

# lest Bücher LIST Bücher

Dichtung, Leben

Wissen der Welt

Bisher sind erschienen:

<i>Knut Hamsun</i>	Die Liebe ist hart, Roman
<i>Rudyard Kipling</i>	Die schönste Geschichte der Welt
<i>Carl Hagenbeck</i>	Von Tieren und Menschen
<i>Henry Ford</i>	Erfolg im Leben, Mein Leben und Werk
<i>Vittorio G. Rossi</i>	Ozean, Roman
<i>Axel Munthe</i>	Seltsame Freunde
<i>Robert von Ranke Graves</i>	Ich, Claudius, Kaiser und Gott
<i>V. Blasco Ibañez</i>	Das Leben befiehlt, Roman
<i>Knut Hamsun</i>	Victoria, Die Geschichte einer Liebe
<i>Betty Martin</i>	Das Wunder von Carville Erlebnis einer Heilung
<i>William L. Laurence</i>	Die Geschichte der Atombombe
<i>Günther Weisenborn</i>	Die Furie, Roman
<i>Sinclair Lewis</i>	Mantrap, Roman
<i>Ludwig Reiners</i>	Fräulein, bitte zum Diktat Hand- und Wörterbuch der Sekretärin

In Vorbereitung:

<i>Lists</i>	Taschenatlas der Welt
<i>Robert Prechtl</i>	Untergang der Titanic, Roman
<i>Charlotte Köhn-Behrens</i>	Du bist Dein Schicksal Wege zum Erfolg in Leben und Liebe
<i>Wilhelm Schäfer</i>	Der Hauptmann von Köpenick, Roman
<i>Selma Lagerlöf</i>	Gösta Berling, Roman
<i>Dagobert v. Mikuschi</i>	König Ibn Saud, Mekka, Öl und Politik
<i>Gerhard Bahlsen</i>	Das Fünfminutenlexikon

Jeder Band DM **1<sup>90</sup>**

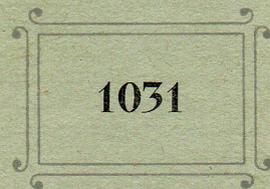
LIST-Bücher in allen Buchhandlungen

VOLKSBIBLIOTHEK  
BERCKERSKLEINE VOLKSBIBLIOTHEK  
BERCKERSKLEINE VOLKSBIBLIOTHEK  
BERCKERSKLEINE VOLKSBIBLIOTHEK

DR. JOHANN WOLFGANG GOETHE

## Weltraumfahrt

UTOPIE oder WIRKLICHKEIT?



# STILLSTAND IST RÜCKGANG!

*Dem geneigten Leser ein Wort zuvor:*

**BERCKERS KLEINE VOLKSBIBLIOTHEK** hat sich die Herzen aller erobert, die von der tiefen Wahrheit des Sprichwortes wissen, das wir an die Spitze dieser Seite stellen.

**BERCKERS KLEINE VOLKSBIBLIOTHEK** möchte allen, die immer wieder ihr Wissen zu erweitern suchen und die den Stillstand durch lebendige Anteilnahme an den Bereichen des Wissens überwinden, eine gute Hilfe sein. BKV will kein Lehrbuch ersetzen. Aber bei dem heutigen Stand der Wissenschaften ist dem Einzelnen die *umfassende* Kenntnis nur weniger Spezialgebiete möglich. Deshalb bietet sich BKV zur kurzen, zuverlässigen Orientierung an. Die Verfasser versuchen, objektiv den modernen Stand jedes behandelten Gebietes zu umreißen. BKV will nur Mittler sein und das eigene Urteil des Lesers nicht vorwegnehmen, sondern die Urteilsbildung anregen und fördern. BKV braucht immer die echte Mitarbeit des Lesers. BKV veröffentlicht auch Textausgaben deutscher und ausländischer Literatur.

**BERCKERS KLEINE VOLKSBIBLIOTHEK** bietet: für einen überraschend niedrigen Preis die gute Übersicht über ein Sachgebiet auf knappstem Raum / Vielseitigkeit der Themen / die durch berufene Fachleute gewährleistete Wissenschaftlichkeit / die trotzdem verständliche Darstellung / das handliche Taschenformat und die gefällige Aufmachung / die gute Möglichkeit der Anlage oder Ergänzung einer Heimbibliothek mit geschmackvollen Sammelkassetten.

**VERGESSEN SIE BITTE NICHT**, uns Ihre Anschrift mitzuteilen, wir möchten Ihnen stets unsere neuen Verzeichnisse zusenden.

**IHRER AUFMERKSAMKEIT EMPFEHLEN WIR** auch die Firmenwerbung dieses Heftes, der Sie wirklich vertrauen können!

**VERLAG BUTZON & BERCKER - KEVELAER RHLD.**

Dr. Johann Wolfgang Goethe

## WELTRAUMFAHRT

Utopie oder Wirklichkeit?

---

### Einleitung

Weltraumfahrt ist ein uralter Wunschtraum der Menschen. Vor Jahrhunderten haben sich schon phantasiebegabte Dichter mit diesem Thema beschäftigt. Entsprechend der Unvollkommenheit der damaligen astronomischen Kenntnisse und der Technik ihrer Zeit hatten die Schilderungen nur utopischen Charakter. LUKIANs „Vera Historia“ (160 n. Chr.), CYRANO DE BERGERACs „Mondstaaten und Sonnenreiche“ (1648–50) und KEPLERs „Traum vom Monde“ (1630) zählen zu diesen Schöpfungen vorausahnender menschlicher Phantasie. Bei weitem die größte Berühmtheit von allen literarischen Erscheinungen dieser Art haben die beiden Romanbände des französischen Schriftstellers JULES VERNE „Von der Erde zum Mond“ und die „Reise um den Mond“ (1866) erlangt. Der Erste, der sich ernsthaft mit dem Problem der Weltraumfahrt (Astronautik) befaßte, war HERMANN GANSWINDT, welcher bereits (um das Jahr 1880) ein zwar im Prinzip richtiges, freilich technisch undurchführbares Projekt eines Raumschiffes veröffentlichte. Sein Weltenfahrzeug sollte mit dem Rückstoß von Dynamitexplosionen betrieben werden. Neben verschiedenen anderen zusammengehörenden Ideen nahm GANSWINDT auch bereits für die Fahrt im schwerelosen Raum die Zentrifugalkraft als Ersatz der Schwerkraft voraus. Der russische Mathematiker ZIOLKOWSKI nahm diese Aufgabe mit wissenschaftlichem Rüstzeug in Angriff und gab von 1896 bis 1914 seine Ergebnisse in Büchern und Zeitschriften bekannt. Er eilte seiner Zeit voraus und wollte den Menschen den Weltraum erschließen, als sich die Erfinder noch vergeblich um die Beherrschung des Luftmeeres mühten. Daher fanden seine Arbeiten nicht die Beachtung, die sie verdient hätten.

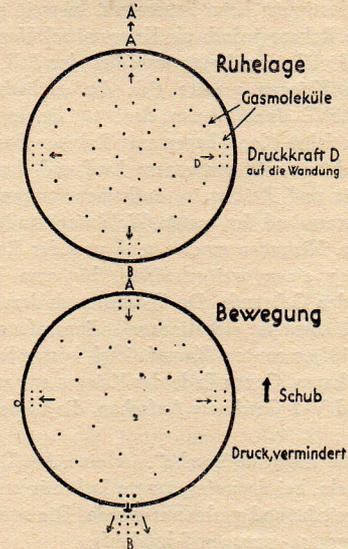
1919 folgte ihm ROBERT H. GODDARD (USA) mit einer Arbeit über Pulver- und 1935 mit einer Arbeit über Flüssigkeitsraketen. Inzwischen hatte Professor HERMANN OBERTH (1923) sein weltberühmt gewordenes Buch: „Die Rakete zu den Planetenräumen“ erscheinen lassen. Alle anderen Pioniere des Raumfahrtgedankens und der Raketentechnik, VALIER, TILING, SCHMIEDL u. a. bauten auf der von OBERTH gegebenen Grundlage weiter. Sie gewannen die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt für diese Sache; das Interesse der Allgemeinheit wurde vornehmlich durch den Ufa-Film „Frau im Mond“ nach dem Roman THEA VON HARBOUS geweckt.

### Das Rückstoßprinzip und die Entwicklung der Raketentechnik

Das Raumschiff unterscheidet sich grundsätzlich von einem Flugzeug. Es kann heute wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden, daß der Weltraum keine Luft enthält. Die Luft ist nur eine dünne Gashülle, welche unseren Erdball umschließt. Ein Flugzeug aber braucht die Luft als Stützpunkt, damit Propeller und Tragdecke wirken können. In 30 Kilometer Höhe ist die Luft bereits so dünn, daß sie kaum noch ein Flugzeug zu tragen vermag. Stellt man sich die Erde als einen Globus von 1,20 Meter Durchmesser vor, so ist diese (das Flugzeug tragende) Luftschicht nur etwa 3 Millimeter dick, während die Entfernung zwischen Erde und Mond in diesem Maßstab rund 40 Meter beträgt. Die Dichte der Atmosphäre nimmt mit der Höhe immer weiter ab. Spuren sind noch in 1000 Kilometer Höhe anzunehmen, wie aus dem Auftreten von Polarlichtern zu schließen ist. Darüber beginnt der vollkommen leere Weltraum, die künftige Domäne von Raumschiffen, die dank ihrer andersgearteten Konstruktion die Luft nicht mehr als Stützpunkt benötigen.

Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse ist der Rückstoß nicht die einzige Antriebsart, welche auch im luftleeren Raum wirksam ist (evtl. auch Kathodenstrahl- und Magneteffekt). Sie ist keineswegs eine menschliche Erfindung; in der Natur findet sie sich z. B. beim Tintenfisch, der sich fortbewegt, in-

dem er Wasser mit großer Kraft ausstößt. Ein Rückstoß kommt nämlich stets zustande, wenn irgendwelche Massen stofflicher Natur, wie feste Körper, Flüssigkeiten, Gase, ja selbst kleinste Masseteilchen, z. B. Elektronen mit entsprechender Geschwindigkeit ausgestoßen werden. Folgende Überlegung erläutert uns dieses Prinzip: Ein prall gefüllter Luftballon liegt reibungslos auf dem Tisch. Nach jeder Seite wirken gleich große Druckkräfte. Keine Richtung ist bevorzugt. Nach einem Nadelstich in die Hülle entweicht das Gas. Das Gleichgewicht des Druckes ist gestört. Dem Druck bei A entspricht bei B kein gleichgroßer Gegendruck. Der Ballon muß sich in Richtung AA' bewegen. Dieser Effekt heißt: Schub. Er ist eine Kraft, gemessen in kg. Eine andere physikalische Erklärung bezieht sich auf das „Prinzip der Erhaltung des Schwerpunktes“.



Man kann und muß die **Grundformel der Raketentheorie** ableiten, die besagt: Das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit

keit der Rakete ist gleich dem Produkt aus Masse und Geschwindigkeit der ausgestoßenen Gase. Mit Hilfe dieser Grundformel läßt sich die Geschwindigkeit der Rakete in jedem Augenblick ihres Fluges berechnen: sie ist gleich dem Produkt aus Masse und Geschwindigkeit der ausgestoßenen Gase, geteilt durch die Masse der Rakete.

Jedem Schützen ist der Rückstoß bekannt, den das Gewehr erfährt, wenn beim Abschuß das Geschöß und die Pulvergase den Lauf verlassen. Beim Maschinengewehr wird er zum Laden nutzbar gemacht. Die erste Anwendung fand der Rückstoß in Gestalt der Pulverrakete, die von Chinesen um 900 n. Chr. erfunden sein soll. Sie wurde im Laufe der Zeit für viele Zwecke verwendet, so bei der Rettung Schiffbrüchiger, als Notsignal bei Schiffen, zur Postbeförderung im Gebirge, zur Volksbelustigung beim Feuerwerk. In weit größerem Umfang fand die Rakete jedoch als Kriegsmittel Verwendung. Bereits im Dreißigjährigen Krieg war dies der Fall. In den Napoleonischen Kriegen machte sich der englische Raketenoberst CONGREVE einen Namen, der 1806 Boulogne und im übernächsten Jahre Kopenhagen mit Raketen beschöß. Später, als die Geschütze mit gezogenem Lauf und damit großer Treffsicherheit und Reichweite aufkamen, traten die Raketen in den Hintergrund. Im ersten Weltkrieg fanden sie keine Anwendung. Hingegen machte man von der Rakete im zweiten Weltkrieg einen weitgehenden, bis zum Kriegsende stets wachsenden Gebrauch. Do-Werfer, nach dem General DORNBERGER benannt, Stalinorgel, Panzerfaust, Panzerschreck u. a. Die genannten Kampfmittel bestanden alle noch aus Pulverraketen. Gegen Ende des Krieges erregten die deutschen V-1- und V-2-Geschosse Aufsehen, die beide Rückstoßantrieb hatten.

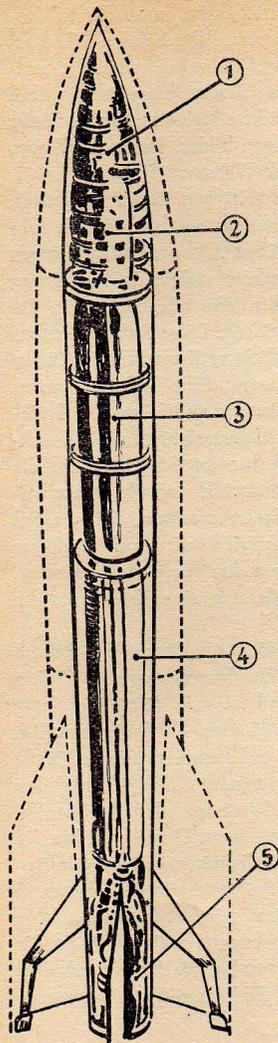
V-1, „Die fliegende Bombe“, ist eine Art Düsenflugzeug mit Tragflügeln, bei dem eingesaugte Luft mit zerstäubtem Brennstoff gemischt und verbrannt wurde. Die ausströmenden Verbrennungsgase erzeugen Schubkraft.

V-2 war eine sog. Flüssigkeitsrakete, d. h. eine Rakete, die nicht mit Pulver, sondern mit flüssigem Brennstoff betrieben wurde. Eine Rakete dieser Art muß den zur

Verbrennung nötigen Sauerstoff mitführen, entweder in flüssiger Form oder in Form einer sauerstoffabgebenden Substanz, während das Pulver den Sauerstoff chemisch gebunden enthält. Sie bedarf einer eingehenden Beschreibung, ist sie doch die Form der Anwendung des Rückstoßprinzips, das vorläufig allein die Basis für große Leistungen bildet. Sie ist der Urtyp der Rakete in der Vorstellung der Weltraumfahrer.

Die V-2 hieß bei den Fachleuten A 4, was darauf hindeutet, daß sie eine Anzahl Vorläufer hatte. Es waren aber auch Projekte ausgearbeitet worden, die über A 4 noch hinausgingen und zwar bis zu A 10, einer Fernrakete, welche die Entfernung Europa-Amerika überbrücken sollte. Sie alle wurden in der Versuchsanstalt Peenemünde entwickelt. Diese Raketen hatten bereits eine außerordentlich komplizierte Konstruktion, ließen jedoch sämtlich im Aufbau drei wesentliche Teile erkennen: den Motor, bestehend aus Brennkammer und Düse, den Treibstofftank und die automatische Steuereinrichtung. Zweckmäßigerweise befand sich der Motor im Schwanzstück, die Treibstoffbehälter waren im Mittelstück und die automatischen Steuereinrichtungen in der Spitze montiert. Dort befand sich auch die Sprengladung. Prinzipiell wird ein künftiges Raumschiff die gleiche Einteilung aufweisen, jedoch wird an Stelle des Raumes für die Sprengladung eine Kabine für die Besatzung treten.

Rein äußerlich betrachtet, hatte die 14 m lange V-2-Rakete aerodynamische Form mit einem Durchmesser von 1,70 m an der dicksten Stelle. Diese Riesenrakete wog 12 830 kg, legte eine Strecke von 320 km in 5 Minuten — durchschnittlich 1 km/sec — zurück und war so vollkommen automatisiert, daß sich alle Vorgänge selbständig regelten. Nur 65 Sekunden dauerte der Antrieb durch Verbrennung der Treibstoffe, wirkte also nur im ersten Teil des Fluges. Dabei erreichte die Rakete bei einer Höchstgeschwindigkeit von 1 550 m/sec (Meter pro Sekunde), entsprechend 5 580 km/h (Kilometer in der Stunde), eine Höhe von 25 km, stieg aber dann infolge der ihr innewohnenden Bewegungsenergie weiter auf 80 bis 120 km an. Der Schub betrug 25 000 kg, die Masse nach dem Verbrauch der Treibstoffe, die sog. Endmasse 4 150 kg, woraus



### Raketentyp „Viking“

- 1) Instrumentenkammer
- 2) Tank für Helium
- 3) Tank für flüssigen Sauerstoff
- 4) Tank für Alkohol
- 5) Raketenmotor, schwenkbar

Die Umrisse der V 2 sind gestrichelt eingezeichnet.

Die Viking ist eine Weiterentwicklung der V 2.

sich eine Beschleunigung von 70 bis 80 m/sec<sup>2</sup> ergab. Die Leistung des Raketenmotors erreichte für kurze Zeit den enormen Betrag von 600 000 PS.

Die Wirkungsweise der V-2 war folgende: aus den beiden je 4 360 Liter fassenden Vorratsbehältern wurden durch zwei Turbopumpen, die mit 5 000 Touren pro Minute umliefen, die Betriebsstoffe Alkohol bzw. flüssiger Sauerstoff angesaugt und in die Verbrennungskammer gedrückt. Die Pumpen hatten dabei den vorherrschenden Druck von ca. 20 Atmosphären zu überwinden. Der Alkohol durchfloß auf seinem Weg die Doppelwandungen der Verbrennungskammer und der Düse zwecks Kühlung und gelangte vorgewärmt in den Verbrennungsraum, in dem er durch die vorhandene Hitze entflammte. Bemerkenswert ist auch die Stabilisierung der V-2 während der Antriebsperiode. Seitliche Stabilisierungsflächen und Kreisel erwiesen sich als nicht genügend wirksam, um die unter dem gewaltigen Schub der ausströmenden Gase hochsteigende Rakete auf geradem Kurs zu halten. Dies gelang erst, als man kleine Steuerflächen in dem Gasstrom anordnete, die von Stabilisierungskreisen betätigt wurden und einen Teil der Auspuffgase so ablenkte, daß er die Rakete wieder in die richtige Lage zurückbrachte.

Die bald nach dem zweiten Weltkrieg erneut einsetzenden Versuche in USA und Rußland führten zu einer lebhaften Weiterentwicklung der Raketentechnik. Die russischen Ergebnisse sind kaum bekannt geworden. Von USA weiß man, daß auf dem Raketenflugplatz White Sands zahlreiche Versuchs-konstruktionen gestartet wurden. Die gemessene Höhe wuchs rasch: Im Juli 1947 erreichte eine V-2 182 km, im Jahre 1949 eine Consolidated Vultee 145 km. Im Februar des gleichen Jahres startete eine V-2, auf die eine WAC Corporal-Rakete aufgesetzt war, die nach Ausbrennen der V-2 den Flug fortsetzte. Dabei wurde die größte bisher erreichte Höhe von 402 Kilometer gemessen. Photographische Aufnahmen mit einer automatischen Kamera zeigten die Erde in deutlicher Kugelgestalt, ein Anblick, der uns vorläufig noch versagt ist und den erst die Raumfahrer haben werden.

## Der heutige Stand des Raumfahrtproblems

Das Problem der Raumfahrt ist heute weitgehend durchgearbeitet, Wissenschaftler in allen Kulturstaaten beschäftigen sich damit, Astronomen, Techniker und Physiologen. Sogar ein „Weltraumrecht“ hat ein vom Raumfahrtgedanken begeisterter Jurist bereits vor einer Reihe von Jahren entworfen. Zahlreiche wissenschaftliche Gesellschaften wie die Rocket Society in USA, die Interplanetary Society in England und die Gesellschaft für Weltraumforschung in Deutschland, usw., insgesamt 13 Gesellschaften in den verschiedenen Ländern der Welt, vereint in der „International Astronautical Federation“ (IAF), werben dafür. Es existiert bereits eine umfangreiche Fachliteratur, und zahlreiche Zeitschriften berichten über dieses Thema.

Die Beschäftigung mit Raumfahrt ohne einen Schuß Astronomie und Physik ist ein Unding. Überlegen wir einmal folgendes: Will man die Erde verlassen, so sind zwei Widerstände zu überwinden, der Widerstand der Lufthülle und die Wirkung der Schwerkraft (Gravitation). Bezüglich der Lufthülle haben wir erwähnt, daß deren Dichte mit zunehmender Höhe sehr rasch abnimmt und bereits in 30 km Höhe sehr gering ist, somit auch der Widerstand, den die Luft der Bewegung des Raumschiffes entgegensetzt. Ganz anders liegen die Verhältnisse dagegen bei der Schwerkraft. Sie ist bekanntlich die Anziehungskraft, die die Erde infolge ihrer Masse auf alle in ihrer Nähe befindlichen Gegenstände ausübt. Damit ist sie auch die Ursache des Gewichtes dieser Gegenstände. Zwar nimmt die Schwerkraft mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche ab, jedoch nur ganz allmählich. Ihre Abnahme richtet sich nach dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkt. Die Entfernung zwischen Erdoberfläche und Erdmittelpunkt (Erd-Halbmesser) beträgt im Mittel 6 368 Kilometer. Nehmen wir einmal die runde Zahl von 6 000 km an und setzen die Schwere an der Erdoberfläche gleich eins, so ist sie in 6 000 km Höhe über der Erdoberfläche also — doppelte Entfernung vom Mittelpunkt — gleich  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ , in 12 000 km Höhe oder dreifachem Abstand  $\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$

und so fort. Somit nimmt auch das Gewicht eines Raumschiffes entsprechend ab. Ein solches von beispielsweise 100 000 kg Gewicht an der Erdoberfläche hat in 6000 km Höhe immer noch 25 000 kg. In 100 000 km Entfernung ist sein Gewicht auf 400 kg abgesunken und in 400 000 km Abstand (etwas mehr als Mondentfernung) beträgt es noch rund 25 kg. Soll also ein Raumschiff die Erde verlassen, so muß sein, wenn auch allmählich abnehmendes Gewicht auf eine sehr große Höhe gehoben werden, und dazu ist ein entsprechender Arbeitsaufwand erforderlich. Die mathematische Berechnung ergibt eine Arbeit von 6 378 000 mkg (Meterkilogramm), um 1 Kilogramm bis an die Schweregrenze emporzuheben. Diese gewaltige Arbeit ist der Hauptgrund, weshalb bis heute die Verwirklichung der Raumfahrt noch nicht über bescheidene Vorversuche hinausgekommen ist. Selbst unsere höchstwertigen Treibstoffe geben keine genügende Arbeitsleistung her. So leistet 1 kg Wasserstoff-Sauerstoffgemisch, eines unserer energiereichsten Treibstoffgemische, nur 1,61 Millionen mkg. Für ein Benzin oder Benzol-Sauerstoffgemisch ergeben sich nur rund 1 Million und für das Alkohol-Sauerstoffgemisch sogar nur 700 000 mkg. Ganz irrig wäre es, die Lösung in der Verwendung von Sprengstoffen zu suchen, denn ihr Energieinhalt ist weit geringer, als man meist annimmt. Er beträgt bei Schwarzpulver 290 000, bei Dynamit 550 000 und bei Sprengelatine 700 000 mkg für 1 Kilogramm. Es sind noch zahlreiche andere Gemische vorgeschlagen worden, welche Vorteile bieten sollen, aber das alles ändert nichts daran, daß keine chemische Reaktion genügend Energie liefert. Die Wissenschaftler, die sich mit dem Problem der Weltraumfahrt befaßten, mußten daher nach Auswegen suchen, die wieder ein Problem für sich bilden. Solche Hilfsmittel sind:

1) Der Katapultstart. Der Rakete soll hierbei von einer auf der Erdoberfläche montierten Vorrichtung eine möglichst hohe Anfangsgeschwindigkeit erteilt werden, bevor sie ihren Weg aus eigener Kraft fortsetzt. Man hat dazu gewaltige Wurfmaschinen, Solenoide, Riesenräder, welche durch Zentrifugalkraft die Rakete abschleudern, Kreistunnels, die

den gleichen Zweck haben, etc. vorgeschlagen, aber all diese Vorschläge haben sich als undurchführbar erwiesen.

2) Eine Außenstation, eine Art „künstlichen Mond“, welcher gewissermaßen das Sprungbrett für die Raumschiffe darstellt. Auf jeden Fall soll dieses Bauwerk außerhalb der Lufthülle eine Kreisbahn um die Erde beschreiben, und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß die auftretende Zentrifugalkraft der Schwerkraft das Gleichgewicht hält. Es würde dann beliebig lange ohne Antrieb die Erde umkreisen, ohne herabzufallen. Die Geschwindigkeit, welche man ihm erteilen muß, hängt von der Höhe ab, und wird umso kleiner, je größer man die Höhe wählt. So hat man bei einem dieser Projekte für 557 km Höhe eine Geschwindigkeit von 7 585 km/sec berechnet. In 6,04 Erdradien oder 38 523 km Höhe würde die Geschwindigkeit gerade der Umlaufgeschwindigkeit des Äquators, nämlich 464 km/sec entsprechen, und die Himmelsinsel würde scheinbar unbeweglich über einem Punkt des Äquators schweben. Man denkt sich den Bau dieser Außenstation so, daß man erst ein Raumschiff in diese Bahn bringt, und dann die Außenstation aus dieses herum errichtet. Der Vorteil wird darin erblickt, daß die Raumschiffe bei ihrer Rückkehr von den Fahrten im Universum nicht mehr auf der Erde landen und wieder aufsteigen müssen, sondern an dieser im Raum schwebenden Insel vor Anker gehen. Passagiere und Betriebsstoffe werden mit kleinen Raketen hinauf- und herunterbefördert. Wie ein richtiger Bahnhof der Erde soll die Außenstation Wartesäle, Restaurants etc. aufweisen, und manche planen sogar die Einrichtung eines astronomischen Observatoriums, das dort im Raum besonders günstige Beobachtungsbedingungen bietet. Kürzlich wurde bekannt, daß der Bau eines solchen künstlichen Mondes auf Veranlassung des USA-Verteidigungsministeriums bereits in Vorbereitung ist. In diesem Fall ist er wohl ausschließlich für strategische Zwecke gedacht. Für die Zwecke der Raumfahrt dagegen bieten all diese Projekte wegen der technischen Schwierigkeiten ihrer Ausführung und der immensen Kosten kaum Aussicht auf Verwirklichung. Die Entwicklung der Raketentechnik wird möglicherweise schneller sein und solche

Hilfsmittel überflüssig machen, wie die rasche Vervollkommnung des Atlantikflugverkehrs die vor 2 Jahrzehnten geplanten „Schwimmenden Inseln“ überflüssig gemacht hat.

3) Die Stufenrakete, die aus mehreren übereinander angeordneten Raketen besteht. Ihr Vorteil liegt darin, daß die jeweils ausgebrannte Rakete abgeworfen werden kann und sich damit die zu bewegende Masse ständig vermindert. Die übrigen Raketen, welche nun eine gewisse Geschwindigkeit erlangt haben, bewegen sich unter günstigeren Bedingungen weiter. Wir haben eine solche zweistufige Kombination, die 402 km Höhe erreichte, bereits bei den neuesten Erfolgen der Raketentechnik erwähnt, und es liegen Pläne vor bis zu 7-stufigen Raketen. Solange wir die Atomrakete, — die Endlösung in der Energiefrage bei der Raumfahrt —, noch nicht haben, wird sich die Anwendung des Stufenprinzips nicht entbehren lassen.

Schließlich ist für eine Raumreise nicht nur der Energieaufwand zur Überwindung der irdischen Schwerkraft, sondern ein Vielfaches dieses Aufwandes erforderlich; die Überfahrt mit der gewünschten Geschwindigkeit, das Abbremsen bei der Annäherung an den Zielstern, die Gegenwirkung gegen die Anziehungskraft, um einen Absturz zu vermeiden, das und manches andere bedingt immer neuen Betriebsstoffverbrauch für die einfache Fahrt. Für die Rückreise kann man noch mit annähernd dem gleichen Aufwand rechnen.

Fassen wir nun einmal der Reihe nach die Probleme ins Auge, welche bei einer Weltraumfahrt auftreten und zwar: 1) beim Start, 2) bei der Fahrt durch den Weltraum und 3) bei der Landung. Ein Spezialfall von 3) ist die Umrundung eines anderen Himmelskörpers ohne Landung.

Die Aufstiegs geschwindigkeit beim Start besitzt bei bemanneten Raumschiffen eine obere Grenze, die durch den bekannten **A n d r u c k** gegeben ist. Der Andruck ist eine Kraft, die stets dann auftritt, wenn ein Körper seine Geschwindigkeit ändert. Bewegt sich ein Raumschiff mit zunehmender Geschwindigkeit aufwärts, so werden seine Insassen gegen den Boden gedrückt, als wenn ihr Gewicht zugenommen hätte.

Fliegt das Raumschiff mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, so ist von einem Andruck nichts zu spüren. Bremsst es bei der Annäherung an einen Himmelskörper, so tritt wieder ein Andruck auf, dessen Richtung bei unveränderter Lage des Raumschiffes dem beim Aufstieg entgegengesetzt ist. Wichtige Probleme bei der Projektierung des Startes sind Startrichtung, Startplatz und Startzeit. Sie hängen so sehr von den jeweiligen Gegebenheiten ab, daß sie für jede Fahrt erneut von den Astronomen berechnet werden müssen.

Die eigentliche Raumfahrt beginnt, wenn das Raumschiff die Lufthülle und den Bannkreis der Erdschwere hinter sich gelassen hat. Das Schiff muß nun auf seine vorgesehene Fahrtgeschwindigkeit in Richtung auf das Ziel gebracht werden. Die Reisegeschwindigkeit hat praktisch gesehen eine untere Grenze, da das Gewicht der mitzuführenden Lebensmittel etc. eine allzulange Ausdehnung der Reise verbietet. Bei einer Geschwindigkeit von beispielsweise 30 km/sec — also der Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne — dauert die einfache Fahrt über eine Strecke von 60 Millionen km 23 Tage und 8 Stunden. Zum Vergleich sei bemerkt, daß die Entfernung der Venus bei größter Erdnähe 41 und die des Mars im gleichen Falle 56 Millionen km beträgt. Man wird den Beginn der Reise so wählen, daß man für Hin- und Rückfahrt unter Berücksichtigung der Aufenthaltsdauer trotz der sich ständig verändernden Stellungen der Planeten keine allzu großen Entfernungen zurückzulegen hat. Man kann also nicht zu jedem beliebigen Zeitpunkt nach einem Planeten starten. Beim Mond, mit seiner relativ geringen Entfernung, liegen die Verhältnisse einfacher. Der größeren Anschaulichkeit wegen sei noch erwähnt, daß eine Fahrtgeschwindigkeit von 30 km/sec der dreißigfachen Geschwindigkeit eines Geschosses oder der hundertfachen eines Düsenflugzeuges entspricht, und man kann daraus ersehen, daß letzteres mehr als 6 Jahre zur einfachen Fahrt nach Mars oder Venus brauchen würde. Bei der Fahrt durch den Weltraum werden die Fahrer auf vollkommen veränderte, zum Teil noch völlig unbekanntes Verhältnisse und Lebensbedingungen treffen. Die Konstruk-

tion des Raumschiffes muß natürlich der Forderung entsprechen, daß es seinen Insassen möglichst die normalen Lebensbedingungen bietet. Haben sich die Raumschiffer genügend weit von der Erde entfernt, so sehen sie sich von einem tiefschwarzen Himmel rings umgeben, auf dem in einer nie gesehene Pracht die Sterne leuchten. Aber auch die Sonne, die als hellglühende Scheibe am Himmel steht, sendet Licht und Wärmestrahlung mit einer durch keine Atmosphäre gemilderten Intensität. Diese willkommene Energiequelle ist zugleich auch eine Gefahr. Auch im Weltraum innerhalb unseres Sonnensystems wirken auf das Schiff Kräfte, die berücksichtigt werden müssen. Die Anziehungskräfte der anderen Planeten und des Mondes sind im Erdabstand gering und erreichen erst bei großer Annäherung einen praktisch beachtlichen Wert. Nur wenn die Fahrt nach einem fernerem Planeten nahe an einem anderen vorübergeht, kann dessen Anziehung zu Kurskorrekturen Anlaß geben. Wohl aber ist die Anziehung unseres Zentralgestirnes auf die Fahrt des Raumschiffes stets von Einfluß. Ein Kilogramm würde, wenn wir uns die Erde wegdenken, in mittlerem Erdabstand (149,5 Millionen km) von der Sonne mit einer Kraft von 0,602 gr angezogen und diese Kraft würde ihm eine Beschleunigung von  $5,9 \text{ m/sec}^2$  in Richtung auf die Sonne erteilen. Das sind sehr geringe Werte. Aber da das Raumschiff während seiner wochenlangen Fahrt nach anderen Planeten ständig dieser Kraft ausgesetzt ist, würde das Raumschiff unter dem Einfluß der Anziehungskraft der Sonne in 30 Tagen einen Weg von rund 20 Millionen Kilometern in Richtung auf die Sonne zurücklegen. Mit geringerem Abstand von der Sonne, z. B. in Venusentfernung, wachsen, bei größerem Abstand, z. B. in dem der Marsbahn, verringern sich diese Kräfte. Im allgemeinen wird die Sonnenanziehung auf der Hinfahrt zur Venus die Fahrt unterstützen, auf der Rückfahrt hemmen. Bei der Reise nach dem Mars ist es umgekehrt. Eine andere von der Sonne ausgehende Kraft, der das Raumschiff unterliegt, ist der Lichtdruck. Bei der zu erwartenden Form des Schiffes ist er gänzlich ohne Bedeutung. Licht und Wärme der Sonne könnten zur Beleuchtung und Heizung

des Raumschiffes Verwendung finden, solange die Fahrt nicht über die Marsbahn hinausgeht.

Nach unserer heutigen Kenntnis geht die Erdatmosphäre langsam aber stetig in die Leere des Weltraumes über. Deshalb muß die zum Atmen erforderliche Luft mitgeführt und im Innern des Raumschiffes der normale Luftdruck, d. h. eine Atmosphäre innerer Überdruck (1 atü) aufrecht erhalten werden. Die Regeneration der Atemluft, die Entfernung der ausgetmeten Kohlensäure, evtl. der Feuchtigkeit, die Ergänzung des verbrauchten Sauerstoffes, das alles wird schon lange auf U-Booten durchgeführt. Ein Schulbeispiel für die Erhaltung des Luftdruckes bei Höhenflugzeugen sind deren „Druckkabinen“. Als Unterschied gegenüber den Anforderungen bei einer Raumfahrt kann vielleicht angesehen werden, daß der absolut dichte Verschuß wochen-, ja selbst monatelang aufrecht erhalten werden muß. Man kann an eine pneumatik-ähnliche Konstruktion denken, bei der einer äußeren druckfesten Wand innen eine Gummihaut anliegt, bei der entstandene Undichtigkeiten leicht zu reparieren sind. Außerdem wird das Raumschiff aus Sicherheitsgründen eine Schotten- und Zellenkonstruktion aufweisen. Wesentlich wird sein, daß Beschädigungen der Außenhaut schnellstens gedichtet werden können und inzwischen Preßluftbehälter mit bei sinkendem Luftdruck sich automatisch öffnenden Ventilen rasch große Mengen von Luft abblasen, so daß der Luftdruck bis zur erfolgten Ausbesserung eine noch erträgliche untere Grenze nicht unterschreitet. (Etwa 0,8 atü  $\approx$  600 mm Hg.) Um Luftverluste zu vermeiden, wird das Raumschiff auf dem luftlosen Mond, dem Mars mit seiner dünnen Atmosphäre, aber zunächst auf der Venus, deren Luftzusammensetzung man nicht exakt kennt, nur durch Schottendoppeltüren verlassen und bestiegen.

Viel mehr Kopfzerbrechen als die Luftfrage wird den Raumschiffkonstrukteuren das Fehlen der Schwerkraft bereiten. Wie sich ein Mensch dabei verhält und wie lange er das Fehlen der irdischen Schwere erträgt, darüber wird man erst Bescheid wissen, wenn Menschen längere Zeit im schwerelosen Weltraum gewesen sind. Denn künstlich lassen sich

diese Bedingungen auf der Erdoberfläche nur sehr kurzzeitig schaffen. Zwar gibt es genau genommen einen völlig schwerelosen Raum nicht, weil die Anziehungskraft der Gestirne theoretisch bis in unendliche Fernen wirkt. Praktisch gesehen kann man aber wohl den Raum in einer Entfernung von einer Million Kilometern von Himmelskörpern, welche nicht viel größer als unsere Erde sind, als „schwerelos“ bezeichnen, und dieser Ausdruck hat sich eingebürgert. Die Gravitation der Sonne ändert daran nichts. Wie wir oben ausgeführt haben, ist sie in Erdbstand bereits gering, und ein erwachsener Mensch würde nur noch rund 50 gr in Bezug auf die Sonne wiegen. Selbst in Merkurabstand würde er nur 300 gr wiegen, und ehe man der Sonne so nahe kommt, daß man sein normales Gewicht zurückerlangt, ist man längst verbrannt. Wenn auch noch kein Mensch den Zustand der Schwerelosigkeit für längere Zeit als einige Sekunden erlebt hat, so können sich doch die Physiker und Mediziner ein ungefähres Bild von seiner Wirkung machen. Hier ist der uralte Traum des Menschen, fliegen zu können, verwirklicht. Aber er muß diese Kunst mit Vorsicht üben. Ein etwas forsich ausgeführtes Aufrichten aus einer Kniebeuge befördert ihn mit solcher Wucht an die Decke, daß ein schwerer Schädelbruch unvermeidlich ist. Gehen, ja sich aufrecht erhalten, ist unmöglich infolge der fehlenden Bodenreibung, also ähnlich wie bei Glatteis. Die Konstrukteure werden daher Schlaufen vorsehen, an welchen sich die Insassen halten können, vielleicht auch den Raum mit einem Gitter von Schnüren durchziehen, durch das die Raumfahrer nach einigem Training hindurchschweben „wie die Fische zwischen den Wasserpflanzen eines Aquariums“. Ein anderer Vorschlag empfiehlt das Tragen von Magnetsohlen an den Schuhen, um so am Fußboden haften zu können.

Man sagt, daß die Arbeit im schwerelosen Raum erleichtert ist, aber nichts ist unbedachter als dies. Zwar haben die Gegenstände hier kein Gewicht mehr, aber sie haben nach wie vor Masse, die ein absolut unverlierbarer Bestandteil aller Materie ist. Auch das Stillen ihres Durstes macht den Raumschiffern einige Schwierigkeiten, Wein fließt nicht aus der

Flasche, Kaffee nicht aus der Tasse, sie müssen sich zum Trinken eines Saugröhrchens bedienen, und die Gefahr des Verschluckens wird nicht gering sein. Die Mediziner aber sagen noch viel unangenehmere Dinge voraus: Störungen des Gleichgewichtorgans und der Bewegungsempfindungen, die uns über Lage und Bewegung unserer Glieder informieren. ROBERT ESNAULT-PELTERIE weist darauf hin, in welche Verwirrung ein Mensch geraten kann, „wenn er seinen Kopf nicht mehr auf den Schultern fühlt“. Wie an vieles wird sich der Mensch an die Schwerelosigkeit gewöhnen, aber die ersten Stunden dieses Zustandes können verhängnisvoll werden, und man darf nicht übersehen, daß wiederum eine Umgewöhnung nötig ist, wenn die Raumfahrer nach langer Fahrt auf einem Planeten mit annähernd normaler Schwerkraft, wie die Venus, landen. Gerade in diesem kritischen Augenblick nicht zu wissen, wo oben und unten ist und nicht Herr über seine Glieder zu sein, kann zu einer Katastrophe im letzten Augenblick, zu einem „Schiffbruch im Hafen“ führen.

Daher hat man sich mit der Möglichkeit beschäftigt, für die fehlende Schwerkraft einen künstlichen Ersatz zu schaffen, solange die Wissenschaft nicht erklären kann, was Schwerkraft im Prinzip ist, bzw. sie nachahmen kann. Es bleibt vorläufig nur die bereits von GANSWINDT vorgeschlagene Methode übrig, die Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft zu ersetzen. Lassen wir das Raumschiff oder einen Teil desselben, z. B. eine Kabine, oder eine Flucht von Kabinen, ein „Deck“ wie man bei Schiffen zu sagen pflegt, rotieren, so tritt eine von der Achse weggerichtete Zugkraft auf, die bei leicht zu berechnendem Abstand von der Achse und entsprechender Drehzahl die Schwerkraft soweit ersetzen kann, daß die Insassen ihr Fehlen nicht mehr gewahr werden. Jeder Gegenstand hat wieder sein Gewicht, läßt man ihn los, so fällt er zu Boden, der Wein fließt wieder aus der Flasche, und der Raumfahrer steht wieder fest auf den Füßen.

Bei richtiger Konstruktion läßt es sich so einrichten, daß im Weltraum, in dem jeder Widerstand fehlt, diese Rotation, sobald sie einmal in Gang gebracht ist, ohne weiteren Antrieb beliebig lange anhält. Eine solche Einrichtung ist nur

in größeren, gut durchkonstruierten Raumschiffen möglich, sie muß notwendigerweise in den bemannten „Raketen“ fehlen, in welchen heute viele Übereifrige die Fahrt nach anderen Sternen antreten möchten.

Die Mitnahme von genügenden Lebensmittelvorräten ist erforderlich. Sie müssen ausreichen für Hin- und Rückreise sowie für den Aufenthalt auf dem Zielstern, dazu vorsichtshalber noch eine reichliche Reserve enthalten. Mit einer Versorgung auf dem fremden Himmelskörper zu rechnen, wäre vorläufig unverantwortlicher Leichtsin. Die Nahrung wird man als Konserven mitführen, Vitamine zur Ergänzung in Tabletten. Für spätere, jahrelange Raumfahrten kann man an einen Kreislauf des Wassers und der Nahrungsstoffe denken, wofür schnellwachsende Algen und andere Pflanzen vorgeschlagen wurden. Auch unsere synthetische Chemie ist auf dem Wege, dieses Problem einer Regeneration der Nahrungsstoffe aus den Elementen zu lösen. Vorläufig sind wir aber auf die Mitführung von Konserven angewiesen. Wie erwähnt, muß auch der Sauerstoff, von dem ein Mensch täglich ein Kilogramm verbraucht, mitgeführt werden. Einschlägige Ermittlungen ergaben, daß pro Kopf und Tag mit etwa 4 kg an Lebensbedarf zu rechnen sind.

Die Gefahren, welche im Weltraum drohen, werden von vielen übertrieben. Die Hauptgefahr wird stets eine ungenügende Vorbereitung und eine technisch unzulängliche Konstruktion des Raumschiffes bilden. Trotzdem, Gefahren sind natürlich wirklich vorhanden. Eine dieser Gefahren ist die nicht abgeschirmte Höhenstrahlung. Die relativ dünnen Wandungen des Raumschiffes, gleichviel aus welchem Material sie bestehen mögen, sind dagegen so gut wie wirkungslos. Und wenn diese ungeheuer energiereiche Weltraumstrahlung auch nicht direkt tödlich auf den Raumfahrer wirkt, so kann sie doch die Keimzellen schädigen und Mutationen bewirken, so daß wie bei den Einwohnern von Hiroshima die Nachkommen degenerieren. Bei weitem die ernsthafteste Gefahrenquelle stellen jedoch die Meteore dar, die in Millionenzahl und mit Geschwindigkeiten von 70 km/sec und mehr durch den Raum fliegen. 10 Millionen

Meteore dringen täglich in die Erdatmosphäre ein, was zur Genüge ihre Häufigkeit beweist. Viele sind freilich so klein, daß sie keinen Schaden anrichten können. Aber es gibt faustgroße und vereinzelt noch viel größere Eisenmeteore, die bei den genannten Geschwindigkeiten jede Wandung durchschlagen, ja ein ganzes Raumschiff durchdringen und auf der anderen Seite wieder austreten können, nachdem sie Menschen getötet, wichtige Maschinen wie die Brennkammer zerstört und der lebenswichtigen Luft einen Ausweg in den Weltraum geschaffen haben. Gegen die größeren Meteore wird es nur einen Schutz geben: Ausweichen! Aber diese schnellen und relativ kleinen Objekte sind nicht auf genügend große Entfernung zu sehen. Hier wird das Funkecho eine Hilfe bedeuten. Mit Hilfe von Radareinrichtungen konnten selbst die kleinsten Meteore, die in die Lufthülle der Erde eindringen, registriert werden. Das Raumschiff muß also nach allen Richtungen Radarstrahlen in den Raum hinausschicken und ein durch ferne Meteore verursachtes Echo auf den Leuchtschirmen einer Zentrale sammeln. Die Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit und Größe dieser Körper müssen rasch bestimmt und die notwendigen Steuerimpulse ausgelöst werden. Es gelingt, diesen Vorgang zu automatisieren, wie bei der Fliegerabwehr, wo Radargeräte ja bereits Geschütze steuern. Die größten, für den Raumfahrer höchst unerwünschten Weltenbummler stellen die „Asteroiden“, auch „Planetoiden“ oder „Kleine Planeten“ genannten Objekte dar, die hauptsächlich zwischen Mars und Jupiter umlaufen, von denen aber einzelne auch die Erd-, Venus- und Merkurbahn kreuzen. Man hat davon bis jetzt rund 1 600 festgestellt. Ihre Größe schwankt zwischen 2 und 768 km Durchmesser. Die kleineren sind infolge ihrer schnellen Bewegung auch mit den großen Instrumenten der irdischen Observatorien kaum wahrzunehmen. Soweit man ihre Bahnen kennt, wird man den Asteroiden aus dem Wege gehen, aber ihre Bahnen werden durch die Anziehung von Mars und Jupiter oft verändert und zudem ist sicher, daß noch längst nicht alle Planetoiden entdeckt sind. Bei Fahrten zwischen Mars und Jupiter werden Raumschiffe ihre Route außerhalb der Erdbahn so festlegen müssen,

daß sie der größten Gefahr entgehen, ähnlich wie die Atlantikpassagierdampfer ihren Kurs im Winter südlicher nehmen, um die Eisberggefahr zu vermindern.

Das Manövrieren des Raumschiffes im Weltraum ist ein Problem, das in Fachkreisen wenig beachtet wird, das aber bei entsprechender Konstruktion kaum Schwierigkeiten bieten dürfte. Wir müssen jedoch hier zwei grundsätzlich verschiedene Fälle unterscheiden, erstens die Lageänderung des Schiffes, also eine Drehung um eine seiner Achsen etwa zu dem Zweck, eine andere Seite der Sonnenbestrahlung auszusetzen oder die Heckdüsen bei der Landung gegen das Ziel zu richten. Zweitens eine Kursänderung, weil entweder eine Kurskorrektur auf Grund der Ortsbestimmung oder ein seitliches Ausweichen vor einem Hindernis erforderlich ist. Die Lageänderungen kann das Schiff durch die in der Raumfahrtliteratur oft erwähnten Kreisel vornehmen. Drei Kreisel, deren Achsen senkrecht aufeinander stehen, genügen, um dem Raumschiff jede gewünschte Lage zu geben. Sie befinden sich normalerweise in Ruhe und werden erst im Bedarfsfall in Drehung gesetzt. Das Raumschiff macht alsdann eine gegenläufige Drehung, nur muß entsprechend dem Massenverhältnis zwischen Kreisel und Schiff sich der Kreisel sehr schnell drehen, um eine langsame Drehung des Schiffes zu bewirken. Der gleiche Effekt kann auch durch Rückstoß von je einem Paar Steuerröhren mit geringerem Gewichtsaufwand hervorgerufen werden, nur daß hier die eingeleitete Bewegung im richtigen Augenblick durch Gegenstoß wieder abgestoppt werden muß. Auf die Fahrtrichtung sind beide Methoden ohne Einfluß. Zu ihrer Änderung sind Kreisel nicht anwendbar, und auch die bei Luft- und Wasserfahrzeugen verwendeten Steuerruder oder Leitwerke sind im Vakuum wirkungslos. Die Kursänderung, ebenso wie das Ausweichen vor einem entgegenkommenden Meteor kann nur durch, in Bezug auf die Fahrtrichtung, seitlichen Rückstoß erfolgen. Die seitliche Geschwindigkeit, die das Schiff dadurch erlangt, setzt sich mit der Fahrtgeschwindigkeit nach dem aus der elementaren Physik bekannten Parallelogramm der Geschwindigkeiten zu einer neuen Fahrtrichtung zusammen. Soll nach Passieren

eines Hindernisses der Kurs auf den ursprünglichen Zielpunkt wieder aufgenommen werden, so ist wieder ein gegenläufiges Verfahren anzuwenden. Diese Methoden allein lassen sich in der Wirklichkeit durchführen, um ein Raumschiff längs einer gewünschten Bahn zu bewegen, vorausgesetzt, daß die Heckdüsen bereits abgeschaltet sind. Sofern diese noch in Tätigkeit sind, kann auch eine Kursänderung durch Betätigung der in den Gasstrom eingebauten Strahlruder — wie bei der V-2 — erzielt werden.

Nähert sich das Raumschiff dem Himmelskörper, der besucht werden soll, dann beginnt eine neue Phase. Die Reisegeschwindigkeit muß herabgemindert werden. Zur Vernichtung der Bewegungsenergie ist jetzt ebenso viel Aufwand nötig, wie am Anfang zur Erlangung der hohen Geschwindigkeit. War beim Abflug Arbeit notwendig, um die Gravitation zu überwinden, so ist jetzt Arbeit zu leisten, um die durch den Planeten hervorgerufene Beschleunigung zu eliminieren, d. h. den „freien Fall“ zu vermeiden. Bildlich gesprochen heißt das nichts anderes, als daß wir von einem aus großer Höhe fallenden Stein verlangen, daß seine Endgeschwindigkeit nicht den physikalischen Gesetzen entsprechend zu- sondern abzunehmen hat. Eine vielleicht vorhandene, dem Planeten oder Planetenmond eigentümliche Atmosphäre würde zwar bremsen, aber unerwünschte Effekte hervorrufen. So muß also der Bremsvorgang schon sehr frühzeitig einsetzen. Die meisten Autoren, die sich mit Weltraumfahrt befassen, stellen sich eine Drehung des Raumschiffes um 180 Grad vor. Die Flugrichtung wird beibehalten, aber jetzt zeigt das Heck nach vorn. Eine für unser Vorstellungsvermögen ungewöhnliche Form von Wurf oder Flugeigenschaften! Die Nachteile, die solange auftreten, bis schließlich das Raumschiff—nicht einmal stabil—bei der Landung auf seinem Heck aufsetzt, werden oft übersehen. Man stelle sich nur einmal die Schwierigkeiten vor, die ein Pilot haben wird, wollte er seinen „Fieseler Storch“ rückwärtsfliegend landen! Aus vielen Gründen muß also auch ein Weltraumschiff im Bannkreis eines Himmelskörpers ähnliche Flugeigenschaften aufzuweisen haben. Möglicherweise wird die Entwicklung dahinführen, daß das Raumschiff mit

einem teleskopartig schwenkbaren Raketen- oder Düsenaggregat und einer Gleitvorrichtung, die bei der Landung in Erscheinung tritt, ausgestattet wird. Das Abbremsen der Fluggeschwindigkeit wird fernerhin durch den Umstand erschwert, daß die verschiedenen Himmelskörper ganz spezielle Bahngeschwindigkeiten haben. Außerdem ist von Fall zu Fall die Rotationsgeschwindigkeit eines Oberflächenpunktes verschieden.

Mittlere Bahngeschwindigkeit km/sec						
Merkur	Venus	Erde	Mars	Jupiter	Saturn	Erdmond
48	35	30	23	13	10	24
Rotation eines Äquatorpunktes						
?	?	465	241	12500	10050	428

Die eigentliche Landung wird der kritischste Augenblick einer Raumreise sein. Hängt hiervon doch das weitere Gelingen ab. An die Konstruktion eines Raumschiffes werden Anforderungen zu stellen sein, an die bislang noch kaum gedacht wurde. Die Landung muß so erfolgen, daß die Wiederaufstiegsmöglichkeit gesichert ist. Vor allem müssen wir eine feinst abgestufte, heute noch nicht erreichte Regulierbarkeit der Auspuffdüsen voraussetzen, die ein sanftes Aufsetzen auf dem Boden gewährleistet. Eine Bruchlandung bedeutet den sicheren Tod der Raumfahrer, auf welchem Himmelskörper sie auch erfolgen mag. Will man nicht für jedes Fahrtziel eine Spezialkonstruktion verwenden, so muß das Raumschiff sowohl auf der zerklüfteten Oberfläche des Mondes, wie vielleicht auf einem stürmisch bewegten Meer der Venus aufsetzen können. Es muß in stande sein, die Landschaft zu überfliegen, um sich einen geeigneten Landeplatz zu wählen, ob Luft vorhanden ist oder nicht, und es muß auch einem Sturm gewachsen sein. In einer tief herabhängenden Wolkenhülle in Dunst und Nebel muß es mit Echolotung und Radarstrahlen seinen Weg suchen in einer Landschaft, deren Gebirge man ebenso wenig kennt, wie die Beschaffenheit des Bodens. Vor dem Verlassen des Raumschiffes wird man eine Luftprobe chemisch und bakteriologisch untersuchen, um festzustellen,

ob die Luft atembar ist und keine unbekanntes Krankheitskeime enthält. Stets wird man zunächst im Raum anzug aussteigen, bis man sicher ist, daß für den Menschen geeignete Lebensbedingungen vorhanden sind.

Die Erforschung einer fremden Welt, wenn sie planvoll und erfolgreich betrieben werden soll, setzt eine ganze Reihe von Spezialisten und eine geeignet gewählte Ausrüstung der Hilfsmittel voraus. Zum Personal gehören notwendigerweise je ein Astronom und Physiker, ein Chemiker und Geologe, ein Arzt und Biologe. Die Überwachung des Raumschiffes wird man einem Ingenieur übertragen. Ein Hochfrequenzspezialist wird nicht zu entbehren sein. Dazu kommen die üblichen Hilfskräfte wie Koch und Mannschaften, die sich in 2 oder 3 Schichten abwechseln. Alles in allem eine Bedienung und Überwachung von mindestens 20 bis 30 Mann. Nach all dem bereits gesagten über die unerläßlichen Eigenschaften des Raumschiffes, seine Einrichtung und Ausstattung, kann es sich nur um ein schon recht stattliches Fahrzeug handeln. Es wird weit komplizierter und leistungsfähiger sein als ein Flugzeug, Luftschiff oder eine sonstige technische Konstruktion unserer Zeit. Ein solches Werk kann nur von einer großen Gemeinschaft — unterstützt durch internationale Zusammenarbeit — und mittels großzügiger staatlicher Subventionen geschaffen werden. Mit unzulänglichen Mitteln unternommene Versuche können mit dem unausweichlichen Schicksal ihrer Besatzung höchstens die menschliche Sensationslust befriedigen, aber der Wissenschaft keine Dienste leisten.

### Die Zukunft der Weltraumfahrt

Theoretisch sind heute bereits viele Probleme der Weltraumfahrt gelöst, viel Vorarbeit praktisch schon zu einem günstigen Anfang kommender Raumfahrt geleistet. Die Atomenergie kann bald nützliche Anwendung finden. Man wird Mittel und Wege suchen, sie ihrer Gefahrenmomente zu berauben. So läßt sich auch die voraussichtliche Weiterentwicklung der Raumfahrt mit aller Wahrscheinlichkeit auf Verwirklichung abschätzen. Eine sehr gleichlaufende Entwicklung

und Parallelität hat die Luftfahrt durchgemacht, obwohl diese heute noch nicht am Ende ihrer Möglichkeiten steht. Der Stand der Luftfahrt, „des lenkbaren Luftschiffes“ und der „Flugmaschine“, wie man damals sagte, entsprach um die Jahrhundertwende etwa dem heutigen Stand der Raumfahrt. Das Problem war theoretisch gelöst, Vorversuche waren in ziemlicher Zahl vorhanden, aber alle waren über sehr bescheidene Ergebnisse nicht hinausgekommen. Was fehlte, war ein genügend leichter Motor mit geringem Betriebsstoffverbrauch. Fast genau die gleiche Lage bietet sich der Weltraumfahrt. Auch hier fehlt zur Zeit noch der genügend leistungsfähige Antrieb, um den gewaltigen Energiebedarf zu decken. Man wird aber nicht fehlgehen in der Vermutung, daß die Entwicklung der Raumfahrt bis zur eintretenden Verwirklichung eine relativ geringere Zeitspanne benötigen wird. Der Flüssigkeitsrakete von heute und morgen wird übermorgen die Atomrakete folgen. Die Atomenergie ist aus dem Stadium des Experimentes herausgetreten und zeigt jetzt die ersten Anwendungsmöglichkeiten. Erinnert sei hier — nur leider erst auf militärischem Gebiet — an Atombombenwürfe, die nach der Explosion schon der Truppe gestatten, das verseuchte Gebiet zu betreten, an Atomgranaten, und sogar atomgetriebene Schiffe. Als Anwendungsmöglichkeit für den Antrieb von Raumschiffen muß gefordert werden, daß die beim Atomzerfall freiwerdende Energie in Rückstoß verwandelt wird. Bei der vollkommensten Form der Atomrakete werden Masseiteilen wie Elektronen etc. ausgestoßen, und zwar mit Geschwindigkeiten von 30 000 bis 50 000 km/sec, damit nicht zuviel Masse mitzuführen ist. Aus der Seite 3 erwähnten Formel geht hervor, daß die ausgestoßene Masse kleiner sein kann, wenn die Geschwindigkeit größer gewählt wird, vorausgesetzt, daß man die gleiche Wirkung erzielen will.

Eine Schwierigkeit bleibt aber nach wie vor bestehen. Die bei den Umwandlungsprozessen freiwerdende Wärme muß irgendwie beseitigt werden. Wie dies geschehen soll, ist noch ein großes Problem. Mit anderen Worten, man hat noch kein Mittel vorzuschlagen, um den Motor abzukühlen. Ohne dieses Problem wären dann alle durch die Raumfahrt gestellten Auf-

gaben lösbar. 1 kg Uran ergibt mehr als eine Billion mkg, wenn es verlustlos umgesetzt werden kann. Man braucht also — den tatsächlichen Wirkungsgrad können wir noch nicht abschätzen — noch nicht ganz 1 kg Uran, um ein Raumschiff von 100 000 kg Gewicht über den Bereich der Erdanziehung hinauszuhoben; und um die Reisegeschwindigkeit von 30 km/sec zu erteilen, werden theoretisch im Idealfalle wiederum nur rund 4 kg Uran benötigt. Das sind nun alles theoretische Werte, aber vergessen wir nicht, daß wir bereits Reaktionen kennen, die noch viel mehr Energie ergeben als die Kettenreaktion des Urans.

Wie die Entwicklung der Raumfahrt weitergeht, wenn erst einmal die Hauptaufgabe, die Konstruktion der Atomrakete gelöst ist, dafür kann uns auch die rapide Entfaltung der Luftfahrt manchen Hinweis geben. Der größte Optimist unter den Flugenthusiasten hätte um die Jahrhundertwende nicht gewagt, die tatsächlich eingetretenen Leistungen vorauszusagen. Wenden wir die gewonnenen Erkenntnisse der Wissenschaft, die Errungenschaften der Technik und ein vorsichtiges Überlegen auf die Probleme der Weltraumfahrt an, so ist es bestimmt kein Fehlgriff, zu behaupten, daß in einigen Jahrzehnten bereits die ersten Pioniere der Raumfahrt unter Einsatz ihres Lebens und mit noch relativ unvollkommenen Raumschiffen den Sprung nach dem Mond wagen werden. Ist der Mond erstmals umfahren und hat die Menschheit erstmalig wirkliche Kenntnis von der Beschaffenheit der Mondrückseite gewonnen, dann wird auch die Fahrt zu anderen Planeten gewagt werden können. Dieses Wagnis wird aber erst dann unternommen werden, wenn der Mensch sein neuartiges Fahrzeug vollkommen beherrscht. Anfangs wird zunächst nur ein spärlicher Weltraumverkehr einsetzen, doch vielleicht in einem halben Jahrhundert bereits mag sich dies geändert haben. Denn wenn eine Region dem Menschen erst einmal zugänglich geworden ist, findet er auch Gründe, sie aufzusuchen. Bietet einer der Himmelskörper dem Menschen die Möglichkeit zu längerem Aufenthalt, so werden Forscher dort Station nehmen, um alles, was wissenschaftlich von Interesse ist, zu ergründen: Klima, Vegetation,

evtl. Tierwelt, Geschichte und Geologie des Weltkörpers usw. Sie werden begleitet sein von Hilfskräften, werden ab und zu nach ihrem Heimatplaneten zurückreisen, und sie werden von Angehörigen besucht werden. Raumschiffe kreuzen hinüber, um ihnen frische Lebensmittel, Forschungsgeräte und Material zuzuführen, Berichterstatter reisen hin und her. Dieser Betrieb nimmt dann größere Formen an. Es werden wohl keine 100 Jahre vergehen, dann stellen sich neben den Vergnügungssüchtigen und Sensationslüsternen auch vielleicht Erholungsbedürftige ein. Wissen wir doch heute noch in keiner Weise abzusehen, welche Möglichkeiten sich in medizinischer Hinsicht zur Heilung des Organismus, zur Beseitigung von Krankheiten physischer oder psychischer Natur aufzutun werden. Was aber suchen die Menschen auf anderen Sternen? Wie wir ziemlich sicher annehmen dürfen, gibt es keine Menschen auf anderen Planeten unseres Sonnensystems. Alle Erscheinungen, die man zeitweilig für Anzeichen einer Existenz von Menschen gehalten hat, wie die Mondrillen und Marskanäle, hat die Wissenschaft anders zu deuten gewußt. Was nun die Menschen zur Fahrt nach anderen Himmelskörpern antreibt, ist nicht nur der Forscherdrang und im negativen Sinn die Sensationslust. Der Suche nach weiteren Rohstoffquellen schließt sich der Reiz des Neuen, Unbekannten und Seltsamen sehr eng an. Wieviel neue Geheimnisse wird der denkende Mensch auf solche Weise noch der Natur entlocken können? Wir wissen es heute noch nicht.

Über die Raumfahrt im Sonnensystem können wir etwa folgende Perspektiven entwerfen: Schon die Fahrt allein wird ein Erlebnis sein, das uns heute nur die Phantasie auszumalen gestattet. Der Anblick der immer kleiner werdenden Erdkugel, das Schweben in der unermesslichen Öde des Raumes, seiend im Nichts, umwölbt vom Firmament mit dem Millionenheer der Sterne, muß den Reisenden überwältigen. Dann das wochenlange gesellschaftliche Zusammenleben an Bord eines der großen Passagierschiffe, die auf diesen Fahrten alle erdenklichen Möglichkeiten der Unterhaltung und der Belehrung bieten müssen. Diese Schiffe für Vergnügungsreisende werden aus zwei Gründen große Schiffe sein: Die

von Zeppelin auf das Luftschiff angewandte Erkenntnis zeigt, daß nur ein großes Schiff eine genügende Leistung aufweisen kann. Und nur große Schiffe können eine entsprechende Bequemlichkeit bieten, um die Reise erträglich zu gestalten. Hierzu gehören vor allem Einrichtungen für künstliche Schwerkraft und der Komfort eines modernen Ozeanriesen. Trotz aller Vorsorge werden Unfälle nicht unvermeidlich bleiben. Neben der Gefahr eines (bereits erwähnten) Zusammenstoßes mit Meteoriten tritt die Möglichkeit des Versagens technischer Einrichtungen eines Raumschiffes oder gar ein Brand an Bord u. ä. in den Bereich der Wahrscheinlichkeit. Ein Schiffbruch im Weltraum aber ist eine furchtbare Katastrophe. Wir werden daher kaum fehlgehen, annehmen zu wollen, daß im Zeitalter des Weltraumverkehrs stets mehrere Raumschiffe, vielleicht noch begleitet von schnellen Hilfs- und Rettungsschiffen, nach einem Wandelstern auf Fahrt gehen. Bei einer Fahrt im Convoi kann so verhältnismäßig schnell Hilfe auf gegebene SOS-Zeichen geleistet werden. In ihren Raumanzügen können die Insassen eines z. B. durch Meteorschlag havarierten und luftleer gewordenen Raumschiffes noch einige Stunden ausharren, bis Hilfe kommt.

Von einer Beschreibung der einzelnen Reiseziele kann hier abgesehen werden, da über die in Frage kommenden Himmelskörper in anderen Beiträgen der „Kleinen Volksbibliothek“ gesprochen wird. (Dr. H. van Schewick, Aufbau des Kosmos; Die Bewohnbarkeit der Planeten; Kometenfurcht — Kometenschicksal). Nur einige speziell die Raumfahrt betreffenden Bemerkungen seien angeführt. Der Mond ist eine tote Welt ohne Luft und Wasser. Seine Oberfläche ist wüst und leer und zeigt nur eine schauerlich zerklüftete Landschaft, dazu höllische Hitze während eines Mondtages und eisige Kälte während der in finsternes Dunkel gehüllten Mondnacht, beide je 14 Erdentage andauernd. Das völlige Fehlen einer Atmosphäre macht ihn zu einer Region lautloser Stille, in der nicht einmal ein Kanonenschuß eine Andeutung von einem Ton hervorruft. Aber eine Sensation bietet er wenigstens dem Raumfahrer: Die Möglichkeit, unsere Erde als „Mond des Mondes“ am Himmel stehen zu

sehen. Während der Mondnacht zieht unsere Erde am tief-schwarzen, wolkenlosen, sternübersäten Mondhimmel herauf und erreicht die  $3\frac{1}{2}$ -fache Größe und die 28-fache Helligkeit des Vollmondes an unserem Himmel. Die Mondfahrt weist einige Besonderheiten auf. Infolge der kurzen Fahrtdauer selbst bei nur 10 km/sec mittlerer Geschwindigkeit kann man auf das am Himmel sichtbare Ziel mit einem gewissen Vorhaltewinkel starten. Die Schwere auf dem Mond ist nur  $\frac{1}{6}$  und die Arbeit, ihn wieder zu verlassen, nur  $\frac{1}{21}$  derjenigen auf der Erde. Spaziergänge auf dem Mond sind nur im Raumanzug möglich. Aber trotz der geringen Schwere muß man sich hüten, in einen der tiefen Abgründe zu stürzen, mit denen die Mondoberfläche übersät ist, denn ein Sturz in 250 Meter Tiefe entspricht einem solchen vom Dach eines 4-stöckigen Hauses auf der Erde.

**M e r k u r** mag manche Eigenschaft mit dem Mond gemeinsam haben. Solange die Dauer seiner Umdrehungszeit nicht geklärt ist, läßt sich über seine Oberflächenverhältnisse nichts Sicheres sagen. Die Licht- und Wärmeflut, in die Merkur gehüllt ist, — er empfängt pro Flächeneinheit siebenmal soviel davon wie die Erde — wird eine Umfahrung und erst recht eine Landung nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln erlauben. Auf der der Sonne zugekehrten Seite konnten Temperaturen gemessen werden, bei welchen Zinn und Blei schmelzen. Die Umfahrung erfolgt mit einer der Schwerkraft des Planeten und dem gewählten Abstand entsprechenden zirkulären Geschwindigkeit.

**V e n u s**, unser Morgen- und Abendstern, ebenfalls wie Merkur ohne Mond, hat die Phantasie der Romanschriftsteller lebhaft angeregt. Astrophysikalische Forschungsergebnisse der letzten Jahre waren es, die uns das Bild der Venus, wie es den meisten Autoren vorschwebte, heute in einem gänzlich anderen Lichte erscheinen lassen. Zweifellos ist es auf Venus wärmer als bei uns, denn sie empfängt fast doppelt so viel Licht und Wärme. Außer den normalen Daten, die der messenden Astronomie zu verdanken sind, wissen wir nur noch, daß dieser Planet ständig von einer sehr dichten Wolkendecke eingehüllt ist und so die Oberfläche unseren Blicken

für immer entzogen ist. Diese dicke Wolkendecke stimmt nicht nur bedenklich; sie enthält auch noch ein Geheimnis. Zwar konnte bisher in keinem Falle das Vorhandensein von Sauerstoff und Wasserdampf in der Atmosphäre nachgewiesen werden, und so scheint es demnach auch an Wasser dort zu mangeln. Aber einige Forscher (ADAMS, DUNHAM u. a.) konnten das Vorhandensein von Kohlendioxyd in der Atmosphäre nachweisen! Diese Forscher diskutieren ernsthaft, ob unter dieser dichten Wolkenschicht nicht vielleicht doch noch Wasserdampfwolken sich sammeln und so Leben ermöglichen können. Wenn dies zuträfe, könnten wir günstigenfalls organisches Leben erwarten. Wenn aber Wasserdampf und damit auch Wasser nicht vorhanden sind und nicht nachweisen lassen? Ein neuer Umstand trat auf, der eine ganz neuartige Erklärung zuließ und, wenn sie sich bewahrheitet, den Venus-Besuchern ein eigenartiges Bild bieten würde. WILDT konnte nämlich den Nachweis führen, daß sich das Kohlendioxyd mit Spuren von Wasserdampf zu Formaldehyd verbindet. So mögen die Raumfahrer bei ihrem Niedergang zu den Gründen der Venusoberfläche mit völlig ungewohnten Unbilden einer stürmischen Atmosphäre rechnen. Niederschläge einer zähklebrigen Flüssigkeit — einer Art plastics — werden die Raumfahrer vor gänzlich neue Aufgaben stellen, um mit diesen Schwierigkeiten fertig zu werden. Daneben werden sicherlich noch andere atmosphärische Gewalten, wie Stürme, Gewitter, Wolkenbrüche und Blitze — ungleich häufiger und heftiger als auf unserer Erde — hindernd in den Weg treten. Diese schroffe Alternative ist Ausdruck unseres Nichtwissens, das sich erst lösen wird, wenn die ersten Weltensegler von dem Stern der Aphrodite zurückgekehrt sind.

Mars, der „Kriegsplanet“, bietet mit seinen zwei kleinen Monden seinen Besuchern zweifellos ein friedliches Bild. Die dünne, an Wasserdampf arme Atmosphäre und die starke Ausstrahlung während der Nacht lassen vermuten, daß die klimatischen Verhältnisse vielfach denen auf hohen Berggipfeln der Erde entsprechen. In mancher Hinsicht gleicht er in der Tat der Erde. Er zeigt, wie diese, warme und kalte Zonen. Ein

irdischer Besucher wird dort mit Vergnügen die Verminderung der Schwere empfinden, die auf Mars etwa  $\frac{1}{3}$  der irdischen beträgt, so daß ein Mensch von 75 kg irdischen Gewichtes nur noch 28 kg wiegt. Der Mars ist also ein Planet, auf dem man große Sprünge machen kann. Seine Gebirge sind nicht hoch, reißende Flüsse oder breite Ströme fehlen völlig, Ozeane gibt es nicht. Zwar wurden heftige Stürme beobachtet, aber bei der Dünne der Luft haben sie keine zerstörende Gewalt. Auch seine Vegetation entbehrt der Stattlichkeit und Wildheit irdischer Wälder und Dschungel: Moose und Flechten, die da, wo sie sich während des Sommers entfalten können, einen Teppich bilden, über den der menschliche Fuß hinwegschreitet, vielleicht auch kaktusenartige Gewächse in den trockenen warmen Zonen. Weder Gefahren noch Mühen bietet der Mars seinen Besuchern. Er ist ein Bild abendlichen Friedens, einer Ruhe und Abgeklärtheit, welche sich die Bewohner unserer sich im steten Kampf ums Dasein verzehrenden Welt garnicht vorstellen können.

Eine Welt ganz anderer Art ist Jupiter, der nächste nach Mars in der Reihe der äußeren Planeten. Die Schwere erreicht dort das  $2\frac{1}{2}$ -fache der Erdschwere und die Arbeit zu ihrer Überwindung das 28-fache. Auch Jupiter ist von einer dichten Atmosphäre, die Methan und Ammoniak enthält, eingehüllt. Zwei widersprechende Annahmen führen zu Aussagen gänzlich verschiedenen Inhaltes über die Geologie des Planeten. Nach der einen Theorie müssen wir es danach mit einem Körper zu tun haben, der noch in einem frühen Entwicklungsstadium sich befindet. Sollte sich diese Theorie bewahrheiten, so käme nur eine Umfahrung des Planeten in Frage. Die Möglichkeit einer Landung wäre sehr gering. — Seine 11 Monde übertreffen z. T. an Größe den Erdmond, und einer erreicht sogar die Größe des Mars. Bei einigen konnte eine Atmosphäre nachgewiesen werden. Doch dürften die Bedingungen für die Entfaltung einer Vegetation wegen der beträchtlichen Sonnenferne nur gering sein. Für die Raumfahrt, sollten die Wege auch in solche Gefilde der Sonnenferne führen, dürften einige dieser Monde sicherlich willkommene Stützpunkte für weitere Expeditionen abgeben.

Streifen wir noch den ringumgürteten Saturn, der stets das Interesse und die Phantasie der Menschen beschäftigt hat. Sein Anblick aus unmittelbarer Nähe wird durch seine Ringe und die 9 ihn umkreisenden Trabanten die Begeisterung der Astronomen erwecken, aber Vergnügungsreisende im Welt-raum nicht verlocken können, eine Reise zu unternehmen, deren Dauer 20mal so groß ist wie die nach Mars oder Venus. Dunkel und Kälte sind seine Attribute, die wir dieser sonnen-fernen Gegend mit Sicherheit zulegen können. Noch ungast-licher wird es in den Fernen sein, wo sich die drei äußeren Planeten Uranus, Neptun und Pluto ruhelos be-  
wegen.

Was alles Raumfahrer an Wertvollem und Interessantem zur Erde herüberbringen werden, können wir heute in keiner Weise beurteilen. Aber es scheint, daß der größte Gewinn, der daraus erwächst, die Erkenntnis sein wird, daß die Erde, wenn auch nicht die beste aller möglichen, so doch die beste aller vorhandenen Welten ist. Und wer nachdenklich veran-  
lagt ist, wird sich fragen: „Warum können auf diesem para-  
disischen Stern die Menschen nicht in Frieden leben?“  
Zum Schluß müssen wir noch eine Frage beantworten, wie die Aussichten sind, daß Menschen einmal unser Sonnensystem verlassen und zu den Planeten anderer Sonnen reisen. Nach der Ansicht bedeutender Forscher (HOYLE u. a.), könnten wir möglicherweise auf einer Vielzahl Planeten anderer Sonnen Menschen vorfinden. Wenn erst einmal die Raumfahrt Wirklichkeit geworden ist, wird die Frage, wie wir uns mit den Bewohnern ferner Welten in Verbindung setzen können, immer mehr Gewicht erlangen. Aber, daß wir dorthin reisen, ist nach dem heutigen Stand unserer wis-  
senschaftlichen Erkenntnis nicht möglich. Schon die nächste Sonne, Alpha Centauri, ein Stern erster Größe am Süd-  
himmel, ist 4 Lichtjahre entfernt. Bei der angenommenen Reisegeschwindigkeit von 30 km/sec — ein Zehntausendstel der Lichtgeschwindigkeit — bedeutete dies eine Fahrzeit von 40 000 Jahren für den einfachen Weg. Auch mittels der Atomrakete könnte nur unter großen Schwierigkeiten die Reisezeit erheblich verkürzt werden. Jedoch der Aufwand

würde sich bei der geringen Wahrscheinlichkeit, in einer Raumkugel mit 4 Lichtjahren Durchmesser schon bewohnte Welten in Zukunft vermuten zu dürfen, sicherlich nicht lohnen.

Für die fernere Zukunft kann allerdings mit gewisser Vor-  
sicht prognostiziert werden, daß man eines Tages Robo-  
t-  
r-  
a-  
k-  
e-  
t-  
e-  
n bauen wird, die vollautomatisch ausgerüstet sein werden. Bei gründlicher Überlegung und unter Beachtung aller Entwicklungsmöglichkeiten der Technik läßt sich auch heute schon der Aufbau einer solchen Rakete bis in Einzel-  
heiten beschreiben. Doch auch dieses Wunderwerk der Tech-  
nik wird uns nicht in die Lage versetzen, mit jenen fernen Welten in einen engeren Kontakt zu treten. Die Bewohner auf jenen fernen Sternen werden leben und vergehen, ohne daß wir jemals Kunde voneinander erhalten.

#### Literaturverzeichnis

- Hermann Oberth: Wege zur Raumschiffahrt, R. Oldenbourg, München 1929, 431 S., Nachdruck: Edwards Bros, Ann Arbor Michigan USA 1945.
- Walter Hohmann: Die Erreichbarkeit der Himmelskörper, R. Oldenbourg, München 1925, 88 S., 28 Abb.
- Eugen Sänger: Raketenflugtechnik, R. Oldenbourg, München 1933, 222 S., 92 Abb.
- Max Valier: Raketenfahrt (später: Der Vorstoß in den Weltenraum), R. Oldenbourg, München 1930, 248 S., 72 Abb.
- Willy Ley: Die Möglichkeit der Weltraumfahrt, Hachmeister & Thal, Leipzig 1928, 344 S., 70 Abb.
- Josef Stemmer: Die Entwicklung des Raketenantriebes in allgemeinverständlicher Darstellung, 3 Bde., E. A. Hoffmann-Verlag, Zürich 1944/45.
- Otto Willi Gail: Physik der Weltraumfahrt, Hanns Reich Verlag, München 1948, 140 S., 44 Abb.
- Hanns K. Kaiser: Kleine Raketenkunde, Mundus Verlag, Stuttgart 1949, 150 S., 90 Abb.

Willy Ley: Rockets and Space Travel, The Future of Flight Beyond the Stratosphere, The Viking Press, New-York 1947, 347 S., 16 Abb.

Alexandre Ananoff: L'Astronautique, Librairie Arthème Fayard, Paris XIV 1950, 498 S., 155 Abb.

### Gesellschaften für Weltraumforschung

Südwestdeutsche Gesellschaft für Weltraumforschung, Frankfurt-West, Postfach 1312A (Dr. Goethe)

Institut für Raketenforschung, Frankfurt-Main, Finkenhofstraße 38.

Gesellschaft für Raketenforschung e. V., (Ing. A. Püllenber), Bremen, Yorkstraße 63.

Nordwestdeutsche Gesellschaft für Weltraumforschung e. V., Sekretariat Friedrichstadt (Eider), Postfach 2. (In Ligu.)

Gesellschaft für Weltraumforschung e. V., Stuttgart-Zuffenhausen, Postfach 9.

International Astronautical Federation (IAF), Sitz Baden, Schweiz.

### Der Verfasser:

Dr. Johann Wolfgang Goethe studierte Astronomie, Meteorologie und Geophysik von 1936—1941, war während des Studiums Assistent an der Frankfurter Sternwarte und am Planeteninstitut, später Leiter des Wissenschaftlichen Beirates der Gesellschaft für Weltraumforschung, Berlin. Gründer der Südwestdeutschen Gesellschaft für Weltraumforschung, Frankfurt a. M. 1947. Fellow of the British Interplanetary Society, London. Member of the British Astronomical Association, London. Mitglied der Astronomischen Gesellschaft, Göttingen.

BKV 1031 / 1953. Alle Rechte vorbehalten.  
Verlag Butzon & Bercker, Keverlaer (Rhld.)



### Das nennt man zielbewußt!

Herbert, gerade 16 Jahre alt geworden, wurde schon öfter von seinen Kollegen aufgefordert, mit ihnen ins Kino zu gehen.

„Nein, ich spare jeden Pfennig“ entgegnete er hartnäckig allen Versuchen.

„Ja, wofür denn?“ „Ich muß es bis Weihnachten zu einem

neuen Füllhalter gebracht haben, und zwar zu einem Pelikan.\*

Vati hat einen, mein Chef hat einen, und ich muß auch einen haben. Diese millionenfach bewährte Konstruktion, die elegante Form und seine sprichwörtliche Zuverlässigkeit!!!

Nein, nein, geht nur ohne mich!“

Seitdem sparen noch zwei andere seiner Kollegen für einen Pelikan.

Sie sahen ein, es lohnt!

\* in jedem guten Fachgeschäft erhältlich.

Dr. Johann Wolfgang Goethe

STILLSTAND

IST RÜCKGANG!

Dem geneigten Leser ein Wort zuvor:

BERCKERS KLEINE VOLKSbibliothek hat sich die

Herzen aller erobert, die von der tiefen Wahrheit des Sprichwortes wissen, das wir an die Spitze dieser Seite stellen.

BERCKERS KLEINE VOLKSbibliothek möchte allen,

die immer wieder ihr Wissen zu erweitern suchen und die den Stillstand durch lebendige Anteilnahme an den Bereichen des Wissens überwinden, eine gute Hilfe sein. BKV will kein Lehrbuch ersetzen. Aber bei dem heutigen Stand der Wissenschaften ist dem Einzelnen die umfassende Kenntnis nur weniger Spezialgebiete möglich. Deshalb bietet sich BKV zur kurzen, zuverlässigen Orientierung an. Die Verfasser versuchen, objektiv den modernen Stand jedes behandelten Gebietes zu umreißen. BKV will nur Mittler sein und das eigene Urteil des Lesers nicht vorwegnehmen, sondern die Urteilsbildung anregen und fördern. BKV braucht immer die echte Mitarbeit des Lesers. BKV veröffentlicht auch Textausgaben deutscher und ausländischer Literatur.

BERCKERS KLEINE VOLKSbibliothek bietet : für einen

überraschend niedrigen Preis die gute Übersicht über ein Sachgebiet auf knappstem Raum / Vielseitigkeit der Themen/ die durch berufene Fachleute gewährleistete Wissenschaftlichkeit / die trotzdem verständliche Darstellung / das handliche Taschenformat und die gefällige Aufmachung / die gute Möglichkeit der Anlage oder Ergänzung einer Heimbibliothek mit geschmackvollen Sammelkassetten.

VERGESSEN SIE BITTE NICHT, uns Ihre Anschrift mitzuteilen, wir möchten Ihnen stets unsere neuen Verzeichnisse zusenden.

IHRER AUFMERKSAMKEIT EMPFEHLEN WIR auch die Firmenwerbung dieses Heftes, der Sie wirklich vertrauen können!

VERLAG BUTZON & BEHCKE KEVELAER RHLD.

WELTRAUMFAHRT

Utopie oder Wirklichkeit?

Einleitung

Weltraumfahrt ist ein uralter Wunschtraum der Menschen. Vor Jahrhunderten haben sich schon phantasiebegabte Dichter mit diesem Thema beschäftigt. Entsprechend der Unvollkommenheit der damaligen astronomischen Kenntnisse und der Technik ihrer Zeit hatten die Schilderungen nur utopischen Charakter. LUKIANs „Vera Historia“ (160 n. Chr.), CYRANO DE BERGERACs „Mondstaaten und Sonnenreiche“ (1648-50) und KEPLERs „Traum vom Monde“ (1630) zählen zu diesen Schöpfungen vorausahnender menschlicher Phantasie. Bei weitem die größte Berühmtheit von allen literarischen Erscheinungen dieser Art haben die beiden Romanbände des französischen Schriftstellers JULES VERNE „Von der Erde zum Mond“ und die „Reise um den Mond“ (1866) erlangt. Der Erste, der sich ernsthaft mit dem Problem der Weltraumfahrt (Astronautik) befaßte, war HERMANN GANSWINDT, welcher bereits (um das Jahr 1880) ein zwar im Prinzip richtiges, freilich technisch undurchführbares Projekt eines Raumschiffes veröffentlichte. Sein Weltenfahrzeug sollte mit dem Rückstoß von Dynamitexplosionen betrieben werden. Neben verschiedenen anderen zusammengehörenden Ideen nahm GANSWINDT auch bereits für die Fahrt im schwerelosen Raum die Zentrifugalkraft als Ersatz der Schwerkraft voraus. Der russische Mathematiker ZIOLKOWSKI nahm diese Aufgabe mit wissenschaftlichem Rüstzeug in Angriff und gab von 1896 bis 1914 seine Ergebnisse in Büchern und Zeitschriften bekannt. Er eilte seiner Zeit voraus und wollte den Menschen den Weltraum erschließen, als sich die Erfinder noch vergeblich um die Beherrschung des Luftmeeres mühten. Daher fanden seine Arbeiten nicht die Beachtung, die sie verdient hätten.

- 1 -

1

1919 folgte ihm ROBERT H. GODDARD (USA) mit einer Arbeit über Pulver- und 1935 mit einer Arbeit über Flüssigkeitsraketen. Inzwischen hatte Professor HERMANN OBERTH (1923) sein weltberühmt gewordenes Buch: „Die Rakete zu den Planetenräumen“ erscheinen lassen. Alle anderen Pioniere des Raumfahrtgedankens und der Raketentechnik, VALIER, TILING, SCHMIEDL u. a. bauten auf der von OBERTH gegebenen Grundlage weiter. Sie gewannen die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt für diese Sache; das Interesse der Allgemeinheit wurde vornehmlich durch den Ufa-Film „Frau im Mond“ nach dem Roman THEA VON HARBOU geweckt.

Das Rückstoßprinzip

und die Entwicklung der Raketentechnik

Das Raumschiff unterscheidet sich grundsätzlich von einem Flugzeug. Es kann heute wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden, daß der Weltraum keine Luft enthält. Die Luft ist nur eine dünne Gashülle, welche unseren Erdball umschließt. Ein Flugzeug aber braucht die Luft als Stützpunkt, damit Propeller und Tragdecke wirken können. In 30 Kilometer Höhe ist die Luft bereits so dünn, daß sie kaum noch ein Flugzeug zu tragen vermag. Stellt man sich die Erde als einen Globus von 1,20 Meter Durchmesser vor, so ist diese (das Flugzeug tragende) Luftschicht nur etwa 3 Millimeter dick, während die Entfernung zwischen Erde und Mond in diesem Maßstab rund 40 Meter beträgt. Die Dichte der Atmosphäre nimmt mit der Höhe immer weiter ab. Spuren sind noch in 1000 Kilometer Höhe anzunehmen, wie aus dem Auftreten von Polarlichtern zu schließen ist. Darüber beginnt der vollkommen leere Weltraum, die künftige Domäne von Raumschiffen, die dank ihrer andersgearteten Konstruktion die Luft nicht mehr als Stützpunkt benötigen.

Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse ist der Rückstoß nicht die einzige Antriebsart, welche auch im luftleeren Raum wirksam ist (evtl. auch Kathodenstrahl- und Magneteffekt). Sie ist keineswegs eine menschliche Erfindung; in der Natur findet sie sich z. B. beim Tintenfisch, der sich fortbewegt, in-

- 2 —

dem er Wasser mit großer Kraft ausstößt. Ein Rückstoß kommt nämlich stets zustande, wenn irgendwelche Massen stofflicher Natur, wie feste Körper, Flüssigkeiten, Gase, ja selbst kleinste Masseteilchen, z. B. Elektronen mit entsprechender Geschwindigkeit ausgestoßen werden. Folgende Überlegung erläutert uns dieses Prinzip: Ein prall gefüllter Luftballon liegt reibungslos auf dem Tisch. Nach jeder Seite wirken gleich große Druckkräfte. Keine Richtung ist bevorzugt. Nach einem Nadelstich in die Hülle entweicht das Gas. Das Gleichgewicht des Druckes ist gestört. Dem Druck bei A entspricht bei B kein gleichgroßer Gegendruck. Der Ballon muß sich in Richtung AA' bewegen. Dieser Effekt heißt: Schub. Er ist eine Kraft, gemessen in kg. Eine andere physikalische Erklärung bezieht sich auf das „Prinzip der Erhaltung des Schwerpunktes“. A

A

A

Bewegung

t Schub

Druck, vermindert

Man kann und muß die Grundformel der Raketentheorie ableiten, die besagt: Das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit-

— 3 —

Ruhelage

Gasmoleküle

Druckkraft D

auf die Wandung

keit der Rakete ist gleich dem Produkt aus Masse und Geschwindigkeit der ausgestoßenen Gase. Mit Hilfe dieser Grundformel läßt sich die Geschwindigkeit der Rakete in jedem Augenblick ihres Fluges berechnen: sie ist gleich dem Produkt aus Masse und Geschwindigkeit der ausgestoßenen Gase, geteilt durch die Masse der Rakete.

Jedem Schützen ist der Rückstoß bekannt, den das Gewehr erfährt, wenn beim Abschuß das Geschoß und die Pulvergase den Lauf verlassen. Beim Maschinengewehr wird er zum Laden nutzbar gemacht. Die erste Anwendung fand der Rückstoß in Gestalt der Pulverrakete, die von Chinesen um 900 n. Chr. erfunden sein soll. Sie wurde im Laufe der Zeit für viele Zwecke verwendet, so bei der Rettung Schiffbrüchiger, als Notsignal bei Schiffen, zur Postbeförderung im Gebirge, zur Volksbelustigung beim Feuerwerk. In weit größerem Umfang fand die Rakete jedoch als Kriegsmittel Verwendung. Bereits im Dreißigjährigen Krieg war dies der Fall. In den Napoleonischen Kriegen machte sich der englische Raketenoberst CONGREVE einen Namen, der 1806 Boulogne und im übernächsten Jahre Kopenhagen mit Raketen beschoß. Später, als die Geschütze mit gezogenem Lauf und damit großer Treffsicherheit und Reichweite aufkamen, traten die Raketen in den Hintergrund. Im ersten Weltkrieg fanden sie keine Anwendung. Hingegen machte man von der Rakete im zweiten Weltkrieg einen weitgehenden, bis zum Kriegsende stets wachsenden Gebrauch. Do-Werfer, nach dem General DORNBERGER benannt, Stalinorgel, Panzerfaust, Panzerschreck u. a. Die genannten Kampfmittel bestanden alle noch aus Pulverraketen. Gegen Ende des Krieges erregten die deutschen V-1- und V-2-Geschosse Aufsehen, die beide Rückstoßantrieb hatten.

V-1, „Die fliegende Bombe“, ist eine Art Düsenflugzeug mit Tragflügeln, bei dem eingesaugte Luft mit zerstäubtem Brennstoff gemischt und verbrannt wurde. Die ausströmenden Verbrennungsgase erzeugen Schubkraft.

V-2 war eine sog. Flüssigkeitsrakete, d.h. eine Rakete, die nicht mit Pulver, sondern mit flüssigem Brennstoff betrieben wurde. Eine Rakete dieser Art muß den zur

- 4 -

Verbrennung nötigen Sauerstoff mitführen, entweder in flüssiger Form oder in Form einer sauerstoffabgebenden Substanz, während das Pulver den Sauerstoff chemisch gebunden enthält. Sie bedarf einer eingehenden Beschreibung, ist sie doch die Form der Anwendung des Rückstoßprinzips, das vorläufig allein die Basis für große Leistungen bildet. Sie ist der Urtyp der Rakete in der Vorstellung der Weltraumfahrer.

Die V-2 hieß bei den Fachleuten A 4, was darauf hindeutet, daß sie eine Anzahl Vorläufer hatte. Es waren aber auch Projekte ausgearbeitet worden, die über A 4 noch hinausgingen und zwar bis zu A 10, einer Fernrakete, welche die Entfernung Europa-Amerika überbrücken sollte. Sie alle wurden in der Versuchsanstalt Peenemünde entwickelt. Diese Raketen hatten bereits eine außerordentlich komplizierte Konstruktion, ließen jedoch sämtlich im Aufbau drei wesentliche Teile erkennen: den Motor, bestehend aus Brennkammer und Düse, den Treibstofftank und die automatische Steuereinrichtung. Zweckmäßigerweise befand sich der Motor im Schwanzstück, die Treibstoffbehälter waren im Mittelstück und die automatischen Steuereinrichtungen in der Spitze montiert. Dort befand sich auch die Sprengladung. Prinzipiell wird ein künftiges Raumschiff die gleiche Einteilung aufweisen, jedoch wird an Stelle des Raumes für die Sprengladung eine Kabine für die Besatzung treten.

Rein äußerlich betrachtet, hatte die 14 m lange V-2-Rakete aerodynamische Form mit einem Durchmesser von 1,70 m an der dicksten Stelle. Diese Riesenrakete wog 12 830 kg, legte eine Strecke von 320 km in 5 Minuten — durchschnittlich 1 km/sec — zurück und war so vollkommen automatisiert, daß sich alle Vorgänge selbständig regelten. Nur 65 Sekunden dauerte der Antrieb durch Verbrennung der Treibstoffe, wirkte also nur im ersten Teil des Fluges. Dabei erreichte die Rakete bei einer Höchstgeschwindigkeit von 1 550 m/sec (Meter pro Sekunde), entsprechend 5 580 km/h (Kilometer in der Stunde), eine Höhe von 25 km, stieg aber dann infolge der ihr innewohnenden Bewegungsenergie weiter auf 80 bis 120 km an. Der Schub betrug 25 000 kg, die Masse nach dem Verbrauch der Treibstoffe, die sog. Endmasse 4 150 kg, woraus

- 5 -

sich eine Beschleunigung von 70 bis so m/sec' ergab. Die Leistung des Raketenmotors erreichte für kurze Zeit den enormen Betrag von 600 000 PS.

Die Wirkungsweise der V-2 war folgende: aus den beiden je 4 360 Liter fassenden Vorratsbehältern wurden durch zwei Turbopumpen, die mit 5 000 Touren pro Minute umliefen, die Betriebsstoffe Alkohol bzw. flüssiger Sauerstoff angesaugt und in die Verbrennungskammer gedrückt. Die Pumpen hatten dabei den vorherrschenden Druck von ca. 20 Atmosphären zu überwinden. Der Alkohol durchfloß auf seinem Weg die Doppelwandungen der Verbrennungskammer und der Düse zwecks Kühlung und gelangte vorgewärmt in den Verbrennungsraum, in dem er durch die vorhandene Hitze entflammte. Bemerkenswert ist auch die Stabilisierung der V-2 während der Antriebsperiode. Seitliche Stabilisierungsflächen und Kreisel erwiesen sich als nicht genügend wirksam, um die unter dem gewaltigen Schub der ausströmenden Gase hochsteigende Rakete auf geradem Kurs zu halten. Dies gelang erst, als man kleine Steuerflächen in dem Gasstrom anordnete, die von Stabilisierungskreisen betätigt wurden und einen Teil der Auspuffgase so ablenkte, daß er die Rakete wieder in die richtige Lage zurückbrachte.

Die bald nach dem zweiten Weltkrieg erneut einsetzenden Versuche in USA und Rußland führten zu einer lebhaften Weiterentwicklung der Raketentechnik. Die russischen Ergebnisse sind kaum bekannt geworden. Von USA weiß man, daß auf dem Raketenflugplatz White Sands zahlreiche Versuchskonstruktionen gestartet wurden. Die gemessene Höhe wuchs rasch: Im Juli 1947 erreichte eine V-2 182 km, im Jahre 1949 eine Consolidated Vultee 145 km. Im Februar des gleichen Jahres startete eine V-2, auf die eine WAC Corporal-Rakete aufgesetzt war, die nach Ausbrennen der V-2 den Flug fortsetzte. Dabei wurde die größte bisher erreichte Höhe von 402 Kilometer gemessen. Photographische Aufnahmen mit einer automatischen Kamera zeigten die Erde in deutlicher Kugelgestalt, ein Anblick, der uns vorläufig noch versagt ist und den erst die Raumfahrer haben werden.

— 7 —

Raketentyp „Viking“

- 1) Instrumentenkammer
- 2) Tank für Helium
- 3) Tank für flüssigen Sauerstoff
- 4) Tank für Alkohol
- 5) Raketenmotor, schwenkbar

Die Umrisse der V 2 sind gestrichelt eingezeichnet.

Die Viking ist eine Weiterentwicklung der V 2.

Der heutige Stand des Raumfahrtproblems

Das Problem der Raumfahrt ist heute weitgehend durchgearbeitet, Wissenschaftler in allen Kulturstaaten beschäftigen

sich damit, Astronomen, Techniker und Physiologen. Sogar ein „Weltraumrecht“ hat ein vom Raumfahrtgedanken begeisterter Jurist bereits vor einer Reihe von Jahren entworfen. Zahlreiche wissenschaftliche Gesellschaften wie die Rocket Society in USA, die Interplanetary Society in England und die Gesellschaft für Weltraumforschung in Deutschland, usw., insgesamt 13 Gesellschaften in den verschiedenen Ländern der Welt, vereint in der „International Astronautical Federation“ (IAF), werben dafür. Es existiert bereits eine umfangreiche Fachliteratur, und zahlreiche Zeitschriften berichten über dieses Thema.

Die Beschäftigung mit Raumfahrt ohne einen Schuß Astronomie und Physik ist ein Unding. Überlegen wir einmal folgendes: Will man die Erde verlassen, so sind zwei Widerstände zu überwinden, der Widerstand der Lufthülle und die Wirkung der Schwerkraft (Gravitation). Bezüglich der Lufthülle haben wir erwähnt, daß deren Dichte mit zunehmender Höhe sehr rasch abnimmt und bereits in 30 km Höhe sehr gering ist, somit auch der Widerstand, den die Luft der Bewegung des Raumschiffes entgegensetzt. Ganz anders liegen die Verhältnisse dagegen bei der Schwerkraft. Sie ist bekanntlich die Anziehungskraft, die die Erde infolge ihrer Masse auf alle in ihrer Nähe befindlichen Gegenstände ausübt. Damit ist sie auch die Ursache des Gewichtes dieser Gegenstände. Zwar nimmt die Schwerkraft mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche ab, jedoch nur ganz allmählich. Ihre Abnahme richtet sich nach dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkt. Die Entfernung zwischen Erdoberfläche und Erdmittelpunkt (Erddurchmesser) beträgt im Mittel 6 368 Kilometer. Nehmen wir einmal die runde Zahl von 6 000 km an und setzen die Schwerkraft an der Erdoberfläche gleich eins, so ist sie in 6 000 km Höhe über der Erdoberfläche also —doppelte Entfernung vom Mittelpunkt — gleich  $1/2 \cdot 1/2 = 1/4$ , in 12 000 km Höhe oder dreifachem Abstand  $1/3 \cdot 1/3 = 1/9$  — und so fort. Somit nimmt auch das Gewicht eines Raumschiffes entsprechend ab. Ein solches von beispielsweise 100 000 kg Gewicht an der Erdoberfläche hat in 6000 km Höhe immer noch 25 000 kg. In 100 000 km Entfernung ist sein Gewicht auf 400 kg abgesunken und in 400 000 km Abstand (etwas mehr als Mondentfernung) beträgt es noch rund 25 kg. Soll also ein Raumschiff die Erde verlassen, so muß sein, wenn auch allmählich abnehmendes Gewicht auf eine sehr große Höhe gehoben werden, und dazu ist ein entsprechender Arbeitsaufwand erforderlich. Die mathematische Berechnung ergibt eine Arbeit von 6 378 000 mkg (Meterkilogramm), um 1 Kilogramm bis an die Schweregrenze emporzuheben. Diese gewaltige Arbeit ist der Hauptgrund, weshalb bis heute die Verwirklichung der Raumfahrt noch nicht über bescheidene Vorversuche hinausgekommen ist. Selbst unsere höchstwertigen Treibstoffe geben keine genügende Arbeitsleistung her. So leistet 1 kg Wasserstoff-Sauerstoff gemisch, eines unserer energiereichsten Treibstoffgemische, nur 1,61 Millionen mkg. Für ein Benzin oder Benzol-Sauerstoffgemisch ergeben sich nur rund 1 Million und für das Alkohol-Sauerstoffgemisch sogar nur 700 000 mkg. Ganz irrig wäre es, die Lösung in der Verwendung von Sprengstoffen zu suchen, denn ihr Energieinhalt ist weit geringer, als man meist annimmt. Er beträgt bei Schwarzpulver 290 000, bei Dynamit 550 000 und bei Sprenggelatine 700 000 mkg für 1 Kilogramm. Es sind noch zahlreiche andere Gemische vorgeschlagen worden, welche Vorteile bieten sollen, aber das alles ändert nichts daran, daß keine chemische Reaktion genügend Energie liefert. Die Wissenschaftler, die sich mit dem Problem der Weltraumfahrt befaßten, mußten daher nach Auswegen suchen, die wieder ein Problem für sich bilden. Solche Hilfsmittel sind:

1) Der K a t a p u l t s t a r t. Der Rakete soll hierbei von einer auf der Erdoberfläche montierten Vorrichtung eine möglichst hohe Anfangsgeschwindigkeit erteilt werden, bevor sie ihren Weg aus eigener Kraft fortsetzt. Man hat dazu gewaltige Wurfmaschinen, Solenoide, Riesenräder, welche durch Zentrifugalkraft die Rakete abschleudern, Kreistunnels, die

- 9 -

den gleichen Zweck haben, etc. vorgeschlagen, aber all diese Vorschläge haben sich als undurchführbar erwiesen. 2) Eine Außenstation, eine Art „künstlichen Mond“, welcher gewissermaßen das Sprungbrett für die Raumschiffe darstellt. Auf jeden Fall soll dieses Bauwerk außerhalb der Lufthülle eine Kreisbahn um die Erde beschreiben, und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß die auftretende Zentrifugalkraft der Schwerkraft das Gleichgewicht hält. Es würde dann beliebig lange ohne Antrieb die Erde umkreisen, ohne herabzufallen. Die Geschwindigkeit, welche man ihm erteilen muß, hängt von der Höhe ab, und wird umso kleiner, je größer man die Höhe wählt. So hat man bei einem dieser Projekte für 557 km Höhe eine Geschwindigkeit von 7 585 km/sec berechnet. In 6,04 Erdradien oder 38 523 km Höhe würde die Geschwindigkeit gerade der Umlaufgeschwindigkeit des Äquators, nämlich 464 km/sec entsprechen, und die Himmelsinsel würde scheinbar unbeweglich über einem Punkt des Äquators schweben. Man denkt sich den Bau dieser Außenstation so, daß man erst ein Raumschiff in diese Bahn bringt, und dann die Außenstation um dieses herum errichtet. Der Vorteil wird darin erblickt, daß die Raumschiffe bei ihrer Rückkehr von den Fahrten im Universum nicht mehr auf der Erde landen und wieder aufsteigen müssen, sondern an dieser im Raum schwebenden Insel vor Anker gehen. Passagiere und Betriebsstoffe werden mit kleinen Raketen hinauf- und herunterbefördert. Wie ein richtiger Bahnhof der Erde soll die Außenstation Wartesäle, Restaurants etc. aufweisen, und manche planen sogar

die Einrichtung eines astronomischen Observatoriums, das dort im Raum besonders günstige Beobachtungsbedingungen bietet. Kürzlich wurde bekannt, daß der Bau eines solchen künstlichen Mondes auf Veranlassung des USA-Verteidigungsministeriums bereits in Vorbereitung ist. In diesem Fall ist er wohl ausschließlich für strategische Zwecke gedacht. Für die Zwecke der Raumfahrt dagegen bieten all diese Projekte wegen der technischen Schwierigkeiten ihrer Ausführung und der immensen Kosten kaum Aussicht auf Verwirklichung. Die Entwicklung der Raketentechnik wird möglicherweise schneller sein und solche — 10 — Hilfsmittel überflüssig machen, wie die rasche Vervollkommnung des Atlantikflugverkehrs die vor 2 Jahrzehnten geplanten „Schwimmenden Inseln“ überflüssig gemacht hat.

3) Die Stufenrakete, die aus mehreren übereinander angeordneten Raketen besteht. Ihr Vorteil liegt darin, daß die jeweils ausgebrannte Rakete abgeworfen werden kann und sich damit die zu bewegende Masse ständig vermindert. Die übrigen Raketen, welche nun eine gewisse Geschwindigkeit erlangt haben, bewegen sich unter günstigeren Bedingungen weiter. Wir haben eine solche zweistufige Kombination, die 402 km Höhe erreichte, bereits bei den neuesten Erfolgen der Raketentechnik erwähnt, und es liegen Pläne vor bis zu 7-stufigen Raketen. Solange wir die Atomrakete, — die Endlösung in der Energiefrage bei der Raumfahrt —, noch nicht haben, wird sich die Anwendung des Stufenprinzips nicht entbehren lassen.

Schließlich ist für eine Raumreise nicht nur der Energieaufwand zur Überwindung der irdischen Schwerkraft, sondern ein Vielfaches dieses Aufwandes erforderlich; die Überfahrt mit der gewünschten Geschwindigkeit, das Abbremsen bei der Annäherung an den Zielstern, die Gegenwirkung gegen die Anziehungskraft, um einen Absturz zu vermeiden, das und manches andere bedingt immer neuen Betriebsstoffverbrauch für die einfache Fahrt. Für die Rückreise kann man noch mit annähernd dem gleichen Aufwand rechnen.

Fassen wir nun einmal der Reihe nach die Probleme ins Auge, welche bei einer Weltraumfahrt auftreten und zwar: 1) beim Start, 2) bei der Fahrt durch den Weltraum und 3) bei der Landung. Ein Spezialfall von 3) ist die Umrundung eines anderen Himmelskörpers ohne Landung.

Die Aufstiegs geschwindigkeit beim Start besitzt bei bemannten Raumschiffen eine obere Grenze, die durch den bekannten Andruck gegeben ist. Der Andruck ist eine Kraft, die stets dann auftritt, wenn ein Körper seine Geschwindigkeit ändert. Bewegt sich ein Raumschiff mit zunehmender Geschwindigkeit aufwärts, so werden seine Insassen gegen den Boden gedrückt, als wenn ihr Gewicht zugenommen hätte.

— 11 —

Fliegt das Raumschiff mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, so ist von einem Andruck nichts zu spüren. Bremst es bei der Annäherung an einen Himmelskörper, so tritt wieder ein Andruck auf, dessen Richtung bei unveränderter Lage des Raumschiffes dem beim Aufstieg entgegengesetzt ist. Wichtige Probleme bei der Projektierung des Startes sind Start-richtung, Startplatz und Startzeit. Sie hängen so sehr von den jeweiligen Gegebenheiten ab, daß sie für jede Fahrt erneut von den Astronomen berechnet werden müssen.

Die eigentliche Raumfahrt beginnt, wenn das Raumschiff die Lufthülle und den Bannkreis der Erdschwere hinter sich gelassen hat. Das Schiff muß nun auf seine vorgesehene Fahrtgeschwindigkeit in Richtung auf das Ziel gebracht werden. Die Reisegeschwindigkeit hat praktisch gesehen eine untere Grenze, da das Gewicht der mitzuführenen Lebensmittel etc. eine allzulange Ausdehnung der Reise verbietet. Bei einer Geschwindigkeit von beispielsweise 30 km/sec — also der Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne — dauert die einfache Fahrt über eine Strecke von 60 Millionen km 23 Tage und 8 Stunden. Zum Vergleich sei bemerkt, daß die Entfernung der Venus bei größter Erdnähe 41 und die des Mars im gleichen Falle 56 Millionen km beträgt. Man wird den Beginn der Reise so wählen, daß man für Hin- und Rückfahrt unter Berücksichtigung der Aufenthaltsdauer trotz der sich ständig verändernden Stellungen der Planeten keine allzu großen Entfernungen zurückzulegen hat. Man kann also nicht zu jedem beliebigen Zeitpunkt nach einem Planeten starten. Beim Mond, mit seiner relativ geringen Entfernung, liegen die Verhältnisse einfacher. Der größeren Anschaulichkeit wegen sei noch erwähnt, daß eine Fahrtgeschwindigkeit von 30 km/sec der dreißigfachen Geschwindigkeit eines Geschosses oder der hundertfachen eines Düsenflugzeuges entspricht, und man kann daraus ersehen, daß letzteres mehr als 6 Jahre zur einfachen Fahrt nach Mars oder Venus brauchen würde.

Bei der Fahrt durch den Weltraum werden die Fahrer auf vollkommen veränderte, zum Teil noch völlig unbekanntere Verhältnisse und Lebensbedingungen treffen. Die Konstruk-

- 12 -

tion des Raumschiffes muß natürlich der Forderung entsprechen, daß es seinen Insassen möglichst die normalen Lebensbedingungen bietet. Haben sich die Raumschiffer genügend weit von der Erde entfernt, so sehen sie sich von einem tiefschwarzen Himmel rings umgeben, auf dem in einer nie gesehenen Pracht die Sterne leuchten. Aber auch die Sonne, die als hellglühende Scheibe am Himmel steht, sendet Licht und Wärmestrahlung mit einer durch keine

Atmosphäre gemilderten Intensität. Diese willkommene Energiequelle ist zugleich auch eine Gefahr. Auch im Weltraum innerhalb unseres Sonnensystems wirken auf das Schiff Kräfte, die berücksichtigt werden müssen. Die Anziehungskräfte der anderen Planeten und des Mondes sind im Erdbestand gering und erreichen erst bei großer Annäherung einen praktisch beachtlichen Wert. Nur wenn die Fahrt nach einem fernerem Planeten nahe an einem anderen vorübergeht, kann dessen Anziehung zu Kurskorrekturen Anlaß geben. Wohl aber ist die Anziehung unseres Zentralgestirnes auf die Fahrt des Raumschiffes stets von Einfluß. Ein Kilogramm würde, wenn wir uns die Erde wegdenken, in mittlerem Erdbestand (149,5 Millionen km) von der Sonne mit einer Kraft von 0,602 gr angezogen und diese Kraft würde ihm eine Beschleunigung von 5,9 m/sec<sup>2</sup> in Richtung auf die Sonne erteilen. Das sind sehr geringe Werte. Aber da das Raumschiff während seiner wochenlangen Fahrt nach anderen Planeten ständig dieser Kraft ausgesetzt ist, würde das Raumschiff unter dem Einfluß der Anziehungskraft der Sonne in 30 Tagen einen Weg von rund 20 Millionen Kilometern in Richtung auf die Sonne zurücklegen. Mit geringerem Abstand von der Sonne, z. B. in Venuserfernung, wachsen, bei größerem Abstand, z. B. in dem der Marsbahn, verringern sich diese Kräfte. Im allgemeinen wird die Sonnenanziehung auf der Hinfahrt zur Venus die Fahrt unterstützen, auf der Rückfahrt hemmen. Bei der Reise nach dem Mars ist es umgekehrt. Eine andere von der Sonne ausgehende Kraft, der das Raumschiff unterliegt, ist der Lichtdruck. Bei der zu erwartenden Form des Schiffes ist er gänzlich ohne Bedeutung. Licht und Wärme der Sonne könnten zur Beleuchtung und Heizung

- 13 -

des Raumschiffes Verwendung finden, solange die Fahrt nicht über die Marsbahn hinausgeht.

Nach unserer heutigen Kenntnis geht die Erdatmosphäre langsam aber stetig in die Leere des Weltraumes über. Deshalb muß die zum Atmen erforderliche Luft mitgeführt und im Innern des Raumschiffes der normale Luftdruck, d. h. eine Atmosphäre innerer Überdruck (1 atü) aufrecht erhalten werden. Die Regeneration der Atemluft, die Entfernung der ausgeatmeten Kohlensäure, evtl. der Feuchtigkeit, die Ergänzung des verbrauchten Sauerstoffes, das alles wird schon lange auf U-Booten durchgeführt. Ein Schulbeispiel für die Erhaltung des Luftdruckes bei Höhenflugzeugen sind deren „Druckkabinen“. Als Unterschied gegenüber den Anforderungen bei einer Raumfahrt kann vielleicht angesehen werden, daß der absolut dichte Verschuß wochen-, ja selbst monatelang aufrecht erhalten werden muß. Man kann an eine pneumatikähnliche Konstruktion denken, bei der einer äußeren druckfesten Wand innen eine Gummihaut anliegt, bei der entstandene Undichtigkeiten leicht zu reparieren sind. Außerdem wird das Raumschiff aus Sicherheitsgründen eine Schotten- und Zellenkonstruktion aufweisen. Wesentlich wird sein, daß Beschädigungen der Außenhaut schnellstens gedichtet werden können und inzwischen Preßluftbehälter mit bei sinkendem Luftdruck sich automatisch öffnenden Ventilen rasch große Mengen von Luft abblasen, so daß der Luftdruck bis zur erfolgten Ausbesserung eine noch erträgliche untere Grenze nicht unterschreitet. (Etwa 0,8 atü = 600 mm Hg.) Um Luftverluste zu vermeiden, wird das Raumschiff auf dem luftlosen Mond, dem Mars mit seiner dünnen Atmosphäre, aber zunächst auf der Venus, deren Luftzusammensetzung man nicht exakt kennt, nur durch Schottendoppeltüren verlassen und bestiegen.

Viel mehr Kopfzerbrechen als die Luftfrage wird den Raumschiffkonstrukteuren das Fehlen der Schwerkraft bereiten. Wie sich ein Mensch dabei verhält und wie lange er das Fehlen der irdischen Schwere erträgt, darüber wird man erst Bescheid wissen, wenn Menschen längere Zeit im schwerelosen Weltraum gewesen sind. Denn künstlich lassen sich diese Bedingungen auf der Erdoberfläche nur sehr kurzzeitig schaffen. Zwar gibt es genau genommen einen völlig schwerelosen Raum nicht, weil die Anziehungskraft der Gestirne theoretisch bis in unendliche Fernen wirkt. Praktisch gesehen kann man aber wohl den Raum in einer Entfernung von einer Million Kilometern von Himmelskörpern, welche nicht viel größer als unsere Erde sind, als „schwerelos“ bezeichnen, und dieser Ausdruck hat sich eingebürgert. Die Gravitation der Sonne ändert daran nichts. Wie wir oben ausgeführt haben, ist sie in Erdbestand bereits gering, und ein erwachsener Mensch würde nur noch rund 50 gr in Bezug auf die Sonne wiegen. Selbst in Merkurabstand würde er nur 300 gr wiegen, und ehe man der Sonne so nahe kommt, daß man sein normales Gewicht zurückerlangt, ist man längst verbrannt.

Wenn auch noch kein Mensch den Zustand der Schwerelosigkeit für längere Zeit als einige Sekunden erlebt hat, so können sich doch die Physiker und Mediziner ein ungefähres Bild von seiner Wirkung machen. Hier ist der uralte Traum des Menschen, fliegen zu können, verwirklicht. Aber er muß diese Kunst mit Vorsicht üben. Ein etwas forsch ausgeführtes Aufrichten aus einer Kniebeuge befördert ihn mit solcher Wucht an die Decke, daß ein schwerer Schädelbruch unvermeidlich ist. Gehen, ja sich aufrecht erhalten, ist unmöglich infolge der fehlenden Bodenreibung, also ähnlich wie bei Glatteis. Die Konstrukteure werden daher Schlaufen vorsehen, an welchen sich die Insassen halten können, vielleicht auch den Raum mit einem Gitter von Schnüren durchziehen, durch das die Raumfahrer nach einigem Training hindurchschweben „wie die Fische zwischen den Wasserpflanzen eines Aquariums“. Ein anderer Vorschlag empfiehlt das Tragen von Magnetsohlen an den Schuhen, um so am Fußboden haften zu können.

Man sagt, daß die Arbeit im schwerelosen Raum erleichtert ist, aber nichts ist unbedachter als dies. Zwar haben die Gegenstände hier kein Gewicht mehr, aber sie haben nach wie vor Masse, die ein absolut unverlierbarer Bestandteil aller Materie ist. Auch das Stillen ihres Durstes macht den Raumschiffen einige Schwierigkeiten, Wein fließt nicht aus der

- 15 -

- 14 -

Flasche, Kaffee nicht aus der Tasse, sie müssen sich zum Trinken eines Saugröhrchens bedienen, und die Gefahr des Verschluckens wird nicht gering sein. Die Mediziner aber sagen noch viel unangenehmere Dinge voraus: Störungen des Gleichgewichtorgans und der Bewegungsempfindungen, die uns über Lage und Bewegung unserer Glieder informieren. ROBERT ESNAULT-PELTERIE weist darauf hin, in welche Verwirrung ein Mensch geraten kann, „wenn er seinen Kopf nicht mehr auf den Schultern fühlt“. Wie an vieles wird sich der Mensch an die Schwerelosigkeit gewöhnen, aber die ersten Stunden dieses Zustandes können verhängnisvoll werden, und man darf nicht übersehen, daß wiederum eine Umgewöhnung nötig ist, wenn die Raumfahrer nach langer Fahrt auf einem Planeten mit annähernd normaler Schwerkraft, wie die Venus, landen. Gerade in diesem kritischen Augenblick nicht zu wissen, wo oben und unten ist und nicht Herr über seine Glieder zu sein, kann zu einer Katastrophe im letzten Augenblick, zu einem „Schiffbruch im Hafen“ führen.

Daher hat man sich mit der Möglichkeit beschäftigt, für die fehlende Schwerkraft einen künstlichen Ersatz zu schaffen, solange die Wissenschaft nicht erklären kann, was Schwerkraft im Prinzip ist, bzw. sie nachahmen kann. Es bleibt vorläufig nur die bereits von GANSWINDT vorgeschlagene Methode übrig, die Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft zu ersetzen. Lassen wir das Raumschiff oder einen Teil desselben, z. B. eine Kabine, oder eine Flucht von Kabinen, ein „Deck“ wie man bei Schiffen zu sagen pflegt, rotieren, so tritt eine von der Achse weggerichtete Zugkraft auf, die bei leicht zu berechnendem Abstand von der Achse und entsprechender Drehzahl die Schwerkraft soweit ersetzen kann, daß die Insassen ihr Fehlen nicht mehr gewahr werden. Jeder Gegenstand hat wieder sein Gewicht, läßt man ihn los, so fällt er zu Boden, der Wein fließt wieder aus der Flasche, und der Raumfahrer steht wieder fest auf den Füßen. Bei richtiger Konstruktion läßt es sich so einrichten, daß im Weltraum, in dem jeder Widerstand fehlt, diese Rotation, sobald sie einmal in Gang gebracht ist, ohne weiteren Antrieb beliebig lange anhält. Eine solche Einrichtung ist nur

— 16 — in größeren, gut durchkonstruierten Raumschiffen möglich, sie muß notwendigerweise in den bemannten „Raketen“ fehlen, in welchen heute viele Übereifrige die Fahrt nach anderen Sternen antreten möchten.

Die Mitnahme von genügenden Lebensmittelvorräten ist erforderlich. Sie müssen ausreichen für Hin- und Rückreise sowie für den Aufenthalt auf dem Zielstern, dazu vorsichtshalber noch eine reichliche Reserve enthalten. Mit einer Versorgung auf dem fremden Himmelskörper zu rechnen, wäre vorläufig unverantwortlicher Leichtsin. Die Nahrung wird man als Konserven mitführen, Vitamine zur Ergänzung in Tabletten. Für spätere, jahrelange Raumfahrten kann man an einen Kreislauf des Wassers und der Nahrungsstoffe denken, wofür schnellwachsende Algen und andere Pflanzen vorgeschlagen wurden. Auch unsere synthetische Chemie ist auf dem Wege, dieses Problem einer Regeneration der Nahrungsstoffe aus den Elementen zu lösen. Vorläufig sind wir aber auf die Mitführung von Konserven angewiesen. Wie erwähnt, muß auch der Sauerstoff, von dem ein Mensch täglich ein Kilogramm verbraucht, mitgeführt werden. Einschlägige Ermittlungen ergaben, daß pro Kopf und Tag mit etwa 4 kg an Lebensbedarf zu rechnen sind.

Die Gefahren, welche im Weltraum drohen, werden von vielen übertrieben. Die Hauptgefahr wird stets eine ungenügende Vorbereitung und eine technisch unzulängliche Konstruktion des Raumschiffes bilden. Trotzdem, Gefahren sind natürlich wirklich vorhanden. Eine dieser Gefahren ist die nicht abgeschirmte Höhenstrahlung. Die relativ dünnen Wandungen des Raumschiffes, gleichviel aus welchem Material sie bestehen mögen, sind dagegen so gut wie wirkungslos. Und wenn diese ungeheuer energiereiche Weltraumstrahlung auch nicht direkt tödlich auf den Raumfahrer wirkt, so kann sie doch die Keimzellen schädigen und Mutationen bewirken, so daß wie bei den Einwohnern von Hiroshima die Nachkommen degenerieren. Bei weitem die ernsthafteste Gefahrenquelle stellen jedoch die Meteore dar, die in Millionenzahl und mit Geschwindigkeiten von 70 km/sec und mehr durch den Raum fliegen. 10 Millionen

— 17 —

Meteore dringen täglich in die Erdatmosphäre ein, was zur Genüge ihre Häufigkeit beweist. Viele sind freilich so klein, daß sie keinen Schaden anrichten können. Aber es gibt faustgroße und vereinzelt noch viel größere Eisenmeteore, die bei den genannten Geschwindigkeiten jede Wandung durchschlagen, ja ein ganzes Raumschiff durchdringen und auf der anderen Seite wieder austreten können, nachdem sie Menschen getötet, wichtige Maschinen wie die Brennkammer zerstört und der lebenswichtigen Luft einen Ausweg in den Weltraum geschaffen haben. Gegen die größeren Meteore wird es nur einen Schutz geben: Ausweichen! Aber diese schnellen und relativ kleinen Objekte sind nicht auf

genügend große Entfernung zu sehen. Hier wird das Funkecho eine Hilfe bedeuten. Mit Hilfe von Radareinrichtungen konnten selbst die kleinsten Meteore, die in die Lufthülle der Erde eindringen, registriert werden. Das Raumschiff muß also nach allen Richtungen Radarstrahlen in den Raum hinausschicken und ein durch ferne Meteore verursachtes Echo auf den Leuchtschirmen einer Zentrale sammeln. Die Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit und Größe dieser Körper müssen rasch bestimmt und die notwendigen Steuerimpulse ausgelöst werden. Es gelingt, diesen Vorgang zu automatisieren, wie bei der Fliegerabwehr, wo Radargeräte ja bereits Geschütze steuern. Die größten, für den Raumfahrer höchst unerwünschten Weltenbummler stellen die „Asteroiden“, auch „Planetoiden“ oder „Kleine Planeten“ genannten Objekte dar, die hauptsächlich zwischen Mars und Jupiter umlaufen, von denen aber einzelne auch die Erd-, Venus- und Merkurbahn kreuzen. Man hat davon bis jetzt rund 1 600 festgestellt. Ihre Größe schwankt zwischen 2 und 768 km Durchmesser. Die kleineren sind infolge ihrer schnellen Bewegung auch mit den großen Instrumenten der irdischen Observatorien kaum wahrzunehmen. Soweit man ihre Bahnen kennt, wird man den Asteroiden aus dem Wege gehen, aber ihre Bahnen werden durch die Anziehung von Mars und Jupiter oft verändert und zudem ist sicher, daß noch längst nicht alle Planetoiden entdeckt sind. Bei Fahrten zwischen Mars und Jupiter werden Raumschiffe ihre Route außerhalb der Erdbahn so festlegen müssen,

- 18 -

daß sie der größten Gefahr entgehen, ähnlich wie die Atlantikpassagierdampfer ihren Kurs im Winter südlicher nehmen, um die Eisberggefahr zu vermindern.

Das Manövrieren des Raumschiffes im Weltraum ist ein Problem, das in Fachkreisen wenig beachtet wird, das aber bei entsprechender Konstruktion kaum Schwierigkeiten bieten dürfte. Wir müssen jedoch hier zwei grundsätzlich verschiedene Fälle unterscheiden, erstens die Lageänderung des Schiffes, also eine Drehung um eine seiner Achsen etwa zu dem Zweck, eine andere Seite der Sonnenbestrahlung auszusetzen oder die Heckdüsen bei der Landung gegen das Ziel zu richten. Zweitens eine Kursänderung, weil entweder eine Kurskorrektur auf Grund der Ortsbestimmung oder ein seitliches Ausweichen vor einem Hindernis erforderlich ist. Die Lageänderungen kann das Schiff durch die in der Raumfahrtliteratur oft erwähnten Kreisel vornehmen. Drei Kreisel, deren Achsen senkrecht aufeinander stehen, genügen, um dem Raumschiff jede gewünschte Lage zu geben. Sie befinden sich normalerweise in Ruhe und werden erst im Bedarfsfall in Drehung gesetzt. Das Raumschiff macht alsdann eine gegenläufige Drehung, nur muß entsprechend dem Massenverhältnis zwischen Kreisel und Schiff sich der Kreisel sehr schnell drehen, um eine langsame Drehung des Schiffes zu bewirken. Der gleiche Effekt kann auch durch Rückstoß von je einem Paar Steuerrudern mit geringerem Gewichtsaufwand hervorgebracht werden, nur daß hier die eingeleitete Bewegung im richtigen Augenblick durch Gegenstoß wieder abgestoppt werden muß. Auf die Fahrtrichtung sind beide Methoden ohne Einfluß. Zu ihrer Änderung sind Kreisel nicht anwendbar, und auch die bei Luft- und Wasserfahrzeugen verwendeten Steuerruder oder Leitwerke sind im Vakuum wirkungslos. Die Kursänderung, ebenso wie das Ausweichen vor einem entgegenkommenden Meteor kann nur durch, in Bezug auf die Fahrtrichtung, seitlichen Rückstoß erfolgen. Die seitliche Geschwindigkeit, die das Schiff dadurch erlangt, setzt sich mit der Fahrtgeschwindigkeit nach dem aus der elementaren Physik bekannten Parallelogramm der Geschwindigkeiten zu einer neuen Fahrtrichtung zusammen. Soll nach Passieren

- 19 -

eines Hindernisses der Kurs auf den ursprünglichen Zielpunkt wieder aufgenommen werden, so ist wieder ein gegenläufiges Verfahren anzuwenden. Diese Methoden allein lassen sich in der Wirklichkeit durchführen, um ein Raumschiff längs einer gewünschten Bahn zu bewegen, vorausgesetzt, daß die Heckdüsen bereits abgeschaltet sind. Sofern diese noch in Tätigkeit sind, kann auch eine Kursänderung durch Betätigung der in den Gasstrom eingebauten Strahlruder — wie bei der V-2 —erzwungen werden.

Nähert sich das Raumschiff dem Himmelskörper, der besucht werden soll, dann beginnt eine neue Phase. Die Reisegeschwindigkeit muß herabgemindert werden. Zur Vernichtung der Bewegungsenergie ist jetzt ebenso viel Aufwand nötig, wie am Anfang zur Erlangung der hohen Geschwindigkeit. War beim Abflug Arbeit notwendig, um die Gravitation zu überwinden, so ist jetzt Arbeit zu leisten, um die durch den Planeten hervorgerufene Beschleunigung zu eliminieren, d. h. den „freien Fall“ zu vermeiden. Bildlich gesprochen heißt das nichts anderes, als daß wir von einem aus großer Höhe fallenden Stein verlangen, daß seine Endgeschwindigkeit nicht den physikalischen Gesetzen entsprechend zu- sondern abzunehmen hat. Eine vielleicht vorhandene, dem Planeten oder Planetenmond eigentümliche Atmosphäre würde zwar bremsen, aber unerwünschte Effekte hervorrufen. So muß also der Bremsvorgang schon sehr frühzeitig einsetzen. Die meisten Autoren, die sich mit Weltraumfahrt befassen, stellen sich eine Drehung des Raumschiffes um 180 Grad vor. Die Flugrichtung wird beibehalten, aber jetzt zeigt das Heck nach vorn. Eine für unser Vorstellungsvermögen ungewöhnliche Form von Wurf oder Flugeigenschaften! Die Nachteile, die solange auftreten, bis schließlich das Raumschiff—nicht einmal stabil—bei der Landung auf seinem Heck aufsetzt,

werden oft übersehen. Man stelle sich nur einmal die Schwierigkeiten vor, die ein Pilot haben wird, wollte er seinen „Fieseler Storch“ rückwärtsfliegend landen! Aus vielen Gründen muß also auch ein Weltraumschiff im Bannkreis eines Himmelskörpers ähnliche Flugeigenschaften aufzuweisen haben. Möglicherweise wird die Entwicklung dahinführen, daß das Raumschiff mit

- 20 - einem teleskopartig schwenkbaren Raketen- oder Düsenaggregat und einer Gleitvorrichtung, die bei der Landung in Erscheinung tritt, ausgestattet wird. Das Abbremsen der Fluggeschwindigkeit wird fernerhin durch den Umstand erschwert, daß die verschiedenen Himmelskörper ganz spezielle Bahngeschwindigkeiten haben. Außerdem ist von Fall zu Fall die Rotationsgeschwindigkeit eines Oberflächenpunktes verschieden.

Mittlere Bahngeschwindigkeit km/sec

Merkur Venus Erde Mars Jupiter Saturn Erdmond 48 35 30 23 13 10 24

Rotation eines Äquatorpunktes

? 465 241 12500 10050 428

Die eigentliche Landung wird der kritischste Augenblick einer Raumreise sein. Hängt hiervon doch das weitere Gelingen ab. An die Konstruktion eines Raumschiffes werden Anforderungen zu stellen sein, an die bislang noch kaum gedacht wurde. Die Landung muß so erfolgen, daß die Wiederaufstiegsmöglichkeit gesichert ist. Vor allem müssen wir eine feinst abgestufte, heute noch nicht erreichte Regulierbarkeit der Auspuffdüsen voraussetzen, die ein sanftes Aufsetzen auf dem Boden gewährleistet. Eine Bruchlandung bedeutet den sicheren Tod der Raumfahrer, auf welchem Himmelskörper sie auch erfolgen mag. Will man nicht für jedes Fahrtziel eine Spezialkonstruktion verwenden, so muß das Raumschiff sowohl auf der zerklüfteten Oberfläche des Mondes, wie vielleicht auf einem stürmisch bewegten Meer der Venus aufsetzen können. Es muß imstande sein, die Landschaft zu überfliegen, um sich einen geeigneten Landeplatz zu wählen, ob Luft vorhanden ist oder nicht, und es muß auch einem Sturm gewachsen sein. In einer tief herabhängenden Wolkenhülle in Dunst und Nebel muß es mit Echolotung und Radarstrahlen seinen Weg suchen in einer Landschaft, deren Gebirge man ebenso wenig kennt, wie die Beschaffenheit des Bodens. Vor dem Verlassen des Raumschiffes wird man eine Luftprobe chemisch und bakteriologisch untersuchen, um festzustellen,

- 21 -

ob die Luft atembar ist und keine unbekanntes Krankheitskeime enthält. Stets wird man zunächst im Raumanzug aussteigen, bis man sicher ist, daß für den Menschen geeignete Lebensbedingungen vorhanden sind.

Die Erforschung einer fremden Welt, wenn sie planvoll und erfolgreich betrieben werden soll, setzt eine ganze Reihe von Spezialisten und eine geeignet gewählte Ausrüstung der Hilfsmittel voraus. Zum Personal gehören notwendigerweise je ein Astronom und Physiker, ein Chemiker und Geologe, ein Arzt und Biologe. Die Überwachung des Raumschiffes wird man einem Ingenieur übertragen. Ein Hochfrequenzspezialist wird nicht zu entbehren sein. Dazu kommen die üblichen Hilfskräfte wie Koch und Mannschaften, die sich in 2 oder 3 Schichten abwechseln. Alles in allem eine Bedienung und Überwachung von mindestens 20 bis 30 Mann. Nach all dem bereits gesagten über die unerläßlichen Eigenschaften des Raumschiffes, seine Einrichtung und Ausstattung, kann es sich nur um ein schon recht stattliches Fahrzeug handeln. Es wird weit komplizierter und leistungsfähiger sein als ein Flugzeug, Luftschiff oder eine sonstige technische Konstruktion unserer Zeit. Ein solches Werk kann nur von einer großen Gemeinschaft — unterstützt durch internationale Zusammenarbeit — und mittels großzügiger staatlicher Subventionen geschaffen werden. Mit unzulänglichen Mitteln unternommene Versuche können mit dem unausweichlichen Schicksal ihrer Besatzung höchstens die menschliche Sensationslust befriedigen, aber der Wissenschaft keine Dienste leisten.

Die Zukunft der Weltraumfahrt

Theoretisch sind heute bereits viele Probleme der Weltraumfahrt gelöst, viel Vorarbeit praktisch schon zu einem günstigen Anfang kommender Raumfahrt geleistet. Die Atomenergie kann bald nützliche Anwendung finden. Man wird Mittel und Wege suchen, sie ihrer Gefahrenmomente zu berauben. So läßt sich auch die voraussichtliche Weiterentwicklung der Raumfahrt mit aller Wahrscheinlichkeit auf Verwirklichung abschätzen. Eine sehr gleichlaufende Entwicklung

- 22 - und Parallelität hat die Luftfahrt durchgemacht, obwohl diese heute noch nicht am Ende ihrer Möglichkeiten steht. Der Stand der Luftfahrt, „des lenkbaren Luftschiffes“ und der „Flugmaschine“, wie man damals sagte, entsprach um die Jahrhundertwende etwa dem heutigen Stand der Raumfahrt. Das Problem war theoretisch gelöst, Vorversuche waren in ziemlicher Zahl vorhanden, aber alle waren über sehr bescheidene Ergebnisse nicht hinausgekommen. Was fehlte, war ein genügend leichter Motor mit geringem Betriebsstoffverbrauch. Fast genau die gleiche Lage bietet sich der Weltraumfahrt. Auch hier fehlt zur Zeit noch der genügend leistungsfähige Antrieb, um den gewaltigen Energiebedarf zu decken. Man wird aber nicht fehlgehen in der Vermutung, daß die Entwicklung der Raumfahrt bis zur eintretenden Verwirklichung eine relativ geringere Zeitspanne benötigen wird. Der Flüssigkeitsrakete von heute und morgen wird übermorgen die Atomrakete folgen. Die Atomenergie ist aus dem Stadium des Experimentes

herausgetreten und zeigt jetzt die ersten Anwendungsmöglichkeiten. Erinnerung sei hier — nur leider erst auf militärischem Gebiet — an Atombombenwürfe, die nach der Explosion schon der Truppe gestatten, das verseuchte Gebiet zu betreten, an Atomgranaten, und sogar atomgetriebene Schiffe. Als Anwendungsmöglichkeit für den Antrieb von Raumschiffen muß gefordert werden, daß die beim Atomzerfall freiwerdende Energie in Rückstoß verwandelt wird. Bei der vollkommensten Form der Atomrakete werden Masseteilchen wie Elektronen etc. ausgestoßen, und zwar mit Geschwindigkeiten von 30 000 bis 50 000 km/sec, damit nicht zuviel Masse mitzuführen ist. Aus der Seite 3 erwähnten Formel geht hervor, daß die ausgestoßene Masse kleiner sein kann, wenn die Geschwindigkeit größer gewählt wird, vorausgesetzt, daß man die gleiche Wirkung erzielen will.

Eine Schwierigkeit bleibt aber nach wie vor bestehen. Die bei den Umwandlungsprozessen freiwerdende Wärme muß irgendwie beseitigt werden. Wie dies geschehen soll, ist noch ein großes Problem. Mit anderen Worten, man hat noch kein Mittel vorzuschlagen, um den Motor abzukühlen. Ohne dieses Problem wären dann alle durch die Raumfahrt gestellten Auf-

- 23 -

gaben lösbar. 1 kg Uran ergibt mehr als eine Billion mkg, wenn es verlustlos umgesetzt werden kann. Man braucht also — den tatsächlichen Wirkungsgrad können wir noch nicht abschätzen — noch nicht ganz 1 kg Uran, um ein Raumschiff von 100 000 kg Gewicht über den Bereich der Erdanziehung hinauszuhoben; und um die Reisegeschwindigkeit von 30 km/sec zu erteilen, werden theoretisch im Idealfalle wiederum nur rund 4 kg Uran benötigt. Das sind nun alles theoretische Werte, aber vergessen wir nicht, daß wir bereits Reaktionen kennen, die noch viel mehr Energie ergeben als die Kettenreaktion des Urans.

Wie die Entwicklung der Raumfahrt weitergeht, wenn erst einmal die Hauptaufgabe, die Konstruktion der Atomrakete gelöst ist, dafür kann uns auch die rapide Entfaltung der Luftfahrt manchen Hinweis geben. Der größte Optimist unter den Flugenthusiasten hätte um die Jahrhundertwende nicht gewagt, die tatsächlich eingetretenen Leistungen vorauszusagen. Wenden wir die gewonnenen Erkenntnisse der Wissenschaft, die Errungenschaften der Technik und ein vorsichtiges Überlegen auf die Probleme der Weltraumfahrt an, so ist es bestimmt kein Fehlgriff, zu behaupten, daß in einigen Jahrzehnten bereits die ersten Pioniere der Raumfahrt unter Einsatz ihres Lebens und mit noch relativ unvollkommenen Raumschiffen den Sprung nach dem Mond wagen werden. Ist der Mond erstmals umfaren und hat die Menschheit erstmalig wirkliche Kenntnis von der Beschaffenheit der Mondrückseite gewonnen, dann wird auch die Fahrt zu anderen Planeten gewagt werden können. Dieses Wagnis wird aber erst dann unternommen werden, wenn der Mensch sein neuartiges Fahrzeug vollkommen beherrscht. Anfangs wird zunächst nur ein spärlicher Weltraumverkehr einsetzen, doch vielleicht in einem halben Jahrhundert bereits mag sich dies geändert haben. Denn wenn eine Region dem Menschen erst einmal zugänglich geworden ist, findet er auch Gründe, sie aufzusuchen. Bietet einer der Himmelskörper dem Menschen die Möglichkeit zu längerem Aufenthalt, so werden Forscher dort Station nehmen, um alles, was wissenschaftlich von Interesse ist, zu ergründen: Klima, Vegetation,

- 24 -

evtl. Tierwelt, Geschichte und Geologie des Weltkörpers usw. Sie werden begleitet sein von Hilfskräften, werden ab und zu nach ihrem Heimatplaneten zurückreisen, und sie werden von Angehörigen besucht werden. Raumschiffe kreuzen hinüber, um ihnen frische Lebensmittel, Forschungsgeräte und Material zuzuführen, Reporter reisen hin und her. Dieser Betrieb nimmt dann größere Formen an. Es werden wohl keine 100 Jahre vergehen, dann stellen sich neben den Vergnügungssüchtigen und Sensationslüsternen auch vielleicht Erholungsbedürftige ein. Wissen wir doch heute noch in keiner Weise abzusehen, welche Möglichkeiten sich in medizinischer Hinsicht zur Heilung des Organismus, zur Beseitigung von Krankheiten physischer oder psychischer Natur aufzuentwickeln werden. Was aber suchen die Menschen auf anderen Sternen? Wie wir ziemlich sicher annehmen dürfen, gibt es keine Menschen auf anderen Planeten unseres Sonnensystems. Alle Erscheinungen, die man zeitweilig für Anzeichen einer Existenz von Menschen gehalten hat, wie die Mondrillen und Marskanäle, hat die Wissenschaft anders zu deuten gewußt. Was nun die Menschen zur Fahrt nach anderen Himmelskörpern antreibt, ist nicht nur der Forscherdrang und im negativen Sinn die Sensationslust. Der Suche nach weiteren Rohstoffquellen schließt sich der Reiz des Neuen, Unbekannten und Seltsamen sehr eng an. Wieviel neue Geheimnisse wird der denkende Mensch auf solche Weise noch der Natur entlocken können? Wir wissen es heute noch nicht.

Über die Raumfahrt im Sonnensystem können wir etwa folgende Perspektiven entwerfen: Schon die Fahrt allein wird ein Erlebnis sein, das uns heute nur die Phantasie auszumalen gestattet. Der Anblick der immer kleiner werdenden Erdkugel, das Schweben in der unermesslichen Öde des Raumes, seiend im Nichts, umwölbt vom Firmament mit dem Millionenheer der Sterne, muß den Reisenden überwältigen. Dann das wochenlange gesellschaftliche Zusammenleben an Bord eines der großen Passagierschiffe, die auf diesen Fahrten alle erdenklichen Möglichkeiten der Unterhaltung und der Belehrung bieten müssen. Diese Schiffe für Vergnügungsreisende werden aus zwei Gründen große Schiffe

sein: Die

- 25 -

von Zepelin auf das Luftschiff angewandte Erkenntnis zeigt, daß nur ein großes Schiff eine genügende Leistung aufweisen kann. Und nur große Schiffe können eine entsprechende Bequemlichkeit bieten, um die Reise erträglich zu gestalten. Hierzu gehören vor allem Einrichtungen für künstliche Schwerkraft und der Komfort eines modernen Ozeanriesen. Trotz aller Vorsorge werden Unfälle nicht unvermeidlich bleiben. Neben der Gefahr eines (bereits erwähnten) Zusammenstoßes mit Meteoriten tritt die Möglichkeit des Versagens technischer Einrichtungen eines Raumschiffes oder gar ein Brand an Bord u. ä. in den Bereich der Wahrscheinlichkeit. Ein Schiffbruch im Weltraum aber ist eine furchtbare Katastrophe. Wir werden daher kaum fehlgehen, annehmen zu wollen, daß im Zeitalter des Weltraumverkehrs stets mehrere Raumschiffe, vielleicht noch begleitet von schnellen Hilfs- und Rettungsschiffen, nach einem Wandelstern auf Fahrt gehen. Bei einer Fahrt im Convoi kann so verhältnismäßig schnell Hilfe auf gegebene SOS-Zeichen geleistet werden. In ihren Raumanzügen können die Insassen eines z. B. durch Meteorschlag havarierten und luftleer gewordenen Raumschiffes noch einige Stunden ausharren, bis Hilfe kommt.

Von einer Beschreibung der einzelnen Reiseziele kann hier abgesehen werden, da über die in Frage kommenden Himmelskörper in anderen Beiträgen der „Kleinen Volksbibliothek“ gesprochen wird. (Dr. H. van Schewick, Aufbau des Kosmos; Die Bewohnbarkeit der Planeten; Kometen-furcht — Kometenschicksal). Nur einige speziell die Raumfahrt betreffenden Bemerkungen seien angeführt. Der Mond ist eine tote Welt ohne Luft und Wasser. Seine Oberfläche ist wüst und leer und zeigt nur eine schauerlich zerklüftete Landschaft, dazu höllische Hitze während eines Mondtages und eisige Kälte während der in finsternes Dunkel gehüllten Mondnacht, beide je 14 Erdentage andauernd. Das völlige Fehlen einer Atmosphäre macht ihn zu einer Region lautloser Stille, in der nicht einmal ein Kanonenschuß eine Andeutung von einem Ton hervorruft. Aber eine Sensation bietet er wenigstens dem Raumfahrer: Die Möglichkeit, unsere Erde als „Mond des Mondes“ am Himmel stehen zu

— 26 — sehen. Während der Mondnacht zieht unsere Erde am tiefschwarzen, wolkenlosen, sternübersäten Mondhimmel herauf und erreicht die 3 1/2-fache Größe und die 28-fache Helligkeit des Vollmondes an unserem Himmel. Die Mondfahrt weist einige Besonderheiten auf. Infolge der kurzen Fahrtdauer selbst bei nur 10 km/sec mittlerer Geschwindigkeit kann man auf das am Himmel sichtbare Ziel mit einem gewissen Vorhaltewinkel starten. Die Schwere auf dem Mond ist nur 1/6 und die Arbeit, ihn wieder zu verlassen, nur 1/21 derjenigen auf der Erde. Spaziergänge auf dem Mond sind nur im Raumanzug möglich. Aber trotz der geringen Schwere muß man sich hüten, in einen der tiefen Abgründe zu stürzen, mit denen die Mondoberfläche übersät ist, denn ein Sturz in 250 Meter Tiefe entspricht einem solchen vom Dach eines 4-stöckigen Hauses auf der Erde.

Merkur mag manche Eigenschaft mit dem Mond gemeinsam haben. Solange die Dauer seiner Umdrehungszeit nicht geklärt ist, läßt sich über seine Oberflächenverhältnisse nichts Sicheres sagen. Die Licht- und Wärmeflut, in die Merkur gehüllt ist, — er empfängt pro Flächeneinheit siebenmal soviel davon wie die Erde — wird eine Umfahrung und erst recht eine Landung nur unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen erlauben. Auf der der Sonne zugekehrten Seite konnten Temperaturen gemessen werden, bei welchen Zinn und Blei schmelzen. Die Umfahrung erfolgt mit einer der Schwerkraft des Planeten und dem gewählten Abstand entsprechenden zirkulären Geschwindigkeit.

Venus, unser Morgen- und Abendstern, ebenfalls wie Merkur ohne Mond, hat die Phantasie der Romanschriftsteller lebhaft angeregt. Astrophysikalische Forschungsergebnisse der letzten Jahre waren es, die uns das Bild der Venus, wie es den meisten Autoren vorschwebte, heute in einem gänzlich anderen Lichte erscheinen lassen. Zweifellos ist es auf Venus wärmer als bei uns, denn sie empfängt fast doppelt so viel Licht und Wärme. Außer den normalen Daten, die der messenden Astronomie zu verdanken sind, wissen wir nur noch, daß dieser Planet ständig von einer sehr dichten Wolkendecke eingehüllt ist und so die Oberfläche unseren Blicken

— 27 —

für immer entzogen ist. Diese dichte Wolkendecke stimmt nicht nur bedenklich; sie enthält auch noch ein Geheimnis. Zwar konnte bisher in keinem Falle das Vorhandensein von Sauerstoff und Wasserdampf in der Atmosphäre nachgewiesen werden, und so scheint es demnach auch an Wasser dort zu mangeln. Aber einige Forscher (ADAMS, DUNHAM u. a.) konnten das Vorhandensein von Kohlendioxyd in der Atmosphäre nachweisen! Diese Forscher diskutieren ernsthaft, ob unter dieser dichten Wolkenschicht nicht vielleicht doch noch Wasserdampf- und Kohlendioxydwolken sich sammeln und so Leben ermöglichen können. Wenn dies zuträfe, könnten wir günstigenfalls organisches Leben erwarten. Wenn aber Wasserdampf und damit auch Wasser nicht vorhanden sind und nicht nachweisen lassen? Ein neuer Umstand trat auf, der eine ganz neuartige Erklärung zuließ und, wenn sie sich bewahrheitet, den Venus-Besuchern ein eigenartiges Bild bieten würde. WILDT konnte nämlich den Nachweis führen, daß sich das Kohlendioxyd mit Spuren von Wasserdampf zu Formaldehyd verbindet. So mögen die Raumfahrer bei ihrem Niedergang zu den Gründen der Venusoberfläche mit völlig ungewohnten Unbilden einer stürmischen Atmosphäre

rechnen. Niederschläge einer zähklebrigen Flüssigkeit — einer Art plastics — werden die Raumfahrer vor gänzlich neue Aufgaben stellen, um mit diesen Schwierigkeiten fertig zu werden. Daneben werden sicherlich noch andere atmosphärische Gewalten, wie Stürme, Gewitter, Wolkenbrüche und Blitze — ungleich häufiger und heftiger als auf unserer Erde — hindernd in den Weg treten. Diese schroffe Alternative ist Ausdruck unseres Nichtwissens, das sich erst lösen wird, wenn die ersten Weltensegler von dem Stern der Aphrodite zurückgekehrt sind.

Mars, der „Kriegsplanet“, bietet mit seinen zwei kleinen Monden seinen Besuchern zweifellos ein friedliches Bild. Die dünne, an Wasserdampf arme Atmosphäre und die starke Ausstrahlung während der Nacht lassen vermuten, daß die klimatischen Verhältnisse vielfach denen auf hohen Berggipfeln der Erde entsprechen. In mancher Hinsicht gleicht er in der Tat der Erde. Er zeigt, wie diese, warme und kalte Zonen. Ein

- 28 -

irdischer Besucher wird dort mit Vergnügen die Verminderung der Schwere empfinden, die auf Mars etwa 1/3 der unsrigen beträgt, so daß ein Mensch von 75 kg irdischen Gewichtes nur noch 28 kg wiegt. Der Mars ist also ein Planet, auf dem man große Sprünge machen kann. Seine Gebirge sind nicht hoch, reißende Flüsse oder breite Ströme fehlen völlig, Ozeane gibt es nicht. Zwar wurden heftige Stürme beobachtet, aber bei der Dünne der Luft haben sie keine zerstörende Gewalt. Auch seine Vegetation entbehrt der Stattlichkeit und Wildheit irdischer Wälder und Dschungel: Moose und Flechten, die da, wo sie sich während des Sommers entfalten können, einen Teppich bilden, über den der menschliche Fuß hinwegschreitet, vielleicht auch kaktusartige Gewächse in den trockenen warmen Zonen. Weder Gefahren noch Mühen bietet der Mars seinen Besuchern. Er ist ein Bild abendlichen Friedens, einer Ruhe und Abgeklärtheit, welche sich die Bewohner unserer sich im steten Kampf ums Dasein verzehrenden Welt garnicht vorstellen können.

Eine Welt ganz anderer Art ist Jupiter, der nächste nach Mars in der Reihe der äußeren Planeten. Die Schwere erreicht dort das 21/2-fache der Erdschwere und die Arbeit zu ihrer Überwindung das 28-fache. Auch Jupiter ist von einer dichten Atmosphäre, die Methan und Ammoniak enthält, eingehüllt. Zwei widersprechende Annahmen führen zu Aussagen gänzlich verschiedenen Inhaltes über die Geologie des Planeten. Nach der einen Theorie müssen wir es danach mit einem Körper zu tun haben, der noch in einem frühen Entwicklungsstadium sich befindet. Sollte sich diese Theorie bewahrheiten, so käme nur eine Umfahrung des Planeten in Frage. Die Möglichkeit einer Landung wäre sehr gering. — Seine i i Monde übertreffen z. T. an Größe den Erdmond, und einer erreicht sogar die Größe des Mars. Bei einigen konnte eine Atmosphäre nachgewiesen werden. Doch dürften die Bedingungen für die Entfaltung einer Vegetation wegen der beträchtlichen Sonnenferne nur gering sein. Für die Raumfahrt, sollten die Wege auch in solche Gefilde der Sonnenferne führen, dürften einige dieser Monde sicherlich willkommene Stützpunkte für weitere Expeditionen abgeben.

- 29 -

Streifen wir noch den ringumgürteten Saturn, der stets das Interesse und die Phantasie der Menschen beschäftigt hat. Sein Anblick aus unmittelbarer Nähe wird durch seine Ringe und die 9 ihn umkreisenden Trabanten die Begeisterung der Astronomen erwecken, aber Vergnügungsreisende im Weltraum nicht verlocken können, eine Reise zu unternehmen, deren Dauer 20mal so groß ist wie die nach Mars oder Venus. Dunkel und Kälte sind seine Attribute, die wir dieser sonnenfernen Gegend mit Sicherheit zulegen können. Noch ungastlicher wird es in den Fernen sein, wo sich die drei äußeren Planeten Uranus, Neptun und Pluto ruhelos bewegen.

Was alles Raumfahrer an Wertvollem und Interessantem zur Erde herüberbringen werden, können wir heute in keiner Weise beurteilen. Aber es scheint, daß der größte Gewinn, der daraus erwächst, die Erkenntnis sein wird, daß die Erde, wenn auch nicht die beste aller möglichen, so doch die beste aller vorhandenen Welten ist. Und wer nachdenklich veranlagt ist, wird sich fragen: „Warum können auf diesem paradiesischen Stern die Menschen nicht in Frieden leben?“

Zum Schluß müssen wir noch eine Frage beantworten, wie die Aussichten sind, daß Menschen einmal unser Sonnensystem verlassen und zu den Planeten anderer Sonnen reisen. Nach der Ansicht bedeutender Forscher (HOYLE u. a.), könnten wir möglicherweise auf einer Vielzahl Planeten anderer Sonnen Menschen vorfinden. Wenn erst einmal die Raumfahrt Wirklichkeit geworden ist, wird die Frage, wie wir uns mit den Bewohnern ferner Welten in Verbindung setzen können, immer mehr Gewicht erlangen. Aber, daß wir dorthin reisen, ist nach dem heutigen Stand unserer wissenschaftlichen Erkenntnis nicht möglich. Schon die nächste Sonne, Alpha Centauri, ein Stern erster Größe am Südhimmel, ist 4 Lichtjahre entfernt. Bei der angenommenen Reisegeschwindigkeit von 30 km/sec — ein Zehntausendstel der Lichtgeschwindigkeit — bedeutete dies eine Fahrzeit von 40 000 Jahren für den einfachen Weg. Auch mittels der Atomrakete könnte nur unter großen Schwierigkeiten die Reisezeit erheblich verkürzt werden. Jedoch der Aufwand

— 30 —

würde sich bei der geringen Wahrscheinlichkeit, in einer Raumkugel mit 4 Lichtjahren Durchmesser schon bewohnte Welten in Zukunft vermuten zu dürfen, sicherlich nicht lohnen.

Für die fernere Zukunft kann allerdings mit gewisser Vorsicht prognostiziert werden, daß man eines Tages Raketen bauen wird, die vollautomatisch ausgerüstet sein werden. Bei gründlicher Überlegung und unter Beachtung aller Entwicklungsmöglichkeiten der Technik läßt sich auch heute schon der Aufbau einer solchen Rakete bis in Einzelheiten beschreiben. Doch auch dieses Wunderwerk der Technik wird uns nicht in die Lage versetzen, mit jenen fernen Welten in einen engeren Kontakt zu treten. Die Bewohner auf jenen fernen Sternen werden leben und vergehen, ohne daß wir jemals Kunde voneinander erhalten.

#### Literaturverzeichnis

Hermann Oberth: Wege zur Raumschiffahrt, R. Oldenbourg, München 1929, 431 S., Nachdruck: Edwards Bros, Ann Arbor Michigan USA 1945.

Walter Hohmann: Die Erreichbarkeit der Himmelskörper, R. Oldenbourg, München 1925, 88 S., 28 Abb. Eugen Sänger : Raketenflugtechnik, R. Oldenbourg, München 1933, 222 S., 92 Abb.

Max Valier : Raketenfahrt (später: Der Vorstoß in den Weltraum), R. Oldenbourg, München 1930, 248 S., 72 Abb.

Willy Ley: Die Möglichkeit der Weltraumfahrt, Nachmeister & Thal, Leipzig 1928, 344 S., 70 Abb.

Josef Stemmer : Die Entwicklung des Raketenantriebes in allgemeinverständlicher Darstellung, 3 Bde., E. A. Hoffmann-Verlag, Zürich 1944/45.

Otto Willi Gail : Physik der Weltraumfahrt, Hanns Reich Verlag, München 1948, 140 S., 44 Abb.

Hanns K. Kaiser : Kleine Raketenkunde, Mundus Verlag, Stuttgart 1949, 150 S., 90 Abb.

— 31 —

Willy Ley : Rockets and Space Travel, The Future of Flight Beyond the Stratosphere, The Viking Press, New-York 1947, 347 S., 16 Abb.

Alexandre Ananoff: L'Astronautique, Librairie Artheme Fayard, Paris XIV 1950, 498 S., 155 Abb.

#### Gesellschaften für Weltraumforschung

Südwestdeutsche Gesellschaft für Weltraumforschung, Frankfurt-West, Postfach 1312A (Dr. Goethe)

Institut für Raketenforschung, Frankfurt-Main, Finkenhofstraße 38.

Gesellschaft für Raketenforschung e. V., (Ing. A. Püllenber), Bremen, Yorkstraße 63.

Nordwestdeutsche Gesellschaft für Weltraumforschung e. V.,

Sekretariat Friedrichstadt (Eider), Postfach 2. (In Liqu.)

Gesellschaft für Weltraumforschung e. V., Stuttgart-Zuffenhausen, Postfach 9.

International Astronautical Federation (IAF), Sitz Baden, Schweiz.

#### Der Verfasser:

Dr. Johann Wolfgang Goethe studierte Astronomie, Meteorologie und Geophysik von 1936-1941, war während des Studiums Assistent an der Frankfurter Sternwarte und am Planeteninstitut, später Leiter des Wissenschaftlichen Beirates der Gesellschaft für Weltraumforschung, Berlin. Gründer der Südwestdeutschen Gesellschaft für Weltraumforschung, Frankfurt a. M. 1947. Fellow of the British Interplanetary Society, London. Member of the British Astronomical Association, London. Mitglied der Astronomischen Gesellschaft, Göttingen.

BKV 1031 / 1953. Alle Rechte vorbehalten. Verlag Butzon Bercker, Kevelaer (Rhld.)

Das nennt man zielbewußt!

Herbert, gerade 16 Jahre alt geworden, wurde schon öfter von seinen Kollegen aufgefordert, mit ihnen ins Kino zu gehen. „Nein, ich spare jeden Pfennig“ entgegnete er hartnäckig allen Versuchen.

„Ja, wofür denn?“ „Ich muß es bis Weihnachten zu einem neuen Füllhalter gebracht haben, und zwar zu einem Pelikan.\*

Vati hat einen, mein Chef hat einen, und ich muß auch einen haben. Diese millionenfach bewährte Konstruktion, die elegante Form und seine

sprichwörtliche Zuverlässigkeit!!! Nein, nein, geht nur ohne mich!“ Seitdem sparen noch zwei andere seiner Kollegen für einen Pelikan. Sie sahen ein, es lohnt!

\* in jedem guten Fachgeschäft erhältlich.

lest Bücher LISTBucher

Dichtung, Leben

Wissen der Welt

Bisher sind erschienen:

DR. JOHANN WOLFGANG GOETHE

Die Liebe ist hart, Roman Weltraumfahrt  
Knut Hamaun Die schönste Geschichte der Welt UTOPIE oder WIRKLICHKEIT?  
Rudyard Kipling Von Tieren und Menschen 1031  
Carl Hagenbeck Erfolg im Leben, mein Leben und Werk  
Henry Ford Ozean, Roman  
Vittorio G. Rossi Seltsame Freunde  
Axel Munthe Ich, Claudius, Kaiser und Gott  
Robert von Ranke Graves Das Leben befiehlt, Roman  
V. Blasco Ibanez Victoria, Die Geschichte einer Liebe  
Knut Hamsun Das Wunder von Carville  
Betty Martin Erlebnis einer Heilung  
William L. Laurence Die Geschichte der Atombombe  
Günther Weisenborn Die Furie, Roman  
Sinclair Lewis Mantrap, Roman  
Ludwig Reiners Fräulein, bitte zum Diktat  
In Vorbereitung: Hand- und Wörterbuch der Sekretarin  
Lists Taschenatlas der Welt  
Robert Prechtl Untergang der Titanic, Roman  
Charlotte Köhn-Behrens Du bist Dein Schicksal  
Wilhelm Schäfer Wege zum Erfolg in Leben und Liebe  
Selma Lagerlöf Der Hauptmann von Köpenick, Roman  
Dagobert v. Mikusch Gösta Berling, Roman  
Gerhard Bahlsen König Ibn Saud, Mekka, Öl und Politik  
Das Fünfminutenlexikon  
490 Jeder Band DM 190  
L I ST- Bücher in allen Buchhandlungen