

fleht, das seine schicksalhafte Not zu einem Bild umformt für die Pinakotheken der Gnade.

Herbert Schade SJ

Raketen-Perspektiven

Als Wernher von Braun 1952 eine Studie veröffentlichte, nach deren Berechnungen sogar der Flug zum Mars mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln durchführbar sein sollte,¹ mußten derartige Überlegungen wohl mehr oder weniger utopisch erscheinen. 1954 bot sich derselbe Wernher von Braun an, eine Rakete zu konstruieren, die den amerikanischen Erdsatelliten auf seine Bahn befördern würde. Trotz der Ablehnung durch die amtlichen Stellen konnte die Abteilung von Brauns zu Beginn 1957 erklären, daß sie über eine Satelliten-Rakete verfüge. Im Dezember 1957, nach dem Fehlschlag des ersten amerikanischen Satelliten-Starts, wurde der Befehl gegeben, den Start der Rakete v. Brauns vorzubereiten. Acht Wochen später kreiste der amerikanische Satellit am Himmel.²

Wir müssen daher die Erklärung v. Brauns ernst nehmen, daß sogar der Flug zum Mars mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln möglich ist, d. h. mit Raketen, die den durch die Verbrennung chemischer Treibstoffe entstehenden Rückstoß zum Antrieb ausnutzen. Die *Atomenergie* kommt vorerst für den Antrieb von Raumschiffen noch nicht in Frage. Denn um den erforderlichen Rückstoß zu erzeugen, müßte man etwa Wasser durch einen Atomofen pumpen und den entstehenden Dampf durch eine Düse am Ende der Rakete ausstoßen. Damit der Rückstoß stark genug wäre, müßten ungeheure Wärmemengen vom Atombrenner auf die ausströmenden Wassermassen übertragen werden. Das ginge nur,

wenn wir den Atombrenner bei einer Temperatur von einigen hunderttausend Grad betreiben würden. Mit den heute in Betrieb befindlichen Atombrennern ist das aber völlig unmöglich.³

Doch auf die Dauer wird man einmal über die heute verwendeten chemischen Treibstoffe hinausgehen. Denn die Endgeschwindigkeit, die eine (einstufige) Rakete erreichen kann, hängt wesentlich von der Geschwindigkeit ab, mit der das Treibgas aus der Raketendüse ausgestoßen wird. Bei den heutigen chemischen Treibstoffen treten die Gase mit etwas über 2000 m/sec aus, und damit liegt die Obergrenze der Geschwindigkeit einer einstufigen Rakete bei 3,5 km/sec.⁴ Weiter wird man mit chemischen Treibstoffen wohl kaum kommen. Eine nächste Stufe würde die sogenannte *Ionenrakete* darstellen: Die Moleküle eines Gases werden durch Elektronenbeschuß elektrisch aufgeladen, die geladenen Moleküle durchlaufen mehrere Magnetfelder, werden in diesen stark beschleunigt und schließlich mit hoher Geschwindigkeit ausgestoßen. Bei einem russischen Studienprojekt dieser Art soll die Auspuffgeschwindigkeit der Ionen 600 000 m/sec betragen; damit würde die Rakete bei einem Fahrzeuggewicht von 1000 Tonnen eine Endgeschwindigkeit von 40 km/sec erreichen können.⁵

Die sogenannte *Photonenrakete* würde zum Antrieb den Rückstoß eines reinen *Energiestrahls* von der weiter unten zu beschreibenden Art benutzen. Am Heck wäre eine Art Scheinwerfer montiert, der mit ungeheurer Helligkeit nach rückwärts strahlt. Die austretende Lichtenergie übt auf die Scheinwerferwände einen Rückstoß von grundsätzlich gleicher Art aus, wie die Verbrennungsgase, die aus der Düse einer chemischen Ra-

³ W. v. Braun, Station im Weltraum. Frankfurt 1953, S. 31.

⁴ K. Schütte, Die Weltraumfahrt hat begonnen. Freiburg i. Br. 1958, Herderbücherei, S. 59.

⁵ Eugen Sänger, Entwicklungsstand 1957 der unbemannten Flugkörper, Überschall-Flugzeuge und Raumfahrzeuge. München 1957, Oldenbourg. S. 143.

¹ Wernher v. Braun, Das Marsprojekt. Studie zu einer interplanetarischen Expedition. Frankfurt 1952.

² Vgl. J. Reifenberg in der „Frankfurter Allgemeinen“ vom 5. 2. 1958.

kete austreten, einen Rückstoß auf die Wände der Brennkammer ausüben. Das Antriebsmittel wäre in diesem Fall Licht, die Auspuffgeschwindigkeit also die Lichtgeschwindigkeit, und damit wäre es möglich, die Endgeschwindigkeit der Rakete der Lichtgeschwindigkeit beliebig anzunähern. (In populären Darstellungen wird manchmal erklärt, daß die Lichtgeschwindigkeit sogar überschritten werden könne. Diese irriige Auffassung beruht auf einem Mißverständnis der bei der Diskussion dieser Probleme zugrundegelegten Terminologie.) Bei einer mit angenäherter Lichtgeschwindigkeit fliegenden Rakete träten dann alle jene physikalischen Wirkungen auf, die sich aus der speziellen Relativitätstheorie ergeben und z. B. in den modernen Teilchenbeschleunigern an schnellen Elementarteilchen auch experimentell beobachtet werden: Mit zunehmender Fluggeschwindigkeit der Rakete würde der Ablauf aller physikalischen Vorgänge an und in der Rakete mehr und mehr verlangsamt, damit aber auch der Ablauf der physiologischen Lebensvorgänge im Körper der Raketeninsassen und somit deren Zeitgefühl: Die Zeit würde für sie „immer langsamer ablaufen“, und der Prozeß des physiologischen Alterns wäre natürlich ebenso gebremst.⁶ Wenn man diese verlangsamte Zeitrechnung zugrundelegt – die eben für die Raketeninsassen die wirklich maßgebliche Zeitrechnung ist –, brauchte man z. B. bis zum Fixstern Alpha Centauri nur 3,6 Jahre Flugzeit, bis zum Zentrum des Milchstraßensystems 19 Jahre und bis zum Andromedanebel 25,9 Jahre.⁷ Nach irdischer Zeitrechnung allerdings könnten in dieser Zeit schon Millionen von Jahren vergangen sein.

Natürlich gehört die Photonenrakete einer noch recht fernen Zukunft an –

⁶ Vgl. die Artikel: „... tausend Jahre wie ein Tag“ und „Relativitätstheorie“ in dieser Zeitschrift 153 (1956) 413; 159 (1957) 401.

⁷ E. Sänger, Zur Mechanik der Photonen-Strahlantriebe. München 1956, Oldenbourg.

wenn sich die einschlägigen technischen Probleme überhaupt meistern lassen. Dagegen dürfte der Bau eines bemannten Erdsatelliten schon jetzt in einer Bauzeit von insgesamt etwa 10 Jahren durchführbar sein. Über die Kosten dieser Außenstation gehen die Meinungen allerdings noch auseinander; v. Braun schätzt 4 Milliarden Dollar,⁸ R. Engel glaubt mit nur 0.5 Milliarden Dollar auskommen zu können,⁹ während E. Sänger die Kosten für eine Außenstation von 10000 Tonnen Gewicht immerhin auf 100 Milliarden Dollar schätzt.¹⁰

* * *

Leider ist die gesamte Entwicklung der Raketen von Anfang an unter militärischen Gesichtspunkten erfolgt. Wenn hier zunächst auf die technisch-physikalische Seite der Forschung eingegangen wird, so soll damit nicht der Anschein erweckt werden, als seien wir uns der furchtbaren Bedrohung der Menschheit durch die modernen Vernichtungswaffen nicht bewußt. Es ist sehr bedauerlich, daß auch bei der bemannten Raumstation sofort die Frage nach ihrer militärischen Verwendbarkeit, vor allem nach der Möglichkeit zum Bombenabwurf gestellt wird. Die Meinungen sind diesbezüglich etwas geteilt. Sänger weist darauf hin, daß die astronomische Pünktlichkeit, mit der die Außenstation ihre Bahn zieht, einen Beschuß der Außenstation selbst relativ leicht mache. v. Braun führt aus, daß zur Bombardierung eines Erdzieles zwei Außenstationen zusammenwirken müssen, von denen die erste 3850 km hinter der zweiten herfliegt. Die erste Station schießt die Bombe nach hinten, d. h. entgegengesetzt zu ihrer eigenen Flugrichtung ab, so daß die Bombe allmählich zur Erde zurückzufallen beginnt; wenn die Bombe in die dichteren Schichten der Atmosphäre eintaucht,

⁸ Braun, Station im Weltraum, S. 49.

⁹ Schütte, a. a. O. 142.

¹⁰ Sänger, Entwicklungsstand, S. 39.

befindet sie sich im Sichtfeld der zweiten Außenstation und wird von dieser durch Fernlenkverfahren nach Sicht und Radar ins Ziel gesteuert.¹¹

Eine vorerst näherliegende Möglichkeit, Atombomben nicht nur von Kontinent zu Kontinent, sondern um den halben Erdball herum zu schicken, stellen die sogenannten *Raketenbomber* dar. Sie sind nicht zu verwechseln mit den unbemannten *Bombenflugzeugen*, die – als Weiterentwicklungen der deutschen V 1 – auf Grund automatischer, z. T. astronomischer Navigation ihr Ziel anfliegen. Die amerikanische Snark hat eine Reichweite von 8000 km bei einer Geschwindigkeit von 1000 km/h und einer Flughöhe von 18–23 km. Sie ist also 8 Stunden unterwegs und kann im Lauf dieser Zeit relativ leicht von Überschalljägern abgeschossen werden. Man arbeitet darum an einer Weiterentwicklung, der Navaho, die bei einer Geschwindigkeit von 3700 km/h und einer Flughöhe von 21 bis 24 km eine Reichweite von 9000 km haben soll. Aber auch die Navaho würde von der Flugabwehrrakete Nike abgeschossen werden können; es ist darum fraglich, ob sie überhaupt jemals in Serienfertigung genommen werden wird.¹²

Im Gegensatz zu diesen unbemannten Bombenflugzeugen werden die *Raketenbomber* zunächst wie die Fernraketen über die Atmosphäre hinausgeschossen. Die Fernraketen, die keine Flügel besitzen, fallen dann wie ein Stein auf einer ballistischen Flugbahn in ihr Ziel. Die Raketenbomber dagegen besitzen Flügel, vermöge derer sie beim Wiedereintauchen in die Atmosphäre an den dichteren Luftschichten gleichsam abprallen und wieder emporgeworfen werden – so wie ein glatter Stein, der, flach über eine Wasseroberfläche geworfen, in immer kürzer werdenden Bögen über das Wasser springt. Dieses Verfahren bietet einmal den Vorteil einer größeren Reichweite bis zu 20000 km. Außerdem kann die Bahn

eines solchen Raketenbombers durch entsprechende Steueraussschläge noch während des ganzen Fluges verändert werden, während die Bahn einer ballistischen Fernrakete nach Ende der relativ kurzen Brennzeit der Rakete durch die ballistischen Gesetze eindeutig festgelegt ist und daher auch vom Feind auf Grund von Radarbeobachtungen vorausberechnet werden kann. Mit der Entwicklung solcher Raketenbomber (Boost-Glide-Rocket) beschäftigte sich schon die ehemalige deutsche Luftwaffe; bei den Sowjets soll eine T-4-A in Erprobung sein, als deren oberste Reichweite 16000 km angegeben werden.¹³

Welche *Abwehrmöglichkeiten* bestehen gegenüber Fernraketen und Raketenbombern? Das Abschießen von Gegenraketen bietet wohl kaum große Chancen. Auch bei Verwendung einer atomaren Sprengladung müßte die Abwehrrakete wenigstens auf 1 km an die angreifende Rakete herankommen, um diese wirksam zu treffen. Wenn aber die Fluggeschwindigkeit der angreifenden Rakete 5000 km/h beträgt, so dürfte es auch bei Ausnutzung aller technischen Mittel nicht möglich sein, die Abwehrrakete näher als 20 km an die angreifende Rakete heranzubringen, und wenn eine Interkontinentalrakete mit 25000 km/h anfliegt, wird sich ihr die Abwehrrakete kaum auf weniger als 500 km nähern können.¹⁴

Als einzige Abwehrmöglichkeit scheint daher die Zerstörung der angreifenden Rakete durch direkte *Energiestrahlung* übrigzubleiben. Das heißt, man müßte die anfliegende Rakete mit einem Scheinwerfer anstrahlen, dessen Licht aus einer Art „Leuchtröhre“, d. h. aus einem Plasma schweratomiger Gase stammt, das bei einem Druck von etwa 100 Atm. eine Temperatur von etwa 140000 Grad besäße.¹⁵ Auf den ersten Blick scheint so etwas völlig utopisch. Wir müssen jedoch bedenken, daß in

¹¹ Braun, Station im Weltraum, S. 60.

¹² Sänger, Entwicklungsstand, S. 113f.

¹³ Sänger, Entwicklungsstand, S. 121f.

¹⁴ Sänger, Entwicklungsstand, S. 21f.

¹⁵ Eugen Sänger, Strahlungsphysik der Photonen-Strahlantriebe und Waffenstrahlen. München 1957, S. 142.

dem englischen ZETA-Gerät zur „Zählung“ der H-Bombe schon Gasplasmen mit einer Temperatur von einigen Millionen Grad geschaffen wurden. Zwar einstweilen nur für einige tausendstel Sekunden; aber wenn es zu einer technisch verwertbaren Zählung der H-Bombe kommen soll – und damit scheint man wirklich im Ernst zu rechnen –, müssen Plasmatemperaturen von etwa 100 Millionen Grad minuten- und stundenlang wirksam werden. Strahlt man mit einem 140000⁰-Scheinwerfer eine anfliegende Rakete an, so kann man noch in einer Entfernung von 200 km Teile der Außenhaut innerhalb einiger tausendstel Sekunden zum Verdampfen bringen. Beim Eintauchen in die Atmosphäre würde die Rakete dann wegen der Beschädigung ihrer Konstruktion auseinanderbrechen. Immerhin könnten besonders hitzebeständige Teile und vor allem natürlich der Atomsprenkopf selbst auch dann noch ins Zielgebiet fallen. Um auch sie zu zerschmelzen, wäre eine Bestrahlungszeit von einigen Sekunden erforderlich. Eine gleichartige Erwärmung träte natürlich auch bei den Scheinwerferwänden selbst auf. Das würde entsprechend dimensionierte Kühlvorrichtungen erforderlich machen. Die atmosphärische Luft würde dem Durchgang des Energiestrahls keinen besonders großen Widerstand entgegensetzen; denn schon kurze Zeit nach dem Einschalten des Strahls wäre durch die zunächst auftretende immense Erhöhung der Lufttemperatur in dem durchstrahlten Gebiet die Luft weitgehend aus dem Strahlbereich herausgedrängt worden.¹⁶

* * *

Wenn wir nochmals auf das Anfangsstadium zurückblicken, so ist der deutsche Anteil an der Entwicklung der heute funktionsfähigen Raketen offensichtlich. Das Fernziel, nach dem all die Männer der Raketenversuchsstation in Peenemünde strebten, war die Raum-

fahrt; die Entwicklung vor allem der politischen Verhältnisse verschob das Schwergewicht auf das militärische Gebiet. Hitler schenkte der Entwicklung der späteren V-Waffen zunächst keine besondere Beachtung; erst als in den letzten Kriegsjahren die ersten geglückten Probeabschüsse gemeldet wurden, schlug Hitlers Teilnahmslosigkeit in fanatische Begeisterung um. Als die Amerikaner 1945 das damals in der Gegend von Nordhausen befindliche Produktionszentrum der deutschen Raketenwaffen besetzten, nahmen sie zwar das deutsche Spezialpersonal und etwa 100 einsatzfähige V-2-Raketen als Kriegsbeute mit, überließen jedoch bei der späteren Räumung Sachsens und Thüringens die Fabrikationsstätten mit wichtigen Konstruktionsplänen der Roten Armee.¹⁷ Aus der deutschen V-2 wurde in der Folgezeit nicht nur die Redstone-Rakete entwickelt, die die erste Stufe der Satelliten-Rakete v. Brauns darstellt, sondern auch die russische T-1 und T-2, die wahrscheinlich wesentliche Bestandteile der russischen Interkontinentalrakete T-3 darstellen.¹⁸ Die russische Rakete Comet 2, die beim Unterwasserstart von einem U-Boot aus eine Reichweite von 1000 km erreicht, wird aus einem 35 m langen Behälter heraus gestartet, der auf deutsche Entwicklungsarbeiten zurückgeht.¹⁹ Auch eine zweistufige Fernrakete für eine Reichweite von 5000 km war bei Kriegsende auf deutscher Seite in der Entwicklung begriffen;²⁰ von den deutschen Plänen für einen Raketenbomber war schon oben die Rede.

Amerika schenkte der Entwicklung von Fernraketen zunächst keine besondere Aufmerksamkeit, da die erreichbare Treffgenauigkeit zu gering schien. Erst als die Entwicklung der H-Bombe die Möglichkeit bot, die mangelnde Zielsicherheit der Fernraketen durch den ungeheuren Zerstörungsradius der

¹⁷ J. Reifenberg in der „Frankfurter Allgemeinen“ vom 5. 2. 1958.

¹⁸ Sänger, Entwicklungsstand, S. 104f.

¹⁹ Sänger, Entwicklungsstand, S. 106.

²⁰ Schütte, a. a. O. 61.

¹⁶ Sänger, Strahlungsphysik, S. 168, 173.

H-Bombe wettzumachen, wurde die Entwicklung von Fernraketen in Amerika wieder aufgenommen.

Amerika hatte damals gerade eine ähnliche Diskussion über die Anwendung der Atomwaffen hinter sich, wie sie in der Bundesrepublik zur Zeit im Gang ist. Viele amerikanische Physiker hatten sich gegen die Entwicklung der H-Bombe gesträubt, weil sie der Überzeugung waren, dem guten Willen der Physiker diesseits und jenseits des eisernen Vorhangs müsse es doch möglich sein, die furchtbare Entwicklung eines atomaren Wettrüstens abzuwenden. Aber die Haltung der sowjetischen Politik brachte die amerikanischen Physiker schließlich doch zu einer anderen Erkenntnis.²¹ Die letzten Hemmungen fielen, als sich herausstellte, daß die Russen nicht nur ebenfalls an der H-Bombe arbeiteten, sondern den Amerikanern 1953 in ihrer Herstellung sogar einen wesentlichen Schritt voraus waren.²² Wo wir heute ständen, wenn die Amerikaner aus den anfänglichen Gefühlen heraus die Entwicklung der H-Bombe und damit der interkontinentalen Fernrakete den Sowjets allein überlassen hätten, braucht nicht ausgemalt zu werden.

Noch auf eine andere Parallele zur gegenwärtigen Diskussion in der Bundesrepublik stößt man beim Studium der Entwicklung der Atomwaffe. Wenn heute zwischen der Bundesregierung und einem Teil der deutschen Physiker eine grundsätzliche Meinungsverschiedenheit in der Beurteilung der politischen Bedeutsamkeit der Atomwaffe besteht, so kann man sich daran erinnern, daß schon früher einmal der Politiker Adenauer und der Physiker C.F. v. Weizsäcker in der grundsätzlichen Beurteilung einer politischen Situation ver-

schiedener Auffassung waren. Konrad Adenauer war sich von Anfang an über den verbrecherischen Charakter des Hitler-Regimes im klaren gewesen; C.F. v. Weizsäcker, der damals in Kopenhagen im Institut von Niels Bohr weilte, glaubte in den ersten Jahren nach 1933 „irregeleitet wie viele idealistisch veranlagte junge Deutsche, daß sich in Hitler und seiner Bewegung, ungeachtet mancher Züge, die er ablehnte, vielleicht etwas wirklich Großes ankündigte: der Beginn einer gegen Geschäftsgeist und Intellektualismus durchbrechenden gesellschaftlichen und religiösen Erneuerung.“²³ Da von Weizsäcker bald das Zerstörerische des Nationalsozialismus durchschaute, wandte er sich mit der überwiegenden Mehrzahl der deutschen Physiker von Hitler ab. Aber die anfängliche Zuneigung deutscher Physiker zum Nationalsozialismus hatte, entgegen dem Willen aller Beteiligten, bedauerliche Auswirkungen: Die Entwicklung der Atombombe wurde von den amerikanischen Physikern vor allem darum vorangetrieben, weil sie einer Hitlerischen Atombombe zuvorkommen wollten. Denn als später führende deutsche Physiker versuchten, ihre amerikanischen Kollegen insgeheim davon zu überzeugen, daß sie für Hitler keine Atombombe bauen würden, fanden sie bei den amerikanischen Physikern keinen Glauben. Die Amerikaner standen zu sehr unter dem Eindruck der anfänglichen Begeisterung ihrer deutschen Freunde für den Nationalsozialismus (und sie konnten nicht begreifen, daß die deutschen Physiker ihr Leben verwirkt hätten, wenn sie sich offen von dem Terrorregime Hitlers losgesagt hätten).²⁴ So kam es zur Konstruktion der ersten Atombombe. Sollte es vielleicht 25 Jahre später nochmals geschehen, daß eine aus an sich anzuerkennenden Motiven entspringende ungenügende Beurteilung einer politischen Situation, entgegen den Absichten der Beteiligten, zu unheilvollen Konsequenzen führt?

Wolfgang Büchel SJ

²¹ Robert Jungk, Heller als tausend Sonnen. Das Schicksal der Atomforscher. Bern 1956, Scherz. S. 256. — Daß die Tatsachen der Entwicklung der Atomwaffe, auch was Details anbetrifft, von Jungk völlig zutreffend dargestellt werden, wurde von der Kritik einhellig anerkannt.

²² Jungk, a. a. O. 312.

²³ Jungk, a. a. O. 52.

²⁴ Jungk, a. a. O. 52, 109.