

DER WELTENRAUM IN MENSCHENHAND

Herausgegeben
von Hans Bolewski
und
Helmut Gröttrup

Kreuz-Verlag Stuttgart

1. Auflage · © Kreuz-Verlag Stuttgart 1959 · Umschlag- und Einbandentwurf :
Hans Hug · Druck : Buchdruckerei Holzer, Weiler-Allgäu · Buchbinderische
Verarbeitung : Druckhaus West GmbH., Stuttgart · Printed in Germany

Technik und Bedeutung ballistischer Fernraketen

Seit Beginn des technischen Zeitalters ist technischen Neuerungen und naturwissenschaftlichen Entdeckungen mehr und mehr Raum im Gespräch zwischen den Menschen gegeben worden. Unserer Generation blieb es vorbehalten, einer naturwissenschaftlichen Entdeckung – der Wandelbarkeit der Atomkerne – und einem neuen technischen Gerät – der ballistischen Fernrakete – zeitweilig den Vorrang vor allen den Menschen bewegenden Ereignissen zu geben. In Presse und Funk, Literatur und Gespräch gibt es leidenschaftliche Diskussionen über das Für und Wider dieser Ergebnisse menschlichen Forschens, die oft genug durch zu geringe Sachkenntnis der Sprechenden oder der Zuhörer einer soliden Ausgangsbasis ermangeln.

Es soll daher hier versucht werden, für eines der beiden Themen, die ballistische Fernrakete, eine solche Basis zu schaffen und dann mit den gewonnenen Kenntnissen eine Abschätzung der Bedeutung der Raketentechnik für Krieg und Frieden zu gewinnen.

Grundlage der Bewegung ballistischer Fernraketen ist das *Rückstoßprinzip*, dessen Grundtatsachen sich aus der im Bild dargestellten sehr einfachen Analogiebetrachtung ableiten lassen. Das oberste Bildchen zeigt uns ein ruhig liegendes Boot; auf seiner Kante einen Schwimmer kurz vor dem Sprung. Auf dem zweiten Bild, nach dem Absprung, schießt nicht nur der Schwimmer durch das Wasser, auch das Boot fährt (in entgegengesetzter Richtung) davon. Dieser natürliche Vorgang ist eine Manifestation des Rückstoßprinzips: Das Boot bewegt sich, weil der Schwimmer es mit Schwung verläßt. Man erkennt, wie unwichtig für diesen Vorgang das Wasser ist; weder der

Schwimmer noch das Boot „stoßen sich am Wasser ab“, beide stoßen sich voneinander ab. Das Wasser hemmt nur die entstehenden Bewegungen.

Die Übertragung auf die Rakete ist einfach: das Boot entspricht der Rakete, der aus der Rakete herausschießende Strahl verbrannter Treibstoffe entspricht dem Schwimmer. Auch im Falle der Rakete ist das umgebende Medium – die Luft – für den Vorgang überflüssig, sogar schädlich: es verzehrt einen Teil der umgesetzten Energien. Die Rakete stößt sich nicht an der Luft ab, sie ist also auch in der Lage, in luftleeren Räumen zu fliegen.

Unsere Analogiebetrachtung zeigt mit den folgenden beiden Bildpaaren, worauf es bei der praktischen Anwendung des Rückstoßprinzips ankommt. Soll die Rakete eine möglichst hohe Geschwindigkeit erreichen, so muß der Antriebsstrahl die Rakete mit möglichst hoher Geschwindigkeit verlassen, außerdem muß seine Masse möglichst groß, die der Rakete möglichst klein sein.

Bei einer Fernrakete ist die Antriebskraft nicht während des ganzen Fluges wirksam, sondern nur auf dem Anfangsstück der Bahn, das daher auch „Antriebsbahn“ heißt. Am Ende der Antriebsbahn, dem „Brennschlußpunkt“, ist der Treibstoff verbraucht, seine Energie steckt (zum Teil) als Bewegungsenergie in der Rakete, die von nun an wie ein Stein, der die werfende Hand verlassen hat, weiterfliegt. Sie beschreibt eine Bahn, die für geringe Reichweiten der bekannten Wurfparabel entspricht, während bei größeren Reichweiten deutlich wird, daß die Freiflugbahnen Stücke von Ellipsen sind. Ist die Geschwindigkeit der Rakete bei Brennschluß größer als die der Erde eigentümliche „Fluchtgeschwindigkeit“ von etwa 11 km/sec, so kehrt die Rakete nicht mehr zur Erde zurück, sondern wird zum Wanderer um die Sonne oder verläßt (bei sehr hohen Geschwindigkeiten) sogar unser Sonnensystem.

Der Antriebsstrahl wird im Triebwerk erzeugt, das damit als wichtigster Bauteil einer Rakete charakterisiert ist. Es werden heute zwei Typen von Triebwerken praktisch angewendet: Feststofftriebwerke und Flüssigkeitstriebwerke.

Feststofftriebwerke bestehen aus einem Aufbewahrungsraum für den Treibstoff, der gleichzeitig Brennkammer ist, und der Düse, durch die die Verbrennungsgase die Kammer verlassen. Der Treibstoff ist ein Gemenge aus einem brennbaren und einem Stoff, der den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff leicht abgibt. Zum Unterhalt der

Verbrennung wird also kein Sauerstoff von außen, wie bei den uns sonst bekannten Brennvorgängen, benötigt. — Lange Zeit waren Feststofftriebwerke relativ schwer und daher mit Feststoffraketen große Geschwindigkeiten und Reichweiten nicht zu erzielen. Erst in den letzten Jahren gelang es, Feststofftriebwerke zu bauen, die bei kleinem Baugewicht eine große Masse Treibstoff aufnehmen können und die Entwicklung von Feststoffraketen für größte Reichweiten ermöglichen.

Raketen mit flüssigen Treibstoffen vereinigen geringes Gewicht der Triebwerke und Treibstoffbehälter mit großer Ausströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase. Sie erfordern aber zahlreiche Armaturen für die Förderung und Lenkung der Treibstoffströme wie Turbopumpen, Leitungen, Ventile, Regulatoren und hierzu wieder weitere Hilfsmittel wie Dampferzeuger, Stromerzeuger und elektromagnetische Steuerorgane. Die Anhäufung von vielen komplizierten, oft sich rasch bewegenden Bauteilen in einem automatischen Gerät bedeutet eine starke Verminderung der Betriebssicherheit. Die meisten bekanntgewordenen Fehlstarts von Fernraketen sind auf Versagen solcher Teile zurückzuführen.

Der Austrittsgeschwindigkeit der Antriebsstrahlen ist bei chemischen Treibstoffen (festen und flüssigen) eine natürliche Grenze gesetzt; daher fehlt es nicht an Versuchen, andere Verfahren für den Antrieb von Raketen zu verwenden. Es liegt nahe, die Atomenergie an die Stelle der chemischen treten zu lassen, also einen Stoff in einem Reaktor zu erhitzen und den entstehenden Dampf als Antriebsstrahl auszustoßen. Derartige thermische Atomtriebwerke sind relativ bald zu realisieren. Es ist aber nicht sicher, ob sie eine wesentliche Verbesserung angesichts des hohen Gewichtes der Reaktoren darstellen.

Während bei den bisher genannten Triebwerken die Geschwindigkeit des Antriebsstrahles durch Druck und Temperatur in der Brennkammer erzeugt wird (wodurch sich die erwähnten Grenzen ergeben), wird in anderen Projekten vorgeschlagen, die Teilchen, aus denen sich der Strahl zusammensetzt, elektrisch zu beschleunigen (Ionentriebwerk) oder schnelle Teilchen aus Kernreaktionen in eine Richtung zu zwingen (Atomstrahltriebwerk) oder Materie zu zerstrahlen und die entstehende Strahlungsenergie einseitig zu richten und abzustrahlen (Photonentriebwerk).

Thermisches Atomtriebwerk und Ionentriebwerk sind, wenn sie verwirklicht werden sollten, nicht für Raketen geeignet, die von der

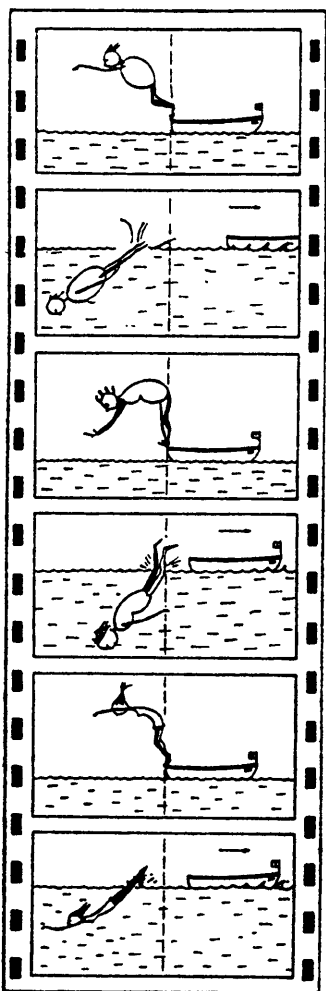
Erdoberfläche starten. Die Verwirklichung der Atomstrahltriebwerke und Photonentriebwerke liegt in unabsehbarer Ferne, so daß eine nähere Betrachtung hier nicht notwendig erscheint.

Alle Teile der Rakete werden von der Zelle zusammengehalten, deren Größe von den mächtigen Treibstoffbehältern diktiert wird. Die Zellenform der Raketen hat sich mit steigender Reichweite mehr und mehr von aerodynamisch günstigen, klassischen Formen zu einfacheren zylindrischen und Kegelformen gewandelt. Die Zelle hat die Aufgabe, bei möglichst geringem Gewicht die Beanspruchungen der Antriebsbahn auszuhalten, während ihr Schicksal auf der Freiflugbahn gleichgültig ist.

Mit den heute zur Verfügung stehenden Treibstoffen wäre es trotz Anwendung des extremen Leichtbaues für Zelle und Triebwerk kaum möglich, eine Rakete beziehungsweise ihre Nutzlast über eine Entfernung von mehr als 3000 bis 5000 km zu transportieren, wenn nicht ein konstruktiver Trick zu Hilfe käme: das Stufenprinzip. Die Nutzlast einer Rakete — der Mutterrakete — wird als kleine, selbständige Rakete — Tochterrakete — ausgebildet. Wenn die Mutterrakete ihren Treibstoff verbraucht hat, wird die Tochterrakete abgelöst und erhöht die bereits erreichte Geschwindigkeit noch einmal durch ihr eigenes Triebwerk. Auf diese Weise werden mit zwei- bis vierstufigen Raketen *die* Geschwindigkeiten erreicht, die genügen, um Satelliten auf ihre Bahn zu bringen oder die letzte Stufe zum Verlassen der Erde zu befähigen.

Wenn vorhin gesagt wurde, daß das Schicksal der Zelle auf der Freiflugbahn uninteressant ist, so hat das seinen tieferen Grund. Die bereits am Ende des zweiten Weltkrieges erkannte Schwierigkeit, am Ende der Freiflugbahn die dichteren Luftschichten zu durchstoßen (Eintauchvorgang), ist für die *ganze* Rakete nicht zu lösen. Erst in den letzten Jahren ist es durch Anwendung hochwertiger Werkstoffe und raffinierte Ausnutzung spezieller Vorgänge des aerodynamischen Fluges bei Überschall gelungen, wenigstens die Nutzlastspitzen von Fernraketen heil auf die Erdoberfläche zurückzubringen.

Der dritte Bauteil der Rakete, die Steuerung, hat während des Fluges zwei wichtige Aufgaben zu erfüllen. Erstens sorgt sie dafür, daß die Rakete während ihres Aufstieges nicht taumelt und dadurch aus ihrer Bahn gerät, sie ermöglicht also einen stabilen Flug. Zweitens hat sie die Aufgabe, die Rakete mit einer vorgeschriebenen Genauigkeit in das festgelegte Ziel zu steuern. Daß diese Aufgabe schwer,



Beim Absprung erteilt Herr Müller dem Boot einen Rückstoß

Der Rückstoß ist bei Frau Müller kleiner, weil sie sich mit weniger Geschwindigkeit vom Boot trennt.

Bei Tochter Müller ist der Rückstoß kleiner, obwohl sie mit dem gleichen Schwung wie Papa springt, weil ihre Masse geringer ist.

aber lösbar ist, beweisen die bisher durchgeführten, teils erfolglosen, teils erfolgreichen Mondschüsse. Zwischen der Steuerung eines automatischen Gerätes und den entsprechenden Organen eines Lebewesens besteht eine in den letzten Jahren oft zitierte Analogie. Die Steuerung einer Fernrakete hat zwei Arten von Sinnesorganen, solche, die die Schwankungen der Rakete um ihren Schwerpunkt feststellen können, und solche, die Abweichungen der Rakete von

ihrer vorgeschriebenen Bahn feststellen. Diese zweite Gruppe von Sinnesorganen orientiert sich häufig an außerhalb der Rakete liegenden Gegenständen, zum Beispiel an Funksendern, die in der Abschußstation aufgebaut werden. Die Feststellungen dieser Sinnesorgane werden in einem Rechenzentrum in Befehle umgewandelt, die an die ausführenden Steuerorgane weitergeleitet werden. Die ausführenden Steuerorgane beeinflussen den Flug der Rakete dadurch, daß sie die Richtung des Antriebsstrahles um einen kleinen Winkel aus seiner Ruhelage schwenken. Mit diesen Steuerorganen kann sich die Rakete auch im luftleeren Raum den richtigen Weg suchen.

Mit diesen technischen Kenntnissen ausgerüstet, können wir an die Frage der Bedeutung der Raketentechnik für den Menschen herantreten. Seit es Raketen gibt, ist die militärische Anwendung immer die wichtigste gewesen. Pulverraketen wurden bei den Armeen gleichzeitig mit oder sogar früher als Artilleriegeschütze eingeführt. Sie nahmen im und nach dem letzten Krieg einen enormen Aufstieg. Hunderte von Formen für die verschiedensten militärischen Aufgaben sind bei allen Armeen der Welt in Anwendung oder in Vorbereitung. Trotzdem treten sie für die Öffentlichkeit völlig hinter den ballistischen Fernraketen zurück. Insbesondere die interkontinentalen Raketen, die bis zu einem Viertel des Erdumfanges überqueren können und die als kostspieliges Transportmittel mit dem kostspieligsten — dem atomaren — Sprengstoff geladen werden, stehen im Vordergrund der öffentlichen Diskussion.

Wie bei jeder Angriffswaffe wird im Augenblick ihres Erscheinens die Frage nach ihrer Abwehr laut. Wie sind die Chancen für die Abwehr ballistischer Fernraketen mit Atomköpfen? Fernraketen über sehr große Reichweiten sind im Gegensatz zu Raketen geringerer Reichweiten relativ lange Zeit unterwegs und bieten damit der Abwehr die Möglichkeit, die Bahn und den voraussichtlichen Einschlagspunkt genau zu ermitteln. Wenn diese Ermittlung durchgeführt ist, kann man der Fernrakete eine Abwehrrakete mit der Aufgabe, die Fernrakete möglichst früh zu zerstören, entgeschicken. Nun kann man leicht nachweisen, daß auch bei sehr genauer Ortung der Bahn der Fernrakete und sehr hochentwickeltem Steuerungssystem der Abwehrrakete ein direkter Treffer eine sehr unwahrscheinliche Ausnahme ist. Daher benötigt die Abwehrrakete ebenfalls einen atomaren Sprengkopf, um im großen Umkreise wirksam sein zu können.

Die auf der Erdoberfläche wichtigste Zerstörungswirkung des atomaren Sprengstoffes entfällt allerdings für die Begegnung der beiden Projektile im Raum, nämlich die Druckwelle. Die Raketen treffen sich in einer Höhe, in der die Luft bereits so dünn ist, daß eine Druckwelle nicht auftreten kann.

Wirkungsfähig bleibt die Energiestrahlung der Atomexplosion, die zum Teil aus sichtbarem Licht, zum großen Teil aus anderen Energiequanten und Korpuskeln besteht. Über die Wirkung einer solchen Energiestrahlung auf eine Sprengstoffspitze sind Berechnungen durchgeführt worden, die zum Beispiel folgendes Ergebnis haben: Wenn die Abwehrrakete einen atomaren Sprengsatz mit einer Wirkung von 20 Kilo-Tonnen TNT trägt, dann ist ihre Energiestrahlung in der Lage, in 100 m Abstand ein Aluminiumblech von 4 mm zum Verdampfen zu bringen. Wäre also der Atomkopf der Fernrakete nur mit einer solchen Schicht geschützt, so könnte bei genügender Treffgenauigkeit mit einer Zerstörung des Atomkopfes gerechnet werden. Leider ist die erforderliche Treffgenauigkeit schwer zu erreichen (neben den extremen Bedingungen für den Ort muß der Zeitpunkt der Zündung auf einige Tausendstel Sekunden eingehalten werden). Außerdem werden die Atomköpfe der Fernraketen wegen des Eintauchvorganges mit kräftigen Mänteln aus extrem warmfesten Werkstoffen umgeben, so daß ihnen die Strahlung der Abwehrrakete nicht gefährlich werden kann.

Nach einer zweiten vorgeschlagenen Abwehrmethode soll die Ladung der Abwehrrakete eine dichte Neutronenstrahlung erzeugen, die in der (an sich unterkritischen) Masse des Atomkopfes Kettenreaktionen von geringer Lebensdauer hervorruft. Der hierdurch erzeugte Temperaturanstieg kann den Atomkopf zum Platzen bringen. Ein nicht geschirmter Atomkopf wird von einem Sprengsatz von nur einer Kilo-Tonne Wirksamkeit bei 500 m Abstand um 200 Grad erhitzt. Aber auch gegen diese Abwehrmethode gibt es einen Schutz. Ähnlich wie man in den Atomreaktoren schnelle Neutronen dadurch unschädlich macht, daß man sie zunächst verlangsamt und die gebremsten Neutronen in geeigneten Substanzen absorbiert, kann man auch die Atomköpfe der Fernraketen durch geeignete Materialien gegen Neutronen schirmen.

Wenn es trotz allem einer Abwehrrakete gelingen sollte, den Atomsprenkopf einer Fernrakete in großen Höhen zu zerstören, so wäre damit die Gefahr noch nicht restlos beseitigt. Zwar tritt in diesem

Fall im Zielort die unmittelbare Zerstörung durch die Druckwelle und durch die Hitzestrahlung nicht auf; die atomaren Trümmer des Atomsprengekopfes würden aber wie die Trümmer eines Schrapnells auf der ursprünglichen Flugbahn der Fernrakete weiterfliegen, bis sie in Luftschichten kommen, die dicht genug sind, sie zu bremsen und zu zerstreuen. Es ergäbe sich also eine radioaktive Ausschüttung etwa über dem Zielgebiet, deren Wirkung nicht sehr von der eines heil zur Erde gelangenden Atomsprengekopfes zu unterscheiden wäre.

Jede Abwehrrakete verkörpert durch die für ihren Flug benötigten Steuergeräte einen Wert, der etwa dem einer Fernrakete entspricht. Wegen der geringen Treffgenauigkeit müssen Tausende und Aber-tausende solcher Abwehrraketen aufgestellt werden; der Aufbau einer solchen Verteidigung erfordert daher ungewöhnliche wirtschaftliche Anstrengungen.

Die geringe Wahrscheinlichkeit, den Atomsprengekopf durch einen Schuß zu zerstören, hat zu Überlegungen geführt, mit einer großen Zahl von Raketen eine elektronengesättigte Schicht über dem gefährdeten Gebiet zu schaffen, die etwa durchstoßende Atomsprengeköpfe zur Explosion bringen soll. Abgesehen davon, daß auch hierfür der Aufwand an Abwehrraketen außerordentlich groß ist, lassen sich Atomsprengeköpfe gegen solche Elektronen leicht schützen. Außerdem entzieht die erzeugte Schicht die anfliegenden Fernraketen der Sicht der Radargeräte des Verteidigers.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die fliegende Fernrakete nach dem heutigen Stand unserer Technik die absolute Waffe darstellt, gegen die es keine Verteidigungsmöglichkeiten gibt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Großmächte keine Anstrengung gescheut haben, diese Waffe bis zur höchsten Vervollkommnung zu entwickeln. Als Repräsentanten dieser Entwicklung sollen hier die Fernraketen der Vereinigten Staaten stehen, über die mehr als über die Fernraketen anderer Länder bekannt geworden ist.

Die Vereinigten Staaten haben drei Entwicklungen von Raketen größter Reichweite durchgeführt, die unter den Namen „Atlas“, „Titan“ und „Minuteman“ bekannt geworden sind. Die Fernrakete „Atlas“, die seit dem Sommer 1959 einsatzfähig ist, hat wie die beiden folgenden eine Reichweite von etwa 10 000 km, also ein Viertel des Erdumfanges, und ist in der Lage, einen 4-Mega-Tonnen-Sprengkopf zu tragen. Die Fernrakete „Titan“, die sich im Endstadium ihrer Entwicklung befindet, dürfte etwa im Jahre 1960 zum

Einsatz kommen können. Sie ist in der Lage, einen 7-Mega-Tonnen-Kopf zu tragen. Die beiden Raketen „Atlas“ und „Titan“ sind Raketen mit einem Flüssigkeitstriebwerk. Die Fernrakete „Minuteman“ ist im Gegensatz dazu eine Rakete mit Feststoffantrieb, sie ist wesentlich kleiner als ihre beiden Vorgänger und kann mit einem Sprengkopf von einer Mega-Tonne ausgerüstet werden. Sie dürfte im Jahre 1961 einsatzfähig sein.

Der Einsatz der V 2 während des zweiten Weltkrieges auf deutscher Seite war sehr stark durch den Mangel an Abschlußbasen behindert. Um diesen Fehler nicht noch einmal zu wiederholen, beginnen die Vereinigten Staaten, Abschlußbasen für Raketen aufzubauen, obwohl deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Zur Zeit werden 11 von etwa 20 projektierten Abschlußanlagen für „Atlas“ und „Titan“ gebaut. Jede Anlage hat Startstellen für 9 Schuß, so daß sich von ihnen eine Salve von 180 Schuß verfeuern läßt. Eine mehrmalige Benutzung der Abschlußstellen wird nicht in Erwägung gezogen. Für die „Minuteman“, die wesentlich einfachere Bodenanlagen benötigt, ist an den Aufbau von 2600 Abschlußstellen für je eine Fernrakete gedacht.

Der Aufbau der Abschlußstellen begegnet einigen sehr großen Schwierigkeiten. Da die Vereinigten Staaten von der Strategie der Vergeltung ausgehen (von Verteidigung spricht ja niemand mehr), müssen sie annehmen, daß sie nicht der Angreifer sind. Aus diesem Grunde müssen sie aber dafür sorgen, daß die Abschlußstellen der Fernraketen so gepanzert sind, daß sie einem Atombombenangriff – sofern es sich nicht um Volltreffer handelt – standhalten können. Die sich hieraus ergebende technische Forderung ist eine Festigkeit der Gebäude und Einrichtungen gegen eine Druckwelle von 7 atü und die Dezentralisierung der Abschlußbasen. Gegen die Dezentralisierung spricht der Wunsch der Bevölkerung, solche Abschlußstellen nicht in der Nähe von Wohnstätten aufzubauen. Schließlich hat man herausgefunden, daß die Kosten für den Bau der Abschlußbasen wesentlich höher sind als die an sich schon ungeheuren Kosten der Entwicklung und Fertigung der Fernraketen selbst. Eine Abschlußbasis für „Atlas“ oder „Titan“ mit 9 Abschlußstellen kostet mit elektronischer Ausrüstung etwa 80 Mill. Dollar, so daß man sich den Preis eines Schusses zu etwa 10 Mill. Dollar ausrechnen kann. Der „Minuteman“ ist viel billiger. Nach amerikanischen Angaben soll eine Rakete mit ihrer Abschlußstelle insgesamt 1,5 Mill. Dollar kosten.

Aus diesen Schwierigkeiten heraus ist die Diskussion um die Fern-

raketenstrategie erneut aufgeflammt und hat, wie ich glaube, im Laufe des Jahres 1959 zu einem radikalen Wandel in der strategischen Auffassung des Pentagons geführt. Bis jetzt sind nur die ersten Zeichen dieses Wandels für die Öffentlichkeit sichtbar geworden. Ich habe aber die Überzeugung, daß uns im Laufe der nächsten 1–2 Jahre die Folgerungen aus diesem Auffassungswandel deutlich vor Augen geführt werden.

Der Wandel in der Konzeption ist gekennzeichnet durch die Stichworte „Polaris“ und „ALBM“. In beiden Waffensystemen wird die von einer erdfesten Basis geschossene ballistische Fernrakete durch eine ballistische Mittelstreckenrakete ersetzt, die von einem vorge-schobenen, beweglichen Stützpunkt aus (im Falle der „Polaris“ von einem Unterseeboot, im Falle der „ALBM“ von einem Flugzeug) abgeschossen wird. Der wesentliche Vorteil dieser beiden Systeme gegenüber der alten Konzeption ist die Unangreifbarkeit der beweglichen Abschußbasen. Daneben ergibt sich eine Verbilligung des Systems und der Vorteil, daß der Abschußort nicht mehr zur Gefährdung der Bevölkerung führen kann. Die Entwicklung der zum Polaris-Programm gehörenden Geräte begann 1958, während das ALBM-Programm 1959 aufgenommen wurde. In beiden Fällen besteht die wesentliche technische Schwierigkeit in der Steuerung der Raketen nach ihrem Abschuß von einer beweglichen Basis.

Interessant ist übrigens, daß im Zusammenhang mit diesen beiden Waffen-Systemen taktische Verfahren ausgearbeitet werden, in denen dem Flugzeug als Atombombenträger neben den Raketen eine ausschlaggebende Rolle zugewiesen ist. Es zeigt sich hier, daß das Bombenflugzeug keineswegs durch die Fernrakete abgelöst ist. Sicher ist die völlige Unangreifbarkeit der Sprengköpfe von Fernraketen ein Vorteil gegenüber dem verwundbareren Bombenflugzeug, andererseits müssen die besten Kenner der Flugzeugabwehrtechnik bis heute immer noch zugeben, daß es gegen massierte oder aufgelockerte Bomberangriffe keine ernsthafte Abwehr gibt. Die taktischen Überlegungen der Gegenwart setzen im allgemeinen einen kombinierten Einsatz von Raketen und Bombenflugzeugen voraus: Mit den Raketen wird eine Gasse in die feindliche Abwehr geschlagen, durch die die Bombenflugzeuge ihre vorbestimmten Ziele anfliegen können.

Zusammenfassend muß zur militärischen Bedeutung der Raketen-Technik folgendes festgestellt werden: In Verbindung mit dem

Atomsprengekopf stellt die Fernrakete, insbesondere nach dem Übergang auf bewegliche Abschlußbasen, eine Waffe dar, gegen die es keine Verteidigung gibt. Hierdurch hat die Fernrakete einen militärischen Vorteil gegenüber Flugzeugen, der aber solange nicht überschätzt werden darf, solange es keine wirksame Abwehr gegen Bomberangriffe gibt. Der militärische Vorteil beim Übergang von Flugzeugen auf Fernraketen als Transportmittel ist nicht zu vergleichen mit dem militärischen Vorteil, den die Anwendung der Atombomben gegenüber herkömmlichen Sprengmitteln bringt.

Neben der militärischen Bedeutung nimmt sich der zivile Nutzen der Raketentechnik bescheiden aus, und doch nimmt die Rakete bei vielen Aufgaben des praktischen Lebens sowie bei großen wissenschaftlichen Forschungsvorhaben heute bereits eine bedeutende Stellung ein.

Die zahlreichen Anwendungsgebiete der kleinen Feststoffraketen im täglichen Leben sollen hier nur kurz gestreift werden. Die Aufzählung beginnt mit den Feuerwerksraketen, die wir zu Neujahr und zu anderen Festtagen verschießen, sie führt über die Signalraketen, die in der Fliegerei und in der Seefahrt verwendet werden, zu den Leinenschleppraketen, von denen die Rakete zur Rettung von Schiffbrüchigen aus der Brandung der bekannteste Vertreter ist. Ähnliche Leinenschleppraketen werden beim Bau von Starkstromleitungen verwendet, wo sie helfen, gefährvolle Arbeiten einzusparen. Mit Feststoffraketen wird Öl auf das Meer gesprüht, um die Brandung zu beruhigen, oder es werden Schädlingsvernichtungsmittel gegen Waldschädlinge oder Heuschrecken gestreut. Mit Feststoffraketen kann man Lawinen abschießen oder gefährliche Hagelgewitter unschädlich machen.

Nicht nur für die Forschung, sondern auch von enormer praktischer Bedeutung sind die mit Raketen beförderten Wettersonden, die zur Bestimmung meteorologischer Daten der oberen Atmosphäre dienen. Die während des Geophysikalischen Jahres eingesetzten Raketen-sonden haben unerwartet viel interessante Ergebnisse zur wissenschaftlichen und praktischen Auswertung gebracht und den Wunsch entstehen lassen, derartige Untersuchungen in großer Zahl auf der ganzen Erde für längere Zeiten durchzuführen. Leider stehen hierfür die erforderlichen Mittel noch nicht zur Verfügung.

Wir haben vorhin festgestellt, daß vom militärischen Blickwinkel aus die Rakete ein Transportmittel ist. Es liegt nahe, die Frage zu

stellen, wie sich die Rakete für zivile Transportaufgaben verwenden läßt. Der Transport von Post und wenig später auch von Personen durch weitreichende Raketen ist technisch durchaus denkbar. Auch die wirtschaftlichen Schwierigkeiten ließen sich überwinden, wenn man voraussetzt, daß die Raketen in ihrer Tragfähigkeit voll ausgenutzt werden. Hierin liegt eine der wesentlichen Schwierigkeiten dieser Projekte. Die zweite Schwierigkeit ist das Zubringerproblem. Der Vorteil für die Post oder die Passagiere, im Zeitraum von weniger als einer Stunde über einen Kontinent hinweggeschossen zu werden, verschwindet, wenn man für die Anfahrt bis zur Abschußstelle und für die Abfahrt von der Landestelle Stunden braucht. Am Problem der Vollaussnutzung und am Zubringerproblem dürfte der Transport von Postgütern oder Personen mit Fernraketen mindestens in den kommenden Jahren noch scheitern.

Von ganz entscheidender Bedeutung für die Erweiterung unseres Weltbildes sind die Fernraketen bei der Erforschung der obersten Atmosphärenschichten und des Weltraumes in der Umgebung unserer Erde. Es erübrigt sich hier, eine Aufzählung über die Vielzahl der Meßaufgaben und über die unerwartete Fülle an Resultaten zu bringen, die mit Fernraketen oder von diesen auf ihre Bahn gebrachten Satelliten gewonnen wurden, weil die Forschungsvorhaben und ihre Resultate bereits der Öffentlichkeit in weitem Maße zugänglich gemacht worden sind. Es ist aber vielleicht zweckmäßig, darauf hinzuweisen, daß mit Satelliten nicht nur wissenschaftliche Forschungsaufgaben gelöst werden können, die auf andere Weise nicht lösbar erscheinen, sondern darüber hinaus auch praktische Aufgaben erfüllt werden, die für unser tägliches Leben von großer Bedeutung sein können.

Hier ist als erstes die Verwendung von Satelliten für die Überbrückung großer Entfernungen auf der Erde mit Ultrakurzwellen zu nennen. An dieser Aufgabe, die durch drei über dem Äquator scheinbar stillstehende Satelliten gelöst werden soll, wird heute schon praktisch gearbeitet. Man hat ausgerechnet, daß das gesamte Vorhaben einschließlich der dazu benötigten Raketen wirtschaftlicher ist, als wenn man das gleiche Ziel durch irdische Stationen zu erreichen versucht.

Die zur Zeit auf der Erde befindlichen Wetterstationen sind nicht in der Lage, mehr als etwa 5 Prozent des Himmels zu beobachten, um die Wolkenbedeckung festzustellen. Einer oder wenige Satelliten, auf

geeignete Bahnen gebracht und mit den entsprechenden Instrumenten ausgerüstet, könnten die Wolkenbedeckung der Erde etwa alle 2 Stunden registrieren und den Wetterstationen zur Auswertung heruntermelden. Die Folgen, die eine bessere Wetterprognose für die Landwirtschaft auf der ganzen Erde hätte, lassen sich in Geldwerten gar nicht ausdrücken.

Noch vor wenigen Jahren befürworteten selbst bedeutende Experten der Raketentechnik Bau und Aufstieg von großen, mit Hunderten von Wissenschaftlern und Technikern bemannten Satelliten für solche praktischen und Forschungsaufgaben. Modernere Überlegungen zeigen aber, daß der wesentliche Teil der Aufgaben, die diesen Stationen zugeordnet waren, durch kleine, unbemannte Satelliten erledigt werden kann. Der bemannte Satellit wird auch in der Zukunft als eine Ausnahme zu betrachten sein.

Etwas Ähnliches gilt für die Raumfahrt mit bemannten Raumschiffen, die im Gegensatz zu immer wieder veröffentlichten Prognosen nie zu einer Massenbewegung werden wird. Kurze Ausflüge einzelner Menschen in den Weltraum werden neben unbemannten Forschungsraumschiffen, die ihre Aufgaben besser, mit weniger Risiko und wirtschaftlicher lösen können, Ausnahmen bleiben.

Eine auf den ersten Blick etwas abseitig erscheinende Aufgabe ergibt sich vielleicht in den nächsten Jahren aus der Vermehrung der Atomreaktoren: die Vernichtung von Atommüll. Alle bisherigen Methoden haben sich als unzulänglich erwiesen — der Weltraum ist groß und die Gefahr der Wiederkehr ausgeschlossen.

Trotz der großen Zahl nützlicher und interessanter Aufgaben für die Raketentechnik hat sie für unser Leben nicht die Bedeutung wie die Atomtechnik. Mit einiger Phantasie kann man sich vorstellen, daß in absehbarer Zeit die gesamte von Menschen benötigte Energie aus Atomreaktionen stammt. Eine ähnliche umfassende Aufgabe für die Raketentechnik gibt es nicht. Wie im Krieg, so ist auch im Frieden der Einfluß der Atomtechnik von einer anderen Dimension als der der Raketentechnik. Hat man durch diesen Vergleich der Raketentechnik wieder einen festen Boden unter den Füßen geschaffen, so fällt es nicht schwer, zu erkennen, daß die nichtmilitärischen Aufgaben der Rakete bis heute noch nicht genügend gefördert werden und daß Wünsche nach einer vernünftigen Unterstützung von Forschungsaufgaben, die mit Raketen gelöst werden können, berechtigt sind.