elektron anhalten könnte? Stoppen wir also seinen rasenden Lauf für kurze Zeit und lassen wir uns nun endlich doch auf dem Elektron nieder. Wir schauen in die Runde und sehen – nichts, denn die Entfernung bis zum Kern ist so groß, daß wir ihn gar nicht erkennen können. Würden wir uns den Kern bis zur Größe eines Fußballs aufgepumpt vorstellen, so würde der Abstand dementsprechend zwischen Kern und Elektron mehrere Kilometer betragen! Dazwischen liegt leerer Raum. Und auf Kilometerentfernung sieht man bekanntlich keinen Fußball mehr.

Dieses erstaunliche Mißverhältnis zwischen stofflicher Masse und leerem Raum gilt, grob gerechnet, für alle Elemente, einschließlich so „harter“ wie etwa Eisen (Stahl!) oder Kohlenstoff (Diamant!). Sie alle bestehen vorwiegend aus leerem Raum, der allerdings beherrscht wird von den Kernen, den rasenden Elektronen und den Kräften, die zwischen ihnen wirken.

Wenn man alle Atomteilchen so eng zusammenpacken könnte, daß die riesigen leeren Räume fortfallen würden, käme man zu verblüffenden Ergebnissen. Alle Kerne und Elektronen der Atome, aus denen unser menschlicher Körper



**Blick ins Atom**

**Das leichteste und einfachste Atom** ist das Wasserstoff-Atom. Es hat ein positiv geladenes Proton als Kern und ein Elektron als negativen Ausgleich in der Hülle. Siebenbilliardenmal in jeder Sekunde umkreist das Elektron seinen Kern.

zusammengesetzt ist, ergäben, zwischenraumlos zusammengepackt, ein Kügelchen, das zwar genauschwer wäre, aber nur einen Durchmesser von einigen tausendstel Millimetern hätte.

Das für uns in vieler Hinsicht Interessanteste am Atom ist sein Kern. Er bestimmt durch seine Zusammensetzung nicht nur die Eigenschaften des Atoms und damit des Elementes, zu dem es gehört – wir erinnern uns: jedes Element hat seine spezifischen Atome –, sondern er vereinigt in sich auch fast die gesamte Masse des Atoms. Die Elektronen, die um den Kern kreisen, wiegen nämlich fast gar nichts; je Elektron wenig mehr als ein Zweitausendstel eines Kernbausteins. Man kann also getrost behaupten, daß das Gewicht eines Atoms fast ausschließlich von seinem Kern bestimmt wird.

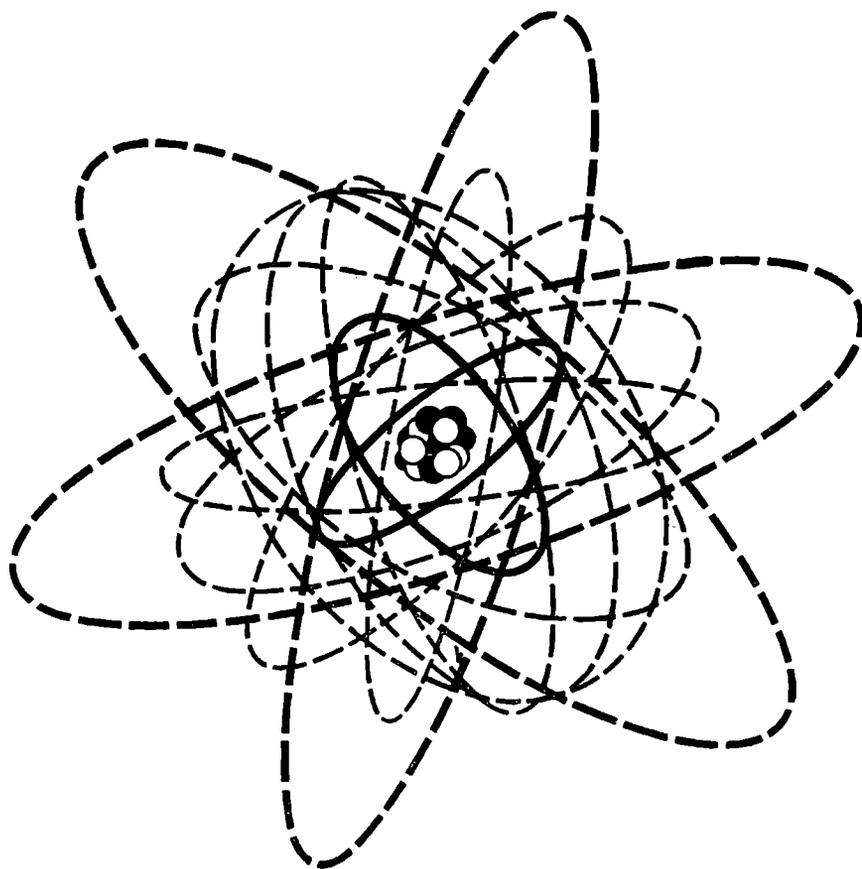
Nehmen wir nun einmal die Kerne unter die Lupe! Sie sind aus zwei verschiedenen Bausteinen aufgebaut, aus Protonen und aus Neutronen. Die Protonen sind die Elementarteilchen, deren Zahl die Art des Atoms bestimmt. Alle Atomkerne des gleichen Elementes müssen folglich die gleiche Anzahl von Protonen haben.

Das Wichtigste am Proton ist seine elektrische Ladung. Im Gegensatz zum Elektron, das eine negative elektrische Ladung trägt, ist das Proton positiv geladen. Im Normalfall muß also ein Atomkern von genausoviel Elektronen umkreist werden, wie Protonen im Kern vorhanden sind. So wird für die elektrische Neutralität im Atom gesorgt.

Um eine, wenn auch höchst unvollkommene Vorstellung von der Größe eines Protons zu geben, sei ein Vergleich wiedergegeben, den der bekannte deutsche Physiker Professor Werner Heisenberg einmal geprägt hat. Danach enthält ein Kubikmeter Wasser so viele Protonen wie die Wüste Sahara Sandkörner. Heisenberg sagte selbst, daß dieser Vergleich zwar keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben könne, aber doch sehr anschaulich sei.

Die Neutronen sind Kernteilchen, die fast genauso schwer und auch fast genauso groß wie die Protonen, aber elektrisch neutral sind, also keine elektrische Ausgleichsladung brauchen. Das Wasserstoffatom hat in seinem Kern kein Neutron. Das 2. Element in der Reihe des Periodischen Systems der Elemente, das Edelgas Helium, von dem noch die Rede sein wird, hat 2 Protonen und dazu 2 Neutronen. Das schwerste Element, das 92. im System, das in letzter Zeit so wichtig gewordene Uran, weist 92 Protonen auf und dazu 142, 143 oder 146 Neutronen.

Wir sehen also, daß Atomkerne des gleichen Elementes zwar immer die gleiche Anzahl Protonen, aber nicht unbedingt die gleiche Anzahl von Neutronen haben müssen.



**An dreizehnter Stelle des Periodischen Systems der Elemente finden wir das Aluminium. Sein Atom besteht aus dem Kern (13 Protonen sowie 13 Neutronen) und 13 Hüllenelektronen, die alle auf vorgeschriebenen Bahnen kreisen.**

*(In „Wirklichkeit“ – soweit man beim Atommodell eben von Wirklichkeit sprechen kann – müßte der Abstand zwischen Kern und Elektronenhülle vieltausendmal größer als der Kerndurchmesser gezeichnet werden.)*

Das Bild, das wir vom Atom gezeichnet haben, ist verständlicherweise stark vereinfacht. Aber so ungefähr sieht das Atommodell aus, das uns der englische Physiker Ernest Rutherford und der Däne Nils Bohr entworfen haben. Das aber, was wir hier berichtet haben, ist notwendig für das Verständnis der Natur der Sterne wie der Möglichkeiten, sie zu erreichen.

## 92 Elemente

Es war in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts (1869), als zwei Große der Wissenschaft, der russische Chemiker Mendelejew und der deutsche Chemiker Lothar Mayer, unabhängig voneinander feststellten, daß es zwischen den verschiedenen Elementen eine Art Verwandtschaft gibt.

Sie gingen der Spur nach und ordneten alle ihnen bekannten Elemente nach ihrem Atomgewicht und nach ihren periodisch wiederkehrenden verwandten Merkmalen in ein Schema ein. In ihren Tabellen – Periodisches System der Elemente oder auch kurz Periodensystem genannt – blieb manche Lücke offen. Es war klar ersichtlich, daß dort nach der von ihnen entdeckten Gesetzmäßigkeit Elemente hineingehörten, die noch gar nicht entdeckt worden waren. Sie konnte man suchen wie Bekannte, die verlorengingen, denn ihre wichtigsten Eigenschaften waren bekannt; sie ergaben sich zwingend aus ihrem Platz im Schema des Systems. Tatsächlich wurden sie in der Zwischenzeit alle ausfindig gemacht. Und in modernen Tabellen gibt es keine Lücken mehr.

Jetzt wird uns auch verständlich, warum wir auf den Sternen keine Überraschungen mit neuen Elementen erleben können. Das System, das alle überhaupt möglichen natürlichen Elemente enthält, ist ausgefüllt. Es läßt keinen Platz mehr für irgendein neues Element offen. Wahrscheinlich gibt es auf der Erde sogar mehr Elemente als auf den Sonnen; denn dort herrschen Bedingungen, unter denen manche Elemente noch gar nicht bestehen können, sondern nur in ihren Bausteinen vorhanden sind.

Die Atomphysiker haben in den letzten Jahren die Natur um 11 neue Elemente (Neptunium, Plutonium usw.) bereichert. In den großen Atomforschungszentren der Welt wurden sie künstlich hergestellt. Man nennt sie Transurane, da sie, wenn man sie in das Periodische System einordnen will, jenseits (trans) des letzten natürlichen Elementes, des Urans, stehen.

So lernt der Mensch nicht nur die Natur erkennen und sie immer besser beherrschen. Unter Ausnutzung ihrer eigenen Gesetze vermag er sie sogar nach seinem Willen zu korrigieren und zu ergänzen.

Lange bevor man die Wahrheit über das Atom entdeckt hatte und mit diesem Wissen Licht in das Geheimnis der Leuchtkraft der Sterne bringen konnte, gab jedoch eine andere Entdeckung Aufschluß über das, was man in keinem Laboratorium der Welt mit normalen Mitteln hätte analysieren können: über die stoffliche Zusammensetzung der Sterne.

## Geheimnisse des Lichts

„Sage mir, wie du leuchtest, und ich sage dir, woraus du bestehst!“

Das ist, in freier Abwandlung eines alten Sprichwortes, eine der wichtigsten Zauberformeln der modernen Astronomie. Die Himmelsdetektive in den Sternwarten und ihre Helfer in den physikalischen und chemischen Laboratorien enträtselten mit ihrer Hilfe viele versteckte Spuren im Kosmos.

Nun sollte man meinen, Licht sei eben Licht – mal schwächer, mal greller, mal weiß, mal gefärbt –, weiter nichts. Jahrtausendlang hat auch niemand daran gezweifelt, ist niemand auf die Idee gekommen, das Licht näher zu untersuchen, ob es wirklich so ist, wie es sich unseren Augen zeigt. Erst der – auch aus anderen Gründen – berühmte Isaac Newton kam dahinter, daß die weiße Weste des Lichts gar nicht so weiß ist, wie es den Anschein erweckt. Man muß nur das Zauberwort wissen, mit dem man sein wahres Gesicht hervorrufen kann.

Seltsam, daß kein Mensch vor ihm darauf gekommen war, daß das Weiß des Lichtes nur eine Art von optischer Täuschung ist. Nicht etwa die vielfältige Farbenpracht, in der eine reichgeschliffene Kristallschale aufleuchtet, wenn sie von strahlendem Licht getroffen wird; nicht die bunten Farben an den Rändern eines geschliffenen Spiegels; nicht der Regenbogen sind optische Gaukelspiele der Natur, sondern der nackte weiße Lichtstrahl, wie ihn unser Auge als „Licht“ schlechthin kennt.

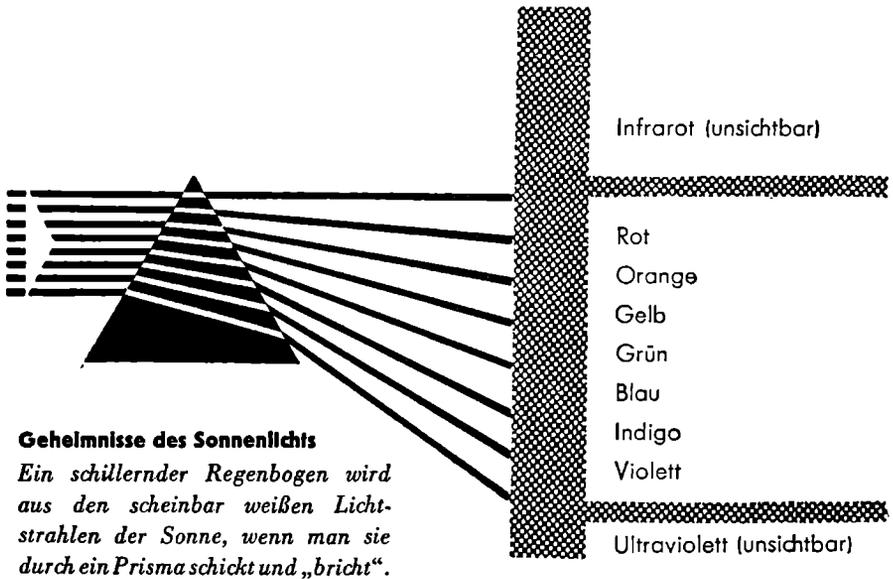
Wie Newton dahinterkam? Er verdunkelte sein Zimmer, bohrte ein winziges Loch in den Fensterladen und ließ einen feinen Sonnenstrahl in sein Zimmer fallen. Auf seinem Weg traf der Strahl Millionen kleiner Staubteilchen, die er zum Aufblitzen brachte. Etwas Ähnliches hat sicher jeder schon einmal beobachtet. Denn einen Lichtstrahl kann man ja nicht sehen. Was man von ihm sieht, sind nur die selbst von winzigsten Staubteilchen reflektierten Teile des Lichtes. Würden wir einen Lichtstrahl in ein völlig leeres Gefäß sperren, so wäre nichts von ihm zu sehen.

Daher ist es auch im Raum zwischen den Sternen nicht etwa hell, obgleich doch die Strahlen zahlreicher Sonnen dort passieren, sondern ganz schwarzes Dunkel herrscht dort, weil keine oder doch nur sehr wenige Teilchen vorhanden sind, die das Licht reflektieren und dadurch sichtbar machen könnten.

Aber zurück zu Newton! Er wollte nicht den Sonnenstrahl sehen, auch nicht den kleinen, kreisrunden Fleck, den er auf der dem Fenster gegenüberliegenden Wand erzeugte. Er stellte seinem Sonnenstrahl ein Hindernis in den Weg, ein durchsichtiges zwar, aber eines, das den Sonnenstrahl von seinem Wege ablenkte und – in viele bunte Strahlen zerlegte, ihn gewissermaßen in einen Miniaturregenbogen verwandelte.

Dieses Wunder wurde durch ein Prisma hervorgerufen, einen Glaskörper, dessen Querschnitt ein Dreieck ergibt. An Stelle des kleinen, weißen Flecks entstand an der Wand ein bunter, farbiger Streifen, der alle Elementarfarben

enthielt. Weiß war nicht zu finden. Links fing es mit dunklem Rot an, rote Strahlen wurden offenbar am wenigsten abgelenkt; dann ging es in Orange, Gelb, Grün, Blau und Indigo über und hörte schließlich mit Violett, der am stärksten abgelenkten Farbe, auf. Eine Symphonie von Farben, die stufenlos ineinander übergingen, so daß man nirgends sagen konnte, hier hört die eine Farbe auf und hier fängt die nächste an.



#### **Gehelmnisse des Sonnenlichts**

*Ein schillernder Regenbogen wird aus den scheinbar weißen Lichtstrahlen der Sonne, wenn man sie durch ein Prisma schiebt und „bricht“.*

Alles, was wir im täglichen Leben an Farben wahrnehmen: das Grün der Blätter, das Orange einer Apfelsine, das schwärzliche Rot einer reifen Sauerkirsche, die bunten Farben eines Sommerkleides oder das dunkle Blau eines Tintenflecks in der Tischdecke, all das sind nur Widerspiegelungen eines sehr bescheidenen Teiles der in einem normalen Lichtstrahl enthaltenen Farben; alle anderen werden jeweils verschluckt. Verschluckt ein Gegenstand alle Farben und reflektiert gar keine, so erscheint er schwarz. Verschluckt er keine, sondern reflektiert alle, so sieht er weiß aus. Das sind die beiden Grenzfälle. Das also entdeckte der Student Isaac Newton im selben Jahr, in dem er die Gravitationsgesetze fand.

Was Licht ist und wie es entsteht, daß wußten weder Newton noch die anderen, die aus seiner Entdeckung eines der wichtigsten Forschungsinstrumente der modernen Astronomie entwickelten.

#### **Elektromagnetische Strahlung**

*Nur ein kleiner Ausschnitt aus dem Bereich der elektromagnetischen Strahlung ist sichtbares Licht. Der rote Anteil des Lichtes hat die längste, der violette die kürzeste Wellenlänge der sichtbaren Lichtstrahlen.*

Strahlenart		Wellenlänge	
Rundfunkwellen		1000 m ... 10 cm	
Radarwellen		10 cm ... 1 mm	
Infrarote Strahlung		1 mm ... $\frac{1}{1250}$ mm	
Sichtbares Licht		Dunkelrot	
		Rot	
		Orange	
		Gelb	$\frac{1}{1250}$ mm ... $\frac{1}{2500}$ mm
		Grün	
		Blau	
		Violett	
Ultraviolette Strahlung		$\frac{1}{2500}$ mm ... $\frac{1}{50\,000}$ mm	
Röntgenstrahlung		$\frac{1}{50\,000}$ mm ... ... $\frac{1}{100\,000\,000}$ mm	
Gammastrahlung		$\frac{1}{100\,000\,000}$ mm ... ... $\frac{1}{5\,000\,000\,000}$ mm	
Höhenstrahlung		$\frac{1}{5\,000\,000\,000}$ mm ... ... $\frac{1}{100\,000\,000\,000}$ mm	

Heute ist der jahrhundertelange Streit um den Charakter des Lichtes geschlichtet. Die Atomphysik hat die notwendige Erklärung für den Ursprung des Lichtes gegeben. Wenn einem Elektron in der Hülle seines Atoms durch irgendeinen Vorgang Energie zugeführt wird, springt es aus seiner Bahn und kreist nun weiter vom Kern entfernt. Springt ein Elektron aber in seine ihm zugeordnete Bahn zurück, so gibt es die Energie, durch die es vorher hinausgedrängt wurde, als einen Energiestoß wieder ab. Dieser Energiestoß, auch Energiequant oder Photon genannt, ist das kleinste Teilchen des Lichtes, gewissermaßen eine Art Lichtatom. Die – unzählbare – Summe aufeinanderfolgender Photonen empfinden wir dann als Licht.

Wenn auch Newton keine Ahnung von der Atomphysik gehabt hat, so entsprach seine Auffassung vom Wesen des Lichtes doch insofern dieser durch die Quantentheorie Max Plancks und die Theorien Albert Einsteins so glänzend begründeten Lehre, als auch er Licht als eine Zusammensetzung von vielen, vielen kleinen Lichtteilchen ansah.

Daneben aber gibt es auch eine zweite Auffassung vom Wesen des Lichtes, wie sie schon von einem Zeitgenossen Newtons, dem Holländer Huygens, vertreten wurde. Sie behauptet, daß sich Licht nicht als eine Aufeinanderfolge von kleinen Lichtteilchen ausbreitet oder daß es, wie es in der Fachsprache heißt, keine Korpuskularstruktur besitzt, sondern Wellenform. Ganz grob verallgemeinert kann man diese Lichtwellen mit Wasserwellen vergleichen, wie sie etwa entstehen, wenn man einen Stein ins Wasser wirft.

Und nun kommt das Rätselhafte daran: Beide Theorien sind richtig! Beide sind wissenschaftlich bewiesen! Beide gelten auch nebeneinander: Licht ist Korpuskularstrahlung und Wellenbewegung zugleich.

## **Sternchemie**

Planeten und Monde sind kalt und starr, zumindest an der Oberfläche. Sie können nicht selber leuchten. Sie reflektieren das Licht, das sie von ihren Sonnen empfangen.

Die Sonnen aber produzieren ihr Licht selber auf eine Weise, über die noch zu sprechen sein wird. Dieses Licht kann durch ein Prisma in alle Spektralfarben (kontinuierliches Spektrum) zerlegt werden.

Eine gründliche Überprüfung des Spektrums, mit einer Lupe etwa, zeigt, daß es eine große Zahl von mehr oder weniger feinen dunklen Linien aufweist. Sie rühren von verschiedenen leuchtenden Gasen her. Denn jeder gasförmige, glühende Stoff hat nämlich „seine“ eigenen Linien im breiten Band des Spektrums. An denen ist er zu erkennen wie ein Verbrecher an seinen Fingerabdrücken.

Hinter das Geheimnis dieser Linien sind zwei deutsche Gelehrte gekommen: Bunsen, auch der Jugend späterer Generationen durch den nach ihm benannten

Gasbrenner bekannt, mit dem er im Laboratorium feste Stoffe verdampfte, um die Dämpfe zu durchleuchten – und Kirchhoff, der den Charakter der verschiedenen Linien – auch der farbigen – richtig deutete.

Freilich, bis zur wirklichen Spektralanalyse zusammengesetzten Lichtes, wie dem der Sonne, war es noch weit. Denn das zeigt eine verwirrende Fülle von Linien, der man zunächst fassungslos gegenübersteht. So fassungslos muß etwa der stolze Besitzer eines modernen Großsupers sein, der seinen Gästen vorführen will, wie viele und wie weit entfernte Sender er mit seinem Gerät empfangen kann, und beim Einschalten statt eines bestimmten Senders alle auf einmal hört, von der Ultrakurzwellen über Kurz- und Mittelwelle zur Langwelle. Kein einziges Wort wäre zu verstehen.

Die Lupe dazu, die es gestattet, die vielen unentwirrbaren Linienspektren genauer zu untersuchen und mit den Linienspektrum-Steckbriefen der einzelnen Elemente zu vergleichen, erfand der bayrische Glasschleifer Fraunhofer bereits 1814. Er verwandte ein Spektralgitter, eine Glasplatte (ursprünglich eine vergoldete), in die mit einem Diamanten 300 Furchen auf einen Millimeter gezogen wurden.

300 Furchen auf einen Millimeter!

Der kleine farbige Klecks, den Newton bewundert hatte, wurde zu einer langen Linie auseinandergezogen. In diesem Spektrum hatte Fraunhofer 574 schwarze Linien ausgezählt. Heute werden nach seinem Vorbild Spektralgitter hergestellt, bei denen bis zu 1200 Furchen auf den Millimeter gezogen werden, Wunderwerke der Präzision. Mit den unerhört komplizierten Einrichtungen eines modernen Fernrohrturmes wurde inzwischen eine Ausdehnung des Newtonschen Farbkleckses auf ein Band von 31 Metern erreicht. An Stelle der 574 Fraunhoferschen Linien werden heute von der modernen Astronomie 21 000 gezählt.

Es würde den Rahmen dieses Buches sprengen, wenn wir den Himmeldetektiven auf der Spur bleiben wollten. Wir müssen uns damit begnügen, festzustellen, was sie mit ihren klugen Methoden aus dem schier unentwirrbar erscheinenden Faden- und Bänderspiel der Spektren herausbekommen haben. Hier das Ergebnis: Auf allen Sternen sind dieselben Elemente nachzuweisen wie auf der Erde. Wahrscheinlich ist auch die prozentuale Zusammensetzung ähnlich wie auf der Erde. Es gelang sogar, ein Element auf unserer Sonne zu entdecken, das auf der Erde erst später nachgewiesen werden konnte: das Edelgas Helium, mit dem Luftschiffe und Ballone gefüllt werden und das eines Tages in großen Mengen auf der Erde künstlich hergestellt werden wird, wenn es gelungen ist, die Urkraft der Wasserstoffbombe zu zähmen und ihre Energien der friedlichen technischen Anwendung nutzbar zu machen.

Damit sind aber die Möglichkeiten der Spektralanalyse noch nicht erschöpft. Mit ihrer Hilfe wurde auch die Zusammensetzung der Atmosphäre der Planeten unseres Sonnensystems untersucht und ziemlich genau bestimmt. Sie erlaubte uns, auch viele Einzelheiten aus dem Leben der Sterne zu erforschen,

ihre Oberflächentemperaturen zum Beispiel, ihren Durchmesser, ihre Rotation und die Geschwindigkeit, mit der sich Sterne auf uns zu oder von uns weg bewegen, und vieles andere mehr.

## Überriesen und Zwerge

Wenn man sich in seinem Bekanntenkreis umschaute, findet man kaum jemanden, der wegen seiner Größe erheblich aus dem Rahmen fällt. Der eine ist etwas größer, der andere etwas kleiner, der eine dick, der andere dünn. Zwar tauchen hier und da einmal besonders lange Mitbürger auf, 2 m und darüber messend; auch Liliputaner begegnen uns hin und wieder. Aber im ganzen gesehen sind die Größenunterschiede zwischen den erwachsenen Menschen nicht sehr erheblich; alles spielt sich etwa zwischen 1,50 und 2 m ab. Wir würden niemanden finden, der vielleicht nur einige Zentimeter oder vielleicht gar 4, 5 m groß wäre, geschweige denn einen Superriesen, der vielleicht 20 oder gar 100 m groß wäre.

Offensichtlich gibt es für viele Naturerscheinungen eine ganz bestimmte Größeneinheit, die in den einzelnen Erscheinungen geringfügig abgewandelt vorkommt.

Das gilt erstaunlicherweise sogar für Zahlengrößen, die im Bereich des Unvorstellbaren liegen, zum Beispiel für die Anzahl der Atome, aus denen ein Mensch besteht. Würden wir sie zählen, so kämen wir zu dem Ergebnis, daß der menschliche Körper aus rund  $10^{27}$  Atomen aufgebaut ist, Atomen der verschiedenen Elemente, stabilen und auch radioaktiven.

Allerdings wäre es zwecklos, sich der Mühe einer solchen Zählung zu unterziehen. Dazu wäre nicht nur ein Menschenalter zu kurz. Selbst wenn einer der ersten Menschen angefangen hätte zu zählen und seine Nachkommen die Arbeit ununterbrochen fortgesetzt hätten, wäre das Resultat noch lange nicht zu erwarten. In jeder Sekunde zehn Atome gezählt, würde diese Prozedur immerhin 30 000 000 000 000 000 000 Jahre dauern.

Selbstverständlich kommt es bei einer solchen Zahl auf ein paar Billionen oder sogar Trillionen nicht an. Die möglichen Schwankungen machen jedenfalls keine Dezimalstelle aus.

Und wie ist das bei den Sternen? Hat die Natur dort genau solche „Maßarbeit“ geleistet?

Es ist sicher ein Zufallsspiel der Zahlen, aber das Gewicht der Sterne beträgt im Mittel  $10^{27}$  Tonnen!

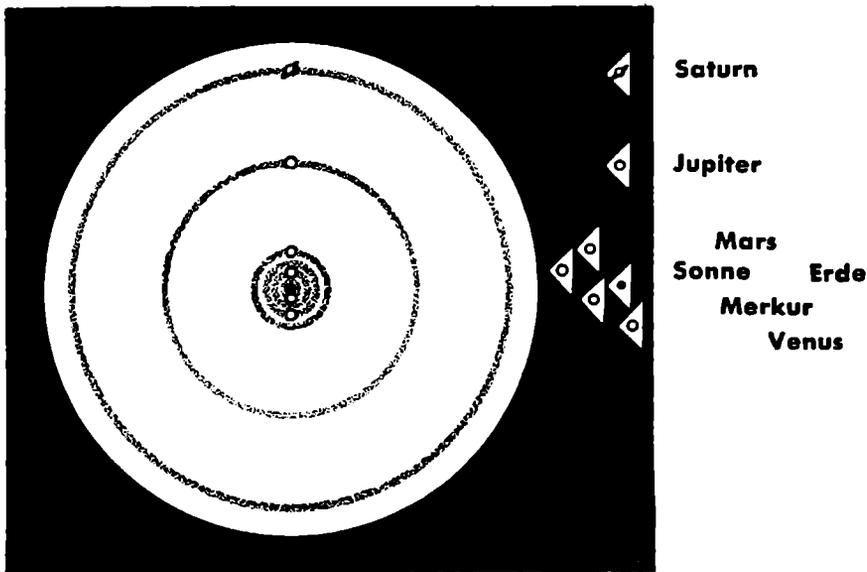
Natürlich gibt es auch hier Abweichungen. Es kann schon einmal passieren, daß eine Null mehr gebraucht wird, um ein Sternengewicht anzugeben, vielleicht auch einmal eine Null weniger. Größer sind die Schwankungen aber nicht. Trotz der unvergleichlich größeren Dimensionen scheint sich die Natur ziemlich genau an ihre Normen zu halten.

Physiker und Mathematiker haben berechnet, daß nur Sterne in dieser Größenordnung (zwischen  $10^{27}$  und  $10^{29}$  t) in der Lage sind zu leuchten.

Den Schlüssel für diese Erkenntnis lieferte die Atomphysik, wie überhaupt Atomphysik und Astronomie in einem sehr engen Verhältnis stehen und sich gegenseitig befruchten. Ganz gewiß käme die Astrophysik ohne die Atomphysik nicht aus.

„Genormte Sterne“, und dann eine Überschrift, die von Überriesen und Zwergen spricht? Das Rätsel ist schnell gelöst: Die „Normung“ bezieht sich nur auf die Masse, nicht aber auf das Volumen und die Leuchtkraft.

Ein neuer Widerspruch? Nein, Sterne können annähernd gleiche Masse haben und trotzdem von einer sehr unterschiedlichen Größe sein. Der größte aller bisher bekannten Sterne – es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß eines Tages ein noch größerer entdeckt wird –, VV Cephei, hat einen Durchmesser,



Die größte Sonne

die bisher entdeckt worden ist: der VV Cephei. Bis zur Bahn des Saturn hätte unser Sonnensystem in ihm Platz. Mehr als 12 Milliarden Sonnen von der Größe der unseren könnten in ihm untergebracht werden.

der 2300mal größer ist als der unserer Sonne. Mehr als 12 Milliarden Sonnen hätten in ihm Platz. Und doch ist er leichter als unsere Sonne.

Auch für dieses kosmische Geheimnis liefert die Atomphysik die Handhabe zur Entschleierung.

Bisher ist noch niemand auf einer Sonne gewesen, und auch zukünftige Welt- raumfahrer, die über die Grenzen unseres Planetensystems hinaus in den interstellaren Raum vorstoßen, werden gewiß sehr darauf achten, keiner dieser

Sonnen zu nahe zu kommen, damit ihr Weltraumschiff nicht verdampft und die Sonnengasmassen um die völlig bedeutungslose Menge von einigen Millionen Kubikmetern gasförmiger Materie bereichert.

Die Vorgänge in den glühenden Gasmassen, aus denen die Sonnen bestehen, sind mit keiner normalen irdischen Erscheinung vergleichbar. Hexentanz der Atome – genauer gesagt: ihrer Bestandteile –, so könnte man das Bild einer Sonne überschreiben. Gase zeichnen sich dadurch aus, daß sich ihre kleinsten Teilchen (Atome bei Edelgasen, oder bei anderen Gasen und den Gasen von chemischen Verbindungen deren kleinste Teilchen, Moleküle) frei bewegen können.

Je schneller die Bewegung der Gasteilchen ist, desto größer wird die Temperatur des Gases. Bei normaler Zimmertemperatur haben zum Beispiel die Luftmoleküle eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 500 m/s. (Das ist immerhin die eineinhalbfache Schallgeschwindigkeit. Ein ganz schönes Tempo, will uns scheinen.) Es kann aber auch viel temperamentvoller zugehen. Bei einer Geschwindigkeit von 150 km in der Sekunde, für die Motorsportfreunde umgerechnet sind das mehr als 100 000 km/st, herrscht in dem Gas eine Temperatur von 40 000 000° C.

Der Fachmann spricht in diesem Fall nicht mehr von Gasen, sondern von Plasma, dem vierten Aggregatzustand der Materie.

Bei so hohen Temperaturen, wie sie in dem Inneren der Sterne herrschen, gibt es keine chemischen Verbindungen, und bei den schwindelerregenden Geschwindigkeiten, wie sie bei den Atomen auf den Sternen üblich sind, gibt es keine unbeschädigten Atome mehr. Zwar sind die Kerne noch ganz, aber die Hüllen der Atome haben arg gelitten. Sie sind ganz oder teilweise von den Kernen gelöst, zu denen sie eigentlich gehören.

So sausen angeschlagene Atome (Ionen) herum, fangen sich neue Elektronen ein und verlieren sie im selben Augenblick wieder. Elektronen irren mit rasender Geschwindigkeit umher, suchen sich einen neuen Platz bei einem Atomkern, um – sobald sie ihn gefunden haben – unverzüglich wieder hinausgestoßen zu werden.

Aber nicht nur stoffliche Materieteilchen nehmen an diesem solaren Hexentanz teil, sondern auch Energiequanten, Strahlungsmaterie, freigesetzt durch die Auflösung der atomaren Ordnung, Elektronen aus ihren Bahnen stoßend, von Elektronen eingefangen und für millionstel Sekunden zur Konsolidierung einer Elektronenbahn dienend, durch neue Zusammenstöße wieder freigesetzt, langsam von innen nach außen drängend, immer wieder aufgehalten. Allmählich werden sie müde, verändern ihre Wellenlänge, werden langwelliger, verlassen schließlich die Sonne, sobald sie bis zur Oberfläche vorgedrungen sind.

Jene Energiequanten, die als Sonnenlicht zu uns dringen, sind der für uns sichtbare Ausdruck der Vorgänge in diesem Hexenkessel. Bei ihnen wurde der Kampf zwischen dem Strahlungsdruck im Innern der Sterne und der Gravitation, die die Gasmassen zusammenhält, zugunsten des ersteren entschieden.

Nicht sichtbar oder nur mittelbar sichtbar oder hörbar zu machen ist die Fülle jener elektromagnetischen Wellen, die länger oder kürzer als die Wellen des Lichtes sind und sich dadurch unseren Augen entziehen.

Hier haben wir auch die Erklärung dafür, daß die leuchtenden Sterne annähernd gleiche Massen aufzuweisen haben, während sie sich in vielen anderen Größen außerordentlich unterscheiden können: Wenn die Masse größer ist als dieses „zulässige Normalmaß“, dann nimmt der Strahlungsdruck so weit zu, daß er die Gravitationskraft überwinden und die Sterne sprengen kann. Wird sie aber kleiner als zulässig, so würde die Gravitationskraft überwiegen, so daß sie keine Energiequanten mehr nach außen dringen ließe; man würde von ihnen also keine Lichterscheinung mehr wahrnehmen können.

Eigenartigerweise ist es bei dieser Erscheinung gleichgültig, über welche Dimensionen sich dabei die Sternenmaterie ausdehnt. Bei den Riesen und Überriesen ist diese Ausdehnung so gewaltig, daß die Dichte dieser Sterne weit unter der Luftdichte unserer Erde liegt. Die Dichte der Luft an der Erdoberfläche ist zum Beispiel 250 000mal größer als die Dichte des größten der uns bekannten Sterne, des bereits erwähnten VV Cephei.

Im Gegensatz zu ihm ist der Wolf 457, einer der „weißen Zwerge“, milliardenfach dichter als die Materie auf unserer Sonne. Eine Streichholzschachtel voll von dem Material, aus dem dieser Stern besteht, würde auf der Erde 20 000 t wiegen. Trotz dieser Dichte, die alles, was wir auf der Erde kennen, bei weitem übertrifft, handelt es sich noch immer um eine Art von gasförmiger Materie, um ein Plasma. Die Erklärung dafür ist verhältnismäßig einfach. Wir brauchen uns nur daran zu erinnern, daß ein Atom fast nur aus leerem Raum besteht.

Da aber unter den Bedingungen des Sternendaseins die Elektronenhüllen der Atome völlig verändert sind, ja unter bestimmten Verhältnissen sogar sämtliche Elektronen von ihren Kernen gelöst sein können, fallen die unvorstellbar großen leeren Räume in den Atomen fort. Damit kann die Materie viel enger zusammengedrückt werden, als es selbst bei den dichtesten Stoffen auf der Erde der Fall ist.

So kann also unter bestimmten Umständen Sternmaterie viel dichter als zum Beispiel Platin – und trotzdem noch ein Gas sein, in dem die Atomkerne und Elektronen ausreichend Platz haben, ihre für irdische Verhältnisse seltsamen und ungewöhnlichen Hexentänze aufzuführen.

Unsere Sonne, in allem ein goldenes Mittelmaß einhaltend – sie ist sozusagen ein Musterstück, eine Normalsonne –, hat eine mittlere Dichte, die etwa der des Wassers entspricht.

Nachdem wir den größten und den kleinsten der uns bekannten Sterne kennengelernt haben, wollen wir nun auch noch den hellsten und den dunkelsten erwähnen; denn die Helligkeit ist nicht von der Größe einer Sonne abhängig.

Der hellste uns bekannte Stern ist S Doradus, der 300 000mal so hell wie unsere Sonne strahlt. An die Stelle unserer Sonne gesetzt, würde er sehr schnell unsere Erde zum Verdampfen bringen.

Der schwächste Stern ist der Wolf 357. Seine Strahlung beträgt nur den fünftausendsten Teil unserer Sonne. Er würde die Temperatur auf der Erde fast auf den absoluten Nullpunkt absinken lassen. Und der liegt immerhin bei minus 273° C.

## Kosmische Atomkraftwerke

Nicht erst seit Adam Riese, dem Rechenmeister aus Annaberg im Erzgebirge, sind 2 und 2 gleich 4. So ist es in der Praxis des alltäglichen Rechnens tatsächlich unentwegt erprobt und erwiesen. In der phantastischen Welt der Atome muß man aber immer auf Überraschungen gefaßt sein. Dort käme Adam Riese mit seinen einfachen Rechnungsarten kaum zurecht.

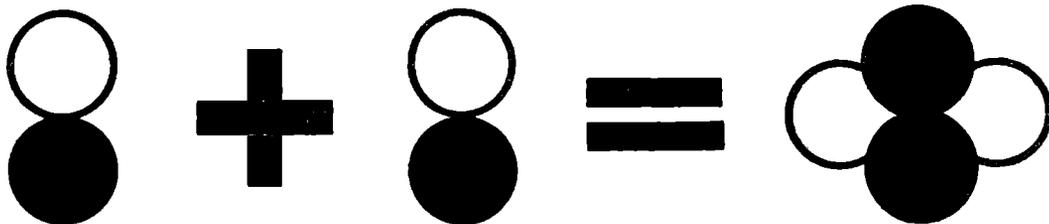
Atomkerne sind aus zwei verschiedenen Bausteinsorten aufgebaut: aus den positiv geladenen Protonen und den elektrisch neutralen Neutronen. Nur dem 1. Element in der Reihe der 92, dem Wasserstoff, fehlt das Neutron. Der Kern des 2. Elements im Periodischen System zum Beispiel, des Edelgases Helium, zuerst mit Hilfe der Spektralanalyse auf der Sonne und später auch auf der Erde entdeckt, ist aus 2 Protonen – daher die Ordnungszahl 2 – und 2 Neutronen aufgebaut, aus vier Teilchen also. Könnte man sie einzeln auf die Waage legen und wiegen, käme man zu einem verblüffenden Ergebnis: Das Gewicht des Heliumkernes ist leichter als die Summe der Gewichte seiner 4 Teilchen! Ist 2 und 2 doch nicht gleich 4?

Holten wir uns aus der Werkstatt der Atomphysiker  $\frac{1}{2}$  kg Protonen und  $\frac{1}{2}$  kg Neutronen, um aus je 2 Protonen und 2 Neutronen einen Heliumkern zusammenzuzimmern, so müßten wir, wenn wir nach getaner Arbeit unser Kilogramm Heliumkerne auf die Waage legten, feststellen, daß wir gar kein Kilogramm erhalten haben, sondern nur 992,5 g. Und 7,5 g würden fehlen.

„Es geht nichts verloren!“ Das ist eines der Grundgesetze der Wissenschaft. Der russische Gelehrte Lomonossow war als erster dahintergekommen, daß bei keinem physikalischen oder chemischen Vorgang Materie verlorengehen

### Ursprung der Sonnenenergie

*Aus der Verschmelzung von zwei Kernen des schweren Wasserstoffs (Deuteronen) entsteht ein Heliumkern. Bei dieser „Fusion“, die unter vielen Millionen Grad Celsius abläuft, werden ungeheure Energien abgestrahlt.*



kann. Er hatte 1748 das Gesetz von der Erhaltung der Masse aufgestellt. Fast hundert Jahre später wurde es ergänzt durch das Gesetz von der Erhaltung der Energie, gefunden und formuliert von Lothar Mayer.

Auch die 7,5 g, die uns nach unserem Gedankenexperiment zu fehlen scheinen, können nicht verschwunden sein. Sie sind als Energie abgestrahlt worden. Es ist keine Materie verschwunden, sie hat nur ihre Erscheinungsform geändert; aus stofflicher Materie ist Strahlungsmaterie geworden. Stoffliche und Strahlungsmaterie oder, anders ausgedrückt, Masse und Energie, sind einander äquivalent, entsprechen einander. Albert Einstein, der jüngst verstorbene große deutsche Physiker und Mathematiker, ist aber nicht nur diesem Geheimnis der Natur auf die Spur gekommen. Er hat auch jene einfache und doch so bedeutungsvolle „Zauberformel“ entdeckt, nach der sich das eine in das andere umrechnen läßt. Den 7,5 g bei der Bildung von Heliumkernen aus den einzelnen Teilchen „verschwendener“ Masse entsprechen fast 200 Millionen kWh, eine Energiemenge, die ausreichen würde, um eine mittlere Industriestadt einige Monate lang mit Strom zu versorgen – vom großen Stahlwerk bis zu den Haushaltungen.

Bei der Verschmelzung von  $\frac{1}{2}$  kg Protonen und  $\frac{1}{2}$  kg Neutronen zu Helium muß also eine Energie von fast 200 Millionen kWh abgestrahlt worden sein.

Einen solchen Vorgang in irdischen Laboratorien zu erreichen, ohne daß Laboratorium und einige tausend Quadratkilometer der Umgebung in die Luft fliegen, bemühen sich Wissenschaftler in allen Ländern, auch in unserer Republik. Noch aber haben sie erst die Anfangsstadien der Meisterung dieser gigantischen Energiequelle erreicht.

Auf den Sternen aber ist dieser Vorgang die Quelle der Strahlung, die Quelle von Licht und Wärme, die die Entstehung und Entwicklung des Lebens ermöglichten und heute noch gewährleisten. Seit Jahrmilliarden funktioniert unter den nur auf den Sonnen herrschenden Temperaturen die Verschmelzung von Wasserstoffkernen (Protonen) und Neutronen zu Helium. Fusion nennt der Fachmann diesen Vorgang, oder auch thermonukleare Reaktion, weil sie nur unter sehr hohen Temperaturen stattfinden kann und weil Nukleonen (Kernbestandteile) beteiligt sind.

Wer denkt denn, wenn er in der Sonne liegt und sich braten läßt, an die immerhin lebenswichtige Tatsache, daß dieser Stern in jeder Sekunde eine Energie von 100 Trillionen kWh ausstrahlt und daß dieser Energie eine Masse von 4 Millionen t entspricht? 4 Millionen t in einer Sekunde! Aber keine Angst, der Wasserstoffvorrat der Sonne für den Aufbau (Synthese) von Helium reicht noch für einige Dutzend Milliarden Jahre!

In der Praxis sieht allerdings dieser Fusionsprozeß wesentlich komplizierter aus, als er sich hier darstellen läßt. Jedenfalls aber ist er der atomphysikalische Prozeß, der das Leben auf der Erde und seine Entwicklung in allen Einzelheiten ermöglicht – vom Menschen, der höchsten Stufe, bis zum letzten

Virus, der nützlich oder gefährlich sein mag. Denn auf ihm beruht die schier unerschöpfliche Strahlung der Sonnen – auch unserer Sonne.

Unsere Kenntnis der anderen Welten, in deren Gesamtgefüge die Erde sich immer mehr bescheiden einfügen mußte, wuchs rapide. Sie erfaßte mit der Zeit geradezu lächerliche Einzelheiten, von denen man glauben könnte, daß sie ewig unfaßbar blieben.

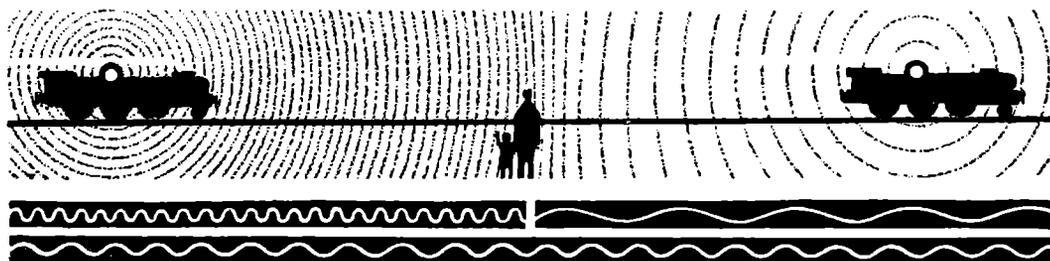
Um nur ein Beispiel zu erläutern, das allerdings wichtig ist, weil es in der Einschätzung der Sternensysteme entscheidend ist: das Dopplersche Prinzip, angewandt auf kosmische Systeme.

Christian Doppler, ein österreichischer Physiker und Mathematiker aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, hatte eine Erscheinung näher untersucht, die uns allen sehr geläufig ist, besonders seit es schnell bewegte Fahrzeuge gibt. Jeder von uns hat schon beobachtet, daß ein Zug oder ein Rennwagen, von einem feststehenden Punkt der Strecke aus betrachtet, mit einem höheren Ton herankommt, als er es dann an den Tag legt, sobald er vorbei ist.

Das ganze Geheimnis beruht einfach darauf, daß die Schallwellen, die das Ohr des fest stehenden Beobachters treffen, in dem einen Fall – bei der Annäherung – sozusagen gestaut werden und damit eine höhere Frequenz erreichen, was sich in einer Erhöhung des Tones äußert. Im anderen Falle jedoch werden sie langgezerrt, als wären sie aus Gummi: der Schall klingt tiefer; denn die Schwingungen, die das Ohr des still stehenden Beobachters erreichen, haben eine geringere Frequenz, als dem ausgesandten Ton entspricht.

#### **Die Lokomotive pfeift – und was dabei herauskommt**

*Für einen still stehenden Beobachter tönen die Geräusche bewegter Schallquellen, z. B. einer Lokomotive oder eines Rennautos, beim Herankommen höher, beim Entfernen tiefer als für die mitbewegten Insassen. Der Grund: Infolge der Geschwindigkeit der Schallquelle werden die Schallwellen in dem einen Fall „verdichtet“, in schnellerer Folge herangetragen; damit erhöht sich ihre Frequenz und damit die Tonhöhe. Im anderen Falle gilt das Umgekehrte: Die Schallwellen werden sozusagen gedehnt; sie kommen mit niedrigerer Frequenz und damit als tiefere Töne an. Diese Erscheinung, die auch das Licht aufweist, nennt man nach dem Entdecker den „Doppler-Effekt“. Er gestattet erstaunliche Messungen von Bewegungen selbst in den fernsten Tiefen des Weltraums.*



Diese Erscheinung erwies sich auch für die Schwingungen des Lichtes als gültig.

Auf die Bewegung der Sterne angewandt, gestattete das Dopplersche Prinzip eine ganze Reihe von sonderbaren Berechnungen. Die wichtigsten und ausgefallensten bestanden zweifellos darin, daß man damit die Bewegungen der Sterne feststellen konnte. Mit Hilfe des Dopplerschen Prinzips, angezeigt durch die Verschiebung der Linien im Spektrum, konnte man bald nachweisen, in welcher Richtung und mit welcher Geschwindigkeit sich selbst die fernsten Sternenswelten bewegen, bezogen auf unsere Welt.

Der Doppler-Effekt, mathematisch richtig nicht nur auf Schallwellen, sondern vor allem auf Lichtwellen bezogen, ergab zauberhafte Erkenntnisse im Bereich der sonst noch nicht meßbaren Größen.

Werden Lichtwellen länger, dann verschieben sich die Farben in Richtung der Farbe mit der längsten Wellenlänge, nach Rot also. Man spricht deshalb von einer Rotverschiebung. Sind beim Spektralbild eines Sternes oder eines fernen Nebels die Farben nach Rot hin verschoben, so kann man annehmen, daß sich der Stern oder der Nebel entfernt. Stellt man dagegen fest, daß die Spektralfarben nach Violett, also in Richtung der Farbe mit der kürzesten Wellenlänge, verschoben sind, so spricht man von Violettverschiebung. Ein solcher Himmelskörper scheint sich uns zu nähern.

Auf diese Weise können also Bewegungen im Weltall erfaßt und berechnet werden. Spuren vom Licht ferner Sternenswelten, winzige Sendboten, die Reisen von Billiarden von Kilometern hinter sich haben, erzählen den scharfsinnigen Astronomen auf der kleinen Erde und ihren nicht weniger gewitzten Gehilfen aus den einschlägigen Spezialgebieten erstaunlich viele Dinge – von der Größe einer unvorstellbar weit entfernten Galaxis bis zur Richtung und Geschwindigkeit ihrer Gesamtbewegung.

Das Ganze, als Beispiel betrachtet, ist ein einziges Hohelied auf die Wissenschaften, auf die Fähigkeit des Menschen, die Welt zu erkennen, in der er lebt.

Daß er die Fortschritte hart erringen mußte, nicht nur im Widerstreit gegen die objektiven Schwierigkeiten, sondern auch im opferreichen Kampf gegen das weltanschauliche und politische Dunkelmännertum, dem jeder echte Fortschritt ein Greuel ist – das ist ein besonderes Ruhmesblatt in der Geschichte des Sieges, den die Menschheit über die reaktionären Gewalten errungen hat, die ihr Kindheit und Jugend verdunkelten.

Die Kerkermauern sind bereits durchbrochen, hinter denen Würde und Fähigkeiten des Menschengeschlechts Jahrtausende hindurch gefangen waren. In historisch kurzer Zeit wird der Triumph der Wahrheit über den konservierten Irrtum, des Fortschritts über die Reaktion für immer gesichert sein.

Die geradezu sprunghaften Fortschritte, die wir gegenwärtig sowohl in Richtung Makrokosmos wie in Richtung Mikrokosmos zu verzeichnen haben, sind unumstößliche Beweise dafür, daß der forschende Mensch bei richtiger gesell-

schaftlicher Ordnung ebenso zu den Sternen zu greifen wie ins Innere der Atome zu dringen vermag, um sich beides zu erschließen.

Weit über die Grenzen hinaus, die er physisch noch nicht zu überwinden vermochte, dringt sein forschender Verstand selbst in die fernsten Räume vor. Lange bevor er seinen Fuß auf fremde Welten setzt, hat er sie bereits weitgehend erkannt. Und jetzt, nach dem Auftakt zur Weltraumfahrt, der von den Sputniks gegeben wurde – jetzt wird er und werden noch vor ihm seine Sendboten die grenzenlosen Weiten des Weltraums erobern.

# **II. der sprung in den weltenraum**

**die ersten schritte in den kosmos**

*Was uns melden die Sagen vergangener Zeiten,  
Wovon jahrtausendealt berichtet ein Traum:  
Vom Flug durch die Zeiten empor in die Zeitlosigkeiten,  
Vom Sprung in das Weltall, in den unendlichen Raum –*

*Was oft wie ein Wahn erschien in versunkenen Epochen,  
Gefährliches Wagnis, nur von Ketzern zu denken gewagt,  
Und wie von Verschwörern in heimlichen Zirkeln besprochen  
Und wie das Ende der Welt vorhergesagt,*

*Erwogen, berechnet und überprüft von Gelehrten,  
Verworfen wieder, verdammt als phantastischer Plan  
Und wieder wie Inbegriff alles Entdeckungswerten:  
So leuchtete auf des Raumschiffs elliptische Bahn . . .*

*Aus: „Planetarisches Manifest“ von Johannes R. Becher*

# was will der mensch im all?

## Zunächst einmal: Was er NICHT will

Eine der schönsten und bekanntesten Sagen des griechischen Altertums erzählt von Dädalus, dem erfindungsreichsten Künstler – wir würden heute eher sagen: Ingenieur – seiner Zeit.

Er konstruierte für sich und seinen kleinen Sohn Ikarus Flügel aus Federn und Wachs. Beim Flug über das Meer bewährten sich die Schwingen glänzend, mit dem Erfolg, daß Ikarus übermütig in zu große Höhen emporflog. Dabei kam er der Sonne zu nahe. Ihre Strahlen schmolzen das bindende Wachs seiner Flügel. Ikarus stürzte ab und ertrank.

Was bewog ihn dazu, den ausdrücklichen Ermahnungen seines Vaters zuwider, den sicheren Kurs zwischen Himmel und Meer zu verlassen; dem einen sich zu nähern, um in das andere gestürzt zu werden? Freude am Fliegen, kindliches Spiel mit der neuen Kunst? Vermutlich.

Sicher ist, daß es klar umrissene reale Gründe waren, die seinen Vater veranlaßten, die „erste Flugapparatur“ zu erfinden: Er wollte damit dem Zwangsaufenthalt bei seinem ewig mißtrauischen Gastgeber, dem Tyrannen Minos auf der Insel Kreta, entkommen. Da die Küste streng bewacht war, blieb ihm nur der Weg durch die Luft offen.

Ähnlich verständliche Gründe mögen die ersten Träume von der Luftfahrt hervorgerufen haben: der Wunsch, sich jederzeit durch die Lüfte seinen Feinden entziehen, wie ein Adler hoch aus dem Blau herunter nach Beute und Gefahr spähen, sich schnell und leicht wie eine Schwalbe über Weiten hinweg zu fernem, schöneren Gestaden schwingen zu können.

Als im Zeitalter der modernen Technik, nachdem ein geeigneter Antrieb an Stelle der viel zu schwachen menschlichen Muskeln gefunden war, die Luftfahrt (Aeronautik) Wirklichkeit wurde, war das Feld der praktischen Nutz- anwendungen für den neuen technischen Fortschritt schon weit ausgebreitet. Jeder Laie konnte sich mit ein wenig konstruktiver Phantasie ausrechnen, was sich mit diesen Flugapparaten alles erreichen ließe, wenn sie erst einmal entsprechend verbessert sein würden. Schneller Verkehr zwischen weit entfernten Orten, Beobachtungen und Vermessungen aus der Luft, Wetter- und Rettungs-

dienste, militärische Anwendungen, schließlich Sport und Jagd – das alles war so hausbacken naheliegend und ließ sich an den Fingern aufzählen wie das kleine Einmaleins.

Anders ist es mit dem Raumflug (Astronautik). Seine Geburtsstunde hat geschlagen. Aber es ist gar nicht so leicht zu erklären, und noch schwerer ist es zu verstehen, wozu er nützlich sein soll.

Trotz der weltweiten spontanen Begeisterung, die den Start der ersten künstlichen Erdbegleiter begrüßte, trotz des unstillbaren, stürmischen Interesses, das die Weltraumfahrt bei Menschen aller Altersstufen findet – können nur wenige die Frage: „Was will der Mensch im All?“, die Frage nach dem Zweck, nach der Nutzenanwendung der Astronautik beantworten.

Am leichtesten fällt die Antwort noch jenen konservativ engstirnigen Leutchen, vor allem in kirchlichen Kreisen, denen jeder neue Gedanke, der den biblischen Himmel mit seinem schlichtnaiven Sphäreglanz zu verdunkeln droht, ein Frevel ist. „Da habt ihr’s ja! Nichts hat der Mensch da oben (. . . da oben!) zu suchen! Bleibt nur schön brav auf der Erde, bis der Herr euch ruft!“

Das ist aber sogar für den offiziellen Standpunkt der Kirche zu primitiv. Sie hat inzwischen gelernt, in Fällen erkannter Unwiderruflichkeit von Fortschritten realpolitisch zu handeln und diese unverzüglich für sich zu beschlagnahmen. So hat zum Beispiel der „Osservatore Romano“, die Zeitung des Vatikans, nachdem der erste Schreck über die Sputniks überstanden war, schlicht erklärt: Flüge zu anderen Gestirnen seien durchaus keine gotteswidrige Angelegenheit! Im Gegenteil! Aber an den ersten Expeditionen würden sich die Priester beteiligen, um auch auf anderen Himmelskörpern ihren von Gott erteilten Auftrag zu erfüllen.

Hier schimmert noch die geozentrische Weltauffassung, gepaart mit dem Anspruch auf Alleinherrschaft einer Kirche, überall durch.

Nun wird es ja nicht so leicht sein, Himmelskörper zu erreichen, deren Bewohner Bedarf an irdischen Priestern haben. Auf alle Fälle ist es denkbar unwahrscheinlich, daß ausgerechnet darin die Zweckbestimmung für den Weltraumflug begründet liegen könnte.

Sehr einfach machen es sich auch die Fabrikanten jener zahllosen „Utopics“ – phantastischen Zukunftsgeschichten –, die von den USA her wie eine Springflut die westliche Welt überschwemmen. In diesen meist schaurig-grusligen Geschichten durchstreifen Raumschiffe die Galaxis, um Polizeidienst auf den Planeten anderer Sonnensysteme zu versehen. Oder sie ziehen auf Eroberung aus – buchstäblich auf Eroberung außerirdischer Welten, deren meist absonderlich gestaltete Bewohner entweder unterworfen oder ausgerottet werden. Oder sie sind von gerissenen Geschäftsleuten besetzt, die der naiven Bevölkerung fremder Gestirne irgendeinen wertlosen Tand für wertvolle Juwelen und andere Schätze andrehen – nach dem klassischen Vorbild weißer Händler, die in Afrika den Eingeborenen Elfenbein oder Diamanten für Glasperlen und Kattunfetzen abnahmen.

Alles in allem: In diesen obskuren „Science-fiction“-Romanen werden die dunkelsten Schattenseiten der gegenwärtigen „amerikanischen Lebensweise“ in eine Zeit und auf Verhältnisse übertragen, denen sie ganz sicher nicht mehr entsprechen werden.

Der ehemalige Kommandant von Peenemünde, General a. D. Dr. Walter Dornberger, zur Zeit technischer Berater bei der Bell Aircraft Corporation, USA, erklärte ernsthaft: Der ungeheure Geldaufwand, den die Raumfahrt erfordere, ließe sich nur bei militärischen Verwendungen rechtfertigen; anders sei es seiner Meinung nach moralisch gar nicht zulässig, dem Steuerzahler Geld dafür abzunehmen. Deshalb seien auch die Vorstufen der Raumfahrt, etwa die Entsendung unbemannter Satelliten, nur dann zu verantworten, wenn diese sofort militärischen Zwecken nutzbar gemacht werden könnten.

Raketengeneral Dornberger, der gewohnt ist, von Steuergeldern zu leben, die für militärische Zwecke ausgegeben werden, hält also nichts von zivilen Entwicklungszielen für die Weltraumfahrt – mit Rücksicht auf die Steuergroschen des kleinen Mannes.

Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die überwältigende Mehrzahl der Steuerzahler ebenso wie der Weltraumpioniere und Raketenspezialisten ganz anderer Meinung sind als er. Das zeigt also allenfalls, was der Mensch im Weltall nicht suchen kann und will.

Aber was will er denn nun eigentlich wirklich da draußen, in dieser schwarzen, grenzenlosen Nacht mit den vielen Geheimnissen?

### **Wenn man Kolumbus gefragt hätte . . .**

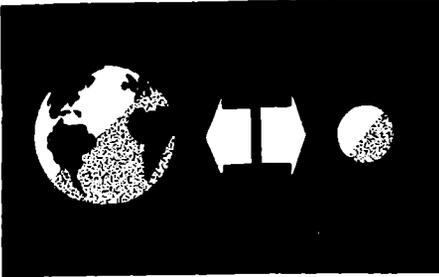
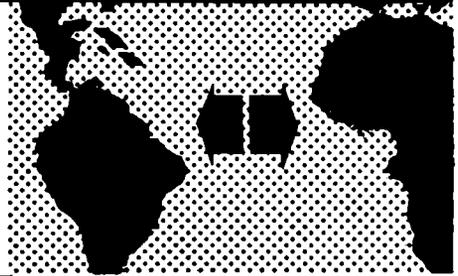
Unter Weltraumfahrt versteht nicht nur der Laie Reisen zu außerirdischen Zielen: zum Mond, zu den anderen Planeten unserer Sonne, schließlich noch weiter hinaus in den Raum, dann aber schon über die Distanz von mehreren Lichtjahren hinweg.

Das sind zum Teil durchaus in Reichweite liegende, zum Teil aber – nicht nur räumlich – noch recht weit entfernte Ziele. Von den letzteren ist an dieser Stelle nicht zu sprechen. Von den ersteren aber kann man sagen, daß sie genau genug bekannt sind und daß die Reisen zu ihnen genau durchgerechnet sind.

Aber welche Antwort erwartet man darauf überhaupt? Die unmittelbare Erforschung der anderen Gestirne unseres Sonnensystems ist eine interessante, verlockende und großartige wissenschaftliche Aufgabe. Sie ist so umfangreich und vielseitig, daß noch gar nicht abzusehen ist, welche Folgen ihre Ergebnisse für die Menschheit haben werden. Es wäre müßig und kleinkrämerisch, zu fordern, daß diese Ergebnisse von vornherein, sozusagen auf Heller und Pfennig, berechnet werden können. Viel leichter wäre es damals gewesen, eine solche Rechnung von Kolumbus vor Antritt seiner ersten Segelfahrt nach Westen zu verlangen. Er sollte zur See einen neuen Weg nach Indien finden.

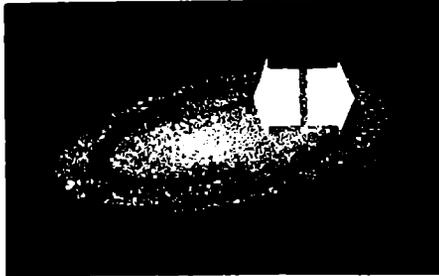
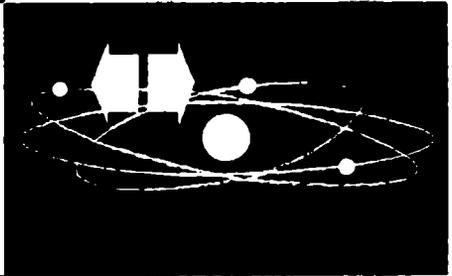


**interkontinental**



**interlunar**

**interplanetarisch**



**interstellar**

**intergalaktisch**



**Räume, Entfernungen, Reisen**

Konnte er ahnen, daß er einen „neuen“ Kontinent von solcher Größe und solchem Reichtum vorfinden würde und welche weittragenden Folgen seine Entdeckung noch nach sich ziehen sollte? Hätte er nach dem von Dornberger vertretenen platten Krämer- und Militaristengeist im heutigen Amerika schon vor Antritt seiner Fahrt alles garantieren müssen – Amerika wäre nie entdeckt worden!

In der wissenschaftlichen Arbeit, ganz besonders in der Grundlagenforschung, ist es doch so, daß ihre Ergebnisse der praktisch-technischen Anwendung ein Stück vorausseilen. Ein geradezu klassisches Beispiel dafür ist die spezielle Relativitätstheorie. Als Einstein damit im Jahre 1905 an die Öffentlichkeit trat, konnte mit seiner berühmten Formel  $E = m \cdot c^2$  noch niemand etwas anfangen. Ähnlich war es lange Zeit mit den Ergebnissen, die – seit Becquerel im Jahre 1896 die Radioaktivität entdeckt hatte – bei der weiteren Untersuchung dieser rätselhaften Erscheinung erzielt wurden. Sie waren zunächst, wenn man von der Verwendung des Radiums in der Medizin absieht, reichlich akademischen Charakters. Aber sie schufen die Grundlagen für unsere heutigen Kenntnisse über die Atomenergie und für ihre so bedeutungsvollen praktischen Anwendungen. Einsteins Zauberformel von 1905 aber stellte sich als der theoretisch-mathematische Extrakt der einschlägigen Vorgänge heraus. Es mag sein, daß für die Menschheit der Gedanke an eine vorsorgliche Erweiterung des Wirtschaftsraumes durch Einbeziehung des Mondes und der anderen Planeten, oder wenigstens einiger von ihnen, eines Tages durchaus eine praktische Rolle spielt. Das würde aber eines sehr fernen Tages sein und Formen aufweisen, die wir uns heute noch nicht einmal vorstellen können. (Keinesfalls ist zum Beispiel zu erwarten, daß die Menschheit eines Tages nach anderen Planeten auswandert oder sie besiedelt oder sie in herkömmlichem Sinne als Rohstoffbasen benutzt, wie gewisse Voraussagen allzu kühn behaupten.)

Aber so genau können und wollen wir das heute auch noch gar nicht wissen. Die ungemeine Erweiterung unseres Wissens, die Bereicherung unserer wissenschaftlichen und technischen Grundlagen, die bereits mit der Verwirklichung der nächstliegenden Raumfahrtprojekte verbunden sind, rechtfertigen völlig die dafür notwendigen Aufwendungen.

Das erweist sich schon bei den ersten Schritten in den Weltraum, an den Leistungen der ersten Meßsatelliten, die seit dem 4. Oktober 1957 um unsere Erde zu kreisen begannen.

Denn die Aufgaben, die ihnen gestellt wurden, sind zahlreich, und manche von ihnen reichen schon heute sichtbar in die praktische Nutzenanwendung hinein.

## **Unbekannte Erde lüftet ihre Schleier**

So seltsam es klingen mag, ist es doch eine Tatsache: Viele von den Geheimnissen, die unsere gute alte Erde noch in sich oder in ihrem dünnen luftigen Mantel verbirgt, lassen sich auf Erden selbst nicht oder nur sehr schwer

enträtseln. Für sie gilt das Paradoxon: Je näher man dran ist, desto weniger kann man erkennen.

Dabei denken wir nicht an die „weißen Flecke“ auf der Erdkarte, die bereits mit Hilfe der bisher vorhandenen technischen Möglichkeiten, nicht zuletzt der Flugzeuge, in kürzester Zeit getilgt sein werden.

Aber es handelt sich auch keineswegs nur um Rätsel, die im Bereich über der Erdoberfläche wurzeln. Manche von ihnen liegen in der Tiefe und sind keinem Auge zugänglich . . .

Aus den eisigen Höhen des Weltraums herab „beobachtet“, offenbaren sie sich jedoch der wissenschaftlichen Forschung. Meßsatelliten, künstliche Begleiter der Erde für kürzere oder längere Zeit, geben Antworten auf viele noch offene Fragen über die Erde – teils dadurch, daß sie ihre Beobachtungen auf die Erde übermitteln, teils dadurch, daß sie selbst und ihr Verhalten von der Erde aus beobachtet werden.

Die aufschlußreichen Messungen sind sehr vielseitig, die dazu notwendigen Geräte so zahlreich und auch bei Anwendung aller modernen Mittel der Nachrichten- und Meßtechnik im ganzen so schwer, daß ein einziger Satellit dafür nicht ausreicht. Da die bemannte Raumstation, das Weltraumlabor großen Ausmaßes mit universeller Ausrüstung, noch etliche Jahre, vielleicht sogar Jahrzehnte auf sich warten lassen dürfte, wird in der Zwischenzeit eine ganze Schar von Kleinsatelliten die Erde umkreisen und an der Erfüllung des Frage- und Antwortprogramms teilhaben.

Diese Schar wird ziemlich „bunt zusammengewürfelt“ sein.

Sie wird Hilfssatelliten enthalten, die aus hauchdünnen Kunststoffballons von einem halben bis ganzen Meter Durchmesser bestehen, deren glänzender Metallüberzug die sichtbare Strahlung so gut reflektiert, daß man sie von der Erde aus leicht beobachten kann. Sie haben nichts zu tun, als zu kreisen und die genaue Feststellung ihrer Bahn zu erleichtern.

Und sie wird umfangreiche Gebilde aufweisen, die völlig unregelmäßig geformte Komplexe zahlreicher Meßinstrumente, Speicher- und Funkeinrichtungen, Behälter für lebende Tiere und Organpräparate darstellen, etwa wie Sputnik II.

Dazwischen gibt es eine ganze Skala von Funktionen und Formen, meist fußballgroße Körper, die nur wenige Angaben ermitteln und übermitteln.

Die Auswertung der Daten, die sich aus der Beobachtung dieser Satelliten ergeben, ist natürlich eine äußerst komplizierte Arbeit, die ohne Einschaltung höchstleistungsfähiger elektronischer Rechenautomaten – allgemein Elektronengehirne genannt – nur durch Einsatz eines Heeres von Mathematikern und nur in einem Zeitraum zu schaffen wäre, der zumindest einen Teil der Ergebnisse wegen ihres ehrwürdigen Alters allenfalls für historische Tabellen interessant machen würde.

Was die Physiker, Geologen, Geodäten, Meteorologen, Astronomen und andere Spezialisten der verschiedenen Fakultäten aus dem spinnwebefinen

Gewirr unzähliger Details mit Hilfe von Elektronenrechenmaschinen herauslesen können, das ist allerdings sehr viel.

Da ist zum Beispiel eine so einfache Erscheinung wie die Erdbeschleunigung, das heißt jene Geschwindigkeitszunahme, die ein frei fallender Körper in der Nähe der Erdoberfläche je Sekunde erfährt. Jeder Schüler weiß, daß sie  $9,81 \text{ m/s}^2$  beträgt. Das ist jedoch ein recht grober Durchschnittswert, der für den Hausgebrauch ausreicht, aber gerade dort aufschlußreich wird, wo die Feinheiten beginnen. Der genaue Betrag der Erdbeschleunigung hängt ab von der Entfernung vom Erdmittelpunkt; er ist – wie bereits vorher erklärt – am Pol größer als am Äquator. Aber er wird auch von den Massen beeinflusst, die zwischen dem Meßpunkt und dem Erdmittelpunkt liegen.

Da die Bahn eines Meßsatelliten, wenn man von der ziemlich gleichmäßig wirkenden Beeinflussung durch Spuren von Atmosphäre absieht, im wesentlichen von der sehr genau bekannten Zentrifugalkraft und der Erdanziehung bestimmt wird, kann man aus den winzigen Unregelmäßigkeiten der Bahn die wechselnde Dichte der darunter vorbeiziehenden Erdkruste berechnen. Die genaue Beobachtung der Bahnen mehrerer in verschiedenen Höhen und auf verschiedenen Ebenen umlaufenden Satelliten gestattet eine genaue und lückenlose Feststellung des Schwerfeldes der Erde. Aus ihr ergeben sich unschätzbare Hinweise für die Geologen, die den Tiefenaufbau der Erde bestimmen wollen – und Lagerstätten der verschiedenen Bodenschätze suchen.

Vielen Erdbewohnern ist es unbekannt und wohl auch ziemlich gleichgültig, daß wir zwar die Rotationsgeschwindigkeit unseres Planeten auf den Meter pro Sekunde bestimmen können, keinesfalls aber ebenso genau die Distanzen auf der Erde selbst. Erst vor einigen Jahren war es möglich, die Entfernung zwischen Europa und Amerika auf etwa 300 m genau festzustellen. Die Geographen, von denen Luftfahrt, Marine, Militärstäbe und andere Stellen Karten von jener diffizilen Genauigkeit verlangen, die Erfordernis und Wahrzeichen der modernen Technik auf allen Gebieten ist, sind bei solchen Toleranzen der Erdvermessung überfordert. Wollte man die Erde genauer vermessen, dann müßte man dort, wo natürliche Richtpunkte fehlen – und das ist auf dem weitest- aus größten Teil der Erdoberfläche der Fall –, Markierungstürme errichten. Die ganze Aktion würde Milliarden kosten und unsagbare Mühe machen – und dabei doch noch Lücken offenlassen. Einige Erdsatelliten aber würden als Meßpunkte für die Geodäten eine etwa zehn- bis hundertfache und damit ausreichende Genauigkeit sichern.

Auch die Gestalt unserer Erde ist längst nicht zweifelsfrei bestimmt. Daß sie keine vollkommene Kugel darstellt, sondern an den Polen etwas abgeplattet und am Äquator ausgebuchtet ist – die Differenz zwischen Pol- und Äquator- durchmesser beträgt etwa 21 km –, darf als allgemein bekannt gelten. Aber sie ist kein normales Rotationsellipsoid, sondern weist Abweichungen auf, die – so geringfügig sie auch relativ sein mögen – absolut groß genug sind, daß sie für zahlreiche Details, die die Erdoberfläche betreffen, Bedeutung haben.

Eine so rätselhafte Erscheinung wie der Erdmagnetismus mit der raschen Änderung seiner Kraftfelder wird durch die fortlaufende und lückenlos weltumspannende Messung ebenfalls bald so weit eingekreist sein, daß die Ergebnisse den Theoretikern die Lösung ermöglichen.

Eine große Bedeutung für fast alle Bereiche unseres Lebens hat die Witterung, damit aber auch ihre rechtzeitige und sichere Voraussage. Der Ärger, den ein verregnetes Wochenende, ein verpatzter Urlaub, ein frostreicher Frühling oder ein überaus strenger Winter verursachen, ist eine Bagatelle im Vergleich zu den materiellen, aber auch gesundheitlichen Schäden, die von den unerwarteten Änderungen des Wetters verursacht werden. Sie reichen vom Verlust der Obsternte eines Jahres bis zur großen Katastrophe mit Tausenden von Todesopfern und Hundertmillionenschäden.

Mögen die Meteorologen uns nicht zürnen, wenn wir hier eine häufig geäußerte Meinung zu der sicher etwas boshaften Behauptung zusammenfassen: In unseren Zeitungen ist alles richtig – bis auf die Wettervorhersage.

Natürlich wissen wir, daß unsere „Wetterfrösche“ aus dem, was ihnen an Möglichkeiten zur Verfügung steht, das Maximum herausholen. Aber eben darum geht es: diese Möglichkeiten entscheidend zu erweitern. Gewiß ist das Netz der Beobachtungsstellen relativ dicht und erdumspannend, ihre Hilfsmittel von der Radiosonde bis zum Taifun-Flieger sind imponierend, nicht zuletzt die Organisation des Ganzen.

Gemessen an den Notwendigkeiten aber ist das System der ständigen Stationen, gerade auf witterungswichtigen Gebieten wie der Antarktis, der Wüsten und Ozeane, recht lückenhaft. Die Vorstöße in die oberen Schichten der Atmosphäre sind wie Nadelstiche in eine Mammuthaut.

Deshalb ist das praktische Ergebnis, trotz geradezu genialer Methoden der Auswertung, für die Bedürfnisse der Menschheit von heute einfach ungenügend.

Einen prinzipiellen Wandel können künstliche Satelliten schaffen, die aus großen Höhen die atmosphärischen Vorgänge über die ganze Erde in raschem Turnus beobachten und nach unten melden. Dadurch werden nicht nur die großen Lücken im Netz der Stationen ausgeglichen, sondern auch ständige und systematische Beobachtungen in jenen Schichten der Atmosphäre gesichert, die für die meteorologischen Erscheinungen am meisten interessieren müssen. Darüber hinaus werden die von außen, von der Sonne einstrahlenden witterungsbestimmenden Einflüsse rechtzeitig erkannt und in Rechnung gestellt werden können.

Das Resultat werden Wettervorhersagen sein, die über Wochen, sogar Monate hinweg eine größere Genauigkeit aufweisen, als heute noch die 24-Stunden-Vorhersagen haben können.

Was das für die Praxis, von der Landwirtschaft bis zur Luftfahrt, von der Filmarbeit bis zur Touristik, bedeutet, kann man sich leicht vorstellen.

Aber auch sonst bietet unsere Erdatmosphäre eine Reihe von Problemen, deren Lösung aus 1000 oder 2000 km Höhe herab leichter fällt als aus der

Sicht eines Erdbewohners. Dazu gehört die Erforschung der höheren Schichten der Atmosphäre und ihrer oft überraschenden Eigenschaften, zum Beispiel der elektrischen Erscheinungen der Ionosphäre zwischen 70 und 300 km Höhe oder der Temperaturphänomene in einer Zone von 120 bis 280 km Höhe, wo die – allerdings unvorstellbar verdünnte – Stoffmaterie oft Temperaturen von mindestens mehreren hundert bis tausend Grad aufweist.

Das ist eine verständlicherweise unvollständige Aufzählung der Ergebnisse, die wir hinsichtlich der Eigenschaften unserer Mutter Erde und ihrer Lufthülle von den künstlichen Satelliten zu erwarten haben.

Es ist von vornherein klar, daß die Wirklichkeit, wie immer, bald über den Kreis der Voraussichten und -berechnungen weit hinausgreifen wird.

## **Kosmische Angelegenheiten**

Natürlich wird sich der Bereich der prinzipiellen Erweiterung unserer Beobachtung nicht auf die Erde selbst beschränken. Die Sputniks, wie klein oder groß sie sein mögen und wann immer sie aufsteigen, können Augen auch nach der anderen Seite haben: dem Weltraum zugewandt.

Auch dort gibt es eine Fülle von Fakten zu erforschen, ehe sich der Mensch als Beherrscher des Kosmos betrachten kann, selbst wenn wir einschränkend darunter lediglich die nächste Nachbarschaft der Erde verstehen.

Die Satelliten spielen dabei eine ausschlaggebende Rolle. Sie verfügen über einen hervorragenden Vorteil gegenüber allen irdischen Stationen: Sie brauchen nicht mit den Störungen zu rechnen, die auch für die besten Observatorien gelten und der Beobachtung absolute Grenzen ziehen. Sie alle, auch wenn sie auf noch so hohen Bergen errichtet sind, empfangen nur Strahlen, die vorher die Atmosphäre durchlaufen mußten. Was dabei auf der Strecke blieb oder ursprünglich anders war, weiß niemand.

Ganz abgesehen davon aber ist die Lufthülle, ein Gebilde aus vielen wechselnden Schichten, voll ständiger Bewegung. Diese Tatsache macht es sinnlos, bei der Beobachtung der Planeten und des Mondes stärkere Vergrößerungen als etwa neunhundertfach anzuwenden. Was darüber hinausgeht, macht keine weiteren Einzelheiten sichtbar, weil sie in den gleichfalls vergrößerten Störungen durch die Luftunruhe untergehen.

Auf einem Satelliten, der als kosmisches Observatorium gebaut ist, gibt es solche Einschränkungen nicht. Mit einem entsprechend großen Spiegel, der beispielsweise eine zehntausendfache Vergrößerung liefert, könnte man auf dem Mond noch Objekte bis zu einer Größe von etwa 10 m erkennen. Auf dem Mars ginge die Erkennbarkeitsgrenze auf 1 bis 2 km herunter. Manche Rätsel dieser Nachbarn unserer Erde wären durch Beobachtung zu lösen, noch ehe ein Mensch ihren Boden betritt. Beim Mars wären das vor allem das Geheimnis seiner „Kanäle“ und die Frage des Lebens auf ihm. Auf dem Mond könnten

vielleicht die Entstehung der Krater, das spurlose Verschwinden des riesigen Ringgebirges „Alhazen“, die Ursache der veränderlichen grünen Flecken und weißen Wölkchen in einigen Kratern aufgeklärt werden.

Es bedarf wohl keiner besonderen Betonung, daß gerade diese Seite der Satellitendienste große Schwierigkeiten aufweist, die erst überwunden werden müssen. Nicht nur die Konstruktion eines solchen „überirdischen“ Observatoriums, sondern vor allem die Einstellung und Fernsteuerung des Spiegels, die Übertragung genügend scharfer Bilder auf die Erde, der Schutz der empfindlichen großen Fläche gegen Meteoriteneinschläge und gegen die Einwirkungen der extremen Temperaturschwankungen sowie viele andere Probleme erfordern sicher noch große Anstrengungen und viel Zeit.

Leichter wird es sein, genauere Aufklärung über die Zusammensetzung der Sterne, der Planetenatmosphären und der Gaswolken, über die Materie im Weltraum, über Charakter und Intensität der kosmischen Strahlung sozusagen aus erster Hand, ohne Zwischenschaltung des Luftfilters Atmosphäre, zu erlangen. Eine Reihe solcher Angaben hatten bereits die ersten Sputniks zu liefern.

Wahrscheinlich werden bei dieser Gelegenheit solche Geheimnisse enträtselt wie das Wesen des Gasschweifes, den die Erde auf der sonnenabgewandten Seite wie eine zarte Schleppe hinter sich herzieht, oder die Ursache des Zodiacallichtes. Diese in unseren Breiten wenig bekannte Erscheinung tritt an Vorfrühlingsabenden oder in herbstlichen Morgenstunden als kegelförmiges Licht auf; es sieht aus, als ob jemand mit einer riesigen, aber matt leuchtenden Taschenlampe aus halber Himmelshöhe herab zum Horizont leuchtet. Als Ursache wird eine kosmische Gaswolke vermutet, durch die unser Sonnensystem hindurchzieht und die das Sonnenlicht reflektiert.

Von erheblicher praktischer Bedeutung wären nähere Aufschlüsse über die Vorgänge auf der Sonne, zum Beispiel über die Sonnenstürme, da sie erheblichen Einfluß auf die Wettergestaltung, auf den Funkverkehr und andere Vorgänge auf der Erde haben. Solche Aufschlüsse sind bereits von einfacheren Sputnik-Observatorien zu erwarten.

## **Laboratorien im All**

In Dubna, dem Zentrum der Atomforschung in der Sowjetunion, erhebt sich auf einem gewaltigen Fundament, in einen riesigen Rundbau eingefügt, der größte Teilchenbeschleuniger (Synchrophasotron) der Welt. Sein Herz, ein Elektromagnet, ein 36 000 t schwerer Gigant von äußerster Präzision, weist einen Durchmesser von 60 m auf.

Dieses Synchrophasotron beschleunigt Kernteilchen bis zu 10 Milliarden Elektronenvolt.

**78** Aber der Riese von Dubna steht im Begriff, entthront zu werden – durch eine

ebenfalls sowjetische Neukonstruktion, die 50 Milliarden Elektronenvolt schafft.

Diese gigantischen und kostspieligen Anlagen dienen keinem anderen Zweck als der Nachahmung dessen, was das Weltall als eine vorerst noch rätselhafte Erscheinung der Erde zusendet: der Höhenstrahlen, auch kosmische Ultrastrahlung genannt. Was von ihr auf der Erdoberfläche anlangt, reicht immer noch aus, um Bleiplatten bis zu 10 m Stärke zu durchschlagen oder Meerestiefen von tausend und mehr Metern zu erreichen. Diese Korpuskularstrahlung von so unerhörter Energie ist ein wichtiger Schlüssel zur Entschleierung der Rätsel, die das Wesen der Materie noch birgt, so daß viele Hunderte von Millionen Rubel aufgewendet werden, diese Strahlen auf der Erde in ausreichender Menge künstlich zu erzeugen.

Das All liefert uns diese Strahlen billiger, genauer gesagt: kostenlos und in jeder Menge. Man muß sie „nur“ selbst abholen – dort, wo sie noch mit frischen Kräften und kaum vermindert eintreffen: hoch über der Lufthülle der Erde nämlich.

Hier können Sputniks wie zum Beispiel Sputnik III mit entsprechenden Meßgeräten und Versuchsanordnungen die Synchrotrone vertreten.

Aber nicht nur dafür bieten sie als kosmische Laboratorien große Vorteile. Der Weltraum, in dem sie kreisen, stellt für verschiedene Zwecke Laboratorien von solchen Ausmaßen und anderen außergewöhnlichen Bedingungen zur Verfügung, wie sie auf der Erde überhaupt nicht geschaffen werden können.

Für viele wissenschaftliche Forschungen wird zum Beispiel ein möglichst luftleerer Raum, ein Vakuum, benötigt. Die Labortechnik hat hervorragende Ergebnisse in der Schaffung von Vakua erzielt. Aber auch im besten schwirren immer noch Milliarden von Atomen und Molekülen in jedem Kubikzentimeter; und die Größe dieser „luftleeren“ gepumpten Räume ist recht eng begrenzt. Nun ist der Weltraum, entgegen unseren alten Vorstellungen, alles andere als absolut luftleer, aber mit einigen tausend Teilchen auf den Kubikzentimeter ist er doch millionenmal leerer als das beste irdische Vakuum. Außerdem ist er groß genug für jedes beliebige Experiment, ohne umfangreiche und komplizierte Maschinerie!

Auch für Versuche mit tiefen Temperaturen bietet der Weltraum geradezu ideale Möglichkeiten. Auf der sonnenabgewandten Seite von Satelliten oder neben ihnen unter dünnen Schutzdächern aus glänzenden Metallfolien herrschen Temperaturen, die dem absoluten Nullpunkt (minus 273,16°C) näher kommen, als sie sich im allgemeinen in unseren Laboratorien erreichen lassen.

Erst in jüngster Zeit hat man zum Beispiel entdeckt, daß Metalle bei einer Temperatur, die meist in Nähe des absoluten Nullpunktes liegt, sprunghaft ihre Leitfähigkeit für elektrischen Strom ins Unmeßbare erhöhen. Besser gesagt: ihr Widerstand wird praktisch null. In einer Drahtschleife kreist dann ein elektrischer Impuls wochenlang mit fast unverminderter Stärke.

Diese Erscheinung, Supraleitfähigkeit genannt, ist nicht nur frappierend, sondern wahrscheinlich auch von großer Tragweite. Sie legt die Vermutung nahe, daß hier das Ende eines Seiles in unsere Hände gelangte, an dem noch viele wichtige Entdeckungen hängen mit vorerst unübersehbaren praktischen Auswirkungen auf die Elektrotechnik, vor allem die Nachrichtentechnik. Es ist nur leider recht schwierig, nachzuziehen; denn die Temperaturen, die wir in unseren Kältelabors erreichen, sind teils unzulänglich, teils mit äußerst schwierigen Arbeitsbedingungen verknüpft. Im kosmischen Labor, das noch nicht einmal bemannt zu sein braucht, stehen Tiefsttemperaturen und unbehinderte Versuchsmöglichkeiten reichlich zur Verfügung.

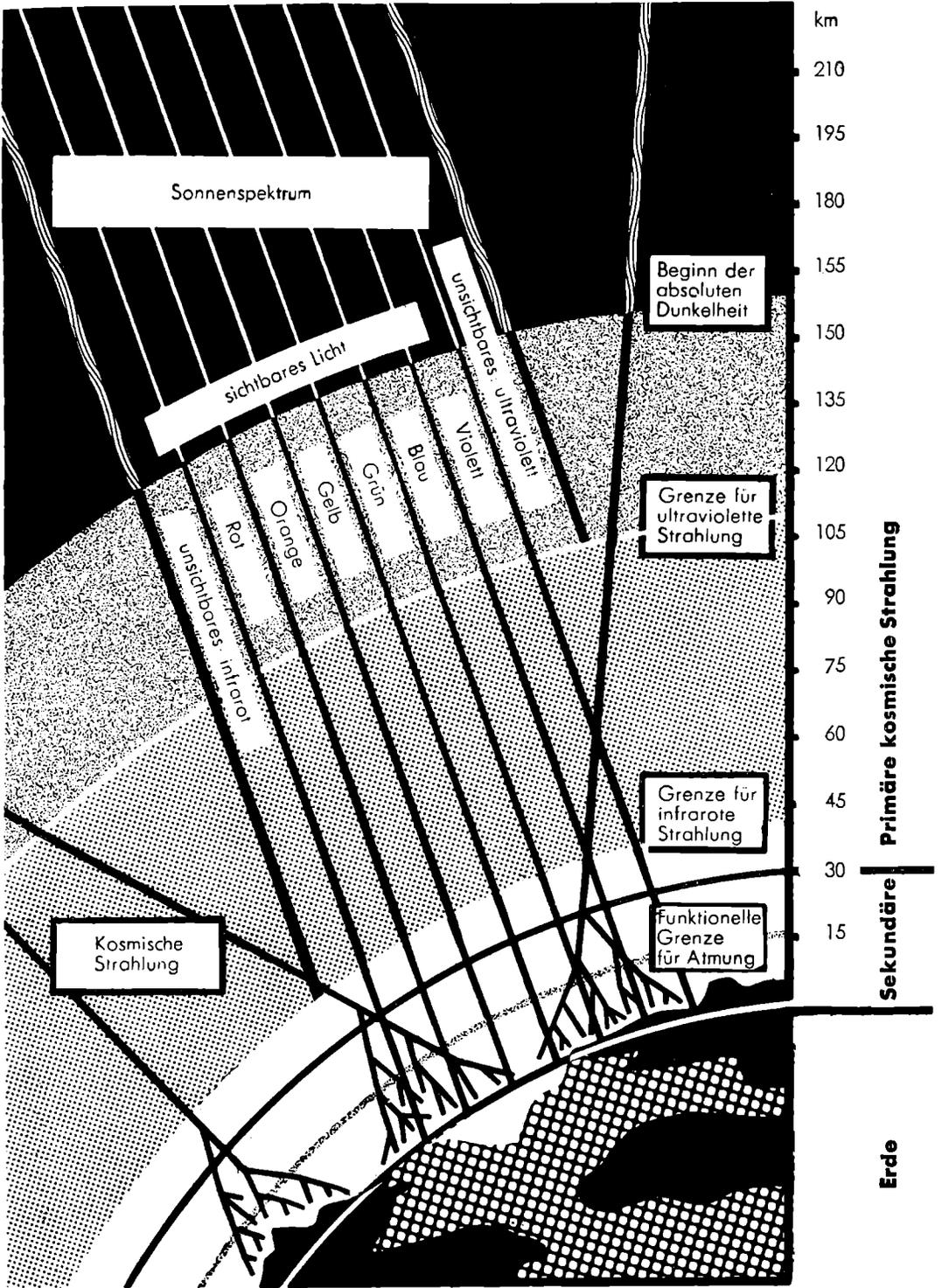
Auch die Schwerelosigkeit, auf der Erde nur unter ganz bestimmten komplizierten Umständen für Sekundendauer erreichbar und für manche Experimente, sogar in der Medizin, von großem Wert, ist auf künstlichen Satelliten in praktisch ausreichendem Grade vorhanden.

Erwähnt sei noch, daß sich mit Hilfe der Sputniks auch einige Möglichkeiten für die experimentelle Nachprüfung der Relativitätstheorie ergeben. Einen Ansatzpunkt dazu bietet zum Beispiel die sogenannte Zeitdilatation – eine vorerst theoretisch errechnete Erscheinung, die bereits in zahlreichen Phantasieromanen vom Weltraumflug eine große Rolle spielt und deren Richtigkeit sich denn auch tatsächlich erweisen müßte, ehe man jemals daran denken könnte, interstellare oder gar intergalaktische Reisen zu planen.

Es handelt sich, kurz gesagt, um eine Folgerung aus der speziellen Relativitätstheorie, die besagt: Die Zeit verläuft auf schnell bewegten Körpern langsamer. Bei Geschwindigkeiten, wie wir sie bisher erreichen konnten, ist diese Erscheinung viel zu geringfügig, um auch mit raffiniertesten Methoden gemessen werden zu können. Erst in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit nimmt sie nennenswerte Größen an. Davon sind die Sputniks trotz ihrer imponierenden 28 000 km/st zwar noch recht weit entfernt; immerhin aber reicht ihre Geschwindigkeit aus, um in Verbindung mit ultrafeinen Meßmethoden festzustellen, ob auf ihnen die Zeit langsamer verläuft als auf der Erde. Der Nachweis jener winzigen Differenz, um die es sich hier handelt, würde in einem geradezu sensationellen und am lebhaftesten umstrittenen Punkt die Relativitätstheorie bestätigen.

Ein Aufgabengebiet der Satellitenlaboratorien, das bereits durch die ersten Sputniks in Angriff genommen wurde, dient unmittelbar der weiteren Entwicklung der Weltraumfahrt: die Erforschung der Bedingungen eines solchen Unternehmens und ihre Verträglichkeit für den menschlichen Organismus. Es handelt sich dabei vor allem um vier Faktoren, die dem Menschen im Raum gefährlich werden könnten:

**die Beschleunigung,  
die Schwerelosigkeit,  
die kosmische Strahlung und  
die Meteoriten.**



Die Beschleunigung, also die Änderung der Geschwindigkeit, nicht etwa die Geschwindigkeit selbst, ist spürbar und, wenn sie zu groß wird, bedrohlich. Im freien Fall auf der Erde nimmt die Geschwindigkeit sekundlich um rund 10 m zu. (Diese Beschleunigung nennt man 1 g.) Das ist leicht erträglich. In einem rasch anziehenden Auto, das seine Geschwindigkeit innerhalb von zehn Sekunden von 0 auf 100 km/st steigert, beträgt sie 0,28 g. Fährt das Auto aber bei diesem Tempo gegen eine Betonmauer, wodurch sich seine Geschwindigkeit innerhalb eines Sekundenbruchteils wieder auf 0 verringert, wirkt sich eine Beschleunigung von etwa minus 50 g aus – was bekanntlich kein Mensch aushält. Ebensowenig aber dürfen Raketen, die Menschen transportieren, zu rasch anziehen. 30 000 oder 40 000 km/st, mit denen Sputniks oder Raumschiffe den Kosmos durchmessen, spürt der Passagier sowenig wie die 1000 km/st in der TU 114. Aber eine Geschwindigkeitszunahme von 10 g nimmt er übel, bei 20 g hat er dazu bereits keine Gelegenheit mehr.

Diese Erscheinungen konnten durch entsprechende Experimente auf der Erde und – durch Tierversuche – bei zahlreichen Starts von Höhenraketen bereits weitgehend erforscht werden. Hierzu hätte es der Sputniks nicht bedurft.

Anders ist es mit der Schwerelosigkeit. Wie wirkt sie sich auf höhere Organismen aus? Für sehr kurze Zeit hatte man sie sogar schon auf Menschen einwirken lassen können, in den Höhenraketen auch auf Tiere. Nachteilige Folgen waren nicht feststellbar.

Aber wie wird es bei längerem Verweilen in diesem seltsamen Zustand sein? Darauf gibt als erste Laika, der Insasse des Sputnik II, ausreichend Auskunft.

Ähnlich verhält es sich mit der kosmischen Strahlung und dem Meteoritenbeschuß. Die Beobachtungen ihrer Wirkung auf die Versuchstiere im Meßkopf der Höhenraketen waren wegen der geringen Dauer unzureichend. Erst Versuche mit Satelliten, aus denen in absehbarer Zeit alles Wichtige, insbesondere lebende Insassen, sicherlich wohl erhalten wieder geborgen wird, können diese Fragen so zuverlässig beantworten, daß man es wagen kann, auch Menschen in den Raum zu schicken. Von den anderen Gefahren, die dem Menschen im Weltraum drohen, wird später noch zu berichten sein.

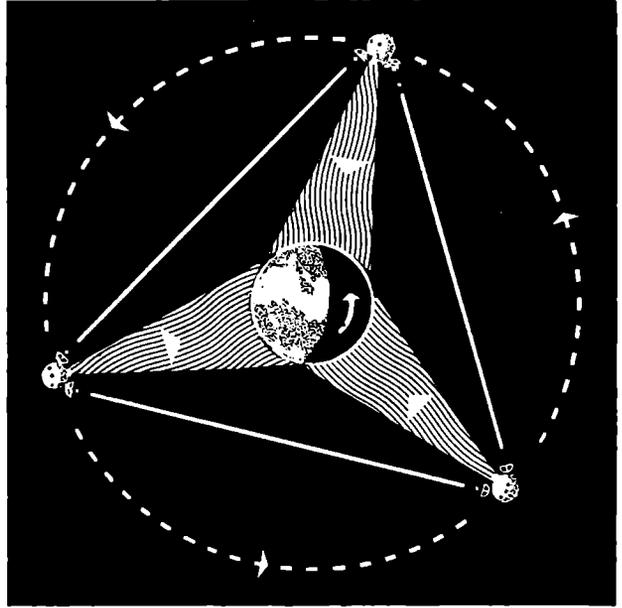
## **Opern aus dem Äther**

Ein Projekt soll nicht unerwähnt bleiben, das mit den Plänen von künstlichen Satelliten aufgetaucht ist und seither sich noch mehr verdichtet hat: die Verwendung von Erdtrabanten als kosmische Stationen für Radio und Fernsehen. Es handelt sich darum, daß man Rundfunk- und Fernsehprogramme rings um den ganzen Erdball senden und austauschen kann, wenn man über einige entsprechend ausgerüstete Satelliten als Zwischenstationen verfügt. Der Originalsender auf der Erde strahlt das Programm der kosmischen Station zu,

### Satelliten als Relaisstationen

werden es ermöglichen, daß Rundfunk- und Fernsehprogramme über die ganze Welt verbreitet werden.

Drei (oder mehr) „Sputniks“, am Äquator in acht Stunden Abstand aufgegeben und in eine Höhe von 35 700 km gebracht, scheinen bei entsprechender Umlaufgeschwindigkeit über dem gleichen Punkt der Erde stillzustehen. Sie sind Sender und Relaisstation zugleich.



die aus ihrer souveränen Höhe herab einmal ein großes Gebiet auf der Erde damit erreicht, zum anderen aber die Sendung ihren nächsten „Kollegen“ übermittelt, die ihrerseits damit genauso verfahren. Auf diese Weise kann man – je nach der Höhe, in der sie kreisen – mit drei bis neun solcher Funk-Sputniks Sendungen von jeder Erdstation übernehmen und an jeden Ort der Erde strahlen. Und zwar mit Ultrakurzwellen, die wegen ihrer gradlinigen Ausbreitung sonst für den Fernempfang nicht geeignet sind, aber als einzige Funkwellenart die Ionosphäre, die elektrisch leitenden Schichten der Atmosphäre zwischen siebzig und dreihundert Kilometern Höhe, zu durchdringen vermögen.

Dieses Projekt ist alles andere als phantastisch. Es ist von Fachleuten nicht nur eines Landes in allen Einzelheiten durchgerechnet, und es ist nur eine Frage der Zeit, daß es in dieser oder jener Form verwirklicht wird. Freilich werden dazu noch einige politische Voraussetzungen zu schaffen sein. In einer Zeit, in der sich die USA nicht einmal dazu bereitfinden wollen, eine internationale Übereinkunft zur atomaren Abrüstung – einer absoluten Lebensfrage für die gesamte Menschheit – zu treffen, bestehen wenig Aussichten für die Ausführung von Plänen, die eine sehr weitgehende friedliche Koexistenz, ja eine freundschaftliche Kooperation der Nationen erfordern.

Die Erfindungen und Erkenntnisse aber, die als einzelne Steine die Straße zu diesem Ziel pflastern, wirken ungesäumt bereits auf der Erde. Sie bereichern die Wissenschaft und Technik in einem Maße, daß sie gerechtfertigt wären, selbst wenn der Mensch im Weltraum nichts zu suchen und zu finden hätte als die Genugtuung, kosmische Geheimnisse zu enthüllen und seinen Fuß auf ferne Welten zu setzen.

# riegel am tor zum all

## Die Erde hält uns fest

Daß es nicht leicht ist, auch nur für kurze Zeit „die Erde zu verlassen“ – in dem Sinne, daß man sich vom Erdboden löst –, das haben nicht nur die Vorläufer und Pioniere der Luftfahrt zu spüren bekommen. Jeder Leichtathlet kann ein Lied davon singen. Ob er als Springer sich selbst abheben oder ob er Diskus, Kugel, Ball oder Speer so weit wie möglich durch die Luft schicken will: immer muß er seine ganze Kraft aufwenden, um die Wirkung einer anderen Kraft aufzuheben, die ihn oder seine Sportgeräte sogleich wieder erdwärts zieht.

Es ist die gleiche Kraft, die alle Gegenstände, die fallen, rollen oder rutschen können, zum Erdboden bewegt und die jeden Körper, der diese Bewegung nicht ausführen kann, mit einem bestimmten Druck auf seiner Unterlage lasten läßt, das heißt, ihm ein bestimmtes „Gewicht“ verleiht. Es ist die gleiche Kraft, die den Mond zwingt, auf seiner Bahn um die Erde zu kreisen, die den Hochspringer und den hochgeschleuderten Ball davor bewahrt, ins All hinauszufiegen. Selbst ein mit großer Anfangsgeschwindigkeit senkrecht in die Luft abgefeuertes Geschoß kehrt nach mehr oder weniger kurzer Zeit wie reumütig wieder zur Erde zurück, durch das Wirken der gleichen Kraft: der Anziehungskraft der Erde, auch Schwerkraft oder Gravitation genannt.

Hält man einen Ball in der Hand und läßt ihn dann los, so fällt er bekanntlich auf geradem Weg zum Erdboden. Nur der Erdboden hindert ihn daran, weiter bis zum Mittelpunkt der Erde zu fallen, zu dem es ihn hinzieht.

Will man den Ball nur einige Meter weit werfen, so bedarf es nur einer geringen Kraftanstrengung; sie genügt, um den Ball nicht unmittelbar zur Erde fallen zu lassen. Will man ihn aber sehr weit werfen, vielleicht in einem sportlichen Wettkampf, so muß man schon sehr viel Kraft aufwenden.

Wie aber wirkt sich die Kraft auf unseren Ball aus? Sie wird ihm als Bewegungsenergie mit auf den Weg gegeben. Er bekommt eine bestimmte Geschwindigkeit, mit der er sich davonbewegt. Je größer die Kraft ist, mit der der Ball fortgeworfen wurde, desto größer ist seine Anfangsgeschwindigkeit

und desto weiter fliegt er auch, ehe die Anziehungskraft der Erde ihn von seiner Bahn so weit ablenkt, daß er zur Erde zurückgelangt.

Ganz ähnlich ist es beim Hochsprung. Je größer die Kraft des Absprungs, desto größer die Geschwindigkeit, desto größer auch die Höhe, die der Springer erreicht, ehe er wieder zur Erde zurück muß.

Noch ein anderer Faktor spielt eine Rolle in diesem Spiel: die Masse des zu bewegendenden Körpers oder, wie man in der alltäglichen Praxis zu sagen pflegt, sein Gewicht. Jeder Springer weiß, was es bedeutet, wenn er ein paar Pfund „angesetzt“ hat; sie kosten ihn zusätzliche Schweißtropfen, wenn er sie über die gleiche Höhenmarke bringen will.

Je schwerer der Ball, desto stärker wirkt die Erdanziehung auf ihn, und desto größer muß die Kraft sein, die ihn in eine bestimmte Höhe befördern soll.

Das sind Gesetzmäßigkeiten, deren Wirken jeder Mensch schon als kleines Kind empirisch erfährt und in Rechnung stellen lernt.

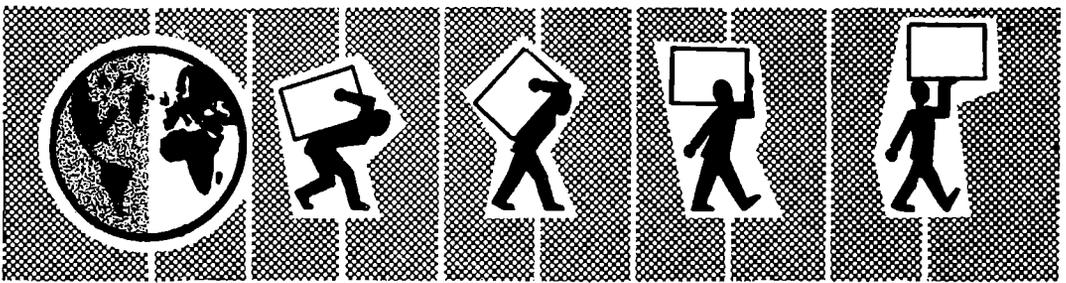
### **40 000 Kilometer pro Stunde . . .**

Die Schwerkraft ist eine Naturerscheinung, die sich nach genauen Gesetzen verhält. Folglich kann man sie auch in eine mathematische Formel kleiden und mit ihr rechnen. Isaac Newton hat dieses Naturgesetz formuliert. Gravitationsgesetz nennen wir es oder auch Gesetz von der – gegenseitigen – Massenanziehung. Denn es gehören ja immer mindestens zwei Massen dazu. Genau genommen übt nicht nur die Erde eine Anziehungskraft auf den Springer und den Ball aus, sondern Ball und Springer üben auch ihrerseits eine Anziehungskraft auf die Erde aus. Nur ist diese Anziehungskraft wegen der im Verhältnis zur Erde sehr geringen Masse ohne Bedeutung. Für die Erde jedenfalls!

Die Massenanziehung oder Gravitation ist also keine einseitige Angelegenheit, sondern eine Wechselwirkung. So zwingt die Massenanziehung zwischen Erde und Mond diesen dazu, seine Kreisbahn um die Erde zu ziehen. Dabei wirkt die Massenanziehung des Mondes erheblich stärker als unser Springer oder Ball auch auf die Erde ein. Sie verursacht zum Beispiel Ebbe und Flut.

Die Massenanziehung ist, wie bereits erwähnt, von der Größe der beteiligten Massen und von der Entfernung zwischen ihnen abhängig. Je größer die Entfernung, desto kleiner die Massenanziehung. Genauer gesagt: Die Anziehung nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab; sie beträgt in doppelter Entfernung nur noch ein Viertel, in dreifacher Entfernung nur noch ein Neuntel, in zehnfacher Entfernung nur noch ein Hundertstel usw. In großen Höhen über der Erde zum Beispiel sind Körper folglich einer geringeren Erdanziehung ausgesetzt und, würde man sie wiegen, bei gleichbleibender Masse auch leichter. Umgekehrt sind Körper an den Polen infolge Abplattung der Erde dem Erdmittelpunkt näher, einer stärkeren Massenanziehung ausgesetzt und folglich schwerer. Wir sehen hier, daß Masse und Gewicht eines Körpers nicht das

Abstand in Erdhalbmessern  
vom Erdmittelpunkt



Eine Last wiegt	1000 kg	250 kg		66,6 kg		17,7 kg		15,6 kg
	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{64}$

**Alles wird um so leichter**

*je weiter es vom Erdmittelpunkt entfernt ist. Dabei nimmt das Gewicht mit dem Quadrat der Entfernung ab:*

*Eine Kiste, die an der Erdoberfläche 1000 kg wiegt, würde in doppelter Entfernung vom Erdmittelpunkt nur noch 250 kg, in zehnfacher Entfernung nur noch 10 kg wiegen.*

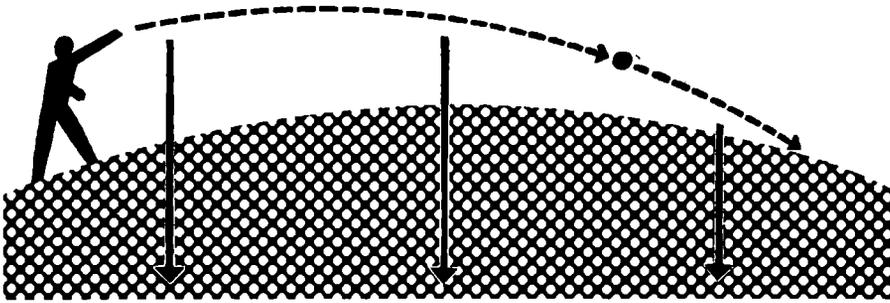
gleiche sind: Der gleiche Gegenstand kann, je nach seiner Entfernung vom Erdmittelpunkt oder von irgendeinem anderen Gravitationszentrum, sehr verschiedenes Gewicht aufweisen, obwohl seine Masse gleich bleibt.

Wenn aber nun die Massenanziehung genau berechnet werden kann, dann muß man auch die Kraft genau berechnen können, die ihr zum Beispiel beim Ballwurf oder beim Hochsprung entgegenwirkt und sie für einige Augenblicke überwindet. Das ist auch der Fall. Ja, es läßt sich sogar berechnen, wie groß diese Gegenkraft sein muß, wenn sie der Massenanziehung das Gleichgewicht halten oder sie gar übersteigen soll. Stellen wir uns einen tüchtigen Sportler vor, der, auf der Spitze eines Berges stehend, seinen Ball mit einer solchen Wucht waagrecht werfen will, daß er parallel zur Erdoberfläche weiterfliegt. (Wir wollen bei dieser Annahme vom Luftwiderstand absehen.) Wie groß müßte wohl die Anfangsgeschwindigkeit sein, die der ehrgeizige Werfer seinem Ball mit auf den Weg zu geben hätte? 50 Kilometer pro Stunde? Zweihundert Kilometer je Stunde? Schallgeschwindigkeit? Nun, das alles würde nicht ausreichen. Fast acht Kilometer pro Sekunde, das heißt, beinahe dreißigtausend Kilometer pro Stunde wären nötig, um das gesteckte Ziel zu erreichen. (Zum Vergleich: Die Schallgeschwindigkeit beträgt in der Luft bei null Grad nur 332 Meter pro Sekunde oder rund 1200 Kilometer pro Stunde. Artilleriegeschosse verlassen mit einer Geschwindigkeit von einigen Kilometern je Sekunde das Geschützrohr.)

Natürlich würde eine solche Anfangsgeschwindigkeit kein Sportler zustande bringen, auch kein Ball, ganz abgesehen davon, daß ihn verschiedene Faktoren, vor allem der Luftwiderstand, nicht unwesentlich daran hindern würden, die schöne Kreisbahn einzuhalten, die rein rechnerisch herauskommt.

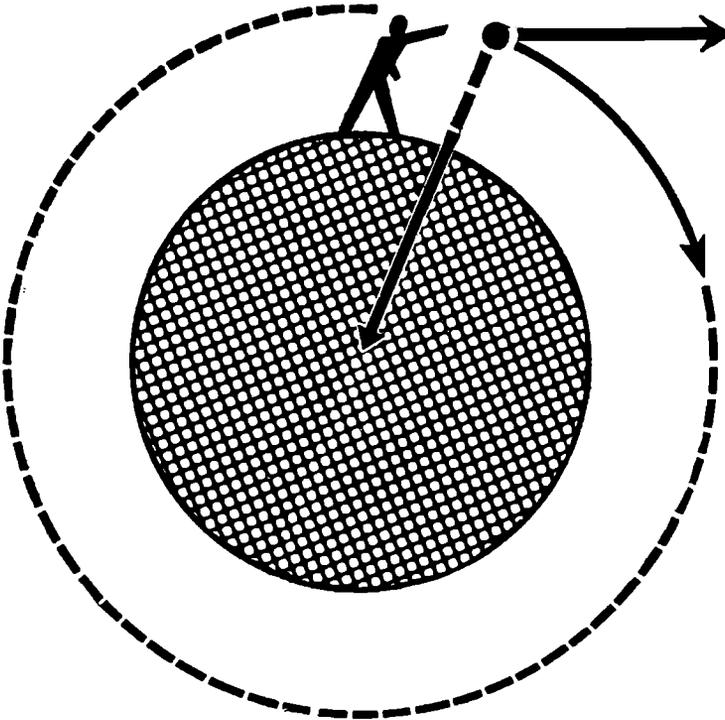
Wird die Anfangsgeschwindigkeit größer als 7,91 km/s, so wird aus der Kreisbahn mehr und mehr eine Ellipse.

Bei 11,2 km/s ist die Geschwindigkeit schließlich ausreichend, die Anziehungskraft der Erde völlig zu überwinden. Ein Körper, der diese Geschwindigkeit erreicht oder gar übersteigt, verläßt auf einer Parabel- oder Hyperbelbahn den Anziehungsbereich der Erde.



**Die Erde hält uns fest**

*Stets wird der Ball zum Erdboden zurückkehren, denn die Erdanziehung ist stärker als das Beharrungsvermögen des Balles in seiner Wurfbahn.*



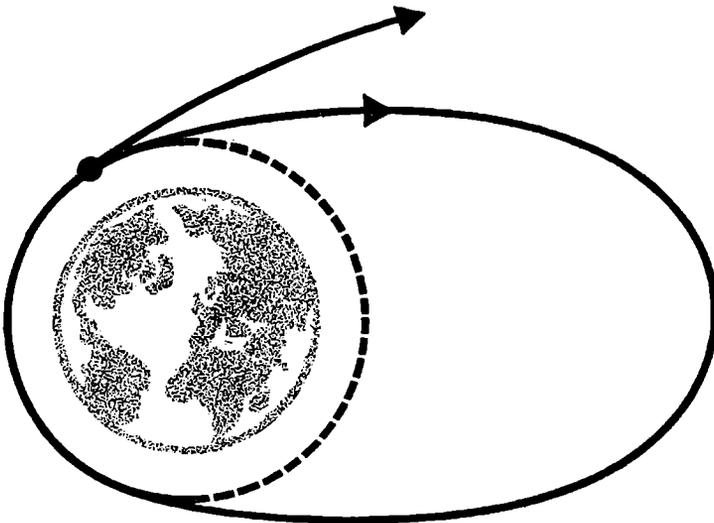
*Die Gravitation zieht alle Dinge zum Mittelpunkt der Erde hin. Das ist die eine Kraft, die auf den Ball wirkt. Die andere ist das Beharrungsvermögen, die Trägheit, die ihn zwingen möchte, in der Richtung weiterzufliegen, in der der Anstoß wirkt.*

*Erst wenn dem Ball eine Geschwindigkeit von 7,91 km/sec verliehen wird, halten sich beide Kräfte die Waage. Ohne Luftwiderstand und andere Hindernisse würde der Ball um die Erde „herumfallen“, ohne jemals wieder den Erdboden zu erreichen.*

Die Geschwindigkeit von 7,91 km/s – das sind etwas mehr als 28 000 km/st – nennt man die erste astronautische Geschwindigkeit. Ein Körper, der diese Geschwindigkeit erreicht, fällt, solange er sie behält, nicht mehr zur Erde zurück.

11,2 km/s oder rund 41 000 km/st bilden die zweite astronautische Geschwindigkeit. Sie ermöglicht den zweiten Schritt ins All, den Flug zu den anderen Planeten und zum Mond. Alles, was diese Geschwindigkeit erreicht, sprengt die Ketten, mit denen die Erde es an sich zu fesseln versucht.

### Die astronautischen Geschwindigkeiten



#### Die erste astronautische Geschwindigkeit:

7,91 km/sec; sie ergibt eine kreisförmige Umlaufbahn. Wird die Geschwindigkeit größer als 7,91 km/sec, so dehnt sich die Bahn zur mehr oder weniger langgezogenen Ellipse.

#### Die zweite astronautische Geschwindigkeit:

11,2 km/sec. Sie ermöglicht es, den Anziehungsbereich der Erde zu verlassen.

Diese astronautischen Grenzggeschwindigkeiten gelten natürlich nur auf der Erde. Da die Masse des Mondes zum Beispiel nur ein Sechstel der Erdmasse ausmacht, ist auch die Gravitation auf dem Mond entsprechend kleiner. Folglich genügt auch eine geringere Geschwindigkeit, um seinem Anziehungsbereich zu entkommen. Hier könnte ein Hochspringer phantastische Rekorde aufstellen! Auf vielen der kleineren Planetoiden aber ist die Gravitation so geringfügig, daß Rekordversuche gar nicht ratsam wären. Ein unvorsichtiger Satz in die Höhe wäre ausreichend, um die dort gültige Fluchtgeschwindigkeit zu erreichen und ins All hinauszutreiben.

Übrigens befinden wir uns ja nicht nur im Schwerfeld der Erde. In unserem Sonnensystem wirkt beherrschend noch eine zweite Massenanziehung, die der Sonne, die alle Planeten in ihre fast kreisförmigen Bahnen bannt. Das bedeutet: Wenn es uns gelingt, dem Anziehungsbereich der Erde zu entkommen,

können wir damit noch nicht ohne weiteres den Anziehungsbereich unseres Sonnensystems verlassen. Um zu fernen Welten fliegen zu können, müßten wir die dritte astronautische Geschwindigkeit erreichen: 16,4 km/s, das sind fast 60 000 km/st!

Die große Frage für den Weltraumflug ist die: Können wir jemals solche Geschwindigkeiten erreichen? Und wie?

## **Raketen kontra Schwerkraft**

Der Mensch hat im Laufe seiner Entwicklung viele Möglichkeiten gefunden, sich schneller und bequemer fortzubewegen, als es ihm seine natürlichen Werkzeuge gestatten. Seine Verkehrsmittel sind heute wahre Wunderwerke der Technik, aus einer Unzahl großartiger Erfindungen zusammengebaut.

Sogar die Luft hat er sich erschlossen, allerdings ganz anders, als er es sich in der Antike ausmalte, damals, als die Sage von Dädalus und Ikarus entstand. Anders auch, als es sich Leonardo da Vinci vorstellte, der nicht nur ein großer Künstler, sondern (ähnlich wie Dädalus) auch ein begabter Ingenieur war und sich unter anderem auch mit der Konstruktion von Flugmaschinen befaßte. Anders auch als der Schneider von Ulm.

Interessant ist, daß alle drei ein Prinzip anzuwenden versuchten, das für die tatsächliche Entwicklung der Luftfahrt eine Sackgasse darstellte, das Prinzip des Schwingenflugs. Sie bemühten sich, in möglichst enger Anlehnung an die Natur Flügelapparate zu bauen, mit deren Hilfe man sich ähnlich fortbewegen sollte, wie es die Vögel tun. Noch interessanter aber ist, daß dieses Prinzip jetzt, da die Entwicklung der Flugzeugtechnik eine gewisse Höhe erreicht hat, eine späte Auferstehung feiern kann: Es wurde in neuesten sowjetischen Versuchen und Flugzeugkonstruktionen mit Erfolg angewendet. Aber weder mit diesen mehr wissenschaftlich und sportlich nützlichen Maschinen noch mit modernsten Überschalljägern kann man die Lufthülle der Erde verlassen oder gar dem irdischen Anziehungsbereich entkommen.

Flugzeuge, ganz gleichgültig, ob es sich um die „alten“ Propellerflugzeuge oder um neuzeitliche „Düsenmaschinen“ handelt, benötigen zu ihrer Fortbewegung die Atmosphäre, die unseren Erdball umgibt. Einmal hat sie als tragendes Medium, zum anderen als Lieferant von Sauerstoff zu dienen, ohne den kein Flugzeugmotor funktionieren kann.

Was man in der Antike und im Mittelalter nicht wissen konnte, ist inzwischen längst allgemein bekannt: Der Luftmantel unserer Erde ist – an den kosmischen Entfernungen gemessen – außerordentlich dünn. In 15 000 m Höhe ist der Sauerstoffdruck bereits auf ein Neuntel abgesunken. Ein Mensch könnte unter diesen Umständen nicht mehr ohne Schutzvorrichtungen existieren. Er wäre innerhalb von 15 Sekunden ohnmächtig und würde dann eines jämmerlichen Erstickungstodes sterben. Wenn er in solche Höhen aufsteigen will, muß

sein Flugzeug mit einer festen Druckkabine ausgerüstet sein, in der ständig für genügend Atemluft gesorgt ist und in der auch der Luftdruck annähernd normal bleibt. Diese Probleme sind allerdings längst gelöst; denn solche Flughöhen sind in der modernen Luftfahrt nichts Ungewöhnliches mehr. Das bedeutet aber, daß in diesen Höhen, in denen der Mensch bereits nicht mehr ohne Druckkabine existenzfähig ist, Flugmotoren noch immer genügend freien Sauerstoff finden. Aber auch ihre Funktionsgrenze ist bald erreicht. Weit über die 20-Kilometer-Marke kommen auch sie nicht, es sei denn, daß sie mit einer sehr großen Geschwindigkeit für kurze Zeit in höhere Regionen vorstoßen.

Weit über dieser Grenze aber, an der das Flugzeug seine maximale Gipfelhöhe erreicht hat, beginnt erst die Raumfahrt.

Nun könnte man natürlich auf den Gedanken kommen, dem Flugzeug jene Geschwindigkeit zu verleihen, die es braucht, um sowohl diese Grenze zu durchstoßen als auch aus dem Anziehungsbereich der Erde hinauszukommen. Das hieße aber, daß unser Flugzeug innerhalb der Lufthülle oder, genauer gesagt, innerhalb des nutzbaren Luftmantels der Erde auf eine Geschwindigkeit gebracht werden müßte, die weit mehr als  $11,2 \text{ km/s}$ , das heißt mehr als  $40\,000 \text{ km/st}$  beträgt.

Ganz abgesehen davon, daß es technisch äußerst schwierig wäre, dem Flugzeug eine solche astronautische Geschwindigkeit zu geben, macht ein anderer Umstand diese Lösung völlig unmöglich. Er ergibt sich aus dem für die Luftfahrt einerseits so lebenswichtigen, andererseits aber auch hinderlichen Luftmantel. Auf der einen Seite liefert er das tragende Medium und den unentbehrlichen Sauerstoff, auf der anderen Seite aber setzt er jeder Bewegung einen Widerstand entgegen, der mit steigender Geschwindigkeit rapide wächst und sogar unüberwindbar werden kann. Wer einmal seine Hand aus einem im Hundertkilometertempo fahrenden D-Zug oder Auto gehalten hat, der hat gespürt, daß Luft einen sehr heftigen Widerstand zu leisten imstande ist. Längst ehe unser Flugzeug die mehr als  $40\,000 \text{ km}$  Stundengeschwindigkeit erreicht hätte, würde es so erhitzt werden, daß es verdampfen müßte.

Es sind also zwei Kräfte, die den Menschen an die Erde zu ketten scheinen: erstens die Schwerkraft und zweitens der Widerstand der Luft. Der Bereich, in dem der Luftwiderstand keine wesentliche Rolle mehr spielt, obgleich noch Spuren von Atmosphäre vorhanden sind, liegt in über  $200 \text{ km}$  Höhe. Von hier ab herrschen für den Menschen Weltraumbedingungen.

Der Anziehungsbereich der Erde aber reicht bedeutend weiter. Obwohl die Erdanziehung ja mit dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkt abnimmt, kann ihre Wirkung erst in einer Entfernung von über  $1\,000\,000 \text{ km}$  rechnerisch vernachlässigt werden. (In Richtung Mond wirkt sie nur bis zu einer Entfernung von knapp  $350\,000 \text{ km}$ , da von dort an die Gravitation des Mondes zu überwiegen beginnt.)

Will der Mensch zu fernen Welten fliegen, und sei es auch nur zum Mond, so muß er beide Kräfte überwinden. Er muß also ein Verkehrsmittel finden, das

von der Lufthülle der Erde unabhängig ist und das außerdem so allmählich beschleunigt wird, daß es erst außerhalb der gefährlichen Luftreibung auf die volle Geschwindigkeit kommt, die es braucht, um das Schwerfeld der Erde verlassen zu können.

Das Verkehrsmittel mit diesen Eigenschaften ist verhältnismäßig neu; das Prinzip dagegen, nach dem es funktioniert, ist uralte: die Rakete.

„Raketen kontra Schwerkraft!“ Das ist die Formel, die das Tor zum Weltraum öffnet.

# raketen - schlüssel zum weltraum

## Neue Flügel . . .

Wandern kann eine wunderbare Erholung, ein gesunder Ausgleichssport sein. Aber wehe dem, der sich in der Richtung geirrt, die Entfernung unterschätzt oder seine Kräfte überschätzt hat! Er wird müde, ehe er sein Ziel erreicht; jeder Schritt wird zur Qual, und vorbei ist es mit der Freude an der schönen Natur und der Erholung. Je nach Temperament zwingt der überstrapazierte Wanderer sich zur letzten Anstrengung, oder er legt sich erschöpft ins Gras, denkt entweder an gar nichts oder träumt von lukullischen Genüssen oder auch von einem weichen Bett. Über eines denkt er auf jeden Fall nicht nach: über die Prinzipien der Fortbewegung.

Was geht eigentlich vor sich, wenn wir uns fortbewegen? Unsere Füße scheinen uns je nach unseren Wünschen hierhin oder dorthin zu tragen, schnell oder langsam. Wir wenden eine bestimmte Kraft auf, die abhängig ist von unserem Gewicht und von dem Tempo, in dem wir uns fortbewegen wollen. Mit dieser Kraft drücken wir uns vom Erdboden ab und in einer bestimmten Richtung vorwärts. Schritt für Schritt der gleiche Vorgang, jedesmal der gleiche Kraftakt, der uns von der einen Stelle der Erdoberfläche zu einer anderen bringt.

Als der Mensch das Rad erfand, hatte er ein technisches Wunderwerk gefunden, das die gleiche Bewegung mit unendlich vielen Füßen ausführt, vorausgesetzt, daß eine Kraft es vorwärts bewegt. Jeder Punkt des Reifens tut das, was die Füße auch tun: Er schiebt die Erde unter sich weg – was ihr, genau wie beim Hochsprung des Leichtathleten, nicht allzuviel ausmacht; tatsächlich schiebt ja der Wagen sich vorwärts. Auto und Eisenbahnen haben Antriebskräfte, die den Rädern gestatten, mit großer Geschwindigkeit und großem Leistungsvermögen diese Bewegung auszuführen. Viele hundert, ja tausende Pferdestärken können in solchen Verkehrsmitteln die Kräfte des Menschen vertausenfachen.

Auch auf dem Wasser hat der Mensch gelernt, sich fortzubewegen. Das, was Füße oder Räder auf dem Lande tun, muß hier durch andere Mittel erreicht werden. Jeder Wassersportler kennt das Paddel, mit dem man sich im Wasser oder, besser gesagt, am Wasser abstoßen kann, wenn man nicht gerade die

Kraft des Windes ausnutzt, um sich „schieben“ zu lassen. Man schiebt sich gewissermaßen vorwärts. Je größer aber ein Wasserfahrzeug wird, desto weniger reicht die Kraft des Ruderers aus, um es durch die Wellen zu bewegen. Für ein antikes Schiff benötigte man Hunderte von Rudersklaven. Ein größeres Schiff kann man kaum noch mit solchen Mitteln in Bewegung setzen. Hier hilft die Schiffsschraube, die mit großer Geschwindigkeit Wasser nach hinten schleudert. Diese Wassermengen werden gegen das ruhende Wasser geschleudert und erzeugen den Rückstoß, der das Schiff vorwärts drückt.

Ganz ähnlich wie bei Schiffen funktioniert der Antrieb bei Propellerflugzeugen. Der Propeller schleudert Luft gegen Luft, so wie die Schiffsschraube Wasser gegen Wasser schleudert. Wenn das mit der nötigen Wucht geschieht, wird das Flugzeug vorwärts und, bei Einschaltung von Steuerorganen, sogar aufwärts getrieben.

Das moderne Flugzeug wird durch Turbostrahltriebwerke angetrieben. Die bekannten Flugzeuge TU 104 und TU 110 des sowjetischen Konstrukteurs Tupolew sind die ersten Passagierflugzeuge dieser Art, die planmäßig auf vielen Strecken in den normalen Flugbetrieb aufgenommen sind. Riesigen Haifischmäulern gleichen die Öffnungen, durch die ihre Strahltriebwerke gewaltige Mengen von Luft verschlingen, um sie im Innern der Triebwerke stark zu verdichten. Dann werden Treibstoffe in die komprimierte Luft eingespritzt, das Gemisch wird verbrannt und die sehr heißen Verbrennungsgase strömen mit großer Geschwindigkeit nach hinten ins Freie. Strahltriebwerke stehen an der Grenze zwischen den üblichen Antrieben und den Raketen. Sie brauchen einerseits die Luft, um arbeiten zu können, weil die Verbrennung nun einmal ohne Sauerstoff nicht vor sich gehen kann; aber sie benötigen andererseits die Luft nicht mehr als Medium, an dem sie sich „abstoßen“.

Jede Fortbewegung braucht einen Rückstoß, so wie man sich in einer venezianischen Gondel mit Stangen vom Kanalgrund abstößt oder, in einem Handwagen sitzend, sich vorwärts bewegen kann, indem man sich von einer Wand oder von der Straße abdrückt. Das erdgebundene Fahrzeug stößt sich – wenn auch oberflächlich nicht immer leicht erkennbar – vom Erdboden ab, das Schiff vom Wasser, in dem es sich bewegt, das Propellerflugzeug von der Luft.

Was aber, wenn wir in den Weltraum vorstoßen möchten? Wenn wir in Regionen vordringen wollen, in denen die Lufthülle so dünn wird, daß sie weder genügend Sauerstoff für Verbrennungsmotoren liefern noch Medium zur Erzeugung eines Rückstoßes sein kann? Was, wenn wir auf dem Weg zu fremden Welten schließlich in Höhen kommen, in denen die Lufthülle ganz aufhört?

Hier muß sich der Mensch neue Flügel schaffen, Flügel mit gigantischen Kräften!

Die neuen Flügel müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- Sie müssen die Schwerkraft der Erde überwinden können.
- Sie müssen unabhängig vom Sauerstoff der Luft sein.

- Sie müssen unabhängig von der Lufthülle als Rückstoßmedium sein.
- Sie müssen schließlich sich so regulieren lassen, daß ihr voller Antrieb erst dann zur Entfaltung kommt, wenn sich der Flugkörper in Bereichen befindet, in denen die Dichte der Erdatmosphäre so weit herabgesetzt ist, daß sie keinen nennenswerten Widerstand mehr entgegenbringen kann.

### **... aber uralte Prinzipien**

Der modernste aller Antriebe ist bedeutend älter als alles, was die Menschheit im Laufe der Zeit als künstliche Antriebsmöglichkeiten entwickelt hat. Wie lange die Rakete bereits bekannt ist, läßt sich nicht genau feststellen. Sicher ist auf jeden Fall, daß sie schon im 13. Jahrhundert mit Erfolg in China angewandt wurde. Wahrscheinlich ist sie jedoch bedeutend älter.

All die Jahrhunderte hindurch, in denen das Prinzip der Rakete bekannt war, wurde sie fast ausschließlich als Waffe, später als Volksbelustigungsmittel verwendet. Erst in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts ist sie auch als Antriebsmittel für erdgebundene Fahrzeuge und für Flugzeuge erprobt worden. Traurige Berühmtheit hat sie allerdings erst durch die faschistische sogenannte „Vergeltungs“-Waffe, die V 2, gegen Ende des zweiten Weltkrieges erlangt.

Ob es sich um den chinesischen Feuerpfeil handelt oder um die V 2, um Silvesterbelustigung oder künftige Weltraumschiffe: das, was allen Raketenantrieben gemeinsam ist, unterscheidet sie prinzipiell von allen anderen Motoren. Das Grundprinzip aller anderen Antriebe (mit Ausnahme des Turbostrahltriebwerkes) beruht darauf, daß sich die zu bewegenden Körper an einem Medium, das außerhalb dieser Körper liegt, abstoßen. Raketen dagegen stoßen sich sozusagen an ihrem Gasstrahl ab. Genauer gesagt: Sie erzeugen den notwendigen Rückstoß, indem sie Masse, eben die Verbrennungsgase, ausstoßen. Dabei entspricht der Bewegungsimpuls, den der Raketenkörper erfährt, nicht nur der ausgestoßenen Masse, sondern auch ihrer Geschwindigkeit.

Ein buchstäblich „kinderleichtes“ Beispiel veranschaulicht das vielleicht am besten. Jeder kennt die bunten Luftballons, farbige Gummihüllen, die zu erstaunlicher Größe aufgeblasen werden. Im gefüllten Ballon herrscht ein größerer Druck als außerhalb; denn die Luft wurde ja mit Gewalt hineingepustet. Lediglich die Hülle des Ballons hält sie zusammen.

Wenn man aber den Ballon, nachdem man ihn aufgeblasen hat, nicht zubindet, sondern offen läßt, entweicht die Luft mit scharfem Zischen aus der kleinen Öffnung, und der Ballon fliegt in entgegengesetzter Richtung davon.

Nehmen wir an, unser Ballon würde eine Rolle in einer Fernsehsendung zu spielen haben. Voller Verzweiflung würde der Requisiteur im Hintergrund stehen und sich die Haare raufen, weil seine Luftballons sich programmwidrig verhalten: Sie platzen, ehe die Sendung zu Ende ist. Schuld daran ist die Hitze,

die in Fernsehstudios und Filmateliers herrscht, weil noch immer starke Scheinwerfer benötigt werden. Wärme aber bringt die Luftmoleküle, die sich schon bei normaler Temperatur in ständiger Bewegung befinden, auf hohe Geschwindigkeiten. Das bedeutet, daß der Druck, den sie auf die Wände des Ballons ausüben, dabei wächst und schließlich die Festigkeit der Ballonhülle übersteigt. Unser bunter Freund platzt. Und die „Moral von der Geschichte“?

- Wenn in einem Hohlkörper ein Gas unter Druck steht und ihm eine Möglichkeit zu entweichen eröffnet wird, treibt es den Körper in einer der Öffnung entgegengesetzten Richtung voran.
- Je höher die Temperatur des Gases, desto höher der Druck, damit die Ausströmgeschwindigkeit, damit der Bewegungsimpuls, der auf den Körper wirkt.

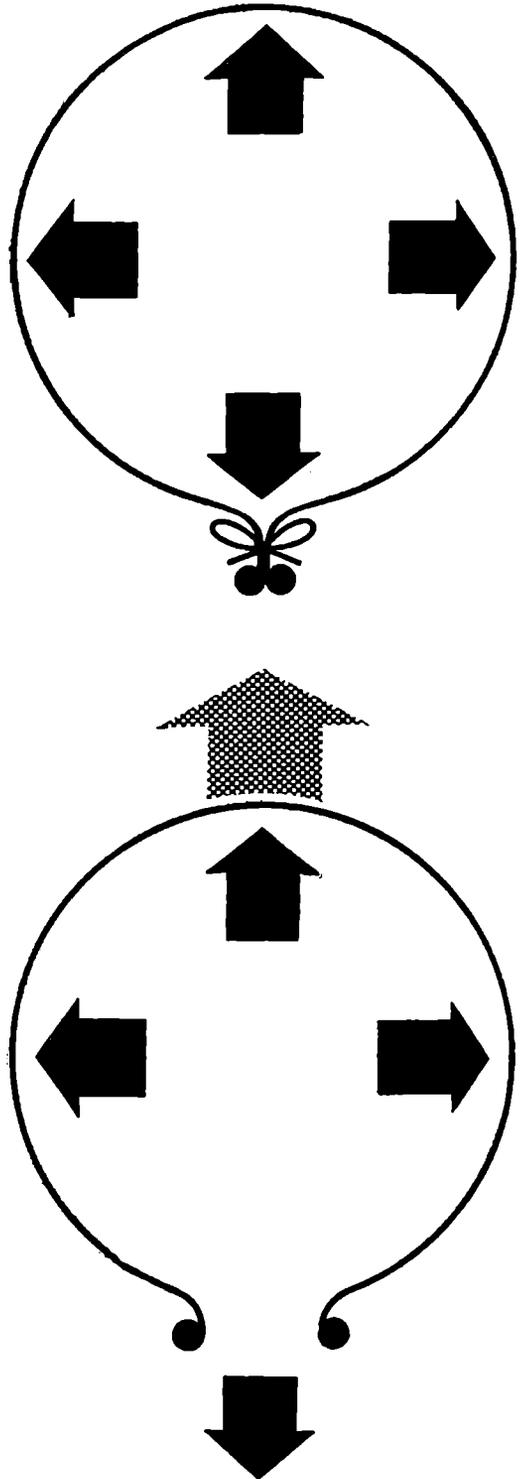
Für die Rakete sind diese Regeln vollgültig. Je größer die Masse des Gases ist, das sie ausstößt, und je höher dessen Geschwindigkeit emporgeschraubt werden kann, desto größer ist der „Schub“, mit dem der Raketenkörper vorwärts getrieben wird. (Gemessen wird dieser Schub in Kilopond, das ist die Kraft, mit der 1 Liter chemisch reinen Wassers von 4° C auf dem 45. Breitengrade in Höhe des Meeresspiegels von der Erde angezogen wird. 1 Tonne = Gewicht von 1 m<sup>3</sup> Wasser = 1000 Kp.)

Die Frage ist nur:

Wie kommt das Gas in die Rakete und wie wird es auf hohe Temperatur gebracht?

#### **Das Rückstoßprinzip**

*zeigt dieser Luftballon: Solange er zugebunden ist, wirkt der Innendruck gleichmäßig auf alle Stellen der Ballonhülle. Kann die Luft durch eine Öffnung entweichen, wird der Ballon in die entgegengesetzte Richtung gestoßen.*



## **Feststoffraketen . . .**

„Wirkung erzeugt Gegenwirkung!“ Niemand interessiert sich für diesen Lehrsatz des Isaac Newton, wenn in der Silvesternacht Raketen, Schwärmer und Frösche krachend und pfeifend das neue Jahr ankünden und Kanonenschläge die Fensterscheiben zum Klirren bringen.

Und doch ist unsere kleine Silvesterrakete, diese kleine Papphülle mit dem Stückchen Zündschnur, eine einfache Feststoffrakete, so wie sie schon vor vielen Jahrhunderten bei den Feuerpfeilen der Chinesen Verwendung fand und wie sie seit hundertzwanzig Jahren als Seenotraketen benutzt werden. Auch als Starthilfe für schwerbeladene Flugzeuge oder Maschinen mit hoher Startgeschwindigkeit sowie als Meßraketen zur Erforschung von atmosphärischen Schichten finden sie Verwendung.

Zum Flug in den Weltraum sind sie allerdings weniger geeignet.

Der Aufbau einer Feststoffrakete ist denkbar einfach, und das ist auch ihr Hauptvorteil. Im Grunde genommen ist sie nichts als ein einziger Hohlkörper, der mit Pulver gefüllt ist und eine Ausstoßöffnung für die Verbrennungsgase aufweist. Das Pulver muß drei Bedingungen genügen:

- Es muß unter möglichst großer Wärmeentwicklung verbrennen.
- Es muß einen Stoff enthalten, der den zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoff abgibt.
- Der Verbrennungsvorgang muß langsam und stetig verlaufen, nicht schlagartig wie beim Kanonenschlag oder beim Abschub einer Granate, weil sonst die Rakete explodiert.

Als einfachstes Pulver kommt das Schwarzpulver in Frage, genannt vermutlich nach dem zu Unrecht als Erfinder bezeichneten Mönch Berthold Schwarz (um 1300). Schwarzpulver ist ein Gemisch aus Lindenholzkohle, die den Kohlenstoff für die Verbrennung liefert, dem leichtentzündlichen, feinverteilten Schwefel und – es wird ja schließlich auch noch ein Sauerstofflieferant gebraucht – Kalisalpeter. Kalisalpeter heißt eigentlich Kaliumnitrat. Seine Formel  $\text{KNO}_3$  zeigt, daß es sich um eine chemische Verbindung handelt, bei der immer je ein Atom Kalium (K), ein Atom Stickstoff (N) und drei Atome Sauerstoff ( $\text{O}_3$ ) zu einem Molekül Kaliumnitrat verbunden sind. Die vielen Sauerstoffatome gibt das farblose Kristallsalz bei beginnender Rotglut bereitwillig frei, so daß sie zur Oxydation (Verbrennung) anderer Stoffe dienen können.

Schwarzpulver hat aber auch Nachteile. Für Jäger und für militärische Zwecke entwickelt es bei der Verbrennung zuviel Rauch. Für die Weltraumfahrt ist es nicht leistungsstark genug; die Temperatur, die es bei der Verbrennung entwickelt, und damit die Ausströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase, ist für größere Anforderungen zu niedrig.

An seiner Stelle kann man zum Beispiel Nitrozellulose verwenden, eine gekörnte Sprenggelatine aus Kollodiumwolle und Nitroglyzerin. Ihre Verbrennungsgase haben eine bedeutend größere Ausströmgeschwindigkeit.

Es gibt eine ganze Anzahl anderer fester Brennstoffe für Raketen. Das Wesentliche bei allen ist, daß sie eine Kombination aus gut brennbaren, hohe Temperaturen erzeugenden Stoffen und einem Sauerstofflieferanten darstellen.

Die Vorteile einer Feststoffrakete liegen darin, daß sie nur einen Brennstoff benötigt, der alles Erforderliche in sich enthält. Daher ist der Bau solcher Raketen sehr leicht. Der ganze Hohlraum ist gleichzeitig Brennstoffbehälter und Brennkammer. Dabei werden nicht nur Materialien eingespart, sondern auch komplizierte Einrichtungen, die wir bei den Flüssigkeitsraketen noch näher kennenlernen werden.

Aber Feststoffraketen haben auch viele Nachteile. Ihr Hauptnachteil liegt in ihrer geringen Leistungsfähigkeit. Die Ausströmgeschwindigkeiten der Verbrennungsgase und folglich auch der Schub sind selbst bei besten Festbrennstoffen zu niedrig, um große Leistungen hervorbringen zu können. Außerdem kann der Verbrennungsprozeß, wenn er erst einmal in Gang gekommen ist, nicht gesteuert, das heißt weder verlangsamt noch beschleunigt oder vielleicht sogar zeitweilig unterbrochen werden. Ist die Feststoffrakete gezündet, brennt ihre Treibladung verhältnismäßig gleichmäßig und vollständig ab.

Brennstoffe, die größere Energien zu liefern imstande wären, verbrennen zu schnell, zu explosiv. Dadurch werden einmal dickwandige Raketenwände notwendig, die das Gewicht der Rakete ungünstig beeinflussen, zum anderen ist die Brenndauer zu kurz. Oder, wenn es sich um sehr explosive Brennstoffe handelt, liegt die Gefahr der Zerstörung der Rakete zu nahe.

Das alles sind Gründe, die die Verwendung von Feststoffraketen für die eigentliche Weltraumfahrt ausschließen, es sei denn, daß sie in Verbindung mit anderen Systemen zur Anwendung kommen. Gearbeitet wird mit Feststoffraketen nach wie vor. Der größte Teil der Raketenwaffen wird heute von den Pulverraketen gestellt, die weitgehende Veränderungen in der Waffentechnik und damit natürlich auch in der Strategie herbeiführten.

Dazu gehören zum Beispiel: die „Panzerfaust“ des letzten Weltkrieges samt den neuesten Panzerabwehrraketen; die Flugzeugabwehrrakete „Rheintochter“; die vierstufige Fernrakete „Rheinbote“, die mit einer Reichweite von 200 km noch zu Ende des Krieges von den deutschen Faschisten gegen Antwerpen eingesetzt wurde; die sowjetische „Katjuscha“, einer der Schrecken für die Invasoren, unter dem Namen „Stalinorgel“ bei Ostlandreitern noch in lehrreicher Erinnerung; die neue amerikanische Mittelstreckenrakete „Polaris“, die auch von getauchten U-Booten abgelassen werden soll; das Raketenbündel für das fragwürdige USA-Unternehmen „Faire Side“ („Rückseite“ – des Mondes nämlich!), mit dem der Prestigeverlust der amerikanischen Raketentechnik ausgewetzt werden sollte, statt dessen aber vergrößert wurde.

So schienen bis vor kurzem die Grenzen für die Verwendbarkeit von festen Raketentreibstoffen ziemlich eng und jedenfalls fest abgesteckt zu sein. In dem Rätselraten um die sowjetischen Raketenerfolge und ihre technischen Einzelheiten tauchte jedoch die Vermutung auf, daß auch dieser Zweig der Raketentechnik, nämlich die Arbeit mit Feststoffraketen, durch Einsatz neuerartiger Festbrennstoffe, der sogenannten „exotischen Pulver“, entscheidende Fortschritte gemacht habe.

„Viele Ingenieure sind der Ansicht“, so schrieb das amerikanische Raketenfachblatt „Missiles and Rockets“ einige Wochen vor dem Start des Sputnik I, „daß man den deutschen Raketenfachleuten in den USA erlaubt hat, den Gedanken der Flüssigkeitsrakete zu weit zu treiben. Man sagt, daß wir jetzt einsatzfähige Ferngeschosse haben könnten, wenn wir das Geld, das wir in die Entwicklung von Flüssigkeitsraketen investiert haben, in die Entwicklung von Pulverraketen gesteckt hätten.“

### **. . . oder Flüssigkeitsraketen**

Wenn der Winter zauberhafte Eisblumen an die Fensterscheiben malt, wenn der Sturm an den Dächern rüttelt, wenn der Frost Seen und Bäche erstarren läßt, dann weiß man eine warme Stube doppelt zu schätzen. Warm und behaglich ist unsere Stube aber nur dann, wenn die Heizung ihre Pflicht tut; denn wenn der Ofen vergeblich gegen die Kälte ankämpft, ist es mit der Gemütlichkeit bald vorbei.

Was tut der geplagte Erdbewohner in solchem Fall? Entweder muß er sich nach besseren Heizmaterialien umsehen, oder er muß einen besseren oder auch größeren Ofen bauen lassen. Oft ist auch eine Kombination von beidem am Platze.

Was aber tun die Raketenspezialisten, wenn die „Öfen“ ihrer Raketen nicht genügend „heizen“? Sie müssen sich auch entweder nach besseren Brennstoffen oder aber nach neuen Raketenöfen umsehen. Beliebig größer können sie die Raketenöfen allerdings kaum bauen. Auch in einem Zimmer kann man den Ofen nicht beliebig groß bauen; denn entweder bleibt dann kein Platz mehr zum Wohnen, oder der Fußboden bricht ein.

Auf Raketen übertragen heißt das, daß man Raketenmotoren nicht beliebig groß bauen kann, weil die Rakete dann keinen Platz mehr für all die anderen Dinge übrigbehält, die in ihr verstaut werden sollen. Sie ist ja kein Selbstzweck, sondern muß eine Nutzlast tragen, wenn sie nicht sinnlos verschwendet werden soll. Das Gewicht der Raketenöfen muß deshalb in einem tragbaren Verhältnis zum Gesamtgewicht der Rakete bleiben, wobei der Raketenmotor nur einen kleinen Teil des Raketengewichts ausmachen darf. Der Ofen wiegt ja auch nur einen Bruchteil unserer Häuser mit allem, was zu ihnen gehört.

Die Kohlen, die in einer Heizungsperiode verfeuert werden, wiegen weit mehr

als der Ofen, in dem sie verbrannt werden. Genauso wiegen die Brennstoffe der Rakete ein Vielfaches des eigentlichen Raketentriebwerkes.

Wenn den Ausmaßen der Raketenmotoren eine Grenze gesetzt ist, dann müssen sich die Konstrukteure also nach anderen Verbesserungsmöglichkeiten umsehen. Da gibt es zwei Möglichkeiten:

Einmal kann die Funktionsweise des Raketentriebwerkes verbessert werden, so wie man an Stelle eines primitiven eisernen Ofens einen modernen Ofen einbauen kann, in dem nicht mehr überreichliche Mengen von Kohle nur zu einem verschwindend kleinen Prozentsatz ausgenutzt werden, sondern der Heizstoff mit maximalem Wärmeeffekt verwertet wird. So muß also nach neuen Raketentriebwerken gesucht werden, die die Heizstoffe besser ausnutzen.

Zum anderen müssen Brennstoffe gefunden werden, die weitaus ergiebiger als die alten Pulvertreibstoffe sind.

Beide Wege mußten beschritten werden und wurden beschritten. Das Ergebnis dieser Bemühungen ist die moderne Flüssigkeitsrakete. Vorausgeahnt und in Konstruktionszeichnungen dargestellt, wurde sie schon um die Jahrhundertwende von dem Vater der Raumschiffahrt, dem Mathematiklehrer aus Kaluga, Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski, beschrieben. Er war der erste, der die Weltraumfahrt aus dem Bereich der phantastischen Utopie in den der wissenschaftlich exakten Forschung gerückt hat, der als erster erkannte, daß die Rakete das einzige Mittel ist, mit dem der Mensch ferne Welten erreichen kann und erreichen wird.

#### **Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski (1857–1939)**

*Er schuf während der Zarenzeit unter großen persönlichen Opfern, später großzügig von der jungen Sowjetmacht unterstützt, die theoretischen Grundlagen der Raketentechnik und des Weltraumfluges. Von ihm stammen die ersten wissenschaftlichen Pläne der Flüssigkeitsrakete, die Idee der Mehrstufenrakete, die Pläne einer bemannten Außenstation und sogar die Idee einer Photonrakete.*



Wie unterscheidet sich nun die Flüssigkeitsrakete von der Feststoffrakete? Ohne Übertreibung kann man sagen: Wie ein hochgezüchteter Straßenkreuzer von einem alten unkomplizierten Handwagen. Im Prinzip sind beides Fahrzeuge, die das Wesentliche gemeinsam haben: an den Seiten Räder und mittendrin einen Behälter, in dem etwas befördert werden kann. Und beide brauchen eine Kraft, um bewegt werden zu können.

Aber wie die Kraft erzeugt wird, das ist der große, wenn auch nicht der einzige Unterschied.

Die neuen Treibstoffe, die die Raketenexperten fanden, konnten nicht in festen,

pulverförmigen Zustand gebracht werden. Sie müssen entweder gasförmig verbraucht oder durch besondere Verfahren verflüssigt werden. Gase haben aber die für diesen Zweck höchst unerwünschte Eigenschaft, sehr viel Platz einzunehmen. In ihnen haben die Moleküle sehr viel Freiheit; sie sind nicht aneinandergekettet wie in flüssigen oder gar festen Stoffen. Jedes Molekül hat das Bestreben, sich frei hin und her zu bewegen. Dabei hängt die Bewegungsgeschwindigkeit von der Temperatur des Gases ab. Wir sprachen schon beim Luftballon davon. Da die Moleküle aber nicht aneinander gebunden sind, füllen sie jeden Raum aus, in den sie kommen. Je größer der Raum, desto mehr Bewegungsfreiheit! Desto größer ist natürlich auch der Abstand zwischen ihnen und desto weniger dicht ist das Gas. Je enger der Raum, desto dichter das Gewimmel der zusammengepferchten Moleküle, desto größer aber auch der Druck, den sie auf die Gefäßwände ausüben, die sie in ihrer Bewegungsfreiheit einschränken.

Gasförmige Stoffe sind als Raketenbrennstoffe nicht geeignet. Sie nehmen zuviel Platz ein. Und der ist in der Rakete sehr knapp bemessen. Außerdem üben sie, wenn sie stark zusammengepreßt werden – und auch dann erreichen sie längst nicht die Dichte eines flüssigen Stoffes –, einen starken Druck auf die Wände aus. Das stellt wiederum hohe Ansprüche an die Wandungen der Brennstoffbehälter, die ja doch so leicht wie möglich sein müssen, damit die Nutzlast der Rakete nicht allzu ungünstig gegenüber der Treiblast abschneidet.

Also müssen flüssige Brennstoffe her! Und wenn sie nicht flüssig sind? Dann müssen sie eben durch irgendwelche Verfahren in flüssigen Zustand versetzt werden. Benzin zum Beispiel ist von Natur aus flüssig, aber der Sauerstoff, den ja das Benzin braucht, um verbrennen zu können, ist im allgemeinen gasförmig. Man muß ihn also verflüssigen.

Wahrscheinlich hat jeder irgendwo einmal Versuche mit flüssiger Luft gesehen. Taucht man zum Beispiel eine Blume hinein, so behält sie zwar Form und Aussehen, aber sie wird spröde wie Glas, zersplittert, wenn man mit einem Hammer darauf schlägt. Auswirkungen der großen Kälte der flüssigen Luft, die in mehrwandigen Thermosbehältern aufbewahrt werden muß, damit die Kälte nicht an die Umgebung abgegeben und die Luft wieder in ihren Normalzustand zurückgeführt wird.

Da haben wir auch das Geheimnis der flüssigen Brennstoffe oder doch wenigstens des größten Teiles dieser Brennstoffe: Sie müssen so weit unterkühlt werden, bis sie flüssig werden. Dann werden sie in Treibstofftanks gefüllt, die großen Thermosflaschen gleichen und die Treibstoffe isolieren, damit sie vor Wärmezufuhr geschützt werden und flüssig bleiben.

Eine Fülle von Problemen, die von Spezialisten gelöst werden mußten, hängt damit zusammen.

Feste Brennstoffe konnten in der Brennkammer von Raketen ohne weiteres untergebracht werden. Flüssige Brennstoffe aber müßten ausströmen und

wären in den Brennkammern der Feststoffraketen nicht aufzubewahren. Also mußten die Brennkammern von den Treibstofftanks getrennt werden. Bei den Feststoffraketen ist der Brennstoff bereits mit dem Oxydator gemischt und brennt langsam ab. Bei den flüssigen Brennstoffen kann der Oxydator erst in der Brennkammer dem Brennstoff zugesetzt werden. Viele Brennstoffe würden, wenn sie mit dem Sauerstoff oder dem Oxydator zusammenkommen, den Sauerstoff für die Verbrennung liefern soll, sofort explodieren. Andere würden nicht sofort, aber im Augenblick der Zündung explosionsartig verbrennen.

Das alles ist denkbar ungünstig für das, was wir mit großen Raketen vorhaben. Also auch deshalb werden getrennte Vorratsbehälter für Treibstoff und Oxydator benötigt.

Wie kommen aber der Brennstoff und der Oxydator aus ihren Behältern in die Brennkammer? Von allein tun sie es nicht. Infolgedessen werden Hochleistungspumpen benötigt, die alle erforderlichen Flüssigkeiten durch die Rohrleitungen in die Brennkammer pumpen. Während eine normale Motorpumpe für die Hauswasserversorgung in der Minute 20 bis 30 l Wasser fördert, müssen solche Treibstoffförderpumpen bei 40 000 Umdrehungen je Minute in derselben Zeit 6000 l flüssigen Brennstoff befördern.

Und dabei sind sie nicht viel größer als eine Faust! Außerdem dürfen sie unter der enormen Kälte der Flüssigkeiten, deren Temperatur meistens unter minus 200° C liegt, nicht leiden.

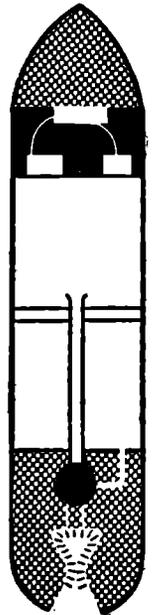
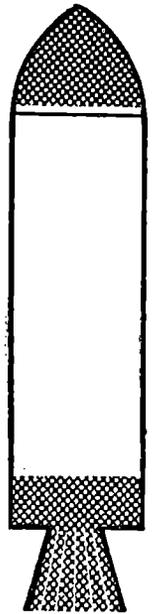
Treibstoff und Brennkammern aber sind nur Teile der Raketen, wenn auch wichtige. Kompliziert und verwirrend sieht die Konstruktion einer solchen Rakete aus. Von der idealen Lösung aber sind wir noch immer weit entfernt. Nur wenige Menschen können sich ein annäherndes Bild machen von den gewaltigen Leistungen, von den schlaflosen Nächten, von den Enttäuschungen und Rückschlägen, von den Opfern, die gebracht werden mußten, oft für schein-

#### Feststoff- und Flüssigkeitsrakete (Schema)

*Bei der Feststoffrakete ist der Raum, in den das Pulver gepreßt wird, gleichzeitig auch Brennkammer. Die Flüssigkeitsrakete dagegen besitzt einen Brennstofftank, einen Tank für den (flüssigen) Sauerstoffträger und eine Brennkammer, in der Brennstoff und Sauerstoffträger nach dem Einsprühen verbrannt werden. Steuerungsmechanismen im oberen Teil der Rakete sorgen für die Regulierung des Verbrennungsvorgangs.*

bar nur nebensächliche Teillösungen. Bis schließlich die Raumrakete von heute konstruktiv und theoretisch mit ausreichender Realität nicht nur auf dem Prüfstand, sondern sogar im Stadium der praktischen Erprobung für verschiedene Zwecke auftauchen konnte.

Wenn wir heute auf die ersten künstlichen Monde stolz sind und voller Zuversicht in die Zukunft schauen, so verdanken wir diese Großtaten mensch-



lichen Geistes den jahrzehntelangen mühevollen Entwicklungsarbeiten Tausender von Wissenschaftlern, von Ingenieuren und Arbeitern, die in die notwendigen Apparaturen und Geräte umsetzten, was die Wissenschaftler er-sannen und berechneten.

Noch vor fünfzig Jahren konnte Ziolkowski in seinem Holzhaus in Kaluga allein Raketen entwerfen und berechnen. Heute sitzen in den großen Zentren der Raketenforschung viele Tausende von Wissenschaftlern aus zahlreichen weitverzweigten Spezialgebieten zusammen, von denen kaum noch einer das Gesamtgebiet überschauen kann. Moderne Wissenschaft ist im wesentlichen Leistung großer Kollektive geworden.

## **Das Herz der Rakete**

Tausendmal komplizierter als die Feststoffrakete ist die Flüssigkeitsrakete – dafür aber auch erheblich leistungsfähiger.

Andererseits ist sie übrigens – und das verblüfft auf den ersten Blick – erheblich einfacher und unkomplizierter als das Turbostrahltriebwerk eines der sogenannten „Düsenflugzeuge“.

Es ist keine künstlerische Freiheit der Zeichner, wenn auf den Abbildungen oder in Trickfilmen Raketenstartplätze, auf denen große Flüssigkeitsraketen für den Start vorbereitet werden, meist in der Nacht gezeigt werden. Es geht hier nicht um die romantischen Effekte, die sich mit dem Licht der Scheinwerfer optisch erreichen lassen, sondern um schlichtere Fakten, vor allem darum, daß in der Nacht eine gewisse Abkühlung eintritt, bei der sich die Rakete leichter betanken läßt als am Tag, wenn die Sonneneinstrahlung die Kühlung der flüssigen Treibstoffe erschwert. Raketenstarts werden aus diesen Gründen auch meist in die frühen Morgenstunden gelegt.

Die beiden Tanks für den eigentlichen Brennstoff und für das notwendige Oxydationsmittel nehmen den größten Raum der Rakete ein. Durch komplizierte Leitungssysteme werden dann die Treibstoffe mit Hilfe von Kreiselpumpen durch Düsen in die Brennkammer eingesprüht. Je feiner der Sprühstrahl ist, desto besser können sich die beiden Flüssigkeiten miteinander vermengen; je besser aber die Verteilung des Oxydators im Brennstoff ist, desto besser und ergiebiger ist der Verbrennungsvorgang, desto höher auch die Temperatur der Verbrennungsgase und desto größer folglich die Ausströmgeschwindigkeit der ausgestoßenen Gase, desto größer der Rückstoß und damit die Beschleunigung der Rakete.

In diesem Punkt werden hohe Ansprüche vor allem an das Material der Brennkammern gestellt.

Die Brennkammern sind fast durchweg kugelförmig. Bei den gewaltigen Temperaturen, die bei der Verbrennung entstehen, werden die Materialien, aus denen die Brennkammern hergestellt werden, außerordentlich beansprucht.

Alle üblichen Materialien würden bei 2500 bis 3500° C wegschmelzen wie Schnee an der Frühlingssonne. Aluminium würde bereits bei 931° C schmelzen. Der Schmelzpunkt des Eisens liegt bei 1800°.

Einen, wenn auch noch lange nicht den befriedigenden Ausweg hat man in den Verbindungen der Metalle mit Kohlenstoff gefunden. Solche Verbindungen nennt man Karbide. Sie haben einen sehr hohen Schmelzpunkt und sind äußerst hart. Tantalkarbid zum Beispiel schmilzt erst bei 4423° C.

Der ideale Stoff ist aber noch nicht gefunden worden. Was der eine dem anderen an Vorteilen voraus hat, wird wieder durch Nachteile aufgewogen. So gibt es viele Wenn und Aber, die zu erwägen sind, wenn man entscheiden soll, welcher Stoff für welchen Zweck geeigneter ist. Der „ideale“ Stoff müßte weit aus größere Temperaturen vertragen, weitaus härter, aber nicht spröde sein. Und er müßte auch bedeutend billiger sein als all die Stoffe, die zur Zeit brauchbar erscheinen, weil man keine besseren hat.

Aber selbst bei Verwendung der zur Zeit geeignetsten Stoffe würde jede Brennkammer schon nach Sekunden als unbrauchbar ausfallen, wenn sie nicht gekühlt würde. Die Mittel für eine solche Kühlung werden in der Rakete kostenlos geliefert; sie sind in ausreichenden Mengen im „Kühlschrank“ enthalten: die tiefgekühlten Brennstoffe! Wie eine kalte Dusche wird der vereiste Brennstoff, ehe er in die Brennkammer eingesprüht wird, um die Wände der Brennkammer geleitet.

Dabei werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen. Erstens wird die Brennkammer davor bewahrt, selbst zu Brennstoff zu werden. Und zweitens wird der Brennstoff vorgewärmt. Das erspart dem Raketenofen einen empfindlichen Wärmeverlust, der eintreten würde, wenn die „eingefrorenen“ Gase erst aufgetaut werden müßten, ehe sie arbeitsfähig werden.

Doch für zukünftige Raketen wird auch diese Kühlung, deren Erfinder übrigens ebenfalls Ziolkowski gewesen ist, nicht mehr ausreichen.

Die Vorteile der Flüssigkeitsraketen bestehen nicht nur in den größeren Geschwindigkeiten, die sie erreichen können, sondern auch darin, daß die Treibstoffzufuhr reguliert werden kann. Eine Feststoffrakete, einmal in Gang gesetzt, brennt ab, ohne daß man auf den Verlauf noch Einfluß nehmen könnte. Bei der Flüssigkeitsrakete jedoch können Steuereinrichtungen angebracht werden, die die Beschleunigung der Rakete regeln lassen.

Im ganzen jedenfalls ist eine Flüssigkeitsrakete – trotz des großen Aufwandes, der durch Brennstofftanks, Steuergeräte, Pumpen und Aggregate für diese Pumpen erforderlich ist – immer noch leichter als entsprechende Feststoffraketen.

## **Brennstoff Sorgen**

Wenn wir bei unserem Bild bleiben wollen: In einen Ofen können wir alles mögliche hineinstecken und verbrennen, vom Altpapier angefangen über alte Autoreifen oder Filzpantoffeln bis zu Liebesbriefen und Anthrazit. Ob und mit

welchem Erfolg der Ofen diese Materialien verarbeitet, hängt von verschiedenen Umständen ab. Der normale Ofen wird weder mit Filzpantoffeln noch mit Anthrazit allein zufrieden sein.

Für unsere Raketen können wir zwar keine Filzpantoffeln als Treibstoff verwenden, aber die Auswahl an Brennstoffen ist wesentlich größer als bei unserem Hausbrandofen. Doch hier wie dort ist das Ergebnis der Verbrennung sehr unterschiedlich.

Es mag Tausende von Möglichkeiten geben, Brennstoffe für Raketen zu finden. Es mögen sicherlich auch schon Tausende von Möglichkeiten ausprobiert worden sein, vom Benzin bis zum Alkohol, vom Aluminiumstaub bis zum Terpentinöl. Doch beim Treibstoff ist es wie bei den Materialien für Brennkammer und Ausströmdüsen: Der ideale Treibstoff muß noch gefunden werden.

Welche Anforderungen werden an einen Raketentreibstoff gestellt?

- Er soll bei der Verbrennung möglichst hohe Temperaturen erzeugen.
- Er soll einen möglichst kleinen Raum im Vorratstank einnehmen, aber dabei eine möglichst große Masse an Verbrennungsprodukten für den Ausstoß ergeben.
- Er soll leicht und ungefährlich herstellbar sein und ohne größere Gefahren gehandhabt werden können.
- Schließlich soll er gut mit einem günstigen Oxydator harmonieren.
- Darüber hinaus soll er auch noch billig sein.

Und alle diese Eigenschaften sollen unter einen Hut gebracht werden! Das ist außerordentlich schwierig.

Von der Energieseite her wäre die Verwendung von flüssigem Wasserstoff und flüssigem Sauerstoff eine gute Lösung. Flüssiger Sauerstoff ist dazu relativ leicht herzustellen, aufzubewahren und zu behandeln. Er wird „schon“ bei minus 183° C flüssig. Wasserstoff dagegen wird erst bei minus 252° C flüssig. Deshalb ist flüssiger Wasserstoff außerordentlich schwer herzustellen und sehr gefährlich in seiner Handhabung. So gefährlich, daß diese Kombination vorerst nicht in Frage kommt.

Eine erhebliche Leistungssteigerung ließe sich durch die Verwendung von Ozon als Oxydator erreichen. Normale Sauerstoffmoleküle setzen sich aus zwei Atomen Sauerstoff zusammen. Ozon dagegen ist dreiatomiger Sauerstoff (übersättigter Sauerstoff). Er entsteht bei elektrischen Entladungen, in der Natur zum Beispiel bei Blitzen. In höheren Atmosphäreschichten trägt die ultraviolette Strahlung der Sonne dazu bei, aus normalem Sauerstoff Ozon zu bilden. Diese Ozonschicht ist es übrigens, die dann die ultraviolette Strahlung größtenteils absorbiert und so das Leben auf der Erde schützt.

Künstlich hergestellt und konzentriert benimmt sich aber das Ozon äußerst ungebärdig und unberechenbar. Es ist so explosibel, daß seine Verwendung als Raketentreibstoff zur Zeit noch unmöglich erscheint. Wenn es aber gelingt,

eine harmlosere Form von Ozon herzustellen – in vielen Laboratorien der Welt ist man auf dem Wege dazu –, dann ist ein Oxydator gefunden, der den flüssigen Sauerstoff entthront.

Die zur Zeit gebräuchlichste Brennstoffkombination für gewöhnliche Flüssigkeitsraketen scheint Alkohol mit Sauerstoff zu sein. Womit allerdings die großen Raketen angetrieben werden, wissen meist nur die Spezialisten, die an dem jeweiligen Projekt arbeiten.

Die militärische Bedeutung, die die Raketen heutzutage leider noch haben, zwingt zur Geheimhaltung. Die Tatsachen, die hier und da an die Öffentlichkeit dringen, sind entweder Erfindungen sensationsbedürftiger Journalisten oder aber Einzelheiten, die bei dem schnellen Tempo wissenschaftlicher Entwicklung längst überholt und auch der anderen Seite bekannt sind.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß es kein Wunder ist, wenn in der Öffentlichkeit viel mehr über die Ergebnisse und Ereignisse der amerikanischen Raketenforschung als über die sowjetischen bekannt ist. Bei dem Vorsprung, den die sowjetische Forschung auf diesem Gebiet – wie auf so vielen – aufzuweisen hat, brauchen die Amerikaner nicht allzuviel geheimzuhalten. Wirklich wesentliche Details werden aber auch in den USA als militärische Geheimnisse höchster Bedeutung, als „top secret“ behandelt, und kein noch so findiger Journalist wird sie erfahren, geschweige denn „offenherzig“ in seinem Blatt ausplaudern können.

Daß die sowjetischen Fortschritte nicht in ihren technischen Einzelheiten enthüllt werden, dürfte unter den bestehenden Umständen kein Wunder sein.

Gerade auf dem Gebiete der Brennstoffe muß die sowjetische Forschung einen großen Vorsprung haben. Das haben die Sputniks bewiesen, die mit vermutlich neuartigen Raketenbrennstoffen ins Weltall befördert wurden, wie sich aus den Leistungen der Trägerraketen schließen läßt.

Aber die Sputniks dürfen ihre Geheimnisse nicht preisgeben, und das Rätselraten geht weiter. Manche Vermutungen besagen, daß Aluminium in irgendeiner Form bei den neuen Treibstoffen Pate gestanden habe. In diesem Zusammenhang ist es interessant zu wissen, daß schon 1929, also drei Jahre vor dem ersten Start einer Flüssigkeitsrakete in der Sowjetunion, der sowjetische Forscher J. W. Kondratjuk vorgeschlagen hatte, Metallteile der Rakete, die im Laufe des Fluges überflüssig werden, als Treibstoffe zu verwenden. Zur gleichen Zeit etwa hatte der sowjetische Ingenieur F. A. Zander das Projekt eines Weltraumschiffes ausgearbeitet, das ähnlich wie ein Flugzeug Flügel hatte. Diese Flügel, aus Aluminium hergestellt, sollten nach den Plänen Zanders ins Innere der Rakete eingezogen und als Treibstoff verbrannt werden. Ist aber die Verwendung von Aluminiumverbindungen das Geheimnis der neuen Treibstoffe?

Andere Vermutungen zielen auf die Verwendung neuer Supertreibstoffe auf der Grundlage von Borverbindungen hin. Das Nichtmetall Bor, in amorpher Darstellung ein braunes Pulver, kommt in der Natur nur in Verbindungen

mit Sauerstoff vor. Borax zum Beispiel ist ein Salz der Borsäure. Man kann es in jeder Drogerie kaufen, und früher war es als Mittel zum Weichmachen des Waschwassers in jedem Haushalt zu finden. In Verbindung mit Wasserstoff ergibt Bor die sogenannten Borane: Diboran, Pentaboran, Dekaboran. Diesen Boranen nun scheint eine große Zukunft als Grundlage energiereicher Raketentreibstoffe beschieden zu sein. (In den USA wurde für 5,5 Millionen Dollar eine neue Produktionsstätte für Bortreibstoffe gebaut. Bis 1959 sollen zwei weitere Fabriken mit einem Kostenaufwand von 80 Millionen Dollar errichtet werden.)

Aber noch gelingt es nicht recht, die Borane zu zähmen. Und wenn es gelungen ist, tatsächlich auf dieser Basis neue Treibstoffe herzustellen, können schon wieder neue Entdeckungen alle alten Verfahren und mit ihnen ausgedehnte Produktionsstätten wertlos machen.

## **Aus eins mach drei**

Es ist zweifellos viel leichter, einen Kirschkern hochzuheben als eine Lokomotive. Den Kirschkern hochzuheben bedarf es kaum einer Kraftanstrengung. Aber wenn wir eine Lokomotive heben wollten, könnten wir uns noch so sehr anstrengen – wir würden es nicht schaffen. Dazu wäre schon die Kraft sehr vieler Menschen erforderlich.

Wenn es gar darum ginge, Gegenstände hochzuwerfen, würde dieser Unterschied noch krasser spürbar werden. Die gleiche Kraft, die eine Lokomotive gerade um einen Meter heben könnte, würde unseren Kirschkern ins All schleudern.

Diese reichlich banale Überlegung soll keinem anderen Zweck dienen, als uns noch einmal vor Augen zu führen, was Gewicht – besser gesagt: Masse – bei einer Rakete bedeutet, besonders dann, wenn sie in große Höhen gelangen und eine hohe Geschwindigkeit erreichen soll.

Eine kleine Nutzlast vermittelt eine Rakete in bescheidene Höhen zu befördern, bedarf es nur geringer Brennstoffmengen. Etwas anderes aber ist es, wenn die Nutzlast größer ist oder wenn sie etwa auf Kreisbahngeschwindigkeit gebracht werden soll, oder gar, wenn beides zugleich erforderlich ist, wie es bei den Sputniks der Fall ist. Da bedarf es dann erheblicher Brennstoffmengen, die ihrerseits wieder die Rakete größer und schwerer werden lassen, so daß noch mehr Treibstoff nötig ist, der wieder . . . Und so weiter!

Eine Kette ohne Ende? Keineswegs.

Der Vater der Weltraumfahrt, Ziolkowski, hat auch für dieses Problem eine Lösung gefunden: die Mehrstufenrakete.

Das Prinzip ist ganz einfach. Es hat Ähnlichkeit mit dem Stafettenlauf, wo jeweils der durch eine harte Spurtleistung ermüdete Läufer von einem Partner mit frischen Kräften abgelöst wird. Eine Rakete wird auf eine andere gesetzt,

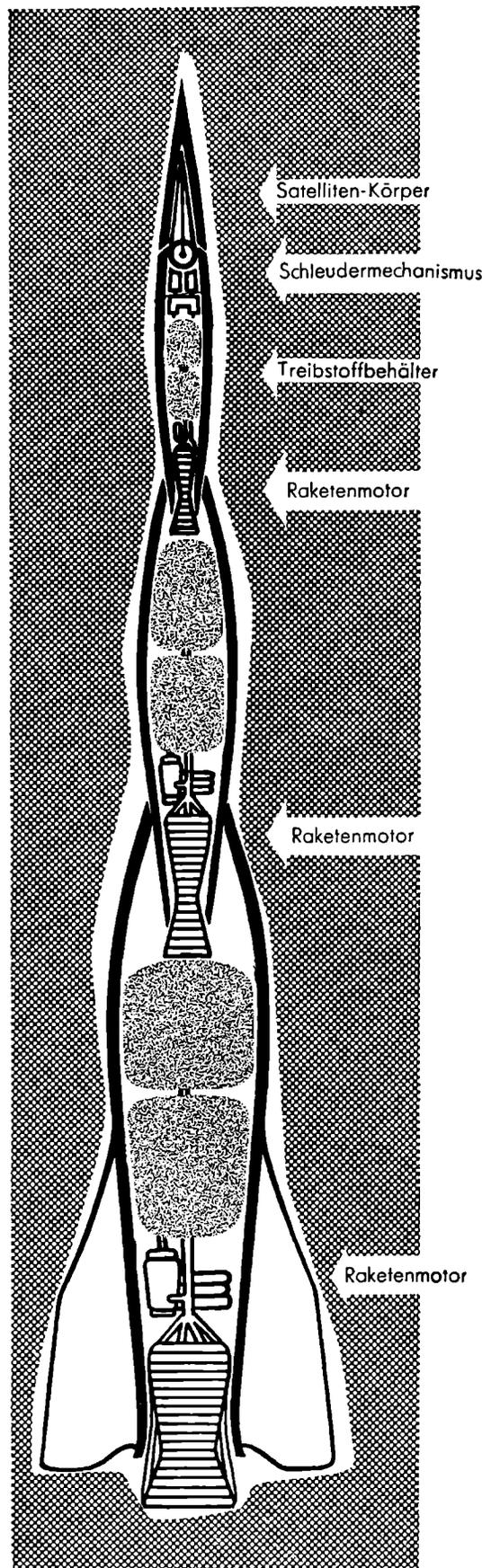
die sie in die Höhe trägt und ihr so das erste Stück des Weges abnimmt. Dann löst sich die getragene Rakete von ihrer Trägerrakete und beginnt nun mit eigener Kraft ihren Weg. Die ausgebrannte Hülse der ersten Rakete fällt auf die Erde zurück.

Ein ähnliches Verfahren wird angewandt, wenn mit Überschallgeschwindigkeit fliegenden Flugzeugen experimentiert wird, die bei ihren Flügen so viel Treibstoff verbrauchen, daß sie gar nicht so viel tanken können, um gleichzeitig in große Höhen zu gelangen und auch noch große Geschwindigkeiten zu erreichen. Sie werden von Trägerflugzeugen emporgetragen, von denen aus sie starten. Wenn dann nach einigen Minuten ihr Treibstoff verbraucht ist, kehren sie im Gleitflug zu ihrem Ausgangsflugplatz zurück.

Um die astronautischen Geschwindigkeiten und damit den Weltraum zu erreichen, genügt dieses Verfahren noch nicht. Es muß mindestens eine dritte Rakete eingeschaltet werden. Sie muß die beiden anderen emportragen. Daß sie eine enorme Schubkraft entwickeln muß, um diese Arbeit verrichten zu können – sie hat ja schließlich zwei andere Raketen zu heben –, versteht sich von selbst. Dazu kommt ihr eigener Treibstoff, der ja schließlich ihr eigentliches Dasein ausmacht und zunächst, beim Start, voll als Last zur Geltung kommt. Daß er etwa 80 Prozent der Gesamtmasse aller drei Raketen ausmacht, wird unter diesen Umständen niemanden verwundern.

Das ist das Prinzip der Dreistufenrakete: drei aufeinandergesetzte Raketen. Wenn die erste Stufe leergebrannt ist, löst sie sich ab und fällt zur Erde zurück, die zweite Stufe wird gezündet. Die Rakete ist nun um die erste Stufe leichter geworden, so wie ein

**Schema einer sowjetischen Dreistufenrakete**



Flugzeug leichter wird, wenn es seine leer gewordenen Treibstoffbehälter abwirft. Die Restrakete ist aber nicht nur leichter geworden, sondern hat auch bereits eine große Anfangsgeschwindigkeit erreicht, die ihr von der ersten Stufe mit auf den Weg gegeben wurde und die sie nun durch ihren eigenen Antrieb erheblich weitersteigert. Ist auch die zweite Stufe leergebrannt, wiederholt sich der Vorgang: Sie löst sich, und die dritte Stufe, wiederum leichter und schneller geworden, wird gezündet, um der Nutzlast im Raketenkopf endgültig die vorgesehene Geschwindigkeit zu verleihen.

Mit einer solchen Dreistufenrakete wurde der erste Schritt in das Weltall getan.

Theoretisch kann man natürlich die Zahl der Stufen beliebig erhöhen. Jede weitere Stufe muß größer und mächtiger sein als die Summe der kleineren, denn sie muß ja diesen ganzen „Überbau“ tragen können.

Hier aber liegt der Hase im Pfeffer!

Außerdem hat der Raketenkörper jeder Stufe mit Brennkammer, Treibstoffpumpen, Zünd- und Steuervorrichtungen usw. ein gewisses technisches Eigengewicht, das – wenn es im Vergleich zum Treibstoff auch gering ist – immerhin als zusätzliche Last doch eine Rolle spielt.

Damit sind dem Mehrstufenprinzip Grenzen gesetzt.

Wieviel Stufen die Raketen besaßen, die die nächsten Sputniks ins All beförderten, ist nicht öffentlich bekannt. Für die direkte Fahrt zum Mond, das heißt ohne Zwischenschaltung einer ständigen Raumstation, dürfte auf jeden Fall eine Dreistufenrakete nicht ausreichen. Wenn man Gerüchten glauben darf, die aber nicht offiziell bestätigt sind, wird die erste sowjetische Mondrakete sechsstufig sein.

Es gibt noch eine zusätzliche Methode, der Rakete die Arbeit zu erleichtern und den Kraftstoffverbrauch zugunsten der Nutzlast oder der Endgeschwindigkeit zu reduzieren. Bei ihrem Weg ins All wird die Rakete ja nicht nur durch die Erdanziehung festgehalten, sondern auch durch die Luft gehemmt. Einmal bremsst die Luft vor der Rakete, die von ihr durchstoßen werden muß, eine Arbeit, die um so schwerer wird, je schneller die Rakete fliegt. Zum anderen wird die Rakete in ihrer Geschwindigkeit auch durch die Luft beeinträchtigt, die sie hinter sich läßt; denn durch sie wird die Ausströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase herabgesetzt. In höheren Luftschichten ist der Luftwiderstand in beiden Richtungen geringer. Deshalb kann man der Rakete diese Arbeit erleichtern, indem man sie auf Hochebenen starten läßt, die so hoch liegen, daß die Luftdichte spürbar geringer ist als auf Meereshöhe. Das macht nicht wenig aus! Auf den Hochebenen von Tibet oder in den Anden zum Beispiel ist der Luftdruck bereits um die Hälfte geringer. Allerdings kommen nur ausgedehnte Hochebenen für die Startplätze in Betracht, weil in gebirgigen Gegenden die dort üblichen turbulenten Luftströmungen einen Raketenstart außerordentlich erschweren.

## Auf den rechten Weg gebracht

„Geschwindigkeit ist keine Hexerei“, sagt ein altes Sprichwort. Aber die Geschwindigkeiten der Raumraketen muten unwahrscheinlich wie Zauberei an. Die ersten Satelliten rasten mit 28 800 km/st um den Erdball. Um die Fluchtgeschwindigkeit zu erreichen, muß eine Rakete sogar auf 40 320 km/st beschleunigt werden.

Aber nicht nur große Geschwindigkeiten gehören zur Weltraumfahrt. Die Raketen müssen auch so gesteuert werden können, daß sie in jene Bahnen gelangen, die nach kompliziertesten Verfahren vorher von Elektronengehirnen errechnet wurden.

Steuerung bei solchen Geschwindigkeiten! Ein gewaltiges Aufgabengebiet für einen ganzen Zweig der Wissenschaft. Wie schwer ist es, ein Auto bei großen Geschwindigkeiten zu beherrschen, wie weit muß man mit dem Tempo heruntergehen, um es durch Kurven zu bringen, ohne aus der Fahrbahn getragen zu werden! Wie schwierig ist es, mit Überschallflugzeugen die Richtung zu ändern, ohne die Materialien und die Konstruktion zu überfordern!

Raketen aber mit ihren erheblich höheren Geschwindigkeiten zu steuern, Korrekturen ihrer Bahnen vorzunehmen erfordert komplizierte Steuermechanismen, die nicht nur die Bahnänderung bewerkstelligen, sondern sie auch selbst berechnen und in Sekundenbruchteilen automatisch einleiten.

Raketen lassen sich nämlich nur sehr schwer von der Erde aus fernsteuern, weil die Verbrennungsgase den Funkverkehr stören. In großen Höhen lagern sie sich wie Wolken hinter die Rakete.

Drei verschiedene Phasen müssen durch die Steuerungsorgane beherrscht werden. Erstens der Start. Dann der Flug in den atmosphärischen Schichten, wobei berücksichtigt werden muß, daß die Dichte der Luft ständig abnimmt, daß Luftströmungen bis in einige hundert Kilometer Höhe auftreten können, daß sich die Gravitation ändert, daß die Rakete durch den Brennstoffverbrauch und das Abwerfen der verschiedenen Stufen ständig leichter wird. Die dritte Phase ist schließlich der Flug im „luftleeren“ Raum und das Einsteuern in die Bahn, die dann – bei Satelliten – selbständig beibehalten wird.

Es ist im Rahmen dieses Buches nicht möglich, auf die äußerst komplizierte Technik dieser elektronischen Steuermechanismen einzugehen. Es kann lediglich dargestellt werden, welche drei Möglichkeiten gegeben sind, die Bahn einer Rakete zu verändern.

Erstens können zusätzlich außer den Antriebsdüsen, die der eigentlichen Fortbewegung dienen, seitlich zusätzlich Steurdüsen angeordnet werden, die je nach Bedarf in Betrieb gesetzt werden, um die Rakete in diese oder jene Richtung zu lenken.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, mit sogenannten Strahlrudern, die ähnlich den Seitenrudern eines Flugzeuges, jedoch im Gasstrahl der Rakete angebracht sind, Richtungsänderungen herbeizuführen. Der Nachteil dieser

Steuerung besteht in der großen Beanspruchung, der die Strahlruder ausgesetzt sind. Einer Gastemperatur von 2500 bis 3500° C halten selbst die besten Materialien nur ganz kurze Zeit stand. Die „Jupiter-C“-Rakete, die den amerikanischen „Explorer 1“ in seine Bahn gebracht hat, wird zum Beispiel durch vier Graphitrudder im Strome der Verbrennungsgase gesteuert.

Besser eignet sich dagegen eine kardanische Aufhängung der Brennkammern, so daß sie durch die Steuerungsorgane entsprechend der gewünschten Richtungsänderung gedreht werden können. Hier wird also mit dem Gasstrahl direkt gesteuert.

Die verblüffende Genauigkeit, mit der bereits der erste künstliche Erdtrabant sozusagen auf Anhieb in seine vorberechnete Bahn gebracht werden konnte, läßt darauf schließen, daß die Probleme der Raketensteuerung mindestens in der Sowjetunion zufriedenstellend gelöst sind. Das ist einer der – sehr zahlreichen – genialen Beiträge zu der imponierenden Gesamtleistung, die eine moderne Großrakete darstellt.

# unternehmen sputnik

## Die Nachricht des Jahrhunderts

*Proletarier aller Länder. vereinigt euch!*



# NEUES DEUTSCHLAND

ORGAN DES ZENTRALKOMITEES DER SOZIALISTISCHEN EINHEITSPARTEI DEUTSCHLANDS

4. 10. 1957

**Sowjetischer Erdtrabant kreist seit Freitag um den Erdball / Epochale Pioniertat der sowjetischen Wissenschaft / Flug in 900 km Höhe mit einer Geschwindigkeit von 29000 km in der Stunde / Größere Erdtrabanten im Bau / Erste Stellungnahme aus den USA: „Sowjetwissenschaftler haben den Wettstreit gewonnen.“**

**Die Nachrichtenagentur TASS teilt mit:**

Seit mehreren Jahren sind in der Sowjetunion wissenschaftliche Forschungen und experimentelle Konstruktionsarbeiten zur Entwicklung eines künstlichen Erdsatelliten unternommen worden. Wie bereits in der Presse gemeldet wurde, war geplant, die ersten derartigen Satelliten im Zusammenhang mit dem Programm des Internationalen Geophysikalischen Jahres zu starten. Als Ergebnis der umfassenden und angestregten Arbeiten von Forschungsinstituten und Konstruktionsbüros ist in der Sowjetunion der erste künstliche Erdsatellit der Welt entwickelt worden. Am 4. Oktober 1957 wurde in der UdSSR der erste Satellit erfolgreich gestartet.

**8 km pro Sekunde in 900 km Höhe**

Nach den bisher vorliegenden Angaben hat eine tragende Rakete dem Satelliten die erforderliche Fluggeschwindigkeit von etwa 8000 Metern in der Sekunde verliehen. Gegenwärtig umkreist der Satellit die Erde auf einer elliptischen Bahn. Er kann im Licht der auf- und untergehenden Sonne mit Hilfe der einfachsten optischen Instrumente – Feldstecher, Teleskope usw. – beobachtet werden.

Nach den Berechnungen, die jetzt durch unmittelbare Beobachtungen präzisiert werden, wird sich der Satellit in Höhen bis zu 900 Kilometer über der Erdoberfläche bewegen und für einen vollständigen Umlauf um die Erde eine

Stunde und 35 Minuten benötigen. Der Neigungswinkel der Flugbahn zur Äquatorebene beträgt 65 Grad.

### **Die Form des Trabanten**

Der Satellit hat die Form einer Kugel mit einem Durchmesser von 58 Zentimetern und einem Gewicht von 83,6 Kilogramm. Er ist mit zwei Sendern ausgestattet, die auf den Frequenzen 20,005 und 40,002 Megahertz (etwa 15 bis 7,5 Meter Wellenlänge) ständig Signale ausstrahlen. Die Sender sind so stark, daß sie von zahlreichen Funkamateuren gut empfangen werden können. Die Signale werden als kurze Morsezeichen gesendet. Jeder Ton hat eine Dauer von 0,3 Sekunden, darauf folgt eine ebensolange Pause. Die Signale der einen Frequenz werden während der Pause der anderen Frequenz gesendet.

### **Vorstoß in den Kosmos**

Wissenschaftliche Stationen an verschiedenen Stellen der Sowjetunion beobachten den Satelliten ständig und berechnen seine Flugbahn. Da die Dichte der oberen dünnen Schichten der Atmosphäre nicht genau bekannt ist, ist es gegenwärtig nicht möglich, mit Sicherheit anzugeben, wie lange der Satellit bestehen bleiben und wo er in die dichteren Schichten der Atmosphäre eintreten wird. Es ist vorausberechnet worden, daß der Satellit wegen seiner enormen Geschwindigkeit schließlich verbren-

nen wird, nachdem er in einer Höhe von einigen Dutzenden Kilometern die dichteren Schichten der Atmosphäre erreicht hat. Die Möglichkeiten des kosmischen Fluges mit Hilfe von Raketen wurden zuerst in Rußland schon gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch die Arbeiten des hervorragenden russischen Gelehrten Ziolkowski wissenschaftlich begründet.

Der erfolgreiche Start des ersten vom Menschen geschaffenen Erdsatelliten bedeutet einen ungeheuer wertvollen Beitrag zum Schatz der Wissenschaft und Kultur der Welt. Die wissenschaftlichen Versuche, die in so großer Höhe vorgenommen werden, sind von großer Bedeutung für die Feststellung der Beschaffenheit des kosmischen Raumes und zur Erforschung der Ausstrahlung der Erde als Planet unseres Sonnensystems.

### **Wegbereiter des Weltraumflugs**

Die Sowjetunion plant, während des Internationalen Geophysikalischen Jahres weitere künstliche Satelliten zu starten. Sie werden größer und schwerer als der erste sein und sich bei einem umfassenden Forschungsprogramm als sehr nützlich erweisen.

Künstliche Erdsatelliten werden dem Weltraumflug den Weg bereiten, und es hat den Anschein, als werden die gegenwärtigen Generationen Zeuge sein, wie die befreite und bewußte Arbeit der Menschen der neuen sozialistischen Gesellschaft selbst die kühnsten Träume der Menschheit verwirklicht.

Die Welt hielt in diesen Stunden den Atem an. Rundfunkstationen und Fernseher unterbrachen ihre Programme. Fernschreiber liefen auf Hochtouren. Der rasende Lauf der Rotationsmaschinen wurde angehalten, die Zeitungen bekamen noch im letzten Augenblick ein neues Gesicht. Nachrichtenagenturen und Funkamateure stellten ihre Empfangsgeräte auf die Frequenzen des Satelliten ein. Die Funkaußenstelle des ADN gab Sonnabend, 5. Oktober, vormittags bekannt, daß sie von 11.15 bis 11.17 Uhr die Signale des Satelliten empfangen habe. Die westdeutsche Nachrichtenagentur DPA empfing bereits in der Nacht vom Freitag zum Sonnabend die Signale viermal für je fünfzehn Minuten. Auch die britische Nachrichtenagentur Reuter hörte den Satelliten, und die

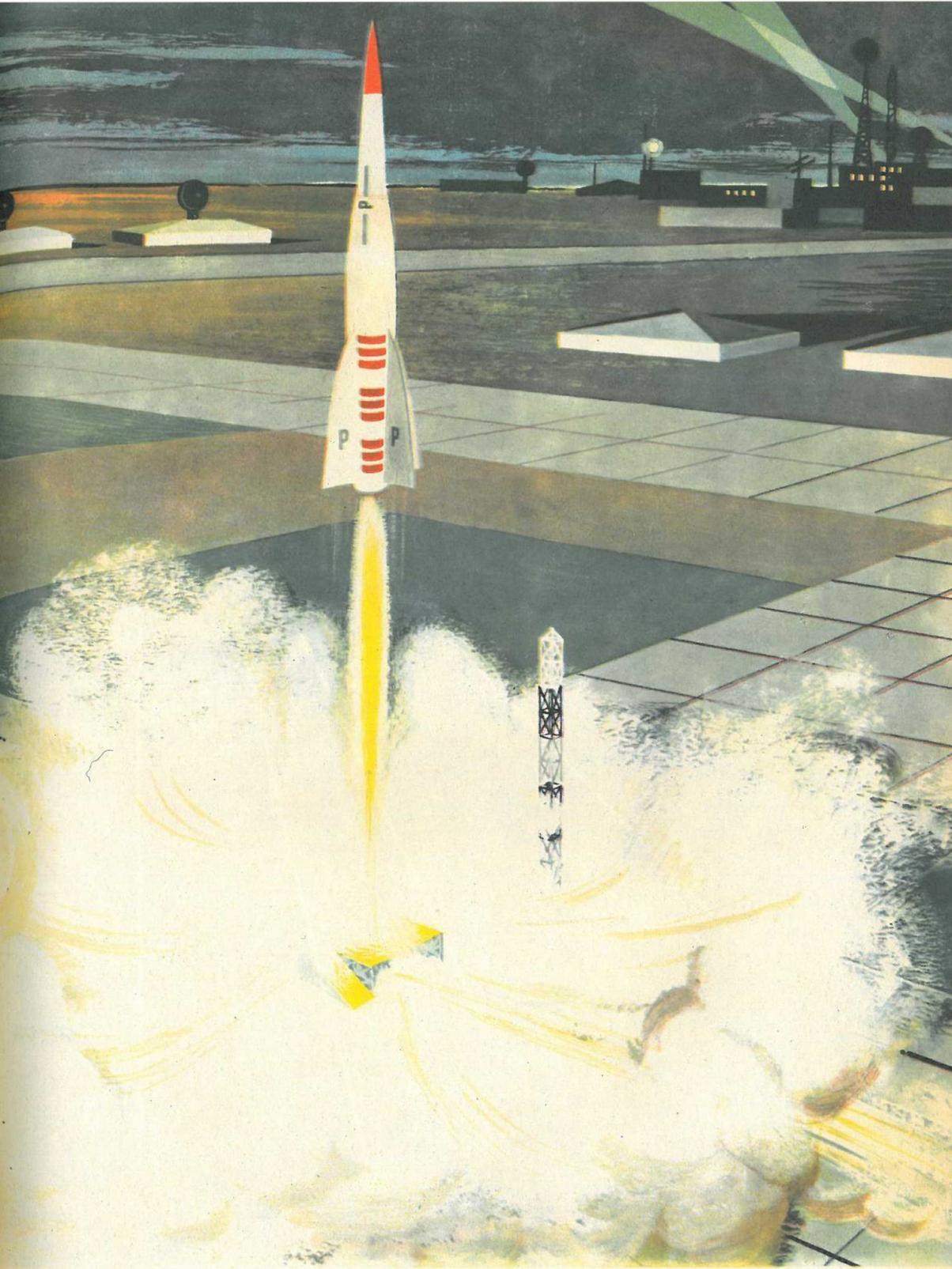


**V. Die letzten Stunden vor dem Start**  
*einer großen Mehrstufenrakete, wie sie im Geophysikalischen Jahr für das Satelliten-  
programm Verwendung finden.*

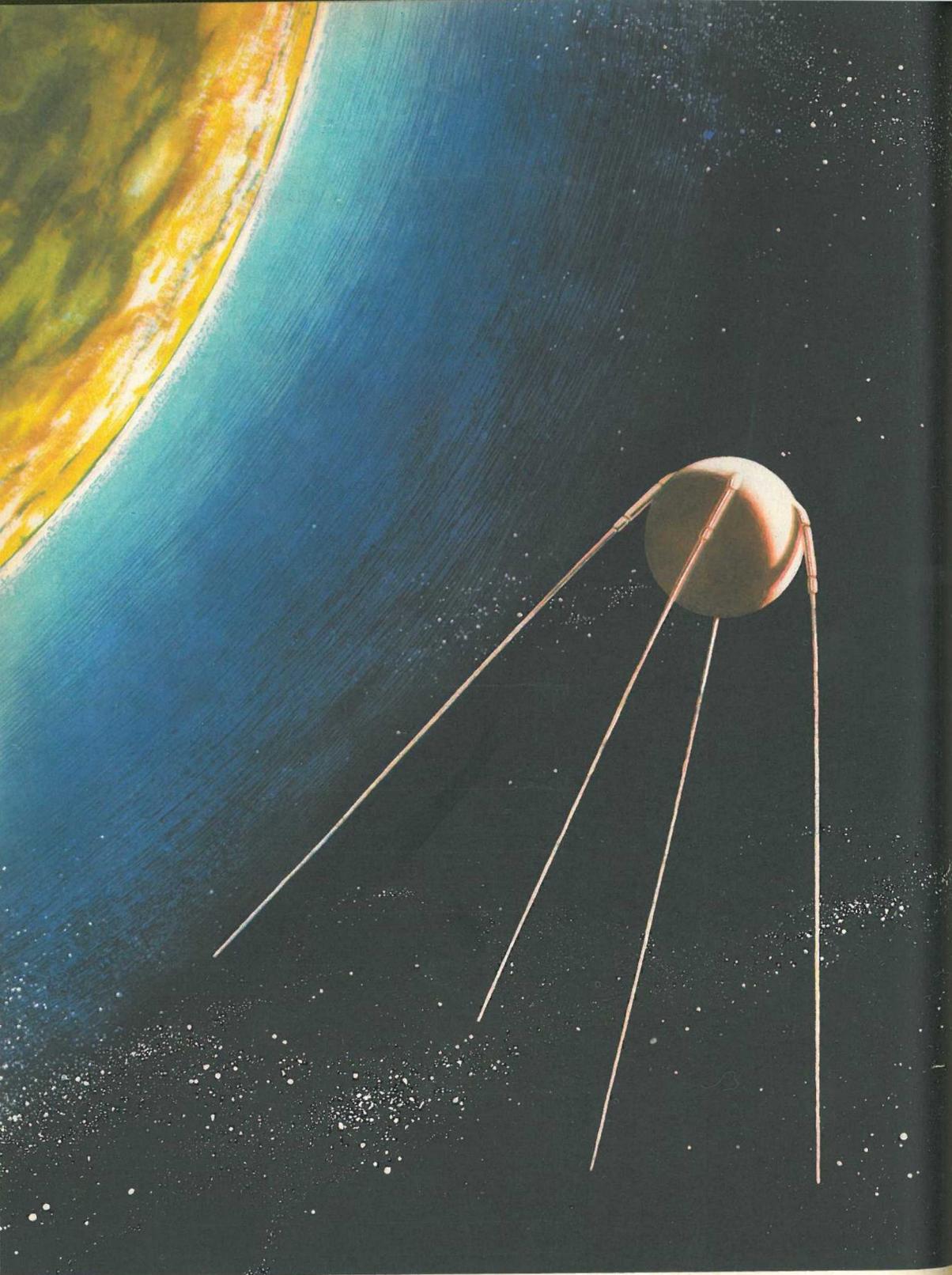


**VI. Auf ihrem Flammenstrahl auszuruhen**

scheint sich die Rakete beim Abheben vom Starttisch, ehe sie mit rasch zunehmender Geschwindigkeit in „überirdische Höhen“ enteilt. Radarschirme verfolgen sie auf ihrer Bahn,



wenn sie längst den Bereich der Sichtbarkeit verlassen hat. Menschenleer ist der weite Platz, von dem aus sie donnernd in den Himmel emporsteigt.



**VII. 60 Millionen Kilometer in 92 Tagen**

*durchmaß SPUTNIK 1, der erste künstliche Erdmond, auf seinem Flug um den Erdball, ehe er in die tieferen Luftschichten eintauchte und zerstört wurde.*

Radio-Corporation of America bestätigte den Empfang der Signale aus dem Weltall.

Die BBC, die British Broadcasting Corporation, wollte nicht nachstehen. Sie wollte einen Vorsprung im Wettlauf um die neuesten Nachrichten erringen. So sendete sie als erste Rundfunkstation der Welt die Stimme des Sputnik über die Ätherwellen. Aber es stellte sich bald heraus, daß es sich nur um eine plumpe Fälschung handelte, um eine Morsezeichen-Tonbandkonserve aus dem Schallarchiv. Andere Sender aber sendeten tatsächlich die Zeichen der neuen Zeit.

Im Observatorium von Columbus im Staate Ohio standen in den frühen Morgenstunden zahlreiche Wissenschaftler am Teleskop, um den neuen Stern zu beobachten. Mit großer Geschwindigkeit, aber langsamer als ein Meteor, wollen sie ihn über den Himmel haben ziehen sehen.

In den gleichen Morgenstunden des Sonnabends wurde in Barcelona dem Mann ein triumphaler Empfang bereitet, der vermutlich einen großen Anteil am Gelingen des ersten Sprungs in den Weltraum hatte: Professor Leonid I. Sedow, einem der Väter des Sputnik. Astronauten aus aller Welt jubelten ihm zu, als er mit anderen Delegierten seines Landes zum 8. Internationalen Astronautischen Kongreß eintraf.

In New York aber bereitete sich in diesen Stunden der Sturz der Aktienkurse vor, der am Montag, dem 7. 10., große Bestürzung an der New Yorker Börse hervorrufen sollte.

In Leningrad standen 30 Teleskope bereit, die Bahn des Sputnik zu beobachten; 66 weitere optische Beobachtungsstellen waren über das ganze Gebiet der Sowjetunion verteilt. In Moskau lief das Elektronengehirn BESM auf vollen Touren. Hier wurden die Bahnen des Satelliten berechnet, ehe er die Erde verließ, hier wurden nun die ersten Ergebnisse der Beobachtungen ausgewertet. Die Wissenschaftler, die diesen erstaunlichen Rechengiganten erbaut haben, sind mit ihrer Arbeit am Gelingen des Sprungs in das Weltall beteiligt; denn ohne elektrische Rechenmaschinen wäre es nicht möglich, die langwierigen und schwierigen Rechenoperationen in auch nur annähernd tragbaren Fristen auszuführen.

Am Sonnabend früh erschien dann auch der amtliche „Sputnik-Fahrplan“. Dieser Fahrplan unterschied sich von allen anderen Fahrplänen der Welt dadurch, daß er auf die Sekunde, ja auf Sekundenbruchteile genau eingehalten wurde. Ein Fahrplan, der von der ganzen Welt verfolgt wurde. Ein Fahrplan, der für Millionen interessanter als jeder Abenteuerroman war.

Tausende von Meldungen jagten um den Erdball. Viele von ihnen widersprachen sich, viele waren erfunden; sie entstanden in den Hirnen sensationshungriger Journalisten. In einem Punkt aber waren alle Zeitungsleute und Politiker, Wissenschaftler und Laien einig: Der Start des ersten künstlichen Mondes, von Menschenhand geschaffen, ist die Sensation des Jahrhunderts, das packendste aktuelle Ereignis der Neuzeit.

# SUNDAY-PICTORIAL

Der erste Trabant, mit dem Rußland durch seinen erfolgreichen Start die Welt in Erstaunen setzte, ist vielleicht die größte Nachricht, die die Erde je vernommen hat. Die Tore zum Weltraum sind offen. Hinter der Schwelle befinden sich die Geheimnisse der Milchstraße.

Aber über dem Tor weht die rote Fahne.

## Der rote Mond

Viele Tausende haben ihn mit eigenen Augen gesehen, den ersten von Menschenhand geschaffenen Mond, der unsere Erde 92 Tage lang umkreiste und dabei 60 Millionen km zurücklegte, ehe er in dichtere Schichten der Atmosphäre geriet und verbrannte. 60 Millionen km, das sind immerhin eineinhalb tausend Erdumfänge oder vierhundertfünfzigmal die Entfernung Erde-Mond. Und drei Monate waren eine überraschend lange Lebensdauer. Fachleute hatten sie zunächst nur mit etwa zwei Wochen vorausgesagt. Inzwischen sind wir aber durch die Sputniks besser über die Dichte der oberen Atmosphäreschichten und den Zustand des Weltraums unterrichtet – eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Experimente!

Ein Mond mit einer Aluminiumhülle. Genauer gesagt mit einem dünnen Überzug aus irgendeiner Speziallegierung, in der hauptsächlich Aluminium vertreten war. Seine Oberfläche war durch eine Spezialbearbeitung so präpariert worden, daß er ungefähr 90 Prozent des Lichtes, das er von der Sonne empfing, reflektieren konnte. Denn der Satellit war auf seinem Weg durch das All ständigen Temperaturschwankungen ausgesetzt, Schwankungen, wie sie in irdischen Bereichen nicht vorkommen. In etwas mehr als eineinhalb Stunden umkreiste er einmal unseren Erdball. In etwas mehr als eineinhalb Stunden war er also auch den Temperaturschwankungen ausgesetzt, die zwischen ungehinderter Sonnenbestrahlung und Erdschatten eintreten und die einige hundert Grad betragen.

Trotz dieser Temperaturschwankungen sollten aber die eingebauten Meßapparaturen noch präzise funktionieren. Die Reflektion der Sonnenstrahlen allein konnte das nicht gewährleisten. Eine Füllung aus Stickstoffgas im Inneren des Satelliten, durch besondere Einrichtungen dazu gezwungen, ständig zu zirkulieren, sorgte für einen ausreichenden Ausgleich der Temperaturen.

Aus dem Satelliten ragten hinten vier Antennen heraus, zwei je 2,4 m lang, die beiden anderen 2,9 m lang. Aber was heißt im Weltraum hinten? Vorn und hinten, oben und unten sind Begriffe, die unseren gewohnten irdischen Verhältnissen entstammen; sie sind an feste Beziehungspunkte, an Schwerfeld und ähnliche Gegebenheiten gebunden.

Über seine Antennen sendete Sputnik 1 drei Wochen lang Signale aus dem Weltall, jene Signale, die wohl jeder Mensch einmal über den Rundfunk oder im Kino gehört hat.

Auf Tonbänder aufgenommen, dienen diese konservierten „kosmischen Morsezeichen“ als umfangreiche Informationsquelle über die Ergebnisse der Messungen, die der Sputnik vorgenommen hat. Dabei liefen mehrere Angabenreihen des künstlichen Mondes gleichzeitig über einen Sender. Sie aus dem Gezirp wieder zu den einzelnen Fäden zu entwirren ist eine Wissenschaft für sich. Aus den Zeichen dann die darin verschlüsselten vielfältigen Folgerungen herauszulesen – das erfordert schon überragende Anstrengungen und Methoden. Noch Monate nach dem Verstummen der Sender, deren Batterien nach drei Wochen erschöpft waren, dauerte die Auswertung der Meßergebnisse an.

## Die kosmische Hundehütte

Noch stand die Welt im Banne des ersten Sputnik, da tauchte am Himmel der zweite auf. Und wieder war es ein sowjetischer.

Der neue Satellit war aber nicht nur eine Zweitausgabe des ersten. Er war keine Kugel, sondern bestand aus der letzten Stufe einer Mehrstufenrakete, deren Leistung die der ersten Satellitenrakete noch weit überbot; denn der zweite rote Mond wog mehr als zehn Zentner, genau 508,3 kg! Und er trug außer einer Fülle von Meßgeräten das erste Lebewesen ins All: die Polarhündin Laika, deren Name genauso in die Geschichte eingehen wird wie dieser 3. November 1957, an dem Sputnik II sich aufmachte, seinem älteren, aber kleineren Bruder Gesellschaft zu leisten.



### TASS-Mitteilung

In Einklang mit dem Programm des Internationalen Geophysikalischen Jahres zur wissenschaftlichen Erforschung der oberen Schichten der Atmosphäre sowie zum Studium der physischen Prozesse und Lebensbedingungen im kosmischen Raum hat die Sowjetunion am 3. November einen zweiten Sputnik gestartet.

Der zweite künstliche Trabant, der in der Sowjetunion entwickelt wurde, besteht aus der letzten Stufe einer Trägerrakete und enthält wissenschaftliche Apparaturen. An Bord des zweiten Sputnik befinden sich:

eine Apparatur zur Erforschung der Sonnenstrahlen im Bereich der

Ultrakurzwellen, der ultravioletten und der Röntgenstrahlen des Spektrums;

eine Apparatur zum Studium der kosmischen Strahlen;

eine Apparatur zum Studium der Temperatur und des Druckes;

ein hermetisch geschlossener Behälter mit einem Versuchstier (Hund), mit einem System zur Konditionierung der Luft, einem Nahrungsvorrat und Geräten zur Untersuchung der Lebenstätigkeit unter den Bedingungen des kosmischen Raumes;

eine Meßapparatur für die Weiterleitung der wissenschaftlichen Angaben auf die Erde;

zwei Sendergeräte, die auf den Frequenzen 40,002 und 20,005 arbeiten (7,5 und 15 m Wellenlänge);

die notwendigen Energiequellen.

Nach den Beobachtungen kreist der Sputnik mit einer Geschwindigkeit von 8000 Metern pro Sekunde auf seiner Bahn.

Entsprechend den Berechnungen, die durch direkte Beobachtungen vervollständigt werden, beträgt die maximale Entfernung des Sputnik von der Erdoberfläche 1500 Kilometer; die Zeit einer vollständigen Erdumkreisung beträgt eine Stunde, 42 Minuten; der Neigungswinkel der Bahn des Sputnik zur Ebene des Äquators entspricht annähernd 65 Grad.

Nach den Messungsergebnissen, die vom Sputnik eintreffen, funktionieren die wissenschaftlichen Apparaturen, und die Kontrolle über die Lebenstätigkeit des Hundes verläuft normal.

Die Signale des Sendergerätes des Sputnik auf der Frequenz von 20,005 Megahertz gleichen Telegrafenzeichen mit einer Länge von 0,3 Sekunden und mit Pausen von gleicher Dauer. Die Sendeanlage auf der Frequenz von 40,002 Megahertz arbeitet ständig.

Durch den erfolgreichen Abschluß eines zweiten Erdtrabanten mit verschiedenen wissenschaftlichen Apparaturen und einem Versuchstier vertiefen die sowjetischen Wissenschaftler die Erforschung des kosmischen Raumes und der oberen Schichten der Atmosphäre. Bisher unbekannte Naturerscheinungen, die sich im Kosmos abspielen, werden dem Menschen dadurch besser zugänglich.

Die Kollektive der wissenschaftlichen Forschungsinstitute, der Konstruktionsbüros und der Industriebetriebe, die den zweiten sowjetischen Erdtrabanten geschaffen haben, widmeten ihre Arbeit dem 40. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution.

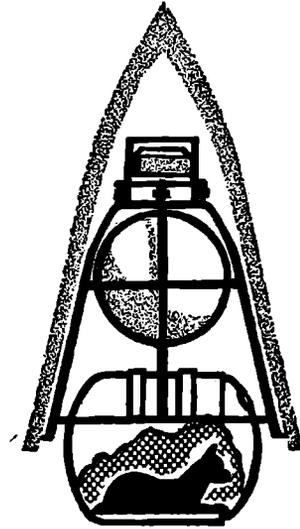
# DIE WELT

Sie schleppten 86 Kilogramm in den Weltraum. Aber wir glaubten an einen Kommafehler. Jetzt werfen sie eine halbe Tonne in den Himmel. Und nun sagen wir: „Unglaublich!“

Es erscheint auch fast wie ein Märchen. Gestern noch war die Weltraumfahrt für die meisten Menschen eine Utopie, ein Thema lediglich für phantastische Zukunftsromane. Und nun raste über unsere Köpfe Laika hinweg, im Kosmos das erste Lebewesen höherer Ordnung, von dessen Existenz wir wissen – so

#### **Schema der „fliegenden Hundehütte“**

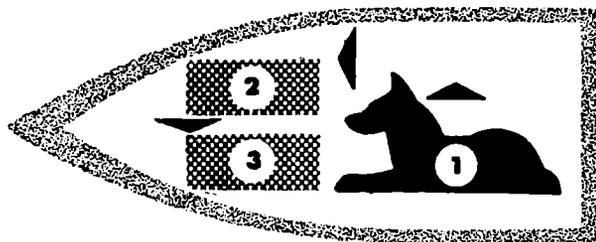
*Im Kopf der letzten Stufe der Rakete, die den zweiten Sputnik in die Kreisbahn brachte, waren Meßgeräte und Sender untergebracht. Dahinter befand sich der Raum für die Hündin Laika.*



gar genau alles wissen; denn es stammt von der Erde. Jetzt noch über Paris, eine Minute später schon über London; von Kiew nach Bagdad in sechs Minuten, in drei Minuten von Bukarest nach Moskau, in knapp eindreiviertel Stunden rund um den ganzen weiten Erdball!

Sieben Tage brachte Laika in ihrer kosmischen Hundehütte zu, um uns Aufschlüsse über eine ganze Reihe von Fragen zu geben, die geklärt werden müssen, ehe der Mensch sich selber ins All wagen kann. Es werden noch viele Tierversuche ablaufen müssen, ehe feststeht, ob und wie der Mensch den Anforderungen, den Strapazen der Weltraumfahrt gewachsen ist und wie man die Gefahren, die auf ihn lauern, so weit einschränken kann, daß der Weltraumflug kein größeres Risiko in sich birgt als der interkontinentale Luftverkehr.

Fünf Kilogramm wog Laika, mit irdischen Maßen gemessen oder, besser gesagt, hat sie gewogen. Doch schon beim Start veränderte sich ihr Gewicht. Die große Beschleunigung, der sie beim Start der Rakete und in den ersten Minuten des Fluges ausgesetzt war, hat ihr gewiß ein mindestens zehnmals höheres Gewicht verliehen; denn 10 g ist eine Beschleunigung, unter der die Raketen kaum bleiben dürften und die selbst Menschen, die allerdings speziell ausgewählt und trainiert sind, durchaus vertragen. Als Laika dann in der Kreisbahn war und die vermutlich dritte Stufe – die für das siebentägige Experiment ihre Wohnung war, Wohnung und ehrenvolle Grabstätte zugleich – antriebslos



über Meere und Kontinente dahinflog, da hatte sie kein Gewicht mehr, weil in diesem Zustand alle Dinge ihr Gewicht verlieren.

Aber die Signale, die die Erde erreichten, meldeten, daß Laika alles gut

### Signale aus dem All



1 Die Meßergebnisse (Temperatur, Herzschlag, Atemtätigkeit) werden

2 in elektrische Impulse umgewandelt, moduliert und dann  
3 in den Sender gegeben und in bestimmter Reihenfolge zur Erde gefunkt.

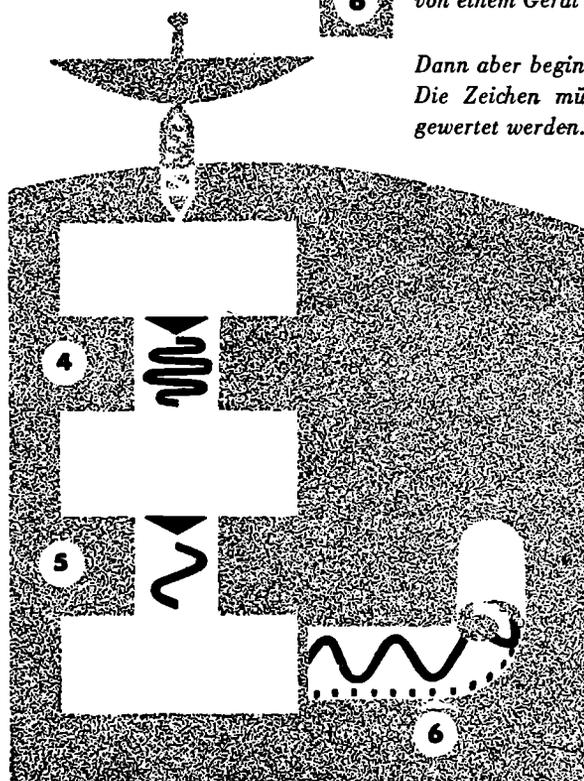
4 Die empfangenen Funkzeichen werden

5 in einem Verstärker noch einmal verstärkt und

6 von einem Gerät aufgezeichnet.

Dann aber beginnt der schwierigste Teil der Arbeit:

Die Zeichen müssen entschlüsselt und die Meldungen ausgewertet werden.



überstanden hatte, den Start und den Flug im schwerelosen Zustand. Herztätigkeit und Atmung waren nach dem Antriebsflug wieder ganz normal. Laika verhielt sich ruhig. Monatelang war sie auf dieses Ereignis vorbereitet worden. Sie war daran gewöhnt, lange Zeiten in einer engen Kabine zu liegen und dort auf bestimmte Zeichen hin ihre Nahrung zu sich zu nehmen. Diese Art von Gewöhnung ist bei Hunden am leichtesten zu erreichen. Deshalb war der erste Weltraumflieger auch ein Hund und kein Affe, von dem man vielleicht annehmen könnte, daß er sich am menschenähnlichsten verhalten würde. Nach den Pawlowschen Prinzipien war Laika darauf dressiert,

auf bestimmte Zeichen hin zu essen und zu trinken und sich so ihren Futtermittelvorrat unbewußt für den siebentägigen Versuch einzuteilen. Zweifellos kam ihr dabei zugute, daß sie von Natur aus phlegmatisch und ruhig war.

Viele Probleme galt es sicherlich zu lösen, um diesen Versuch starten zu können. Es mußte zum Beispiel genügend Atemluft mitgenommen werden. Es mußte dafür gesorgt werden, daß Laika nicht an den verbrauchten Luftresten erstickte. Es mußten Methoden gefunden werden, die auch die Exkremente daran hinderten, schwerelos in der engen Kabine umherzuschwirren.

Ein doppeltes Gehäuse umgab die Hündin, damit bei einem Zusammenstoß mit einem Meteoriten nicht die Atemluft schlagartig ausströmen konnte. Sicherlich war Laika auch angeschnallt, damit sie nicht die Leitungen beschädigen konnte, die Meßergebnisse, wie Herzschlag, Blutdruck und Atmung, zu den Geräten weiterleiteten, die sie dann in elektrische Impulse umwandelten und über die Sender zur Erde funkten.

Als die sieben Tage abgelaufen waren und die Sender des zweiten Sputnik verstummten, weil die Stromquellen erschöpft waren, wurde Laika, wie vorgesehen, eine Dosis Gift eingegeben, damit sie nicht einem langsamen Tod durch Erstickung oder Hunger ausgeliefert war.

Für Laika wird ein Ehrenmal errichtet werden, damit gewissermaßen all den vielen Tieren, die ihr Leben lassen mußten bei Versuchen, die dazu dienen, unser Leben zu schützen, zu erleichtern und zu verlängern. Selten wird von diesen Tieren gesprochen, und nur wenig weiß die Allgemeinheit über die großen Dienste, die sie uns leisten.

Fast ein halbes Jahr lang zog Sputnik 2 seine Bahn im All. Dabei legte er mehr als 100 Millionen km zurück. In den frühen Morgenstunden des 13. April tauchte er über der Karibischen See und den brasilianischen Urwäldern in dichtere Schichten der Erdatmosphäre ein und wurde durch die ungeheure Reibungswärme zerstört. Sechs Stunden vorher war er von Mitarbeitern des Observatoriums Potsdam zum letztenmal fotografiert worden.

Die Zerstörung künstlicher Erdtrabanten, deren Bahn sich nicht so beeinflussen läßt, daß sie unbeschädigt zur Erde zurückkehren können, tritt vermutlich in Höhen zwischen 150 und 170 km ein. Bisher hatte man angenommen, daß wie bei Meteoriten eine sofortige restlose Verbrennung der Satelliten stattfindet, ein künstlicher Mond also in seinem letzten Stadium wie eine „Sternschnuppe“ aufleuchtet. Nun scheinen neuere Beobachtungen diese Annahme zu widerlegen. So konnte in Potsdam am Abend des Tages, an dem Sputnik 2 sein Ende fand, eine satellitenähnliche Erscheinung beobachtet werden. Sie zeigte sich genau an der Stelle des westlichen Abendhimmels, an der Sputnik 2 hätte auftauchen müssen, wenn er noch existiert hätte. Vermutlich handelte es sich um einen Teil der „Kosmischen Hundehütte“.

Ähnliche Beobachtungen hatte der amerikanische Wissenschaftler Dr. Kraus nach der Zerstörung des ersten Sputnik gemacht, von dem er noch fünf Tage lang drei Bruchstücke beobachtet haben will.

Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, daß die künstlichen Monde nicht sofort verbrennen, sondern daß sie nur zerstört werden, daß Teile von ihnen den Weg zur Erde fortsetzen und erst dann verbrennen, wenn sie in noch tiefere Schichten der Atmosphäre eintauchen.

## Ein automatisches Himmelslaboratorium

# Berliner Zeitung

Freitag, 16. Mai 1958

## Riesen-Sputnik gestartet

Mit 1327 kg kreist der dritte sowjetische Erdsatellit / Allein die technische Ausrüstung wiegt rund eine Tonne  
Alle Welt hört seine Funksignale / In der Morgen- und der Abenddämmerung ist er mit bloßem Auge sichtbar

Die Nachrichtenagentur TASS teilt mit:

„Im Rahmen des Programms des Internationalen Geophysikalischen Jahres wurde in der Sowjetunion am 15. Mai 1958 der dritte künstliche Erdtrabant aufgelassen. Der Zweck des Starts des künstlichen Erdtrabanten ist die Durchführung wissenschaftlicher Erforschungen der oberen Schichten der Atmosphäre und des kosmischen Raumes.

Der Sputnik bewegt sich in einer Bahn, die eine Neigung von 65 Grad zur Äquatorebene hat. Nach den ersten Angaben ist die größte Entfernung auf der Umlaufbahn von der Erde 1880 km; die Umlaufzeit des Sputnik um die Erde beträgt 106 Minuten.

Der Sputnik trennte sich von der Trägerrakete, deren Flugbahn der des Sputnik nahe kommt.“ Der dritte Sputnik passierte am Donnerstag um 13.41 Uhr Moskauer Zeit das Gebiet der Stadt Moskau in Richtung von Südwesten nach Nordosten.

Der dritte sowjetische Sputnik hat die Form eines Kegels, dessen Grundfläche einen Durchmesser von 1,73 m hat und dessen Höhe ohne Berücksichtigung der Abmessungen der hervor-

tretenden Antennen 3,57 m beträgt. Das Gewicht des Sputnik beläuft sich auf 1327 kg, einschließlich des Gewichts der Apparatur für die wissenschaftlichen Forschungen, der Funkmeßgeräte und ihrer Antriebsquellen, die insgesamt 968 kg wiegen.

Der Sputnik ist mit einer Apparatur ausgerüstet, die es gestattet, auf der ganzen Bahn Forschungen auf folgenden Gebieten durchzuführen:

- Druck und Zusammensetzung der Atmosphäre in den oberen Schichten;
- Konzentration der positiven Ionen;
- Größe der elektrischen Ladung des Sputnik und die Spannungen des elektrostatistischen Feldes der Erde;
- Spannungen der Magnetfelder der Erde;
- Intensität der Korpuskularstrahlung der Sonne;
- Zusammensetzung und Veränderung der primären kosmischen Strahlungen, Verteilung der Photonen und der schweren Kerne in der kosmischen Strahlung;
- Mikrometeore;
- Temperaturen innerhalb und auf der Oberfläche des Sputnik.

Das vorgesehene Programm wird es gestatten, eine Reihe geophysikalischer und physikalischer Probleme mit Hilfe der durch den Sputnik in große Höhe getragenen Geräte zu untersuchen.

Zur Übertragung der Ergebnisse der wissenschaftlichen Beobachtungen zu den registrierenden Bodenstationen ist im Sputnik ein telemetrisches Mehrkanalsystem mit hohem Auflösungsvermögen eingebaut. Der Sputnik ist mit speziellen Sendeanlagen versehen, durch die die Koordinaten seiner Flugbahn gemessen werden können.

Um breiten wissenschaftlichen Kreisen der Welt die Beobachtung des dritten sowjetischen Erdsatelliten zu ermöglichen, ist dieser mit einer Funkstation ausgestattet, die ununterbrochen Funkzeichen von 150 bis 300 Millisekunden Dauer mit hoher Strahlungskapazität auf der Frequenz 20,005 Megahertz aussendet. Die wissenschaftlichen und radiotechnischen Geräte im Sputnik werden durch ein Gerät mit vorgeschriebenem Programm gesteuert. Außer einer elektrochemischen Stromquelle befinden sich in ihm Sonnenbatterien.

Die Temperaturregulierung, die für den normalen Betrieb der Bordapparate des Sputnik erforderlich ist, wird durch ein Wärmeregelsystem gewährleistet, das durch besondere Vorrichtungen die Koeffizienten der Oberflächenausstrahlung und der Rückstrahlung ändert. Die Beobachtung des Sputnik, der Empfang

wissenschaftlicher Informationen vom Sputnik und die Messung der Koordinaten seiner Flugbahn wird in eigens dafür geschaffenen wissenschaftlichen Stationen vorgenommen, die mit einer großen Anzahl radiotechnischer und optischer Geräte ausgestattet sind. Die von den Funkortungsstationen übermittelten Angaben über die Koordinaten des Sputnik werden automatisch umgeformt, an die astronomische Einheitszeit angeschlossen und über Verbindungslinien dem Koordinierungs- und Rechenzentrum zugeleitet. Die im Rechenzentrum von verschiedenen wissenschaftlichen Stationen eingehenden Meßergebnisse gelangen automatisch in schnell arbeitende Elektronenrechenmaschinen, die die Hauptparameter der Flugbahn des Sputnik bestimmen und die Ephemeriden berechnen. An den Beobachtungen des Sputnik sind zahlreiche optische Beobachtungsstationen, Sternwarten, Radioklubs und Radioamateure beteiligt.

Der Sputnik und die Trägerrakete werden in den Strahlen der auf- und der untergehenden Sonne zu sehen sein.

Der dritte sowjetische künstliche Erdsatellit — eine neue Etappe in der Verwirklichung großzügiger wissenschaftlicher Forschungen in den oberen Schichten der Atmosphäre und im kosmischen Raum — ist ein bedeutender Beitrag der sowjetischen Gelehrten zur Weltwissenschaft.

## The New York Times.

Der Start des dritten Sputnik durch die sowjetischen Wissenschaftler hat den Tag näher gebracht, da interplanetarische Raketen zum Mond starten werden, den Tag, da der Mensch in der Lage sein wird, endgültig den interplanetarischen Raum zu erforschen. Dieses Ereignis ist weiter ein neuer eindringlicher Beweis dafür, daß die USA es haben dahin kommen lassen, daß Rußland auf dem Gebiet der künstlichen Erdsatelliten einen gewaltigen Vorsprung vor Amerika hat.

# PRAWDA

Die großen Dimensionen des Sputnik und der hohe Grad seiner Automatisierung bringen die sowjetische Wissenschaft und Technik dem Bau von Weltraumschiffen näher.

Der erste Sputnik war der allererste Versuch, einen künstlichen Satelliten in die Kreisbahn zu bringen. Seine Ausrüstung war noch „bescheiden“, wenn er auch mehr als sechsmal so schwer war wie der vier Monate später gestartete amerikanische Explorer.

Der zweite Sputnik war der erste Satellit, der ein Lebewesen ins Weltall trug, gewissermaßen ein „Bio-Sputnik“. Sein Gewicht mutete geradezu unwahrscheinlich an: Er wog mehr als achtunddreißigmal soviel wie der Explorer 1, der zu diesem Zeitpunkt noch immer nicht gestartet werden konnte.

Der dritte Sputnik stellt das erste automatische Himmelslaboratorium dar, ausgerüstet mit einer erstaunlichen Fülle modernster Forschungsgeräte. Sein Gewicht macht annähernd das Hundertfache des ersten amerikanischen Satelliten aus. Konnte man den Explorer bequem unter den Arm klemmen – ganz zu schweigen von der später aufgelassenen Vanguard-Pampelmuse, die man mit ihren kaum drei Pfund beinah in die Hosentasche stecken kann –, so wiegt beim Sputnik 3 allein die Ausrüstung an Meßgeräten mehr als zwölf wohlbeleibte Männer. Und dabei sind die Meßgeräte und Sendeanlagen nach modernsten Methoden gebaut, wahre Wunderwerke an Präzision, die nur noch Bruchteile von Raum und Gewicht herkömmlicher Geräte beanspruchen.

Das Gewicht des dritten Sputnik hat endgültig bewiesen, daß die sowjetischen Forscher, abgesehen von vielen anderen technischen Überraschungen, völlig neue Raketenbrennstoffe entwickelt haben müssen. Denn selbst mit Koppelung von zwei Mehrstufenraketen, wie sie beim zweiten Sputnik noch angewandt wurde, hätte dieses gewaltige kosmische Laboratorium nicht in seine Bahn gebracht werden können. Die Schubkraft der Rakete, die Sputnik 3 ins All beförderte, hätte ausgereicht, um 1000 kg zum Mond zu bringen. Auch ein oder zwei Menschen hätten in dieser Rakete ins All gebracht werden können, mit ihnen ein größerer Lebensmittelvorrat und zusätzliche Geräte. „Es besteht kein Zweifel“, schrieb Prof. Dr. Dobronrawow, „daß man bei der heutigen schnellen Entwicklung der sowjetischen Raketentechnik den Start des ersten Raumschiffes zum Mond erwarten kann. Tatsächlich: Der sowjetische Sputnik 3 ist praktisch schon so ein kosmisches Raumschiff.“

Andere Wissenschaftler äußerten die Meinung, daß mit der Leistung der Trägerrakete des dritten Sputnik sogar Mars und Venus erreicht werden könnten – selbstverständlich mit unbemannten kleinen Körpern.

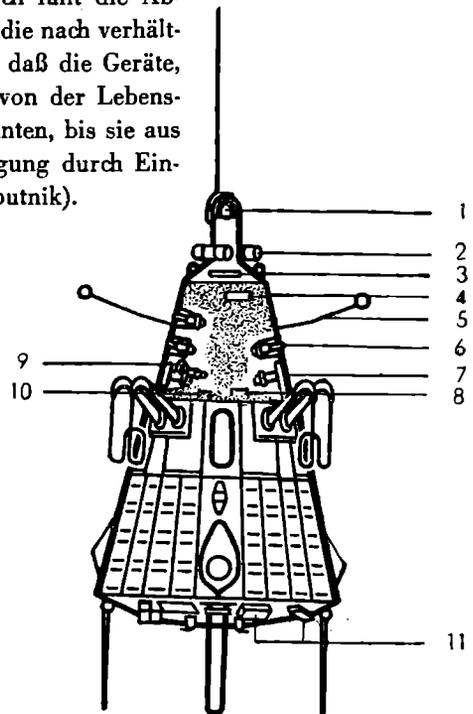
Sputnik 3 überraschte aber nicht nur durch sein phantastisches Gewicht, das, wie der „Daily Express“ schrieb, die britischen führenden Militärs völlig verwirrt hat – und nicht nur sie! –, sondern auch durch seine zahlreichen tech-

	<i>Sputnik 1</i>	<i>Sputnik 2</i>	<i>Sputnik 3</i>	<i>Explorer 1</i>	<i>Vanguard 1</i>
Datum	4. 10. 57	3. 11. 57	15. 5. 58	31. 1. 58	17. 3. 58
Form	 Kugel	 letzte Raketenstufe	 Kegel	 Geschoß	 Kugel
Gewicht	83,6 kg	508,3 kg	1327 kg	13,3 kg	1,4 kg
Entfernung, größte	925 km	1700 km	1880 km	2900 km	etwa 4000 km
„ kleinste	210 km	165 km	?	340 km	„ 640 km
Umlaufzeit	96,2 Min.	103,7 Min.	106 Min.	115,1 Min.	
Geschwindigkeit	28 800 km/std	28 800 km/std	mehr als 28 800 km/std	28 800 km/std	28 800 km/std
Bahnwinkel zum Äquator	ca. 65° NO	ca. 65° SO	ca. 65° NO	ca. 35° SO	ca. 35° SO

### Die ersten Satelliten

nischen Ausrüstungen. So wurde dieser Sputnik zum Beispiel mit „Sonnenbatterien“ ausgestattet, mit Halbleiterelementen, die Sonnenstrahlen in elektrischen Strom verwandeln. Dadurch fällt die Abhängigkeit von herkömmlichen Energiequellen fort, die nach verhältnismäßig kurzer Zeit erschöpft sind. Das bedeutet, daß die Geräte, einschließlich der Funkeinrichtungen, unabhängig von der Lebensdauer üblicher Stromquellen in Betrieb bleiben könnten, bis sie aus anderen Gründen ihre Arbeit einstellen (Beschädigung durch Einschläge, Versagen einzelner Teile, Zerstörung des Sputnik).

**Die Lage der Außengeräte von Sputnik 3:** 1. Magnetometer, 2. Fotoverstärker zum Registrieren der Korpuskularstrahlung der Sonne, 3. Sonnenbatterien, 4. Registriergerät für Photonen in den kosmischen Strahlen, 5. Magnet- und Ionisationsmanometer, 6. Ionenfänger, 7. elektrostatische Fluxmeter (zum Messen des magnetischen Flusses), 8. spektrometrisches Rohr, 9. Registriergerät für schwere Kerne in den kosmischen Strahlen, 10. Meßgerät für die Intensität der kosmischen Primärstrahlung, 11. Registriergerät für Mikrometeore. Die Elektronenblöcke der wissenschaftlichen Apparatur, die Radiomeßsysteme, die Programm- und Zeitanlage sowie die elektrochemischen Speisungsquellen liegen im Innern des Sputnik.



Außerordentlich interessant ist die Verwendung von neuen Kunststoffen. Mindestens 50 Prozent des Gewichtes der Meßgeräte entfallen auf Kunststoffe: Plaste, Kunstkautschuke und Silikone. Diese Kunststoffe sind nicht nur zweckentsprechender, sondern vor allen Dingen auch leichter als bisher angewandte Stoffe.

Einer der verwendeten Kunststoffe ist zum Beispiel die Plaste Teflon. Sie ist chemisch widerstandsfähiger als Gold und Platin. Nicht einmal eine Mischung von Salpeter- und Salzsäure, die Gold und Platin auflösen kann, vermag ihr etwas anzuhaben. Teflon ist nicht brennbar und behält bis zu 350°C seine Form. Auch tiefste Temperaturen schaden dieser Plaste nichts.

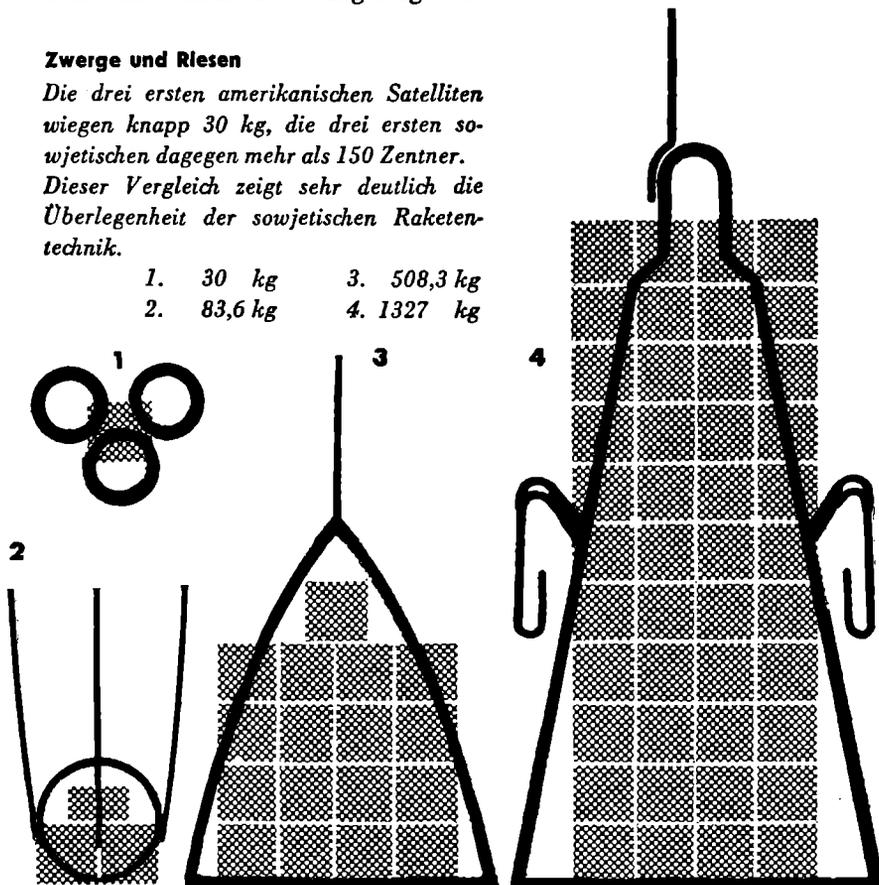
Eine andere Plaste, die den Sputnik bei Zusammenstoßen mit Meteoriten schützen soll, ist dauerhaft und fest wie Stahl, aber leichter als Holz. Schaumplasten und Glastextolit schützen zusammen mit anderen Einrichtungen die gegen Temperaturschwankungen empfindlichen Meßgeräte.

Die Fülle der Meßergebnisse wird gespeichert und jeweils bei Überfliegen der Bodenmeßstationen mit außerordentlicher Schnelligkeit zur Erde gesendet. Eine elektronische Steuerung sorgt für das einwandfreie Funktionieren der

#### Zwerge und Riesen

*Die drei ersten amerikanischen Satelliten wiegen knapp 30 kg, die drei ersten sowjetischen dagegen mehr als 150 Zentner. Dieser Vergleich zeigt sehr deutlich die Überlegenheit der sowjetischen Raketentechnik.*

- |    |         |    |          |
|----|---------|----|----------|
| 1. | 30 kg   | 3. | 508,3 kg |
| 2. | 83,6 kg | 4. | 1327 kg  |



## WELTRAUMKURSBUCH

*Gültig bis: 7. November, 6.07 Uhr*

*Sputnik 2 hat in den Morgenstunden des 6. November 40mal die Erde umkreist.*

*Sputnik 2 wird am MITTWOCH folgende Städte überfliegen:*

Warschau	5.56	Los Angeles	14.28	Buenos Aires	22.14
Moskau	5.58	London	14.49	San Franzisko	23.32
Tokio	6.16	Paris	14.50		
Feuerland	7.07	Wellington	15.50	<b>DONNERSTAG</b>	
London	7.39	Kapstadt	17.02	Bombay	0.48
Nanking und		Moresby	19.27	Jakutsk	1.01
Schanghai	8.00	Ottawa	20.02	Johannesburg	2.16
Archangelsk	9.32	New York	20.03	Graham-Land	3.42
Djakarta	9.57	Rio de Janeiro	20.25	Alexandria	4.18
Kabul	11.28	Manila	21.17	Freetown	5.54
Mexiko	12.42	Tokio	21.25	Wien	6.07
Oslo	13.02	Panama	21.58		

*Die Trägerrakete des ersten Erdsatelliten wird am Mittwoch und Donnerstag folgenden Weg einschlagen (Angaben nach MEZ):*

### MITTWOCH

Magadan	7.12
Feuerland	7.55
Graham-Land	9.34
Krasnorjarsk	10.18
Tscheljabinsk	11.50
Moskau	13.25
Wiljuisk	14.59

Leningrad	15.00
Glasgow	16.32
Oslo	16.34
Archangelsk	16.38
Melbourne	17.13
Reykjavik	19.44
Port Nelson	22.48

### DONNERSTAG

Fort Frazer	0.21
Dillingham	3.30
Ugolnaja	5.05

Meßgeräte, für das Speichern der Ergebnisse, für das Ein- und Ausschalten der Geräte und für die „programmmäßigen“ Sendungen zur Erde.

Es ist klar, daß gerade der Sputnik 3 einen gewaltigen Schritt vorwärts auf dem Weg ins All darstellt, den sein „kleinster Bruder“ wenig mehr als ein halbes Jahr vorher eröffnet hatte. Die vielfältigen Ergebnisse, die dieses erste automatische Himmelslaboratorium lieferte und noch liefert, sicherten in überraschend kurzer Zeit die Unterlagen, die für weitere Raumstarts benötigt werden.

### Auf himmlischen Bahnen

In jener Nacht, in der Sputnik I seine ersten Runden um die Erde drehte, versuchten amerikanische Beobachtungsstellen vergeblich, die Bahn des künstlichen Mondes zu errechnen. Das monatelang für die ausgebliebenen eigenen

Erfolge vorbereitete „Unternehmen Mondwacht“ wurde alarmiert, um völlig unerwartet einen „fremden“ Mond zu beobachten. In aller Eile wurden die Antennen des mit großem Aufwand errichteten Netzes von UKW-Stationen, die an der nordamerikanischen Ostküste und der südamerikanischen Westküste errichtet worden waren, gewissermaßen als eine Art Radiozaun, um die Signale des „Vanguard“-Satelliten zu empfangen, auf die Frequenzen des Sputnik umgestellt. Alle Meldungen wurden an das in Washington stationierte Mammut-Elektronengehirn weitergegeben, das mit einer Leistung von 41 800 Rechenoperationen je Sekunde die Daten auswerten und die Bahn bestimmen sollte.

Aber auch hier blieb der Erfolg aus. Alle Bemühungen, aus den Hunderten von Meldungen die Bahn des sowjetischen Satelliten zu bestimmen, schlugen fehl. „In jener Nacht“, schrieb das westdeutsche Nachrichtenorgan „Der Spiegel“ später lakonisch, „wurde den amerikanischen Wissenschaftlern eindringlich demonstriert, wie hilflos sie einem Feuerschlag interkontinentaler Raketen ausgesetzt wären, die ungleich schwerer zu orten sind als ein ständig Funkzeichen ausstrahlender Satellit.“

Im übrigen aber war der Sputnik fast vom ersten Augenblick an vom Netz der sowjetischen Beobachtungsstellen und ihrer Helfer in anderen Ländern erfaßt, da er seine vorgesehene Bahn mit großer Genauigkeit einschlug und dann – selbstverständlich eigentlich – auch beibehielt. Wenn die Brennkammer der letzten Stufe einer Satellitenrakete aufgehört hat, die Rakete zu beschleunigen, und wenn der Satellit, in seine Bahn gebracht, antriebslos die Erde umkreist, gehorcht er nicht mehr den automatischen Steuerungen. Ist er erst einmal in die Bahn gebracht worden, läßt sich nichts mehr ändern, nichts mehr rückgängig machen. „Umtausch ausgeschlossen!“ Bis dahin, wenn auch nur indirekt, noch in der Hand des Menschen, wird er nun zum selbständigen Himmelskörper, nur noch den Naturgesetzen unterworfen, denen alle Himmelskörper gehorchen müssen. Seine Geschwindigkeit und die Gravitation bestimmen in der Hauptsache seinen weiteren Weg, abgesehen von den Einflüssen der Medien, die ihn vielleicht umgeben, oder der Meteoriten, die ihn vielleicht treffen.

Ob aber ein Satellit tatsächlich in die Bahn kommt, die ihm bestimmt wurde, hängt von sehr vielen Dingen ab: vom einwandfreien Funktionieren der Brennkammern zum Beispiel, vom richtigen und erschütterungsfreien Lösen der ausgebrannten Stufen, vom rechtzeitigen Zünden der folgenden Stufen. Es hängt davon ab, ob der Brennschluß im richtigen, vorher berechneten Augenblick eintritt; ob die Brennstoffpumpen genau die richtige Menge Brennstoff und Oxydator in den richtigen Zeiträumen fördern; ob die äußerst komplizierten automatischen Steuerungsgeräte die Lage der Rakete richtig orten und sie trotz zahlreicher, teilweise unvorhersehbarer Beeinflussungen richtig steuern; ob die vielen Tausende von Einzelteilen funktionieren und den Anforderungen standhalten. Ein kleines, unscheinbares Ding mit

einem Handelswert von wenigen Pfennigen kann das Versagen eines Gerätes und damit die Vernichtung eines Kolosses herbeiführen, der Millionen kostete.

Wie schwierig das exakte Funktionieren eines so riesigen und komplizierten Ensembles von Teilen und Leistungen ist, wie es eine solche Raumrakete darstellt, zeigen folgende Tatsachen, die aus den USA, einem technisch ja nicht gerade rückständigen Lande, stammen:

Der Glenn-L.-Martin-Konzern, der für einen Teil des „Vanguard“-Projektes verantwortlich zeichnet, ließ verlautbaren, daß er hoffe, etwa bei jedem zwölften Start „eine brauchbare Umlaufbahn“ zu erreichen. Georges S. Trimble, der Vizepräsident dieses Unternehmens, sagte am Vorabend des ersten Fehlstarts der „Vanguard“: „Ich wäre nicht einmal erstaunt, wenn sie überhaupt nicht funktionieren würde. Wenn alle die zehntausend Teile, die versagen könnten, wirklich reibungslos funktionieren sollten, wäre das ein sehr beachtliches Ergebnis.“ Und der wissenschaftliche Leiter des Projektes, der amerikanische Raketenkonstrukteur Milton Rosen, beklagte sich: „Unsere Raketen sind launisch wie die Primaballerinen.“

Das zeigt, wie die Tatsache zu bewerten ist, daß die Sputnikstarts beim erstmalig geglückt sind und daß es vorher keine Fehlstarts gegeben hat.

Entscheidend für die Bahn, die ein künstlicher Himmelskörper beschreibt, sind:

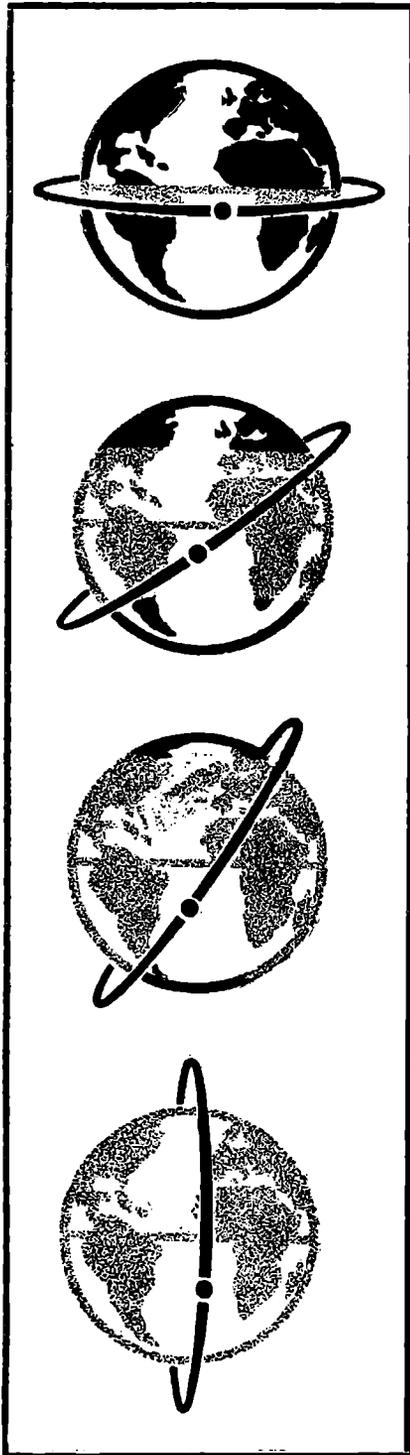
- die Geschwindigkeit, die ihm am Schluß des Antriebs endgültig erteilt wurde,
- die Richtung, in die er eingewiesen wurde
- und der Winkel seiner Bahn zum Äquator.

Man kann einer Rakete die Arbeit leichter oder auch schwerer machen, je nachdem, ob man sie in östlicher oder in westlicher Richtung abläßt, daß heißt nämlich: mit der oder gegen die Erdrotation. Wir erinnern uns: Am Äquator rotiert die Erde mit Überschallgeschwindigkeit um ihre eigene Achse. Nutzt man diese Geschwindigkeit für die Rakete aus, läßt man sie also in Richtung der Erddrehung auf, so bekommt sie die Rotationsgeschwindigkeit der Erde mit auf den Weg. Die günstigsten Startbedingungen für eine Satellitenrakete wären also:

eine Startrichtung genau nach Osten,  
ein Startplatz am Äquator und  
eine Flugbahn parallel zu ihm.

Die Projektion der Bahn des Satelliten auf die Erde würde dann mit dem Äquator übereinstimmen; der Winkel zwischen Bahn und Äquator wäre gleich Null. Je mehr die Bahn des Satelliten nach Norden oder Süden dreht, desto schwieriger wird die Aufgabe für die Trägerrakete.

Der Unterschied in den Bahnen der ersten sowjetischen und der ersten amerikanischen Satelliten zeigt auch in dieser Hinsicht sehr deutlich die unterschied-



liche Leistungsfähigkeit der Trägerraketen, die nicht nur in den verschiedenen Gewichten der Satelliten zum Ausdruck kommt, sondern auch in der Neigung der Bahnen zum Äquator. Die beiden ersten sowjetischen Satelliten wurden auf eine Bahn gebracht, die mit dem Erdäquator einen Winkel von ungefähr 65 Grad bildete. Der erste wurde in nordöstlicher, der zweite in südöstlicher Richtung aufgelassen. Sie wurden obendrein von Plätzen gestartet, die ziemlich weit nördlich liegen. Die beiden ersten amerikanischen Satelliten dagegen laufen auf Bahnen, die nur einen Winkel von annähernd 35 Grad mit dem Äquator bilden. Ihre Startplätze lagen mindestens um die Hälfte näher am Äquator.

Der Nachteil, daß der größere Bahnwinkel, bei gleicher Nutzlast, der Rakete eine höhere Schubkraft abverlangt, wird andererseits aufgewogen durch die Tatsache, daß der Satellit dafür einen größeren Teil der Erde überstreicht.

Natürlich kann ein Satellit nicht jede beliebige Bahn um die Erde ziehen. Er kann zum Beispiel nicht über den Wendekreisen umlaufen. Nach den von Kepler entdeckten Gesetzen muß der Mittelpunkt der Kreisbahn oder einer der Brennpunkte der elliptischen Bahn immer mit dem Erdmittelpunkt zusammenfallen.

Während ein Satellit unbeirrt seine ihm vorgeschriebene Reiseroute verfolgt, setzt auch die Erde ihren Weg durchs All fort. Auf ihrem Weg um die Sonne nimmt sie den Erdtrabanten mit, genauso wie den richtigen Mond. Die Bahn des künstlichen Mondes macht zwar die Reise um die Sonne mit, nicht aber jene Bewegung, die unsere Erde Tag für Tag um ihre eigene Achse vollführt. Während sich also die Satellitenbahn nicht zu verändern scheint – in Wirklichkeit verändert auch sie sich etwas infolge verschiedener Einflüsse –, dreht sich unter ihr

#### **Beispiel für Bahnen künstlicher Satelliten**

*Am einfachsten zu erreichen ist die Äquatorbahn; schwieriger ist eine Bahn, die mit dem Äquator einen Winkel von 35° bildet (Bahn der ersten amerikanischen Satelliten). Einen bedeutend größeren Aufwand an Raketenschubkraft erfordert die Bahn mit einem Winkel von 65° zum Äquator (Bahn der ersten sowjetischen Satelliten).*

*Am schwierigsten aber zu erreichen ist eine Bahn, die über die Pole führt.*

die Erde hinweg. So kommt es, daß der künstliche Mond bei jeder Runde andere Stellen des Äquators schneidet und andere Gebiete der Erde überfliegt. Kam er bei dieser Runde über Berlin, so überfliegt er bei der nächsten Runde eineinhalb Stunden später eine Stadt, die auf dem gleichen Breitengrad um rund 22 Längengrade weiter westlich liegt, also etwa Tipperary auf Irland. Denn bei einer Umlaufzeit von eineinhalb Stunden muß sich ja die Erde inzwischen um 22 Grad weitergedreht haben.

Je nach Umlaufzeit läßt sich also für den Mond relativ leicht berechnen, um wieviel Grad sich die Schnittpunkte seiner Bahn mit Äquator und Breitengrad bei jedem Umlauf westwärts verschieben.

Bei einer Bahn, die über die beiden Pole führt, also in einem Winkel von 90 Grad zum Äquator steht, würden in 24 Stunden alle Gebiete der Erde überflogen werden.

Gäbe es keine störenden Einflüsse, so würde jeder künstliche Mond zu einem ewigen Begleiter unserer Erde werden. Aber die Reste der Erdatmosphäre bremsen allmählich seine Geschwindigkeit und wirken damit auf die Bahn ein. Je geringer die Geschwindigkeit des Satelliten wird, desto kleiner wird der Durchmesser seiner Bahn, desto näher kommt er der Erde. Je näher er aber der Erde kommt, desto dichter wird die Erdatmosphäre und damit ihre bremsende Wirkung. Schließlich wird die Reibungswärme so groß, daß der Satellit wie eine Sternschnuppe aufglüht und verbrennt.

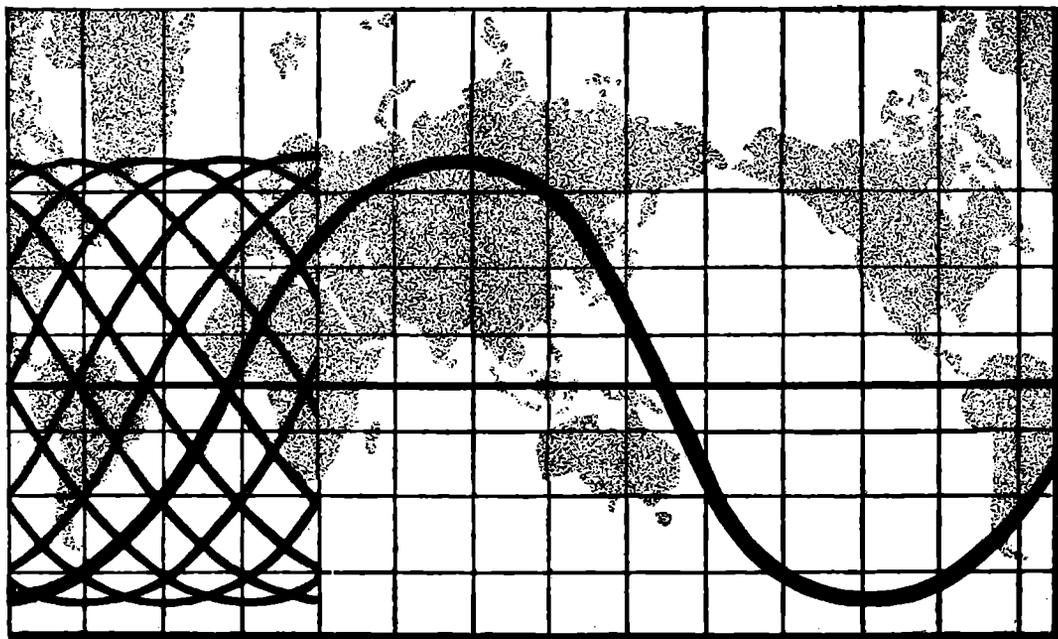
Aber nicht nur die noch vorhandenen Atome und Moleküle des „leeren“ Raumes verändern die Satellitenbahn, sondern auch die unterschiedliche Einwirkung der Erdgravitation, die durch die ungleichmäßige Massenverteilung im Erdkörper zustande kommt. Deshalb können ja die Bahnänderungen Auskunft über die Massenverteilung und über die wahre Gestalt der Erde geben.

Schließlich gibt es noch andere Störeinflüsse aus bisher unbekannter Ursache. Derartige Bahnstörungen treten bei allen Planeten unserer Sonne auf. Auch der Mond

#### **Auf himmlischen Bahnen**

*Jedesmal, wenn der Satellit sich einmal um die Erde bewegt, dreht sich die Erde unter ihm ein Stückchen weiter, so daß er bei jedem Umlauf eine andere Stelle des Äquators schneidet und andere Gebiete der Erde überfliegt . . .*





*... projiziert man diese Bahn für den Verlauf eines Tages auf eine Weltkarte, so ergibt sich ein auf den ersten Blick verwirrendes Netz.*

wird durch Einflüsse, die zum Teil noch nicht erforscht sind, in seiner Bahn gestört. Allerdings sind diese Störungen sehr geringfügig; wir brauchen also keine Angst zu haben, daß er eines unschönen Tages auf die Erde herunterfallen könnte. Im übrigen gehört, nebenbei gesagt, die Bewegung des Mondes um die Erde zu den kompliziertesten Exempeln der Himmelsmechanik. Auch in dieser Hinsicht dürften die Kunstmonde interessante Aufschlüsse liefern.

## **Geheimnisvolle Raketen**

Was aber die Fachleute in aller Welt an dem Start der Erdtrabanten am meisten verblüffte, war ihr außerordentlich großes Gewicht. Es erschien fast unglaublich, daß es gelang, sie in so große Höhen zu transportieren und ihnen ihre Bahngeschwindigkeit zu verleihen.

War schon die Meldung vom ersten erfolgreichen Start einer interkontinentalen Rakete in der Sowjetunion sensationell – sie hatte am 26. August 1957 mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von mehr als 24 000 km/st eine Gipfelhöhe von 1280 km erreicht –, so bewies der gigantische Kraftakt der Sputnikraketen endgültig die enorme Leistungsfähigkeit der sowjetischen Großraketen. Bereits die erste Sputnik-Rakete muß eine Schubkraft von ungefähr

100 t gehabt haben. Eine Leistung, die weit über den Potenzen der amerikanischen „Vanguard“-Rakete liegt, deren Schubkraft mit 12,5 t angegeben worden ist. Selbst wenn sie beim Start des „Vanguard-I“-Satelliten größer gewesen sein sollte, hat sie doch auf keinen Fall mehr als ein Viertel der Schubkraft der sowjetischen Rakete erreicht. Die Trägerraketen der folgenden Sputniks bewiesen, daß sich dieses Kräfteverhältnis inzwischen noch weiter – und zwar radikal – zugunsten der sowjetischen Raketentechnik verschoben hat. Das Geheimnis der sowjetischen Raketen dürfte vorläufig nicht gelüftet werden, jedenfalls nicht, solange Raketen militärische Bedeutung besitzen. Daß neue, bisher unbekannte Wege beschritten wurden, zeigte auch der am 21. Februar 1958 aufgestellte Höhenrekord einer Einstufenrakete. Sie erreichte eine Höhe von 475 km und das mit einer Nutzlast, die aus wissenschaftlichen Apparaturen mit einem Gesamtgewicht von 1520 kg bestand.

Um diese Leistung richtig einschätzen zu können, muß man wissen, daß die amerikanische „Viking II“ mit 315 kg Nutzlast etwa 250 km Höhe erreichte und daß die gleichfalls amerikanische „Aerobee“ diese Leistung nur mit 12 km überbot. Der absolute Höhenrekord lag vermutlich bis zum Start der ersten Interkontinentalrakete der Sowjetunion bei 405 km; er wurde 1949 von der Zweistufenrakete „Bumper“ aufgestellt. Dabei handelte es sich um eine aus erbeuteten Beständen der faschistischen Wehrmacht stammende V 2, auch A 4 genannt (Aggregat 4), und einer „WAC-Corporal“, die auf die V 2 aufgesetzt worden war. Die sowjetische Forschungsrakete aber, das muß man noch einmal betonen, war eine Einstufenrakete!

Was steckt hinter dem Geheimnis der sowjetischen Raketen? Neue Brennstoffe? Neue Brennkammermaterialien? Neue Steuerungsmechanismen? Und was noch alles an neuen Lösungen alter Probleme?

## **Viel Lärm um „Vanguard“**

„Unter einem ohrenbetäubenden Getöse, das zusammengesetzt scheint aus dem Heulen eines Orkans, den Explosionsstößen einer nie enden wollenden Sprengung und dem Brüllen eines wilden, unbekanntes Tieres, entströmt der blitzenden Rakete ein Feuerstrahl, der sich selbst neben der gleißenden Sonne des Himmels von Florida behaupten kann. Wie ohnmächtige Schachfiguren sehen die Menschen aus, die – von einer respektablem Entfernung her – diesen über 20 m hohen Bleistift betrachten. Noch ist er der Erde verhaftet, läuft sein Motor nicht auf Volltours; aber nicht mehr lange, und er wird sich erheben, um eine neue Seite im Tagebuch der Menschheit mit feurigen Lettern zu beschreiben.“

So zu lesen in dem Buch von Werner Büdeler „Projekt Vorhut“. Und einige Zeilen weiter heißt es: „Noch einmal schwillt das Dröhnen der Rakete an, und dann erhebt sie sich von dem kleinen Cap Canaveral. Es ist dies ein Land-

So steht es wirklich um die westliche „Überlegenheit“:



### **Spütnik mußte wieder unten bleiben**

Ein seit längerer Zeit intensiv vorbereiteter zweiter Versuch, mit einer „Vanguard“-Rakete einen amerikanischen künstlichen Erdsatelliten in den Welt- raum zu schießen, wurde in den Abendstunden des Sonntag wegen „widriger Umstände“ von der USA-Marine verschoben. Laut AP wurden als Gründe für den Abbruch der Vorbereitungen offiziell „ungewöhnlich ausgiebige Regenfälle, die Schwierigkeiten im elektrischen Leitungssystem verursachten“, ferner eine „Verschlechterung der Wetterbedingungen“ über dem Versuchsgelände von Cap Canaveral und „eine Reihe von Schwierigkeiten“ – unter anderem mit dem Treibstoff – angegeben. Die Vorbereitungen sollen „möglicherweise“ in einigen Tagen wieder aufgenommen werden.

Noch am Sonntagabend hatte in Washington Senator Kefauver – Mitglied des für Raketen und Satelliten zuständigen Senats-Unterausschusses – den Start eines amerikanischen Sputnik „binnen weniger Stunden“ angekündigt. Am 6. Dezember vergangenen Jahres war jene „Vanguard“-Rakete, die den ersten USA-Satelliten in den Weltraum bringen sollte, bereits auf der Abschußrampe explodiert.

strich, der dem östlichen Florida vorgelagert ist und von dem – so unbekannt er bisher war – nun sicher bald die ganze Menschheit spricht, wird doch hier gerade in diesem Augenblick Weltgeschichte gemacht.“

So und so ähnlich war es seit dem 29. Juli 1955 immer wieder in westlichen Publikationen zu lesen. An diesem Tag nämlich erklärte der Pressesekretär Präsident Eisenhowers, Mr. James C. Hagerty, vor einer Pressekonferenz im Weißen Haus in Washington, daß die Vereinigten Staaten von Amerika beab-

sichtigen, mehrere künstliche Erdsatelliten ins All zu entsenden. „Vanguard“ – „Vorhut“ also, wie bereits das Projekt bescheiden getauft wurde – entzündete die Phantasie aller gläubigen Abendländer, für die bekanntlich die Überlegenheit der USA selbstverständlich ist, repräsentiert von so großen Männern wie Henry Ford, Elvis Presley und – bei den Raketen – Wernher von Braun.

Von Cap Canaveral sprach allerdings eines Tages die ganze Welt. Jedoch nicht deswegen, weil dort „Weltgeschichte gemacht“ wurde, sondern weil dort eine der fettesten Reklameenten mit weltweitem Getöse platzte.

Der erste Erdsatellit startete nämlich nicht auf Cap Canaveral, sondern in der Sowjetunion. Ebenso der zweite. Cap Canaveral aber wurde der Schauplatz einer ganzen Serie enttäuschender Fehlstarts von Raketen, deren Meßköpfe alle weit bescheidener als selbst der kleinste Sputnik waren.

Aus dem „Vanguard“-Satelliten, der ursprünglich einmal 50 kg wiegen sollte, wurde eine immer kleinere und leichtere Kugel. Schließlich blieb nur eine „Pampelmuse“ übrig, wie die amerikanische Presse selbst ironisch mitteilte.

# Junge Welt

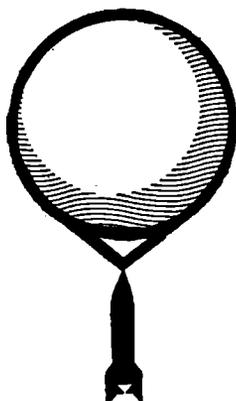
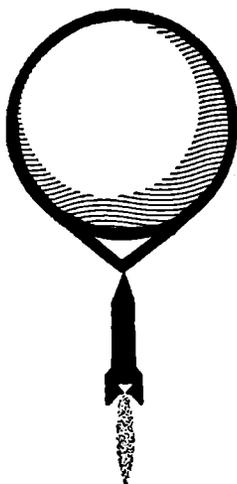
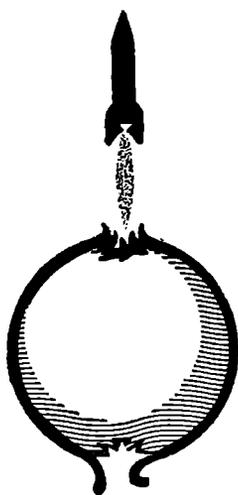
## **Amis suchen Hilfe bei „Jupiter“ Vier Spätnik-Starts in einer Woche gescheitert**

New York (JW/ADN). Auf dem amerikanischen Raketenversuchsgelände von Kap Canaveral in Florida sind in der letzten Woche vier Versuche gescheitert, mit der „Vanguard“-Rakete den amerikanischen Spätnik hochzuschießen, berichtet am Dienstag der Korrespondent des Londoner „Daily Telegraph“. Im Bericht heißt es, die vier mißlungenen Versuche seien ein „unangenehmes, enttäuschendes Erlebnis“ gewesen. Zweimal habe es so ausgesehen, als werde sich die Rakete mit ihrem kleinen Satelliten – gerade etwas größer als ein Kricketball – vom Boden erheben. Inzwischen ist die „Vanguard“-Rakete auf dem Versuchsgelände abgebaut worden. Jetzt soll eine „Jupiter-C“-Rakete den Spätnik auf seine Bahn bringen.

Ganze 1,4 kg sollte sie noch wiegen, kaum noch in der Lage, wissenschaftliche Meßapparaturen in sich aufzunehmen.

Jetzt ging es um den letzten Rest Ansehen. Die sachlichen Daten wurden immer bescheidener, das Reklamegeschrei immer lauter. Die Propaganda wurde wichtiger als die Wissenschaft und überspielte sie völlig.

Trotzdem aber klappte es nicht.



Fehlstart auf Fehlstart wurde von Cap Canaveral gemeldet. So wie der Name „Sputnik“ in der ganzen Welt ein Begriff wurde, so wurde der Name „Spätник“ zum Symbol für die weltweite Blamage der allzu siegessicheren amerikanischen Propaganda, die immer mehr in eine Kraftmeierei ausgeartet war. Die Quittung der Weltöffentlichkeit ließ nicht auf sich warten; wer den Schaden hatte, brauchte für den Spott nicht zu sorgen.

Daß die USA viel Popularität im eigenen Lager besitzen, konnte man nicht behaupten. Die Spottnamen „Pampelmuse“, „Spätник“ und „Kaputtник“ für den amerikanischen Satelliten zum Beispiel wurden nicht von Journalisten und Politikern unseres Lagers geprägt, sondern vom Volksmund in der westlichen Welt, und sie verbreiteten sich mit Windeseile.

Die Blamage hätte nicht so groß und so gründlich zu sein brauchen, wenn gewisse Leute nicht den Mund so voll genommen und die Leistungen der sowjetischen Technik nicht so selbstherrlich unterschätzt hätten.

So wurde also nichts aus dem „Projekt Vorhut“, das unabwendbar in ein „Projekt Nachhut“ verwandelt wurde, wenn auch die offiziellen Stellen der USA unverständlicherweise bei dem durch nichts mehr gerechtfertigten Namen blieben.

Nichts vermochte von diesem betrüblichen Sachverhalt abzulenken, auch nicht die beiden bereits im Oktober 1957, zwölf und siebzehn Tage nach dem ersten Sputnikstart, veranstalteten Ablenkungsmanöver.

Das erstmal handelte es sich um eine einfache Einstufenrakete, die in eine Höhe von nur 80 km hochgejagt wurde und dort eine Handvoll Aluminiumkugeln abschoß. Welchen wissenschaftlichen Nutzen dieses „Experiment“ haben sollte,

#### **Starthilfe für Raketen**

*„Unternehmen Fair Side“*

*Ein riesiger Plastikballon trug ein Raketenbündel in 30 Kilometer Höhe. Die gezündeten Raketen starteten durch den Ballon hindurch ins Weltall.*

ist beim besten Willen nicht einzusehen, auch wenn es in der amtlichen Verlautbarung hieß: „Mindestens zwei der Kugeln sind nicht zur Erde zurückgekehrt.“ Wer will das beweisen? Und wenn es stimmt: Was sollen zwei grammschwere Aluminiumkugeln im Weltall?

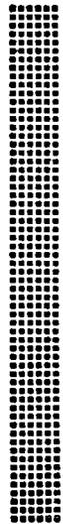
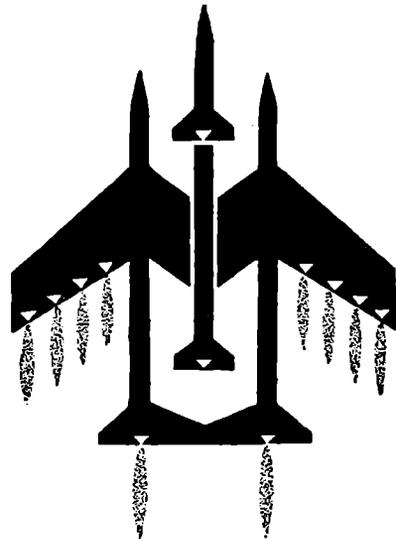
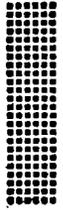
Das zweite Unternehmen war nicht weniger nutzlos. „Unternehmen Faire Side“ (Rückseite) wurde es genannt, und es ist nicht ganz klar, was für eine Rückseite gemeint ist. Es wird vermutet, daß es sich um die unbekannte Rückseite des Mondes handelt, deren Erforschung eine der verlockendsten Aufgaben ist, die sich die Astronauten bereits für die nächste Zukunft gestellt haben. Wenn diese Vermutung stimmt, dann stellt das „Unternehmen Faire Side“, so wie es tatsächlich ablief, allerdings nur noch einen kläglichen Rest vormals kühner Pläne dar. An einem riesigen Plastikballon wurde ein Bündel von vier Pulverraketen in 30 km Höhe getragen und dort entzündet. Mit dieser Starthilfe wurde ein neuer, allerdings auch fragwürdiger Höhenrekord aufgestellt. Die Angaben über die erreichten Höhen schwanken zwischen 4400 und 6500 km. Gleichzeitig aber gaben amerikanische Raketenexperten bekannt, daß die Rakete, die den Sputnik in die Höhe getragen hatte, ohne diese Last, dafür aber mit einer weiteren Raketenstufe ausgerüstet, bequem den Mond hätte erreichen können.

Bloße Höhenrekorde und das Verschießen von Aluminiumschrot sind keine ernsthaften Ziele für die wissenschaftliche Forschung. Als Verzweiflungstaten enttäuschter Rekordrenommierer dagegen sind sie wenigstens psychologisch verständlich.

Die „Jupiter C“, von der Gruppe Wernher von Brauns im Auftrage der USA-Armee konstruiert, brachte dann schließlich am 31. Januar 1958 den

#### **Und so sieht ein sowjetisches Projekt aus:**

*Eine Mehrstufenrakete wird von einem gewaltigen Raketenungetüm, einer Doppelrumpfrakete, in die Höhe getragen und dort gezündet. Wird so der erste Flug zum Mond seinen Anfang nehmen?*



amerikanischen Trabanten ins All. Es war nicht der kugelförmige „Vanguard“-Satellit, sondern ein geschoßähnlicher Körper, der auf die letzte Raketenstufe aufgesetzt war. Er wurde „Explorer 1“ (Entdecker) genannt. Sein Bruder „Explorer 2“ verschwand nach dem Start spurlos.

Acht Wochen später, am 27. 3. 1958, gelang der erste Vanguard-Start, der im Rahmen des Entwicklungsprogramms der USA-Marine stattfand.

Die etwa 22 m lange, sehr schlanke Dreistufenrakete, zwei Stufen nach dem Prinzip der Flüssigkeitsrakete, die letzte als Pulverrakete gebaut, trug den knapp 1,4 kg schweren Satelliten in seine Bahn. Wie sich später herausstellte, weichen die tatsächlichen Bahnelemente allerdings stark von den vorausgerechneten ab.

In den Jubel, der unter dem blauen Himmel Floridas ausbrach, als Brauns „Jupiter C“ beinahe fahrplanmäßig in die Kreisbahn einlenkte und als Vorhut-Spätnik seine für ihn gar nicht vorgesehene Bahn beschrieb, mischte sich als Wermutstropfen die Tatsache, daß Größe und Masse der beiden USA-Satelliten weit hinter denen der sowjetischen zurückgeblieben waren. Eine Tatsache, die nicht nur die Ausrüstung der Trabanten mit wissenschaftlichen Geräten einschränkte, sondern in erster Linie den nicht zu widerlegenden Beweis für die außerordentliche Überlegenheit der sowjetischen Raketen lieferte. Denn der Bau von Satelliten beliebiger Größe ist kein allzu schwieriges Problem. Auf die Raketen, die sie hochtragen sollen, und auf ihre Schubkraft kommt es an!

**III.**

**wenn wir den sternenn  
näher rücken . . .**

**und unser ist das himmelreich**

*Man kann den Weltraumflug  
nicht mit der Luftfahrt vergleichen.  
Luftfahrt ist eine Spielerei im Verhältnis zum Weltraumflug.  
Doch wie gewaltig  
wird dafür das Gewonnene sein!  
Die Eroberung des Sonnensystems  
wird nicht nur Energie und Leben spenden,  
die zweimilliardenmal reicher sind als Energie und Leben der Erde,  
sondern auch unermessliche Weiten auf tun.*

*Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski*

# menschen im weltall

## Der dritte Schritt

Der erste Schritt – das war die Entdeckung der Erdoberfläche, ihrer Weiten, ihrer bunten Vielgestaltigkeit, der Länder und Meere also, und ihrer Durchdringung. Ein Prozeß, der Jahrhunderttausende währte und nun in unseren Tagen seinen Abschluß findet.

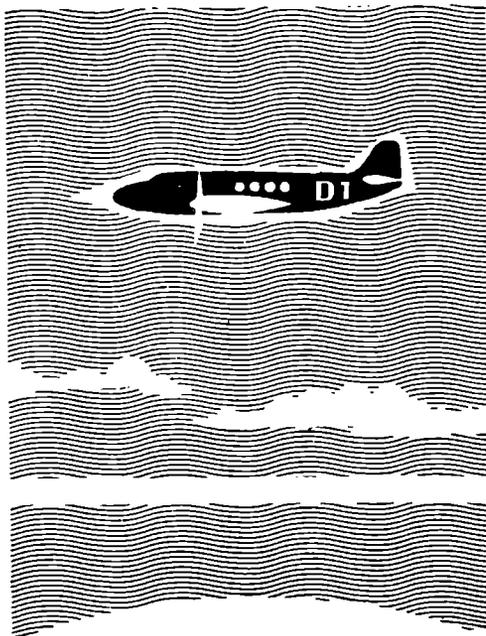
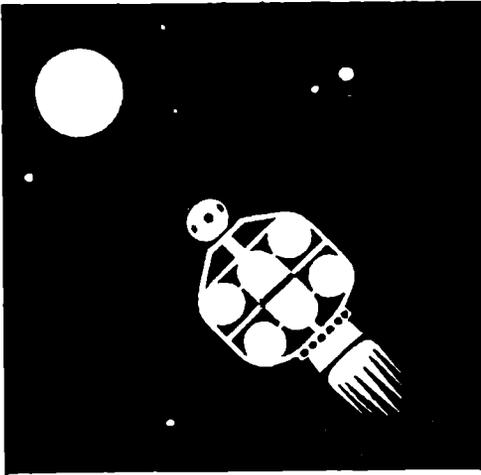
Der zweite Schritt erhob den Menschen über den Boden empor, auf dem er aufgewachsen war. Ganz im Gegensatz zu dem lybischen Riesen Antäus, der aus der Berührung mit seiner Mutter Erde seine gigantische Kraft schöpfte, durch die Trennung von ihr jedoch hilflos schwach wurde und den Tod fand, wuchsen die Kräfte des Menschen, seit er auch das Luftmeer beherrscht, gewaltig an. Vor wenig mehr als einem halben Jahrhundert, 1903, gelang der erste bemannte Motorflug – und wo stehen wir heute mit der Aeronautik, nach einer Zeit, die noch nicht einmal ein durchschnittliches Menschenalter umfaßt?

Der dritte Schritt – das ist der Schritt ins All. Er ist, wie wir gesehen haben, mehr ein Sprung als ein Schritt. Und wir dürfen trotz aller Schwierigkeiten und aller Skepsis als ziemlich sicher annehmen, daß er in stürmischem Tempo weiterführen wird bis zu den Sternen.

Freilich darf man die Sache nicht so auffassen, daß man in der Astronautik selbst den dritten Schritt vor dem ersten und dem zweiten erwarten kann. Das heißt, man soll noch nicht vom Flug zu fernen Fixsternen phantasieren, ehe der erste kühne, aber doch noch recht bescheidene Schritt vollzogen und vor allem ausgewertet ist – was ja bereits in vollem Gange ist – und ehe weitere Etappen Stufe für Stufe in ernster und emsiger Arbeit durchgemessen wurden.

\*Für die unzähligen Fälle ungezügelter Phantasie nur ein Beispiel:

Es begann damit, daß jemand zu mir sagte: „Sind Sie schon einmal auf der Venus gewesen? Nein? Das müssen Sie im nächsten Winter einmal machen! Sie werden sich nirgendwo so gut erholen wie dort in der ammoniak- und kohlenstoffreichen Atmosphäre!“ So ließ ich mir einen Prospekt der Transplanetropa mit ihren erstaunlich günstigen Bedingungen für Erholungsreisen zur Venus kommen. Vor allem erschien mir die so kurze und unstrapaziöse Reise sehr verlockend.



„Sie brauchen sich nicht mehr einem Raumschiff anzuvertrauen und mehrere Tage oder gar Wochen in einer engen Druckkabine zu bringen“, stand dort. „Bei uns werden Sie nach dem 3-D-Vistanuklearsystem befördert. Ihr Körper wird in einzelne Atome aufgelöst, die man, in reine Energie umgesetzt, auf drahtlosem Wege zur Venus senden kann. Dort erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Wiederaufbau Ihres Körpers. Das alles geschieht innerhalb weniger Minuten, und selbstverständlich übernehmen wir die volle Garantie dafür, daß während des Transportes nicht ein einziges Atom Ihres Körpers verlorengeht.“

Für einen Augenblick erinnerte ich mich der Unfälle, die sich vor einigen Jahren bei der Einführung dieses Systems ereigneten. Zum Beispiel mußte da eine junge Amerikanerin feststellen, daß ein großer Teil ihres Gehirns bei der Reise zur Venus nicht mit übertragen worden war. Sie merkte den Verlust zunächst gar nicht, da sie ohnehin nicht viel nachzudenken pflegte. Aber als sie einmal an ihren vorletzten Mann denken wollte, merkte sie, daß da eine Lücke in ihrer Erinnerung war. Natürlich erklärte sich damals die Reisegesellschaft bereit, ihr kostenlos Ersatz in Form eines Transistorengehirns zu leisten. Doch da solche Geräte vorerst noch nicht das Erinnerungsvermögen und die enorme Denkgeschwindigkeit echter menschlicher Gehirne besitzen, war das leider nur ein unvollkommener Ersatz.

Ich entschloß mich, die Reise zu unternehmen. Ich wurde in ein kleines Zimmer geführt, in dem bereits ein Liegebett bereitstand. Ich ent-

### Die drei Schritte

*des Menschen bei der Durchdringung der Welt  
die Erschließung der Erdoberfläche  
die Eroberung des Luftmeeres der Erde  
der Vorstoß in außerirdische Räume*

kleidete mich und legte mich auf das Bett, und der Assistent schloß je einen Fuß und einen Arm an zwei getrennte elektrische Kontakte. Der andere Fuß und der andere Arm wurden geerdet. Dann befahl mir eine Lautsprecherstimme, mich ganz zu entspannen und an nichts zu denken. – Als ich wieder aufwachte, lag ich in einer anderen Kabine. Die dortige Assistentin war jedoch höchst erstaunt, als sie mich plötzlich vor sich liegen sah. Sofort fragte sie mich, ob ich der Mann sei, den man vor einigen Wochen zum Tode verurteilt habe und der sich jetzt durch dieses Experiment sein Leben verdienen wollte. Ich war sprachlos! Schließlich stellte es sich heraus, daß ich nicht auf die Venus, sondern infolge eines Schaltfehlers auf den Mars gesendet worden war. Die Empfangsstation auf dem Mars war aber gerade erst aufgestellt worden und sollte heute von einem Todeskandidaten erprobt werden.

Nachdem ich festgestellt hatte, daß die Übertragung trotzdem vollständig gelungen war, erholte ich mich etwas von meinem Schreck. Doch nun sitze ich auf dem Mars und kann vorerst nicht wieder auf die Erde zurück. Die Anlage für den Verkehr vom Mars zur Erde soll nämlich erst gebaut werden, wenn der Weltbundestag nach den Wahlen die Mittel dazu bewilligt. Die Raumschiffe, die zur Zeit zwischen Mars und Erde verkehren, müssen jedoch immer warten, bis sich die beiden Planeten ziemlich nahe kommen, das wird das nächste Mal aber erst in etwa drei Jahren der Fall sein . . .

Die Zeitschrift, der diese schreckliche Geschichte entstammt, hat sie aber glücklicherweise auch nur erfunden, um . . . ja um augenfällig zu zeigen, wie die Zukunft der Raumfahrt nicht aussehen wird.

Natürlich gibt es niemanden, der mit Sicherheit voraussagen kann, wie die Welt in zwanzig oder dreißig Jahren auch nur in wichtigen Einzelheiten aussehen wird. (Was darüber hinausgeht, ist sowieso bloßes Spiel mit Fiktionen.) Das gilt erst recht von einem völlig neuen Gebiet wie der Astronautik, deren praktische Entwicklung eben erst begonnen hat, aber nun – soviel dürfte feststehen – außerordentlich rasch weiterführen wird. Sie wird uns viele neue Aspekte eröffnen, und trotz aller Vorausberechenbarkeit werden nicht wenige von ihnen überraschend für uns sein.

Wichtige Grundzüge aber lassen sich sehr wohl mit Sicherheit vorzeichnen. Daß die Gesellschaft in Zukunft sozialistisch sein wird, steht zum Beispiel fest. Anders könnte die Menschenwelt gar nicht fortschreiten. Das einst so prunkvolle Kleid des Kapitalismus ist verblichen und zu eng geworden. Darin zu verbleiben, hätte für die Menschheit keinen anderen Sinn als den, darin zugrunde zu gehen – ein „Ziel“, vor dem sie sich rechtzeitig bewahren wird.

Ebenso sicher ist es, daß die sozialistische Menschheit, befreit von den Fesseln und dem Unrat der bürgerlichen Gesellschaft, es sich mit Hilfe der modernen Wissenschaft und Technik auf der Erde bequem, schön, vernünftig einrichten wird.

Auch im Weltraum, wo immer der Mensch der Zukunft seinen Fuß hinsetzt, wird es vernünftig – und menschlich zugehen. Die Gesetze, Gebräuche und Vorstellungen aus dem imperialistischen Dschungel lassen sich mit der zukünftigen Wirklichkeit, in der es Weltraumfahrt geben wird, ebensowenig vereinbaren wie etwa Leben und Leistungen eines kannibalisch lebenden Urmenschenstammes in den grauen Zeiten der Vorgeschichte mit dem Bau und der Funktion der Lomonosow-Universität auf den Moskauer Leninbergen. Überraschungen wird es nicht wenige geben. Vorerst noch unbekannte Entwicklungen werden eingeleitet werden, deren Ergebnisse wir heute auch in kühnsten Träumen nicht ahnen können, obwohl sie schon in Jahrzehnten oder gar Jahren Wirklichkeit sein werden. Sinnlose Ziele aber wird man nicht ansteuern, und Unmöglichkeiten wird uns die Zukunft nicht bescheren. Das jedenfalls kann man mit Sicherheit voraussagen.

## **Zukunftsfahrplan der Raumfahrt**

Es ist etwas Eigenartiges um Zukunftspläne. Für sich selber macht wohl jeder gerne Pläne. Der eine recht realistisch, von Verstand und Erfahrungen untermauert, der andere irreal, niemals zu verwirklichende. Auf jeden Fall aber träumt fast jeder von seiner Zukunft, wie er sie vor sich sieht. Und er glaubt gern an das, was noch nicht ist, aber – vielleicht! – einmal sein wird oder sein könnte.

Zukunftsplänen größeren Maßstabes aber, die über den persönlichen Rahmen hinausgreifen, stehen eigenartigerweise viele Menschen skeptisch gegenüber, oft ausgesprochen kleingläubig. Wo sie der Phantasie bereitwillig Raum geben, wenn es um die individuelle Sphäre geht, trauen sie durchaus berechenbaren Zukunftsprognosen von allgemeiner Bedeutung nicht über den Weg.

Dabei erleben sie seit Jahr und Tag eine technische Entwicklung, die auch die kühnsten Vorstellungen vergangener Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte über den Haufen wirft und zeigt, daß das Neue in Wissenschaft und Technik weit schneller marschiert als die Phantasie. Im Leben der Gesellschaft beobachten wir das gleiche atemberaubende Tempo der Entwicklung. Zukunftsprognosen, die vor einigen Jahrzehnten als utopisch oder mindestens zu optimistisch erschienen, erwiesen sich in der Zwischenzeit als zu vorsichtig.

Dem Fehler, der vielen Menschen unterläuft, der falschen Einschätzung der wissenschaftlichen und technischen Neuerungen und ihrer Tragweite für die weitere Entwicklung, können sogar solche Leute verfallen, denen man auf Grund spezieller Kenntnis der einschlägigen Materie einen klareren Blick zutrauen könnte. Es ist erstaunlich, wie oftmals kluge und ehrenwerte, der Fachwelt und der Öffentlichkeit wohlbekannte Persönlichkeiten bei der Einschätzung von Zukunftsperspektiven eine enge Begrenztheit an den Tag legen.

technischer Bildung – eine ganze Reihe erfolgreicher Zukunftsromane schrieb, wurde der berühmteste utopische Schriftsteller Englands. Er ersann zum Beispiel den geheimnisvollen Stoff „Coverit“, der die Schwerkraft der Erde abzuschirmen vermochte und der es daher einem Romanhelden gestattete, zum Mond zu fliegen. Fast noch bekannter als durch den kühnen Flug seiner Phantasie in seinen Werken wurde er durch seine Begegnung mit Lenin im Jahre 1921, wobei sich seine Phantasie als ein recht lahmer Gaul auf den Straßen der Wirklichkeit erwies: Er bezeichnete nämlich Lenins Voraussagen des Aufstiegs der Sowjetmacht zum modernen Industriestaat als – Träumerei. In der Zwischenzeit wurden selbst die weitgestecktesten Ziele, die Lenin damals erläuterte, erreicht und neue, viel weitere dazu.

Der gleiche Wells schrieb noch 1901:

Indessen halte ich es für völlig unwahrscheinlich, daß die Aeronautik jemals einen bestimmenden Einfluß auf das Verkehrswesen gewinnen könnte. Der Mensch ist nun mal kein Albatros.

Zwei Jahre später stiegen die Gebrüder Orville und Wilbur Wright mit dem ersten Motorflugzeug auf, und wenig mehr als fünf Jahrzehnte später flogen jährlich 100 Millionen Fluggäste auf den verschiedenen Verkehrsstrecken der Welt, transportiert von zahllosen, meist sehr großen Fluggesellschaften, deren Aufgabengebiet ausschließlich der Flugverkehr ist.

Von der Nutzbarmachung der Atomenergie, die für unsere Zukunft unerlässlich ist und ohne die voraussichtlich auch der interplanetare Verkehr nicht auskommen wird, sagte der für seine hervorragenden Verdienste um die Atomforschung mit dem Nobelpreis und einem englischen Adelstitel ausgezeichnete Physiker Ernest Rutherford: „Wer solchen Plänen nachjagt, lebt auf dem Mond...“ Ein Standpunkt, auf dem er noch 1937 gestanden haben soll, ein Jahr vor der ersten künstlichen Kernspaltung durch Professor Otto Hahn und seinem Mitarbeiter Straßmann. Sechzehn Jahre später lieferte in der Sowjetunion das erste Atomkraftwerk der Welt elektrische Energie an das öffentliche Stromnetz! Mit so atemberaubendem Tempo jagt die technische Entwicklung voran. Allerdings merken wir, da wir in dem Wagen sitzen, meist nicht viel von seiner Geschwindigkeit.

Warum soll die Entwicklung, die auf allen anderen Gebieten ein so rasches Tempo angenommen hat, auf dem Gebiet der Weltraumfahrt langsamer vorangehen? Ein Jahr vor dem Start der ersten künstlichen Monde haben viele Menschen, auch Experten, noch über das Satellitenprogramm und über alle Fragen, die mit der Weltraumfahrt zusammenhängen, mitleidig gelächelt. Selbst Fachzeitschriften haben ihre Spalten ängstlich vor der Beschäftigung mit einem Thema behütet, das eine „Entweihung“ ihres „ernsthaften“ Charakters bedeutet hätte. Heute müssen sie bekennen, sich verrechnet zu haben.

Aber wieder fehlt es nicht an Skeptikern, die von der Raumfahrt nichts wissen

wollen, berufenen und ungerufenen. Zu den Berufenen, die unverständlicherweise ihre Augen vor den bereits greifbaren Realitäten verschließen, obwohl sie durch viele Beispiele in der Vergangenheit gewitzigt sein müßten, gehört zum Beispiel Professor Heinz Haber, einer der Wissenschaftler, die Deutschland den Rücken gekehrt und sich in Amerika eine neue Heimat gesucht haben – allerdings erst nach dem Krieg! Haber, Spezialist für Raumfahrtmedizin und prominenter Mitbegründer der amerikanischen Gesellschaft für Weltraummedizin, Mitarbeiter an den Braunschweiger Weltraumprojekten, erklärte kurze Zeit nach den Sputnikstarts in einem Interview, daß für ihn der Gedanke an die Weltraumfahrt immer noch Utopie sei. Die Menschen könnten vielleicht in dreihundert, vierhundert oder fünfhundert Jahren einmal daran denken, zum Mond oder zur Venus zu fliegen . . .

Nobelpreisträger Professor Max Born, Lehrer einer ganzen Generation weltbekannter Atomphysiker, landete auf einer ähnlichen unbegreiflichen Position. Auf einer von der Kirche (!) einberufenen Tagung mit dem Thema „Der Mensch im Weltraum“ brachte er im März 1958 zum Ausdruck, daß die Weltraumfahrt ein kostspieliger Sport und extravaganter Luxus sei. Daß dieser „extravagante Luxus“ billiger ist als Kernbombenexperimente oder gar auch nur ein einziger Tag Atomkrieg, wird an einer anderen Stelle noch aufzurechnen sein. „Ich sehe nicht“, so führte Max Born aus, „daß die Weltraumfahrt zu dem materiellen Wohlbefinden der Menschen beiträgt . . .“

Hier muß man allerdings erklärend hinzufügen, daß der greise Gelehrte zum Skeptiker wurde – beim Anblick der Drachensaat, die unter den Händen einiger seiner in den USA tätigen Schüler aus den theoretischen Erkenntnissen der modernen Atomphysik aufgegangen ist: Atomrüstungshysterie, Kernwaffen und die ständige Drohung damit, H-Bomben-Experimente, Todesflieger usw. Ohne klare Einsicht in die gesellschaftlichen Ursachen dieser Irrlenkung großer wissenschaftlich-technischer Potenzen kam Professor Born zu dem „Ausweg“: Bescheiden bleiben! Träumt nicht so kühn von den praktischen Möglichkeiten, die den Menschen in die Hand gegeben sind!

Wir halten es lieber mit dem Vater des Weltraumfluges, Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski. Dieser große Gelehrte, für den das zaristische Rußland kein Verständnis hatte, dem erst die Sowjetmacht die Möglichkeit einer freien und ungehemmten Entwicklung erschloß, hatte begriffen, daß der Fortschritt heute Siebenmeilenstiefel trägt – und daß er von ihnen auch Gebrauch macht, wo die Wissenschaft die Fesseln der materiellen, politischen und weltanschaulichen Abhängigkeit von Ausbeuterklassen abstreifen konnte.

Als die Werktätigen Moskaus am 1. Mai 1933 über den Roten Platz demonstrierten, klang laut über den Platz hin die Stimme eines Mannes, der zwar nicht persönlich, aber mit dem ganzen Herzen in der Hauptstadt des Sozialismus war: die Stimme Ziolkowskis, aufgenommen auf eine Schallplatte. Nicht nur Grüße an die Moskauer, auch eine Zukunftsprognose und gleichzeitig ein Bekenntnis hatte er bereit:

„Vierzig Jahre arbeitete ich am Raketenprinzip und glaubte, man könne an einen Flug nach dem Mars erst in vielen hundert Jahren denken. Aber die Zeiträume schmelzen zusammen. Ich bin überzeugt, daß viele von euch den ersten Weltraumflug noch miterleben werden.“

Das war 1933, also ein Jahr nach dem Start der ersten Flüssigkeitsrakete in der Sowjetunion, in einer Zeit, in der die Luftfahrt noch beinahe in ihren Kinderschuhen steckte, sechs Jahre nach der ersten Überfliegung des Atlantiks durch Lindberg und vier Jahre, bevor der unvergeßliche Valeri Tschkalow und seine Mannschaft den ersten Nonstopflug von der Sowjetunion nach den USA über den Pol hinweg ausführten.

Millionen mögen die Stimme Ziolkowskis damals gehört haben, durch die Ätherwellen in alle Teile seiner Heimat getragen. Heute erleben sie den Beginn der Verwirklichung dessen, was er damals, gestützt auf großes Wissen und die Ergebnisse der Arbeit eines langen Lebens, vorausgesagt hatte: Der Weg zu fernen Welten hat sich uns aufgetan.

Einige Tage vor dem Start des ersten Sputnik sahen die Fernsehteilnehmer in der ganzen Sowjetunion auf ihrem Bildschirm den bekannten Astronautiker Professor Dobronrawow. „Die Zeit ist nicht mehr fern“, so kam es voller Gewißheit aus dem Moskauer Fernsehstudio, „da wir an den Bildschirmen der Fernsehapparate den Start und den Flug der ersten Mondrakete verfolgen werden.“

Auch andere sowjetische Wissenschaftler haben einige Einzelheiten über die Pläne der Weltraumfahrer bekanntgegeben. Juri Chlebzewitsch, bekannt durch seine einfallsreichen und exakt durchdachten Pläne für Raumfahrten zum Mond, zum Mars und zur Venus, kündigte die erste Fahrt zum Mond für 1959 an. Allerdings wird dieser Flug mit unbemannten Raketen ausgeführt werden, genauso wie die für die sechziger Jahre angekündigten ersten Fahrten zum Mars und zur Venus. Noch muß der Mensch auf der Erde bleiben – wenn man die niedrige Decke ihrer Atmosphäre, in die sich zu erheben der Mensch in den letzten Jahrzehnten immer besser gelernt hat, als einen Bestandteil der Erde betrachtet.

Aber während der Mensch noch auf der Erde gefangen ist, hat die Weltraumfahrt bereits begonnen. Maschinen und Automaten nehmen ihm erste Erfahrungen mit Gefahren ab, die er erst noch gründlich kennenlernen muß, um ihnen als Beherrscher der Natur begegnen zu können.

Inzwischen übermitteln ihm Fernsehkameras und Funksender getreulich die Bilder, die mit eigenen Augen zu sehen vorerst unratsam ist. Apparaturen beobachten unterdessen, unbeeinflusst von Gefahren, die dem Menschen tödlich sein könnten, alles Wissenswerte. Elektronengehirne sichern präzise die Erteilung und Befolgung von Befehlen, die ihre Konstrukteure ihnen eingepflanzt haben. Forschungsaufgaben und -ergebnisse werden sich zu unabsehbaren Ketten aneinanderreihen – festgelegt von Wissenschaftlern, zum Erfolg geführt von Technikern, die auf der Erde leben und, schon wegen ihres Alters, gar

nicht mehr daran denken können, sich den Strapazen eines Raumfluges auszusetzen. Fast alles kann die genial konstruierte Gemeinschaft der Apparaturen erreichen, die – von Menschen erbaut und entsandt – das All durchforscht. Fast alles – bis auf das eigene Erleben und seine schöpferische Auswertung. Die Apparaturen werden wachsen und auf Grund der Erfahrungen zu unvorstellbarer Vollkommenheit weiterentwickelt werden. Sie werden unentbehrliche Gehilfen sein, auch dann noch, wenn der Mensch selbst im Kopf der Weltraumraketen Platz nimmt, um persönlich zu erleben, was er aus Messungen, Beobachtungen und Rechnungen mit großer Sicherheit bereits weiß, weil seine treuen Diener, die Automaten, ihm alles oder fast alles bereits erforscht und verraten haben.

Wann der Mensch selbst ins Weltall hinausfliegen wird, ist deshalb noch nicht mit Bestimmtheit vorauszusagen. Drei wesentliche Voraussetzungen müssen dazu erfüllt sein:

- Es muß durch eine Reihe von Tierversuchen der gesamte Komplex der Raumfahrtmedizin geklärt sein.
- Es müssen jene Einrichtungen und Methoden einwandfrei entwickelt und erprobt sein, die es Raketen und Raumschiffen erlauben, zur Erde zurückzukehren – mit einem Sicherheitsfaktor, der annähernd so groß sein muß wie der im Flugverkehr auf der Erde.
- Es müssen weit stärkere Antriebselemente gefunden werden, da die zur Zeit gebräuchlichen nicht ausreichen, um Menschen zu fernen Welten und wieder zur Erde zurück zu transportieren.

Auf der Wassilewski-Insel in Leningrad arbeiten im Institut für theoretische Astronomie der Akademie der Wissenschaften der UdSSR Elektronengehirne, die alle möglichen Bahnen der zukünftigen Weltraumfahrten berechnen, der unbemannten von morgen und der bemannten von übermorgen. Auf diesen Bahnen werden mit Sicherheit noch zu Lebzeiten der heutigen Jugend Raumschiffe verkehren – mit einer Selbstverständlichkeit und Zuverlässigkeit, die wir heute bei interkontinentalen Fluglinien gewohnt sind.

## **Tausend Gefahren**

Wenn ein Mensch das Licht der Welt erblickt, ahnt er noch nichts von den vielen Gefahren, die auf ihn lauern. Für die erste Zeit wird er von den Eltern umsorgt, die ihn vor allen Gefahren zu schützen suchen. Je älter er wird, desto bewußter wird sein Handeln, desto größer wird auch seine Fähigkeit, Gefahren zu erkennen und ihnen zu begegnen.

Jeder neue Lebensabschnitt eröffnet neue Bereiche des Lebens, und in jedem Bereich des Lebens gibt es neue Gefahren, mit denen er fertig werden muß; in der Welt des Spiels, in der Schule, in der Lehre und Ausbildung, im Beruf.

Eltern, Schule und Gesellschaft bereiten den jungen Menschen auf das Leben vor; sie entwickeln in ihm die Fähigkeiten und Fertigkeiten, die notwendig sind, um das Leben zu meistern.

Aber was sind all die tausend Gefahren, die kleinen und die großen, vom In-den-Finger-Schneiden bis zum Autounfall, vom Grippeinfekt bis zur Gehirnerschütterung, im Vergleich zu den unbekanntem Gefahren des Weltalls. Die Gefahren des täglichen Lebens kennen wir genau. Wir wissen, wie wir uns gegen sie schützen können, wenn wir von diesem wertvollen Wissen auch nicht immer vollen Gebrauch machen.

Wie aber ist das mit den Gefahren im All?

Als Kolumbus auszog, einen Seeweg nach Indien zu finden; als Magalhães seine Flotte rüstete, um zum erstenmal die Erde zu umsegeln; als Peary 1909 aufbrach, die Arktis zu durchqueren – wer ahnte all die Gefahren, die zu bestehen waren?

Völliges Neuland tat sich oft vor den Forschern und Abenteurern von gestern auf.

Hier aber unterscheidet sich der Aufbruch des Menschen in den Weltraum von allen vorangegangenen Abenteuern der Menschheit: Wir wissen verhältnismäßig gut, was uns erwartet. Daher können wir uns auch auf diese Reise vorbereiten, besser, als die großen Reisenden der Vergangenheit das konnten. In unseren Laboratorien können wir versuchen, wenigstens einen Teil der Bedingungen künstlich herzustellen, die uns im Weltraum erwarten.

Unbemannte Weltraumraketen, künstliche Erdsatelliten, der Rechenstift des Astromathematikers und das Wissen des Physikers, die Erfahrungen des Raummediziners und die oft genialische Schläue der Astronauten, die uralte Weisheit der Astronomen und die junge, aber tatkräftige Unerschrockenheit des Raketentechnikers – das alles und noch viel mehr aus dem unerschöpflichen Fundus der Menschheit wirkt zusammen zu dem großen Werk: die Weltraumfahrt des Menschen vorzubereiten.

„Der Mensch im Weltall“ – das ist zweifellos das schwierigste Problem der Weltraumfahrt. Alle anderen, meist technischen Probleme kann man als im Prinzip gelöst betrachten. „Prinzipiell“, sagte der sowjetische Astronaut Professor A. A. Sternfeld, „ist der Flug einer unbemannten Rakete zur Venus bereits mit den heutigen technischen Mitteln möglich. Daß der Mensch vorläufig jedoch noch nicht mit von der Partie sein wird, liegt nicht nur daran, daß die vorhandenen Treibstoffe für seinen lebenssicheren Transport nicht ausreichen, sondern auch – und in erster Linie – daran, daß zuerst bis an die Grenzen des mit irdischen Mitteln Möglichen geklärt werden muß, wie man die Gefahren im Weltall für den Menschen so weitgehend wie möglich unschädlich machen kann.“

Die Gefahren beginnen bereits mit dem Aufstieg. Wo liegt die Grenze der Beschleunigung, die für den Menschen gerade noch erträglich ist, ohne seinen Körper ernsthaft zu schädigen? Das ist das erste Problem.

Während der Mensch die Erde und ihren schützenden Luftmantel hinter sich läßt, beginnt eine ganz Reihe von Gefahren:

Schon in etwa 5 km Höhe ist der Sauerstoffgehalt sehr gering, ohne Schutz wäre der Mensch dem Erstickungstod preisgegeben; 15 km weiter ist der Luftdruck so niedrig, daß der Mensch platzen würde. Sein Blut und andere Körperflüssigkeiten würden hier bereits bei normaler Körpertemperatur sieden, wenn er nicht in einer sicheren Druckkabine säße.

In 30 km Höhe ist der Mensch dem Bombardement schneller Partikeln der kosmischen Primärstrahlung ausgesetzt. Je höher er hinaufkommt, desto mehr wirken auf ihn Infrarot- und schließlich Ultraviolettstrahlen, die sonst zu 90 Prozent vom Luftmantel der Erde – der Ozonschicht – absorbiert werden. Sie verhindert, daß alle Lebewesen auf der Erde wie am Grill gebraten werden. Würde diese Schutzschicht einmal versagen – eine zum Glück nur theoretisch denkbare Annahme –, so würden die betroffenen Teile unserer Erde in Minutenschnelle in „verbrannte Erde“ verwandelt werden.

Und in 120 bis 150 km Höhe schließlich kommt zu allem Übel auch noch die Gefahr des Zusammenstoßes mit Meteoriten hinzu, die – wenn sie groß genug sind – der Weltraumfahrt ein jähes Ende bereiten können.

Einige andere Probleme:

Wie kann der Mensch für längere Zeiten jenen seltsamen Zustand der Schwerelosigkeit ertragen, der sich mit irdischen Mitteln nur für eine gute halbe Minute herstellen läßt? Wie funktionieren dann seine Organe? Wie ernährt man ihn richtig? Wie beseitigt man seine Ausscheidungen? Wie versorgt man ihn ständig mit frischer Luft?

Und hat man alle diese Fragen soweit und so klug wie möglich beantwortet, hat man sich auf alle Gefahren im Weltall so gut wie möglich vorbereitet, dann gibt es immer noch Gefahren, die wir zur Zeit noch nicht kennen, die wir folglich noch nicht mit einkalkulieren konnten.

Kurz: Die Weltraumfahrt bringt für den Menschen als Passagier seiner eigenen Raketen eine Menge von Gefahren. Werden sie ihn ängstlich machen? Kaum! Denn sie sind keineswegs größer, sondern – im Sozialismus! – sogar viel leichter besiegbare als viele der unzähligen Gefahren und Qualen vorher. Was alles auch wie unersättliche Kannibalen längs des Weges lauerte, den die Menschheit bisher durchgemessen hat – sie hat es trotzdem geschafft!

## **Beschleunigung – oder das geheimnisvolle „g“**

Unheimliches Dröhnen erfüllt die Weite des menschenleeren Platzes, in dessen Mitte sich auf dem Starttisch die schlanke Gestalt der Rakete ganz langsam abhebt. Es ist immer wieder verblüffend, dieses langsame Abheben zu sehen. Nun scheint sie still zu stehen, sich auf ihrem Feuerstrahl auszuruhen. Aber dann gewinnt sie sehr schnell an Höhe, und schon nach wenigen Sekunden ist mit bloßen Augen nichts mehr von ihr zu sehen.

Solange der Raketenofen brennt, solange Sauerstoff und Brennstoff in die Brennkammer einströmen, sich unter enormer Hitzeentwicklung vereinen und die Verbrennungsgase mit rasender Geschwindigkeit aus der Düse strömen, hält die Beschleunigung an. Das sind die kritischen Sekunden, die über Gelingen oder Versagen entscheiden.

Die in der Astronautik übliche Maßeinheit der Beschleunigung ist bekanntlich „g“, wobei 1 g die Beschleunigung ist, die ein Körper beim freien Fall auf der Erde erfährt. In den zur Zeit bekannten Raketen müßte ein Raumfahrer eine Beschleunigung von 20 g aushalten, und das für etwa 30 Sekunden! Dieser Beanspruchung ist aber kein Mensch gewachsen. 20 g – das bedeutet, daß der Weltraumfahrer, der sich einer solchen Rakete anvertraut, zwanzigmal stärker zum Erdmittelpunkt hingezogen zu werden scheint als beim normalen Fall nahe der Erdoberfläche. Er würde zwanzigmal mehr wiegen, als er noch Sekunden vorher gewogen hat. Sein eigenes Gewicht würde ihn erdrücken. Selbst wenn er statt Knochen erstklassige Stahlrohre in seinen Beinen hätte, würden sie wegnicken wie Streichhölzer. Auch im Sitzen hielte er diesen Andruck nicht aus. Das Herz, das ja auch in diesem Zustand das Zwanzigfache wiegen würde, also ungefähr 6 bis 8 kg, würde die Bänder, an denen es aufgehängt ist, zerreißen. Der Körper würde sich verformen. Das Blut würde in die untersten Körperpartien gepreßt werden und die Adern zum Platzen bringen. Blut schwerer als Quecksilber! Die Versorgung des Körpers mit Sauerstoff würde unterbunden. Die Nervenzentrale wäre lahmgelegt; Empfinden, Denken, Reagieren würden aufhören. Die Blutleere im Gehirn müßte zur Ohnmacht führen. Die Augen würden ihren Dienst versagen, weil die Netzhaut nicht mehr durchblutet wird. Die Lunge würde reißen. Mit einem Wort, der Raketenpassagier wäre in Sekundenschnelle ein toter Mann, und wir würden ihn kaum wiedererkennen.

Wo liegt nun aber die Grenze der Beschleunigung, die ein Mensch ertragen kann? Das ist für den einzelnen recht unterschiedlich. Sie ist sowohl von der Körperkonstitution abhängig als auch von der Gewöhnung. Man kann also den Menschen in geeigneten Apparaten auf diese Belastung trainieren.

In großen Zentrifugen, in gewisser Weise ähnlich einem Karussell, speziell für diesen Zweck gebaut, haben Raumfahrtmediziner solche Versuche unternommen. Bei einer Beschleunigung bis zu 4 g fühlten sich die ersten Weltraumfahrer völlig normal. Bei 5 bis 6 g machten sich im allgemeinen bereits Schmerzen in der Brust bemerkbar; stehend kann diese Beschleunigung keiner mehr ertragen.

Der sowjetische Raumfahrtmediziner W. Rosenblat stellte fest, daß Versuchspersonen 15 g für 5 Sekunden aushalten können. Dabei wird der Andruck gleichmäßig auf die ganze Körperoberfläche verteilt, wenn der Körper durch ein Konturenbett unterstützt wird, das genau den Körperformen angepaßt ist. Eine Beschleunigung von 10 g ist auf diese Art 100 Sekunden lang zu ertragen, und 7 g kann man sogar ungefähr 10 Minuten aushalten.

Aushalten! Das schreibt sich so leicht hin. Aber angenehm ist diese Beschleunigung bestimmt nicht. Atmungsbeschwerden und Brustschmerzen, Nachlassen der Reaktionsfähigkeit sind noch die geringsten Übel. Wenn man erfährt, daß die Gewalt des Andrucks so groß ist, daß dabei das Blut durch die Rückenhaut tritt und punktgroße Blutergüsse auftreten, kann man sich ungefähr vorstellen, welch zweifelhaftes Vergnügen mit diesen so notwendigen Versuchen verknüpft ist.

Aber Weltraumfahrer sind nicht nur einmal Beschleunigungen ausgesetzt. Von den geringfügigen Beschleunigungen, die unterwegs zur Bahnkorrektur dienen, kann man ruhig absehen; aber die negative Beschleunigung, die beim Abbremsen der Rakete während der Landungsoperationen eintritt, bringt noch einmal die gleichen Strapazen mit sich.

Dem verminderten oder vielleicht auch aussetzenden Reaktionsvermögen kann und muß man durch automatische Steuerung der Weltraumraketen begegnen, die den Menschen in diesem Abschnitt seiner Fahrt ins All ersetzen. Sie arbeiten ohnehin präziser und schneller, als es der Mensch vermag, selbst wenn er im uneingeschränkten Besitz all seiner Sinne ist.

## **Schwerelos Im Raum**

Es ist fast unvorstellbar: Eben noch wog unser Weltraumfahrer vielleicht 20 Zentner. Aber im gleichen Augenblick, da die Brennkammern zu arbeiten aufhören, wiegt er plötzlich gar nichts mehr. Im antriebslos dahintreibenden Weltraumschiff hat alles sein Gewicht verloren. Wurde vorher noch jede Bewegung, soweit sie überhaupt möglich war, zur Qual, so wird nun jede Bewegung zum Impuls erneuter Bewegungen mit unvorhersehbaren Folgen.

Will sich unser Raumfahrer von seinem Konturenbett erheben, um die Glieder zu recken, wird er an der Decke unliebsame Beulen empfangen, und wenn es ihm nicht gelingt, sich schnell irgendwo festzuhalten, wird ihn der Rückstoß in eine neue Richtung davonschleudern; die Zahl seiner blauen Flecke wird sich zusehends vergrößern.

Aber was heißt hier „Decke“? Die Begriffe „oben“ und „unten“ haben ihre irdische Bedeutung verloren. Man kann genauso gut an der „Decke“ der Kabine liegen, oder besser gesagt schweben und schlafen, wie auf dem „Fußboden“. Selbst das härteste Bett würde nicht mehr stören, denn der Körper, der nichts wiegt, kann auch nicht auf eine unelastische Unterlage drücken.

Nichts fällt mehr zu Boden. Vorsicht beim Niesen, gut festhalten! Sonst genügt der Impuls, um durch die sicher nicht sehr große Raumschiffkabine zu segeln.

Es wird einige Zeit dauern, bis die zukünftigen Weltraumbummler gelernt haben, so sparsame Bewegungen auszuführen, daß der beabsichtigte Zweck auch tatsächlich erreicht wird und nicht mehr. Der Mensch ist in seinem ganzen Raumgefühl der natürlichen Gravitationsosphäre der Erde angepaßt; es wird

ihm nicht leichtfallen, sich an so völlig veränderte Verhältnisse zu gewöhnen. Unsere Gewohnheiten sind im Schwerfeld der Erde entstanden. Wer spürt schon etwas davon, daß unsere Zunge zum Beispiel ein Gewicht hat? (Daß man manchmal eine sogenannte „schwere Zunge“ hat, hat nichts mit ihrem Gewicht, sondern mehr mit alkoholischen Lähmungserscheinungen zu tun!) Wie aber wird sich unsere Sprache im schwerelosen Raum anhören, wenn wir uns noch nicht daran gewöhnt haben, daß unsere Zunge nichts wiegt?

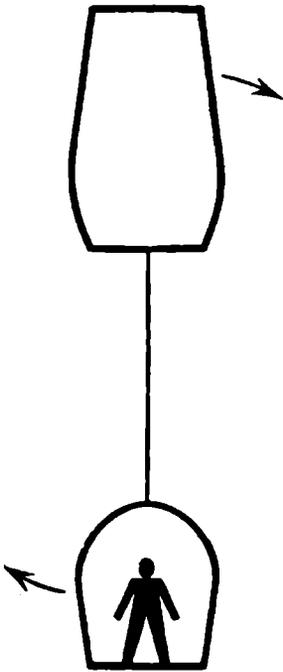
Und wie werden andere Organe auf die Schwerelosigkeit reagieren? Glücklicherweise hat die Schwerkraft für die meisten Körperfunktionen keine Bedeutung. Das Herz wird weiterschlagen, auch wenn es nichts mehr wiegt. Allerdings hat es eine relativ leichte Arbeit, denn das Blut, das es durch den Körper zu pumpen hat, weist ja nun kein Gewicht mehr auf. Es ist durchaus denkbar, daß dieser Umstand dem Herzen sehr gut gefällt und daß er besonders Herzkranken recht gut bekommt. Vielleicht wird sogar einmal ein künstlicher Satellit Krankenhaus zur Behandlung bestimmter Herzkrankheiten werden. Es ist aber auch möglich, daß die Schwerelosigkeit des Blutes zu Kreislaufstörungen führt.

Auch die Atmung funktioniert im schwerelosen Raum, wenn für genügend Umtrieb der Innenluft gesorgt ist und sie genügend Sauerstoff enthält. Das Essen dürfte, soweit es den biologischen Vorgang betrifft, keine Schwierigkeiten machen. Die Schluckbewegung ist eine sogenannte peristaltische Bewegung; sie zwingt die Speisen, die Speiseröhre hinunter in den Magen zu wandern. Unser Kotelett bleibt uns also nicht im Halse stecken, weil es in den Magen nicht hinunterfällt, sondern hinabgewürgt wird. Verdauen können wir es auch, weil auch die Darmbewegung peristaltisch erfolgt.

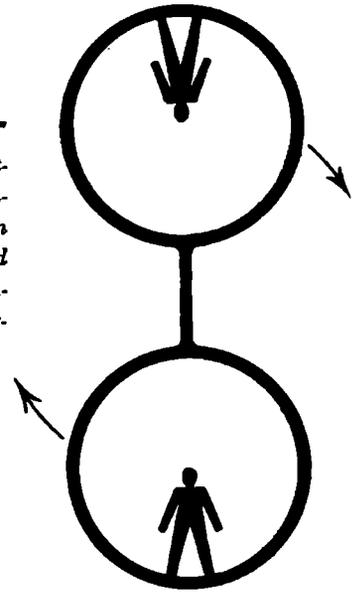
Bedeutend schwieriger zu beantworten ist die Frage, was und wie wir essen, denn die Nahrungsmittel haben ja auch kein Gewicht, das sie zwingen könnte, auf dem Teller zu bleiben. Eine Terrine mit Erbsensuppe brauchte nur ungeschickt bewegt zu werden, und schon wäre der Aufenthalt im Raumschiff keine wahre Freude mehr; denn Hunderte von Erbsen würden wie kleine Miniaturwelten durch die Raumschiffkabine schweben, begleitet von den Tröpfchen der Suppenflüssigkeit, die bei jedem Zusammenstoß in zahllose kleine Tröpfchen zerteilt würden.

Flüssigkeiten schwebend im Raum! Wer vermag sich das vorzustellen? Wie in unserem Kindheitsstadium müßten wir uns wieder an die Nuckelflasche gewöhnen; sie allein bietet Gewähr dafür, daß wir die Flüssigkeit, die wir trinken wollen oder auch müssen, tatsächlich in unseren Magen bekommen.

Tausend Probleme wirft die Schwerelosigkeit auf. Aber alle lassen sie sich irgendwie lösen. Schwierig wird es nur mit dem Orientierungsvermögen, das durch die Aufhebung der Schwerkraft gestört wird. Dagegen kann nur die Gewöhnung helfen. Gegen die Muskeler schlaffung, die bei längerem Aufenthalt im schwerelosen Raum eintritt, hilft nur – und auch das wahrscheinlich nur unvollkommen – eine konsequente tägliche Gymnastik. Aber gut festhalten dabei!

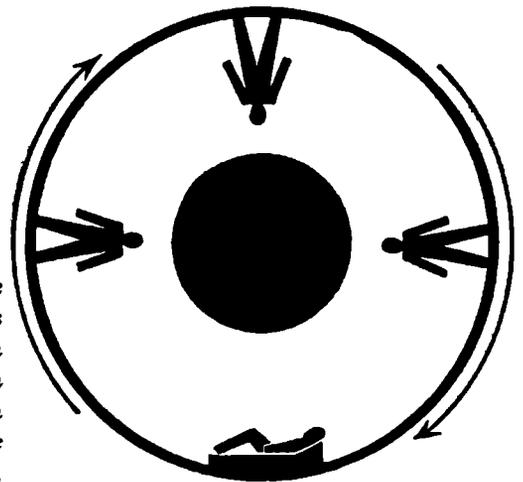


So kann man „künstliche Schwerkraft“ erzeugen: Durch Drehung der Aufenthalts- und Arbeitsräume eines Raumschiffes oder einer Weltraumstation um einen gemeinsamen Schwerpunkt wird Fliehkraft hervorgerufen, die den Insassen die fehlende Erdanziehung ersetzt.



Daß die Schwerelosigkeit kein unüberwindliches Hindernis ist, kann als bewiesen angesehen werden. Erstens hat Laika nachweislich das siebentägige Experiment gut überstanden. Zweitens wurden wiederholt Tiere zu Versuchszwecken mit Raketen in große Höhen geschickt, Mäuse, Affen und Hunde, die sich eine Zeitlang im Zustand der Schwerelosigkeit befanden. Filmaufnahmen berichteten uns über ihr Verhalten. Ergebnisse der Messung von Herzfunktion und Blutdruck wurden während des ganzen Versuchs zur Erde gefunkt.

Zylindrische Hohlkörper, wie sie in großzügigen Projekten als Raumschiffe für Reisen zu fernen Welten vorgesehen sind, rotieren um ihre Längsachse. Die dadurch erzielte Fliehkraft wirkt sich wie die gewohnte „Erdschwere“ aus.



Drittens schließlich kann mit einem Flugzeug auch der Mensch in schwerelosen Zustand versetzt werden, allerdings höchstens für 40 Sekunden, im Parabelflug. Mehr als die Hälfte der Versuchspersonen fühlten sich dabei sehr wohl, viele sogar bedeutend wohler als sonst. Andere dagegen, etwas mehr als ein Drittel der Versuchspersonen, überstanden die 40 Sekunden imitierten Weltraumflugs schlecht. Ihnen wurde übel. Sie mußten sich erbrechen wie bei See- oder Luftkrankheit. Offensichtlich reagieren also die Menschen verschieden auf den Zustand der Gewichtslosigkeit.

Man könnte natürlich dem Übel, soweit es als solches empfunden wird, einigermaßen abhelfen, indem man entweder der Rakete eine ständige und gleichbleibende, wenn auch geringfügige Beschleunigung oder dem Raumschiff, vielleicht auch nur den Kabinen im Schiff, eine Rotationsbewegung verleiht, die einen gewissen Ersatz für die fehlende Schwerkraft erzeugt. Natürlich würde sie meist unter der der Erde liegen. Ähnliche Methoden des Ersatzes der gewohnten Schwerkraft gehören zu den Grundprinzipien, nach denen die verschiedenen Formen der ständigen Weltraumstationen konstruiert wurden.

Für beide Lösungen gibt es jedoch noch keinen gangbaren Weg; denn sie würden Treibstoffmengen voraussetzen, die man beim augenblicklichen Stand der Entwicklung des Raumschiffs niemals mit auf den Weg nehmen kann. Erst wenn neue Antriebsmöglichkeiten entdeckt worden sind, wird die Schwerelosigkeit für den Weltraumfahrer keine Probleme mehr aufwerfen.

## **Gefährliche Strahlen**

Oft begegnet man der Meinung, je weiter man sich von der Erde entferne, desto kälter werde es; im Weltraum schließlich herrschen dann etwa 273° Kälte.

Ganz so ist es aber nicht. Mit Forschungsraketen und -ballons ist unter anderem auch die Temperatur in den verschiedenen Etagen der Atmosphäre gemessen worden; künstliche Erdsatelliten ergänzen und vervollständigen diese Angaben. Was sich bisher herausgestellt hat, ist folgendes: Bis ungefähr 11 km Höhe nimmt die Temperatur etwa um 6,5° C je 1000 m ab. Dann bleibt die Temperatur bis in 25 km Höhe bei minus 65,5° einigermassen konstant. Allmählich steigt sie nun wieder an. Bei 40 bis 50 km Höhe hat sie bereits wieder den Nullpunkt erreicht. Jetzt kommen wir in die Ozonschichten, die einen großen Teil der Wärmestrahlung sowie fast 90 Prozent der ultravioletten Strahlung verschlingen und dabei aufgeheizt werden. Dann sinken die Temperaturen erneut ab; bei 80 km verfügen die atmosphärischen Reste über die ansehnliche, alle irdischen Kälterekorde brechende Temperatur von minus 80° C. Von da ab gehen die Temperaturen noch einmal in die Höhe. In der Ionosphäre haben die – allerdings selten gewordenen – Sauerstoff- und Stickstoffmoleküle eine rasende Geschwindigkeit und erreichen dabei sehr

hohe Temperaturen. Hinzu kommt, daß in dieser Höhe eine Art Kreislauf von Strukturveränderungen der Sauerstoffmoleküle verursacht wird. Dadurch verzeichnen wir in 200 km Höhe bereits 300° C und 100 km höher sogar 1500° C.

Aber keine Angst! Den Weltraumschiffen geschieht in dieser Superbackofentemperatur nichts. Die Anzahl der Teilchen ist in diesen Höhen so gering, daß ein Raumschiff nur mit sehr wenigen zusammenstößt, und diese Anzahl reicht nicht aus, um das Raumschiff so aufzuheizen, daß seine Insassen geschmort werden.

Draußen im Weltraum aber, dort, wo der Raum tatsächlich fast leer ist, könnte der Flugkörper, den intensiven Sonnenstrahlen ungeschützt ausgesetzt, in einen Brutkasten verwandelt werden. Dieser Gefahr ist aber relativ leicht abzuwehren, indem man die Oberfläche – ähnlich wie bei den Sputniks – durch eine spezielle Behandlung so präpariert, daß ein Höchstmaß der Sonnenstrahlung reflektiert wird.

Die Wände des Raumschiffes schützen also die Weltraumreisenden davor, in den ultravioletten Strahlen gebraten zu werden. Aber ein Raumschiff hat ja nicht nur Wände! Wie ist das mit den Fenstern? Schließlich wollen wir doch auch etwas von dem zauberhaften Raum sehen, den wir durchfliegen.

Die „Fensterscheiben“ des Raumschiffes sollen nicht nur druckfest und durchsichtig sein, sie sollen auch vor dem grellen Licht der Sonne schützen. Sonst würden wir schon beim ersten sonnenwärts gerichteten Blick in den Raum erblinden. Wie stark blendet uns das Sonnenlicht schon auf der Erde! Bei strahlendem Sonnenschein, besonders an der See oder auf Schneehalden im Gebirge, reicht oft nicht einmal die Sonnenbrille als Schutz aus. Wie soll das aber erst im Raum werden, wo es kein diffuses Licht gibt, wo es keine Helligkeitsabstufungen gibt, wo schwärzeste Dunkelheit neben grellestem Sonnenlicht steht?

Aber trotz der notwendigen Färbung des Materials, das den Blick zu den Sternen ermöglichen soll, muß es doch dafür garantieren, daß das Bild, das sich uns bietet, in seinen Farben nicht verfälscht wird. Die Kontraste sollen also auf ein erträgliches Maß reduziert werden, die Farbwerte dagegen sollen erhalten bleiben.

Das „Fensterglas für Weltraumschiffe“ darf sich außerdem unter dem Bombardement des kosmischen Staubes und der intensiven ultravioletten Strahlung nicht verändern. Es darf weder seine Färbung wechseln noch blind werden. Ein durchsichtiges Material, das diesen geradezu widersprüchlichen Anforderungen gerecht wird, gibt es zur Zeit noch nicht. Eine reizvolle Aufgabe für die Kunststoffzauberer liegt hier vor.

Im übrigen ist die Verwendung dieses in den Retorten der chemischen Laboratorien erst zu schaffenden neuen Stoffes keineswegs auf die Mammutfensterscheiben des Raumschiffes beschränkt. An die Linsen von Film- und Fernsehkameras sind ja die gleichen Anforderungen zu stellen; auch an die durchsichtigen Helme von Raumanzügen und die Kuppeln späterer Stützpunkte und

Observatorien auf dem Mond oder auf interplanetarischen Stationen im „luftleeren“ Raum.

Doch das alles betrifft nur den einen Strahlenbereich, den es zu bestehen gilt. Der andere, der den Forschern viel mehr Kopfzerbrechen bereitet, ist der Komplex der Korpuskularstrahlen, der sogenannten kosmischen Strahlen. Das sind Atomkerne oder auch Teile von Kernen, die infolge von noch nicht eindeutig erklärbaren kosmischen Vorgängen derart beschleunigt werden, daß die Energie, die sie mit sich tragen, es ihnen ermöglicht, jedes Hindernis, das sich ihnen in den Weg stellt, mühelos zu durchstoßen. Kein Netz, das sie auffangen könnte; kein Stoff, der dicht genug wäre, sie zu bremsen; kein künstlich erzeugtes Kraftfeld, das stark genug wäre, sie von ihrem Weg abzulenken. Kein noch so dicker Panzer, gleichgültig; ob aus Stahl oder aus Kunststoff, kann den Raumfahrer vor diesen Strahlen schützen. Im Gegenteil! Wenn die schweren Kernteile der Primärstrahlung auf die Wände des Raumschiffes stoßen, kann das gleiche geschehen, was beim Eindringen in den Luftmantel der Erde passiert: Es wird die sogenannte Sekundärstrahlung erzeugt. Einzelne Teilchen der Primärstrahlung prallen mit ungeheurer Energie auf Atomkerne der Stoffe, aus denen das Raumschiff hergestellt ist. Bei diesen kernphysikalischen kosmischen Verkehrsunfällen leiden, wie bei einem irdischen Zusammenstoß, beide Teilnehmer; es kommt zu regelrechten Kernzertrümmungen. Und statt des einen Teilchens, das da durch das Weltall geflogen kam, fliegt jetzt ein ganzer Trümmerhaufen weiter. Etwas Ähnliches ereignet sich auch beim Eindringen der kosmischen Primärstrahlung in den Luftmantel der Erde. Zwar scheint hier die Möglichkeit des Zusammenstoßes wegen der geringen Dichte der Luft relativ selten, aber dafür ist die „Dicke“ der Luftschicht millionenfach größer als die der Wand des Raumschiffes. (Daß auch die „Trümmer“ noch weitere Zusammenstöße verursachen und weiteren Umwandlungsprozessen unterworfen sein können, ist in diesem Zusammenhang ohne Bedeutung und sei nur am Rande erwähnt.)

Das ist nun die entscheidende Frage: Wie bekommt den rund  $10^{27}$  Atomen des menschlichen Körpers dieses Bombardement? Erleiden sie Zerstörungen, die ein Weiterleben gefährden?

Auf Grund zahlreicher Versuche und auch auf Grund von Erkenntnissen der Atomphysik glauben die meisten Forscher, daß es keine ernsthaften Schäden geben wird. Kernteilchen der kosmischen Strahlung fliegen ständig durch uns hindurch; schließlich bestehen wir ja, wie alle Stoffmaterie, vorwiegend aus leerem Raum. Kommt es aber zu Zusammenstößen, so macht der Ausfall einiger Atome unseren Zellen im allgemeinen nicht viel aus. Allerdings erhöht sich der Anteil radioaktiver Stoffe in unserem Körper. Zerstörungen von Zellkernen in größerem Umfange, vor allem in den Nervenzentren, können jedenfalls zu ernsthaften Schäden führen.

Vielerlei Getier hat man mit Raketen in große Höhen befördert, unter anderem zu dem Zweck, sie der kosmischen Strahlung auszusetzen. Allerdings war das

dann immer nur für kurze Zeit. Ballonaufstiege ermöglichen zwar einen längeren Aufenthalt, zwingen aber andererseits, auf große Höhen zu verzichten. Ideale Forschungsmöglichkeiten werden wir erst dann erhalten, wenn mit Tieren besetzte Satelliten nach längerem Aufenthalt im Weltraum wohlbehalten zur Erde zurückgeholt werden können.

Menschliche Schädel und Gehirnpräparate sind wohlbehalten wieder auf der Erde gelandet, nachdem sie vierundzwanzig Stunden lang im Ballon in 30 km Höhe geschwebt hatten. Schweizer Wissenschaftler haben lebende Haut in große Höhen geschickt und sie nachher wieder an ihre alte Stelle gepflanzt; sie wuchs ohne jede nachteiligen Folgen wieder ein. Tiere wurden fünfunddreißig Stunden lang von Ballons transportiert. Raketen trugen sie über 200 km hoch hinauf. An Fallschirmen kehrten sie zur Erde zurück, entweder in Druckkabinen oder, wie es bei Affen der Fall war, in Raumanzügen.

Affen, Hunde und Zirbelmäuse scheinen nicht unter der kosmischen Strahlung gelitten zu haben. Nur schwarze Ratten bekamen nach zwei bis vier Monaten graue Fellhaare, offensichtlich eine Folge der Strahlenkrankheit. Am erstaunlichsten war die Wirkung auf Würmer. Sie verkümmerten und starben in der sechsten Generation aus. Auch bei Fliegen konnten Schweizer Experimentatoren schwere Störungen der Erbanlagen feststellen.

Insgesamt kann man nach dem heutigen Stand unseres Wissens annehmen, daß die kosmische Strahlung für Weltraumfahrer nicht in bedrohlichem Maße schädlich ist. In 23 km Höhe wurde eine Intensität der Strahlung von 15 Milliröntgen gemessen. In den Laboratorien und Atomwerken gelten als höchstzulässige Tagesdosis 100 Milliröntgen.

In größeren Höhen nimmt die Strahlungsintensität allerdings zu. Trotzdem behauptet Dr. J. H. Muller, prominenter Vererbungsforscher und einer der verantwortungsbewußtesten Mahner, die vor den drohenden Gefahren eines Atomkrieges und den verhängnisvollen Wirkungen der radioaktiven Verseuchung der Erde durch eine Fortsetzung der Atomwaffenexperimente warnen, daß die kosmische Strahlung keine ernsthafte Gefahr für den Weltraumfahrer darstellt. Er ist der Meinung, daß die Strahlung in jedem Falle schwächer bleibt als die Röntgenstrahlen bei normalen ärztlichen Untersuchungen. Untersuchungen an der Universität in California sollen ebenfalls ergeben haben, daß die kosmische Strahlung für die Weltraumfahrt unschädlich ist.

Allerdings darf man in diesem Zusammenhang nicht verschweigen, daß die Intensität der kosmischen Strahlung keine konstante Größe ist, sondern erheblich schwankt. Die große Sonneneruption vom 23. Februar 1956 zum Beispiel führte zu einer Verdreißigfachung der Strahlungsintensität für 36 Stunden. An diesem Tage wäre die Besatzung eines Raumschiffes in unserer Gegend des Sonnensystems mit einem Schläge einer Strahlung von schätzungsweise 150 bis 200 Röntgen ausgesetzt gewesen. Das entspricht ungefähr der Strahlungsintensität, die jene japanischen Fischer empfangen, die 1954 Opfer eines amerikanischen H-Bombenversuches in der Südsee wurden.

## **Geschosse aus der Tiefe des Weltraums: Meteoriten**

Die Liste der Gefahren, die dem Menschen im All drohen, ist noch lange nicht zu Ende. Eine wenigstens wollen wir noch erwähnen, über die viel diskutiert wurde und über die heute noch verschiedene Meinungen bestehen: die Meteoritengefahr.

Die Teilchen der kosmischen Strahlung kann man selbst mit den besten Mikroskopen nicht erkennen. Im Vergleich zu ihnen sind die Meteoriten wahre Riesen. Allerdings kommen diese Partikel des „kosmischen Mülls“, von denen jährlich mindestens 100 Milliarden in die Erdatmosphäre eindringen, in ganz verschiedenen Größen vor. Die kleinsten und häufigsten sind nicht größer als ein Blutkörperchen, vielleicht ein tausendstel Millimeter. Die Masse der Meteoriten wird zweifellos von solchen staubfeinen Teilchen gestellt. Meteoriten von einem Zentimeter Durchmesser oder größer kommen schon selten vor. Allerdings gibt es auch ganz schön ausgewachsene Stücke.

Nicht jeder Meteorit, der ein Weltraumschiff trifft, schlägt gleich ein Loch. Der kosmische Staub verwandelt seine sehr hohe Bewegungsenergie beim Auftreffen auf den Schiffsmantel in Wärmeenergie, die jeweils eine winzige Menge Metall zum Verdampfen bringt. Auch auf diese Weise kann natürlich ein Raumschiff ernsthaft gefährdet werden. Ein Meteorit von etwa 20 g Gewicht durchschlägt ohne große Anstrengung eine Stahlplatte von einem Meter Stärke. Kommt so ein kosmisches Geschöß mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 90 km/s einem Raumschiff in die Quere, so ist die Katastrophe im Weltall nicht aufzuhalten. Die Löcher im Raumschiff dürften wie eingestanzt ausfallen. Dem Meteoriten bekäme dieser Zusammenstoß allerdings weniger schlecht; etwas langsamer als vorher zwar, aber fast unbeschädigt würde er seine Himmelsreise fortsetzen. Das Raumschiff aber, das von einem solchen Meteoriten getroffen wird, hat aufgehört, Forschungsstätte und Behausung von Menschen zu sein. Wie aus einem geplatzten Reifen zischt die Luft ins Freie. In Sekundenschnelle ist das Schiffinnere luftleer. Was den Raumfahrern dabei geschieht, kann man sich leicht vorstellen.

Gegen solche Unglücksfälle kennt man vorläufig noch keinen sicheren Schutz. Was eine Katastrophe größten Ausmaßes verhindern könnte, wäre vielleicht die Einteilung des Raumschiffes oder der Außenstation in einzelne Kammern, die voneinander druckfest getrennt werden können, ähnlich wie das die Schotten bei einem Schiff besorgen. Gegen große Brocken, wie sie gelegentlich auf der Erde einschlagen, würde natürlich kein Gras gewachsen sein. Mit ihnen im Weltall zusammenzustoßen wäre allerdings ein unwahrscheinlicher Zufall. Das Bombardement mit kosmischem Staub könnte vielleicht durch doppelte Wandungen, deren äußere dann getrost „verdampft“ werden kann, unschädlich gemacht werden. Möglicherweise findet die Wissenschaft auch eines Tages eine Masse, die zwischen die beiden Wände gefüllt wird und bei größeren Beschädigungen automatisch das entstandene Loch wieder flickt.

Große Meteoriten kommen zum Glück selten vor. Auch wenn die Schätzungen weit voneinander abweichen, kann man doch ziemlich sicher sagen, daß die Meteoritengefahr bei weitem nicht so groß ist, wie allgemein angenommen wird. Schließlich ist es ja auch nicht ganz ungefährlich, durch den Verkehr einer modernen Großstadt hindurchzusteuern.

Wie sich aus der Statistik der Unfälle leicht errechnen läßt, wann nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung ein Unfall fällig ist, kann man auch für die Weltraumfahrt die Wahrscheinlichkeit eines kosmischen Verkehrsunfalls schätzen. Dabei ergeben sich ungefähr folgende Perspektiven: Mit größeren Meteoriten von einem Zentimeter Durchmesser würde man im Weltraum allenfalls alle paar Lichtjahre (!) einmal zusammenstoßen.

Kleinere Teilchen von einigen Millimetern Durchmesser sind erst bei etwa 5000 Hin- und Rückreisen zur Venus einmal zu erwarten. Zusammenstöße mit noch kleineren Partikelchen werden schätzungsweise alle paar Millionen Kilometer erfolgen.

„Der Kolumbus der Weltraumfahrt ist bestimmt nicht zu beneiden!“ schrieb vor kurzem eine populärwissenschaftliche Zeitschrift. Sie dürfte damit recht haben, was die Strapazen und die Gefahren betrifft, die ihm bevorstehen und unter denen die Meteoritengefahr die geringste darstellen dürfte. Die ungewöhnlichen psychischen Belastungen, die das Zusammenleben unter völlig ungewohnten Verhältnissen auf allerengstem Raum mit sich bringt, werden keinesfalls zu den angenehmen Seiten der Raumfahrt gehören.

Zweifellos kann vieles getan werden, um dem Menschen im Raum allen erdenklichen Schutz zu geben. Den letzten Schritt aber muß er dann doch allein tun.

In ausgedehnten Forschungsstätten werden die verschiedenen Umstände der bemannten Weltraumfahrt geprüft. Die Raumfahrtmedizin versucht die Bedingungen, die im Weltraum herrschen, nachzuahmen, um Tests zu veranstalten und Menschen für den Flug ins All zu trainieren. Aber nicht alle Bedingungen lassen sich künstlich herstellen, und niemals lassen sich auf der Erde alle Bedingungen gleichzeitig erreichen. Das vollkommene Weltraumlaboratorium kann man eben auf der Erde nicht herstellen.

Im Zentrum der amerikanischen Raumfahrtmedizin hat vor einiger Zeit ein Mensch „die Fahrt zum Mond“ unternommen. Man sperrte einen ausgesucht gesunden jungen Soldaten in einen großen Stahlschrank mit vielen Apparaturen. Man versorgte ihn mit künstlicher Luft. Bakterienkulturen vernichteten seine Ausscheidungen, Algen verzehrten das Kohlendioxyd und gaben den notwendigen Sauerstoff wieder ab. Mikrophone und Fernsehkameras belauschten in jeder Sekunde den einsamen Mann in der Kabine, der von seiner Außenwelt nichts wahrnehmen konnte und sollte. Sieben Tage lang hockte er in seiner engen Kammer, sieben Tage lang völlig allein, unter Verhältnissen, die zum Teil denen einer Weltraumfahrt entsprachen.

Die Fahrt zum Mond ist dem jungen Flieger gut bekommen. Wie wird es aber aussehen, wenn aus dem irdischen Experiment kosmische Wirklichkeit wird?

# verkehr im kosmos

## Und der Weltraumflug findet doch statt!

Allen kleingläubigen Skeptikern und allen falschen Propheten zum Trotz: Der Weltraumflug findet doch statt! Es mögen sich noch so viele Stimmen finden, die warnen, auch ehrlich besorgte Fachleute, die allzuleicht vor den Schwierigkeiten kapitulieren, die sie nur allzugut kennen. Der Mensch wird zu fernen Welten fliegen!

Und er ist bereits im Aufbruch begriffen.

Als sich 1955 in der dänischen Hauptstadt die hervorragendsten Weltraumforscher zum 6. Internationalen Astronautischen Kongreß trafen, einigten sie sich auf folgenden Fahrplan der Weltraumfahrt:

- In der ersten Etappe, von 1966 bis 1970, soll die erste Außenstation der Erde gebaut werden, Weltraumstation, Start- und Landeplatz für Weltraumschiffe, Umsteigebahnhof für den interplanetaren Verkehr.
- In der zweiten Etappe, von 1971 bis 1977, soll die erste Expedition von Menschen zum Mond starten.
- In der dritten Etappe soll im Zeitraum von 1978 bis 1985 der erste Flug zu einem Nachbarplaneten, zum roten Planeten Mars, stattfinden.

Seit dieser Tagung ist im Verhältnis zu unserer Schnellebigkeit viel Zeit ins Land gegangen. Als sich zwei Jahre später, im Oktober 1957, in Barcelona der 8. Internationale Astronautische Kongreß zusammenfand, kreiste bereits der erste künstliche Satellit um die Erde.

Schlagartig wurde das Problem Weltraumfahrt in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt. Aus war es mit dem Primat utopischer Schriftsteller. Jetzt hatte der Wissenschaftler das Wort. Bis dahin von der breiten Öffentlichkeit wenig beachtet, weil ihre Arbeitsgebiete – mit Ausnahme der Raketentechnik – von den Laien kaum beachtet wurden und größtenteils auch unbekannt waren, galt ihren Worten auf einmal uneingeschränkte Aufmerksamkeit. Und Millionen merkten voller Erstaunen, daß da im stillen etwas herangereift war, was gestern noch als Phantasterei galt.

Die ersten Satelliten gaben den unwiderlegbaren Beweis für den gewaltigen Fortschritt einer Wissenschaft, die – eigentlich das Zusammenspiel einer ganzen Reihe von wissenschaftlichen und technischen Gebieten – erst jetzt in den Blick der Öffentlichkeit rückte. Die Schwelle zum interplanetarischen Zeitalter war überschritten worden, und an diesem bedeutsamen Ereignis nahm die ganze Menschheit lebhaften Anteil.

Aber es zeigte sich auch noch etwas anderes: Aus den vielen Äußerungen führender Wissenschaftler, die fast über Nacht populär und einem breiten Publikum wohlbekannt wurden, deren Worte wissenshungrig aufgenommen wurden, ganz, als wollte man Versäumtes nachholen, ging recht eindeutig hervor, daß das Entwicklungstempo der Astronautik im Begriff ist, alle Vorstellungen über den Haufen zu werfen, vermutlich auch jenen Weltraumfahrplan, den man zwei Jahre vorher in Kopenhagen für die nächsten drei Jahrzehnte aufgestellt hatte.

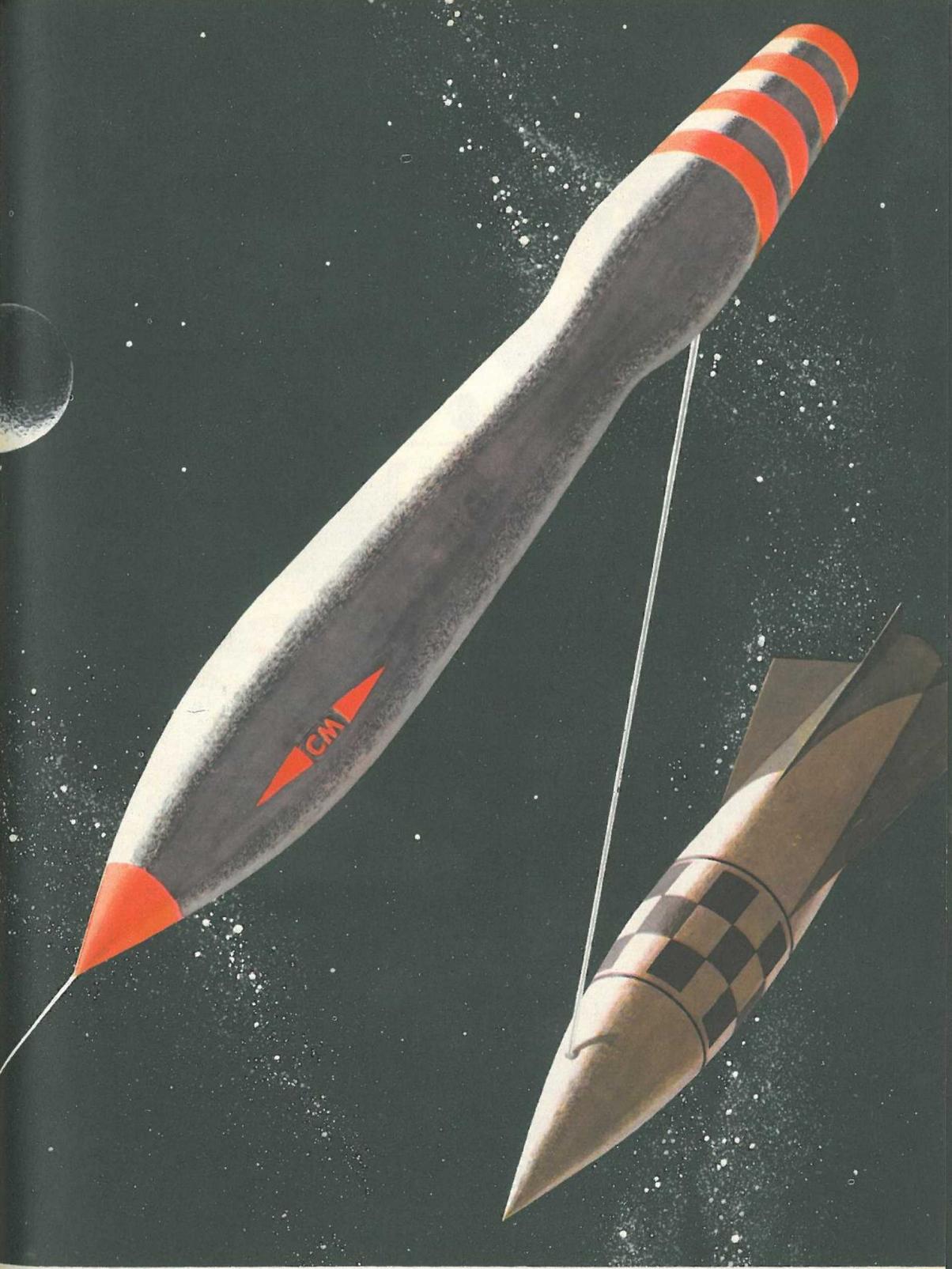
Wir haben schon einmal von falschen Propheten gesprochen. Wir wollen noch einen Vertreter dieser Gattung vorstellen: Harald Spencer Jones, den „königlichen Astronomen“ Englands. „Niemals“, so orakelte er, nachdem Sputnik I mehr als zweihundertmal die Erde umkreist hatte, „wird der Mensch seinen Fuß auf den Mond oder Mars setzen.“

Fast zur gleichen Stunde erklärte in Moskau der Vater der Astrobotanik, Professor Tichow, daß bald sowjetische Astronautiker die ersten Proben von Marspflanzen zur Erde bringen werden.

Hier haben wir die beiden grundsätzlich verschiedenen Konzeptionen, die sich bei der Beurteilung der Perspektiven des Weltraumflugs gegenüberstehen:

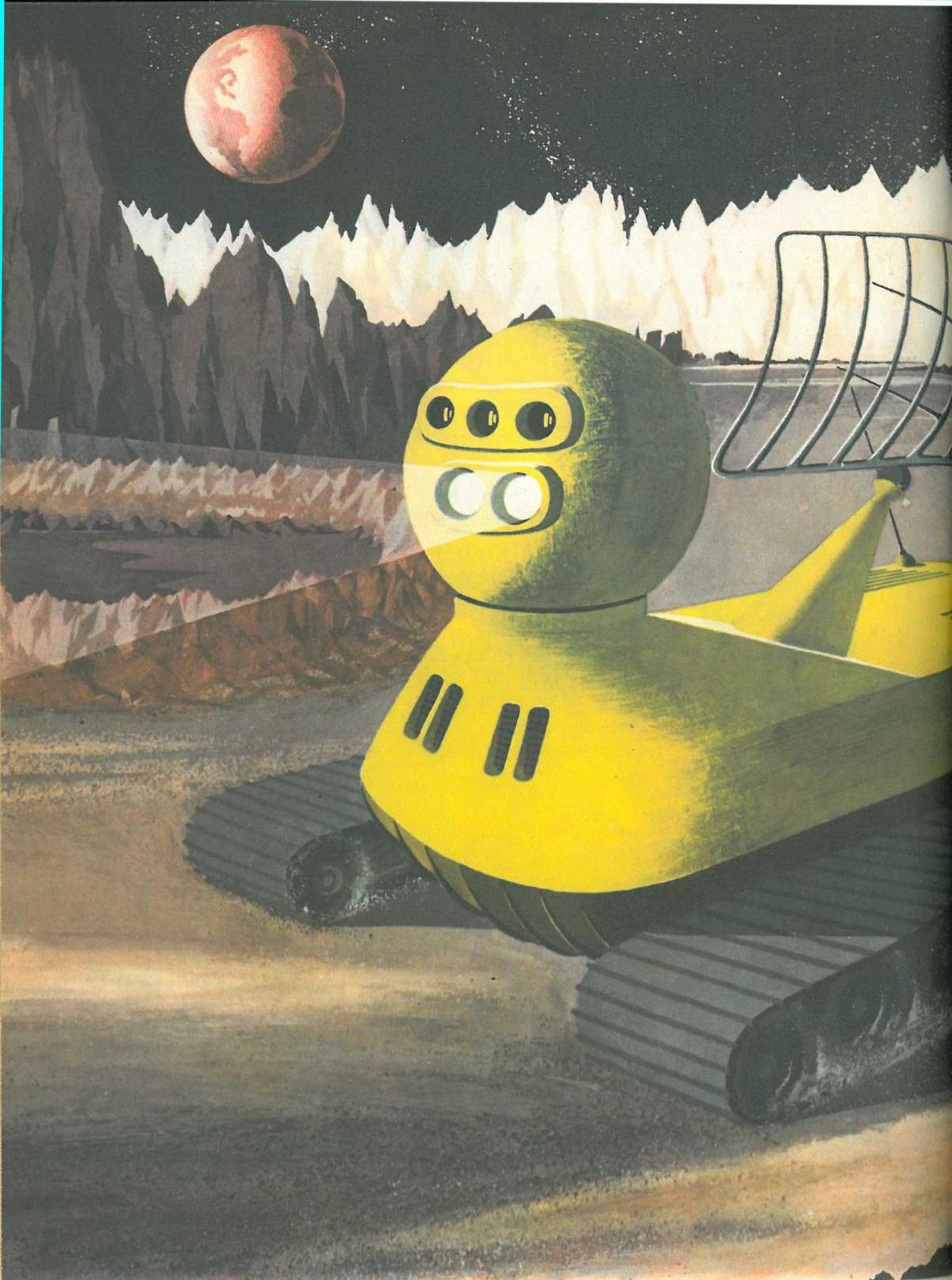
Auf der einen Seite stehen die Wissenschaftler, die sich an kirchliche und andere politische Einrichtungen so fest gebunden fühlen, daß sie selbst auf ihrem eigenen Gebiet alle Konsequenzen und Entwicklungsrichtungen ablehnen, die sie in Widerspruch zu dieser Gebundenheit zu bringen drohen. Jedes noch ungelöste Detail wird ihnen zum Angelpunkt, von dem aus sie die Möglichkeit des Ganzen bezweifeln. Und auf der anderen Seite stehen jene Wissenschaftler, die vorbehaltlos bereit sind, neue Wahrheiten anzuerkennen, auch dann, wenn sie alte Rahmen sprengen. Die einen schrecken vor Folgerungen zurück, die sich aus ihren eigenen Forschungen ergeben. Die anderen aber, die der Wirklichkeit und ihren Gesetzen aufgeschlossen gegenüberstehen und auch den wissenschaftlichen Fortschritt nicht fürchten, sind imstande und bereit, große zusammenhängende Gesamtentwicklungen zu erkennen und anzuerkennen.

Selbstverständlich bestehen in der weiteren Entwicklung der Astronautik ungeheure Schwierigkeiten; selbstverständlich darf man die Fülle schwieriger Probleme nicht unterschätzen; zweifellos gibt es auch für eine Reihe technischer Fragen im Augenblick noch nicht einmal sichtbare Ansatzpunkte einer Lösung; zweifellos erscheinen manche der vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten vorerst noch phantastisch, weil sie im Augenblick noch nicht realisier-



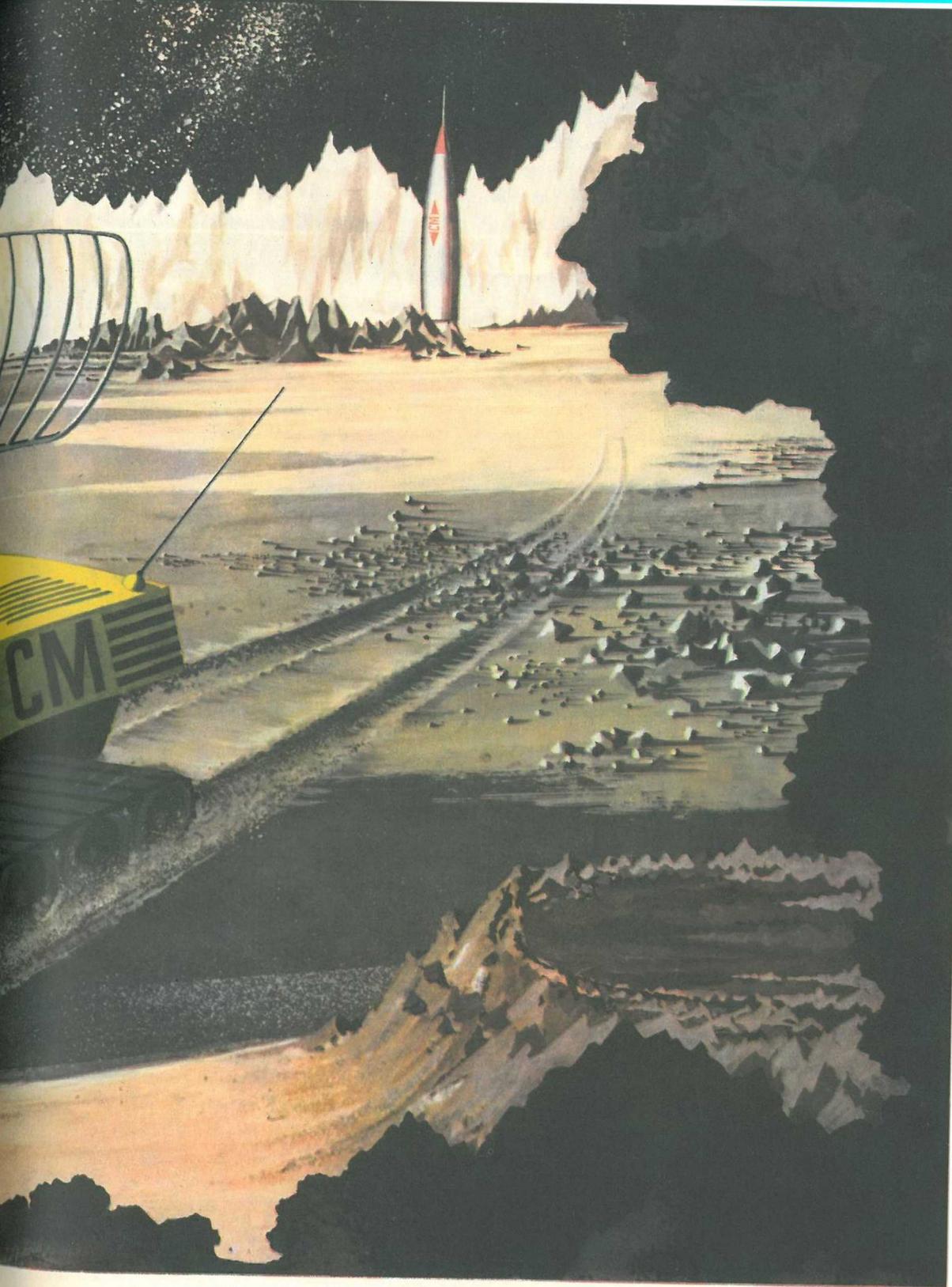
**VIII. Vor ihrem Weiterflug zum Mond**

*wird die unbemannte Mondrakete auf der Kreisbahn um die Erde von einer – gleichfalls unbemannten – Tankrakete noch einmal aufgetankt.*



**IX. Der Mond ist erreicht**

*Die Rakete hat die „Mondraupe“, ein automatisch arbeitendes und von der Erde aus fern-*



*gesteuertes Laboratorium, unbeschädigt gelandet. Das seltsame Fahrzeug hat seine „Arbeit“ aufgenommen und funkt alle Ergebnisse seiner Beobachtungen und Messungen zur Erde . . .*



**X. ... wo sie mit Spannung aufgenommen werden**

*In der Überwachungs- und Steuerzentrale wird das Unternehmen aufmerksam verfolgt. Die Ergebnisse werden automatisch registriert und der Auswertung zugeleitet.*

bar sind und man nicht weiß, ob sie sich tatsächlich so in die Praxis umsetzen lassen, wie sich das kühne Geister heute vorstellen. Aber berechtigt dieser völlig normale Umstand jene unglückseligen Propheten, immer wieder ihr „Unmöglich“ vor die Schwelle der Zukunft zu postieren? Wer sich selber mit Skepsis und konservativen Vorstellungen den Blick in die Zukunft verbaut, der wird auch nicht zu denen gehören, die die Zukunft meistern. Er wird einsam seine Straße abwärts ziehen, während die anderen, die zukunftsfrohen, kühnen und zugleich realistischen neuen Menschen zwar angestrengt, aber auch froh und sicher aufwärts eilen.

Heute arbeiten bereits viele hunderttausend Menschen am Projekt des interplanetaren Verkehrs, und man kann ohne Übertreibung sagen, daß täglich mehr Menschen in den Bereich dieser berauschend interessanten zukunfts-trächtigen Arbeit mit ihren vielen Zweigen und Nebengleisen einbezogen werden. Morgen werden es Millionen sein, deren Leben aufs engste mit der Welt-raumfahrt verknüpft ist, die in Konstruktionsbüros und Produktionsstätten, in Laboratorien zahlreicher Spezialgebiete, in großen Radarstationen oder als Reisende unmittelbar in den Bann des interplanetaren Verkehrs gezogen werden. Es ist wohl nicht zuviel gesagt, wenn man voraussagt: In einigen Jahrzehnten wird die berufliche Beschäftigung mit der Raumfahrt, angefangen von der Grundlagenforschung über die Produktion bis zur Ausübung, weit mehr Menschen beanspruchen als heute die Luftfahrt.

## **Zwischenstufe Außenstation**

Immer wieder taucht in Veröffentlichungen, die sich mit der Weltraumfahrt befassen, die Außenstation auf, die weit draußen im All als ständiger Begleiter um die Erde kreist. Immer wieder erheben aber auch Neunmalkluge ihren Zeigefinger und sagen: „Aber . . .“

Nun, zweifellos birgt das Projekt einer solchen Außenstation außerordentlich schwierige Probleme in sich. Wer aber hat das Recht, sie wegen dieser Schwierigkeiten als unwahrscheinlich abzulehnen oder in eine ferne Zukunft verbannen zu wollen?

Der Weltraumflug wird zweifellos zwei Formen haben: Einmal, und damit wird er beginnen, werden unbemannte Weltraumraketen gewissermaßen als Kundschafter ins All geschickt. Und zum anderen wird es den bemannten Flug zum Mond und den Planeten geben. Unbemannte Raketen können und werden von der Erde aus starten. Bemannte Raketen aber werden dem Menschen zwar ermöglichen, die Erde zu verlassen, aber sie werden ihn nicht zu fernen Welten tragen. Für diesen Flug braucht der Mensch Weltraumschiffe, die nicht von der Erde aus in direktem Flug, sondern von einer Außenstation der Erde, gewissermaßen von einem Umsteigebahnhof aus, als Fernzüge auf die große Reise gehen.

Allen anderen Behauptungen zum Trotz bestehen die Pläne für eine solche Außenstation nach wie vor. Wernher von Braun, dessen Plan einer Außenstation in der Vergangenheit wohl die größte publizistische Popularität erzielt hat, sagte dazu: „Die Station im Weltraum ist so unvermeidlich wie der Sonnenaufgang.“ Auch sowjetische Wissenschaftler haben darauf hingewiesen, daß der Weltraumflug auf jeden Fall von Weltraumstationen aus erfolgen wird.

Die Weltraumstation, so schwierig auch ihre Einrichtung zur Zeit noch erscheint, bietet vier wesentliche Vorteile, die sie fast unentbehrlich machen:

- Sie ermöglicht, Weltraumschiffe mit einem bedeutend geringeren Aufwand zu bauen; denn diese Schiffe brauchen nicht mehr den Luftmantel der Erde zu durchstoßen, sondern werden draußen auf der Station montiert. Sie brauchen also keine aerodynamische Form zu besitzen und unterliegen auch ausdehnungsmäßig keinen so großen Beschränkungen.
- Ein Weltraumschiff braucht, wenn es von einer Außenstation aus startet, keine so hohe Beschleunigung, als wenn es von der Erde aus starten würde, denn es hat ja bereits die Kreisbahngeschwindigkeit der Außenstation, das heißt also etwa 8 km/s. Es braucht also nur noch eine solche zusätzliche Beschleunigung zu erfahren, daß sich seine Geschwindigkeit um etwa drei Kilometer pro Sekunde, je nach Flugziel, erhöht, um die Entweichgeschwindigkeit zu erreichen. Das bedeutet eine fühlbare Einsparung an Treibstoffen und auch eine Vereinfachung des Raumschiffbaues.
- Sie ermöglicht die Versorgung der Weltraumschiffe mit den gewaltigen Brennstoffmengen, die sie für die lange Hin- und Rückreise benötigen und die sie beim Start von der Erde aus niemals mitnehmen könnten.
- Schließlich bietet die Raumstation den Vorteil, daß von hier aus atomkraftbetriebene Weltraumschiffe starten können, ohne die Erde durch ihre radioaktive Abstrahlung zu gefährden.  
Das wird sich besonders dann als notwendig erweisen, wenn – in einer allerdings noch sehr fernen Zukunft, kaum mehr in unserem Jahrhundert – Photonenraketen oder Raumschiffe mit ähnlichen Antriebsarten Wirklichkeit geworden sind und den Weg zu den Fixsternwelten eröffnen.

## **Das kosmische Riesenrad**

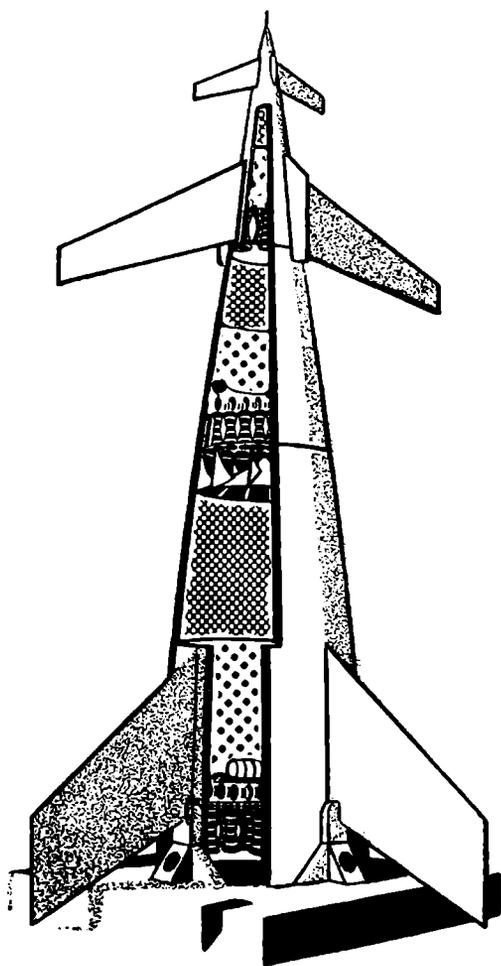
Es gehört zur Zeit noch viel Phantasie dazu, sich ein Raketenungetüm vorzustellen, das fast wie ein mittelgroßer Fernsehturm bemessen ist. Höhe 80 m, Durchmesser der unteren Raketenstufe 20 m, das sind die äußeren Ausmaße. Fast 7000 t wiegt dieser Koloß; davon entfallen 75 Prozent auf die erste Stufe!

Es muß ein selbst in größerer Entfernung die Trommelfelle zermürbendes Konzert geben, wenn die einundfünfzig Brennkammern der ersten Stufe gezündet werden, um – ja, um eine Nutzlast von nur 35,5 t 1730 km hochzuheben und ihr die Kreisbahngeschwindigkeit zu verleihen.

Zwölf solcher Dreistufenraketen bilden die Transportflotte, die in dem Projekt für eine Raumstation vorgesehen ist, das in der Öffentlichkeit wohl am meisten bekannt wurde. Denn da man Raumstationen nicht auf der Erde zusammenbauen und dann ins All befördern kann, muß man ihre Teile in Raketen verpacken, auf ihre Bahn im Weltraum befördern und dort zusammensetzen.

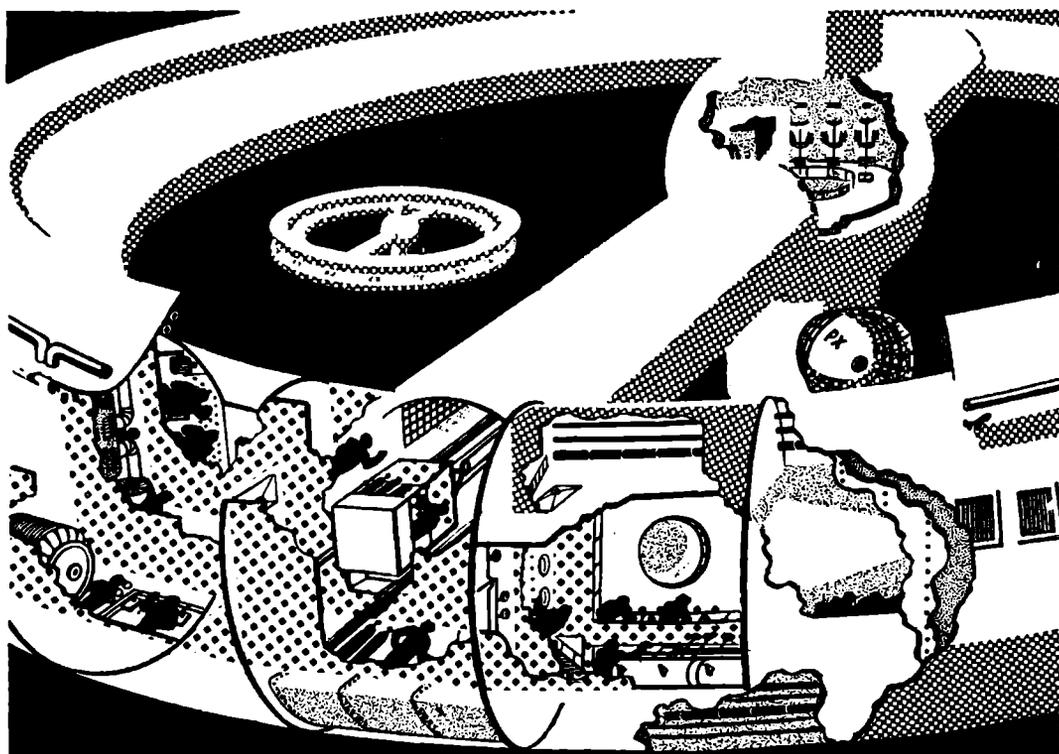
Es war im Jahre 1953, als in den Vereinigten Staaten das Buch des Mannes erschien, dessen Peenemünder Raketenkonstruktionen einst vielen tausend Engländern das Leben kosteten und die schöne alte Stadt Rotterdam in Schutt und Asche legten: Wernher von Braun, Schüler des deutschen Pioniers der Astronautik, Hermann Oberth, jetzt amerikanischer Staatsbürger. Dieses Buch enthielt die bis ins letzte durchdachten und berechneten Pläne einer Weltraumstation. Zusammen mit einigen ähnlichen Veröffentlichungen versuchten Braun und andere deutsche Raketenfachleute, die sich nach dem Zusammenbruch des Faschismus beeilten, in das amerikanische Raketengeschäft umzusteigen, die öffentliche Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Professor Haber, eines der prominentesten Mitglieder dieser Gruppe, die es vorzog, in Amerika eine neue Heimat zu suchen, statt sich in Deutschland am Wiederaufbau ihrer eigentlichen Heimat zu beteiligen, an deren sinnloser Zerstörung sie ja letztlich nicht ganz unbeteiligt waren, sagte über diese Bücher: „Das war natürlich eine journalistische Ausarbeitung, die zwar wissenschaftlich korrekt war, aber nicht übermäßig ernst zu nehmen ist.“

Trotz allem muß man aber anerkennen, daß diese „propagandistische Aufgabe“, wie sie Haber nannte, die bisher umfassendste Studie ist, die der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde. Jedoch



**Eine Dreistufen-Lastrakete**

*wie sie in dem Braunschens Projekt als Materialzubringer beim Bau einer Außenstation im All Verwendung finden sollen.*



#### **So könnte eine ringförmige Außenstation**

*in Betrieb aussehen. Mit zahlreichen Wohn- und Arbeitsräumen, wissenschaftlichen und technischen Einrichtungen, mit Anlegeplatz für Raumschiffe und für kleine „Raumtaxi“, mit weitausladenden Antennen, Spiegeln und anderen Geräten bildet sie eine recht umfangreiche „Stadt im All“, jedoch ständig in Verbindung mit der Erde.*

hat sie entscheidende Schwächen. Zwar ist sie keine Utopie, keine Spekulation, sondern sie basiert auf den damaligen Kenntnissen und arbeitet exakt mit den damals bereits vorhandenen Elementen. Aber sie unterscheidet nicht zwischen Naturgesetzen, die immer und überall gültig sind, und dem zeitgebundenen Stand ihrer Auswirkung. Das ist ein Verstoß gegen den dialektischen Charakter der Wirklichkeit, die ein noch so genau berechnetes Projekt sowohl in den Grundzügen wie im Detail sehr rasch veralten lassen kann. Trotzdem kann man sagen: Wenn auch dieses Projekt in vielen Details überholt ist, eben weil es sich streng an die damaligen Grundlagen hielt, so ist es doch außerordentlich interessant. Auch wenn es in dieser Form niemals verwirklicht wird – schließlich haben Wissenschaft und Technik in der Zwischenzeit erstaunliche Fortschritte gemacht –, so bleiben doch viele prinzipielle Lösungen und Darlegungen gültig.

der Lastraketen in die Kreisbahn sein. Welche zur Zeit noch unerreichbare Präzision der Steuerungsleistung muß dazu gehören, sie auf Sekundenbruchteile genau alle in die gleiche Bahn zu befördern! Und nicht nur das, sie müssen auch alle auf dem gleichen Bauplatz landen. Eine Ungenauigkeit von einer Sekunde bringt eine Abweichung von 7 km. Und es nützt nichts, die Bauteile der Station ins All zu bringen, wenn sie auf einer Bahn von Zehntausenden von Kilometern verstreut dahintreiben. Schließlich müssen sie auch ganz präzise die gleiche Geschwindigkeit innehaben, wenn sie nicht nach wenigen Umläufen bereits hoffnungslos weit auseinandergezogen sein sollen. Sind aber wirklich alle Teile auf dem kosmischen Bauplatz angelangt, so beginnt der nicht weniger komplizierte Teil der Arbeit. Weltraummonteur, ausgerüstet mit Raumanzügen, schwerelos in der tiefschwarzen Unendlichkeit des Raumes schwebend, ohne Gefühl für „unten“ und „oben“, zwischen Erde und Sternen, müssen eine Arbeit verrichten, deren Kompliziertheit bisher ohne Beispiel ist.

Ist aber die Raumstation einmal zusammengebaut, so umläuft sie, einem Riesenrad gleichend, mit einer Geschwindigkeit von 25 400 km/st die Erde. Alle zwei Stunden vollzieht sie eine Umlaufung. 75 m soll ihr Durchmesser betragen. Zwei „Speichen“ verbinden die Radnabe mit dem Radkranz, dem drei Stockwerke umfassenden eigentlichen Nutzraum der Station. In ihm sind die Beobachtungsräume, die chemischen und physikalischen Laboratorien, Funkstationen und Unterkünfte der Besatzung, deren Stärke 300 bis 400 Personen betragen soll, untergebracht. Damit der Besatzung die Arbeit erleichtert wird, soll sich die Station um ihre Achse drehen, einmal in 22 Sekunden. Dadurch wird im Radkranz Fliehkraft erzeugt, die einen gewissen Ersatz für die Erdanziehung bietet. Allerdings wird durch die Fliehkraft nur ein Drittel der Erdschwere erreicht.

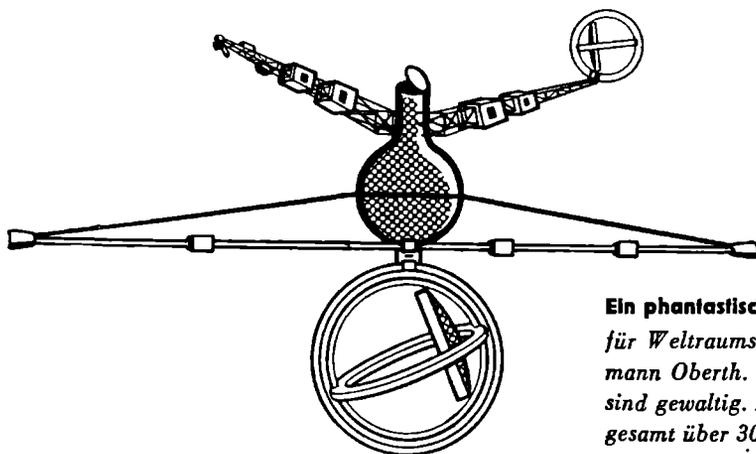
Ein Sonnenkraftwerk versorgt die Station mit der notwendigen Energie. Große Spiegel, kennzeichnend für alle Außenstationen, richten die Sonnenstrahlung auf mit Quecksilber gefüllte Behälter. Die Quecksilberdämpfe treiben Generatoren wie der Dampf in einem irdischen Kraftwerk.

### **Es geht auch einfacher**

Es ist klar, daß die Pläne Wernher von Brauns in einer Reihe von Details bereits überholt sind. Sie bauen auf einem Ensemble von Faktoren auf, die zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt als gegeben gelten konnten, von denen aber entscheidende Teile in rascher Bewegung begriffen waren. Jeder Fortschritt in der Raketentechnik, vor allem in der Treibstofffrage, mußte sich sofort auf zahlreiche Einzelheiten auswirken, mit denen Brauns Berechnungen gespickt sind. Deshalb kann man sie trotz zahlreicher kluger Gedanken, die sich allerdings im Prinzip bereits bei Ziolkowski und seinem späteren deutschen Pen-

dant Hermann Oberth finden, in den technischen Daten heute nicht mehr als zutreffend bezeichnen. In manchem Punkt waren sie sicher schon überholt, noch ehe die Tinte trocken war, mit der sie niedergeschrieben wurden.

Außerdem gibt es fast für jede Seite des Projekts noch andere Varianten einer Lösungsmöglichkeit, die das Gesamtbild der Station mehr oder weniger einschneidend verändern. Am entschiedensten anders geartet ist wohl das sowjetische Projekt einer Außenstation, die aus den zu einem Bündel zusammengefaßten Körpern ausgebrannter Lastraketen, aus leeren Brennstofftanks und einigen Hilfseinrichtungen besteht, unter denen der große Sonnenspiegel als unvermeidliches Zubehör dominiert. Solche verblüffend einfachen



**Ein phantastischer Zwischenhafen**

*für Weltraumschiffe nach Plänen von Hermann Oberth. Die Ausmaße dieser Anlage sind gewaltig. Der Durchmesser ist mit insgesamt über 30 Kilometer vorgesehen.*

und zweckmäßigen Möglichkeiten sind gerade in der Sowjetunion nicht wenige entwickelt worden, während aus den USA nur das Braunsche Projekt bekannt wurde.

Der Gedanke an eine Außenstation ist an und für sich nicht neu. Schon bei Ziolkowski finden wir Unterlagen dafür. Seine Außenstation sah sogar eine „Orangerie“, ein himmlisches Gewächshaus, vor.

Auch Hermann Oberth, der – aus Rumänien stammend – den größten Teil seines Lebens in Deutschland verbrachte und heute in den USA arbeitet, hat verschiedene Pläne für Weltraumstationen entwickelt.

Oberth, der nach Ziolkowski der wohl bedeutendste Ahnherr der Weltraumfahrt ist, schrieb 1954: „Die Außenstation ist zwar schon oft in utopischen Geschichten beschrieben worden, aber sie entsteht in den nüchternen, neonlichtdurchfluteten Konstruktionssälen der großen Flugzeug- und Raketenwerke, wo Ingenieure und Zeichner ihre Details entwerfen und durchkonstruieren – nicht um ihrer Phantasie zu frönen, sondern um sich ihr tägliches Brot zu verdienen.“

Aber dort, wo in neonlichtdurchfluteten Zeichensälen gearbeitet wird, gibt es auch Panzerschränke. Mit anderen Worten: Es sind eine ganze Anzahl von

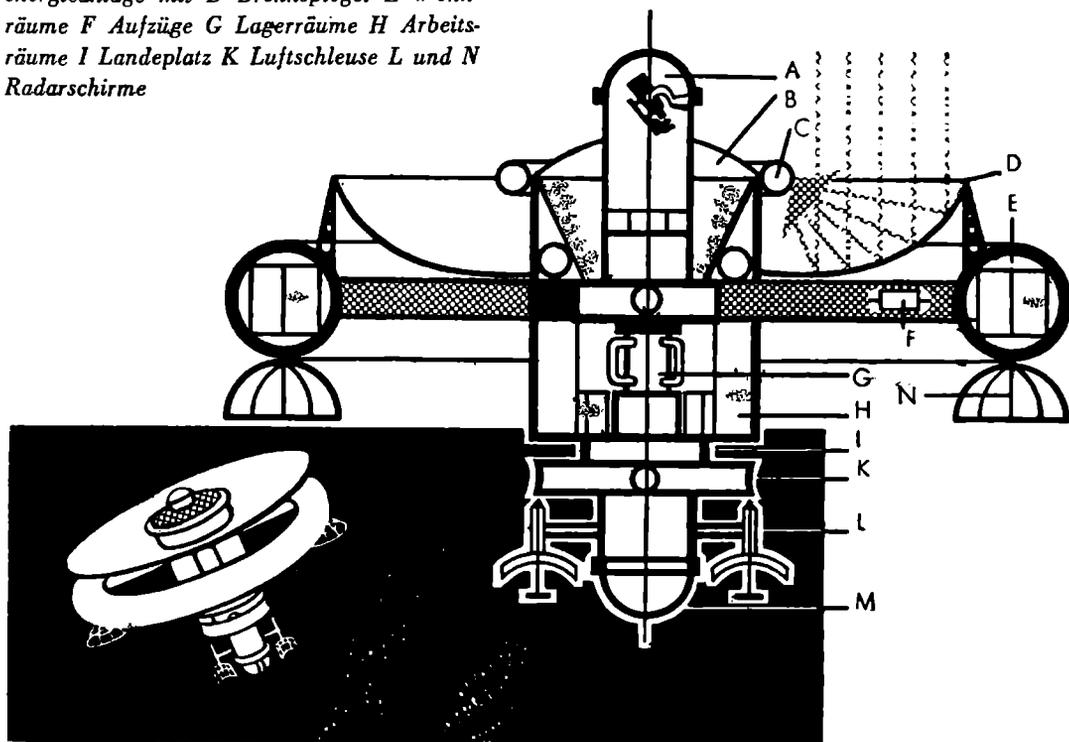
Plänen für Weltraumstationen verschiedenster Zweckbestimmung bekannt geworden. Diese Pläne sind sicherlich hochinteressant und bieten den Konstrukteuren vielfältige Hinweise. Sie treiben die Wissenschaft durch immer neue Lösungen voran. Aber hinter den Panzertüren jener Konstruktionsbüros sind – das kann man als sicher annehmen – inzwischen längst die ersten Pläne für den tatsächlichen Bau der ersten Außenstationen verwahrt, vorerst noch streng geheimgehalten, weil die politische Weltlage und die nach wie vor drohende Gefahr des militärischen Mißbrauches der Weltraumprojekte auch die Sowjetunion zur Geheimhaltung zwingen.

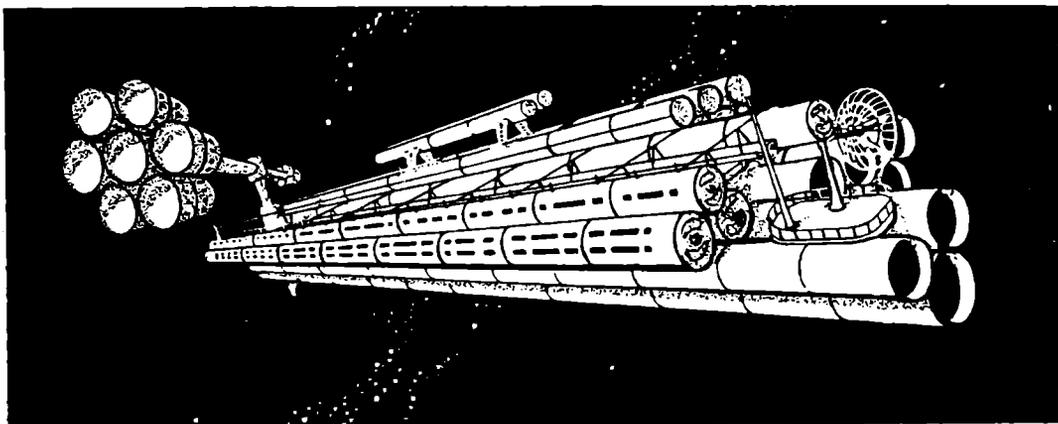
Auf jeden Fall aber wird dort, wo die Wissenschaft nicht am Bettelstab zu gehen braucht und nicht lediglich nach ihrer augenblicklichen militärischen Verwendbarkeit bewertet wird, mit der ganzen Intensität einer wissenschaftlichen und technischen Großmacht an diesen Plänen gearbeitet. Und wenn sowjetische Wissenschaftler für die nächsten Jahre den Baubeginn einer Außenstation bekanntgeben, so muß man bei den bisherigen Erfahrungen mit der

#### **Sowjetisches Projekt einer ringförmigen Raumstation**

*Im Querschnitt erkennt man:*

*A und M Observatorien B Treibhaus C Sonnenenergieanlage mit D Brennspiegel E Wohnräume F Aufzüge G Lagerräume H Arbeitsräume I Landeplatz K Luftschleuse L und N Radarschirme*





### **Eine bündelförmige Raumstation**

*Diese interessante Variante, ebenfalls nach sowjetischen Plänen, besteht in der Hauptsache aus leergebrannten Raketenkörpern, deren Instrumentenausrüstung mit übernommen wird. Dazu kommen alle notwendigen Spezialgeräte, Einrichtungen usw.*

Präzision und Zuverlässigkeit sowjetischer Voraussagen annehmen, daß diese Pläne bereits in das Stadium ihrer Verwirklichung getreten sind.

Es sind verschiedene Versionen sowjetischer Außenstationen bekannt geworden, von der ringförmigen – man kann beinahe schon sagen: konventionellen – über das „Weltraumfaß“, das fast wie eine überdimensionale Tonne aussieht und das im Entwurf auf einer Ausstellung in Rom gezeigt wurde, bis zum bereits erwähnten Raketenbündel. Dieses letztgenannte Projekt ist das interessanteste, weil es am weitesten von allen bisher bekannten Vorstellungen abweicht. Es dürfte auch leichter als alle anderen zu verwirklichen sein.

Selbstverständlich sind auch hier Lastraketen notwendig, um die Bauteile auf die vorgesehene Kreisbahn zu bringen. Aber diese Lastraketen haben es in gewissem Sinne leichter als die Braunschens. Sie brauchen nicht mehr zur Erde zurückzukehren, können also für den eingesparten Brennstoff mehr Nutzlast mitnehmen. Rakete auf Rakete wird zur Kreisbahn starten. Die Triebwerke und Brennstoffreserven, die ihr verblieben sind, reichen aus, um notwendige Bahnkorrekturen auszuführen und die Raketen auf der Baustelle zu versammeln.

Diese Manöver werden nicht wenig Geschicklichkeit erfordern, um so mehr, als man sie auf der Erde nicht einüben kann. Es geht darum, jede neu ankommende Rakete vorsichtig an die bereits auf der Bahn vorhandenen heranzumanövrieren, so, wie man einen Dampfer an eine Anlegebrücke bugsiiert. Die Raketen werden miteinander verbunden. Besonders konstruierte Schleusen werden das Übersteigen von einer Rakete zur anderen ermöglichen, ohne daß der Raumfahrer die Raketen verlassen muß. Die inzwischen leer gewordenen Brennstoffbehälter werden gereinigt und in Wohn- und Arbeitskabinen

umgewandelt. Sie sind selbstverständlich bereits von vornherein für diesen Zweck entworfen worden, so daß es nur geringer Zeit- und Materialaufwendungen bedarf, die notwendigen Umbauten vorzunehmen.

Je mehr neue Raketen hinaufkommen, desto größer wird die Station. Die Raketen bringen zwar auch Nutzlast mit hinauf, Montageteile, die nicht von vornherein in den Raumraketen installiert sind, Teile des Sonnenkraftwerkes, die ungeheure Vielzahl der wissenschaftlichen Apparaturen, Sendeanlagen und Radarstationen, Elektromotoren und Fahrstühle, Fernrohre und Pflanzen für den Weltraumgarten – es ist fast unmöglich, alles aufzuzählen –, aber sie bieten doch den unschätzbaren Vorteil, daß den größten Teil der Nutzlast ihr eigener Raketenkörper ausmacht. Jede Rakete ist ein Baustein für die Weltraumstation! Jeder Baustein mit eigenem Antrieb und Steuerungsorganen! Und das alles nach raffiniertesten Überlegungen auf die rationellste Weise zusammengesetzt, ergibt ein geradezu phantastisch anmutendes Behälterbündel von gewaltigen Dimensionen.

Man kann Weltraumstationen zwar mit allem Komfort bauen, wie man sie manchmal beschrieben findet; aber ob das bereits in den Anfängen der Fall sein wird, ist zweifelhaft, denn in den nächsten Jahrzehnten werden wir kaum reich genug dazu sein, einen solchen Aufwand zu treiben. Man darf nicht vergessen, daß jede Tonne Nutzlast, die ins All befördert werden soll, einen Raketenaufwand von vielen Tonnen Startgewicht erfordert. Einhundert Tonnen Treibstoff für eine Tonne Nutzlast, die zum Mond befördert werden soll,

„Unsere Insel ist ein luftdichtes, längliches Gebilde und wird der Einfachheit halber aus zusammengesetzten, leergebrannten Treibstoffbehältern bestehen, die den an der „Baustelle im All“ ankommenden Lastraketen abgenommen werden. Die acht Meter langen leeren Treibstoffbehälter sind innen wie kleine Eisenbahnwagen gestaltet, und die zwölf Meter langen leeren Sauerstoffbehälter bilden große Zellen. Alle Behälter haben einen einheitlichen Durchmesser von vier Metern. Die Behälter sind aneinandergeschweißt. Durch die an den Seitenwänden oder an den Stirnwänden angebrachten Öffnungen gelangt man von einer Zelle in die andere. Die hier angewandte Baumethode bietet die Möglichkeit, die fliegende Insel ständig zu vergrößern und Umbauten der verschiedensten Art vorzunehmen. Die Insel wird eine Länge von 160 Meter aufweisen! Die anlegenden Baumaterialraketen bauen wir auf der Hauptwerft in „Waggons“ und Zellen um. Die Werft wird durch ein dünnes Stahlnetz vor Meteoren geschützt. Das vordere und das hintere Deck dienen als Landeplatz für die Transportraketen und als Startfläche für die Gleiter, die zur Erde zurückfliegen. Der Werftplatz und das Deck werden durch besondere Luftschleusen betreten. Es sind alle nötigen Vorkehrungen getroffen, so daß nur eine minimale Menge Luft verlorengeht.“

PROF. DR. A. A. STERNFELD

*Träger des Internationalen Preises zur Förderung der Weltraumfahrt*

und infolgedessen zehntausend Tonnen Brennstoff für jede Tonne Nutzlast, die wieder zurückkehren soll – das ist die klassische Oberthsche Zahl. Sie ist durch die neuesten Entwicklungen von Brennstoffen und Raketenkonstruktionen sicherlich überholt; was bleibt, ist aber immer noch ein Startgewicht, das ein Vielfaches der Nutzlast beträgt. Das frißt Brennstoffe in solchen Massen, daß eine eigene Brennstoffindustrie für die Weltraumfahrt aufgebaut werden muß. Professor Oberth schätzt, daß jedes Liter Brennstoff, das sein projektiertes Mondauto verbraucht, ungefähr fünfhundert Mark kosten wird. Fünfhundert Mark – ein Liter Treibstoff! So gewaltig steigen die Kosten an, weil dieser Treibstoff mit Raketen zur Außenstation und von dort aus zum Mond befördert werden muß. Auch wenn diese Rechnung stark zeit- und umstandsgebunden ist, besagt sie doch genug über die – nicht nur kostspieligen – Schwierigkeiten, die gegenwärtig mit der Beförderung von Lasten ins Weltall verbunden sind. Sie gilt es noch zu überwinden.

### **Auf der Station**

Ganz langsam legt das Raumschiff bei der Landeplattform an. Das Anlege- manöver dauert fast länger als die knapp einstündige Reise in jene luftleere Höhe von fast 2000 km. Man spürt nichts von der unerhörten Geschwindigkeit, mit der Raumschiff und Station durchs All rasen. Die Station scheint still zu stehen, und mit vorsichtigen weichen Bewegungen schiebt sich Zentimeter um Zentimeter das Raumschiff an die Luftschleuse heran. Jeder harte Anprall, der bei einem irdischen Landemanöver nichts weiter als einen mehr oder weniger heftigen Stoß im Schiff verursachen würde, kann hier draußen empfindliche Störungen der Bahn der Außenstation hervorrufen. Gewiß wird die Bahn ständig von automatischen Steuerungsgeräten überwacht, von Elektronengehirnen immer wieder durchgerechnet und mit Hilfe von Raketenhilfsmotoren korrigiert. Auch von den großen Überwachungszentralen auf der Erde wird jede Unstimmigkeit der Umlaufbahn sofort erfaßt und an die Kommandozentrale weitergemeldet. Aber was geschieht, wenn unser Raumschiffkoloß, der zwar schwerelos ist, aber doch immer noch seine Masse besitzt, gegen die Station prallt? Gefährliche Bahnabweichungen wären die Folge. Die Bahn der Bündelstation ist bedeutend stabiler als die des Riesenrades, bei dem allein eine Gleichgewichtsverschiebung im Radkranz genügt, um es aus seiner normalen Bahn zu bringen.

Über die Luftschleuse, angeordnet in der Mittelachse der Station – sie macht die Rotation nicht mit –, gelangt der Weltraumfahrer ins Innere. Fahrstühle bringen ihn in die verschiedenen Abteilungen; daß sich seine Lage dabei ändert, bemerkt er gar nicht, weil ihn in der Luftschleuse völlige Schwerelosigkeit umgab, wobei jede Ortung im Raum verlörensing. In der Station aber herrscht infolge der Rotation eine gravitationsähnliche Kraft, die mit

dem Abstand von der Rotationsachse zunimmt. Daß der Raumfahrer dabei schließlich „waagrecht“ liegt oder, genauer gesagt, läuft oder steht, wird ihm nicht bewußt. Die Zentrifugalkraft drückt ja nach außen; der Druck zieht ihn gegen die Seitenwände, die dadurch zum Fußboden werden.

Aus diesem Umstand erklärt es sich, daß in den verschiedenen Stockwerken der Weltraumstation verschiedene Schwerkraft herrscht. Je näher die Insassen der Rotationsachse kommen, desto „leichter“ werden sie und mit ihnen natürlich alle Gegenstände.

Doch nicht nur die Begriffe „oben“ und „unten“, „schwer“ und „leicht“ erhalten einen neuen Sinn; auch Tag und Nacht sind auf dem künstlichen Mond anders als auf der Erde. Ihre Dauer richtet sich nach der Entfernung von der Erde und der damit zusammenhängenden Umlaufzeit. Bei einer Umlaufzeit von etwa zwei Stunden werden auf der Weltraumstation Tag und Nacht mehr als zehnmal innerhalb von 24 Stunden wechseln. Daß man diesem Rhythmus nicht wie auf der Erde folgen kann, indem man „nachts“ schlafen geht und „tags“ arbeitet, liegt auf der Hand.

Neben all den komplizierten technischen Einrichtungen benötigt der Weltraumfahrer auch ganz elementare Dinge, ohne die er nicht leben kann:

- 1,5 kg Sauerstoff,
- 2,5 l Wasser,
- Nahrungsmittel im Werte von etwa 2500 bis 3000 Kalorien, je Mann und Tag für 24 Stunden.

Luft als Nutzlast für Raketen! Wie paradox erscheint auf den ersten Blick diese Forderung! Aber wie anders soll sie hinaufkommen? Allerdings gibt es bereits Verfahren, verbrauchte Luft wieder zu regenerieren. Etwa 85 Prozent des eingeatmeten Sauerstoffs werden in chemisch gebundener Form als Kohlendioxyd wieder ausgeatmet. Wenn es gelingt, den Sauerstoff vom Kohlenstoff zu trennen und zu isolieren, kann er als Atemluft wieder von neuem verwendet werden.

Diesen Vorgang kann man durch bestimmte Reagenzien auf chemischem Wege erreichen. Auch biologische Möglichkeiten gibt es; denn Pflanzen können diese Arbeit verrichten. Die Chlorella-Alge absorbiert bereitwillig das Kohlendioxyd, spaltet es in Kohlenstoff und Sauerstoff und scheidet den Sauerstoff, den sie nicht braucht, wieder aus. Auf diese Weise können 2,5 kg Algen durch ihren Stoffwechsel den Sauerstoffbedarf eines Menschen decken. Da sich die Algen außerordentlich schnell vermehren, braucht ihr Vorrat nicht ergänzt zu werden; ja, ihr Überschuß kann sogar als Nahrungsmittel Verwendung finden.

Eine andere Art von Luftreinigung hat Professor Oberth vorgeschlagen. Seine „Luftreinigungsanstalt“ nutzt die großen Temperaturunterschiede im Raum aus. Die verbrauchte Luft wird durch Ventilatoren angesaugt und durch Röhren

in einen Destillator geleitet. Wenn dieser Destillator durch Abschirmung vor dem Sonnenlicht geschützt wird, verwandelt er sich in einen Tiefkühlschrank. Die Luft wird in ihm tiefgekühlt. Da aber die wichtigsten Bestandteile der Luft schwerer kondensieren als die Verunreinigungen, bleibt bei einer bestimmten Temperatur die brauchbare Atemluft gasförmig, während die Verunreinigungen flüssig und somit ausgeschieden werden. Nun kann man die frisch gereinigte Luft wieder in die Station zurückführen. Allerdings empfiehlt es sich, sie vorher etwas anzuwärmen. Da die Temperatur im Innern einer Raumstation, wenn man sie nicht regulieren würde, sowieso unerträgliche Sprünge vollführen würde, kann die Luftreinigung auch gleichzeitig zur Temperaturregelung dienen. So werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen.

Ohne Atemluft kann der Mensch überhaupt nicht leben, ohne Wasser nur für drei bis fünf Tage. Wenn aber je Mann und Tag 2,5 l Flüssigkeit benötigt werden, kann man sich leicht ausrechnen, welche Wassermassen eine fünfhundertköpfige Besatzung verbraucht. Im Monat wären das 40 000 l. Zum Glück gibt es aber auch für die Regenerierung des Wassers Möglichkeiten, die den Transport dieser Flüssigkeitsmengen weitgehend ersparen; sonst wäre jeder Tropfen Wasser auf der Weltraumstation wesentlich teurer als der älteste und seltenste Wein auf der Erde!

Die Flüssigkeit, die der Mensch zu sich nimmt, scheidet er wieder aus, einmal als Urin, zum anderen durch die Haut und die Lunge. Diese Flüssigkeit muß gesammelt, von Verunreinigungen befreit und mit neuen Mineralsalzen versehen werden, um wieder gebrauchsfähig zur Verfügung zu stehen. Auf diese Art und Weise können für die Ernährung der Insassen der Raumstation Nahrungsmittel geliefert werden, die fast nur aus Trockenmasse bestehen; die notwendige Flüssigkeit reproduziert die Station dann selber aus einmal gelieferten Mengen. Das ist eine weitere Vereinfachung der Nachschubprobleme und der Nutzlastfrage für Raumschiffe, für die diese Probleme ja ähnlich, aber noch komplizierter als bei den Stationen bestehen.

Die Luft- und Wasserversorgung im kosmischen Raum kann bereits als gelöst betrachtet werden. Es wird weder Luft- noch Wassermangel geben. Professor Strughold hat sogar bei Versuchen in der von ihm geleiteten raumfahrtmedizinischen Abteilung der Hochschule für Luftfahrtmedizin in Randolph Field, Texas, festgestellt, daß der Mensch täglich 20 g Wasser mehr ausscheidet, als er zu sich nimmt; sie stammen aus den Verbrennungsvorgängen im Körper. Daraus ergibt sich, daß nicht die Wasserversorgung das Problem ist, sondern daß bei sehr langen Reisen, wie sie vorerst nicht zu erwarten sind, eher das Problem der Wasserbeseitigung auftritt, der „Wasserbarriere“, wie es Strughold nennt.

## Weltraummonteur

Jeder, der schon einmal bei Glatteis seinen morgendlichen Weg zur Arbeitsstätte zurücklegen mußte, zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit dem Auto, kann ein Lied singen von den Tücken der Fortbewegung unter Verhältnissen, bei denen man nie genau weiß, welche Folgen eine unbedachte Bewegung haben kann.

Den Monteuren, die im Weltall zum erstenmal durch die Luftschleuse ihres Schiffes nach draußen schweben, um ihr irdisches Handwerk in luftleeren Höhen auszuüben, wird es keinesfalls besser ergehen. Im Gegenteil! Bestimmt würde ihnen ein Spaziergang auf spiegelndem Eis sympathischer und weniger unberechenbar erscheinen als die Bewegung bei der von ihnen zu leistenden Arbeit im All.

Aber es geht nun einmal nicht ohne den Menschen. Etwas unförmig wird er in seinem Raumanzug aussehen, doch vielleicht findet sich eines Tages jemand, der unter Wahrung aller notwendigen technischen Anforderungen auch noch eine modische Linie für diese besondere Art von Kleidung ersinnt.

Der Raumanzug sieht fast wie eine Taucherausrüstung aus. Mit etwas Großzügigkeit kann man sogar sagen, daß die Verwendungszwecke sich ja auch ähneln: der eine soll für Menschen erträgliche Umweltsbedingungen unter Wasser herstellen, der andere im Weltraum. Nur muß der Raumanzug, abgesehen von anderen Unterschieden, um ein Vielfaches komplizierter eingerichtet sein, so kompliziert, daß es bis jetzt vermutlich noch keine allseitig befriedigende Lösung gibt; denn auch eine Weiterentwicklung der Druckanzüge für Stratosphärenflieger genügt den Anforderungen des Verkehrs im All noch nicht.

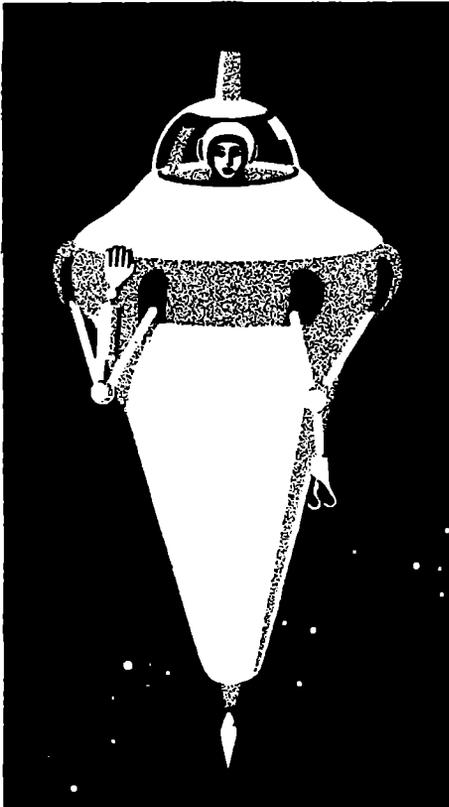
Ein Raumanzug muß ein richtiges kleines Miniaturweltraumschiff sein. Im kleinen muß er alle Funktionen des Raumschiffes vereinen:

- Er muß gegen den druckleeren Raum schützen, damit der Weltraumfahrer nicht platzt und daß seine Körperflüssigkeiten nicht sieden können.
- Er muß seinem Träger genügend frische Atemluft bereitstellen und dafür sorgen, daß dieser nicht an seinen eigenen Abgasen erstickt. (Eine kleine Wolke von Kohlendioxydgas, vor Mund und Nase schwebend, würde in Kürze seinen Tod verursachen.)
- Er muß vor übermäßiger Erwärmung in den Strahlen der Sonne bewahren und eine unerträgliche Abkühlung in Schattenbereichen verhindern. Er muß also Kühlschranks und Thermosflasche zugleich sein.
- Er muß ausreichenden Schutz gegen die ultraviolette Strahlung bieten.
- Er muß einen durchsichtigen Helm besitzen, der gleichzeitig sicheren Ausblick gewährt und vor Blendung und Erblindung schützt.
- Er muß schließlich Sende- und Empfangsanlagen für den Funkverkehr

mit den Kommandostellen des Weltraumschiffes oder der Außenstation und zu den anderen Mitarbeitern haben. Ohne diese Funkverbindung gibt es keine Verständigung im Weltraum; denn in ihm gibt es nicht nur keine Schwere und keine Luft, sondern auch keine Schallausbreitung.

- Er muß Geräte aufweisen, die trotz luftdichter Umhüllung ein geschicktes Arbeiten gestatten – Manipulatoren von besonderen Qualitäten.

Es ist noch gar nicht sicher, daß die aus vielen Abbildungen bekannten Raumanzüge die gültige Form darstellen. Vielleicht sind „Kleinstraumschiffe für Einzelpersonen“ eine zweckmäßigere Lösung.



**Die „Weltraum-Flasche“ –**

*eines von zahlreichen Projekten für „Ein-Mann-Raumschiffe“, die dem Menschen Arbeit und Aufenthalt im Raum außerhalb der Druckkabinen erleichtern sollen. Die bisher bekannten Raumanzüge sind nämlich noch keine befriedigenden Lösungen dieses Problems.*

Dieser „letzte Schrei“ der „Weltraummode“ stammt übrigens nicht aus einem der zahlreichen Konstruktionsbüros, die sich damit beschäftigen, sondern von dem bekannten Filmunternehmen Walt Disneys. Dort wurde für einen Film über Probleme der Raumschiffahrt eine „Weltraumflasche“ entworfen. Sie sieht aus wie ein Kreisel. Darin steckt der Weltraummonteur, über sich eine durchsichtige Kuppel, nach allen Seiten durch kleine Rückstrahldüsen beweglich. Seine Arbeit verrichtet er mit Manipulatoren, mit künstlichen Händen,

wie sie in Isotopenlaboratorien und Atomwerken gebraucht werden. Diese „Raumflasche“ bietet den großen Vorteil, daß sich ihr Insasse freier bewegen kann als in dem doch sehr plumpen Raumanzug.

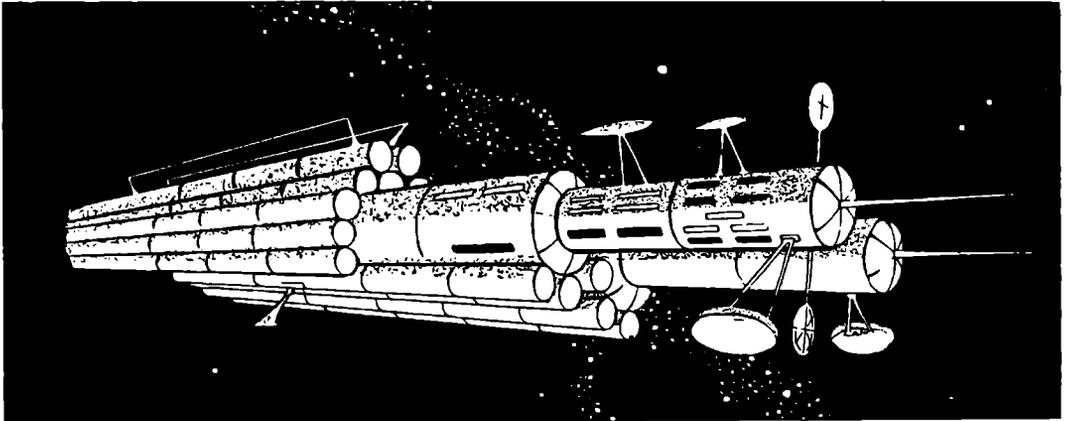
Wie aber bewegt man sich, wenn man schwerelos ist und keinen Boden mehr unter seinen Füßen hat? Ganz einfach nach dem alten Rückstoßprinzip. Zunächst kann man sich ja am Raumschiff abstoßen. Aber vorsichtig! Dann braucht man eine sogenannte Rückstoßpistole, ein richtiges kleines Raketentriebwerk en miniature.

Wenn ein kleines Kind laufen lernt, nimmt man es an die Leine, damit ihm nichts passiert. In manchem gleicht der Weltraummonteur einem Kleinkind. Deshalb nimmt man ihn am besten auch an die Leine. Ein einziger unbedachter Schritt, genauer gesagt ein ungenau berechneter Schuß aus seiner Rückstoßpistole, und er würde im All verschwinden, um als menschlicher Miniatursatellit für alle Zeiten um die Erde oder Sonne zu kreisen. Deshalb ist es ratsam, sich mit einer Trosse am Raumschiff oder an der Station anzuseilen, sobald man sich ins Freie begibt.

Im übrigen ist die Vorstellung, daß die Arbeit, abgesehen von der Proble-

#### **Ein Raumschiff auf dem Flug**

*Es ist ebenfalls nach dem Bündelprinzip konstruiert. Dieses sowjetische Projekt hat wegen der Vereinfachungen, die beim Bau im Vergleich zu anderen Varianten zu erwarten sind, Aussicht auf frühzeitige Verwirklichung.*



matik der Bewegung im andruckfreien Raum, spielend leicht sei, leider falsch. Man nimmt im allgemeinen an, daß der Umgang selbst mit den größten Bauteilen kinderleicht sei, weil sie kein Gewicht besitzen. Aber ein gewichtsloser Körper besitzt ja noch immer seine Masse, die gleiche Masse, die er auch auf der Erde hat. Und die Trägheit der Masse bleibt auch im schwerelosen Zustand erhalten. Um eine Tonne in einer Sekunde auf eine Geschwindigkeit von 1 m/s zu bringen, bedarf es eines Schubs von reichlich 100 kp!

Es ist also keinesfalls so, daß man mit einem Schraubenzieher eine ganze Weltraumstation aus ihrer Bahn bringen könnte, wie überängstliche Gemüter glauben, die der irrigen Meinung sind, daß der Bau von Außenstationen allein schon deshalb utopisch und folglich undurchführbar sei, weil die Arbeiten an der Außenstation Bahnstörungen hervorrufen könnten, die sich nicht korrigieren ließen.

Problematischer ist es schon, daß man einen Gegenstand, den man einmal in Bewegung versetzt hat, auch wieder anhalten muß, wenn er an seinem Platz angekommen ist, und zwar, ehe er mit anderen Konstruktionselementen zusammenstößt und ihnen einen Teil seines Bewegungsimpulses mitteilt. „Impulstötung“ wird dieses Problem genannt. Wie man am besten damit fertig wird, wird erst die Praxis zeigen.

## **Raumstation – alles umsteigen!**

Der „normale“ Weltraumverkehr von übermorgen, wie er in den utopischen Romanen spukt oder auf den Schlußseiten der Illustrierten witzig glossiert wird, mag noch eine Reihe von Jahrzehnten auf sich warten lassen. Und es ist keineswegs sicher, daß wir ihn noch in unserem Jahrhundert erleben – trotz der Riesenschritte, die heute eine einmal herangereifte Entwicklung macht, und trotz des glänzenden Beispiels, das fünf Jahrzehnte Luftfahrt darbieten. Die Weltraumfahrt ist denn doch ein anderes, ein unvergleichlich schwierigeres Gebiet.

Das schließt nicht aus, daß es noch in unserem Jahrhundert zahlreiche Expeditionen nach anderen Gestirnen – vermutlich nur innerhalb unseres Planetensystems – geben wird. Ausgesuchte Kollektive von Forschern verschiedener Gebiete, vom Astrophysiker bis zum Biologen, werden mit den unentbehrlichen Technikern und Astronauten im engeren Sinne, den Spezialisten des Raumflugs eben, dem Mond und mindestens einigen Nachbarplaneten Besuche abstatten, die erste tastende Bekanntschaft mit ihnen schließen und alle Voraussetzungen für eine weitergehende Erschließung der fernen Welten, soweit sie nützlich erscheint, schaffen.

Die Raumschiffe, mit denen der Großstreckenverkehr bewerkstelligt wird, haben eine Gestalt, die ungemein seltsam, ja bizarr für Betrachter wirken muß, die sich nicht näher mit Problemen des Raumflugs befaßt haben und den Anblick der maximal windschlüpfrigen Flugkörper moderner Ultraschallflugzeuge als Maßstab auch für astronautische Verkehrsmittel anlegen.

Aber stromlinienförmige Flugkörper sind nur dann erforderlich und zweckmäßig, wenn es gilt, Lufthüllen mit hohen Geschwindigkeiten zu durchstoßen; denn dort gehören sie zu den entscheidenden Mitteln, die Luftreibung unter der Grenze zu halten, deren Überschreiten Tod und Verderben, Verglühen und Verdampfen für Schiff und Passagiere bedeuten würde.

Aber mit einer solch dichten Atmosphäre ist bei manchen Weltkörpern, vor allem bei unserem eigenen Mond, nicht zu rechnen. Auch der Weltraum, unter dessen Verhältnissen der weitaus größte Teil der Strecke zu durchmessen ist, weist keine Atmosphäre auf. Es würde eine sehr gewichtige zusätzliche Schwierigkeit heraufbeschwören, wollte man auch da, wo es die Bedingungen gar nicht erfordern, das Raumschiff in das Korsett der Stromlinienform zwingen. Es ist leichter, Material und Masse sparend, alles, was man an Behältern, Kabinen, Maschinen, Apparaturen, Motoren usw. braucht, in „handlichen“ Nutzlasten abgepackt mit Raketen zu einer ständigen Station emporzuschießen und dort so einfach wie möglich zu einer Art Weltraumkonvoi zusammenzufügen. Ist das Raumschiff dann fertig montiert und aufgetankt – es kann je nach Reisedauer und Verwendungszweck ein riesiges Ensemble sein, das die Ausmaße eines Ozeandampfers überschreiten kann –, begibt es sich von der Außenstation aus auf seine Reise.

Am Ziel angelangt, wird es bei den Gestirnen mit Lufthülle nicht etwa landen, sondern sich als künstlicher Satellit in eine zweckmäßige, bereits auf der Erde genauestens berechnete Kreisbahn begeben. Von dort aus entsendet es dann eine oder einige Landungsraketen, die außer Treibstoff, Apparaturen, Einrichtungen und Materialien für den Aufenthalt auf dem fremden Planeten und für die Forschungsarbeit dort einen vollständig ausgerüsteten Raketenkörper für die Rückkehr zum Weltraumschiff enthalten, das inzwischen ähnlich wie die Außenstation der Erde im luftleeren Raum auf seiner Kreisbahn antriebslos seine Runden zieht und ständige Verbindung zu den Mitarbeitern auf der fremden „Erde“ unterhält.

Zusammenfassend kann man sagen: Die Weltraumfahrt kann, sobald sie größere Ausmaße annimmt und auf weitere Entfernungen abzielt, die Außenstation als Zwischenlandeplatz nicht entbehren. (Vermutlich wird später auch der Mond als Umschlagplatz für Transporte von und zu den Gestirnen eine wichtige Rolle spielen.) Die Weltraumreisenden werden durch Raketen, die aerodynamischen Forderungen genügen, zur Station befördert. Dort steigen sie auf die eigentlichen Weltraumschiffe um, die aus Einzelteilen montiert wurden, die ebenfalls mit selbstverständlich stromlinienförmigen Lastraketen von der Erde zur Station befördert wurden.

Der Flug zu fernen Welten erfolgt in Raumschiffen, die auf aerodynamische Prinzipien nicht im geringsten Wert zu legen brauchen. Sie werden hinsichtlich Montage, Konstruktion, Statik und Funktion weit kühner und unmittelbar zweckentsprechender, damit aber auch erstaunlicher beschaffen sein als irgendwelche vergleichbare Anlagen auf der Erde, bei deren Formgebung auf Schwere, Luftwiderstand und andere irdische Hemmnisse Rücksicht genommen werden muß.

Ganz fern in der Zukunft, vielleicht viele Jahrzehnte, keinesfalls aber Jahrhunderte nach dem ersten Schritt ins Weltall, wird wohl mehr als eine Außenstation, als kosmischer Flugplatz fungierend, unsere Erde umkreisen. Ähn-

liche Einrichtungen wird es auf den Planeten geben, die für einen ständigen Verkehr interessant genug sind.

Zwischen diesen planetaren Außenstationen wird sich ein enger Raumschiffverkehr abwickeln, ähnlich dem Schiffsverkehr zwischen den Kontinenten. Den Zubringerdienst werden „kleine“ Raketen besorgen, für die der Flug zur Station und zurück zum Raketenhafen keine andere Sensation bedeutet als etwa heute der Betrieb in den Häfen des transkontinentalen Flugverkehrs.

# entdeckungsreisen im planetarischen raum

## Besuch beim nächsten Nachbarn

Von allen Gestirnen, die als Ziel für Astronauten in Betracht kommen, ist uns der Mond am nächsten. Generationen von Mondspezialisten in den Observatorien auf der Erde haben ihn mit Fernrohren und Rechenstift gründlich erforscht. (Gerade in der Astronomie spielen Scharfsinn und Mathematik eine bedeutende Rolle ; sie reichen erheblich weiter in die Tiefe des Alls und seiner Erscheinungen als selbst das größte Spiegelteleskop!) Der Erfolg: Wir kennen unseren stillen, treuen Begleiter bereits aus der Entfernung recht gut, besser als manche Stelle der Erdoberfläche, wenigstens was seine uns ständig zugewandte Hälfte betrifft. (Der anderen bisher noch völlig unbekanntem Seite gilt die vereinte Wißbegier aller Mondfreunde in hohem Grade!)

Nun sollen wir in absehbarer Zeit unseren Erdtrabanten aus nächster Nähe kennenlernen – und zwar von allen Seiten. Die Fristen, die verstreichen werden, bis die erste Mondrakete ans Ziel gelangt, werden begreiflicherweise recht verschieden eingeschätzt. Nachdem aber nun die Sputniks bewiesen haben, daß es nicht mehr unmöglich ist, astronautische Geschwindigkeiten sogar mit erheblichen Nutzlasten zu erzielen, darf man den ernsthaften Prognosen, die vor allem aus dem Mund sowjetischer Experten stammen und bereits für die nächsten Jahre den Flug zum Mond voraussagen, durchaus Glauben schenken. Selbstverständlich wird es sich zunächst um unbemannte Raketen handeln.

Wahrscheinlich dürfte folgende Reihenfolge für die Entdeckung und Erschließung des Mondes eingehalten werden:

1. Eine unbemannte Rakete bringt einen Sprengkopf, der beim Aufschlag explodiert und optisch beobachtet werden kann, zu der uns zugewandten Mondoberfläche. (Die USA möchten sogar eine Atombombe dazu verwenden, um auf alle Fälle eine militärische Demonstration damit zu ver-

binden. Glücklicherweise liegt nicht nur das Ziel, sondern auch ihre Raketenkraft vorerst – im Mond!)

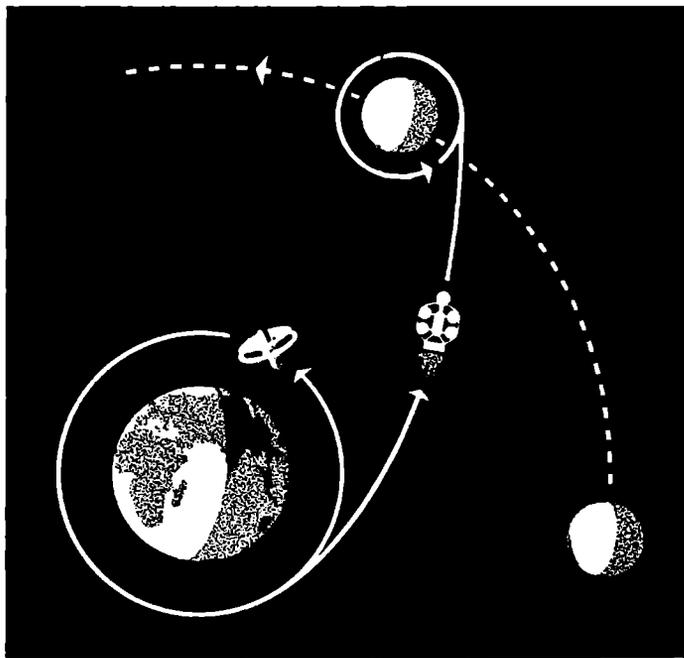
2. Eine – gleichfalls unbemannte – Rakete umfliegt den Mond, Beobachtungsergebnisse werden zur Erde gefunkt, eventuell auch gespeichert und aus dem zurückkehrenden Meßkopf geborgen.
3. Eine Rakete bringt ein „Astronautisches Laboratorium“, als geländegängiges Raupenfahrzeug gestaltet, zum Mond. Dort unternimmt das Fahrzeug, zum Teil von der Erde aus ferngesteuert, ausgedehnte Untersuchungsreisen, solange der Treibstoff reicht. Die Beobachtungen werden über Fernsehleinrichtungen, die Messungen als Funksignale laufend zur Erde übermittelt, da das Gerät auf dem Mond verbleibt.
4. Es folgt der erste Mondflug eines bemannten Raumschiffes, das zur Erde zurückzukehren vermag. Das bedeutet, daß die Nutzlast weit größer, die Rakete um ein sehr Vielfaches leistungsfähiger und die Einrichtungen wesentlich komplizierter sein werden. Die erste bemannte Weltraumrakete, auch wenn sie nur für das Nahziel Mond bestimmt ist, setzt eine entscheidende Höherentwicklung, eine neue Qualität der bisherigen Raketen voraus.
5. Nach dem geglückten Flug der ersten bemannten Mondrakete wird die Kette der Mondfahrten nicht mehr abreißen. In relativ kurzer Zeit wird alles Nötige an Menschen und Material nach dem Mond verfrachtet werden, um dort einen ständigen Stützpunkt errichten zu können.

Diese Reihenfolge hat so viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß sie als allgemein anerkannt gelten darf. Etwas anderes ist es mit den Zeiten. Hier gehen, wie schon erwähnt, die Schätzungen weit auseinander. Wenn man die müden Skeptiker ebenso wie die allzu kühnen Phantasten ausschaltet, bleiben vernünftige Mittelwerte, auf die man sich einigermaßen verlassen kann. Danach ist Etappe 1 in allernächster Zeit, sozusagen jeden Tag zu erwarten. Sie liegt bereits im Bereich der Raketenpotenzen, die bei Sputnik II zur Anwendung kamen. Etappe 2 liegt ebenfalls in Reichweite; sie wird in den nächsten Jahren verwirklicht werden. Anfang des nächsten Jahrzehnts, also zu Beginn der sechziger Jahre, dürfte die dritte Etappe erreicht werden. Der Sprung zur folgenden weist den größten Unsicherheitsfaktor auf: mindestens fünf, vielleicht aber auch zehn oder zwanzig Jahre können vergehen, ehe ein Mensch seinen Fuß auf den Mond setzt. In dieser für das Tempo der wissenschaftlich-technischen Entwicklung ziemlich weit gedehnten Zeitspanne dürfte dieses erregende Ereignis unbedingt eintreten. Selbst wenn dazu erst noch – was keineswegs sicher ist – völlig neue Antriebsmöglichkeiten für Raumraketen gefunden werden müßten. Etappe 5 und alle weiteren Entwicklungsstufen der Raumfahrt werden sich dann in mehr oder weniger rascher Reihenfolge anschließen.

Bekannter von uns ist, wird er doch eine Reihe Geheimnisse bergen, die es zu enträtseln gilt.

Wir wissen, daß seine Masse nur etwa ein Achtzigstel der Erdmasse beträgt und die Schwerkraft entsprechend geringer ist; ein irdisches Kilogramm wird auf dem Mond nur 160 Gramm wiegen – trostreiche Aspekte für Übergewichtige! Für die zukünftigen Mondfahrer bedeutet diese geringe Gravitation, daß sie beim Landen und beim Starten erfreulich wenig Brennstoff verbrauchen und daß überhaupt Arbeit, Transport und Bewegung auf dem Mond erheblich „leichter“ fallen als auf der Erde. (Für das Bremsen bei der Landung auf dem Mond und für den Start zur Rückreise werden – die Fluchtgeschwindigkeit beträgt auf dem Mond nur 2,4 km/s! – etwa 10 Prozent des Treibstoffs verbraucht, der für die gleichen Manöver im Gravitationsfeld der Erde nötig ist.)

Die von riesigen Ringgebirgen und kleineren Kratern übersäte Mondoberfläche, auf der bei Sonnenbestrahlung die Temperatur bis auf über 100° C ansteigen kann, während in der „Mondnacht“ – die übrigens rund zwei Wochen dauert – mit minus 150° C fast Weltraumkälte herrscht, ist wahrscheinlich mit einer Staubschicht bedeckt. Schon da beginnen die Rätsel. Millimeter oder Kilometer stark soll diese Staubschicht sein; so weit gehen die Schätzungen auseinander. Und als Ursprung wird die Zermahlung der Mondoberfläche durch einfallende Meteoriten angenommen, die ja durch keine Atmosphäre abgehalten werden. Aber auch diese Frage bedarf erst einer Überprüfung an Ort und Stelle.



### Flugbahn zum Mond

*Die Reiseroute zum Mond ist keineswegs etwa die kürzeste gerade Verbindungsstrecke, sondern eine recht komplizierte, annähernd elliptische Kurve.*

Keine Atmosphäre? Nicht einmal das ist ganz sicher. Es steht zwar fest, daß der Mond keinen Luftmantel besitzt, der mit dem der Erde vergleichbar wäre. Aber es gibt Theorien, nach denen Überreste einer Atmosphäre vorhanden sind, die allerdings nur einen Druck von weniger als einem Millimeter Quecksilber aufweisen soll und für den Aufenthalt oder für das Bestehen irgendwelcher Formen höherer Organismen auf dem Mond völlig unzureichend wäre. Für die Details eines Mondfluges aber wäre diese Atmosphäre ebenso bedeutungsvoll wie für den Schutz gegen das Bombardement mit kosmischen Strahlen und Partikeln, um so mehr, als bei der geringen Schwerkraft des Mondes eine Luftschicht auch bei geringfügiger Dichte immerhin eine erhebliche „Dicke“ aufweisen müßte, die ein Mehrfaches der irdischen Lufthülle betragen würde.

## **Filiale Mond**

In vielen Geschichten und Artikeln, die sich mit dem Ausblick auf die Mondreise befassen, findet man immer wieder Vorstellungen von märchenhaften Schätzen vertreten, die der zukünftigen Mondbesitzer harren. Dabei wird vergessen, daß wir auf dem Mond nichts finden werden, was nicht auch auf der Erde vorhanden ist. Mögen die Hypothesen über die Entstehung der Welt, die Kosmogonien, noch so große Differenzen aufweisen – soweit sie wissenschaftlich ernst zu nehmen sind, stimmen sie jedoch in dem Punkt überein, daß Erde und Mond aus ein und derselben mächtigen „Teigschüssel“ stammen, folglich die gleichen Substanzen aufweisen, wenn auch wegen ihres verschiedenartigen Zustandes in anderen Mischungen und mineralischen Formen.

Polarisationsmessungen des vom Mond zurückgestrahlten Lichtes haben ergeben, daß zum Beispiel die Ringebenen, die man einst Mare (Meere) genannt hat, nicht, wie damals angenommen, aus Wasser bestehen, sondern steinige Flächen glasig erstarrter Quarze und vulkanischer Gesteine wie Tuff und Obsidian sind. Theoretisch besteht nun durchaus die Möglichkeit, daß die Mondgebirge leicht erschließbare umfangreiche Fundstätten von Edelsteinen aufweisen. Die völlig andere geologische Vergangenheit der Mondoberfläche bietet Spielraum für solche Unterschiede gegenüber der Erdkruste.

Schließlich sind zum Beispiel Diamanten chemisch nichts anderes als Kohlenstoff – „nur“ von anderer kristalliner Struktur als ihr „schwarzer Bruder“, das Graphit, oder die noch billigere Steinkohle. Doch bis jetzt gibt es keinen Anhaltspunkt für die Annahme, daß uns solche Schätze auf dem Mond erwarten. Sollte es sie aber geben, werden sie keinesfalls Ziel und Anreiz für ein strapaziöses kosmisches Abenteuer bilden.

Ganz abwegig wäre es, die „Erdschätze“ größeren Ausmaßes, also Erze, Kohle und Erdöl, auf dem Mond erbeuten zu wollen. Erze wird es geben, aber ihr Transport nach der Erde verbietet sich verständlicherweise von selbst. Kohle

und Erdöl können jedoch nicht gefunden werden, weil sie mit Sicherheit nicht vorhanden sind. Die üppige Pflanzen- und Tierwelt, in der sie ihren Ursprung hätten haben müssen, ist auf dem Mond niemals zur Entwicklung gelangt.

Dagegen ist es nicht ganz abwegig, mit Leben auf dem Mond zu rechnen, höchstens jedoch in der Form einer spärlichen, niederen Pflanzenwelt, die man sich, ähnlich wie die Flora in Wüstengebieten, mit kümmerlichsten Lebensbedingungen vorstellen muß. Die Meinungen darüber aber gehen noch auseinander. Einen Aufschluß, wie über viele andere Fragen, werden wohl die ersten unbemannten Beobachtungsflüge zum Mond schaffen.

Dabei wird sich auch herausstellen, daß alle optimistischen Vermutungen über irgendwelche krasse Überraschungen, die uns die bisher noch unbekanntes Rückseite des Mondes bereiten könnte, in das Reich der Phantasie gehören.

Mit großer Wahrscheinlichkeit, die an Sicherheit grenzt, wird sich erweisen, daß weder geschickt angelegte Städte von Mondbewohnern – Stallanlagen für Mondkälber sozusagen – noch gut getarnte Stützpunkte von „Marsianern“ dort zu finden sind. Landschaft und Verhältnisse dieser anderen Seite werden in allen Zügen denen der uns zugewandten Seite gleichen, ausgenommen die konkreten Einzelheiten der Gestaltung.

Es sind keine Sensationen, die das völlig ernsthafte Volk der Astronauten samt ihrem unübersehbaren Stab an Helfern aller Art in Bewegung setzen. Das Hauptziel auf dem Mond besteht, abgesehen von seiner eigenen Erforschung, in den großartigen Möglichkeiten, die er als Basis im Weltraum bietet – sowohl für die wissenschaftliche Forschung wie für den Weltraumflug mit weiter gesteckten Zielen.

Alles das, was eine ganze Schar von Sputniks bis zur bemannten Außenstation für die wissenschaftliche Forschung in bezug auf Himmel und Erde zu bieten vermag, wird durch eine entsprechend ausgerüstete, bemannte ständige Station auf dem Mond weit überboten. Außerdem hat er mit seiner geringen Schwerkraft und der entsprechend niedrigen Fluchtgeschwindigkeit gute Voraussetzungen für Starts und Landungen von Weltraumraketen. Er ist eine sehr vorteilhafte Zwischenstation für Reisen in fernere Welten; nahe genug, um einen ausreichend dichten Pendelverkehr zu gestatten; klein genug, um eine günstige Gravitation aufzuweisen; groß genug, um Platz und Material für alle notwendigen Anlagen und Einrichtungen zu bieten.

Gerade darauf kommt es nämlich an: Die „Filiale Mond“ ist nur dann von Wert, wenn alles, was für das Leben der Besatzung, für den Bau der Einrichtung und die Füllung von Raketen nötig ist, auch an Ort und Stelle erzeugt werden kann. Niemals kann man daran denken, das alles von der Erde aus „hinauf“ zu transportieren. Wahre Spitzenleistungen an wissenschaftlicher Vorausberechnung und technischer Konstruktion werden erforderlich sein, um mit einem Minimum an Transportaufwand alles das auf den Mond zu schaffen, was benötigt wird, um ihn in eine Niederlassung zu verwandeln, die weitgehend selbständig existieren und laufend erweitert werden kann.

Die zukünftige Mondstadt mit ihren Fabriken und Anlagen wird keinesfalls klein sein. Um vor den übermäßigen Temperaturschwankungen und der Einstrahlung einigermaßen geschützt zu sein, wird sie wahrscheinlich überwiegend einige Meter unter der Oberfläche, in ausgehöhlten Felsen und überdeckten Kratern Platz finden. Sie wird alles enthalten, was die Besatzung, deren Eignung schon vorher auf der Erde sorgfältig getestet wird und die jeweils für einen Zeitraum von Jahren „auf dem Mond leben“ und arbeiten muß, in dieser Zeit benötigt.

Der Aufenthalt für die Mondmenschen, abgesehen von den ersten Pionierexpeditionen, wird weder allzu gefährlich noch entbehrungsreich sein. Wenn auch, wie manche meinen, der Aufenthalt auf dem Mond eine Art von Kerkerhaft sein müsse, weil die Menschen nur in Raumanzügen ihre Unterkunft verlassen können – es wird jedenfalls ein ebenso komfortabler wie ehrenhafter „Kerker“ sein. Und wenn die zukünftigen, zeitweiligen Bewohner des Mondes auch die reizvolle und vielgestaltige Landschaft der Erde samt ihren nicht weniger attraktiven atmosphärischen Erscheinungen entbehren müssen, werden sie doch durch die pittoreske Ungewöhnlichkeit der Mondlandschaft entschädigt werden.

Über grell beleuchteten, fast glitzernden Gesteinswüsten werden sie einen schwarzsamtenen Himmel mit blitzenden Sternen sehen. Wobei allenfalls noch zu erwähnen wäre, daß man während des Mondtages die Sterne trotz der Himmelsschwärze unter gewöhnlichen Umständen nicht zu sehen bekommt, weil die Überstrahlung der brennendhellen Mondoberfläche selbst geschützte Augen zu sehr in Anspruch nimmt. Was sie jedoch immer sehen werden, solange sie sich auf der uns bekannten Hälfte des Mondes aufhalten, das ist die Erde, ihr Muttergestirn, das erheblich größer als der Mond von der Erde aus am Himmel der Mondbewohner dominieren und einen außerordentlich verlockenden Anblick bieten wird.

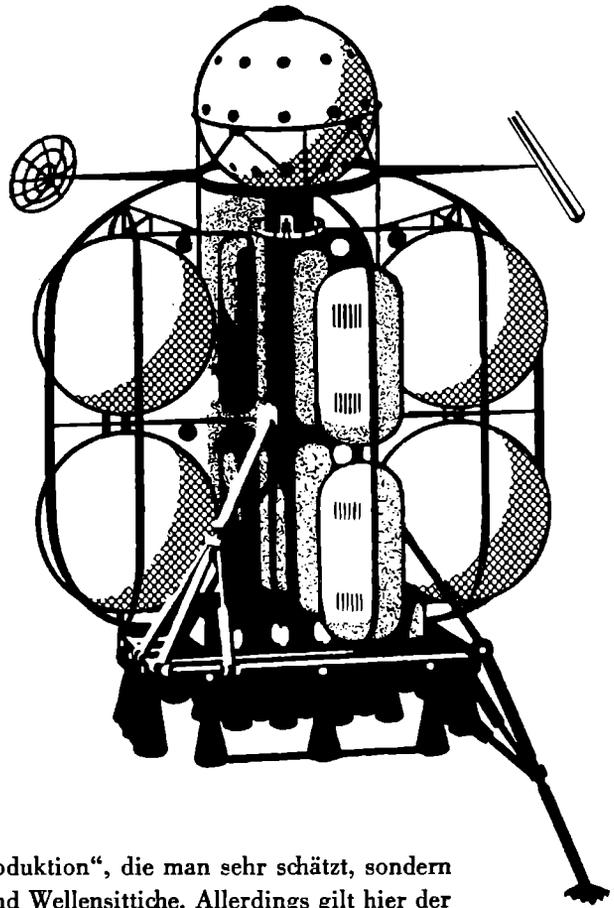
Mit der Erde werden die Mondsiedler in ständiger Verbindung stehen. Funk und Fernsehen, mit speziellen Programmen für sie, werden sie, was die Vorgänge auf der Erde betrifft, ausgezeichnet auf dem laufenden halten. Von neuesten Entwicklungen ihrer Wissensgebiete und den zentralen Anweisungen für ihre eigene Arbeit bis zu den täglichen Nachrichten, auch familiärer Art, werden sie in Ton und Bild besser unterrichtet sein als heute noch die Mehrheit der Menschen auf der Erde. Selbst an Wahlen in ihrem Mutterlande werden sie teilnehmen können.

Hydroponische Gärten von quadratkilometergroßer Ausdehnung, auf dem Grund von überlasteten Kratern angelegt, werden nicht nur Gemüse, Früchte und gar Blumen in ausreichender Menge liefern, sondern auch Gelegenheit zu Spaziergängen ohne den üblichen Raumanzug bieten, der übrigens auf dem Mond, selbst bei vollständigster Ausrüstung, gewichtsmäßig leicht zu ertragen sein wird.

In diesen Gärten wird man sogar Tiere halten können – nicht nur Schweine und

## Eine bemannte Rakete fliegt zum Mond

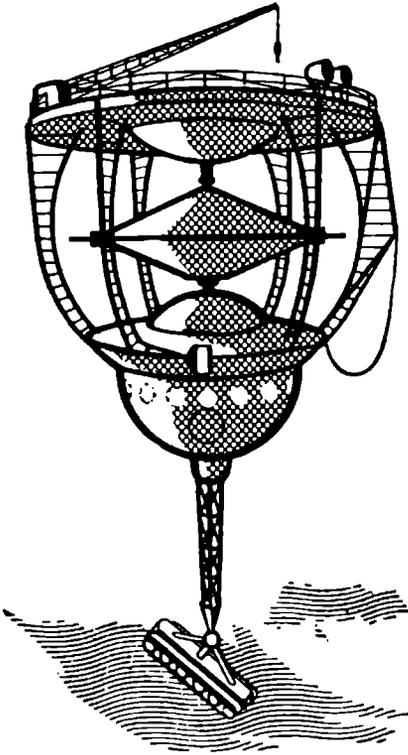
*Auf eine stromlinienförmige Verkleidung der ganzen Konstruktion wurde von den sowjetischen Ingenieuren verzichtet, sie ist überflüssig. Denn dieses auf einer Außenstation zusammengebaute Schiff wird weder auf der Hin- noch auf der Rückreise mit Luftwiderstand zu rechnen haben. Oben die kugelförmige Kabine mit Beobachtungskugeln. Die anderen Behälter enthalten Treibstoffe, sie können abgeworfen werden. Die Brennkammern „unten“ sind beweglich; mit ihnen wird also gleichzeitig gesteuert. Von den vier Landungsbeinen ist eines bereits ausgeklinkt.*



Rindvieh mit ihrer vielseitigen „Produktion“, die man sehr schätzt, sondern auch Hunde und Katzen, Kolibris und Wellensittiche. Allerdings gilt hier der gleiche Grundsatz wie in dem biblischen Märchen von der Arche Noah: Was „da oben“ auf dem Mond an lebenden Wesen Fuß fassen soll, das muß erst einmal schön paarweise in der Arche Raumschiff durch die Sintflut des Alls sicher in das neue Land Mond getragen werden. Wenn man also auf der Erde gut Obacht gibt, wird es auf dem Mond zwar einen nennenswerten Gartenbau, aber weder Blattläuse noch Kartoffelkäfer geben – und eine sehenswerte Viehzucht, jedoch keine Tierseuchen.

Übrigens wird das Riesenlabor Mond hinsichtlich der Tier- und Pflanzenzucht eine Reihe reizvoller und aussichtsreicher Möglichkeiten bieten, wie sie auf der Erde nicht bestehen.

Die biologische Auswirkung der völlig anderen Umweltsbedingungen, von der geringen Schwerkraft bis zur ungemein erhöhten Ultraviolettstrahlung, wird man am Menschen nie ausgiebig genug studieren können und wollen; ihn muß man in jeder Hinsicht schützen, und genetische Überraschungen sind bei ihm unerwünscht. Anders bei niederen Tieren und bei Pflanzen, deren Generationen rasch genug aufeinanderfolgen, um erbbiologische Veränderun-



#### **Ein phantasievolles Projekt: das Mondaute**

*das in den Oberthschen Plänen für bemannte Expeditionen auf dem Monde zusammengebaut werden soll. Es kann mit Hilfe der Druckluft in dem großen Kessel „große Sprünge machen“. 125 m hoch und viele hundert Meter weit. Mit Besatzung!*

gen durch ungewöhnliche Lebensbedingungen in kurzer Zeit sichtbar und erforschbar zu machen.

Aber das ist nur eine der vorerst unübersehbaren Möglichkeiten, die sich mit der großzügigen Erschließung des Mondes als wissenschaftliche Filiale der Erde auf tun.

Die astronautischen Voraussetzungen für die Verwirklichung solcher utopisch anmutenden und doch völlig realistischen Pläne bestehen bereits, oder sie sind jedenfalls in unbezweifelbarer Reichweite gelegen. Was die notwendigen Voraussetzungen auf dem Mond selbst betrifft, so kann man auch sie kaum skeptischer veranschlagen. Natürlich gibt es eine Menge von Schwierigkeiten zu überwinden; aber die größten unter ihnen sind bereits prinzipiell als lösbar erkannt. Im Vordergrund steht hier das Problem der Atemluft und des Wassers für Menschen, Tiere und Pflanzen. Sie sind in der Mondatmosphäre – falls man von einer solchen überhaupt sprechen kann – auf keinen Fall auch nur einigermaßen ausreichend vorhanden.

Was aber über der Mondoberfläche fehlt, ist unter ihr in reichem Maße zu finden. Der unentbehrliche Sauerstoff stellt auf der Erde rund 50 Prozent der Stoffe, aus denen die Erdoberfläche gebildet ist. Und nicht viel anders ist es auch auf dem Mond. Wasser ist ebenfalls ausreichend vorhanden, am leichtesten erschließbar wohl in kristallinen Gesteinen. In jedem Fall muß sowohl

die Atemluft als auch das lebenspendende Wasser aus anderen chemischen Gefügen befreit werden, und in jedem Fall gehört dazu ein Aufgebot von Energie, die also – auch für andere Verwendungszwecke – in reichem Maße zur Verfügung stehen muß.

Es ist ziemlich sicher anzunehmen, daß Atommeiler in ihrer jeweils modernsten Form die Lösung dieses Problems erleichtern werden. Die Kernbrennstoffe werden wahrscheinlich auf dem Mond in genügender Menge zur Verfügung stehen.

Alles in allem kann man sagen, daß der Mond bereits in nächster Zeit erreicht und aus nächster Nähe erforscht werden dürfte und daß seine Eroberung – eine entgegen allen amerikanischen Phantastereien völlig friedliche Aktion! – eine Angelegenheit ist, die noch in diesem Jahrhundert durchgeführt wird.

### **Mars, Venus und so weiter**

Wenn auch der Mond als nächster Nachbar im Kosmos zuerst mit einem Besuch wißbegieriger Erdenbewohner rechnen kann und vielleicht schon in einigen Jahrzehnten als „siebenter Erdteil“, wie ein allerdings etwas waghalsiger Publizist kürzlich meinte, völlig in den Erdraum einbezogen sein wird: Die Astronautik betrachtet den Mond nicht nur als nächstliegendes Ziel ihrer Bemühungen, sondern zugleich als Zwischenstation auf dem Flug zu fernen Welten.

Hier aber zeigt sich ein Sprung – ein Sprung in der Distanz und damit auch ein Sprung in der Summe der Schwierigkeiten, die bewältigt werden müssen.

Schließlich ist der Mond doch „nur“ rund 400 000 km von uns entfernt. Für eine Welt, die so imponierende Marschleistungen wie die mehr als 100 Millionen km des Sputnik II kennengelernt hat und in der sogar aeronautische Flugmillionäre keine seltene Erscheinung sind, scheint die Entfernung Erde-Mond weniger Schwierigkeiten zur bergen, als sie tatsächlich doch enthält.

Die günstigen Gravitationsverhältnisse des Mondes kommen hinzu. Das Programm der Eroberung des Mondes liegt daher mit einer relativ hohen Quote an Wahrscheinlichkeit für seine rechtzeitige Erfüllung vor uns.

Anders ist es mit den ferneren Zielen der Weltraumfahrt. Selbst wenn wir ganz bescheiden nicht nur im Bereich unseres Planetensystems, sondern gar bei unseren allernächsten Nachbarn bleiben, wachsen die Dimensionen sofort in entscheidender Weise an. 40 Millionen km ist die Venus und 52 Millionen km ist der Mars von der Erde entfernt, wenn sie ihr am nächsten kommen.

Es ist aber nicht nur wegen der Entfernung anders als bei der Reise zum Mond. Distanzen im Weltall schmelzen rasch zusammen, sobald ein Raumschiff erst einmal auf den Weg gebracht ist und eine entsprechende Geschwindigkeit verliehen bekam, die es dann ohne Schwere und ohne Luftwiderstand, praktisch



#### **Bei der Landung auf Himmelskörpern**

*die eine ausreichende Atmosphäre besitzen, wird in sogenannten „Bremsellipsen“ der Luftwiderstand wie ein Polster benutzt, um einen meteorhaften Absturz zu vermeiden und Raketenkraft zu sparen. Hier ist am Beispiel einer von der Erde startenden und wieder landenden Rakete das Prinzip veranschaulicht. (Ein auf diese Weise landendes Raumschiff würde allerdings mehrmals um die Erde fallen, ehe es, genügend abgebremst, in den dichteren Schichten der Atmosphäre im Gleitflug zur Landung ansetzen könnte.)*

ohne Verlust an Geschwindigkeit, dahintreiben läßt. Dabei können noch die astronomisch günstigsten Bahnen benutzt werden, deren Berechnung schon heute als völlig gesichert gelten darf.

Die schwierigsten Probleme bescheren die Landung auf den fremden Planeten, der Aufenthalt und die Arbeit dort und schließlich der Start zur Rückreise. Hier gibt es solche Unterschiede im Vergleich zur Mondreise, daß noch nicht ganz deutlich sichtbar ist, wie diese Ziele ohne erhebliche neue Fortschritte in der Technik der Raumfahrt erreicht werden sollen.

Als nächster Planetennachbar erwartet uns nicht etwa der Mars, sondern die Venus, die als Morgen- und Abendstern zu den prächtigsten Gestirnen gehört und schon lange die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen hat. Je nach Konstellation zwischen 40 und 259 Millionen km von der Erde entfernt, ist sie der Erde in vielem ähnlich. Sie weist fast den gleichen Durchmesser auf, beinahe den gleichen Rauminhalt und die gleiche Masse und damit auch annähernd die gleiche Gravitation. Ihre größere Sonnennähe verleiht ihr auch ein höheres Maß an Belieferung mit Sonnenstrahlung, die aber keine gefährlichen

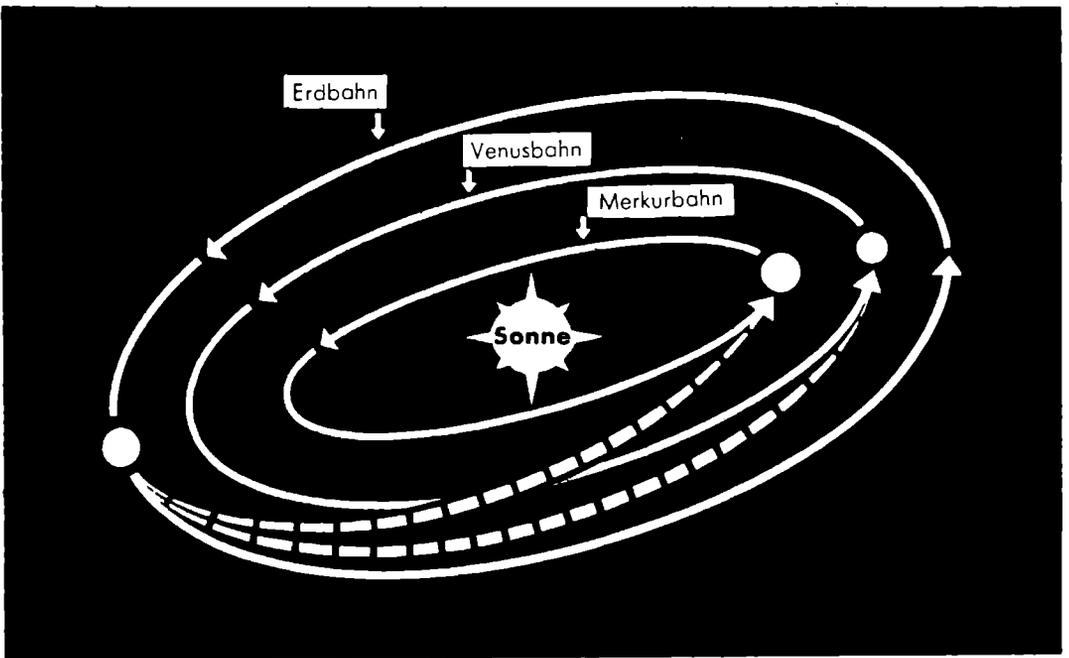
Ausmaße annimmt. Sie beträgt etwa das Doppelte der Solarkonstante der Erde.

Trotz dieser frappierenden Ähnlichkeiten bietet gerade dieser als Gestirn so attraktive Planet recht unerfreuliche Aspekte für die Weltraumfahrt. Gleißendhelle Wolken, aus Kohlendioxyd vermutlich, verhüllen ihn fast ganz. Nicht die geringste Spur von Wasser war bisher von den leistungsfähigsten Spektroskopen zu entdecken. Auch kein freier Sauerstoff, der unbedingt auftreten müßte, sobald es auf der Venus auch nur eine nennenswerte niedere Vegetation gäbe; denn der pflanzliche Stoffwechsel setzt aus Kohlendioxyd Sauerstoff frei. Also kann man annehmen, daß auf der Venus ein Stadium der Entwicklung besteht, wie es unsere Erde vor etwa zwei Milliarden Jahren durchlief. Trotzdem wird man auf der Venus landen können, nachdem man sie mit unbemannten Raketen gründlich genug durchforscht hat. Die größere Sonnennähe wird zum großen Teil von der dichten weißen Wolkendecke aufgewogen, so daß es auf der Venusoberfläche mindestens einige Gebiete geben wird, auf denen erträgliche Temperaturen herrschen.

Etwas besser wird es uns mit dem Mars ergehen, dem nächstfolgenden unserer Nachbarn, der – seit Schiaparelli im Jahre 1887 die rätselhaften Gebilde entdeckte, die man Marskanäle nennt – zum geheimnisumwitterten Mittelpunkt des kosmischen Interesses, vor allem zahlloser Laien, wurde. In der Zwischen-

#### **Reisebahnen zu den Inneren Planeten**

*Die günstigste Stellung des Zieles muß genau errechnet werden. Es wird dann in einer elliptischen Bahn um die Sonne erreicht.*



zeit hat der „rote Planet“ viele Schleier fallen lassen müssen, obwohl er noch genügend Geheimnisse birgt, die einen Ausflug zu ihm zu einem der verlockendsten Nahziele der Weltraumfahrt machen. Festgestellt wurde inzwischen, daß er über eine Atmosphäre verfügt, die allerdings noch dünner ist als die Luft auf unseren höchsten Bergespitzen. Von atembar kann da keine Rede sein, übrigens auch deshalb nicht, weil sie nur sehr wenig freien Sauerstoff enthält. Wasser gibt es auf dem Mars, aber es ist eine Kostbarkeit. Meere und ständige Flußläufe fehlen wohl ganz. Dagegen hat man die im Marssommer rasch abschmelzenden weißen Polkappen mit großer Sicherheit als dünne Schnee- oder Eiskecke erkannt und die geheimnisvollen „Marskanäle“ als Vegetationsstreifen, die sich längs der schmalen Rinnsale dieses äquatorwärts fließenden Schmelzwassers für einige Zeit bilden.

Die Rinnsale selbst hat noch niemand gesehen; ihre Breite liegt unter der gegenwärtig gültigen Sichtbarkeitsgrenze für die Marsbeobachtung. Die Pflanzenwelt, die hier für die Dauer des Sommers auftritt, wenn etwas günstigere klimatische Bedingungen herrschen und vor allem ein Hauch des lebenspendenden Naß sie ermöglicht – diese Pflanzenwelt ist mit der Vegetation auf unserer Erde nicht zu vergleichen. Chlorophyll konnte spektrographisch nicht nachgewiesen werden. Vermutlich handelt es sich, wie der sowjetische Astronom und Astrobotaniker G. A. Tichow nachwies, um ähnliche Pflanzenformen, wie sie in kargen Wüsten- und Gebirgsgebieten der Erde ihr bescheidenes Dasein fristen; auch ihr Spektrum zeigt keine oder kaum Spuren von Blattgrün.

Was die Temperatur betrifft, so liegt sie auf dem Mars durchschnittlich um 40° C niedriger als auf der Erde. Infolge der dünnen Luft machen sich die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen stärker bemerkbar als auf der Erde. Auch diese Umstände sind für die Entwicklung höherer Formen organischen Lebens ungünstig.

Mit diesen Ergebnissen der modernen Marsforschung wurden viele romanhafte Vorstellungen zerstört, die sich mit dem roten Planeten verbanden und in zahlreichen Veröffentlichungen sogar bis zur Existenz „hochintelligenter Marsmenschen“ reichten, die bereits längst in genial ersonnenen „Marschiffen“ unsere Erde besuchen und erforschen, wobei sie väterlich unsere Entwicklung beobachten, um uns eines Tages freundschaftlich in die Arme zu schließen, wenn wir endlich auch soweit sind. Auch wenn der größte Teil dieser Publikationen noch nie ernst zu nehmen war, haben sie doch dafür gesorgt, daß bis heute in nicht wenigen Köpfen solche Vorstellungen spuken.

Die tatsächlichen Umweltbedingungen auf dem Mars, soweit sie heute bereits erforscht sind, schließen also die Existenz höherer Organismen so gut wie völlig aus. Aber für die Erforschung des Planeten durch irdische Astronauten bilden sie keine unübersteigbaren Hindernisse. Wenn die Marsforscher eines Tages persönlich auf der fast ausschließlich aus staubigen, trockenen Ebenen bestehenden Oberfläche des Mars landen, werden sie mit allem Notwendigen

ausgerüstet sein, um sich – wie es die bisherigen Reiseberechnungen vorausagen – dort etwa fünfzehn Monate aufhalten zu können und um dort zu arbeiten. Die Marsgravitation, die etwa 40 Prozent der Erdbeschleunigung beträgt, wird vieles nicht nur buchstäblich „erleichtern“; sie ist andererseits ausreichend, jene Schwierigkeiten zu vermeiden, die mit völliger Schwerelosigkeit verbunden sind.

<i>Planet</i>	<i>Fluchtgeschwindigkeit</i>	<i>Beschleunigung</i>
Merkur	4 km/sec	3,84 m/sec <sup>-2</sup>
Venus	10 „	8,74 „
<b>Erde</b>	<b>11,2 „</b>	<b>9,81 „</b>
Mars	5 „	3,89 „
Jupiter	60 „	25,11 „
Saturn	36 „	10,4 „
Uranus	21 „	9,35 „
Neptun	23 „	9,77 „
Pluto	?	?

Ganz anders ist das bei den weiter außen kreisenden Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Diese vier Riesen unter den Planeten stellen nicht nur durch ihre erheblich größeren Entfernungen – die etwa 10- bis 100mal so groß sind wie die Distanz zu Venus und Mars, wenn sie sich in Erdnähe befinden – auch größere Anforderungen an die Astronautik, wengleich die Schwierigkeiten keinesfalls im selben Maße zunehmen.

Vor allem aber würden die vier Riesen dem Weltraumfahrer einen denkbar unfreundlichen Empfang bereiten, und eine Landung auf ihnen würde gar nicht ratsam sein. Ihre Gravitation ist nicht ungünstig; bis auf den Jupiter, der die zweieinhalbfache Erdbeschleunigung aufweist, entspricht ihre Oberflächenschwere ziemlich genau der unserer Erde. Aber wo sollte man diese Oberfläche suchen? Sie ist von einer dicken Atmosphäre umbrodelt, die der Tiefe zu infolge der sehr tiefen Temperaturen in flüssigen Zustand übergeht und in der furchtbare Stürme toben. Die Dichte dieser Planeten beträgt im Durchschnitt nur ein Viertel der Erdendichte.

„Da drunten aber ist's fürchterlich...“, heißt es in der bekannten Ballade „Der Taucher“ von Friedrich von Schiller. Und es würde sich kein „Rittersmann oder Knapp“ finden, der bereit wäre, „zu tauchen in diesen Schlund“, aus dem er sicherlich nicht wiederkehren würde.

Aber wenn es im „Taucher“ heißt, „der Mensch versuche die Götter nicht“ – der Mensch von morgen wird sich von dieser frommen Aufforderung nicht abhalten lassen, sich auch die grausig-drohenden „Schlünde“ der vier fernen

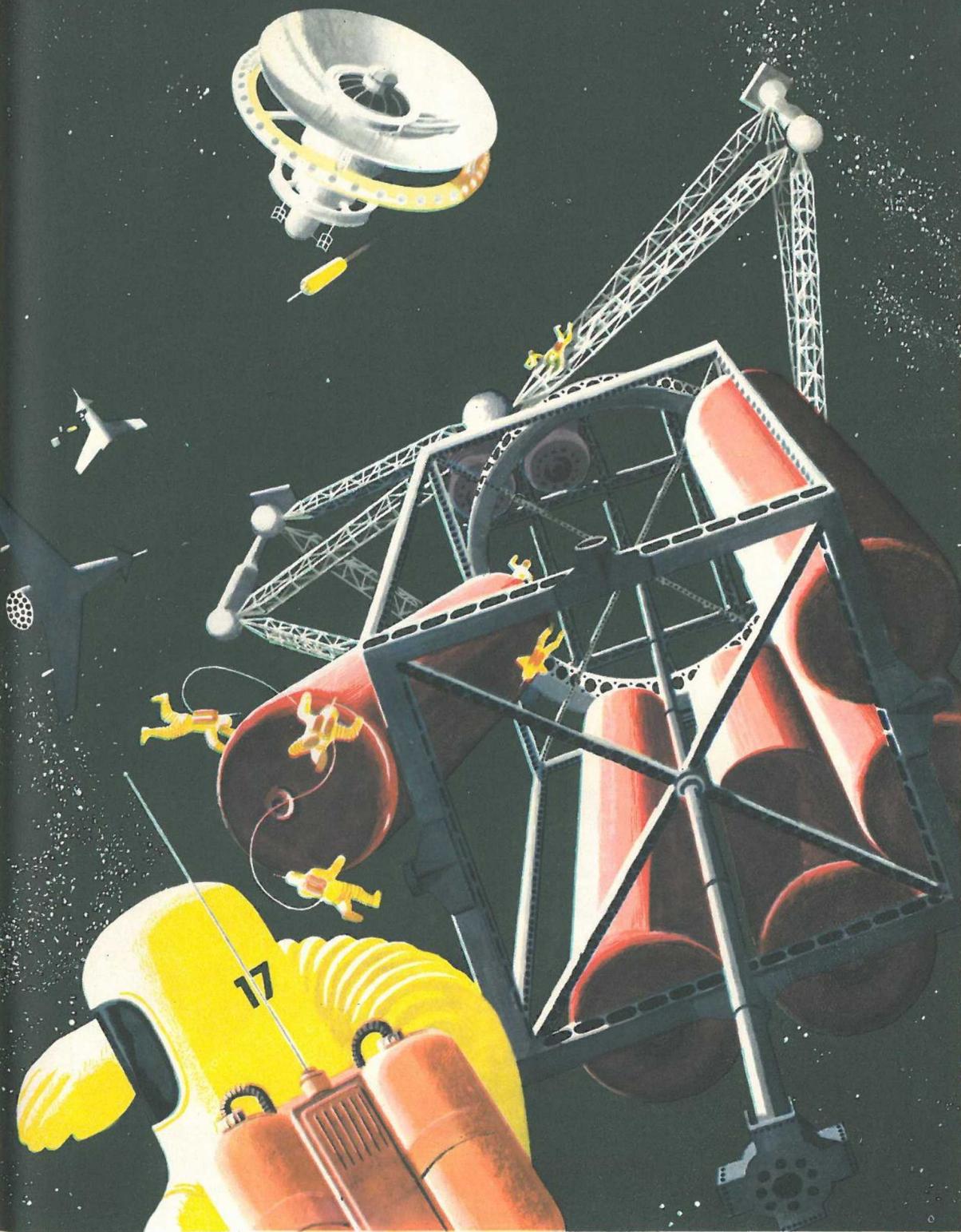
Riesen – Brüder unserer Erde – näher zu betrachten. Freilich wird er dazu unbemannte Spezialraketen verwenden, die er aus gebührender Entfernung startet, steuert und beobachten läßt. Als Stützpunkte wird er dabei die Monde der vier Riesen benutzen, von denen bisher nicht weniger als 28 bekannt sind. Und der größte von ihnen, der Saturnmond Titan, weist fast den halben Durchmesser der Erde auf und ist damit sogar größer als der Merkur. Seine Entfernung vom Saturn beträgt über 1 000 000 km – eine für jede Vorsicht ausreichende Distanz.

## **Planetarische Extravaganzen**

Ziemlich beschwerlich, wenn auch keineswegs gefährlich für die erfahrenen Astronauten, die zum erstenmal in jene entlegenen Gegenden unseres Planetensystems vordringen und über eine hervorragende technische Ausrüstung verfügen, werden die tiefen Temperaturen sein, mit denen man in so großem Abstand von der wärmenden Sonne zu rechnen hat. Sie liegen in der Größenordnung der Mondtemperaturen im Schatten. Auf dem fernsten der bisher entdeckten Planeten, dem noch recht wenig bekannten Pluto, der etwa 40mal weiter von der Sonne entfernt ist als unsere Erde, werden die Temperaturen immer unter minus 200° C liegen.

Das Gegenteil ist bei dem sonnennächsten Planeten, dem kleinen Merkur, der Fall, den wir bei dieser Betrachtung nicht ganz vergessen wollen. Ähnlich wie der Mond der Erde dreht er seiner Mutter Sonne stets die gleiche Seite zu, auf der deshalb die im Vergleich zur Erde siebenfache Sonneneinstrahlung ungehemmt wirken kann, um so mehr, als nur Spuren einer Atmosphäre vorhanden sind. Die Temperatur dort beträgt daher bis zu 370° C. Auf der Rückseite des Merkur dagegen ist es aus den gleichen Gründen recht ungemütlich kalt. Für das Leben erträgliche Temperaturen müssen jedoch in der ringförmigen Randzone zwischen der hellen heißen und der dunklen kalten Halbkugel herrschen. Daß dort Leben anzutreffen ist, kann man kaum annehmen; allenfalls sehr spezielle niedere Formen. Sehr wohl könnten sich aber dort Weltraumreisende einige Zeit aufhalten.

Unser kurzer Ausflug in die Planetenwelt unseres Sonnensystems hat gezeigt, daß unsere Erde eine ausgesprochene Sonderstellung einnimmt, was die für die Entstehung und Höherentwicklung des Lebens günstigen Bedingungen betrifft. Unter den sicherlich unzähligen Überraschungen, die uns die nähere Bekanntschaft mit den verschiedenen Himmelskörpern unseres Systems bescheren wird, befindet sich ganz gewiß nicht die, daß wir irgendwo auf „Eingeborene“ treffen, die in bezug auf Intelligenz, Lebensweise und biologische Funktionen auch nur im entferntesten mit den Menschen vergleichbar wären und die unseren Weltraumdelegierten womöglich einen warmen oder gar heißen Empfang bereiten könnten.



### **XI. Raumschiffmontage im Weltall!**

*Bei der ständigen Raumstation werden die Raumschiffe für den ersten bemannten Flug zum Mars zusammgebaut. Trägerraketen bringen Einzelteile, Ausrüstung und – ganz zuletzt – die Passagiere von der Erde „herauf“.*

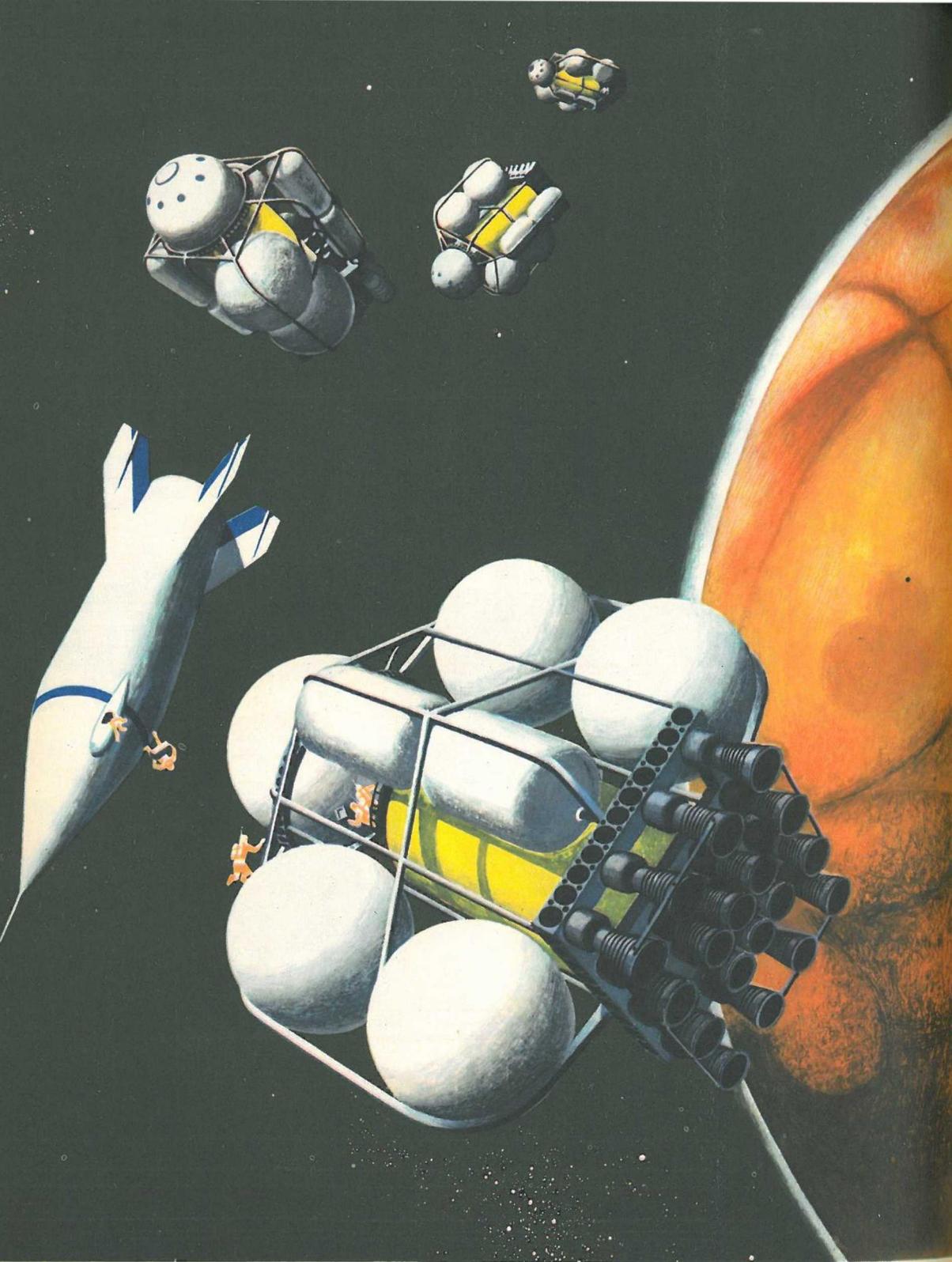


## **XII. Erste Ausflüge auf den Mars!**

*Die Landerakete hat alle überflüssigen Teile abgelegt. Ihr Oberteil ist als Rakete ausgebildet, mit der die Forscher zu ihren Raumschiffen zurückkehren werden, die inzwischen*



*wartend — als „Sputniks“ — den roten Planeten umkreisen. Noch aber liegen Monate harter Arbeit unter schwierigsten Bedingungen vor den Marspionieren . . .*

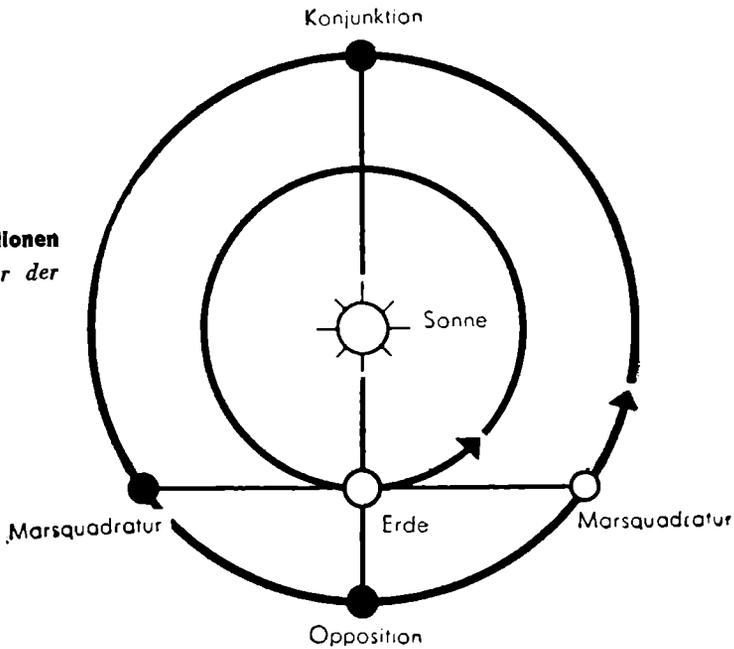


**XIII. ... bis zur Rückkehr auf die heimatliche Erde aufgebrochen wird**

*Nach erfolgreicher Arbeit steigen die Marsforscher auf die Raumschiffe um, die sie zur Raumstation in der Nähe der Erde zurückbringen werden.*

Allenfalls läßt sich denken, daß der bekannte Witz, der nach dem Auftauchen der Sputniks seine Runde durch die Welpresse machte, Wirklichkeit werden könnte: Ein USA-Weltraumschiff trifft auf dem Mond (Mars, Titan usw.) ein – selbstverständlich als allererstes. Die kühnen Reisenden stoßen zu ihrer Überraschung trotzdem auf seltsame, aber ziemlich menschenähnliche Wesen in merkwürdigen Anzügen. Was ihnen entgegenklingt, ist jedoch nicht etwa ein „Welcome here!“ in amerikanischer Gedankensprache, sondern ein „Stradwustje!“ in schönstem Russisch.

**Die wichtigsten Positionen des Mars gegenüber der Erde**



Trotz dieser für manchen Phantasten enttäuschenden Verzichtserklärung auf Marsmenschen und andere groteske Ausgebirten ferner Welten wird der Welt- raumflug das große, beglückende und spannende Abenteuer der nächsten Jahrzehnte und Jahrhunderte sein. Immer neue Wunder wird er erschließen, weite neue Welten auf tun und die alte Welt auf der Erde unerhört bereichern. Deshalb werden keine noch so schweren physischen und psychischen Strapazen, die vor allem in den ersten Jahrzehnten den Pionieren der Raumfahrt abgefordert werden müssen, imstande sein, die Jugend von heute und morgen davon abzuhalten, zu den Berufen zu drängen, die mit der Eroberung des Alls zusammenhängen.

Die Aussichten für die heutige Jugend, an dieser Eroberung noch Anteil nehmen zu können, sind gut. Mit den gegenwärtig bekannten Möglichkeiten, vor allem auf dem Gebiete der Antriebsarten, wäre der bemannte Flug zum Mond, zur Venus und zum Mars – wenn auch unter gigantischen Anstrengun-

gen – bereits möglich. An die Reise zu den weiter entfernten Planeten wäre noch keinesfalls zu denken.

Manchmal kann man zwar lesen, daß die größere Entfernung nicht so wichtig sei; denn einmal auf der richtigen Bahn mit der notwendigen Geschwindigkeit fliegend, bedarf das Raumschiff vorerst keines weiteren Antriebs. Aber es ist für die Reisenden und ihre Versorgung eben doch ein Unterschied, ob sie einige Monate oder ebensoviel Jahre allein für Hin- und Rückflug benötigen.

Solche Reisen erfordern ganz andere Raketenschubkräfte, von denen man heute noch nicht weiß, wie sie erreichbar sein werden. Jedenfalls muß das Raumschiff nicht nur während des Starts, der Landung und allenfalls zur Korrektur kleiner Bahnfehler für kurze Zeit seinen Antrieb betätigen, sondern auch unterwegs ständig oder doch langdauernd beschleunigen können. Nur dann ist es imstande, Geschwindigkeiten zu erreichen, die weit genug über die errechneten Mindestgeschwindigkeiten hinausgehen, um zu einem selbständigen und schnell operierenden Körper zu werden. Anderenfalls ist es nämlich gezwungen, nach Beschleunigung auf die notwendigen Mindestgeschwindigkeiten in Keplerschen Ellipsenbahnen um die Sonne zu fallen und die Bahn des angesteuerten Planeten genau in jenem Punkt zu berühren oder zu schneiden, an dem sich zur gleichen Zeit dann der Planet befinden muß. Das ist nicht nur eine schwierige Operation; sie macht vor allem zu sehr von Konstellationen und gegebenen Umlaufzeiten abhängig; außerdem beschert sie Reisezeiten, die zum Teil unerträglich lang sein würden. Jeder Versuch aber, mit herkömmlichen Raketentriebwerken die nötigen Antriebsreserven zu schaffen, scheitert an den ungeheuren Mengen von Treibstoff, die schon für einen geringen Zuwachs an Schubkraft aufgewendet werden müßten.

Aber es ist mehr als wahrscheinlich, daß bereits in absehbarer Zeit prinzipiell anders geartete neue Antriebsformen gefunden werden; wobei natürlich in erster Linie daran gedacht werden kann, daß die chemischen Treibstoffe mit den ihnen entsprechenden Antriebseinrichtungen durch einen Atomtrieb ersetzt werden.

# der flug zu anderen sternern

## Eine fliegende Stadt

Gewaltige Lampen strahlen ein sonnenähnliches Licht über eine künstliche Landschaft. Felder, Wälder und Wiesen, Bäche und Teiche, weidende Herden und trabende Pferde auf einer Koppel, idyllische Parks voll Blütenzauber und singender Vögel – und mittendrin eine weißleuchtende moderne Stadt, gebaut für Tausende von Einwohnern. In der Zentrale der Sonnenstation sitzt gelangweilt der Ingenieur vom Dienst und träumt von seiner irdischen Heimat; für den geregelten Ablauf der künstlichen Sonnenbestrahlung sorgen Automaten, die wieder von Automaten kontrolliert werden, so daß der einsame Wächter nur für ganz unvorhersehbare Sonderfälle bereitsteht. Eine wunderbare, schöne und reiche Welt im Kleinformat. Das einzige, was hier zu fehlen scheint, sind Wolken, Mond und Sterne. Aber es fehlen auch noch andere Dinge, die allerdings von den Bewohnern dieser künstlichen Welt nicht ungerne vermißt werden: Stürme, Hagel und Überschwemmungen, Trockenheit und überlange Regenperioden, Infektionskrankheiten und Ungeziefer. Denn alles, was in dieser Welt geschieht, bestimmt der Mensch; auch das Klima bis zum letzten Tüpfelchen; auch Flora und Fauna.

Diese phantastische Zukunftsvision stammt nicht etwa aus einem Zwanzigpfennigschmöker, sondern von einem an sich ernst zu nehmenden Wissenschaftler, von Professor Hermann Oberth.

Eine riesige Wohnwalze schlägt er vor, 8 km im Durchmesser und von beliebiger Länge, 10, 100, 1000 km lang. Eine Abwandlung seines Projektes einer Wohnstadt im interplanetaren Raum. Aus zusammengeschweißten Lagen vierkantiger Drähte soll die Wandung der „Hohlwelt“ gebildet werden. Eine mehrere Meter mächtige Erdschicht wird die Innenfläche bedecken, die landschaftlich schön gestaltet werden und sowohl landwirtschaftliche Nutzflächen als auch Parkanlagen und Wälder erhalten soll. Langsame Rotation um die Walzenachse sorgt mit der dabei erzeugten Fliehkraft für einen Andruck, der den Bewohnern der künstlichen Welt Erdschwere verleiht. Wenn sie sich allerdings in dieser Welt eines Tages Wolkenkratzer bauen sollten, so wird in den höheren Stockwerken, ähnlich wie in den Außenstationen, der Andruck

Was die Zukunft der Raumschiff-  
fahrt nicht bringen wird:

## Spekulationen . . .



Die britische Zeitung „Daily Mirror“, die von sich behauptet, täglich von mindestens 4 658 793 Menschen gekauft zu werden, führte bisher den Untertitel: „Größte tägliche Auflage auf Erden.“ Jetzt, nach der Legalisierung des Sternereiches „Cölestia“, hat diese Londoner Zeitung ihre Kopfleiste in „Größte tägliche Auflage im Weltall“ umgewandelt – Natürlich kann man die Zeitung noch nicht jedem Planeten zustellen . . .



Der deutsch-amerikanische Raketenforscher Wernher von Braun antwortete einer Zeitschrift, die es ganz genau wissen wollte, auf die Frage, was im Jahre 2058 sein werde:

„Reisen zum Mond sind im Jahre 2058 etwas Alltägliches geworden. Einige Expeditionen sind bereits zum Mars und zur Venus vorgedrungen. Ähnlich wie am Südpol haben die Weltmächte den

immer geringer werden. In der Nähe der Drehachse, also in 4 km Höhe, würde Schwerelosigkeit herrschen.

Ein eigenartiger Gedanke, statt des Himmels über sich einen Teil seiner Welt hängen zu sehen. „Oben“ und „unten“ ist natürlich auch hier relativ; der Betrachter ist immer unten und sieht immer die anderen, die sich auch unten wähen, über sich.

Welchen Sinn solche Himmelsprovinzen haben sollen? Der einzige, der einleuchtend erscheinen könnte, ist aber gleichzeitig bei genauerer Betrachtung auch der unsinnigste. Oberth schlägt nämlich vor, mit dieser Wohnwalze, wie er sie nennt, auf die Wanderschaft zu gehen. Mit gewaltigen Raketentriebwerken ausgerüstet, die nach bisher unbekanntem Prinzipien arbeiten, wird sie auf eine Geschwindigkeit gebracht, die die unserer interplanetaren Raumschiffe in der nächsten Zukunft um das Vierzig- bis Fünfzigfache übertrifft. Dadurch soll sie einer zahlreichen Schar von Spezialisten aller Art, einschließlich ihrer Familien, die großartige Möglichkeit eröffnen, zu anderen Sonnensystemen unserer Galaxis zu reisen.

Fliegende Städte im Weltall, mit Geburt und Tod, mit Kindergärten und Hochschulen, mit Landwirten und Facharbeitern, gebaut für viele Generationen! Die Reise zur nächsten Welt, zum Alpha Centauri, Entfernung 4,3 Lichtjahre, würde nach Oberth 2600 Jahre dauern! Ein halbes Jahrtausend länger, als die seit Beginn unserer Zeitrechnung vergangene Geschichte!

## Verkehr im galaktischen Raum?

Noch immer hält die Begeisterung für die ersten künstlichen Erdsatelliten an, deren erfolgreicher Start alle Zweifel, die in die Pläne für dieses Unternehmen gesetzt worden waren, hinwegfegten. Kühne astronautische Pläne, gestern noch als phantastisch verlacht, tauchen auf und erweisen sich als zu eng für die neue Wirklichkeit, die sich aus den Erfolgen von heute greifbar nahe erhebt. Und schon erstehen auf den Reißbrettern Konstruktionspläne von Weltraumstationen und Weltraumschiffen, die nicht mehr Utopie, sondern die Wirklichkeit von morgen sind.

Was aber wird übermorgen geschehen? Wird der Mensch sich mit dem, was er erreicht hat, zufriedengeben, wenn er sich den interplanetaren Raum erschlossen hat und darin nach seinem Ermessen waltet?

Sicherlich nicht! Der Mensch ist nicht zuletzt gerade deshalb „Mensch“ – und auf dem besten Wege dazu, das Stadium seiner eigentlichen Geschichte als Mensch zu erreichen –, weil er „ewig strebend sich bemüht“. Darum bemüht nämlich, Dinge besser zu gestalten, mehr und Genaueres über die Welt, in der er lebt, zu erfahren und davon nutzbringenden Gebrauch zu machen.

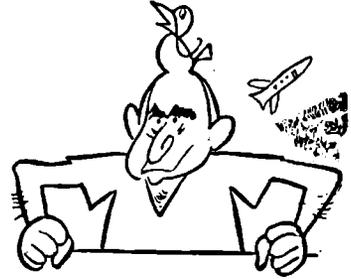
Dieses Streben, das im Trieb zur ständigen Verbesserung und Sicherung der materiellen Lebensgrundlagen seinen Ursprung hat, inzwischen jedoch eine vielfältige Bereicherung erfuhr und in der sozialistischen Ethik eine klare humanistische Richtung erhielt, wird auch in fernster Zukunft noch wirken. Nie wird die Menschheit mit dem erreichten Stand „zufrieden“ sein und den Fortschritt sozusagen abschalten.

Aber die Schwierigkeiten werden größer, denn die Maßstäbe wachsen ins ungeheure. Alle Reiseziele im interplanetaren Raum lassen sich in einem Menschenleben, sogar in einigen Jahren erreichen, einschließlich der Rückkehr. Wie aber wird das, wenn wir zu den Fixsternenwelten unserer Milchstraße vorstoßen wollen? Der uns nächste Fixstern, also das nächste Sonnensystem, Proxima Centauri, ist 4,2 Lichtjahre entfernt. Unsere annähernd diskusförmige Milchstraße mißt 150 000 Lichtjahre im großen Durchmesser, 30 000 Lichtjahre an ihrer „dicksten“ Stelle.

Die Entfernung der zwanzig hellsten Fixsterne (Sonne) dieses unseres galaktischen Systems liegt in der Größenordnung zwischen etwas über 4 bis etwas über 500 Lichtjahren.

Die nächste Galaxis, der Andromedanebel, ist 1 500 000 Lichtjahre entfernt. Ob und wie der Mensch jemals solche Distanzen durchmessen kann, ist – außer tollkühnen Verfassern gewisser „Zukunfts“-Romane – vorerst allen ein Buch mit sieben Siegeln. Sicher ist jedoch: mit der Zeit wird der Mensch auch Entfernungen überwinden lernen, die vorstellungsmäßig kaum faßbar sind. Allerdings nicht mit den technischen Mitteln, die er zur Zeit besitzt oder sich zu schaffen im Begriff ist.

Mond in Interessensphären aufgeteilt. Bergwerke wurden errichtet. In landschaftlich besonders reizvollen Gegenden des Mondes (!) werden Flitterwochenhotels und Spielhallen entstehen. Die Hotels sind druckfest und mit Klimaanlage ausgerüstet. Sie gehören einigen nationalen Weltraum-Fluggesellschaften . . .“



ONLY for USA

Eine AP-Meldung macht die Welt darauf aufmerksam, daß das Patentamt der USA am 1. Oktober 1957 den Namen „Cölestia“ für einen interplanetarischen Staatenbund registrierte. Als Staatsoberhaupt fungiert der 60jährige Amerikaner James T. Magau in Cook (Chikago), wo er mit Billigung des Grafschaftsgerichts bereits seit Jahren Fahrkarten nach dem Mond verkauft. Wie Magau jetzt der UNO mitgeteilt hat, ist er nicht bereit, die den USA gegebene Erlaubnis, den Mond anzufliegen, auch auf die Sowjetunion auszudehnen. – Wie peinlich . . .

Einerseits kühne – zum Teil sogar verwegene – Phantasien, was den technischen Fortschritt betrifft; auf der anderen Seite Zweifel am gesellschaftlichen Fortschritt: noch im Jahre 2058 Geschäfte mit Grundstücken, mit Liebe und Leidenschaften – auf dem Mond? Ob der Mond da mitmacht? (Von der Menschheit ganz zu schweigen!)

Er wird neue Antriebe für seine interplanetaren und interstellaren Raumschiffe bauen, Antriebe, die ihm kosmische Reisegeschwindigkeiten verleihen werden, die dicht an die Lichtgeschwindigkeit heranreichen und unsere heute erreichbaren Raketengeschwindigkeiten in noch unvorstellbarer Weise überbieten. Professor Oberths Wohnwalzen, auch wenn sie bereits eine fünfzigfache Geschwindigkeit erreichen sollen, erscheinen nicht als das geeignete und praktizierbare Mittel, diese Wunschträume zu verwirklichen. Sie sind in gewisser Hinsicht phantastisch, sogar genial – in anderer Hinsicht aber geradezu naiv. Es ist einfach unglaublich, daß eine Menschheit, die imstande ist, so einen kühnen Reiseomnibus im Format und in der Qualität einer idealen kosmischen Kleinwelt zu bauen, auf Raketenantriebe angewiesen sein soll, die so – vergleichsweise – kümmerlich wären wie die Oberthschen. Ein Raumschiff, das nach Überwindung des Startantriebes imstande ist, eine relativ geringe Beschleunigung – sagen wir von einem  $g$  – auch nur für knapp ein Jahr beizubehalten, erreicht damit eine Geschwindigkeit, die der des Lichtes schon sehr nahe kommt. Etwas anderes ist kaum vorstellbar, als daß eine reisende Raumwelt von solcher Vollkommenheit, wie sie vielleicht in einigen Jahrhunderten gebaut werden kann, auch über einen Antrieb verfügt, der diesem Entwicklungsstand entspricht.

## **Raumschiffe von Übermorgen**

„Atomkraft – Schlüssel zur Zukunft“ – so kann man es immer wieder lesen. Aber wird uns die Atomkraft auch bei der Eroberung des Weltraums helfen können? Wird die sagenhafte Energie, die bei der Spaltung schwerer Atomkerne oder bei der Verschmelzung leichter Kerne freigesetzt wird, zum Antrieb weiterreichender Weltraumschiffe geeignet sein?

Ganz zweifellos wird das Weltraumschiff, das Menschen zu fernen Welten in den Raum hinaustragen soll, von größeren als bisher erprobten Kräften, wahrscheinlich mit Atomkraft, betrieben werden müssen, und zwar bereits beim weiter zielenden interplanetaren Verkehr. Zur Zeit scheint es noch keine ausreichende Lösung der Probleme zu geben. Atomreaktoren haben ein sehr großes Gewicht. Es wäre ja ein regelrechtes kleines Atomkraftwerk, das da mit in die Höhe geschleppt werden müßte. Es müßten außerordentlich hohe Temperaturen erzielt werden, wenn sich die Veränderung überhaupt lohnen soll. Für diese Temperaturen gibt es aber noch keine Materialien, die standhalten. Es muß schließlich irgendeine Masse zur Verfügung stehen, die durch die Leistung des Reaktors auf sehr hohe Temperaturen gebracht wird und die Düsen mit Geschwindigkeiten verlassen muß, die alles weit in den Schatten stellen, was mit Flüssigkeitsraketen an Ausströmungsgeschwindigkeiten erreicht werden kann.

stellungen von atomaren Antrieben, die sogar schon zur Diskussion gestellt wurden. Da ist einmal die Ionenrakete, bei der schwerer Wasserstoff unter sehr hohen Temperaturen – sie liegen immerhin bei vielen Millionen Grad Celsius – zu Heliumionen verschmolzen werden soll, die dann ohne jeden Umweg als Ausstoßmasse dienen können. Gedacht wird auch daran, die heftige gegenseitige Zuneigung von Wasserstoffatomen auszunutzen, die bekanntlich immer je zwei zu einem Molekül vereint vorkommen und die sich, wenn sie einmal in dieser Molekül-Ehe vorübergehend getrennt werden, unter sehr hoher Energiefreisetzung wieder vereinigen. In Raketen könnten dabei Ausströmgeschwindigkeiten erreicht werden, die eine erhebliche Steigerung der Antriebskräfte bedeuteten.

Aber alle diese Lösungen sind noch lange nicht ausgereift.

Das wohl bekannteste Projekt dieser Art ist die Photonenrakete. Licht als Antriebsmittel – ein wahrhaft utopisch anmutender Gedanke. Und dennoch ist er durchaus real. Schon Ziolkowski ist auf diesen Einfall gekommen. Es gibt eben kaum eine Seite des vielgestaltigen Problemkomplexes „Weltraumfahrt“, den er nicht schon damals weit vorausschauend wenigstens im Prinzip dargestellt hätte.

In einem normalen Kernreaktor werden schwere Atomkerne von Uran oder Plutonium gespalten; dabei wird ein sehr geringer Teil der stofflichen Materie als Strahlungsmaterie freigesetzt. Die im Reaktor erzeugte Wärmeenergie, die zum Antrieb von Turbinen dient, ist zwar im Vergleich zur Energiegewinnung in üblichen Wärmekraftwerken unvergleichlich hoch; doch wird nur ein ganz kleiner Teil der Masse der an den Kernreaktionen beteiligten Atomkerne in Wärmeenergie umgesetzt. Noch ist die Wissenschaft weit davon entfernt, Mittel und Wege zeigen zu können, wie man die Masse eines Kernbrennstoffes möglichst vollständig in Strahlungsmaterie umsetzen kann. Was das aber bedeuten würde, hat Albert Einstein in der berühmtesten aller Formeln ausgedrückt:

$$E = m \cdot c^2$$

In die allgemeine Umgangssprache übersetzt heißt das, daß Masse und Energie einander äquivalent sind. Nach dieser Formel ergibt sich letzten Endes, daß ein Kilogramm Masse irgendeines beliebigen Stoffes einer Energie von 25 Millionen Kilowatt entspricht.

Ein märchenhafter Reichtum, den da die Natur für uns bereithält; nur müssen wir erst den Schlüssel zur Schatzkammer finden. Solange müssen wir uns mit der außerordentlich weittragenden Anwendung der Kernspaltung und der Kernfusion, die zweifellos im Laufe der kommenden zwei Jahrzehnte gezähmt werden wird, „begnügen“.

Während aber bei diesen beiden Kernprozessen nur ein sehr geringer Prozentsatz der Masse der beteiligten Kernbrennstoffe als Energie freigesetzt wird,

setzt die Photonenrakete einen Kernbrennstoff und einen Kernreaktor voraus, der gestattet, die gesamte oder fast die gesamte stoffliche Masse des Kernbrennstoffes in Strahlungsmaterie umzusetzen. Damit nicht genug: Die beste Lösung wäre, die freigesetzte Energie nicht als Wärmeenergie, sondern im wesentlichen als Lichtenergie nutzbar zu machen.

Der sowjetische Professor Stanjukowitsch nimmt an, daß man solche Kernprozesse mit den in den letzten Jahren entdeckten Antiteilchen erreichen könnte. Antiteilchen sind „Zwillingsbrüder“ der Elementarteilchen mit umgekehrtem Vorzeichen. Es gibt also zu jedem Proton, das eine positive Ladung trägt, auch ein Antiproton, das statt der positiven Ladung eine negative trägt, ihm aber sonst in allem gleicht. Genauso gibt es zum Elektron ein Antielektron und zum Neutron ein Antineutron. Entdeckt wurden diese Antiteilchen in der kosmischen Strahlung oder in den gewaltigen Teilchenbeschleunigern der Atomforschungsanlagen. Trifft so ein Antiteilchen mit seinem normalen „Zwillingsbruder“ zusammen, so wird die gesamte Masse beider Teilchen als Strahlungsenergie abgestrahlt.

Ob und wie es aber gelingen wird, größere Mengen von „Antimaterie“ herzustellen, aufzubewahren und im Reaktor kontinuierlich zur Reaktion zu bringen, ist zur Zeit noch völlig unklar. Wenigstens haben die Fachleute, die an diesen Problemen arbeiten, nichts darüber verlauten lassen.

Auch Professor Dr. Sänger, der Leiter des Forschungsinstituts für Physik der Strahlantriebe in Stuttgart, arbeitet an diesem Problem. Er nennt seinen Kernreaktor sehr treffend „Kernlampe“. Diese Kernlampe ist der Hauptteil eines Photonenantriebs, in dem unter enormen Temperaturen ein Gas künstlich zu atomarem Zerfall angeregt werden soll. Ein Reflektor von gewaltigen Dimensionen sammelt wie ein Hohlspiegel die Lichtstrahlen, bündelt sie zu parallelen Strahlen und strahlt sie in eine gemeinsame Richtung ab. So wie eine Flüssigkeitsrakete die Verbrennungsprodukte ihrer Gase ausstößt, so wird diese Photonenrakete die kleinsten Teilchen des Lichtes ausstoßen, die Lichtquanten oder Photonen. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden wird, abgesehen von vielen Details, die Geschwindigkeit der ausströmenden Teilchen sein. Photonen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit, also mit nahezu 300 000 km/s!

Was aber hat eine Rakete davon, daß sie Licht ausstrahlt, das die in der Natur höchstmögliche Geschwindigkeit besitzt?

Licht scheint für den unbefangenen Betrachter nur die eine Eigenschaft zu besitzen, mehr oder weniger hell zu sein. Das kann angenehm sein, es kann auch sehr unangenehm wirken, wenn das Licht zu hell ist und blendet. Es kann natürlich auch die unangenehme Wirkung haben, je nach Verbrauch im häuslichen Kreis mehr oder weniger stark den Geldbeutel anzuzapfen.

Wer aber hat schon einmal erlebt, daß Licht einen Druck ausübt? Wenn es auch noch so unglaublich klingt: Lichtstrahlen üben auf die Auftrefffläche einen meßbaren Druck aus. Die Strahlen der Sonne zum Beispiel drücken

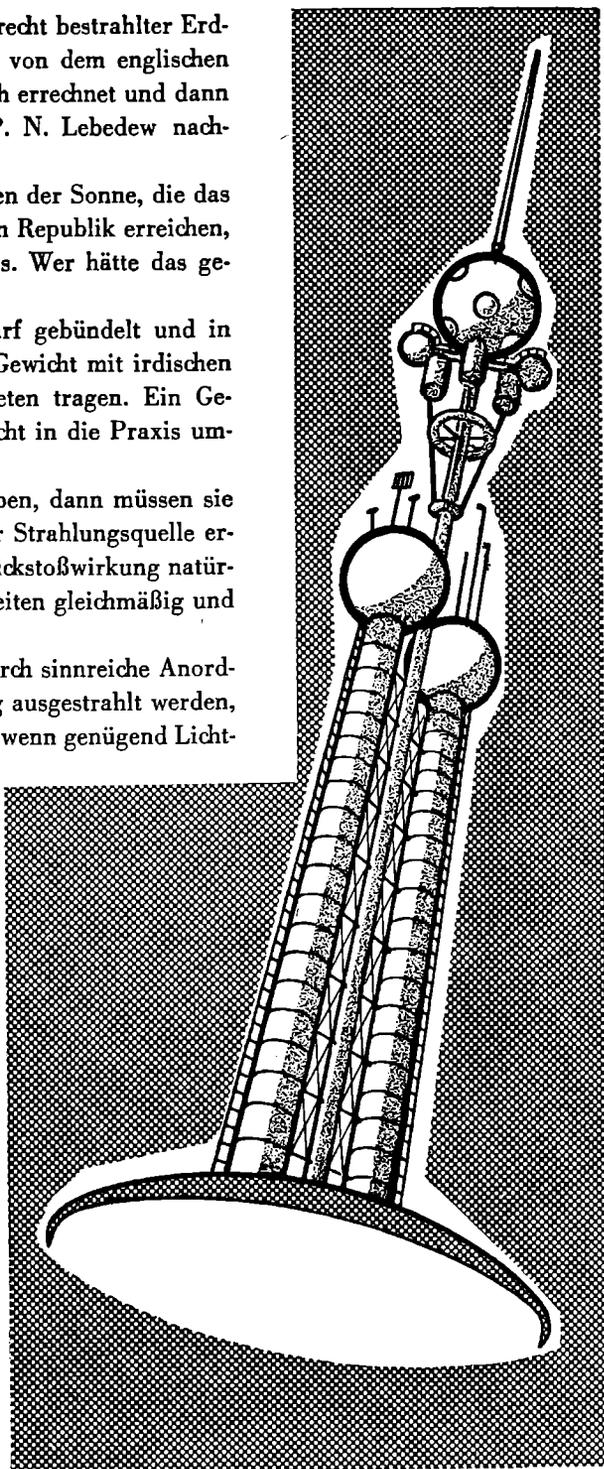
mit 0,8 mg auf einen Quadratmeter senkrecht bestrahlter Erdoberfläche. Diese Tatsache wurde zuerst von dem englischen Physiker James Clerk-Maxwell theoretisch errechnet und dann später von dem russischen Physiker P. N. Lebedew nachgewiesen.

Bei vollem Sonnenschein über die Strahlen der Sonne, die das Gebiet unserer Deutschen Demokratischen Republik erreichen, einen Druck von mehr als 85 000 kg aus. Wer hätte das gedacht!

Die gesamten Strahlen der Sonne, scharf gebündelt und in eine Richtung gestrahlt, könnten – das Gewicht mit irdischen Maßen gemessen – einen ganzen Planeten tragen. Ein Gedankenexperiment, das sich natürlich nicht in die Praxis umsetzen läßt.

Wenn aber Photonen einen Druck ausüben, dann müssen sie auch einen Rückstoß beim Verlassen der Strahlungsquelle erzeugen. Bei der Sonne hebt sich diese Rückstoßwirkung natürlich auf, denn sie strahlt ja nach allen Seiten gleichmäßig und gleichzeitig.

In einer Photonenrakete aber, in der durch sinnreiche Anordnungen die Strahlen nach einer Richtung ausgestrahlt werden, muß ein Rückstoß erzeugt werden, der – wenn genügend Licht-



### **Das Raumschiff der Zukunft**

*für die Reise zu fernsten Welten: die Photonenrakete. Vorerst noch ein Traum! Sind doch seine wissenschaftlichen und technischen Grundlagen noch keineswegs gesichert.*

teilchen ausgestrahlt werden – dem Raumschiff eine großartige Beschleunigung verleihen müßte. Da die Photonen mit Lichtgeschwindigkeit die Rakete verlassen, bekommt das Raumschiff im Laufe seiner Fahrt allmählich eine Geschwindigkeit, die der Lichtgeschwindigkeit ziemlich nahe kommen kann.

Fast so schnell wie das Licht! Selbst der abgebrühteste Benutzer der modernen Technik, der glaubt, nichts könne ihn mehr erschüttern, dürfte von dieser Vorstellung mehr als mäßig erwärmt sein.

Daß wieder einmal Tausende von Stimmen ihr „unmöglich“ zum besten geben, soll uns weder verwundern noch erschüttern.

Während die ewigen Zweifler noch nach Widerlegungen suchen, sagte Professor Stanjukowitsch voller Zuversicht: „Ich glaube, daß die theoretischen Arbeiten, die notwendig sind, um eine solche Rakete praktisch zu konstruieren, um die Jahrhundertwende beendet sein werden. Diese Rakete wird uns die Bewältigung von phantastischen, gegenwärtig noch unglaublich klingenden Aufgaben ermöglichen; darunter auch den Flug in den interstellaren Raum.“

Aber ist der Aktionsradius eines fast lichtschnellen Raumschiffes wirklich so groß? Die Entfernung zur nächsten Fixsternwelt beträgt 4,3 Lichtjahre; das sind hin und zurück also 8,7 Lichtjahre, wobei man bedenken muß, daß das Raumschiff ja nicht die volle Lichtgeschwindigkeit erreicht. Zum äußersten „Ende“ unserer Galaxis aber sind es bereits 150 000 Lichtjahre. Hin und zurück 300 000 Jahre! Mehr als fünftausend Generationen auf der Reise durchs Weltall? Und nur, um die „kleine“ Entfernung bis zum Rand unseres Sternensystems zurückzulegen und zurückzukommen? Wie soll das werden, wenn wir hinauswollen zu anderen Sternensystemen?

## **Wenn die Zeit sich dehnt**

Wer im Speisewagen eines D-Zuges sitzt, gemütlich seinen Mokka schlürft und meist voll milder Ungeduld darauf wartet, sein Ziel zu erreichen, merkt nichts davon, daß in seinem Zug die Zeit langsamer abläuft als in der Landschaft, durch die er getragen wird. Er kann es auch nicht merken, denn der Unterschied ist so minimal, daß er keine Rolle spielt. Man kann also kaum die Behauptung aufstellen: Wer D-Zug fährt, lebt langsamer und daher länger.

Das ändert aber nichts an der von Einstein entdeckten und gesetzmäßig formulierten Tatsache, daß der Begriff „Zeit“ relativ ist. Die Zeit ist keine absolute Größe, wie man aus der gewöhnlichen Erfahrung heraus allgemein anzunehmen bereit ist. In einem bewegten System läuft sie langsamer ab als in einem ruhenden oder langsamer bewegten. Wirkliche Bedeutung kommt dieser Erscheinung aber erst dann zu, wenn es sich um sehr hohe Geschwindigkeiten handelt, die der Lichtgeschwindigkeit nahekommen. In diesem Fall kann die Dehnung, die Dilatation der Zeit, in scharf ansteigender Kurve nennenswerte Größen annehmen.

Die Atomphysik hat einen der Beweise für diese erstaunlichen Gesetze geliefert, von denen man im normalen Alltag nichts verspürt. Infolge der kosmischen Strahlung entstehen aus Kernprozessen in ungefähr 30 000 m Höhe Elementarteilchen, die der Physiker Mesonen genannt hat. Diese Mesonen sind sehr kurzlebige Gebilde; sie leben nur etwa zwei millionstel Sekunden, dann zerfallen sie. Sie bewegen sich nur wenig langsamer als Lichtstrahlen. Also könnten sie, entsprechend ihrer Lebensdauer, nur eine Strecke von etwa 600 m zurücklegen. Tatsächlich aber kommen die Mesonen bis zu uns auf die Erdoberfläche; hier wurden sie mit komplizierten Meßgeräten nachgewiesen. Dieser scheinbare Widerspruch läßt sich nur durch die Dilatation der Zeit erklären. Für das Meson vergeht die Zeit, vom Standpunkt des Beobachters auf der Erde aus betrachtet, langsamer. Es „lebt“ also in seinem außerirdischen Dasein 50mal länger, als es nach herkömmlichen Maßen eigentlich dürfte.

Wenn ein Mensch in die Lage käme, 50mal länger zu leben, als dem irdischen Normalzustand entspricht, würde er gut und gerne 3000 bis 4000 Jahre alt werden können.

Professor Eugen Sänger hat nun in einigen, man kann ohne Übertreibung sagen sensationellen Vorträgen vor internationalen Fachgremien die Möglichkeiten der Weltraumfahrt mit Photonenraketen dargelegt. In einem fast mit Lichtgeschwindigkeit fliegenden Weltraumschiff vergeht die Zeit für die Raumfahrer normal, gemessen am Zeitablauf auf der Erde dagegen wesentlich langsamer. So kommt es zu der eigenartigen Erscheinung, daß es zwar die Lichtgeschwindigkeit nie voll erreicht, aber trotzdem mit „Überlichtgeschwindigkeit“ zu fliegen scheint.

„Es ergeben sich“, so führte unter anderem Sänger aus, „die folgenden Fahrzeiten zwischen der Erde und den genannten Zielen im Weltraum: bis zum Mond 3,5 Stunden, bis zur Sonne 2,83 Tage, bis Alpha Centauri 3,6 Jahre, bis zum Zentrum der Milchstraße 19,7 Jahre, bis zum Andromedanebel 25,9 Jahre . . .“

So könnte die Photonenrakete mit ihren Beschleunigungsmöglichkeiten die Tore zum interstellaren und sogar intergalaktischen Raum öffnen und gestatten, wenn sie einmal Wirklichkeit geworden sein sollte, selbst die fernsten Welten zu erreichen. „Allerdings“, so gibt der sowjetische Physiker Professor L. E. Gurewitsch zu bedenken, „muß man einen immer höheren Preis zahlen, wenn man sie erreichen will, weil die Reisenden nämlich in immer fernerer Zukunft zur Erde zurückkehren würden. Ein Mensch, der sich auf eine solche Reise begibt, müßte alle seine Bindungen auf der Erde für immer lösen, müßte sich von allen seinen Angehörigen verabschieden, weil er sie nie wiedersehen würde.“

Fast so unbegreiflich wie die abstrakte Formelwelt des Atoms, von der man sich keine zutreffende bildhafte Vorstellung mehr machen kann, ist diese allen gewöhnlichen Vorstellungen völlig widersprechende Erscheinung. Während der Raumfahrer ein Jahr durch das Weltall reist, ein Jahr gemessen mit den

Borduhren des Schiffes, verläuft für seine Freunde auf der Erde ein Lebensalter oder mehr. Bestenfalls seine Kinder würde er wiedersehen, allerdings als Greise; denn sie wären in dem einen Jahr seiner Reise um siebzig Jahre älter geworden.

Je weiter er seine Reise ausdehnt, desto größer wird die Zeitdilatation. Jahrhunderte und Jahrtausende würden auf der Erde vergehen, während er unterwegs nur um Jahre altert.

## **Die letzte Reise**

„Die letzte Reise“ – so nennt Sängers ein fiktives Unternehmen: eine Reise um das gesamte uns heute bekannte Weltall. Sängers legt dabei einen Reiseweg von 3 Milliarden Lichtjahren zugrunde.

Mit einer Beschleunigung von  $1 g$  soll nach der Berechnung Sängers diese Reise 42 Jahre dauern – 42 Jahre aber nur für die Besatzung; denn auf der Erde wären in dieser gleichen Zeit rund 3 Milliarden Jahre vergangen! Also eine Zeit, die einschneidende kosmische Veränderungen birgt. Bei einer konstanten dreifachen Erdbeschleunigung würde sich die Dauer dieser unglaublichen Reise für die Weltraumfahrer rechnerisch sogar auf 15 Jahre reduzieren.

Das wäre tatsächlich „die letzte Reise“. Denn was in drei Milliarden Jahren in unserem Sonnensystem geschehen wird, kann niemand voraussagen. Fest steht nur, daß von der Erde, die die Weltraumfahrer verlassen haben, in ihrer heutigen Form nicht mehr viel vorzufinden sein würde. Es wäre ein Abschied für immer – und die Reisenden wären ganze 15 Jahre älter als bei der Abreise.

# **IV. neues licht über der alten welt**

**was die sputniks  
sonst noch an den tag brachten**

*Unsere Trabanten kreisen um die Erde  
und warten darauf, daß neben ihnen  
amerikanische und andere Trabanten  
auftauchen und einen Freundschaftsbund  
der Trabanten bilden werden.*

*Ein solcher Freundschaftsbund,  
ein solcher Wettbewerb wird bedeutend besser sein  
als ein Wettbewerb im Wettrüsten,  
in der Produktion todbringender Waffen.*

*N. S. Chruschtschow*

*auf der Jubiläumstagung des Obersten Sowjets am 7.11.1957*

# freude auf erden

## TASS meldet eine Sensation

Am 4. Oktober 1957 durchstieß eine Rakete, berechnet von sowjetischen Wissenschaftlern, konstruiert und gebaut von sowjetischen Technikern, zum erstenmal in der Geschichte der Menschheit den Bannkreis der Schwerkraft und bescherte unserer alten Mutter Erde einen neuen Mond.

Das ist ein Ereignis, das die Beherrschung des Raumes durch den Menschen betrifft und nur vergleichbar ist mit jenen fernen Tagen, in denen sich die „ersten Menschen“ kühn auf den Weg machten, um aus der Enge ihrer Täler auszubrechen und die Weite des Landes zu gewinnen.

Damals waren sich die Menschen der grundsätzlichen Bedeutung ihrer ersten Schritte nicht bewußt, mit denen sie den Grundstein zur Besiedlung des Erdballs legten.

Am 4. Oktober 1957 – genauer gesagt am Tage darauf, als die Mehrzahl der Menschen von dem Ereignis erfuhr – war das wesentlich anders. Als die Rundfunkstationen der ganzen Welt die TASS-Meldungen durch den Äther jagten, wirkte sie wie ein festliches Signal. Es war, als ob aus der unermesslichen Weite des Kosmos eine beglückende Kunde eingetroffen wäre.

Die Kunde vom ersten Schritt des Menschen in den Kosmos erreichte die Bewohner der Erde zu recht verschiedenen Tageszeiten. Die einen traf sie gerade beim Erwachen, als sie sich zum Frühstück den Radioapparat einschalteten. Die anderen bekamen sie als letzte Äußerung des verflossenen Tages gerade noch zu hören, als sie sich daranmachten, schlafen zu gehen.

In wenigen Stunden hatte sie den ganzen Erdball erfaßt. Von Skandinavien bis Australien, von Irkutsk bis Kapstadt, von Hiroshima bis – sogar – Little Rock sprach man, wenn man überhaupt sprach, von nichts anderem als von dem „Roten Mond“, der oben am Himmel seine genau vorausberechnete Bahn mit einer Zuverlässigkeit zog, für die es keine irdischen Vergleichsmöglichkeiten gibt, mit einer Zuverlässigkeit, die der der Gestirne gleicht.

## **1:0 für die Menschheit**

Die Wirkung der recht schlichten TASS-Meldung war schlechthin weltumspannend. Wir wollen, ihrer historischen Bedeutung entsprechend, ihren wesentlichen Teil hier noch einmal wiederholen:

**Als Ergebnis der umfassenden und angestregten Arbeiten von Forschungsinstituten und Konstruktionsbüros ist in der Sowjetunion der erste künstliche Erdsatellit der Welt entwickelt worden. Am 4. Oktober 1957 wurde in der UdSSR der erste Satellit erfolgreich gestartet.**

Wo immer die Menschen diese Nachricht hörten, gerieten sie in Bewegung. In allen Straßen, auf allen Plätzen der Welt war dieses Ereignis nicht nur das Gespräch des Tages, sondern eine ausgesprochene Sensation, die auch die einfachsten Zeitungsleser oder Radiohörer entschieden stärker packte als sämtliche Meldungen von den erhebenden Ereignissen im leicht vermoderten Bereich europäischer Fürstenthümer oder von den rührenden Vorgängen im Herzen jugendlicher Filmstars.

Die Welt hallte von Begeisterungstürmen wider. Und alle Völker hörten die Signale.

Seit – unabhängig von den unterschiedlichen Aussagen irgendwelcher religiöser Anschauungen – das Wissen um die einfache Tatsache, daß die flimmernde Welt der Sterne aus zahllosen Welten in unendlichen Weiten besteht, zum Grundstock jeder normalen Weltkenntnis gehört, seitdem sitzt in der Brust eines jeden Erdenbewohners eine gewisse Sehnsucht nach diesen fernen Welten. Wir wollen sie nicht dramatisch überschätzen, diese Weltallsehnsucht. Sie wird gar oft von recht profanen, erdegebundenen Gedanken und Wünschen überwuchert. Und das nicht einmal zu Unrecht! Denn unsere Erde mit all ihren echten oder falschen Mängeln liegt uns nun einmal näher als das Weltall, und die richtige Ordnung auf ihr ist für uns schlechthin lebensnotwendig.

Trotzdem: Es gibt nur wenige Menschen, die nicht gepackt wären von der Ansicht des Firmaments, das in klaren Nächten über ihren Häuptern leuchtet. Manchmal ist der Anblick dieser gewaltigen Dimensionen Veranlassung zur Korrektur unserer eigenen Maßstäbe, wenn sie uns im Kleinkram des Alltags etwas durcheinandergeraten sind.

Letzten Endes ist unsere Beziehung zum Weltall doch, trotz aller rückständigen Anschauungen, die darauf noch einwirken, recht elementar und realistisch. Wir wissen, wie klein unsere Erde in diesem unermeßlichen Lichtertanz ist.

Deshalb haben wir auch ein Gefühl dafür, was es bedeutet, daß der Mensch – winziges Produkt dieser kleinen Erde und des Lebens auf ihr – nicht nur imstande war, das All zu erkennen, sondern es sogar so zu erforschen, daß der erste Schritt zur Reise in diese unendlichen Weiten getan worden ist.

Das Ergebnis: Ein Sturm der Begeisterung auf der Welt, selbst im Reich jener Herrscher, die diesen Triumph allzugern für sich gebucht hätten.

## HINDUSTAN TIMES

**Menschheitstraum verwirklicht**  
Die allgemeine Reaktion auf den Start des Satelliten durch die Sowjetunion ist überraschend gewesen, gemischt mit einem Gefühl der Bewunderung für eine feine wissenschaftliche Leistung. Welche Geheimnisse das Experiment enthüllen mag und welche weiteren Abenteuer es ermöglichen wird, sind noch Zukunftsfragen. Aber augenblicklich kann niemand Moskau den Anspruch streitig machen, daß die Sowjetunion den gewagtesten Menschheitstraum verwirklicht hat.

## NÜRNBERGER Nachrichten

**Roter Stern aus Moskau über den USA**  
Die Sowjetunion hat einen Riesenschritt in das All hinein getan, einen Schritt, der den übertrifft, den die Wissenschaftler der USA zu tun beabsichtigten. Bald wird der Abend- oder Morgenstern, der am Himmel der Vereinigten Staaten zu erblicken ist, ein roter Stern sein, der in Moskau gemacht wurde.

## Frankfurter Allgemeine

**Oktoberrevolution war Ausgangspunkt**  
Vielleicht hat kein Ereignis seit dem Ende des zweiten Weltkrieges deutlicher sichtbar werden lassen, daß der Aufstieg der Sowjetunion unter die wenigen Weltmächte und unter die großen Industriestaaten ein säkulares Geschehen unseres Jahrhunderts ist; ausgelöst von der bolschewistischen, der Oktoberrevolution, deren 40. Jahrestag zu feiern die Nachfahren Lenins sich vorbereiten. Lenin hat sich von der Verschmelzung seines sozialrevolutionären Willens mit der äußersten Forcierung der Technik (in seinen Worten: Sowjetmacht plus Elektrizität) alles versprochen.

## BADISCHE VOLKSZEITUNG

**Globale Bedeutung und Sensation**  
Der 4. Oktober 1957 ist ein welthistorischer Tag, der selbst das Ereignis der Wiederentdeckung Amerikas oder die Erfindung des Schießpulvers an globaler Bedeutung und Sensation bei weitem übertrifft.

## LE FIGARO

**Phantasie der Menschen beflügelt**  
Das Ereignis ist von erstrangiger Bedeutung nicht nur auf wissenschaftlichem, sondern auch auf allgemein politischem Gebiet. Die Sowjetunion, die bei dem Wettbewerb um die Herstellung ballistischer Interkontinentalraketen als erste durchs Ziel gegangen war, hat jetzt auch das nicht weniger sensationelle Wettrennen gewonnen, das der Phantasie der Menschen die großartigsten Perspektiven eröffnet. Darüber hinaus bestätigt der Abschluß eines schweren Geräts in eine Höhe von 900 Kilometern die positiven Ergebnisse, die die Russen mit ihrem selbstgelenkten Geschöß von interkontinentaler Reichweite erzielt haben.

## Verkehrte Astronomie:

Die Welt dreht sich um Sputnik



In einer Stuttgarter Konditorei werden faustgroße, mit Schokoladenlinien überzogene Butterkremkugeln als „Original russische Erdsatelliten“ angeboten.

Ähnliche „Erfindungen“ werden aus zahlreichen Städten gemeldet.



Ein Londoner Modosalon hat gestern seine neueste Schöpfung vorgeführt, ein Hütchen aus rotem Velour in Form einer Glocke, aus dem drei kleine silberne Antennen herausragen. Das Modell heißt „Roter Mond“.

*Reuter, London, 12. Oktober 1957,*

## Überall Sputnik

Auf der ganzen Welt wurden die Radiosignale des Sputnik als Symbol einer neuen, schöneren Zeit empfangen und gewertet. Der Sputnik gehörte von Anfang an der ganzen Menschheit.

Charakteristisch dafür mag sein, daß nach den ersten Stunden niemand mehr daran dachte, den Namen zu übersetzen, der bekanntlich „Begleiter“ bedeutet. In allen Sprachen der Welt heißen die ersten künstlichen Trabanten der Erde „Sputnik“. So schnell hat sich noch nie ein neuer Begriff international durchgesetzt und überall in der Alltagssprache Platz gefunden.

„Sputnik“ wurde auf einen Schlag ein geflügeltes Wort und damit ein beliebter und zugkräftiger Name für alles mögliche – von Kindern bis zu Cocktails, von Gebäcksorten bis zu Motorrollern. Was aber viel mehr als alles andere die überwältigende Wirkung der Sputniks kennzeichnet:

Nach dem Start des Sputnik II meldeten sich nicht nur in der Sowjetunion, sondern auch bei den sowjetischen Botschaften in den Hauptstädten des Westens zahlreiche junge Menschen, die mit einem sowjetischen Raumschiff in den Kosmos fliegen wollten.

Wie die Bedeutung des Sputnik I von führenden Staatsmännern eingeschätzt wurde, brachte der Ministerpräsident Indiens, Jawarharlal Nehru, zum Ausdruck. Als die Nachricht vom Start des ersten künstlichen Erdbegleiters eintraf, weilte er gerade in Japan. Auf einer Kundgebung in Tokio erklärte er, daß diese neue Großtat des menschlichen Geistes ein Triumph der sowjetischen Wissenschaft sei. Die Welt sei in eine neue Periode eingetreten, in der die Menschheit in neuen Kategorien denken müsse, die dem gewaltigen Fortschritt der Wissenschaft und Technik entsprächen. Eine Menschheit, die imstande sei, andere Planeten zu erreichen, könne nur eine Politik der friedlichen Koexistenz betreiben; jede andere müsse sie in das sichere Verderben führen.

Eine klare, logische Schlußfolgerung angesichts

der Potenzen, die ein solcher Stand von Wissenschaft und Technik in sich birgt, der es gestattet, die Schwerkraft zu überwinden und über die Schwelle des Kosmos zu treten!

Sehr eindrucksvoll wirkte der erste Schritt ins Universum auf die Fachleute in aller Welt, auf jene Wissenschaftler, die an gleichen oder ähnlichen Problemen arbeiten und jeden neuen Erfolg genau einschätzen können. Sie waren in den Tagen um den 4. Oktober herum zu einem namhaften Teil auf internationalen Kongressen versammelt.

In Washington hatten sich berühmte Wissenschaftler und Konstrukteure gerade auf dem Gebiet der Höhenraketen und der künstlichen Erdtrabanten zusammengefunden, als der Chef des amerikanischen Erdsatellitenprogramms, John T. Hagen, ein Tonband mit den Funksignalen des Sputnik ablaufen ließ. Der sowjetische Gelehrte Blagonrawow, einer der ersten Pioniere auf diesem Forschungsgebiet, lauschte hingabevoll dem inzwischen weltberühmt gewordenen Gezirp und meinte schließlich mit vergnügtem Lächeln: „Ich kenne diese Stimme.“

Die illustre Versammlung huldigte ihm als einem der Mitschöpfer des Sputnik, indem sie sich erhob und bewegt Beifall spendete.

Ähnlich erging es einem anderen der „Väter des Sputnik“, dem sowjetischen Professor Leonid Sedow. Er befand sich zur Geburtsstunde seines „Sohnes“ gerade auf dem Wege nach Barcelona, um dort am 8. Internationalen Kongreß der Astronauten teilzunehmen. Auch dort schlug die Meldung von der erfolgreichen Durchbrechung des Bannkreises, den die Schwerkraft um unseren Erdball zieht, wie eine Bombe ein – wie eine sehr erfreuliche allerdings.

Die prominenten Kollegen des Professors Sedow, aus aller Welt in Barcelona zusammengekommen, beeilten sich, ihm die Bombe in Form einer – Torte zu servieren, eines Prachtstückes von Weltraumtorte mit Sputnikgarnierung.

Aber Professor Sedow lehnte diese Butterkremovation ab. Nicht etwa deshalb, weil er gegen

Die Kinder in Düsseldorf singen:  
„Kommt ein Sputnik angefliegen, er kommt 'runter vom Mond, bitte kannst du uns sagen, wie es sich da oben wohnt.“



Ein kalifornischer Restaurantbesitzer hat einen Satelliten-Cocktail von durchschlagender Wirkung zusammengebraut. Hauptbestandteil des Cocktails ist Wodka. Die übrigen sind noch sein Geheimnis. Ein Gast, der zwei Satelliten-Cocktails genommen habe, sei mit einem „Zirpen“ davongerollt, berichtet der stolze Erfinder des Getränks.



Nicht nur in Berlin hatten die Standesämter Mühe, frischgebackenen Vatis den Namen „Sputnik“ für den Neugeborenen auszureden. Trotzdem erhielten viele Babys diesen Namen – sozusagen inoffiziell.



Die französischen Schlagerkomponisten versuchten bei ihrem Fachverband, sich das Urheberrecht an Schlagertiteln zu sichern wie „Baby-Mond-Walzer“, „Beim Lichte des Baby-Mondes“ usw. Der Fachverband entschied: Die Bezeichnung sei so allgemein verbreitet, daß sie nicht unter Urheberrecht gestellt werden könnte.



Die Optiker von Washington: Der Umsatz an Ferngläsern ist seit dem 5. Oktober um 100 Prozent gestiegen.

Torten ist oder gegen Ovationen – oder gar gegen die weltweite Freude über den Sputnik!

Es war einfach so, daß Professor Sedow weder sich noch irgendeine andere einzelne Persönlichkeit als „Schöpfer des Sputnik“ feiern lassen wollte und konnte.

An der theoretischen Wiege der Sputniks stehen unzählige kluge Köpfe, nicht nur unseres Jahrhunderts. Viele sind als Opfer auf den Barrikaden der Wissenschaft gegen Aberglauben und geistlichen Terror gefallen oder bei ihren Experimenten ums Leben gekommen. Und sicher waren Zehntausende, ja wahrscheinlich Hunderttausende von sowjetischen Arbeitern, Technikern, Ingenieuren und Wissenschaftlern an der Errechnung, an der Konstruktion und am Bau des Sputnik in einem Maße beteiligt, daß man im ganzen, bei aller Würdigung der oft genialen Einzelbeiträge, einfach nicht mehr von einem einzigen „Vater“ oder „Schöpfer“ des Sputnik sprechen kann.

Vielleicht kommt die Anteilnahme der Gelehrten aller Länder und aller Fakultäten an dem großen Ereignis am klarsten und einfachsten in dem Glückwunschtelegramm zum Ausdruck, das Professor Max Volmer, der Präsident der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, an seinen sowjetischen Kollegen, den Präsidenten der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Professor A. N. Nesmejanow, sandte:

Die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin beglückwünscht die Akademie der Wissenschaften der UdSSR zu dem erfolgreichen Start des ersten künstlichen Erdsatelliten, diesem für Wissenschaft und Technik epochemachenden Ereignis.

Im übrigen wogte die weltweite Begeisterung so kräftig, daß sie sogar eine Gattung von Zeitgenossen erfaßte, die sonst keine Begeisterung an den Tag legt – es sei denn, sie sei von oben verordnet: die Zeitungsschreiber im Feldlager des kalten Krieges.

Schließlich sind auch diese Zeitungsschreiber Menschen – wenn sie es auch nicht immer wahrhaben wollen.

In diesem Fall konnten sie nicht anders: Auch sie waren begeistert. Das schrieben sie auch in ihren Zeitungen. Für wenige Tage gab es – eine geradezu unerhörte Seltenheit! – so etwas wie eine Einheitsfront aller Menschen für den Sputnik, bis tief hinein in die sonst so gußeisern geschlossene Phalanx der Blätter, die unaufhörlich gegen „Rot“ rascheln. Für einige Tage entglitten sie ihrer gestrengen Führung – mindestens was den Sputnik betraf.

Nur ein Beispiel für viele: die „Washington Post“ vom 7. Oktober 1957. Sie teilte mit:

Die Sowjetunion hat einen der großen Durchbrüche in der modernen Wissenschaft erzielt. Für diese große Leistung verdienen die Russen herzliche Glückwünsche. Ihr kreisender Satellit ist ein bedeutender Beweis für die Qualität der sowjetischen Wissenschaft. Die Auswirkungen werden das sowjetische Prestige bedeutend erhöhen und die Moskauer Behauptung stärken, daß der Kommunismus die Welle der Zukunft sei. Die Amerikaner werden sich nur einer Selbsttäuschung hingeben, wenn sie einen anderen Schluß daraus ziehen als den, daß die Sowjetunion im Wettlauf um wissenschaftlichen Fortschritt und Führung auf ideologischem Gebiet einen brillanten Sieg errungen hat.

Und wie diese große amerikanische Zeitung, die alles andere als fortschrittsfreundlich ist, reagierten zunächst fast alle Zeitungen auf der Welt. Wo immer eine Druckerpresse lief oder klapperte, ob sie ein hauptstädtisches Boulevardblatt in Millionenaufgabe ausspie oder ein obskures Provinzblatt für Farmer im Einmannbetrieb mühsam verfertigte – fast alle lobten den Sputnik und priesen seine Schöpfer.

# die reaktion der re-aktionäre

## Messer und Raumrakete

Was ist ein Messer?

Ein ganz einfacher, alltäglicher Gebrauchsgegenstand, so scheint es zunächst.

Was bedeutet es für uns?

Sofort wird man fragen: Welches Messer? Wessen Messer? Wer benutzt es? Und wozu? Der Chirurg, um einen kranken Menschen zu retten? Oder der Mörder, der damit auf Raub ausgeht?

Was ist ein Gewehr?

Sofort wird man fragen: Wessen Gewehr? Wer hat es in Händen? Was macht er damit oder was hat er damit vor?

Sind es Gewehre in Händen von Landsknechten, die im Namen des Profits Tod und Tyrannei über die Grenzen tragen? Oder sind es Gewehre, die in Fäusten von Arbeitern und Bauern die friedliche Arbeit schützen?

Man sieht: So einfach sind selbst die einfachsten Dinge nicht, daß man sie bloß zu beschreiben brauchte, um zu wissen, was es mit ihnen auf sich hat.

Sie haben viele Seiten, auch die einfachsten Erscheinungen. Sobald es darum geht, sie zu bewerten, wird die Angelegenheit kompliziert. Denn bewerten heißt immer: einordnen in den Gesamtrahmen unserer Welt, unserer Menschenwelt. Dann aber kommt man nicht um die Frage herum: Wer hat die Sache in Besitz? Was macht er damit? Welchen Zwecken dient sie?

Die entscheidende Frage ist letztlich dabei: Wie hilft sie den Menschen vorwärts auf ihrer Bahn – heraus aus den Niederungen der Unwissenheit, der Not und der Unfreiheit, hinein in ein wahrhaft menschenwürdiges Dasein? Den Menschen – das heißt den Massen der Menschen und der Völker, die viele Jahrtausende hindurch rechtlos und friedlos waren, darben und litten?

Deshalb gibt es keinen technischen Fortschritt, der nicht sofort die Frage aufwerfen ließe: Wem dient er? Dem gesellschaftlichen Fortschritt oder seiner Verhinderung? Diese Notwendigkeit der Unterscheidung hat sich gerade bei den Riesenschritten gezeigt, die in der Welt der Wissenschaft und Technik während der letzten Jahrzehnte vollzogen wurden: bei der Erschießung der Kernenergie und bei der Einführung der Automatisierung. Ihre Möglichkeiten

schwanken zwischen höchster Bereicherung und gnadenloser Vernichtung der Menschheit. Es kommt immer darauf an, wer sie besitzt, wer sie anwendet und wozu er von ihnen Gebrauch macht.

Mit der Raketentechnik, die uns in diesen Jahren die Pforte zum Weltall aufgestoßen hat, ist es nicht anders. Sie kann nicht „für sich“, sozusagen neutral, betrachtet werden. Denn sie selbst ist keineswegs neutral, wenigstens in unserer gegenwärtigen Welt.

Zu wessen Nutzen und Frommen wird sie entwickelt und eingesetzt? Wem legt sie ihre wahrhaft triumphalen Erfolge zu Füßen?

Das Erscheinen des ersten künstlichen Trabanten unserer Erde mußte deshalb mehr als eine Sensation werden. Es mußte die Frage nach der gesellschaftlichen Rolle der Raketentechnik und ihrer fernsten Zielsetzung, der Weltraumfahrt, auf die Tagesordnung setzen. Und an ihr mußten sich die Geister scheiden.

Das wurde aller Welt offenbar, bald nachdem die Sputniks begonnen hatten, das silberne Gespinst ihrer Bahnen um den Erdball zu ziehen. Sie waren sowjetischen Ursprungs und wirkten als triumphale sowjetische Erfolge. Der fast einstimmige, spontane Jubel bewies die überwältigende Kraft, mit der sie ihre Botschaft des friedlichen Wettstreits zwischen den Nationen in die Welt funkten.

Damit war klar, daß sie bei einer bestimmten Art von Zeitgenossen auf wütende Ablehnung stoßen mußten – was bald spürbar werden sollte.

## **Dirigenten, die den Taktstock verloren**

Natürlich kann ein Zustand menschenfreundlicher Einmütigkeit in einer Welt, in der es noch unmenschliche Ideologien und Praktiken gibt, nicht lange anhalten.

Daß er überhaupt möglich war, ergab sich aus der Tatsache, daß im ersten Augenblick die Überraschung denn doch zu groß war. Die Dirigenten waren sprachlos, und die Dirigierten – nun, sie reagierten ausnahmsweise einmal ohne Taktstock.

Felix von Eckardt, in Bonn als Bundespressechef beinahe allmächtiger Kanzlerintimus, ein geistreicher, aber von Skrupeln wenig geplagter Snob, erklärte hinterher:

Am Tage, nachdem bekannt wurde, daß der Erdtrabant in 96 Minuten um die Erde kreist, hat mich eine große Nachrichtenagentur angerufen und gefragt, was ich dazu zu sagen hätte. Nun, da ist mir nichts anderes eingefallen, als daß ich sagte, ich sei sehr glücklich darüber, daß ich nicht darin säße.

Das war immerhin ein Geistesblitz! Ein Standpunkt war es natürlich nicht. Selbst der sozusagen oberste Chef aller westlichen Pressechefs, der etwas un-

geschlachte Mr. Hagerty vom Weißen Haus in Washington, erklärte am Tage nach dem Start des Sputnik I zunächst ungewöhnlich vernünftig:

Der Start des sowjetischen Satelliten ist natürlich von großem wissenschaftlichem Interesse. Er dürfte wesentlich zur wissenschaftlichen Erkenntnis beitragen, die alle Länder der Erde während des Internationalen Geophysikalischen Jahres zu gewinnen suchen.

Diese Ratlosigkeit, die in den Äußerungen der offiziellen Pressechefs zum Ausdruck kam, hatte ihren Ursprung selbstverständlich in den komfortablen „Stabsgebäuden“ im Bereich der eigentlichen Strategen des kalten Krieges.

### **Titel schützt vor Torheit nicht**

Der oberste Boß, USA-Außenminister John Foster Dulles, brachte nichts anderes zuwege als die Erklärung, daß an allem das Bildungssystem in der Sowjetunion schuld habe. Noch am 5. November 1957 gab er auf einer Pressekonferenz folgende fundamentale Weisheit von sich: In der Sowjetunion habe die Jugend keine Möglichkeit, Priesterseminare zu besuchen, weil es so etwas dort eben nicht gebe. Infolgedessen seien die bedauernswerten sowjetischen Jugendlichen gezwungen, sich eingehender mit technischen und wissenschaftlichen Problemen zu befassen und Ingenieur oder Naturwissenschaftler zu werden.

Das ist natürlich ein sehr hartes Los!

Es gibt zwar, im Gegensatz zur Darstellung des Mr. Dulles, in der Sowjetunion genügend Priesterseminare. Aber daß die Jungen und Mädchen außerdem auch die Möglichkeit haben, sich mit anderen Dingen zu beschäftigen, zum Beispiel hinter die Schliche der Natur zu kommen und schließlich, zu Wissenschaftlern entwickelt, auch solche geistigen Qualen zu bestehen, wie sie die Berechnung, Konstruktion und Entsendung von Sputniks zweifellos verursachen, das ist für den Geschmack des Mr. Dulles denn doch zuviel.

Der westdeutsche Kanzler Adenauer hatte wenige Wochen vor dem historischen 4. Oktober zum Thema der interkontinentalen Raketen vor seinen wohl etwas anspruchslösen christlichsozialen Wählern in Lübeck erklärt:

Und zu der Raketenwaffe, meine Damen und Herren, dazu bin ich nicht so überzeugt, daß das wirklich schon alles da ist, was von den Russen da behauptet wird. Und dann, meine Damen und Herren, dann müssen Sie doch wissen, daß das alles unerhört viel Geld kostet.

Ein so hohes Niveau der Betrachtung aller Dinge gestattete verständlicherweise auch nach dem Auftauchen des ersten Sputnik ein vollständiges Unter-

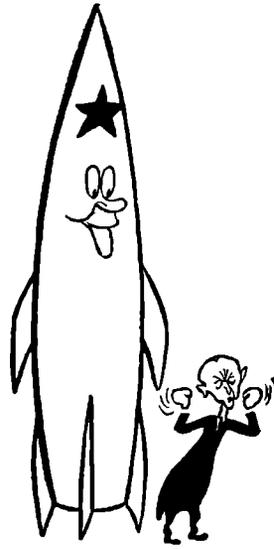
tauchen im warmen Bade lieb gewordener Vorurteile. Daß etwas anderes als eine erfreulich profitable Rüstung „unerhört viel Geld kosten“ dürfe, schien dem greisen Christ-Kanzler so wenig faßbar, daß er beschloß, von der Existenz der sowjetischen Erdtrabanten und ihrer Trägerraketen keine Notiz zu nehmen.

Sein Kriegsminister Strauß folgte dem erhabenen Beispiel und erklärte anlässlich der Meldung vom erfolgreichen Flug der ersten interkontinentalen Rakete schlicht, das Ganze sei ein typisch russischer Bluff – ein Ausdruck, der allerdings aus seinem amerikanischen Wortschatz stammt.

Der gleichen Quelle entsprang übrigens diese ganze Taktik des Nichtwahrhabenwollens, des krampfhaften Wegsehens, die von zahlreichen offiziellen Persönlichkeiten des NATO-Reiches in ihrer Ratlosigkeit zunächst geübt wurde.

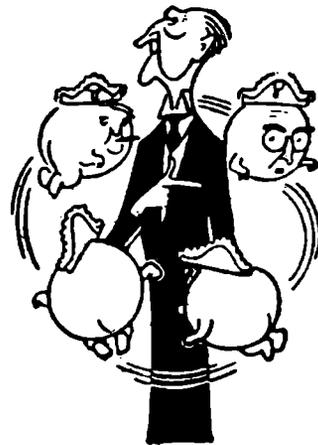
General Donald N. Yates, militärischer Kommandant der Raketenbasis der US-Armee in Kap Canaveral, erklärte noch am 6. Oktober Pressevertretern gegenüber frostig, ihm sei vom Start eines Satelliten offiziell nichts bekannt. Man muß sich dabei vor Augen halten: Zu diesem Zeitpunkt hatte Sputnik I schon zahlreiche Runden um die Erde, auch über die USA hinweg, gezogen. Sein fröhliches Piepsen war von Hunderten von Stationen und Amateuren aufgenommen und er selbst von vielen Tausenden gesehen worden.

Auch Yates' Kollege, der Sonderbeauftragte für ferngelenkte Geschosse beim amerikanischen Verteidigungsministerium, ein Mann mit dem sympathischen Namen Hollyday (etwa: Feiertag), beteuerte: „Ich habe keine Bestätigung für die Nachricht vom Start des sowjetischen Erdsatelliten erhalten.“ Und der Leiter der wissenschaftlichen Forschungsabteilung des Marineministeriums, Konter-



„Das glaube ich nicht, daß die Sowjetunion ferngelenkte Geschosse besitzt.“

*Dr. Adenauer in Bremerhaven am 27. August 1957*



„Soffjetische Priorität? Meine Damen und Herren, Trabanten habe ich schon lange . . .“

*Aus „Die Zeit“*



USA-Admiral Rawson hat den sowjetischen Erdtrabant ein Stück Eisen genannt, wie es fast jeder hochschmeißen könne . .

(Pressemeldung)

„Schleuder mal dieses Stück Eisen hoch, damit die Sensation ein Ende hat.“

Zeichnung von D. Foll aus „Rudé Právo“ (CSR)

admiral Bennet, ließ sich vernehmen: „Es wird außerordentlich schwer sein, eine Bestätigung für den Start des Satelliten zu erhalten.“

Am schönsten blamierte sich der Chef der Operationsabteilung des gleichen Ministeriums, Admiral Rawson, der ärgerlich meinte: „Der Satellit ist nichts als ein Stück Eisen, das fast jeder hochschmeißen kann.“

Diese weise Bemerkung tat es fast dem Sputnik gleich, indem sie die Runde um die ganze Welt machte und viel Freude hervorrief. Die Karikaturisten hatten eine gute Zeit, ihnen ging der Stoff nicht aus. Aber auch die Glossenschreiber profitierten von den Bennets, Rawsons & Co.

Die belgische Zeitung „Volksgazet“ zum Beispiel brachte dazu einen Kommentar, in dem es hieß: „Auf einen so hanebüchernen Unsinn kann man nur im gleichen Stil erwidern, fast jeder könne ein Stück Fleisch und ein paar Knochen mit ein paar Blechsternen aufputzen und das Ganze Admiral nennen.“

Ein großes Hamburger Blatt stellte am 7. Oktober zu dieser jämmerlichen Haltung fest:

„Wie war es denn, als die Nachricht von der sowjetischen Fernrakete bei uns einschlug? Bundesverteidigungsminister Franz Josef Strauß sagte: ‚Bluff‘, und der Oberbefehlshaber der NATO versicherte: ‚Wir lassen uns nicht aus der Fassung bringen!‘ Aber ein Bluff, der Morsezeichen sendet und den man im Fernrohr sehen kann, ist ja wohl kein Bluff mehr . . .“

Sie waren allesamt schlechte Verlierer, die hohen und höchsten Politiker und Militärs abendländischer Prägung, die so lange von amerikanischen Satelliten

und Weltraumstationen geträumt und leider auch sehr laut gesprochen hatten, mit denen die Herrschaft der USA über den ganzen Erdball mit eiserner Strenge für immer errichtet werden sollte. Nun mußten sie voll Enttäuschung und Unbehagen erleben, daß gerade diejenigen, denen diese glorreiche Unterwerfungsstrategie in erster Linie galt, ihnen bei der Eroberung des Welt- raumes zuvorgekommen waren – und zwar, wie sich bald zeigen sollte, keines- wegs nur um eine Nasenlänge.

## **Der Taktstock findet sich wieder**

Bald aber erholten sich die Manager des kalten Krieges von ihrem Schock. Ihre Ratlosigkeit wich einer emsigen Geschäftigkeit.

Die von ihnen abhängige Presse erhielt genaue Anweisungen, wie das große Ereignis behandelt werden sollte. Mit der einmütigen und unvoreingenommenen Bewunderung hatte es vorbei zu sein. Die Informationsagentur der USA (USIA) gab der „Stimme Amerikas“, den amerikanischen Informations- diensten im In- und Ausland, und über sie hinweg allen abhängigen Organen den Ton an, den sie in Zukunft anzustimmen hatten. Der sowjetische Erfolg sollte zwar nicht geleugnet oder abfällig beurteilt werden – denn solche Kom- mentare hätte ihnen keine Leserschaft abgenommen –; es sollte aber vermieden werden, den Start des künstlichen Erdsatelliten als Beweis der Überlegenheit der sowjetischen Wissenschaft darzustellen. Statt dessen wurden „deutsche Forscher“ bemüht, die als „Beutegut“ in der Sowjetunion ihre unbezahlbaren Erfahrungen mit der V 2 in den Dienst der „roten Satelliten“ gestellt haben sollten – eine Story, die trotz ihrer Waghalsigkeit vor allem in Westdeutsch- land weit verbreitet wurde. Mit dieser und anderen Legenden werden wir uns noch ausführlicher zu beschäftigen haben.

Die Zügel, die sich gelockert hatten, wurden wieder straff angezogen. Der amerikanische Raketenforscher Harry Stine zum Beispiel, der sich in den ersten Tagen der allgemeinen Sputnikbegeisterung zu weit vorgewagt und ganz offen erklärt hatte: „Wir haben die Sowjets die ganze Zeit unterschätzt; sie sind uns in der Raketenentwicklung um fünf Jahre voraus“, wurde für dieses Eingeständnis fristlos entlassen. Um aus dem Fall ein wirksames Exempel zu machen, versuchte man gar nicht, diese Angelegenheit zu vertuschen; im Gegen- teil, man sorgte sogar für weiteste Verbreitung. Das dämpfte die Gemüter aller, denen es ähnlich ergehen konnte.

Um ihre Niederlage vor den Augen der Weltöffentlichkeit so gut wie möglich wenigstens etwas zu verschleiern, veranlaßten die Vertreter der „Politik der Stärke auch im Weltall“ die amerikanischen Raketentechniker dazu, die be- kannten Propagandaversuche mit einer Handvoll Aluminiumkugeln und dem fragwürdigen und selbst von amerikanischen Experten als wissenschaftlich nutzlos bezeichneten „Unternehmen Faire Side“ zu veranstalten.

In den USA selbst aber wurde eine Kampagne inszeniert, die späteren Betrachttern vielleicht einmal als der absolute Rekord in der Irreführung der Volksmassen zum Zwecke ihrer Ausplünderung erscheinen wird.

## **Astronautische Hoffnungen – Aeronautische Drohungen**

Der Präsident lächelte so amerikanisch wie möglich, als er seine Hand liebevoll auf den halb mannshohen Blechkegel legte, der neben ihm auf dem Teppich seines Arbeitszimmers stand.

Die Fernsehkameras verweilten etwas länger als nötig auf diesem Gegenstand. Denn eigentlich war nicht viel daran zu sehen.

Aber diese unscheinbare Blechhaube, auf der an diesem Abend das Auge der Nation mit Wohlgefallen ruhen sollte, hatte eine wichtige Aufgabe – von der Stärke der USA auch als Raketenmacht zu künden.

Es wurde nämlich behauptet, daß dieser Zuckerhut aus Blech kürzlich aus dem Meer gefischt wurde, nachdem er als Spitze einer Erprobungsrakete gedient und eine Höhe von mehreren hundert Kilometern erreicht habe.

Mehrere hundert Kilometer – damals immerhin eine beachtliche Höhe! Darüber mochten die aufgebrachten Staatsbürger der USA schon übersehen, daß die letzte Stufe dieser Rakete nur wenige Kilogramm gewogen hatte. (Zum Vergleich: Die sowjetische Einstufenrakete, die am 21. Februar 1958 vom europäischen Territorium der UdSSR aus aufgelassen wurde und an einen vorher bestimmten Punkt der Erde zurückkehrte, hatte 473 km Höhe erreicht – allerdings mit Apparaturen im Gesamtgewicht von über 1500 kg!)

Außerdem erzählte der Präsident von erfolgreichen Versuchen mit einem Flugkörper „Snark“, der imstande sei, Kernbomben über eine Reichweite von 8000 km zu befördern – immerhin über interkontinentale Distanzen also. Bereits am nächsten Tage wurde allerdings von Fachleuten in aller Welt, auch in den USA selbst, darauf hingewiesen, daß es sich bei „Snark“ keinesfalls um eine interkontinentale Höhenrakete, sondern um einen unbemannten Fern-

7. 10. 1957 *USA-Raketenspezialist gesteht*

**Sowjetunion fünf Jahre voraus**

New York (ND/ADN). Harry Stine, der an der Entwicklung von Raketen bei der amerikanischen Firma Glenn-Martin-Company arbeitet, erklärte am 5. Oktober, der sowjetische Erdsatellit sei ein Beweis, daß die Sowjetunion den USA in der Entwicklung von interkontinentalen ballistischen Geschossen um fünf Jahre voraus ist. „Wir haben die Sowjets die ganze Zeit unterschätzt.“



bomber handele, der nur etwa 15 km Höhe und knapp Schallgeschwindigkeit erreiche und damit, wie jeder Fernbomber, von Radar rechtzeitig zu orten und von modernen Düsenjägern und Flugzeugabwehrraketen ziemlich leicht abzuschießen sei.

Obwohl Präsident Eisenhower in seiner Rede davon sprach, daß die Sowjetunion den Vereinigten Staaten „in einigen Raketen- und sonstigen Projekten und offensichtlich auch im Satellitenprogramm voraus“ sei, sollte die ganze Vorführung doch dem Zweck dienen, das schwer erschütterte Selbstbewußtsein der amerikanischen Spießer vor den Fernsehschirmen und Lautsprechern wieder zu festigen.

Das erschien notwendig. Denn es war die Zeit unmittelbar nach dem Start von Sputnik II, einem Koloß von über 500 kg Gewicht – und der Start des seit Jahren angekündigten USA-Satelliten mit dem stolzen Namen „Vanguard“ („Vorhut“) und seinem bescheidenen Gewicht, inzwischen schon auf 2 kg herabgesetzt, ließ immer noch auf sich warten.

Eine Reihe von Beruhigungs-, Hinhalte- und Ablenkungsmanövern sollte die amerikanische Bevölkerung in dieser Zeit beschäftigen. Während geschäftstüchtige Grundstücksmakler bereits Parzellen auf dem Mond verkauften – sie tun das heute noch mit Erfolg – und sogar einen Antrag an die UNO überreichten, daß man doch ihre Interessen schützen möge, falls „die Russen“ den Mond früher erreichen sollten, plagten sich Juristen mit der Frage herum, wem denn eigentlich der Weltraum gehöre und ob man den Sputniks nicht den Raum über dem amerikanischen Kontinent streitig machen könne, auch über die Atmosphäre hinaus.

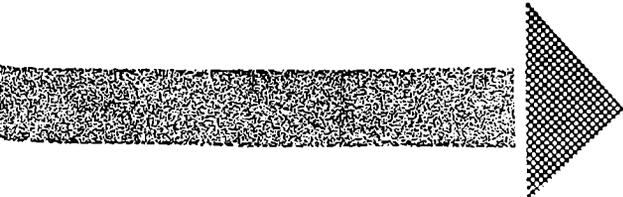
Ein Senator namens Butler ging sogar so weit, zu fordern, daß die amerikanischen Streitkräfte den Sputnik II einfach abschießen sollten.

Natürlich konnten sie der Forderung des würdigen Senators aus naheliegenden Gründen nicht nachkommen.

Damals war die ganze USA-Außenpolitik bedenklich ins Schwanken geraten; denn ihrem Leitprinzip, der Politik der Stärke, war weithin sichtbar die wichtigste Grundlage verlorengegangen: die Stärke. Ohne den Glauben an die

12. 10. 57 USA-Raketenspezialist „gefeuert“

**Harry Stine entlassen**



New York (ADN.) Der amerikanische Raketenspezialist Stine ist am Wochenende von der Glenn-Martin-Company, die führend am amerikanischen Satellitenprojekt mitarbeitet, wegen kritischer Äußerungen zum Stand der USA in der Raketenforschung **fristlos entlassen worden**. Stine hat gegenüber Pressevertretern das amerikanische Entwicklungsprogramm auf dem Gebiet der Raketentechnik als unzureichend bezeichnet. Die USA hätten gegenüber der Sowjetunion fünf Jahre verloren.

## Der Mars wird teurer



M. Tarajji Kichida, Sekretär der japanischen Gesellschaft für interplanetarische Reisen, hat erklärt, daß der Preis des Bodens auf dem Mars auf dem japanischen Markt um das Fünffache gestiegen ist, seitdem der sowjetische Satellit kreist. Nach Erklärungen von M. Kichida hat die Gesellschaft, deren Sekretär er ist, seit ihrer Gründung im Jahre 1956 mehr als 16 000 Hektar Boden auf dem Mars zu einem Durchschnittspreis von 50 Yen pro ha verkauft. Der Preis ist seit dem 5. Oktober auf 250 Yen gestiegen.

*„United Press“, USA  
11. Oktober 1957*

absolute Überlegenheit der USA war nicht einmal das eigene Volk bei der Stange einer Politik zu halten, die „stets am Rande eines Krieges entlang“ führte, wie Außenminister Dulles das einmal selbst bezeichnet hatte. Schon gar nicht waren andere Völker ohne den Glauben an den „großen Knüppel“ in den Händen der US-Army, US-Navy und US-Airforce auf dem gefährlichen Weg dieser Politik weiterzutreiben.

Nichts lag näher, als die einzig möglichen Konsequenzen aus den objektiv nicht mehr zu leugnenden Veränderungen im Kräfteverhältnis zu ziehen und die ausgestreckte Hand der sowjetischen Seite zu ergreifen. Die Sowjetvertreter hatten weder auf dem Bereich der Politik noch der Wissenschaft, noch des Militärischen auch nur einmal versucht, ihre augenscheinlichen Erfolge auf den Gebieten der modernsten Kern- und Raketentechnik zu Drohungen oder Erpressungen auszunutzen. Sie erklärten sich sofort nach dem Start des ersten Satelliten zu einer Zusammenarbeit in internationalem Rahmen bereit, da ihrer Meinung nach die Aufgabe, den Raumflug zu ermöglichen, durch eine



## Überfliegen der Stadt verboten

Ein Mitglied des Stadtrats von Houston hat dem Stadtrat ein Projekt vorgelegt, das dem sowjetischen Satelliten „Sputnik“ und anderen ähnlichen Satelliten sowjetischer Herkunft das Überfliegen des Stadtgebietes von Houston untersagt.

*„United Press“, Houston, Texas,  
11. Oktober 1957*

solche internationale Kooperation viel schneller und leichter zu lösen sei. Außerdem müsse von vornherein eine friedliche Zielsetzung für die Eroberung des Weltraumes gesichert sein. Wie sonst sollte man die durch militärischen Mißbrauch entstehenden furchtbaren Gefahren bannen, die sich aus den neuesten Ergebnissen der Raketenforschung leicht errechnen ließen?

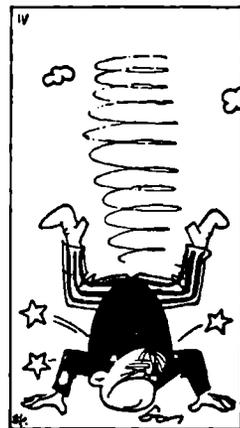
In seiner Rede zum 40. Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution, als Sputnik II seit einigen Tagen die sowjetische Überlegenheit auf dem Gebiet der Raketentechnik und darüber hinaus in zahlreichen wissenschaftlichen und technischen Zweigen noch augenscheinlicher demonstrierte, wies Nikita Chruschtschow eindringlich auf die Notwendigkeit der friedlichen Koexistenz hin und betonte die Bereitschaft der Sowjetunion, sich über alle dazu notwendigen Schritte mit den anderen Mächten zu verständigen.

Einen Tag später entwickelte Präsident Eisenhower, auf die Blechspitze einer Rakete gestützt, in der eingangs erwähnten Schau ein Fünfpunkteprogramm, das ziemlich genau das Gegenteil einer vernünftigen Antwort auf ein Verständigungsangebot war; denn es war eine ausgesprochene Kriegserklärung. Er forderte eine verstärkte Aufrüstung der amerikanischen Streitkräfte, vor allem mit modernen Waffen, eine verschärfte militärische Aktivität der NATO, die Zusammenfassung aller amerikanisch dirigierten Kriegsbündnisse (NATO, SEATO usw.) und ihre beschleunigte Ausrüstung mit Kernwaffen.

Wo die meisten Menschen auf der Welt, angeregt durch die sowjetischen Erfolge und Erklärungen, bereits die ersten bemannten Raumschiffe zum Mond starten sahen und ernsthaft an die Verwirklichung des imponierenden Projekts einer ständigen Raumstation dachten, sah Eisenhower nur Bomben.

Wo die Menschen von der Durchforschung des Planetensystems träumten, da träumte das offizielle Washington von Kernbombenexplosionen im Weltraum, an deren Plänen auf dem Luftwaffenstützpunkt Kirtland in Neu-Mexiko fieberhaft zu arbeiten begonnen wurde. Wo Chruschtschow die Vereinigung der Forschungen zur friedlichen gemeinsamen Durchdringung des Weltraumes vorschlug, da ordnete Eisenhower an, daß die B-47- und B-52-Bomber des Strategic-Air-Command mit verstärkten Patrouillen ständig in der Luft zu sein hätten und mit Kernbomben zu bewaffnen seien – auch bei Flügen über den europäischen NATO-Ländern!

Was den USA an astronautischen Errungenschaften fehlte, versuchten sie mit gefährlicher Strapazierung ihrer aeronautischen Möglichkeiten aufzuwiegen, wobei sie die bedauernswerte Tatsache bloßlegten, daß sie bei all diesen Problemen nur oder überwiegend nur in militärischen Kategorien zu denken bereit sind. Die verstärkte Forschungs- und Kon-



struktionsfähigkeit für das Satellitenprogramm wurde denn auch unverzüglich den militärischen Stäben, besonders der Armee übergeben, die ihr riesiges Forschungszentrum in Huntsville sofort erheblich zu erweitern begann.

Eine kosmische Hoffnung, von den Sputniks sichtbar am Firmament aufgepflanzt, wurde unter den Händen der derzeitigen amerikanischen Führung zu einer irdischen Bedrohung von außergewöhnlichem Ausmaß deformiert.

Die Lautsprecher der großen Meinungsfabriken aber wurden in voller Stärke auf Kriegs- und Rachegeschrei eingestellt. Innerhalb weniger Tage gelang es ihnen, bei einem großen Teil der amerikanischen Öffentlichkeit jene Zustände hervorzurufen, die von nüchternen Beobachtern als „Satellitenhysterie“, „Raketenkoller“ oder „Atomwahnsinn“ gekennzeichnet wurden. Ein geradezu satanischer Feldzug gegen den gesunden Menschenverstand tobte sich aus, um im amerikanischen Volk eine ganz unwahrscheinliche und widersinnige Reaktion auf die Ereignisse hervorzurufen, die die Menschheit mit Stolz und Zuversicht erfüllt hätten: nämlich Rachegefühle einer zutiefst beleidigten und äußerst bedrohten Nation.

Es sollte sich nur zu bald herausstellen, welchen Zwecken diese unverständliche Betätigung des Katastrophensignals zu dienen bestimmt war.

## **Kurse, Krise – und ein Geheimbericht**

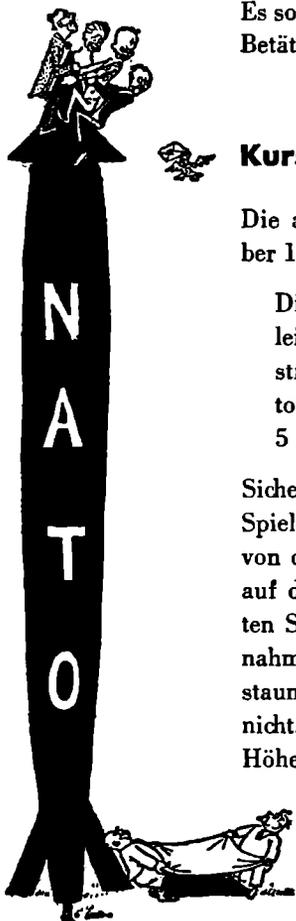
Die amerikanische Nachrichtenagentur „United Press“ meldete Mitte Oktober 1957:

Die Baisse, unter der die New Yorker Effektenmärkte seit einigen Monaten leiden, nimmt immer größere Ausmaße an. Am 10. Oktober erlebte Wallstreet den stärksten Kurssturz seit der Erkrankung Eisenhowers im Oktober 1955. Der Marktwert aller gehandelten Papiere fiel um nahezu 5 Milliarden Dollar.

Sicher hatte auch hier Sputnik seine Hand – besser gesagt: seine Antennen im Spiel. Die amerikanischen Effektenbörsen, deren Kursbewegungen vorwiegend von der Entwicklung der Rüstungswerte bestimmt werden, reagierten bereits auf den ersten sowjetischen Erdtrabanten ausgesprochen sauer. Zwar brachten Spekulationen größten Ausmaßes im Verein mit den „Beruhigungsmaßnahmen“ der Regierung in der zweiten Oktoberhälfte noch einmal einen erstaunlichen Auftrieb zustande; aber er überstand die Geburt des Sputnik II nicht. Die Kursstürze im November erreichten eine geradezu sensationelle Höhe; allein in New York betrug die Kurseinbrüche mehrere Milliarden

**Sprung ab, marsch, marsch!**

Aus „Die Welt“-Zeichnung: Wolf



Dollar. Eine Sturzwelle jagte die andere, so daß die Wallstreet in ihren Grundfesten erschüttert wurde.

Der Börsenkrach dehnte sich, wie in kommunizierenden Röhren nicht anders zu erwarten, auf die abhängigen NATO-Länder aus und verschärfte die Vertrauenskrise, die in diesem Verband bereits eingetreten war.

Was die Sputniks hier bewirkt hatten, das hatten sie jedoch lediglich verschärft und damit deutlicher spürbar gemacht, keinesfalls verursacht und ausgelöst. Die Kurseinbußen allein der an der New Yorker Börse gehandelten Papiere hatte bereits seit Juli 1957 eingesetzt und bis November die stattliche Höhe von 50 Milliarden Dollar erreicht – ein Verlust, der die betroffenen Aktionäre um merkliche Teile ihrer Kriegsgewinne ärmer machte.

Die ganze Wirtschaft war seit einiger Zeit rückläufig. Die Stahlproduktion zum Beispiel, einer der wichtigsten Anzeiger für Konjunkturschwankungen, war um diese Zeit nur noch zu 78 Prozent ihrer Kapazität ausgenutzt. Ähnlich war es mit anderen Zweigen der Schlüsselindustrie. Dafür war die Zahl der Arbeitslosen und der Konkurse in ständigem Steigen begriffen.

In den Vereinigten Staaten marschierte die Krise! Und ihre europäischen Satelliten stellten sich schon besorgt die Frage, ob der amerikanische „Schnupfen“ nicht eine Lungenentzündung in Europa auslösen würde.

In diesem Stadium kamen die kosmischen Satelliten aus der Sowjetunion gerade recht, um einen Coup zu starten, der zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen sollte: Einmal die Bevölkerung der USA gegen die politische Wirkung der Sputniks zu impfen und sie zum anderen in einen solchen Zustand nationalistischer Raserei zu versetzen, daß sie das schwindende Geschäft aus der Lohntüte aufzubessern geneigt war.

Eisenhower, Dulles und andere führende Politiker ließen es, unterstützt von der Presse der großen Konzerne, an eindringlichen Appellen an den Opfermut der Nation nicht fehlen. Nur durch eine erhebliche Verstärkung aller Anstrengungen – vor allem der Steuerzahler – und durch Einsparungen an sozialen Ausgaben könne man den „Wettlauf mit den Sowjets“ in absehbarer Zeit gewinnen.

Wohlgemerkt: den Wettlauf um die Eroberung des Weltraumes als strategische Basis zur militärischen Beherrschung der Erde!

„Amerika in der größten Gefahr seiner Geschichte“ – das ist die Quintessenz eines geheimen Berichts, den Eisenhower noch 1957 von einer elfköpfigen Kommission ausarbeiten ließ, die unter der Leitung eines Ford-Direktors namens H. Roman Gaither und eines Industriellen namens Foster arbeitete.

Diese Kommission, die überwiegend aus Finanzleuten und Industriemagnaten zusammengesetzt war, hatte die Aufgabe, das Kräfteverhältnis USA–UdSSR für den nationalen Sicherheitsrat, die oberste militärische Behörde der USA, genau zu untersuchen und die notwendigen Schlußfolgerungen vorzuschlagen, die sich aus dem Auftauchen der beiden Sputniks ergaben.

Der „Gaither-Bericht“, dessen wichtigste Teile trotz seines streng geheimen

Charakters inzwischen bekannt wurden, ist eine Prachtillustration zu dem bekannten Sprichwort vom Bock als Gärtner.

In einer Korrespondentenmeldung aus Washington vom 29. November 1957 heißt es über den Inhalt dieses Berichtes unter anderem:

... Der Bericht schildert Amerika in der größten Gefahr seiner Geschichte. Angesichts einer tödlichen sowjetischen Raketendrohung, einer Sowjetwirtschaft mit einer rascheren Zuwachsrate als Amerika, eines entsprechend sich steigenden Machteinflusses der Sowjets im Weltmaßstab sieht das Komitee nur einen Ausweg, um einer „unvermeidlichen Katastrophe“ zu entgehen: eine ungeheuerliche Steigerung der Staatsausgaben für militärische Zwecke, Riesenanstrengungen, die Opfer des Lebensstandards kosten, damit eine tiefgehende Änderung des gesamten Lebensstils.

Soweit die Untersuchungsergebnisse durchgesiebert sind, weiß man von folgenden Empfehlungen des Gaither-Berichtes: Der Militärhaushalt soll bis 1970 weit über der bisherigen Grenze von 38 Milliarden liegen, in den kritischen Jahren 1960/61, in denen man den Raketenvorsprung der Sowjets aufzuholen hofft, sogar um acht Milliarden jährlich. 22 Milliarden Dollar, verteilt auf fünf Jahre, sollen für die Errichtung von Luftschutzkellern gegen radioaktive Ausstrahlung ausgegeben werden. Ein noch ehrgeizigeres Programm, das 40 Milliarden kosten würde, wurde fallengelassen, offenbar, weil man einen Schutz gegen Wasserstoffexplosionen als solche doch für aussichtslos hält.

Jetzt heißt es, daß große Staatsaufträge der Wirtschaft, die sich der Gefahr einer milden Depression nähert (statt wie bisher von der Inflation bedroht zu sein), nur helfen könnten. So haben nicht nur die Sputniks, sondern auch die Marktentwicklung der letzten Zeit einen günstigen Boden für die Gedankengänge des Berichtes geschaffen.

Das ist fürwahr ein ungeheuerliches Dokument. Von den Verfassern kann man sagen, daß sie für ihre Kassen zu sorgen verstehen. Zu diesem Zweck setzen sie ihr ganzes Volk so unter Druck, daß die Mehrzahl bereit ist, wie eine Herde Schafe blind in den Pferch zu rennen, wo der Wollscherer Wallstreet bereits ihrer harret, hinter dem – schlecht genug versteckt – der Schlächter sein Messer wetzt.

# eine strategie stürzt ab

## **Eine Parade und ihre Wirkung**

Als der Verteidigungsminister der Sowjetunion, Marschall Malinowski, am 7. November 1957 auf dem Roten Platz in Moskau die traditionelle Parade zu Ehren der Oktoberrevolution abnahm, war die Diplomatentribüne brechend voll.

Man erwartete einige Überraschungen, nicht nur deshalb, weil es sich immerhin um den 40. Jahrestag handelte, zu dem sehr großartige Leistungsproben des sowjetischen Volkes auf allen Gebieten seiner Arbeit erwartet werden durften. Vor allem ließen jedoch die erregenden Ereignisse der letzten Monate gerade auf dem Waffensektor Neuigkeiten vermuten, um derentwillen kein Attaché die Demonstration versäumen mochte.

Die Erwartungen wurden weit übertroffen. Besonderes Aufsehen erregten, wie nicht anders zu erwarten, die zum großen Teil völlig neuen Raketentypen in allen Größen, 38 an der Zahl, die an den Zuschauern vorbeizogen. Darunter mindestens ein Typ einer interkontinentalen Rakete von mehr als 20 m Länge.

Noch keine drei Monate war es her, daß die sowjetische Nachrichtenagentur TASS mit nüchternen Worten der Weltöffentlichkeit die erfolgreiche Erprobung dieser Rakete mitgeteilt hatte, die in einer Gipfelhöhe von über 1200 km und mit einer Schlußgeschwindigkeit von rund 25 000 km/st über eine solche Distanz zu einem vorher bestimmten Ziel hingebraust war, daß erwiesen war: Sie würde ebenso leicht jeden beliebigen Punkt der Erde erreichen.

Das mochten jene bezweifeln, denen der Glaube an solche Fakten schmerzlich ist und deshalb schwerfällt. Aber in der Zwischenzeit hatten solche Raketen – oder vermutlich sogar wesentlich stärkere – die beiden ersten künstlichen Monde der Erde in kosmische Höhen emporgeschleudert und gleich beim erstenmal in die vorausberechnete Bahn eingesteuert.

Nun zogen diese Raketen leibhaftig vor den Augen von Hunderttausenden Zu-

schauern vorbei, und die Hunderttausende jubelten ihnen begeistert zu. Auf der Diplomatentribüne aber gab es in den Gruppen, in denen die Vertreter der westlichen Mächte zusammenstanden, ernste und sogar bestürzte Gesichter.

Während sich die Militärattachés der westlichen Vertretungen unmittelbar nach der Parade zu einer improvisierten Besprechung versammelten, um die überwältigenden Eindrücke auszutauschen, berichtete die Weltpresse am nächsten Tage unter Schlagzeilen wie „Ernste Gesichter in Moskau“ oder „NATO-Katzenjammer nach der Parade“.

Die Leser aber bewunderten auf den Fotos die riesigen silbernen Leiber der Raketen, und die meisten von ihnen ahnten wohl, wenn sie es nicht schon wußten: Hier war ein Stück Zuversicht für die Menschen, Hoffnung nicht nur auf die Verwirklichung großer, geradezu phantastischer Projekte über den Rahmen des bisher beherrschten Raumes hinaus, sondern auch das Mittel für eine noch stärkere Sicherung des Friedens auf der Welt.

Diese Raketen haben begreiflicherweise nicht nur als Trägerraketen für Geschosse ins All sozusagen kosmische Bedeutung. Sie sind, in Verbindung mit Kernbombensprengköpfen, auch von höchst irdischer Bedeutung: als wirkksamste Waffe der Gegenwart nämlich.

Auch die modernsten strategischen Fernbomber, die imstande sind, in Höhen um 20 km herum über Entfernungen von 8000 bis 10 000 km hinweg die größte H-Bombe ins Zielgebiet zu tragen, können damit nicht konkurrieren. Ihre Treffsicherheit ist zwar sehr groß; bemannt oder ferngesteuert können sie bis zur letzten Sekunde beobachten, messen und reagieren. Aber im Ernstfall hätten sie nur recht selten Gelegenheit, von dieser Treffsicherheit Proben abzulegen. Denn ihre Geschwindigkeit ist, im Grenzgebiet der Schallgeschwindigkeit, viel zu gering, um den Tücken der modernen Luftabwehr zu entgehen: lückenlosen Radarnetzen, Jägern mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit und Fliegerabwehrraketen, die sich ihr Ziel mit tödlicher Beharrlichkeit selbsttätig suchen.

Die ballistische Interkontinentalrakete dagegen ist praktisch nicht abwehrbar. Ihre Auftreffgeschwindigkeit in der Größenordnung von 25 000 km und mehr macht den gegnerischen Radarvorposten, die wegen der Erdkrümmung prinzipiell kaum über 500 bis 600 km hinaus vortasten können, eine Erfassung erst etwa eine Minute vor Aufschlag möglich. In dieser Zeit gibt es keine wirksame Abwehrmaßnahme mehr. Die Reichweite genügt, um jeden beliebigen Punkt des Erdballs zu treffen. Der Streukreis ist bei der Treffsicherheit, die bei der sowjetischen Rakete festgestellt wurde, erheblich geringer als der Wirkungskreis von Kernbomben, für deren Verwendung als Gefechtskopf die Tragfähigkeit der Rakete, wie sichtbar erwiesen, völlig ausreicht.

Nun sind die militärischen Möglichkeiten, die in der Weltraumfahrt und ihren einzelnen Komponenten sichtbar werden, keineswegs auf die Trägeraketen und ihre Verwendung als Interkontinentalraketen beschränkt. Sie sind vielmehr, wie wir weiter sehen werden, außerordentlich vielseitig.

## **Wunschträume und Wirklichkeit**

Bekanntlich genügt eine schlichte Kerze, die einem Dichter das Pult erhellt, auf dem er seine freundlichen Gedanken in poetischer Form niederschreibt, durchaus, um einen furchtbaren Brand zu entfesseln, wenn sie in falscher Weise angewandt wird.

Auch auf dem weit ausgedehnten Gebiet der Astronautik gibt es wohl kaum einen Zweig, auch keine Einzelheit – weder technisch-konstruktiv noch theoretisch-grundlagenmäßig –, die nicht sowohl für den direkten Zweck, die Fortschritte der Menschheit in Richtung Kosmos, als auch für andere, weniger positive Zielsetzungen, wie zum Beispiel die militärische Beherrschung des Erdballs, von Nutzen wären.

Was die zuletzt erwähnte Seite betrifft, so haben gerade amerikanische Experten schon vor längerer Zeit ziemlich genaue Vorstellungen erarbeitet und in aller Welt verbreitet. Lange bevor tatsächlich ein Sendbote der Menschen im All – allerdings ein sowjetischer – seine Runden um die Erde zog, kreisten in der Phantasie der Leser amerikanischer Druckerzeugnisse nicht nur künstliche Monde von Globusgröße, sondern umfangreiche Weltraumstationen im All. Mit allen möglichen Raffinessen einer geradezu überirdischen Technik ausgestattet, waren sie imstande, jede beliebige Menschenansammlung auf Erden, vom Streikmeeting in Detroit bis zur Garnison in Irkutsk, unter Beschuß zu nehmen und schonungslos zu vernichten. Es gab ganz genaue Darstellungen, reich illustriert sogar, die jede einzelne Phase der Vernichtung bestimmter Städte und sogar ganzer Landstriche auf der Erde durch USA-Satelliten im Weltraum veranschaulichten.

Leider kann man sich nicht damit beruhigen, daß solche abscheulichen Phantasien lediglich Produkte aus den obskuren Fabriken „utopischer“ Romane gewesen seien – ganz abgesehen davon, daß die allgemeine Linie der öffentlichen Phantasterei in einem Lande ja kein Zufall und keinesfalls unabhängig von der Einstellung der offiziellen Stellen ist.

Den Ton bei diesem Schauerkonzert von blutigen Gesängen gaben durchaus amtliche Stellen an. So war es zum Beispiel ein USA-Militär an sehr verantwortlicher Stelle, der General Schriever, Leiter des Fernwaffenprogramms, der kurz vor dem Start des ersten Sputnik erklärte:

In Zukunft wird unsere Sicherheit von unserer Überlegenheit im Weltraum abhängen. In einigen Jahrzehnten werden die Schlachten künftiger Kriege nicht mehr auf den Meeren oder in der Luft ausgefochten, sondern im Weltraum.

Noch im Frühjahr 1958 äußerte sich Brigadegeneral Homer A. Boushey, stellvertretender Direktor der technischen Forschungs- und Entwicklungsabteilung der amerikanischen Luftwaffe, in einem Vortrag folgendermaßen:

Der wichtigste Vorzug eines Stützpunktes auf dem Mond läge jedoch darin, daß man von ihm aus jederzeit einen Vergeltungsschlag [„Vergeltung“ ist in der Terminologie der NATO der gültige Ausdruck für Angriff ohne Kriegserklärung! Die Verf.] führen kann. Gesetzt den Fall, wir besäßen solch einen Stützpunkt auf dem Mond, dann müßten die Sowjets entweder zwei oder zweieinhalb Tage vor einem Angriff gegen das kontinentale Amerika von Rußland aus einen umfassenden Atomangriff gegen den Mond eröffnen – dessen rechtzeitige Wahrnehmung den Beobachtern auf dem Mond einfach nicht entgehen kann –, oder die Sowjets müßten umgekehrt zuerst das kontinentale Amerika angreifen, was achtundvierzig Stunden später unausweichlich die sichere und massive Zerstörung des Angreifers vom Mond aus nach sich ziehen würde. Man hat gesagt, daß derjenige, der den Mond beherrscht, auch die Erde beherrschen wird. Unsere verantwortlichen Planer mögen diesen Satz gründlich durchdenken. Denn wenn es wahr sein sollte – und ich bin nur einer von vielen, die glauben, daß es wahr ist –, dann müssen eben die Amerikaner den Mond beherrschen.

Dazu kann man nur sagen: Denn man tau, Homer! Aber im Ernst: Wenn die „Eroberung des Mondes“ so einfach wäre, dann wäre das, angesichts solcher Überlegungen, für die Menschheit wenig erfreulich.

Ein anderer Homer, diesmal mit diesem Familiennamen, Generalmajor und ehemaliger Kommandant der Armeeraketenschule in Fort Bliß, Texas, erörterte die Möglichkeiten, künstliche Satelliten als militärische Beobachtungsstationen zu benutzen, denen kein Land den Einblick in seine innersten Gebiete verwehren könne. Mit Radargeräten, Fernseh- und Fotokameras, Elektronengehirnen und anderen technischen Apparaturen ausgerüstet, könne eine solche fliegende Aufklärungszentrale vermittels ihrer eingebauten Funkgeräte laufend präzise Angaben über militärisch interessante Erscheinungen aller Gebiete zu den Erdstationen durchgeben: Industrie- und Verkehrsanlagen, militärische Bewegungen, Wetterlage usw.

Ein solches „fliegendes Auge“ könnte den amerikanischen Kriegsplanern gar wohl gefallen. Denn es würde alle ihre mehr oder weniger verzweifelten Versuche, wie die Entsendung von Stratosphärenaufklärern, von Spionageballons und anderen oft mit völkerrechtlichen Unannehmlichkeiten verbundenen Vorstöße als klägliche Stümpereien überflüssig machen und die ganze „Eisenhowersche Luftinspektion“ ins Museum verbannen.

Ein weiterer USA-General, Irvine, erklärte wenig später ganz folgerichtig, ein Projekt für die Verwendung künstlicher Erdsatelliten zu militärischen Zwecken werde gegenwärtig von der Luftwaffe geprüft. Die USA hätten die Absicht, künstliche Trabanten als Abschlußbasis oder als militärische Beobachtungsstation zu benutzen.

Was die militärischen Möglichkeiten betrifft, die mit dem Eindringen in den

Weltraum verbunden sind, so sind hier USA-Generale und ihre Jünger in Stäben, Ministerien und Redaktionen der ganzen abendländischen Halbwelt außerordentlich großzügig und allen anderen weit voraus.

Es ist ein wahrer Trost für die Menschheit und zweifellos bedeutungsvoll für ihre Zukunft, daß zwischen diesen Möglichkeiten und der Wirklichkeit eine weite Kluft gähnt, bis zu deren Beseitigung noch einiges Wasser den Mississippi hinabfließen dürfte. Da aber in der Zwischenzeit auch die Wolga nicht gerade faul ist und bei ihr zu Lande, was die Schaffung von künstlichen Satelliten und von Raumstationen betrifft, die Dinge etwas weiter gediehen sind, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß der gewaltige raumtechnische Vorsprung, von dem großenwahnsinnige USA-Militärs träumen, auch in Zukunft Illusion bleiben wird.

„Schlachten im Weltraum“, die General Schriever „in einigen Jahrzehnten“ im Rahmen „künftiger Kriege“ offenbar fest erwartet, müssen und werden unmöglich gemacht werden; denn sie würden die Auslöschung der Menschheit und wahrscheinlich sogar allen Lebens auf Erden bedeuten. Ungeheuer in Menschengestalt, die an solchen Schlachten interessiert sein könnten, müssen bis dahin jeder Macht und Möglichkeit beraubt sein, Einfluß auf die Handlungen der Völker zu nehmen. Und mit ihnen ihre Generale, die offenbar nicht imstande sind, die Risiken richtig zu berechnen, die in Ausmaß und Art völlig anders sind als bei allen früheren Kriegen und Kriegsmitteln.

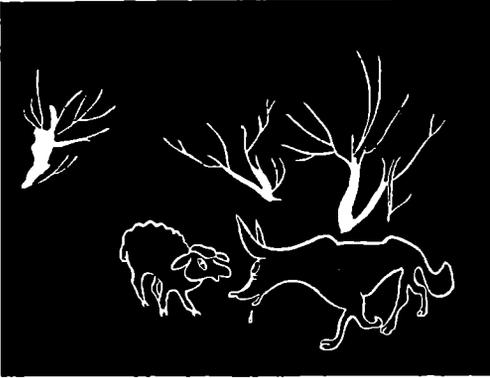
Die Wirklichkeit wird von den Gesetzen des Fortschritts und von den Kräften beherrscht, die sich ihrer bedienen. Deshalb sieht sie im „Wettlauf um die Eroberung des Weltalls“ die Sowjetunion in Führung. Sie wird im Verein mit den Anstrengungen der fortschrittlichen Menschen auf der ganzen Welt dafür sorgen, daß der Wunschtraum ehrgeiziger Weltraumstrategen Traum bleiben und die Eroberung des Alls eine friedliche Gemeinschaftsleistung der Menschheit sein wird.

## **Weltraumdiplomatie**

Wenn man den Zukunftsplanern der USA-Strategie auch nicht gerade die Fähigkeit nachsagen kann, bei der Beurteilung der Zukunft ins Schwarze oder auch nur die Scheibe zu treffen – über ihre gegenwärtige Zurückgebliebenheit in Richtung Weltraum sind sie sich natürlich im klaren.

Ihre außenpolitische Reaktion ist daher verständlich, wenn auch ein wenig anspruchslos hinsichtlich ihrer Motive; selbst Kinder können sie durchschauen.

Seit die sowjetischen Satelliten die Erde umkreisen, sind die USA und ihre irdischen Satelliten nämlich mit einem erstaunlichen Eifer auf Rüstungsbeschränkung, gegenseitige Kontrolle und streng gemeinsame Aktionen aus – im Weltraum!



Nur eine Fabel

Im lichten Frühlingshain begegnete der Wolf einem Lamm.

Vor Appetit fast von Sinnen rief er: „Komm näher, liebes Lamm! Dieser herrliche Morgen ist gerade recht zu einer herzhaften Begrüßung. Laß dich umarmen!“ „Gern“, sagte das Lamm, das nicht gerade auf den Wollkopf gefallen war, „aber laß uns zuerst Zähne und Klauen beiseite legen.“ „Das könnte dir so passen!“ dachte sich der Wolf im stillen und machte sich daran, im Sprung zu erbeuten, wonach ihm der Sinn stand.

In diesem Augenblick tauchte hinter einem Busch der Hirte auf. Es war ein mächtiger, starker Mann, und er trug zu allem Überfluß ein Feuerrohr in der Hand, groß genug, um ein ganzes Rudel von Wölfen damit in die Flucht zu schlagen.

Anfang des Jahres 1958 machte sich selbst der Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika zum Träger des kühnen Projekts, zuerst die Angelegenheiten im All zu ordnen, bevor man zu so abgelegenen Problemen wie der Einigung über die Lebensfragen der Menschheit auf der Erde übergehen könne.

Amerikanische Werbefachleute prägten die gängigen Schlagworte, unter denen diese bemerkenswerte kosmische Einstellung der amerikanischen Außenpolitik den Massen der Völker schmackhaft gemacht werden sollte: Über Weltraumkontrolle zur Erdkontrolle! Durch Verständigung über den Weltraum zur Verständigung auf der Erde! Von der Entmilitarisierung des Mondes zur Abrüstung auf der Erde!

Allen Ernstes wurde vorgeschlagen, die derzeit vorhandenen Errungenschaften der Sowjetunion auf dem Gebiete der Astronautik, einschließlich der grundlegenden Schöpfung der Interkontinentalrakete, in ein gemeinsames Arsenal unter Kontrolle der UNO einzubringen, also in einen neu zu schaffenden „Weltraum-Pool“ der UNO mit ihrer amerikahörigen Mehrheit.

Einen billigeren Weg, sich von anderen im Kosmos das zu verschaffen, was man selbst nicht besitzt, um damit allen unerwünschten Regelungen auf der Erde auszuweichen, hätten auch die gerissensten Geschäftsleute der Wallstreet nicht finden können – von denen übrigens diese famose Idee durchaus stammen könnte.

Zu ihrem großen Leidwesen ging die Sowjetunion auf diese Winkeldiplomatie nicht ein. Sie blieb bei ihrem Standpunkt, der bereits unmittelbar nach dem Start des ersten Sputnik von Nikita Chruschtschow in einem Interview mit der „New York Times“ dargelegt wurde und der den Interessen aller friedliebenden Menschen entspricht.

„Das ist sehr schön, daß du uns umarmen willst“, rief er dem Wolf zu. „Komm nur näher! Du wirst merken, daß auch ich sehr herzlich sein kann.“

„Zum Teufel auch!“ antwortete der Wolf. „Gib mir erst einmal deine Flinte! Dann können wir uns weiter unterhalten.“

„Sogar darüber läßt sich reden“, lächelte der Hirt. „Aber erst wollen wir doch Zähne und Klauen ablegen.“

Der Wolf, dem die Zähne und Klauen angewachsen und überdies ans Herz gewachsen waren, dachte nicht daran, auf diesen Handel einzugehen.

„Und das will ein Mensch sein!“ bellte der enttäuschte Nimmersatt und schlug sich seitwärts in die Büsche.



Die Sowjetunion ist zu jeder vernünftigen Vereinbarung über eine „Kontrolle im Weltraum“, über künstliche Erdtrabanten und sogar über unbemannte interkontinentale Raketen bereit, wenn erst einmal eine ausreichende Sicherung für den Frieden auf der Erde geschaffen ist: friedliche Koexistenz, Verbot der Kernwaffen, allgemeine Abrüstung.

Bekanntlich verdrießt es die Initiatoren des großartigen Einfalls gar sehr, daß Chruschtschow auch in der Frage Erde-Weltall das Pferd beim Kopf aufzäumen will . . .

Mit solchen Winkelzügen ist die amerikanische Strategie also nicht mehr zu retten. Im Washingtoner Pentagon, dem Zentrum der abendländischen Aggressivstrategie, müssen sich die Chefplaner seit dem Auftauchen der sowjetischen Interkontinentalrakete, und besonders seit ihrer unabweisbaren Bestätigung durch die Sputniks, wie Kadetten vorkommen, die an Generalstabskarte und Sandkasten fiktive Kriege führen, oder wie Bankrotteure, die lediglich zu kurzem Troste, bevor sie sich eine Kugel durch den Kopf schießen, noch einmal durchrechnen, was ihnen der letzte Coup eingebracht hätte, wenn er gelungen wäre.

Denn von dem kunstvollen Gebäude, das sie mit vieler Mühe, mit Tücke und Gewalt, mit Diplomatie und militärischen Aktionen, mit Hiroshima und Korea, mit NATO und SEATO, mit Quislingen und Besatzungstruppen aufzubauen bestrebt waren – von diesem Gebäude blieb fast nichts übrig, nicht einmal der Grundriß! Denn dieses weltweite System basierte auf der Mittelstreckenrakete als Spitzenentwicklung der Trägerwaffentechnik.

Stark vereinfacht stellte sich der Grundgedanke der USA-Weltstrategie folgendermaßen dar: Fast überall rings um die Sowjetunion und ihre unmittelbaren Verbündeten verfügen die USA über Stützpunkte, von denen aus

### Ohne Kommentar

„Die Situation ist einfach diese. In der Ära der interkontinentalen Geschosse (über 1500 Meilen), die wir jetzt durchmachen, werden die USA auf Grund ihrer unzähligen überseeischen Militärbasen die Sowjetunion von vielen Plätzen in Europa und Afrika aus mit ihren Waffen erreichen können. Obwohl sich Europa und Afrika in Reichweite der Russen befinden, wird die Sowjetunion nicht die Fähigkeit besitzen, die USA mit ferngelenkten Geschossen zu treffen.“

*(Marguerite Higgins in der „New York Herald Tribune“ am 5. April 1957)*

•

„Angesichts der Tatsache, daß die Russen imstande sind, an jeden Punkt der Erde interkontinentale Raketen zu entsenden, brechen die noch gestern gültigen strategischen Erwägungen zusammen. Die Kette der amerikanischen Stützpunkte ist wertlos geworden.“

*(aus „Volksstimme“, Wien, vom 6. 11. 57)*

sie mit Hilfe von Mittelstreckenraketen – mit einer Reichweite, die zwischen 2000 und 3000 km liegt – einen großen Teil des sowjetischen Gebietes mit Kernwaffen beschießen können.

Selbst wenn man nun voraussetzt, daß die Sowjetunion über gleichwertige Waffen verfügt – ein Gedanke, an den sich allmählich, wenn auch ungern, die amerikanischen Militärs gewöhnten –, könnte sie beim Zurückschlagen allenfalls die ausländischen Stützpunkte, nicht aber die USA selbst treffen; denn die USA verfügen über eine große Zahl von militärischen Stützpunkten auf fremden Staatsgebieten in Europa und Asien, nicht aber umgekehrt die Sowjetunion über ähnliche Einrichtungen in Mittelamerika oder Kanada.

Für Rechner, die gewöhnt sind, mit großer Wärme an Milliarden von Dollars, aber nur mit eisiger Kälte an Millionen von Menschenopfern zu denken, ist dieses Kalkül eine ausreichende Grundlage für außergewöhnliche Anstrengungen. Der Gedanke an die mögliche Zerstörung ihrer ausländischen Basen, etwa in Westdeutschland oder in England, hat für sie nichts Abschreckendes an sich. Ja im Gegenteil: Die Ausschaltung unangenehmer Konkurrenten könnte hier nur eine vorteilhafte Nebenwirkung sein.

Es ist für die Beschränktheit imperialistischer Denkweise, sobald es sich um die Erfassung prinzipiell neuer Erscheinungen und Möglichkeiten handelt, kennzeichnend, daß die USA-Strategen ein bestimmtes Stadium in der Entwicklung der Mittelstreckenraketen zur technischen Grundlage einer strategischen Planung auf lange Sicht machten, so, als ob es ewig andauern würde. Außerdem glaubten sie offenbar an ihre Überlegenheit in allen technisch-

wissenschaftlichen Disziplinen und hielten sie für ein unumstößliches göttliches Gesetz.

Beide Annahmen, die unverkennbar einer gründlichen Mißachtung des dialektischen Charakters allen Geschehens in der Welt der Wirklichkeit entsprangen, erwiesen sich, wie nicht anders zu erwarten war, als falsch.

Die raschen Fortschritte der Sowjetunion auf dem Gebiete der Kernwaffen und die objektive politische Entwicklung in der Welt verhinderten von Termin zu Termin, daß die aus Kernbomben, Mittelstreckenraketen und ausländischen Stützpunkten gemixte vermeintliche Überlegenheit der USA in einem dritten Weltkrieg gewinnbringend unter Beweis gestellt werden konnte. Die Sputniks nahmen der bereits reichlich bedrängten Kriegssdschunke vollends den Wind aus den Segeln; denn sie bewiesen unwiderruflich, daß die Sowjetunion in den entscheidenden waffentechnischen Fragen einen Vorsprung gewonnen hatte, der mit dem Versuch, ihn zeitlich auf fünf Jahre zu bemessen, nur recht ungenau eingeschätzt ist. Außerdem übersprang sie mit einem Satz alle Distanzen in den Spielregeln, die vom Pentagon für den dritten Weltkrieg, sehr einseitig allerdings, aufgestellt worden waren.

Die farbenfreudige Vorstellung, daß die Vereinigten Staaten eine Art unerreicher Insel seien, von der aus man die übrige Welt ordentlich durchkochen könne, um dann ungestraft, ungerührt und ungestört die materiell wertvollen Reste einzuheimsen, verblaßte zusehends zu einem bloßen Traum. Von den amerikanischen Kernbombenträgern war zwar anzunehmen, daß sie

#### **USA-Raketenbasen in Satellitenstaaten entwertet!**

*Die Zeichnung veranschaulicht die militärischen Möglichkeiten der modernen Großraketen. Die USA hatten sich hinter einem System von Abschubbasen für Mittelstreckenraketen verschanzt und glaubten, von dort aus große Teile der Sowjetunion beschießen zu können, ohne selbst verwundbar zu sein — allenfalls Abschubbasen auf U-Booten konnten für sie eine gewisse Gefahr bilden. Die sowjetischen Interkontinentalraketen, deren überragende Potenzen besonders durch die Leistungen der Trägerrakete des Sputnik II demonstriert wurden, haben diese Vorstellungen zerstört. Mit ihnen ist jeder Punkt der Erde, also auch die Zentren der USA und ihre Angriffsbasen in abhängigen Ländern, sicher erreichbar.*



im Ernstfall mehr oder weniger große Teile der Sowjetunion erreichen könnten. Von den neuen sowjetischen Raketen dagegen stand nunmehr fest, daß sie unabwendbar nicht nur die amerikanischen Atombasen in den abhängigen Ländern zerschmettern, sondern auch die Vereinigten Staaten selbst mit einer Wucht treffen würden, die einen gewinnbringenden Sieg von vornherein illusorisch machen mußte.

Der Glaube daran, daß im äußersten Notfall Luxusbunker von den Ausmaßen eines Fürstenschlosses irgendwo in den idyllischen Tälern von Kalifornien der ersten Garnitur der Milliardäre das Überleben über die Folgen eines „Rechenfehlers“ hinaus garantieren könnte, ist für Eingeweihte eigentlich längst dahingeschmolzen wie Polarschnee unter einer künstlichen Atomsonne. Die zahlreichen ernstesten Proteste verantwortungsbewußter Wissenschaftler gegen die Kernwaffenversuche zeigen die Gründe dafür deutlich genug: Die radioaktive Verseuchung der Atmosphäre als Folge von Versuchen mit Kernwaffen ist schon heute lebensbedrohend. Die vollen Auswirkungen dieser Verseuchung werden sich erst in kommenden Generationen zeigen. Im Fall eines Weltkrieges aber würde sie Ausmaße annehmen, die auch amerikanische Milliardäre in ihren Bunkern wie Feldmäuse austräuchern würde, selbst wenn, wie sie bis vor einiger Zeit hoffen konnten, keine einzige Bombe auf das Staatsgebiet der USA fallen würde.

Die USA liegen aber für sowjetische Fernraketen im Ernstfall nicht weiter als die Türkei, Westdeutschland oder Japan, nicht weiter als Deutschland im zweiten Weltkrieg für amerikanische Bomber, die von Plätzen in England oder Nordafrika aufstiegen. Für sie gibt es keine Grenzen und keine Entfernungen – wenigstens nicht mit irdischen Maßstäben gemessen.

Und deshalb – wie auch aus anderen Ursachen – bleiben der amerikanischen Strategie für einen dritten Weltkrieg keine Chancen!

## **Die große Gefahr**

Selbstverständlich ist der Absturz der USA-Strategie nicht nur uns sichtbar geworden, die wir in unserem Bereich über die Vorgänge in der Welt prinzipiell besser unterrichtet werden und sie auch richtiger einschätzen können als die normalen Bewohner westlicher Länder.

Auch in den Staaten mit Regierungen, die von den USA abhängig sind, blieb die Tatsache nicht verborgen, daß sich das Kräfteverhältnis sichtbar verändert hatte und daß es immer gefährlicher wurde, auf einer Politik zu beharren, die als widerlegt, als falsch erwiesen war. Mag ihnen auch infolge einer buchstäblich verwirrenden Fülle propagandistischer Ablenkungsmanöver längst nicht überall mit voller Klarheit ihre Rolle als vorgeschobener „verlorener Haufen“ im Planspiel der Wallstreet-Generalität bewußt geworden sein. Trotzdem merkten doch selbst recht dollarfromme NATO-Politiker und ihre Anhänger in Westeuropa, was sie heraufbeschwören zu helfen im Begriff standen.

# DIE WELT

Und ist es noch tragbar für die Welt, wenn der Jurist und Metaphysiker John Foster Dulles, von rationalen Schlüssen und irrationalen Stimmen geleitet, jene Politik des „Bis an den Abgrund des Krieges“ weiterführen und wenn der Seifenindustrielle McElroy den Schock der amerikanischen Öffentlichkeit durch Atomwaffenlager und Raketenbasen ausgleichen will? Ist es nicht ein Spiel mit dem Feuer, diese Basen, für die die Raketen noch nicht einmal bereitstehen, so dicht an Rußland heranzuschieben, so laut und drohend davon zu reden und die europäischen Staaten in den vordersten Graben der Atomfront zu schicken?

*Aus „Die Welt“ vom 14. 12. 57*

Die großbürgerliche Hamburger Zeitung „Die Welt“ drückte diese Einsicht so aus:

Solange keine wirksame Abwehrwaffe gegen ballistische Flugkörper existiert, müssen es sich die europäischen Mächte überlegen, ob es sich überhaupt lohne, eine fast unnütze Abwehrorganisation bei ungeheuren Kosten zu errichten. Sie müssen sich überlegen, ob ihnen die atomwaffenfreie Zone, in der keine Angriffswaffen mit Mittelstreckenreichweite stehen, nicht lieber ist als eine Lage, in der sie sich der Gefahr der Vergeltung aussetzen.

Paul-Henry Spaak, der gegenüber Dollarargumenten sehr aufgeschlossene ehemalige belgische Außenminister, der mit dem Posten des NATO-Generalsekretärs belohnt wurde, frohlockte zwar:

Der sowjetische Sputnik ist der mächtigste Verbündete der NATO, und ich bin den Sowjets sehr dankbar, daß sie ihn gestartet haben. Er hat sich als Katalysator für die Entscheidung erwiesen, dem Nordatlantikpakt neues Leben einzuhauchen.

Aber er meinte damit nur das, was seine amerikanischen Auftraggeber und damit er selbst wünschen: daß die NATO-Gemeinschaft nun endlich enger zusammenrücke. Die Völker im NATO-Bereich jedoch begannen gegen die tödliche Bedrohung durch eine Politik, in der sie als Opferfigur im amerikanischen Spiel fungieren sollen, zu rebellieren. Warnende Stimmen kamen aus Frankreich und England. Einige nordische Staaten weigerten sich entschieden, Land für die Errichtung amerikanischer Raketenbasen zur Verfügung zu stellen. Im ganzen amerikanischen Herrschaftsbereich in Europa ist eine Protestbewegung in Gang gekommen, die im Licht der künstlichen Monde immer kontrastreicher die beiden Alternativen sichtbar werden läßt: aussichtsloser Opfertod im Interesse amerikanischer Milliardäre – oder großartige Aussichten für eine geradezu phantastische friedliche Entwicklung.

Diese Bewegung darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß die nächste Zukunft

noch längst nicht entschärft ist, was die Möglichkeiten kriegerischer Konflikte mit tragischen Folgen im Weltmaßstab betrifft.

Einmal besteht die Gefahr darin, daß die USA-Strategen, nachdem sie in einem neuen Weltkrieg für sich keine eindeutigen Chancen mehr errechnen können, nach einem sogenannten „kleinen Krieg“ gieren und auf der Suche nach ihm den ganzen Erdball abtasten. Wo sie eine schwache Stelle finden, besteht die Gefahr, daß sie ein „Abenteuer“ inszenieren, dessen Tragweite sie weder in menschlichem noch in militärischem Sinne abzuschätzen imstande sind. Die zweite Gefahr besteht darin, daß die Leute, die „am Druckknopf sitzen“, sich in der Vergangenheit nicht gerade als vertrauenswürdig erwiesen haben. Im Gegenteil: Ihnen gegenüber ist jede Skepsis am Platze! Wem die Börsenkurse bei jeder Verschärfung der internationalen Spannung Millionen Dollars oder Westmark sozusagen automatisch in den Geldschrank schaufeln, jede Aussicht auf Frieden aber eine ausgeprägte finanzielle Unterkühlung beschert, der wird kaum einen klaren Kopf haben, wenn er die Konsequenzen der Kurve seiner Vor- und Nachteile berechnen soll. Wem die Hand zittert vor Gier nach Erzgruben, Fabriken und Absatzmärkten im Ausland, der wird kaum ein klares Auge dafür haben, was mit seinem ersehnten Ziel so alles zusammenhängt. Und vor allem kein Herz!

Was die Erfahrungen aus den beiden vergangenen Weltkriegen und die auswertenden Überlegungen zeigen, umreißt die Größe der Gefahr: Den Leuten, die letztlich den Finger am Druckknopf haben und die, sowenig sie selbst sichtbar sein mögen, auch über prominente öffentliche Werkzeuge wie Minister und Abgeordnete verfügen, kann kein verantwortungsbewußter Zeitgenosse das Ruder überlassen. Sie sind zu jeder neuen „Großtat“ bereit, sobald sie neuen Vorteil verheißt – nach alten Rezepten, von deren Widerlegung sie wie durch ein Wunder nichts wahrgenommen haben.

John Foster Dulles, Außenminister der USA, fromm bis zur Bigotterie, reich – und in dieser Hinsicht nicht ganz unabhängig von den rüstungsbedingten Kursen bestimmter Aktien –, hatte einige Tage nach dem Auftauchen von Sputnik II in Oklahoma City erklärt:

Die USA-Bevölkerung müsse einige kleinere Freiheiten aufgeben, wenn sie die Sowjetunion auf militärischem und wissenschaftlichem Gebiet überholen wolle. Dazu seien größere amerikanische Anstrengungen nötig, „bis die Kräfte der Freiheit vorherrschen und dieses große monolithische Gefüge vernichten, das uns entgegensteht und uns bedroht“.

Das ist eine offene Darlegung des Zieles, auf das sich die Außenpolitik in den Händen des Mr. Dulles zubewegt: Weltkrieg Nr. 3! Unter diesem „großen monolithischen Gefüge“ versteht er die Gemeinschaft der sozialistischen Länder mit einer Einwohnerzahl von rund einer Milliarde Menschen, die nach dieser menschenfreundlichen Auffassung also „vernichtet“ werden sollen, weil sie „uns entgegenstehen und uns bedrohen“. Unter „uns“ darf man die paar

### **Franz-Guck-in-die-Luft**

„... aber dem Herrn Bundesverteidigungsminister würde ich kein Feldgeschütz anvertrauen; denn wer so spricht wie der Herr Bundesverteidigungsminister, der schießt auch. Das war gar nicht mehr die Rede eines Staatsmannes, sondern das war eine Rede von Krieg und war Kriegsgeschrei...“

*Dr. Reinhold Maier zu den Ausführungen des Ministers Franz Xaver Strauß in der Bundestagsdebatte über die westdeutsche Atomrüstung im März 1958. (Aus dem stenographischen Protokoll des Bundestages)*



hundert Familien verstehen, denen die halben Vereinigten Staaten gehören und denen Mr. Dulles zeit seines Lebens mit Hingabe und Gewinn zu dienen gewohnt ist. „Bedroht“ fühlen sie sich, weil sie durch die Existenz des Friedenslagers nicht mehr nach Herzenslust zu ihrem Vorteil auf der Welt schalten und walten können.

Dafür also ein neuer Weltkrieg – sobald die USA glauben können, waffentechnisch in der Vorhand zu sein! Und das würde bedeuten: ein Krieg, in dem nukleare Bomben aller Kaliber, von Raketen mit kosmischen Geschwindigkeiten über die Ozeane und über den Nordpol hinweggetragen, ihren Weg zu den dichtbewohnten Großstädten suchen würden.

Diese Auffassung jedenfalls vertritt der mächtigste Repräsentant der maßgebenden USA-Monopole, der berechtigt ist, in entscheidenden Fällen über den Kopf seines Präsidenten hinweg zu handeln.

In seine Fußtapfen trat, wie gewöhnlich mit einigen Schuhnummern größer und gröber, die westdeutsche Bundesprominenz. Mit besonderem Nachdruck wurde das im März 1958 bei der Debatte im Bundestag über die atomare Bewaffnung der deutschen Streitkräfte deutlich gemacht. Der CSU-Abgeordnete Dr. Jaeger zum Beispiel, Vizepräsident des Bundestages, gab unmißverständlich zu, die westliche Freiheit ruhe nun eben einmal auf den Spitzen von Atomraketen. Den Mahnern auf den Bänken der SPD und FDP rief er zu:

Selbst wenn Sie kapitulieren, werden Sie den Krieg nicht verhindern; denn die große Auseinandersetzung zwischen West und Ost muß kommen.

Die „Auseinandersetzung zwischen West und Ost“ – so wird der dritte Weltkrieg in der Terminologie christlich-demokratischer Bierbankstragegen mit vornehmer Zurückhaltung genannt. Welch eine furchtbare Wirklichkeit hinter diesem Begriff stehen würde, mit dem sie heute bereits als einem unabwendbaren Ereignis ganz freimütig hantieren, scheint ihnen unklar oder gleichgültig zu sein.

Tatsächlich aber wären die Folgen einer „Auseinandersetzung“, wie sie in den Köpfen dieser Mächtgern-Feldherren spukt, im Zeichen der modernen Waffen unvorstellbar. Die Erinnerungen an den letzten Weltkrieg und die Bilder von Hiroshima können nur einen kleinen Eindruck davon vermitteln.



## NEUES DEUTSCHLAND

ORGAN DES ZENTRALKOMITEES DER SOZIALISTISCHEN EINHEITSPARTEI DEUTSCHLANDS

### Millionen Europäer sollen geopfert werden

**Zynische Berechnungen eines USA-Ausschusses über die Menschenverluste in einem Atomkrieg**

Paris (ADN/EB). Im Falle eines Atomkrieges müsse Westeuropa mit 80 Millionen Toten rechnen. Dieses „Opfer“ sei notwendig, um 20 Millionen Amerikanern das Leben zu retten. Diese erschreckenden Feststellungen enthält ein auf Anforderung Präsident Eisenhowers von einem USA-Sonderausschuß zusammengestellter Geheimbericht, über den die „Humanité“ berichtet.

Wie aus dem geheimen Dokument hervorgeht, legt der Sonderausschuß seinen Berechnungen die Annahme zugrunde, daß die Sowjetunion im Kriegsfall ihre interkontinentalen ballistischen Raketen einsetzt, was in den USA zu einer „nationalen Katastrophe“ führen würde. Um diese zu vermeiden, empfiehlt das Geheimdokument, die potentiellen Ziele solcher Raketen durch die Errichtung von Atomwaffenlagern und Raketenabschußrampen in den NATO-Ländern nach Westeuropa zu verlagern.

Durch eine solche Maßnahme könne die Zahl der möglichen Opfer in den USA von 50 Millionen auf 25 bis 30 Millionen reduziert werden. Allerdings müsse man, fährt der Bericht fort, dann in Europa „bedauerlicherweise“ mit 80 Millionen Toten rechnen.

Kennzeichnend für die Zustände, die zu erwarten wären, mag eine Mitteilung des SPD-Bundestagsabgeordneten Erler sein, die er während der bereits erwähnten Debatte über die Atombewaffnung der westdeutschen Divisionen machte. Einer seiner Bekannten, der als Stabsoffizier im NATO-Hauptquartier tätig ist, sei dort mit der gespenstischen Aufgabe betraut worden, für das

Planspiel „Schwarzer Löwe“, das einen Krieg unter Einbeziehung Deutschlands zur theoretischen Grundlage habe, die Einzelheiten für den westdeutschen Anteil auszuarbeiten. Dabei seien ihm und anderen deutschen Offizieren, die daran beteiligt waren, die Tränen gekommen angesichts des Unheils, das sich bereits aus diesen nüchternen militärischen Rechnungen für die westdeutsche Bevölkerung ergab. Die gewaltsame Räumung der Hauptverkehrsstraßen von den aus den Großstädten flüchtenden Menschenmassen mit Hilfe spezieller „Räumpanzer“ sei davon noch die geringste Einzelheit gewesen.

Die forcierte Ausrüstung der Bundeswehr mit Atomraketen ist ein Ausdruck der amerikanischen Bemühungen um einen Ersatz für ihre Strategie des dritten Weltkrieges, die von den interkontinentalen Raketen der Sowjetunion zu Tode getroffen worden ist. Die Aussicht auf einen Gegenschlag, der mit unabweiser Sicherheit und Wucht den eigenen Städten jenes Schicksal zu bescheren drohte, das man Moskau, Warschau, Leipzig, Leningrad, Bukarest, Peking zgedacht hatte, wirkte dämpfend auf die amerikanischen Kriegsplaner. Das eigene Gebiet unmittelbar in die Front der kriegführenden Länder einrücken zu lassen, so gewinnbringend das bisher auch für die Kassen der Rüstungsindustriellen und Bankiers erschien, war nun zu gefährlich geworden.

Die Ersatzlösung entwickelte mit der geradezu kindlichen Einfalt eines Predigers der Heilsarmee zum Beispiel der amerikanisierte Harvard-Professor Henry A. Kissinger in seinem Buch „Kernwaffen und Außenpolitik“. Genau nach den Erfordernissen amerikanischer Profitregeln sieht sie vor, daß die USA keinen Krieg gegen die Sowjetunion führen, auch nicht als Hintermann ihrer vorgeschobenen ausländischen Vorposten! Nicht die USA führen Krieg von ihren Stützpunkten aus, sondern die Staaten, auf deren Gebiet diese Stützpunkte liegen, führen ihn selbst – mit Hilfe von Atomraketen, die sie in den USA kaufen. Die Kriege werden „begrenzt“, denn sie dürfen ja nicht auf die USA selbst übergreifen. Sie finden in bestimmten Bereichen – zum Beispiel zwischen Rhein und Bug – nach festgelegten Regeln statt, die natürlich von amerikanischen Professoren und Militärs ausgearbeitet werden. Dadurch wird gewährleistet, daß ständig eine kräftige Brise von Kriegskonjunktur bläst, aber keine bösen Langstreckenraketen innerhalb der Staatsgrenzen der USA den Genuß daran beeinträchtigen.

Das ist eine Strategie, die von den kreuzzugsgleichen Vernichtungsfeldzügen gegen die moderne Freigeisterei aus dem Osten, wie sie im Kopf von John Foster Dulles und anderen reissigen Kirchenlichtern spuken, natürlich nicht mehr viel übrigläßt.

Sie basiert auf einer einfachen Überlegung dieser Gehirne: Kriege, Kriegsgefahr und Kriegsgeschrei brauchen wir; denn mit nichts anderem wird so schön verdient. Den ganz großen Krieg mit Vernichtung der Sowjetunion, ohne selbst allzuviel Schaden zu nehmen, können wir angesichts der sowjetischen Überlegenheit in einer Reihe von entscheidenden Fragen der modernen Kriegstechnik nicht mehr riskieren. Aber „kleine Kriege“ ohne unsere un-

mittelbare Beteiligung, in Europa oder Asien geführt, lassen sich schon noch inszenieren. Opfer, Verluste, Schäden und Kosten haben die anderen – die Gewinne haben wir. Und wenn sie sich schließlich genügend gegenseitig „niedergerungen“ haben, kommen wir mit unserem Maximalplan, mit dem totalen Sieg über die ganze Erde, vielleicht doch noch zum Ziel – vom Weltall ganz zu schweigen!

Daß diese Überlegungen reichlich primitiv wirken und mit Menschlichkeit überhaupt nichts mehr zu tun haben, ist nicht unsere Schuld. In der Tat läßt sich die ganze imperialistische Militärstrategie der Gegenwart, so wortreich sie von ihren Interpreten auch popularisiert wird, auf solche einfache Formeln zurückführen. Man braucht sie zu diesem Zweck nur aller Reklamefloskeln zu entkleiden. Und für die amerikanische Ersatzstrategie, die nach dem überwältigenden Auftauchen der Sputniks rasch in den Vordergrund rückte, kann man kaum eine andere Charakterisierung finden als die hier gegebene.

Sie ist lächerlich einfach, und es liegt nahe, sie einfach lächerlich zu finden; denn sie ist glücklicherweise so falsch wie ihre Grundlagen. Sie zielt nur auf eines ab: auf die maximale Befriedigung – der Geld- und Machtgier der oberen Zehntausend in den USA. Nicht einmal die Interessen der „Verbündeten“ sind berücksichtigt; diese dürfen sich lediglich opfern, auch wenn sie zunächst noch ein wenig mitverdienen dürfen.

Dabei wird allerdings außer acht gelassen, daß es noch einige andere Wirkungsfaktoren auf der Welt gibt – vom Lebensrecht und Kampf der Volksmassen bis zu den Differenzen zwischen den Interessen der verschiedenen „Partner“ im imperialistischen Spielerklub selbst.

Im Grunde genommen sind diese strategischen Überlegungen nichts als Wunschträume – die Träume von Unmenschen, denen das Gesetz des Handelns aus der Hand geglitten ist und die nun hinterher phantasieren: Was würden wir alles anstellen, wenn wir könnten, wie wir möchten!

Der Ministerpräsident Indiens, Nehru, meinte im Hinblick auf solche menschenfresserischen Ideologien, als er seine Eindrücke über die Sputniks beschrieb: Solche Auffassungen seien geradezu steinzeitlich in einer Epoche, in der sich die Menschheit das Weltall erschließe.

Wir dürfen mit großer Sicherheit annehmen, daß die Menschen in einigen Jahrzehnten für diese ganze Denkweise, wie sie etwa in der erwähnten Bonner Bundestagsdebatte so kraß zum Ausdruck kam, nur noch ein befremdetes Lächeln übrig haben werden. Die Völker, die Raumschiffe zum Mond oder zum Mars mit der Selbstverständlichkeit entsenden, mit der heute Strato-Kreuzer die Kontinente überqueren, werden die großsprecherischen Kriegsschreier von heute, ob sie in Bonn oder Pusan, auf Taiwan oder in Washington selbst residieren, längst vergessen haben.

Ehe es aber soweit ist, werden wir nicht nur astronautische und andere unmittelbar einschlägige Fortschritte machen müssen. Untrennbar mit diesen Fortschritten und ihrer Anwendung in der Weltraumfahrt ist die Notwendigkeit

verknüpft, jenen politischen Halbstarren das Handwerk zu legen, die in den Besitz gefährlicher technischer Mittel gesetzt werden, ohne Gewähr für Besonnenheit und Klugheit in der Verwendung dieser Mittel zu bieten. Ihr geistiges und menschliches Niveau, ihre Triebkräfte, ihre Zielsetzungen und Begierden geben zu ernststen Befürchtungen Anlaß. Zwar werden sie niemals den Himmel stürmen. Das liegt weder in ihrem Programm noch im Bereich ihrer Fähigkeiten. Aber im Namen „des Himmels“ unsere Erde in eine Hölle zu verwandeln – dazu wären sie imstande und bereit, sobald sie dazu Gelegenheit hätten.

Ihnen diese Möglichkeit zu nehmen, gehört ebenso zur Überwindung der Anziehungskraft der Erde durch den Menschen wie die richtige Konstruktion von Weltraumraketen mit all den Millionen Einzelheiten, die dazugehören.

# fromme und unfrome legenden

*Im gewöhnlichen Leben sagt man „Ausreden“ dazu.*

*Es handelt sich um jene Erklärungen, die man sucht und manchmal auch findet, wenn die wahre Erklärung allzu schmerzlich wäre.*

*Die Scheinerklärung soll dem Erzähler das Gesicht retten oder sonst einen Vorteil verschaffen, um den ihn die wahre Erklärung so unbarmherzig, wie die Wirklichkeit gegenüber Unwahrheiten nun einmal ist, bringen würde.*

*Der erste Sprung der Menschen in den Weltraum, ausgeführt von sowjetischen Wissenschaftlern, machte manchen Leuten und manchen Lehren schwer zu schaffen; denn er war mit diesen nicht zu vereinbaren.*

*Deshalb ist es gar kein Wunder, daß jene Leute sich dagegen wehrten, zu erst nach dem Motto, daß nicht sein kann, was nicht sein darf, dann aber auch mit anderen Tüfteleien, die nicht weniger „messerscharf“ waren.*

## Der unvermeidliche großdeutsche Beutefachmann

Es wäre eine reizvolle und zugleich lehrreiche Aufgabe, die Geschichte der großdeutschen Großmannssucht zu schreiben. Emanuel Geibels Wort vom deutschen Wesen, an dem noch einmal die Welt genesen werde, im schnauzbärtigen Mund des allerletzten deutschen Kaisers als programmatische Deklaration wiederholt, war sicherlich nicht der Anfang, aber eine Art von Grundsatzformulierung für den Standpunkt: Was kann in der Welt schon Gescheites passieren, ohne daß ein Deutscher die Führung dabei innehat? Ohne Deutsche geht es doch nicht . . .!

Diese Perversion des Nationalstolzes, die bei den Hitlerfaschisten eine so grausige Auslegung im Weltformat erhielt, ist mit der zweiten vernichtenden Niederlage des deutschen Chauvinismus 1945 keinesfalls vom Markte verschwunden. Als ideologisches Berausungsmittel des großdeutschen Imperialismus wird sie erst mit diesem endgültig untergehen.

Vorerst ist sie noch einmal, zusammen mit ihm, aufgelebt: in Westdeutschland.

Als noch die militärische Niederlage in ihrer ganzen Eindeutigkeit allen in den Knochen saß, begannen gewisse Kreise und ihre Presseorgane bereits mit der

Legendenbildung. Die amerikanischen Atombomben waren selbstverständlich deutschen Ursprungs! Nur Verrat hatte sie vorzeitig dem Feind überantwortet. Und nur aus humanistischen Gründen hatte – ausgerechnet! – Hitler keinen Gebrauch von dieser „letzten Waffe“ gemacht.

Die Fakten dagegen besagen, daß der Verstand der Faschisten nicht dazu ausgereicht hatte, die Möglichkeiten der Atomspaltung für die Waffentechnik zu erkennen, und daß sie mit ihrer wahnsinnigen Rassenpolitik so wichtige Atomforscher wie Albert Einstein oder Lisa Meitner ebenso aus Deutschland vertrieben wie die italienischen Faschisten den Altmeister der Atomphysik, Enrico Fermi, und andere aus ihrem Land verbannt hatten.

Als die Sowjetunion mit ihren Kernwaffen auf dem Versuchsschauplatz erschien und überdies rasch die USA überholte, fanden die Federn gewisser abendländischer Fingersauger, die inzwischen zusätzlich amerikanisch honoriert wurden, wieder keine andere plausible Erklärung als die: Deutsche Forscher, als Kriegsbeute auf rätselhafte Weise ihres Gehirns beraubt, hatten die sowjetischen Erfolge ermöglicht.

Im Blätterwald der USA raschelte noch ein anderes Motiv mit: der Atomspion! Vom Feldwebel Greenglass, der hin und wieder den Papierkorb in einem Zimmer eines Hauses in einem amerikanischen Atomzentrum zu leeren hatte und damit über alle Geheimnisse der USA-Atomforschung verfügte, bis zu Dr. Klaus Fuchs, dem jungen englischen Atomphysiker, der einige Zeit in einem amerikanischen Laboratorium arbeitete; vom Sonderbotschafter und Präsidentenberater Harry Hopkins bis zu seinem Boß Roosevelt selbst – sie alle wurden verdächtigt, die amerikanischen Atomgeheimnisse an „die Sowjets“ übermittelt zu haben. Und das Ehepaar Rosenberg, diese beiden aufrechten und tapferen Menschen, die sich dieser Legende nicht unterwerfen wollten, mußten sogar dafür auf dem elektrischen Stuhl ihr Leben lassen.

Nun ist es eine nicht zu leugnende Tatsache, daß die sowjetische Kernwaffentechnik die US-amerikanische in entscheidenden Punkten sehr bald überholt hatte.

Die Frage, wie man nachträglich aus dem Inhalt eines Abteilungspapierkorbes oder aus den Äußerungen eines in wissenschaftlichen Einzelheiten sicherlich wenig informierten Präsidenten das Material zu einem solchen Vorsprung entnehmen konnte, wurde von den unfrommen Legendenschreibern und ihren gläubigen Lesern natürlich weder gestellt noch gar beantwortet.

Ganz abgesehen davon dürfte allgemein bekannt sein, daß von den Tausenden von Wissenschaftlern, die in der Zentrale der Forschungen für die Atombombe in Alamogordo an vielen Einzelprojekten arbeiteten, aus Sicherheitsgründen nur drei einen Überblick über das Gesamtprojekt hatten.

Angesichts der bereits altersmäßig ehrwürdigen Praxis ist es gar kein Wunder, daß die neuesten sowjetischen Erfolge auf dem Gebiete der Astronautik flugs zur Beute großdeutscher Beuteexpertenlegenden wurden. Kaum hatten sie nach dem Start des Sputnik I wieder Luft und Direktiven, füllten viele abend-

ländische Blätter ihre Spalten mit tolldreisten Geschichten, die allesamt einen Tenor hatten: darzutun, daß diese unglaublichen Erfolge nur mit Hilfe deutscher Genialität errungen werden konnten. Noch heute laufen zahlreiche Fortsetzungsgeschichten in westdeutschen Illustrierten, die nichts als dieses Thema zum Gegenstand haben.

Dr. Walter Dornberger, einstmals als hitlerdeutscher General militärischer Kommandant des Raketenzentrums Peenemünde, also auch militärischer Chef des vielerwähnten Raketentechnikers Wernher von Braun, der inzwischen als neugebackener Staatsbürger der USA diesem seinem zweiten Heimatland den reichlich mageren Triumph des „Explorer“ beschert hat – dieser General a. D. Dornberger, heute als technischer Berater bei der amerikanischen Firma Bell Aircraft Corp. tätig, äußerte in einem Interview noch im September 1957, als er wegen der sowjetischen interkontinentalen Raketen befragt wurde:

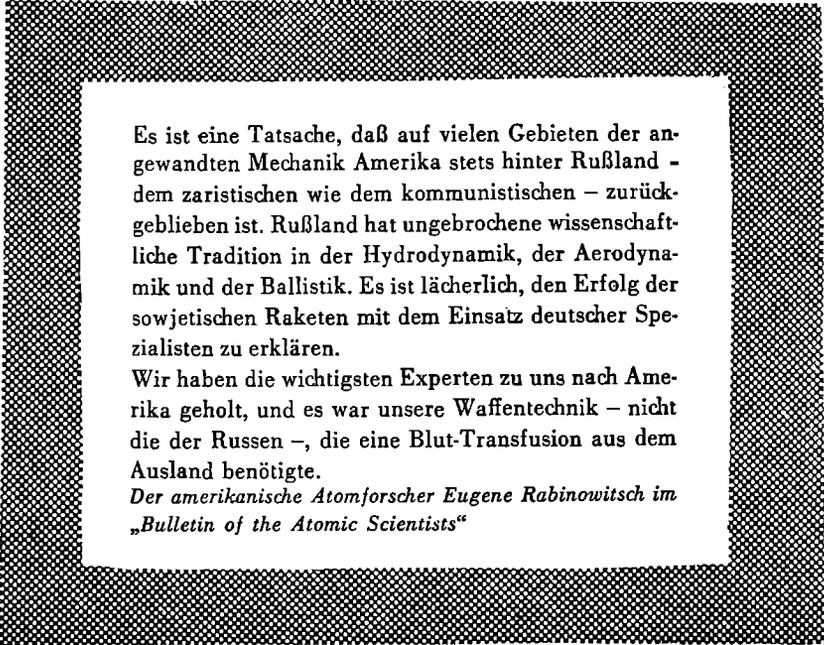
Ich glaube nicht, daß die Russen die Geschicklichkeit, die Intelligenz und die Gewandtheit besitzen . . ., all die Millionen und aber Millionen von technischen Problemen mit der Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu lösen, die hier nötig ist.

Keine zwei Monate später umkreiste Sputnik I, eine sowjetische Konstruktion, die Erde und überrundete dabei alle großzügigen Planungen anderer Länder, einschließlich der USA unter Mitwirkung des Dr. Dornberger, der sein Geld offenbar weniger als Raketenfachmann, sondern als antisowjetisches Orakel verdient.

Es bedarf wohl keiner näheren Begründung, daß solche Papierkorbgeschichten glatte Erfindungen sind, nicht einmal sehr gut ausgedacht.

Dornberger hat natürlich in einem Punkt recht: Millionen und aber Millionen von einzelnen Klärungen, Konstruktionsdetails, Grundsatzlösungen usw. mußten gemeistert werden, ehe sich Erdtrabant Nr. 1, obendrein gleich von so stattlichem Gewicht, in seine Bahn begeben konnte. An diesen Arbeiten mußten auch Tausende, ja Millionen Mitarbeiter beteiligt sein, und zwar nicht erst seit kurzem. Dazu gehört eine weitausgebreitete und großzügig betriebene Beschäftigung mit den einschlägigen Problemen und Aufgaben. Ein paar Papierfetzen aus einem Laborpapierkorb oder auch ein paar hundert Fachleute aus der V-2-Werkstatt Peenemünde können dabei allenfalls leidlich interessante Überprüfungen gestatten – Grundlagen können sie weder vermitteln noch schaffen. Und schon gar nicht können sie jene großzügige eigene Forschung und Ausbildung von Spezialisten ersetzen, wie sie in den Sputniks wirksam wurden.

Nüchterne Tatsache gegenüber allen romantischen Illustriertenlegenden ist folgendes: Sowohl Wernher von Braun und so prominente Pioniere der Welt- raumfahrttechnik wie Professor Dr. Eugen Sänger, der heute noch in Stuttgart Physik der Strahlantriebe lehrt, als auch ernst zu nehmende Mitglieder jener Gruppe deutscher Raketenfachleute, die nach dem Krieg einige Jahre in



Es ist eine Tatsache, daß auf vielen Gebieten der angewandten Mechanik Amerika stets hinter Rußland – dem zaristischen wie dem kommunistischen – zurückgeblieben ist. Rußland hat ungebrochene wissenschaftliche Tradition in der Hydrodynamik, der Aerodynamik und der Ballistik. Es ist lächerlich, den Erfolg der sowjetischen Raketen mit dem Einsatz deutscher Spezialisten zu erklären.

Wir haben die wichtigsten Experten zu uns nach Amerika geholt, und es war unsere Waffentechnik – nicht die der Russen –, die eine Blut-Transfusion aus dem Ausland benötigte.

*Der amerikanische Atomforscher Eugene Rabinowitsch im „Bulletin of the Atomic Scientists“*

der Sowjetunion arbeiteten, haben bei jeder Gelegenheit betont, daß die sensationellen Fortschritte der sowjetischen Raketentechnik und Astronautik auf eigenen sowjetischen Entwicklungen beruhen. Für die wirklichen Fachleute in Ost und West ist klar, daß Peenemünde eine große Rolle spielte – nämlich in den USA, die das „Gros der alten Peenemünder“, an der Spitze von Braun und Dornberger, eingefangen und schließlich sogar eingebürgert haben, samt ihren Arbeiten, Ideen und Projekten. In der Sowjetunion bedeutet Peenemünde allenfalls eine interessante Information über einen besonderen Abschnitt aus der Geschichte der Raketentechnik. Im übrigen aber sind gerade die sowjetischen Raketentechniker völlig eigene Wege gegangen, deren Pioniere – an der Spitze K. E. Ziolkowski (1857–1935) – einige Jahrzehnte früher als alle anderen damit begannen, sich mit Problemen des Raumfluges in exakten Berechnungen zu beschäftigen.

Außerdem gehört wirklich nicht viel Verstand dazu, um zu begreifen, daß die USA und nicht die Sowjetunion an der Spitze der Raketenforschung stünden, wenn die Ursache der Erfolge tatsächlich die deutschen Raketentechniker und ihre Erfahrungen wären.

### **Nichts fehlte – außer „Geld und Gemeinschaftssinn“**

„Wenn wir Geld hätten, könnte der Plan für einen deutschen Erdsatelliten in verhältnismäßig kurzer Zeit verwirklicht werden.“ Das war das Stoßgebet des Ingenieurs Staats, Präsident der deutschen Arbeitsgemeinschaft für Raketen-

technik in Bremen. Den geforderten Betrag, ein Bruchteil des westdeutschen Jahresbeitrages für die proamerikanische Aufrüstung, erhalten sie aber nicht, die armen Raketenforscher in Westdeutschland. Vielleicht geben sie sich dafür mit dem Ruhm zufrieden, den ihnen die bundesdeutsche Propaganda sogar für solche „andersgläubigen“ Triumphe, wie sie die sowjetischen Sputniks darstellen, großzügig verleiht.

Die finanzielle Not, über die Ingenieur Staats zu klagen hat und die keineswegs in den militärischen Bereichen der Bundesrepublik herrscht, sucht allerdings nicht nur zwischen Rhein und Elbe die Forschungsstätten der Wissenschaft heim.

Auch in anderen „Abendländern“ gab es wenig Geld für die wissenschaftliche Forschung; dafür um so mehr für die industrielle Produktion von Kriegsmaterial – eine Branche, in der die Korruption bis hinauf zu den höchsten Stellen derart ausgebreitet ist, daß nationale, rationale oder sonstige vernünftige Überlegungen keine ausschlaggebende oder auch nur geschäftsstörende Rolle spielen können.

Da hilft kein Jammern und kein Gesundbeten: In den Ländern, in denen Aktienpakete entscheidend sind und ihre Besitzer regieren, gibt es keine echte großzügige Förderung der wissenschaftlichen und technischen Forschung, wenn nicht handfeste Aussichten dafür bestehen, daß sich die Ergebnisse bald in klingende Münze verwandeln lassen. Da gibt es auch kein unvoreingenommenes, ehrliches Zusammenwirken zwischen den verschiedenen Firmen oder Stellen, die mit der Durchführung bestimmter Entwicklungsaufgaben betraut sind – weder in den einzelnen Ländern noch im internationalen Maßstab.

Deshalb wirkt die Klage über die mangelhafte Koordinierung der verschiedenen Forschungsarbeiten und über die ungenügende Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen technischen Stäben, wie sie in den Spalten besonders der amerikanischen Blätter auftaucht, recht unangebracht. Denn diese Erscheinungen waren ja seit eh und je bekannt, und sie sind keinesfalls nur auf das Gebiet der Raketenforschung beschränkt. Konkurrenzkampf, Rivalität, gegenseitiges Übervorteilen und daher Mißtrauen gehören eben zu den „ehernen Lebensregeln“ in jenem gesellschaftlichen System, das man um jeden Preis, sogar um den Preis eines dritten Weltkrieges, vor seinem historisch unvermeidlichen Untergang retten möchte.

Aus diesen Gründen sind auch alle Versuche illusorisch, in dieser Richtung – Koordination und Zusammenarbeit sowohl in den USA selbst als auch zwischen den verschiedenen NATO-Ländern – die Lösung für die Zukunft zu suchen. Natürlich läßt sich dabei viel Unsinn ausschalten, der in dieser oder jener Einzelheit nachweisbar hinderlich wirkte.

Sicherlich läßt sich das Tempo der von den USA angeführten westlichen Raketenforschung, mit dem Bau von Weltraumschiffen und -stationen als Ziel, merklich beschleunigen, nachdem die Sputniks die turbulente Szenerie auf diesem Gebiet erschreckend grell auch für die selbstzufriedenen amerikani-

schen Erfolgsbürger beleuchtet haben. Aber die Faktoren, die es dem einstmals technisch so rückständigen sozialistischen Land ermöglichten, das technisch fortgeschrittenste kapitalistische Land zu überholen, wirken mit der Kraft objektiver Gesetze weiter. Und man kann mit Sicherheit voraussagen, daß trotz aller Erfolge, die auch in den USA-Labors nicht ausbleiben werden, der Vorsprung der sowjetischen Forschung auf diesem gegenwärtig interessantesten Gebiet noch größer, auf keinen Fall geringer werden dürfte.

## **Der „zerlumpte Muschik“ und seine Sputniks**

Vierzig Jahre lang bedauerte der abendländische Schildbürger, wenn er beim Morgenkaffee sein Leib- und Magenblatt las, das tieftraurige Los der Sowjetmenschen. Vierzig Jahre lang glaubte er an das schaurige Kolossalgemälde, das ihm die Projektionsapparate der antisowjetischen Hetze an die in milden Farben tapezierte Wand warfen: jene Mischung aus Tolstois Elendsfiguren und den Schilderungen adliger Emigranten. Er glaubte, daß die Zustände, die Zarenherrschaft, Krieg, weißer Terror und Intervention geschaffen hatten, vierzig Jahre lang konserviert worden seien – ausgerechnet von jenen Bolschewiken, die gegen diese Zustände an der Spitze des einfachen Volkes bis zum Siege kämpften!

„Der zerlumpte Muschik“, der zwischen Hungertod und Genickschuß zu wählen hatte, war vier Jahrzehnte lang Spießers Bild vom sowjetischen Menschen – ein Bild, vor dem er sich im Gefühl eigener Überlegenheit sonnen konnte, wenn es ihm selbst nicht gerade gut ging. Besser als „denen da drüben“ ging es ihm dank abendländischer Kultur eben doch!

Und nun tauchten am Himmel diese roten Monde auf. Ihnen konnten nicht einmal die Spalten seines Magenblattes verschlossen bleiben. Sie durchbrachen wie eine Sturmflut die Dämme der Dummheit, die um die Weltvorstellung des „kleinen Mannes“ gegen all das Neue errichtet worden waren, das so unangenehm hartnäckig an Thron, Altar und Börse rüttelte.

Flugs tauchte das Märchen vom „zerlumpten Muschik“ in einer neuen Auflage auf: Er hatte, den Riemen immer enger schnallend, das Geld für diese kostspieligen Experimente buchstäblich erhungert.

Ganz abgesehen davon, daß mit noch soviel Geld eine solche wissenschaftlich-technische Hochleistung sich nicht erzielen ließe, wenn das Land so rückständig wäre, wurde diese Vorstellung auch sonst sofort von allen Seiten von den scharfen Zähnen des Zweifels angeknabbert.

Was da alles auf der Suche nach den Ursachen des sowjetischen Vorsprungs an Selbstvorwürfen und Eingeständnissen in der westlichen Welt zutage gefördert wurde, paßte nirgendwo mehr mit dem altgedienten Konterfei des armen Sowjetbürgers und des reichen Abendländers zusammen. Da war die Rede von der großzügigen Ausbildung wissenschaftlicher und technischer Kader in der

Sowjetunion, die jährlich mehr neue Intelligenz in die Forschungsstätten und Konstruktionsbüros entläßt als auf der ganzen übrigen Welt zusammengekommen. Da wurde zugegeben, daß direkt und indirekt Millionen von Arbeitern aller Art an dem großen Projekt mitgewirkt hatten, und zwar mit Eifer und Begeisterung, keinesfalls als unwillige Sklaven, als die sie ja wohl niemals imstande gewesen wären, die amerikanische Technik zu schlagen. Da wurden Produktionszahlen genannt, die den gleichen Positionen aus den Statistiken der alten Industrieländer des Westens weit überlegen waren, die der USA vorerst noch ausgenommen. Da wurde von westlichen Experten und Politikern, an ihrer Spitze Präsident Eisenhower selbst, öffentlich festgestellt, daß die jährliche Zuwachsrate der sowjetischen Produktion größer sei als die der kapitalistischen Länder, so daß sich mit Sicherheit errechnen ließ, wann die Sowjetunion selbst die USA in der Pro-Kopf-Produktion auf allen Gebieten überholt haben würde.

Für diese Leute waren solche Fakten, die sie sich und der Öffentlichkeit nun eingestehen mußten, Alarmsignale erster Ordnung und Gründe zu heftigen Besorgnissen. Für die Mehrheit der Menschen aber waren sie Signale der Zuversicht. Und für viele der abendländischen Schildbürger waren sie ein Signal zum Aufwachen und Nachdenken.

Das spiegelte sich denn auch in den Zeitungen wider, von denen viele unter dem Eindruck der ersten Schritte in den Kosmos den Mut zur Überwindung vorsintflutlicher, wenn auch offizieller Scheuklappen fanden.

„... und für uns kann es sehr böse Folgen haben, wenn wir fortfahren, uns den Blick von vorgefaßten Meinungen und von einem falschen Rußlandbild trüben zu lassen“, gestand die Hamburger Zeitung „Die Welt“ ein.

Der liberale „Manchester Guardian“, eines der bekanntesten großen Blätter Englands, meinte:

Wenn Rußland eines Tages zum führenden Industriestaat wird, so können wir das nicht verhindern, selbst wenn wir es wollten.

Womit er eigentlich zugab, daß nicht der unter einem „unmenschlichen System“ seufzende „zerlumpete Muschik“, der nach Befreiung lechzt, den Kreuzzugseifer des christlichen Westens verursachte, sondern im Gegenteil: die Erfolge des Sowjetstaates, die nun schon nicht mehr zu leugnen sind und als Beweis für die Überlegenheit des sozialistischen Systems erheblich an Popularität unter den Völkern gewinnen.

Die konservative Zeitung „New Statesman and Nation“ wurde in der politischen Schlußfolgerung, die sich aus dem geänderten Rußlandbild ergab, noch offener. Im Zusammenhang mit der Feststellung, daß die Ausrüstung Westdeutschlands mit Atomraketen ein „Rezept für den Beginn eines dritten Weltkrieges“ sei, klagte sie darüber, daß „alles, was wir von unseren Politikern und den meisten unserer Zeitungen hören, eine stereotype Reaktion von alten Männern ist, deren Ansichten zu Schablonen werden. Es ist erschreckend,

Mr. Dulles und Mr. MacMillan Phrasen aussprechen zu hören, die allzu vertraut sind und schon vor zehn Jahren unrealistisch waren . . . Wir haben buchstäblich keine andere Wahl als Koexistenz oder Untergang.“

Solche und viele ähnliche Einsichten riefen die Sputniks hervor, als überzeugende Demonstration der Kraft der Sowjetunion und des hohen Standes, den sie bereits auf vielen Gebieten in raschem Tempo erreicht hat. Damit zerrissen sie auch das in den letzten Jahren sowieso schon merklich vergilbte falsche Rußlandbild.

## **Der arme Hund**

Als mit den ersten Meldungen über den erfolgreichen Start des Sputnik II bekannt wurde, daß er einen Passagier, die Hündin Laika, mit sich führte, spielte dieses Tier sofort eine große Rolle in der Anteilnahme des Publikums an dem großen Ereignis.

Das war ganz naheliegend; denn die menschliche Phantasie bemächtigt sich nun einmal gern dieser oder jener Einzelheit mit besonderer Vorliebe, selbst wenn ihre Bedeutung im Vergleich zum gesamten Ereignis geringfügig sein mag. Was man übrigens von der Hündin Laika nicht einmal sagen kann.

Zwar war sie nicht das erste Lebewesen im Weltall – sowohl amerikanische wie auch sowjetische Höhenraketen hatten schon seit geraumer Zeit und in großer Zahl Tiere an Bord, vor allem Mäuse, Hunde und sogar Affen, von denen die meisten wohlbehalten wieder geborgen wurden. Aber deren Aufenthalt in den Gipfelhöhen von einigen hundert Kilometern dauerte jeweils nur wenige Sekunden oder Minuten. Die Messungen und Filmaufnahmen von ihrem Verhalten während des Fluges ergaben wertvolle, aber längst nicht ausreichende Aufschlüsse über die Wirkung der Bedingungen eines solchen Fluges auf höher organisierte Lebewesen. Im Vordergrund stand dabei die Frage: Wie würden sich der Zustand der Schwerelosigkeit und die kosmische Strahlung außerhalb des schützenden Mantels der Erdatmosphäre über längere Zeiträume hinweg auf so ein Wesen auswirken?

Diese Frage muß natürlich neben vielen anderen restlos geklärt sein, ehe man es wagen kann, Menschen in den Raum zu schicken. Hier können von vornherein nur Tierversuche in Betracht kommen. Und damit fiel Laika die Ehre zu, als erster Passagier eines Meßsatelliten für längere Zeit um die Erde zu kreisen.

Man kann sagen, daß es wohl noch kaum ein Tier gegeben hat, das für eine ruhmvollere Aufgabe sterben mußte – eine Aufgabe, für die sich übrigens viele Menschen in allen Ländern der Welt freiwillig bereit gefunden hatten.

Trotzdem kamen die Zentralen der Antisowjethetze auf den ausgefallenen Gedanken, die – Tierschutzvereine gegen diese Verwendung eines Hundes in Bewegung zu setzen. Das war eine Verzweiflungstat, die man nur mit der

völligen Entgeisterung erklären kann, in die jene Zentralen durch die Ausmaße der Leistungen des neuen Sputnik versetzt wurden.

Eingaben an Weltbehörden wurden verfaßt, Protesttelegramme versandt. In England versuchte der Hundeschutzverband, eine tägliche Minute des Schweigens aller Hundefreunde zu arrangieren. Einer dieser „Hundefreunde“ aus London forderte seine Mit-Hundefreunde sogar auf, ihre vierbeinigen Lieblinge zu einem Protestmarsch vor die sowjetische Botschaft in London und zu einem einstündigen Protestgebell dort zu veranlassen – auf streng freiwilliger Basis selbstverständlich, weshalb die ganze Geschichte dann wohl ins Wasser fiel.

Im gleichen England wurden, nebenbei erwähnt, nach einem amtlichen Bericht des britischen Innenministeriums im Jahre 1956 nicht weniger als 2 790 940



„Niemals werde ich den Russen verzeihen, was sie mit dem armen Hund machen . . ., übrigens, wo hast du diesen wundervollen neuen Fuchs bekommen?“

*Zeichnung: Vicky  
(Daily Mirror, London)*

Versuche an lebenden Tieren vorgenommen, davon 87 Prozent ohne Betäubung. Diese Zahl ist nicht einmal überraschend hoch. Versuche an lebenden Tieren – nicht nur Insekten, Mäusen und Ratten, sondern auch an Meerschweinchen, Vögeln, Hunden und Affen – werden in fast allen Ländern der Welt laufend in großer Zahl vorgenommen, teils zu Forschungszwecken, vor allem in der Medizin, zu einem erheblichen Teil aber auch für die ständige Überprüfung pharmazeutischer Produkte. Diese Tiere sterben, damit die Menschen länger und gesünder leben können.

Aber abgesehen davon können solche Proteste gerade aus jenem Teil der Welt wenig überzeugen, in dem – nachdem wir mit einiger Not den gewaltamen Tod von 55 Millionen Menschen überstanden haben, die alle durchaus unfreiwillig starben – geduldet wird, daß heute die Verantwortlichen für dieses große „Experiment“ an Völkern bereits ein neues, noch größeres Massaker vorbereiten. Unerhörte Experimente wurde an vielen Tausenden Menschen von den gleichen Verantwortlichen vorgenommen; selbst Frauen und Kinder wurden dabei verstümmelt oder grausam umgebracht.

Wer von diesen humanen Hundefreunden mag wohl schon gegen die Aufrüstung Westdeutschlands mit Kernwaffen und Fernraketen oder gegen die

amerikanischen strategischen Bomberbasen auf englischem Boden protestiert haben – und zwar mit jener nachhaltigen Konsequenz, die der erheblich größere Maßstab und der Ernst der Gefahr nötig machen? Denn hier ist mehr bedroht als das Leben sämtlicher Hunde auf der ganzen Welt . . .!

Deshalb hatte ein gewisser Rino Sanders ganz recht, der in einer westdeutschen Zeitung nicht ohne Bitterkeit schrieb:

Jedes Land hat seinen Tierschutzverein, Menschenschutzvereine dagegen gibt es nicht . . . Es ist gut, daß die Tiere unser Verhalten ihnen gegenüber nicht durchschauen. Sie würden sonst vielleicht behaupten, daß die Interventionen für Laika bestenfalls Ausdruck eines schlechten Gewissens den Menschen gegenüber wären. Vielleicht fiept Laika – die Menschen aber, Menschen in Not, haben geschrien, vor zweitausend oder auch vor zwanzig Jahren, und in stummer oder stimmloser Not . . . und wer hat sie gehört?

So entlarvte sich der falsche Gefühlsrummel um Laika rasch, noch bevor er zur Legende werden konnte, als eine billige Heuchelei, die sich darum bemühte, schwachsinnige Formen von übertriebener Tierliebe gegen die humanen Ziele der Menschheit mobil zu machen. Wir haben ihn nur deshalb überhaupt erwähnt, weil er zeigt, wie kläglich die Versuche waren, gegen die überwältigende Wucht der Sputniks zu wirken. Außerdem ist er überaus kennzeichnend für die Erbärmlichkeit der Gesinnung seiner Urheber und überhaupt für die Praktiken der weitgehend geplatzten Antisowjethetze.

## **Zauberstab Wissenschaft**

Es wäre ein überflüssiges und ermüdendes Unterfangen, wollten wir die Kette der meist sehr gewagten Versuche fortsetzen, das Auftauchen der Sputniks mit all seinen weltanschaulichen und politischen Konsequenzen irgendwie „schonend“ für das abendländische Weltbild zu erklären.

Die einen versuchten es eben mit „deutschen Wissenschaftlern“, die anderen mit „unmenschlichen Anstrengungen der Sowjets gerade auf diesem einen Punkt.“ Und die ganz Dummen kamen auf den Hund.

Praktisch ging es dabei um nichts anderes als darum, die tatsächlichen Ursachen in einem möglichst dichten Nebel von Scheinerklärungen zu verhüllen.

Diese tatsächlichen Ursachen aber liegen zweifellos in der prinzipiellen und immer mehr auch praktischen Überlegenheit des sozialistischen Gesellschafts-systems gegenüber dem kapitalistischen. Und das bezieht sich keinesfalls nur auf die Einstellung zur Wissenschaft! Die sozialistische Gesellschaft handhabt eben den Zauberstab Wissenschaft in der richtigen Weise und für die richtigen Ziele.

„Nach all den Berichten über die neuen Universitäten und technischen Institute – bei einem Volk, das noch vor einer Generation weitgehend aus Analphabeten bestand – haben es sich die westlichen Länder selbst zuzuschreiben, wenn sie der ‚Sputnik‘ im Schlaf überraschte.“

(Aus „Vorwärts“, Basel v. 8. 11. 57)

„Die Stärke der sowjetischen Wissenschaft ist ihre Verbindung mit der Praxis, mit dem Leben. Ihre Haupteigenschaften sind Kollektivegeist, gewaltige Maßstäbe der wissenschaftlichen Arbeiten, Verbindung mit der Produktion, treuer Dienst an den Interessen des Volkes, das den Kommunismus aufbaut.“

*Akademie-Mitglied A. Toptschijew,  
Erster Wissenschaftlicher Sekretär  
des Präsidiums der Akademie der  
Wissenschaften der UdSSR*

Doch innerhalb solcher Grenzen sind Respekt und sogar Ehrfurcht vor dem Wissen und der Wissenschaft in der Sowjetunion überraschend groß. Man ehrt sie nicht nur gelegentlich, sondern Wissenschaftler und Künstler stehen auch materiell mit an der Spitze dieser Gesellschaftsordnung.

In den letzten Jahren hat man zwar immer mehr von der russischen Wirklichkeit erkannt, doch allzuviel Wunschdenken und Illusion sind noch geblieben. Der Erdsatellit hat mit dem Schock,

den er verursachte, jetzt offensichtlich das meiste davon hinweggefegt. Die wichtigste Erkenntnis für den Westen sollte sein, daß möglicherweise künftig die erste Rolle von denen gespielt werden dürfte, die dem technischen Denken und der technischen Intelligenz den größten Rang zubilligen.

*Wilhelm Backhaus in „Die Welt“*

### „Die Eierköpfe“

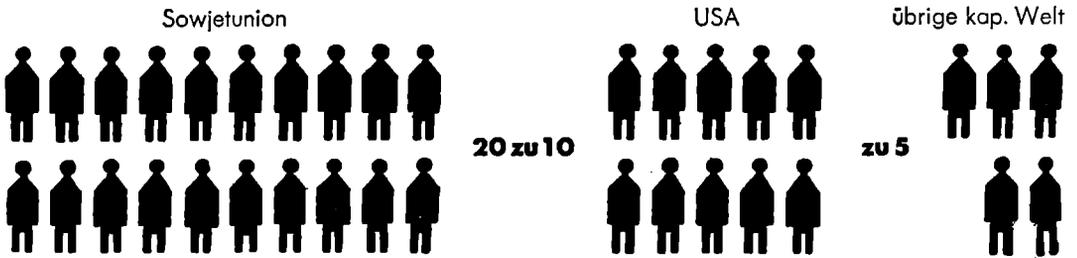
Mr. Babbitt erschien die „Eierköpfe“, wie der Durchschnittsamerikaner die Wissenschaftler verächtlich zu nennen pflegt, von jeher als ein Luxus, den sich das hart arbeitende Amerika im Grunde genommen gar nicht leisten könne.

Deshalb haben die Sputnik-Erfolge nach dem Urteil des amerikanischen Star-Kommentators Walter Lippmann „unsere Kulturwerte gründlich in Frage gestellt, vor allem die Art, wie wir unser Leben führen.“ „Amerika müsse“, fordert Lippmann, „nun Schluß machen mit der mißtrauischen Nichtachtung der Gehirne und des originellen Denkens.“

*Soweit das westdeutsche Nachrichtenmagazin „Der Spiegel“: „Mißtrauen“ und „Nichtachtung der Gehirne und des originellen Denkens...“? Hat man das nicht noch vor kurzem genau anders herum gehört?*

Nur der sozialistische Staat ist in der Lage, große Mittel kühn auf Projekte von höchster allgemeiner, zukunftsweisender Bedeutung, die er frei von selbstsüchtigen engen Firmeninteressen zu erkennen vermag, zu konzentrieren und für ihre Verwirklichung die nötigen umfangreichen schöpferischen und produktionsmäßigen Potenzen zu einer echten kollektiven Zusammenarbeit zu vereinen. Nur er ist in der Lage, im Rahmen der gesamten Volkswirtschaft und der wissenschaftlichen Forschung zusammenhängend zu planen und dabei Entwicklungen auf lange Sicht zu sichern.

**„Phantastische Erfolge der UdSSR“**  
**Offenes Eingeständnis des amerikanischen Amtes für Ausbildung**

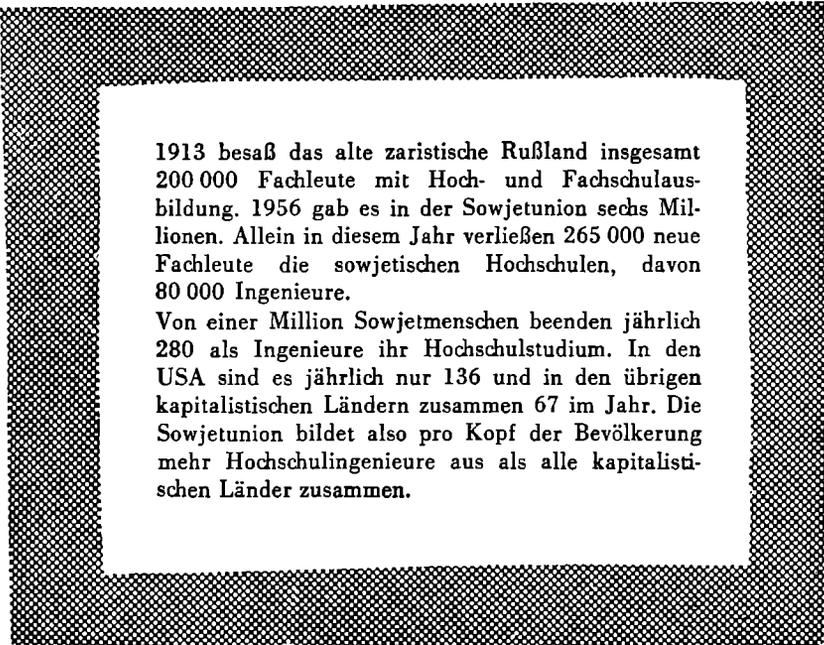


**Verhältnis der Ausbildung technisch-wissenschaftlicher Kader**

New York (EB). „Seit 1927 kann die Sowjetunion auf phantastische Erfolge auf jedem Gebiet der Erziehung hinweisen“, schreiben die „New York Times“ in einem Artikel über die technisch-wissenschaftliche Ausbildung in der UdSSR, dessen Grundlage ein zweijähriges Studium des amerikanischen Amtes für Ausbildung ist. „Vor 30 Jahren wurde dort die Zehnklassenschule von 115 000 Schülern besucht. Gegenwärtig sind es mehr als 30 Millionen.“

„In den Universitäten ist die Zahl der Studenten im gleichen Zeitraum von 169 000 auf 1 867 000 gestiegen“, schreiben die „N. Y. Times“. „Der Schüler, der die sowjetische hohe Schule nach zehn Jahren verläßt, ist besser ausgebildet als sein Partner in den USA nach 12 Jahren. In den sowjetischen Schulen wird der größte Wert auf Naturwissenschaften und Fremdsprachen gelegt.“

Nur im Sozialismus kommt auch die gesamte schöpferische Kraft des Volkes zur Entfaltung, indem er die ganze vom Antagonismus der Klasseninteressen entlastete Bevölkerung an Arbeiten großen Ausmaßes und gesamtnationaler oder internationaler Bedeutung beteiligt. Nur in ihm ist die nötige großzügige Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeit und der Ausbildung wissenschaftlicher Kader, bei echter Auslese der Begabtesten, gegeben. Nur im Sozialismus sind im wesentlichen alle unsachlichen und antiwissenschaftlichen Einflüsse auf die Entwicklung ausgeschaltet, die im Kapitalismus oft in so grotesker Weise den Durchbruch wissenschaftlicher Auffassungen in Grundsatzfragen und in der Praxis der Massenerziehung behindern: von den Kirchen mit ihrer dogmatischen Konservierung vorsintflutlicher Weltanschauungen bis zu den Schnapsfabrikanten, die den Genuß von Alkohol als Lebenselixier propagie-



1913 besaß das alte zaristische Rußland insgesamt 200 000 Fachleute mit Hoch- und Fachschulausbildung. 1956 gab es in der Sowjetunion sechs Millionen. Allein in diesem Jahr verließen 265 000 neue Fachleute die sowjetischen Hochschulen, davon 80 000 Ingenieure.

Von einer Million Sowjetmenschen beenden jährlich 280 als Ingenieure ihr Hochschulstudium. In den USA sind es jährlich nur 136 und in den übrigen kapitalistischen Ländern zusammen 67 im Jahr. Die Sowjetunion bildet also pro Kopf der Bevölkerung mehr Hochschulingenieure aus als alle kapitalistischen Länder zusammen.

ren; von Monopolen, die Hochschulen finanzieren und dafür vorschreiben, was dort gelehrt werden darf, bis zu den Illustrierten, die Astrologie, fürstliche Bettgeschichten und den Glauben an die Dämonie des Lebens als weltanschauliches Brot für das einfache Volk verkaufen.

In einem solchen Durcheinander von unwissenschaftlichen Einflüssen im Dienste von Interessen, die objektiv den Interessen der Menschheit widersprechen, kann die Wissenschaft nicht gedeihen. Weder Dollarmilliarden noch hektische Vorstöße auf Teilgebieten können ihr von ihrem allgemeinen Elend abhelfen, das sie im Kapitalismus immer mehr umschlingt. Grundlagen, Gesamtzusammenhänge, Kollektivität und Förderung der Wissenschaft sind im Sozialismus grundsätzlich überlegen und sichern ihr in steigendem Maße die Weltspitze auf allen Gebieten.

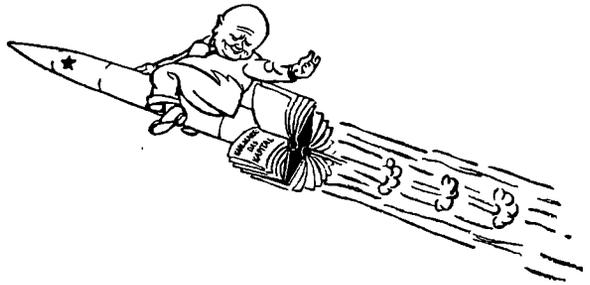
Diese allgemeine Lage äußert sich praktisch darin, daß zum Beispiel – wie eine Untersuchung der amerikanischen Purdue-Universität kürzlich ergab – in den USA immer mehr junge Menschen sich enttäuscht von der Wissenschaft und ihren Berufen abwenden, während im ganzen sozialistischen Lager die gegenteilige Bewegung festzustellen ist.

Auch die finanzielle Beschränktheit der kapitalistischen Staatsbudgets gegenüber der Wissenschaft ist offenbar unheilbar. Selbst auf Gebieten, die durch die beiden Sputniks Gegenstand höchsten und allerhöchsten Interesses geworden sind, reicht sie nicht über nackteste militärische Anstrengungen hinaus.

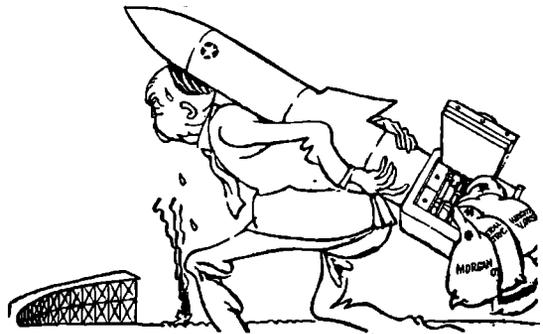
Als kennzeichnendes Beispiel: Während in Westdeutschland Milliarden zum

Ankauf amerikanischer Raketenwaffen zur Verfügung gestellt wurden und mehrere Unternehmer, an ihrer Spitze der unentwegte Luftwaffenschmied Heinkel, den Auftrag zur raschen Entwicklung eigener bundesdeutscher Raketen erhielten, haben die Hochschulen, auch die technischen Hochschulen, immer noch über einen großen Mangel an Mitteln zu klagen. Und sogar unmittelbar auf die Eroberung des Weltraumes zielende Forschungen, wie die des Diplomphysikers Hein in Göttingen, mußten aus Geldmangel praktisch eingestellt werden.

Von einer solchen engbegrenzten, militärisch-rüstungsmäßigen Zielsetzung ist man selbst in den USA, trotz aller zwingenden Veranlassung zur besseren Einsicht, noch keinesfalls geheilt. Darüber mußte sich sogar Wernher von Braun beklagen, der mit dem von ihm geleiteten Raketenforschungsprogramm der US-Army gegenüber der US-Navy mit ihren glorreichen Mißerfolgen stark in den Vordergrund gerückt ist. Er äußerte auf einer Pressekonferenz in Los Angeles noch im März 1958, daß seine Arbeiten an einem bemannten Erdsatelliten durch die Forderung des Pentagon nach „einer möglichst guten militärischen Verwendbarkeit des Satelliten“ behindert würden. Man versuche dort, seine Forschungen in ein ausgearbeitetes „Konzept eines idealen Waffensystems“ einzupassen und stelle die Forderung, daß vor dem Bau eines solchen Satelliten vor allem die Frage seiner Bewaffnung gelöst sein müsse. Braun bemerkte dazu bitter: „Haben denn die Gebrüder Wright unter einem solchen Waffenkonzept arbeiten müssen?“



**Auf den richtigen Treibstoff kommt es an**  
*Nach einer Zeichnung von Leo Haas*



Unter dem Eindruck solcher Erfahrungen ist es kein Wunder, daß Braun auf der gleichen Pressekonferenz davor warnte, den gelungenen Start des zweiten USA-Satelliten, den „Vanguard“, als Anlaß zu einem „Überoptimismus“ zu nehmen. Die Sowjetunion werde weiterhin auf diesem Gebiet in Führung bleiben.

Wenn schon ein Wernher von Braun so klagen muß, der heute als As der USA-Raketenforschung gilt, der relativ großzügig gefördert wird und der obendrein seit Jahren das Getriebe um Wissenschaft und Forschung in den USA am eigenen Beispiel gründlich kennengelernt hat, kann man sich vorstellen, wie die Verhältnisse erst auf anderen, weniger aktuellen Gebieten beschaffen sind.

Unter den gegebenen politischen Umständen ist es ein Vorteil für die Menschheit, daß es bei der Kluft zwischen Wollen und Können, zwischen Plänen und Verwirklichung bleiben wird, was die Eroberung des Weltraumes durch die USA-Militärs und ihre Trabanten betrifft.

Trotzdem ist in den nächsten Jahren, vor allem durch Erfolge der sowjetischen Arbeiten, mit einem raschen Fortschreiten der Menschheit auf ihrem Weg ins All zu rechnen. Die Menschheit, die am 4. Oktober 1957 ihren Fuß über die Schwelle gesetzt hat, wird nicht eher ruhen, als bis sie die Tür weit genug aufgestoßen hat, um in den Raum dahinter, in den Weltraum zu gelangen.

Es geht darum, vor allem in den nächsten Jahren dafür zu sorgen, daß sich dabei nicht falsche Finger falscher Knöpfe bedienen.

# inhalt

<b>Götter und Gestirne</b> .....	9
Zweifler unter Griechenlands Him- mel .....	9
Sonne, Mond und Sterne – und die Erde? .....	12
Der Kosmos in der Zauberschachtel Die „Christliche Topographie“ des Mittelalters .....	15
<b>Und sie bewegt sich doch!</b> .....	19
Ein Domherr treibt Himmels- mathematik .....	19
Des Kaisers Astronom .....	21
Noch einmal droht der Scheiter- haufen .....	24

<b>Was will der Mensch im All!</b> ....	69
Zunächst einmal: Was er nicht will!	69
Wenn man Kolumbus gefragt hätte Unbekannte Erde lüftet ihre Schleier .....	71
Kosmische Angelegenheiten .....	73
Laboratorien im All .....	77
Opern aus dem Äther .....	78
<b>Riegel am Tor zum All</b> .....	82
Die Erde hält uns fest .....	84
40 000 Kilometer pro Stunde ....	84
Raketen kontra Schwerkraft ....	85
<b>Raketen – Schlüssel zum Weltraum</b>	89
Neue Flügel .....	92

## Weiter Weg zur Wahrheit I

Ein Apfel fiel nicht weit vom Stamm .....	28
<b>Blick ins Weltall</b> .....	32
Lebensquell Sonne .....	32
9 Planeten und 31 Monde – vorläufig! .....	37
Milliarden Sonnen .....	40
Jenseits der Milchstraße .....	43
<b>Sterne und Atome</b> .....	46
Blick ins Atom .....	46
92 Elemente .....	52
Geheimnisse des Lichts .....	53
Sternchemie .....	56
Überriesen und Zwerge .....	58
Kosmische Atomkraftwerke .....	62

## Der Sprung in den Weltraum II

... aber uralte Prinzipien .....	94
Feststoffraketen ... ..	96
... oder Flüssigkeitsraketen .....	98
Das Herz der Rakete .....	102
Brennstoffsorgen .....	103
Aus eins mach drei .....	106
Auf den rechten Weg gebracht ...	109
<b>Unternehmen Sputnik</b> .....	111
Die Nachricht des Jahrhunderts ..	111
Der rote Mond .....	114
Die kosmische Hundehütte .....	115
Auf himmlischen Bahnen .....	125
Geheimnisvolle Raketen .....	130
Viel Lärm um „Vanguard“ .....	131

## Wenn wir den Sternen näher rücken ... III

<b>Menschen im Weltall</b> .....	139	Auf der Station .....	170
Der dritte Schritt .....	139	Weltraummonteure .....	173
Zukunftsfahrplan der Raumfahrt .	142	Raumstation — alles umsteigen! .	176
Tausend Gefahren .....	146	<b>Entdeckungsreisen Im planetarischen</b>	
Beschleunigung—oder das geheimnisvolle „g“ .....	148	<b>Raum</b> .....	179
Schwerelos im Raum .....	150	Besuch beim nächsten Nachbarn ..	179
Gefährliche Strahlen .....	153	Filiale Mond .....	182
Geschosse aus der Tiefe des Welt- raums: Meteoriten .....	157	Mars, Venus und so weiter .....	187
		Planetarische Extravaganzen ....	192
<b>Verkehr im Kosmos</b> .....	159	<b>Der Flug zu anderen Sternen</b> .....	195
Und der Weltraumflug findet doch statt! .....	159	Eine fliegende Stadt .....	195
Zwischenstufe Außenstation .....	161	Verkehr im galaktischen Raum? .	196
Das kosmische Riesenrad .....	162	Raumschiffe von übermorgen ....	198
Es geht auch einfacher .....	165	Wenn die Zeit sich dehnt .....	202
		Die letzte Reise .....	204

## Neues Licht über der alten Welt IV

<b>Freude auf Erden</b> .....	207	<b>Eine Strategie stürzt ab</b> .....	227
TASS meldet eine Sensation ....	207	Eine Parade und ihre Wirkung ..	227
1:0 für die Menschheit .....	208	Wunschträume und Wirklichkeit .	229
Überall Sputnik .....	210	Weltraumdiplomatie .....	231
		Die große Gefahr .....	236
<b>Die Reaktion der Re-Aktionäre</b> ...	214	<b>Fromme und unfromme Legenden</b> .	244
Messer und Raumrakete .....	214	Der unvermeidliche großdeutsche	
Dirigenten, die den Taktstock ver- loren .....	215	Beutefachmann .....	244
Titel schützt vor Torheit nicht ...	216	Nichts fehlte — außer „Geld und Gemeinschaftssinn“ .....	247
Der Taktstock findet sich wieder ..	219	Der „zerlumppte Muschik““ und seine Sputniks .....	249
Astronautische Hoffnungen — aero- nautische Drohungen .....	220	Der arme Hund .....	251
Kurse, Krise — und ein Geheim- bericht .....	224	Zauberstab Wissenschaft .....	253

