

Unverkäufliche Leseprobe

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Text und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Dieses Buch ist der unveränderte Reprint einer älteren Ausgabe.

Erschienen bei FISCHER Digital
© 2018 S. Fischer Verlag GmbH,
Hedderichstr. 114, D-60596 Frankfurt am Main

Printed in Germany
ISBN 978-3-596-32132-2

Dieser Titel erschien im S. Fischer Verlag erstmals 1958.

Fischer

Weitere Informationen finden Sie auf
www.fischerverlage.de.

Wernher von Braun

Start in den Weltraum

Ein Buch über Raketen, Satelliten und Raumfahrzeuge

Mit Beiträgen von Willy Ley

Nachwort von Heinz Gartmann

S. Fischer Verlag · 1958

Die Illustrationen von Chesley Bonestell, Fred Freemann und Rolf Klep
sind den amerikanischen Originalausgaben entnommen.

Die den Bänden ‚Station im Weltraum‘ und ‚Die Eroberung des Mondes‘ entnommenen Texte
erschieden zuerst in englischer Sprache 1952 in Collier's Magazine.

[The Crowell-Collier Publishing Company, New York].

Die dem Band ‚Die Erforschung des Mars‘ entnommenen Texte erschienen zuerst in englischer Sprache
unter dem Titel ‚The Exploration of Mars‘ im Verlag The Viking Press.

Die Übersetzung und Bearbeitung besorgte Heinz Gartmann.

Copyright 1952 by The Crowell-Collier Publishing Company, New York,
und © 1956 by Willy Ley, Wernher von Braun und Chesley Bonestell

Alle Rechte vorbehalten durch S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main. Printed in Germany

Der Auftakt: Bau der Weltraumstation

In naher Zukunft wird die Erde einen neuen Begleiter am Himmel bekommen, einen bemannten, künstlichen Satelliten, den ersten Stützpunkt der Menschheit im Weltraum. Er wird von Menschen bewohnt und vom Boden aus als ein ruhig wandernder Stern erkennbar sein und doch mit unglaublicher Geschwindigkeit um die Erde kreisen, eingebettet in jene finstere Unendlichkeit außerhalb der Atmosphäre, die wir „Weltraum“ nennen.

Dieser künstliche Mond, dessen Teile mit Raketen Stück für Stück in den Raum hinausgebracht werden, wird seine Bahn wahrscheinlich in 1730 Kilometer Höhe ziehen und alle zwei Stunden einen Umlauf um die Erde vollenden. Für den „Antrieb“ wird die Natur sorgen; das genaue Gleichgewicht zwischen seiner Geschwindigkeit und der Anziehungskraft der Erde wird ihn auf seinem Kurs halten, genau wie den Mond, der durch dieselben Faktoren auf seiner Bahn bleibt. Die Geschwindigkeit, mit der sich der 75 Meter weite, radförmige Satellit fortbewegt, wird 7,08 Kilometer in der Sekunde oder 25 400 Kilometer in der Stunde betragen; das ist zwanzigmal so schnell wie der Schall! Trotzdem wird diese Geschwindigkeit für die Insassen nicht spürbar sein: Die Raumstation wird ihnen wie eine völlig feste Plattform vorkommen.

Von diesem Stützpunkt aus wird der Flug nach dem Mond selbst nur noch ein Schritt sein, gemessen an den Entfernungen, mit denen wir im Weltall zu rechnen haben.

Die Wahl der sogenannten „2-Stunden-Bahn“ – statt einer schnelleren, die der Erdoberfläche näher wäre, oder einer langsameren, wie es die 29-Tage-Bahn des Mondes ist – hat einen besonderen Grund: Diese Bahn ist weit genug entfernt, um Behinderungen durch die Atmosphäre zu vermeiden, doch liegt sie noch nahe genug, um die Station zu einem überlegenen Beobachtungsposten zu machen.

Die Techniker der Station können mit eigens dafür konstruierten mächtigen Teleskopen, die mit Bildschirmen, Radargeräten und

Kameras verbunden sind, Meere und Kontinente, Länder und Städte unaufhörlich beobachten. Sogar kleine Städte werden in diesen optischen Instrumenten gut zu erkennen sein. Die Beobachter im Weltraum werden sich also in der gleichen günstigen Position befinden wie ein Aufklärungsflugzeug in nur 1500 Meter Höhe.

Nichts kann ihrer Aufmerksamkeit entgehen. Da die Erde sich unter der Bahn des Satelliten weiter dreht, gelangt alle zwei Stunden ein Zwölftel ihrer Oberfläche in den Gesichtskreis der Besatzung; und in einem Zeitraum von 24 Stunden wird die ganze Erde einmal sichtbar gewesen sein.

Über Nordamerika beispielsweise würde die Raumstation die Ostküste 10.00 Uhr vormittags passieren und zwei Stunden später, nach einem vollen Umlauf um die Erde, die sich inzwischen selbst auch weiter gedreht hat, die Westküste überqueren. Während dieses einen Umlaufs käme sie im Norden bis nach Nome in Alaska und im Süden bis nach Kleinamerika in der Antarktis. Um 10.00 Uhr vormittags am nächsten Tag aber würde sie wieder über der Ostküste Nordamerikas erscheinen.

Trotz des ungeheuer weiten Gebietes, das auf diese Weise erfaßt wird, könnten besonders ausgewählte Punkte auf der Erdoberfläche bis ins Detail inspiziert werden. Die Teleskope und Kameras der Weltraumstation würden es keiner Nation mehr gestatten, Kriegsvorbereitungen für längere Zeit zu verbergen.

Luftbilder aus großen Höhen und astronomische Studien lehren uns: Dem unbewaffneten Auge wird die Erde aus einer Entfernung von 1730 Kilometer wie eine gigantisch leuchtende Kugel erscheinen. Sie wird einen ehrfurchtgebietenden Anblick bieten. Auf der Tagesseite wird die Besatzung der Raumstation blendendweiße Wolkenfelder sehen, die das Licht der Sonne reflektieren. Die Kontinente werden in allen Schattierungen von Grau und Braun hervortreten und das glänzende Blau der Meere umrahmen. Nordamerika wird ein großartiges Mosaik aus Braun, Grau und Grün sein, das sich bis zu den schneebedeckten Felsengebirgen hinzieht. Und die Polar-

Querschnitt durch die Atmosphäre der Erde und den Weltraum jenseits der Atmosphäre. Über 200 km Höhe ist die Luft so dünn, daß sie einem fliegenden Körper keinen Widerstand mehr entgegensetzt. Dort beginnt also der Weltraumflug.

WELTRAUMFLUG 200 KM BIS UNENDLICH
WELTRAUMFLUG-
VALENTINER FLUG
BIS 200 KM

ATMOSPÄRE
IONOSPÄRE
STRATOSPÄRE
TROPOSPÄRE

6400
Far Side
↑

1900
km
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0

künstliche Erdsatelliten verschiedener Projekte

OZONSCHICHT
Mt. Everest 8800m

Nordlicht

Meteore

Raketenflugzeug X 15

Bell-Raketenflugzeug

V₂

Bumper-Wac 1949

Sputnik I
(1957 Alpha 2)

Raketenschiff

Sputnik II
(1957 Beta)

Mondschiff

Explorer
(1958 Alpha)

kappe, die gerade Sommer hat, wird ein strahlendes Weiß zeigen, das viel zu hell ist, als daß man es mit dem ungeschützten Auge betrachten könnte.

Auf der Nachtseite aber werden die Weltstädte als glitzernde Lichtpunkte sichtbar. Umgeben vom Dunstkreis ihrer Atmosphäre wird die Erde von der absoluten Schwärze des Alls eingerahmt.

Die Entwicklung der Raumstation ist so unabwendbar wie der Sonnenaufgang; der Mensch hat seine Nase bereits in den Raum hinausgesteckt und wird sie nicht wieder zurückziehen.

Am 14. September 1944 erreichte eine deutsche V-2-Rakete, die von einer kleinen Insel an der Ostseeküste abgefeuert worden war, eine Höhe von 175 Kilometer. Zwei Jahre später, am 17. Dezember 1946, flog eine andere V 2, die auf den White Sands Proving Grounds in Neumexiko gestartet wurde, 183 Kilometer hoch; und am 24. Februar 1949 erhob sich eine zweistufige Rakete, eine kleine Rakete des Typs „WAC Corporal“, die aus der Spitze einer als Träger oder „erste Stufe“ dienenden V 2 abgefeuert wurde, bis zu einer Höhe von 402 Kilometer – das ist ungefähr die Entfernung zwischen New York und Washington oder Frankfurt und München, aber nach oben! Diese Projektile haben dasselbe Antriebsprinzip wie die „Düsenflugzeuge“. Es beruht auf dem dritten Bewegungssaxiom von Isaak Newton, das etwa besagt: Jede auf einen Körper wirkende Kraft löst eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft aus. Ein gutes Beispiel dafür ist das Schießen. Wenn der Schütze abzieht und die Kugel den Lauf verläßt, gibt es einen Rückstoß, der den Gewehrkolben gegen seine Schulter preßt. Wäre das Gewehr leichter und die Ladung der Patrone viel stärker, würde es vielleicht über die Schulter um ein beträchtliches Stück nach hinten fliegen.

Was verursacht diese Reaktion? Die Antwort ist einfach: Das explodierende Pulver erzeugt einen nach allen Seiten gleich wirkenden Druck. Der Druck auf das hintere Ende des Geschosses treibt dieses aus dem Lauf. Aber der gleiche Druck wirkt auch auf das geschlossene hintere Ende des Laufs, und diesen Rückstoß fühlen wir beim Schießen an unserer Schulter.

Wir wollen das Beispiel noch etwas erweitern und uns ein Maschinengewehr vorstellen, das auf einem leichten Schienenwagen befestigt

ist. Wenn wir nun parallel zu den Schienen zu feuern beginnen, setzt der Rückstoß des ständigen Stroms von Kugeln unser Fahrzeug in Bewegung, und zwar in entgegengesetzter Richtung. Jede Kugel, die den Lauf verläßt, beschleunigt den Wagen um einen bestimmten Betrag. Wenn wir von der Reibung absehen, wird also die Geschwindigkeit des Fahrzeugs fortgesetzt zunehmen, bis die Munition des Maschinengewehrs verbraucht ist. Es mag unglaublich erscheinen, aber wenn der Schienenwagen leicht genug ist und genug Munition trägt, kann er eventuell schneller werden als die Geschosse, die den Lauf des Gewehrs verlassen. Es ist leicht einzusehen, daß diese Antriebsmethode auch ohne Luft funktioniert. Tatsächlich wäre die Geschwindigkeit der Geschosse und des Fahrzeugs im luftleeren Raum viel größer.

Auf diesem Prinzip beruht der Raketenantrieb. Der Körper der Rakete entspricht dem Lauf des Maschinengewehrs; die Gasmoleküle, die die Raketendüse verlassen, entsprechen den Kugeln. Die Leistung einer Rakete wird nicht in Pferdestärken (PS) gemessen, sondern in Kilogramm oder Tonnen Rückstoßkraft, genannt „Schub“. Dieser Schub wird erzeugt, wenn die Treibstoffe einer Rakete zusammengebracht und entzündet werden. Für diese Verbrennung ist keine sauerstoffhaltige Atmosphäre notwendig, da eine wirkliche Rakete – im Gegensatz zu einem Flugzeug mit Luftstrahlantrieb – den Sauerstoff als Teil ihrer Treibstoffe mit sich führt. Wir können daher festhalten, daß der ideale Bereich für die wirksamste Anwendung eines Raketenantriebs der leere Raum außerhalb der irdischen Atmosphäre ist.

In kleinen Raketen verwendet man feste Treibsätze, bei denen der Brennstoff und der Sauerstoffträger, man sagt auch „Oxydator“ oder „Aktivator“, zu einer Mischung vereint sind. Für die gewöhnlichen Feuerwerksraketen dient eine schwächere Abart des alten Schwarzpulvers als Antriebsmittel, bei den kleinen Kriegsraketen, wie beispielsweise der „Bazooka“, nimmt man ein besonderes, rauchloses Pulver. In beiden Fällen befindet sich die Ladung innerhalb einer einfachen Röhre, die gleichzeitig als Treibstoffbehälter und als Brennkammer dient. Am hinteren Ende der Röhre ist die Entspannungsdüse angebracht. Die Rakete wird durch Entzündung des Treibsatzes abgefeuert. Sobald wir versuchen, derartige Treibsätze auch für

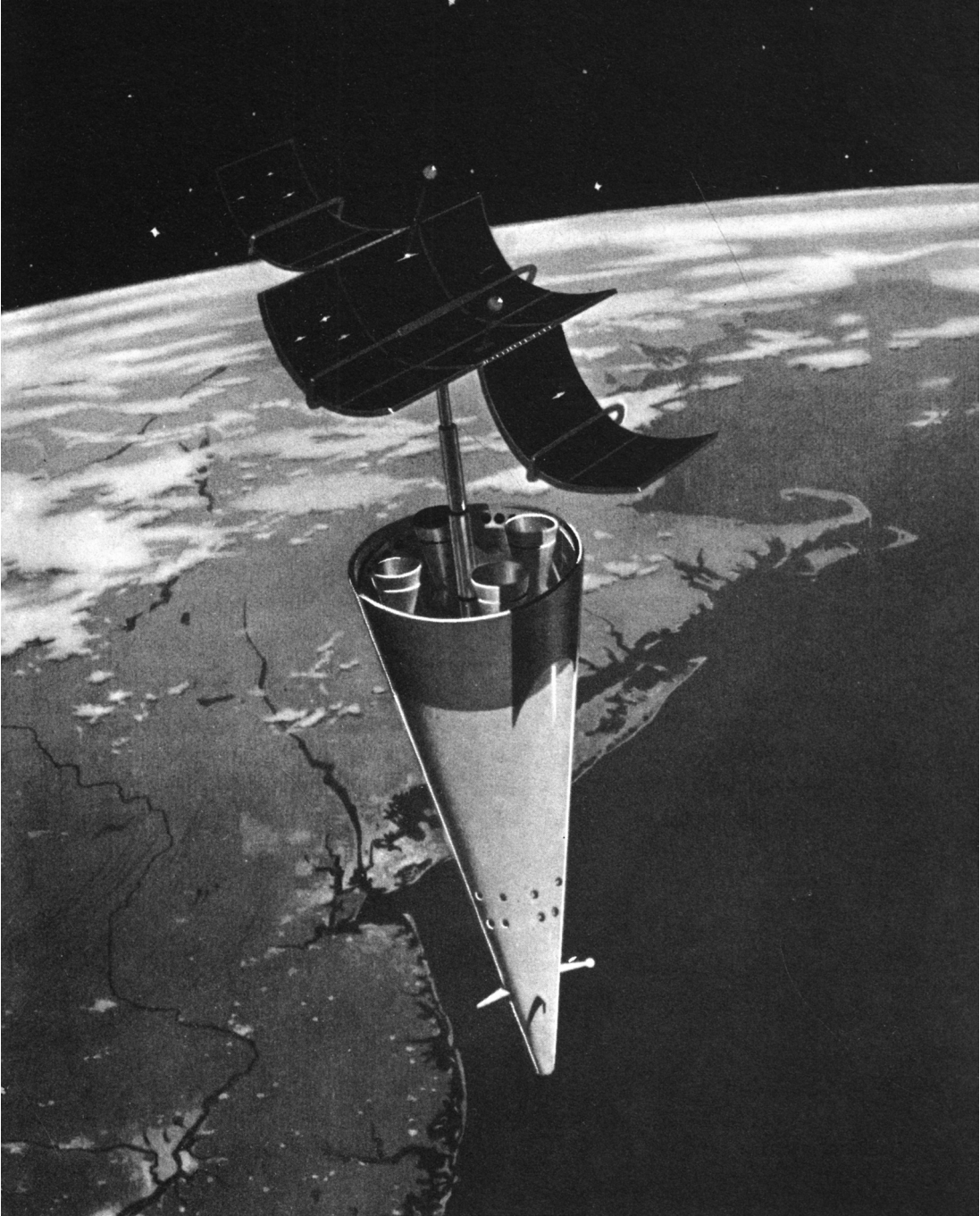
größere Raketen zu verwenden, ergeben sich trotz ihrer Einfachheit viele Unzulänglichkeiten.

Die Erfahrung lehrt, daß es sehr schwierig ist, große Ladungen aus festen Treibstoffen herzustellen. Außerdem muß der ganze Raketenkörper, obgleich er hauptsächlich als Treibstoffbehälter dient, besonders kräftig und dickwandig sein, da er dem hohen Verbrennungsdruck standhalten soll. Die Befestigung der Ladung im Innern der Rakete macht weitere Schwierigkeiten. Wird sie unmittelbar an der Wandung angebracht, wie bei der Feuerwerks-Rakete, kann die Verbrennungswärme sich in der Wand fortpflanzen und durch gleichzeitige Entzündung des gesamten Treibsatzes eine Explosion verursachen. Wird die Ladung im Innern der Röhre frei durch Drähte gehalten, wie bei den Kriegeraketen, kann diese Halterung weggebrannt werden, sobald die Brennzeit länger als ein paar Sekunden dauert. Auch die Schubdüse hält nur wenige Sekunden stand, da sie ungekühlt und daher nicht geschützt ist.

Feste Treibsätze des alten Schwarzpulvertyps müssen gepreßt werden. Dadurch wird das Pulver spröde, und in der Ladung können winzige verborgene Risse entstehen. Auch Temperaturschwankungen können solche Risse verursachen, die das Funktionieren der Rakete beeinträchtigen. Die Ladung brennt nämlich gleichmäßig, bis die Flamme einen dieser Spalte erreicht; dann wird der Riß plötzlich zu einer zusätzlichen Brennfläche. Dadurch wird die Brennzeit verkürzt, der Schub unregelmäßig, und der Verbrennungsdruck steigt plötzlich an, häufig so stark, daß die Rakete auseinanderfliegt. Bei den neuen, aus einer asphaltartigen Masse gegossenen Treibsätzen verschiedener Kriegeraketen können keine Risse auftreten, doch können Luftblasen den gleichen Effekt haben. Schon bei einer Handvoll Raketen mit festen Treibsätzen ist es daher ziemlich schwierig, eine gleichmäßige Leistung zu erzielen.

Aus diesen Gründen haben sich die Konstrukteure großer Raketen den flüssigen Treibstoffen zugewendet. Um energiereiche chemische Kombinationen verwenden zu können, trennen sie Brennstoff und

Unbemannter Meßsatellit auf seiner Umlaufbahn, 320 km hoch über der amerikanischen Atlantikküste. Die Mitte des Satelliten bedeckt Long Island. Am unteren Bildrand Philadelphia.



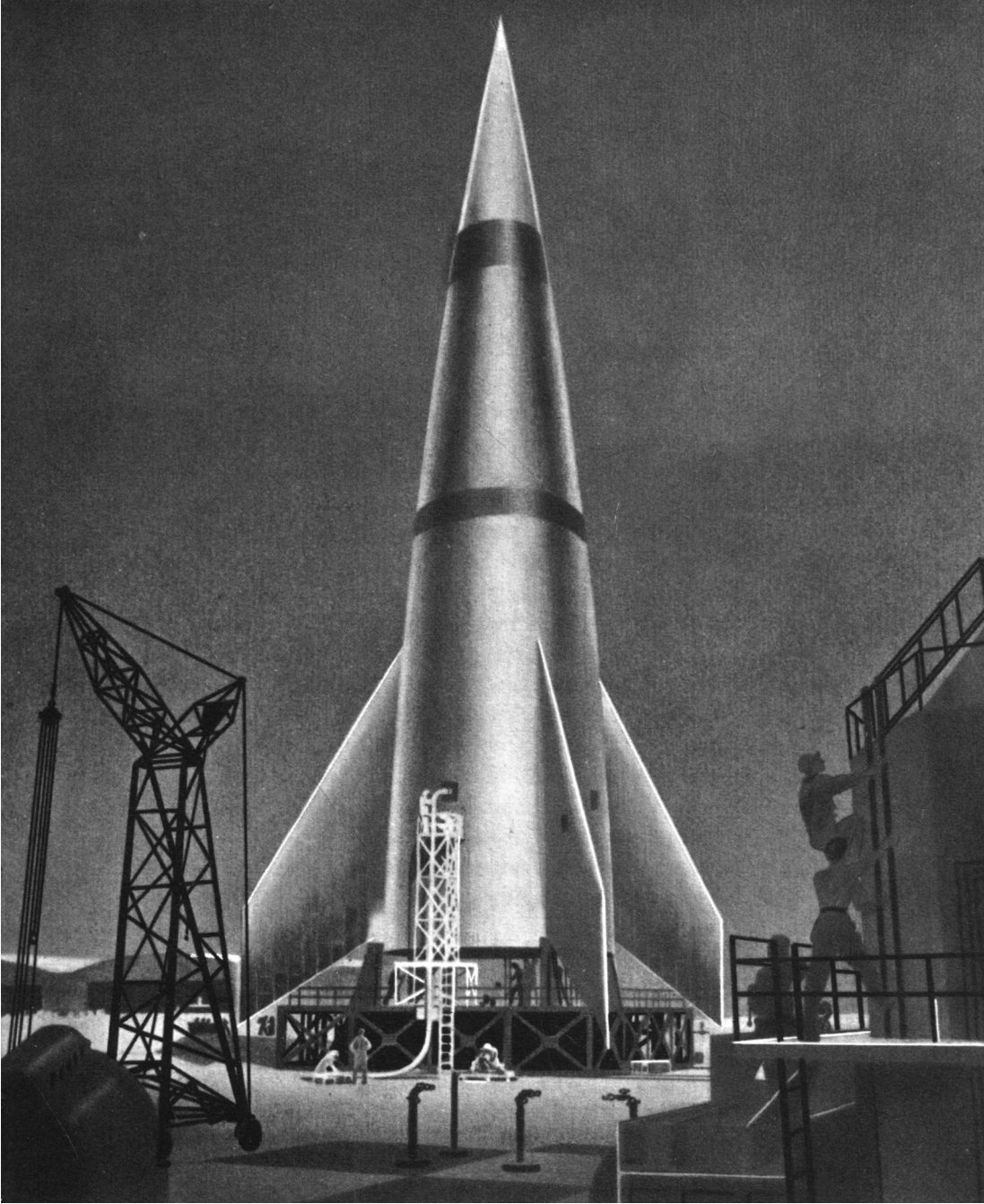
Oxydator (Sauerstoffträger) und bringen sie in verschiedenen Behältern unter. Diese Treibstoffe werden dann in die Brennkammer gepumpt, und nur die Pumpengehäuse, die Leitungen und der Brennraum müssen genügend dickwandig sein, um dem Förder- und Verbrennungsdruck standhalten zu können. Ventile in den Leitungen regulieren den Durchfluß.

Die Kombinationsmöglichkeiten für flüssige Raketentreibstoffe sind fast unbegrenzt. Als Brennstoff kann beinahe jede brennbare Flüssigkeit oder verflüssigtes Gas benutzt werden; und für die Oxydatoren ist schon eine lange Liste von chemischen Verbindungen, die reich an Sauerstoff sind, aufgestellt worden. Die Auswahl richtet sich nach dem Energiegehalt und einigen praktischen Überlegungen. Der Raketeningenieur muß viele wichtige Faktoren berücksichtigen. Er braucht Treibstoffe, die eine hohe Ausströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase mit einer möglichst niedrigen Verbrennungstemperatur – wegen der Kühlung – verbinden. Die Treibstoffe sollen ein hohes spezifisches Gewicht haben, damit möglichst viel Treibstoffgewicht in verhältnismäßig kleinen und darum leichten Behältern untergebracht werden kann. Außerdem wird durch schwere Treibstoffe auch das Gewicht der Pumpen, Ventile und Leitungen verringert, da das Volumen der zu befördernden Mengen kleiner ist.

Verflüssigte Gase, die bei niedrigen Temperaturen aufbewahrt werden müssen, erleiden Verdampfungsverluste, neue Schwierigkeiten für die Organisation und Versorgung, vor allem, wenn große Mengen, weite Transportwege und unregelmäßige Startpläne zu berücksichtigen sind. Bei Verwendung von ätzenden Treibstoffen muß sich der Ingenieur vergewissern, daß korrosionsfeste Baustoffe für diejenigen Raketenteile zur Verfügung stehen, die mit derartigen Treibstoffen in Berührung kommen. Nicht zuletzt müssen auch die Kosten berücksichtigt werden. Viele für Raketen geeignete Treibstoffe wurden bisher überhaupt noch nie verwendet; sie sind niemals in großen Mengen hergestellt worden und daher sehr teuer, denn der Preis einer Ware hängt zum großen Teil vom Produktionsvolumen ab.

Bei Berücksichtigung all dieser Faktoren bin ich zu dem Ergebnis

Betankung einer dreistufigen Satellitenrakete für den Transport eines Meßsatelliten auf die Umlaufbahn um die Erde.



gekommen, daß eine Flüssigkeit aus Stickstoff und Wasserstoff, genannt „Hydrazin“, die dem Ammoniak sehr ähnlich ist, einen vorzüglichen Brennstoff und daß die Salpetersäure einen ausgezeichneten Oxydator darstellt. Beide Flüssigkeiten stellen keinesfalls eine ausschließliche Kombination dar, sind aber als die geeignetste zu betrachten. Die notwendigen Treibstoffe für den Weltraumflug sind also vorhanden.

Es ist kein Geheimnis, in welcher Weise das Raketenprinzip zum Bau der Weltraumstation anzuwenden ist. Auf der Grundlage des gegenwärtigen technischen Wissens ist nur eine entschlossene Anstrengung und das erforderliche Geld nötig. Und wenn die Vereinigten Staaten das Unternehmen nicht in Angriff nehmen, wird sich vielleicht bald eine andere Nation damit befassen. Wenn man sofort damit beginnen, und wenn man mit größtem Tempo daran arbeiten könnte, würde das ganze Vorhaben etwa zehn Jahre beanspruchen. Die geschätzten Kosten würden vier Milliarden Dollar betragen – ungefähr zweimal soviel wie der Aufwand für die Entwicklung der Atombombe, aber weniger als ein Viertel des Betrags, der während der zweiten Hälfte des Jahres 1951 vom Verteidigungsministerium der USA für Kriegsmaterial ausgegeben wurde.

Zunächst würde man eine große Rakete brauchen, die es fertigbringt, eine Mannschaft und 30 bis 40 Tonnen Nutzlast auf die 2-Stunden-Bahn zu transportieren. Diese Rakete kann gebaut werden. Um zu verstehen, wie, wollen wir uns wieder dem Beispiel des modernen Geschützes zuwenden. Das Geschloß erreicht im Lauf schnell eine gewisse Geschwindigkeit; dann fliegt es dem Ziel antriebslos auf einer gekrümmten Bahn entgegen. Auch eine Fernrakete erhält ihre Geschwindigkeit während einer verhältnismäßig kurzen Zeit; dann wird sie – nach dem Trägheitsgesetz – vom eigenen Schwung getragen. Die V-2-Rakete wird zum Beispiel während eines 300-Kilometer-Fluges nur 65 Sekunden angetrieben. In dieser Zeit legt sie 32 Kilometer zurück. Am Ende der Antriebsperiode hat sie eine Brennschlußgeschwindigkeit von 5800 Kilometer in der Stunde erreicht, die restlichen 270 Kilometer fliegt sie antriebslos. Wenn wir also die Reichweite einer Rakete vergrößern wollen, müssen wir ihre Geschwindigkeit in der Zeit des angetriebenen Fluges erhöhen. Könnten wir die Brennschlußgeschwindigkeit auf 13 300 Kilometer

verbessern, würde die Rakete 1600 Kilometer weit fliegen. Wenn ein Geschöß sein Ziel treffen soll, so muß der Lauf des Geschützes angehoben und in die entsprechende Richtung gebracht werden. Wäre der Lauf senkrecht gen Himmel gerichtet, würde das Geschöß eine gewisse Höhe erreichen und dann einfach wieder herunterfallen, wobei es ziemlich nahe beim Geschütz aufschlüge. Genau das gleiche geschieht, wenn eine Rakete senkrecht abgefeuert wird. Soll sie nach dem senkrechten Start nach einem fernen Ziel fliegen, muß sie gekippt werden, sobald sie eine gewisse Höhe über dem Boden erreicht hat. In einer Rakete, die Mannschaft und Nutzlast tragen sollte, würde dieses Manöver mit Hilfe von drehbar gelagerten Raketentriebwerken durchgeführt werden können.

Stellt man sich nun dieses Verfahren bei einer Brennschlußgeschwindigkeit von etwa 28 000 Kilometer in der Stunde vor, dann fliegt die Rakete um die halbe Erde, ehe sie am Boden einschlägt. Und wenn man die Brennschlußgeschwindigkeit noch ein wenig erhöht – etwa um 100 Kilometer in der Stunde –, dann stimmen die Flugbahn der antriebslos fliegenden Rakete und die Krümmung der Erdoberfläche überein. Das heißt, die Rakete „fällt nun rund um die Erde herum“, da ihre Geschwindigkeit und die Anziehungskraft der Erde im Gleichgewicht stehen. Sie kann niemals abstürzen, da sie nun als künstlicher Satellit nach den gleichen Gesetzen um die Erde kreist, die auch den Lauf des Mondes um die Erde bestimmen. Um das zu erreichen, sind genaueste Berechnungen notwendig. Aber wenn man an die bis auf Sekundenbruchteile eintreffenden Vorausberechnungen der Sonnen- und Mondfinsternisse denkt, wird man zugeben, daß kein anderer Zweig der Naturwissenschaften exakter ist als derjenige, der sich mit der Bewegung der Himmelskörper beschäftigt.

Es gibt eine Möglichkeit, die gewünschte, für unsere gewählte Kreisbahn notwendige Geschwindigkeit von 28 000 Kilometer in der Stunde zu erreichen. Die WAC Corporal, die aus der Spitze einer V2 startete und bis auf 402 Kilometer stieg, zeigt, was wir tun müssen, wenn wir die Geschwindigkeit einer Rakete erheblich vergrößern wollen. Das Triebwerk der WAC begann in dem Augenblick zu arbeiten, in dem die tragende V2 ihre höchste Geschwindigkeit erreicht hatte. Dadurch wurde die Geschwindigkeit der WAC zu der bereits von der ersten Stufe erzielten Geschwindigkeit