

BERLIN-BRANDENBURGISCHE
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

(vormals Preußische Akademie der Wissenschaften)

Berichte und Abhandlungen

Band 7



Akademie Verlag

Herausgeberin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
Redaktion: Sonja Ginnow
Redaktionsschluß: 20. September 1999

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften :
Berichte und Abhandlungen / Berlin-Brandenburgische
Akademie der Wissenschaften (vormals Preußische Akademie
der Wissenschaften). – Berlin : Akademie Verl.
Aufnahme nach Bd. 1 (1995)

ISBN 3-05-003321-5

© Akademie Verlag GmbH, Berlin 1999
Der Akademie Verlag ist ein Unternehmen der R. Oldenbourg-Gruppe.

Das eingesetzte Papier ist alterungsbeständig nach DIN/ISO 9706.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Druckvorlage: Kathrin Künzel, BBAW
Druck und Bindung: Druckhaus „Thomas Müntzer“ GmbH, Bad Langensalza

Printed in the Federal Republic of Germany

Werner Albring

Forschungs- und Entwicklungsprobleme von Raketen, bearbeitet in einer Eremitage auf der Insel im Seligersee (1946 bis 1952)

(Vortrag in der Sitzung der Technikwissenschaftlichen Klasse am 25. September 1998)

1 Strategische und politische Randbedingungen, das Auswahlprinzip für Spezialisten

In der Endphase des Zweiten Weltkriegs wurde 1944 die deutsche Rakete A 4 von der kontinentalen Kanalküste auf England abgeschossen. Sie transportierte eine Tonne Sprenglast, ihre Startmasse betrug zwölf Tonnen, ihr Treibstoff bestand aus Alkohol und flüssigem Sauerstoff; sie konnte 300 Kilometer weit fliegen. Die Rakete war während des Krieges in der Heeres-Versuchsanstalt Peenemünde unter Leitung von Wernher von Braun entwickelt worden.

Die Siegermächte, Russen und US-Amerikaner, verfügten über nichts dieser Waffe Gleichwertiges. Die amerikanische Besatzungsarmee sammelte schnell alle wichtigen technischen Mitarbeiter mit Herrn von Braun an der Spitze und transportierte sie in ihr Land. Das beunruhigte die Russen und animierte sie, auch auf Grundlage der deutschen Rakete A 4 eine eigene Entwicklung zu starten. In erster Phase brauchten sie dazu deutsche Ingenieure als Interpreten. Von den ehemaligen wichtigen Peenemünder Ingenieuren fanden sie nur einen einzigen in ihrer Besatzungszone, den Diplomingenieur Helmut Gröttrup, der als Assistent des Herrn von Braun gearbeitet hatte. Obwohl kaum noch Raketentechniker aus Peenemünde verfügbar waren, herrschten damals für das Neubesetzen eines technischen Forschungs- und Entwicklungsinstituts außerordentlich günstige Bedingungen. Denn viele der deutschen Ingenieure und Wissenschaftler, die bis dahin in Betrieben der Luft- und Raumfahrt gearbeitet hatten, waren arbeitslos geworden. Sie waren für technisches Arbeiten, verbunden mit günstigeren Lebensumständen, unschwer zu gewinnen. Die Russen beurteilten die Situation realistisch: Zwar ist die Peenemünder Originalmannschaft schon beim Amerikaner, doch Deutschland ist ein

Land, in dem eine breite technische Intelligenzschicht existiert. Suchen wir also nach Bearbeitern, die aufgrund ihrer bisherigen Beschäftigung in der Flugzeug- und Waffenentwicklung Vergleichbares geleistet haben.

So fand man und engagierte zur Mitarbeit in den Zentralwerken von Bleicherode in Thüringen den früheren Ballistiker der Kanonenfabrik Krupp, Waldemar Wolff, die hervorragenden Spezialisten für automatische Steuerungen Hans Hoch und Kurt Magnus von der Universität Göttingen, den Spitzenmathematiker Hans Reichardt, den Informatiker Hans Lange. Man gewann zur Mitarbeit große Teile der Konstruktionsabteilung sowie Statiker und Festigkeitsspezialisten aus der früheren Brandenburger Flugzeugfabrik „Arado“. Hervor ragte als schöpferischer und erfindungsreicher Ingenieur Konrad Toebe.

Der Betrieb, dem Helmut Gröttrup als Generaldirektor vorstand, wuchs bis zum Oktober 1946 mit den Fertigungsabteilungen, mit Triebwerksprüfständen, mit den Konstruktionsbüros, den wissenschaftlichen Abteilungen auf 7000 Mitarbeiter. Auch ich selbst arbeitete dort ab Mai 1946 als Leiter der Abteilung für Aerodynamik und Entwurf. Bis dahin hatte ich mich nicht mit Raketen beschäftigt, war ausgebildet als Flugzeugingenieur, hatte mit einer strömungsmechanischen Forschungsarbeit promoviert und war ab 1941 tätig als stellvertretender Leiter des Forschungsinstituts für Aerodynamik und Flugtechnik in Hannover. In Bleicherode lernte ich russische Fachkollegen kennen: Korolow und Mischin, die später weltweit bekannt geworden sind als technische Leiter der Raketenentwicklung, Tjulín, den späteren stellvertretenden Minister, und Pobjedonnozow, Professor für Ballistik in Moskau. Alle trugen Militäruniformen mit den Rangabzeichen von Oberstleutnanten und Obersten der Armee. Korolow und Pobjedonnozow hatten sich schon 1930 als junge Leute zusammengefunden, die kleine Raketen bauten und erprobten. Ihr Ziel war der Weltraumflug gewesen.

Die Russen wählten die deutsche Kernmannschaft sorgfältig aus, und als Ende Oktober 1946 mit einer überraschenden, schnellen militärischen Aktion der Betrieb nach Rußland verlagert wurde, da waren es von den 7000 Mitarbeitern nur noch 150, die zusammen mit ihren Familien auf die Insel Gorodomlia im Seligersee transportiert wurden und dort bis zum Rücktransport in die Heimat (1952 und 1953) arbeiteten. Obwohl der Bleicheröder Großbetrieb auch über zahlenmäßig starke Verwaltungen verfügt hatte, nahmen die Russen keinen einzigen deutschen Verwalter mit auf die große Reise. Jedoch nahmen sie zusätzlich die Hochschulprofessoren Walter Pauer, einen Thermodynamiker, die Physiker Hellmut Frieser und Wilhelm Schütz sowie den Mathematiker Alfred Klose mit, die zuvor nicht in Bleicherode gearbeitet hatten.

*2 Über einige Grundbegriffe der Raketentechnik,
technisch Erreichtes zu Ende des Zweiten Weltkriegs.
Weiterentwicklung mit neuen Zielstellungen*

Die erste Aufgabe der deutschen Entwicklungsingenieure, schon in Bleicherode begonnen, lautete: Rekonstruktion der Rakete A 4. Die tüchtigen Konstrukteure aus der Flugzeugfabrik „Arado“ konnten durch Leichtbau die Flugweite von anfänglich etwa 300 Kilometern auf 800 Kilometer steigern, ohne die Startmasse, die Außenform oder das Triebwerk zu verändern. Die nächste Aufgabe, die der deutsche Chefkonstrukteur Gröttrup stellte, lautete, die Transportlast von einer Tonne über die Entfernung von 2000 Kilometern zu befördern. Dann stellten die Russen eine sehr schwer zu realisierende Aufgabe, nämlich drei Tonnen Last über eine Strecke von 3000 Kilometern zu transportieren. Heute können wir die technische Forderung mit einer strategischen Zielstellung verbinden. Der russische Chefkonstrukteur Mischin hat kürzlich erklärt, daß damals sein Land von amerikanischen Stützpunkten umgeben war, von denen mit Atombomben beladene Flugzeuge starten konnten. Die Sowjetunion verfügte über kein entsprechendes Drohpotential gegen das Territorium der Westmächte. Also mußten Großraketen mit größerer Transportlast und mit größerer Reichweite entwickelt werden. Das deutsche Kollektiv erarbeitete termingemäß mehrere Varianten, einen Marschflugkörper – das ist ein unbemannter Flugzeug mit Strahltriebwerk, Oswald Conrad hatte das Projekt durchgerechnet – sodann die Kombination von drei R1-Raketen zur Dreistufenrakete und schließlich die einstufige Kegelrakete R-14 mit 40 Tonnen Startmasse.

Noch einmal zurück nach Bleicherode. Damals, kurz nach Ende des Krieges, hielt zwar das permanente Bestreben von Militärstrategen zur Weiterentwicklung von Waffen an, doch wäre es nicht opportun gewesen, beim Anwerben deutscher Spezialisten von Waffenentwicklung zu sprechen. Deshalb nannte man als Fernziel den Bau einer Rakete, die den Mond erreichen sollte. Damals war noch umstritten, ob sich ein solches Vorhaben realisieren ließe. In dem Physikbuch für Oberschulen, herausgegeben von Bavink 1929, las man einen einfachen Beweis, daß der Weltraumflug mit den verfügbaren Treibstoffen unmöglich sei. Es wurde die zu leistende Arbeit pro Masseneinheit gegen das Gravitationspotential der Erde richtig berechnet, als das Produkt aus der Erdbeschleunigung g und dem Erdradius R zu

$$g \cdot R = 6,25 \cdot 10^7 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Der Betrag wurde verglichen mit der Energie pro Masseneinheit, die Treibstoffe hergeben.

<i>Nitroglyzerin</i>	$1,6 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2$
<i>Benzin-Luftgemische</i>	$2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2$

Also konnte die Energie nur 4 Prozent der erforderlichen Arbeit liefern. Die Rechnung enthält jedoch im Ansatz einen Denkfehler, sie impliziert, daß alle Masse einschließlich der Verbrennungsprodukte aus dem Gravitationsfeld der Erde transportiert werden soll. Die Rakete stößt jedoch alle verbrannten Gase ab, sie wird während des Fluges dauernd leichter. Den Chinesen war das Raketenprinzip schon im 13. Jahrhundert bekannt gewesen mit Anwendung als Feuerwerkskörper aber auch als Waffe. Die Kenntnis gelangte über die Araber nach Europa. Im 17. Jahrhundert hatte Zar Peter der Große in Moskau eine militärische Raketenanstalt gegründet. Der französische Schriftsteller Jules Verne (1828 bis 1905) erdachte Flüge zum Mond. Und durch den Russen Konstantin Eduardowitsch Zalkowski (1857 bis 1935) sowie den 1894 geborenen Rumäniendeutschen Herman Oberth wurden die technischen Möglichkeiten des Weltraumflugs durchdacht und propagiert. Die Quadratwurzel aus dem errechneten Betrag für die Arbeit pro Masseneinheit, also

$$\sqrt{6,25 \cdot 10^7} = 7906 \text{ m/s}$$

liefert die Kreisbahngeschwindigkeit, die ein Körper zum stationären Umrunden der Erde erreichen muß. Um weiterhin dem Anziehungsbereich der Erde zu entkommen, muß die größere Fluchtgeschwindigkeit 11200 m/s erreicht werden. Es besteht ein einfacher und übersichtlicher Zusammenhang zwischen der Endgeschwindigkeit c des Raketenkörpers, der Ausstoßgeschwindigkeit verbrannter Gase v , sowie von Startmasse m_s und der Leermasse m_L nach Verbrauch allen Treibstoffs, nämlich

$$c = v \cdot \ln\left(\frac{m_s}{m_L}\right)$$

Der Luftwiderstand ist nicht berücksichtigt worden. Mit den Daten der 1947 gestarteten Rakete R1, nämlich $v=2000$ m/s, der Startmasse $m_s = 13500$ kg und der Leermasse $m_L = 4255$ kg läßt sich die Endgeschwindigkeit zu $c = 2309$ m/s errechnen.

Wenn man fragt, wie groß muß das Masseverhältnis werden, um die Fluchtgeschwindigkeit $c = 11200$ m/s zu erreichen, dann lautet die Antwort:

$$m_s/m_L = \exp(c/v) = 270$$

Das heißt: Um eine Tonne Leermasse aus dem Anziehungsbereich der Erde zu transportieren, sind 270 Tonnen Startmasse aufzubringen. Die Rechnung zeigt, daß es grundsätzlich möglich ist, mit herkömmlichen Treibstoffen eine Rakete zum Mond zu schicken.

Das zuletzt errechnete Massenverhältnis läßt sich verkleinern, wenn während des Fluges nicht nur die verbrannten Gase abgestoßen, sondern zusätzlich die nicht mehr benötigten Ausrüstungsteile abgetrennt werden. Schon die Enthusiasten des 19. und des frühen 20. Jahrhunderts hatten das Stufenprinzip der Raketen erdacht. Von einer Rakete, die allen Treibstoff verbraucht und die Endgeschwindigkeit erreicht hat, sie wird die erste Stufe genannt, läßt man als zweite Stufe eine weitere kleinere Rakete starten, zu deren Endgeschwindigkeit sich die mit der ersten Stufe erreichte Geschwindigkeit addiert. Das läßt sich mit weiteren Stufen fortsetzen. Die russischen Wostok-Raketen sind mit drei Stufen geflogen.

Bis hierher ist das Erreichen hoher Geschwindigkeiten zu kosmischen Flügen bedacht worden, also der Raketeneinsatz zum wissenschaftlichen Erkunden. Wenn jedoch die Raketen als Waffe eingesetzt werden sollen, wenn sie über große Entfernungen Explosivstoffe zu tragen haben, dann gelten ähnliche flugmechanische Zusammenhänge. Nach einfachster Galilei-Ballistik gerechnet, wächst die Flugweite mit dem Quadrat der Endgeschwindigkeit. Und mit einer kosmischen Rakete läßt sich, wenn sie zur Waffe umgerüstet wird, jeder Punkt der Erdoberfläche erreichen.

Die einfachen vorstehend benutzten Gleichungen dienen nur zur ersten Orientierung. Der Ballistiker rechnet viel genauer, um die Endgeschwindigkeit nach Brennschuß, um die Form der Flugkurve und die Flugweite zu bestimmen. In der Differentialgleichung für die Flugbahn berücksichtigt er alle Luftkräfte, ihr Verändern mit dem Wechsel vom Flug mit Unterschallgeschwindigkeit zum Überschallflug, das Verändern von Luftkräften bei Betätigung von aerodynamischen Rudern und von Strahlrudern, die Veränderung der Luftdichte mit der Höhe, die Änderung des Schubes mit der Höhe.

Der Ballistiker wandelte die Differentialgleichung für die Flugbahn in eine Differenzgleichung, er löste sie für kleine aufeinander folgende Zeitintervalle. Mit der numerischen Arbeit beschäftigte der Ballistiker ein ganzes Büro von Rechnern, die in der damaligen Vorcomputerzeit ihre mechanischen Tischrechenmaschinen betätigten, die jedoch nur die vier Grundrechenarten schaffen konnten. Jeder Funktionswert, Winkelfunktionen, Logarithmen mußten aus Spezialtafeln abgelesen und in die Maschine getippt werden. Für Raketen sehr großer Reichweite wurde die Parabel als Grundform der Flugbahn durch die Ellipse ersetzt. Denn bei der Parabelflugbahn wird die Erdoberfläche durch eine tangierende Ebene ersetzt. Bei den Interkontinentalraketen muß wie bei kosmischem Bewegungen gerechnet werden. Der Flugkörper folgt einer Ellipse, in deren Brennpunkt der Erdmittelpunkt liegt.

3 Das Leben in der Inseleremitage

Die deutschen Spezialisten waren 1946 im Oktober auf die Insel Gorodomlia im Seligersee gebracht worden. Den Seligersee findet man auf der Landkarte etwa gleich weit entfernt zwischen den großen Städten Moskau und Petersburg. Das Wasser des Seligersees fließt ab zur oberen Wolga, am Seeufer liegt die Kreisstadt Ostaschkow. Die geographische Breite entspricht der von Dänemarks Nordspitze.

Das ließ uns Bewohner kalte und dunkle Winter erleben, aber auch ausgedehnte lange Sommertage, wenn nächtens der Himmel nicht mehr dunkel wird, vergleichbar mit den weißen Nächten von Petersburg. Die kleine Insel, sie würde ganz in die Parkanlage „Großer Garten“ von Dresden hineinpassen, ist mit dichtstehenden hohen Fichtenbäumen bewaldet, sie erschien uns größer als das geographische Maß. Das Inselland umschließt einen ruhigen, malerischen Binnensee. Das Landschaftsbild erinnerte mich an Werke des großen russischen Malers Tschischkin, der einige Zeit in Ostaschkow gelebt hatte.

Im Wohnort der Deutschen standen wenig mehr als ein Dutzend zweistöckiger Häuser mit je zwölf Wohnungen von zwei bis drei Zimmern. In 270 Zimmern von je 10 bis 20 Quadratmetern Fläche wohnten etwa 500 Menschen [8].

Die Spezialisten arbeiteten im großen zweistöckigen, flachdachigen, weißgekalkten Institutsgebäude am Rand des Wohndorfes. Die deutschen Spezialisten haben alle Laboratorien selbst aufgebaut, Laboratorien zum Bau von Meßgeräten, zum Erproben der Steuerungen. Sie errichteten einen Überschallwindkanal, einen Modellprüfstand für Triebwerke, einen Peilturm zur Steuerungserprobung. Der Steuerungsspezialist Hans Hoch realisierte zum Berechnen der komplizierten Flugbahn und deren aktiver Beeinflussung durch aerodynamische Ruder und durch Strahl-Ruder einen Analogrechner, damals eine wissenschaftliche Pionierleistung.

Nach anfänglichen Engpässen funktionierte die Versorgung mit Heizmaterial und Lebensmitteln ganz zufriedenstellend. Unsere Gehälter lagen mit dem Faktor drei bis vier multipliziert höher als die in russischen Berufen. Da dennoch für Hilfskräfte und Arbeiter mit großer Familie die Gehälter sehr niedrig lagen, da im Krankheitsfall nur ein Bruchteil des Arbeitslohnes weitergezahlt wurde, gründeten die Deutschen eine Ausgleichskasse, in die alle mit höheren Gehältern freiwillig und kontinuierlich einzahlten. Aus der Kasse wurde auch die Witwe eines an Krebs verstorbenen Arbeitskollegen unterhalten. Dennoch waren alle unsere Lebensumstände zu einer Zeit, als noch die Deutschen in der Heimat mit unzureichenden Lebensmittelrationen in unzureichend geheizten Wohnungen hungern mußten, gar nicht schlecht. Bald hatten die Deutschen zum Unterrichten ihrer Kinder eine Schule eingerichtet. Anfangs stellten sie auch alle Lehrer von der Grundstufe über die Mittelstufe bis zu Oberstufe. Später unterrichteten russische Lehrkräfte.

Doch litt die Psyche der deutschen Inselbewohner schwer unter der Isolation, unter der Abgeschiedenheit von aller Außenwelt. Die Insel war zum Strand hin mit Stacheldraht abgesperrt. In den ersten Tagen hatte man uns erklärt, wir sollten die Insel nicht verlassen, solange wir noch keine Pässe hätten. Doch haben wir während des ganzen Aufenthaltes niemals einen Paß bekommen. Uns war nicht bekannt, wie lange das Inselleben dauern sollte. Bald hatten wir eingesehen, daß das auch die russische Inselverwaltung nicht wußte. Zwar wäre es ein Leichtes gewesen, heimlich die mehr symbolische Stacheldrahtsperre zu überwinden, doch eine Flucht nach Deutschland war auch von den Unternehmungslustigsten nie ernstlich erwogen worden. Das weite Land über Tausende von Kilometern als Fremdling zu durchmessen, war so gut wie unmöglich. Es bestand eine Postverbindung mit der Heimat, doch alle Briefe erreichten erst spät den Empfänger. In den Memoiren des Oswald Conrad [8] ist zu lesen: Ab Mitte Januar 1947 war der Briefverkehr mit Deutschland möglich geworden. Anfangs betrug die Transportzeit für einen Weg vier bis fünf Wochen. Also war es eine Art von Schneckenpost gewesen. Die Zeit verkürzte sich bis 1950 auf zwei Wochen.

Ein Psychologe, ein Verhaltensforscher menschlichen Handelns, hätte interessantes Material über die Bewohner im weltabgeschiedenen Dorf sammeln können. Die Erwachsenen bedrückte permanent eine besondere Art von Heimweh. Anders erging es den Kindern. Die heute Fünfzig- bis Sechzigjährigen schwärmen von schönen Kindheits- und Jugenderinnerungen. Von ihnen geht die Initiative zu immer neuen Insulanertreffen und zu touristischen Besuchen der Insel Gorodomlia aus. Doch haben auch viele der damals Erwachsenen im Nachhinein die Inseljahre positiv bewertet. Es waren Jahre ohne jedes Ablenken, das moderne Großstädte bieten, es waren Jahre, in denen sich Fähigkeiten wie bei Besiedlern eines neuen Kontinents entwickelt haben, Jahre, die Freundschaften haben wachsen lassen, die das ganze Leben angedauert haben.

Auf dieser Insel wurde Sport getrieben. Die Tennisfreunde hatten zwei Plätze gebaut, so daß zur Sommerzeit nach festgelegtem Stundenplan vom frühen Morgen bis zum späten Abend gespielt wurde. Alljährlich gab es vielbesuchte Wettspiele um die Inselmeisterschaft. Handwerklich geschickte Mitbewohner hatten kleine Boote mit Segeln und zwei bis drei Sitzen gebaut. Auf einem ausgedehnten Gebiet des Sees durfte gepaddelt oder gesegelt werden. Ein Streichquartett lud ein zu klassischer Musik. Ein großer Chor hatte regelmäßig in Konzerten gesungen. Und sogar Theater mit beachtlich eindrucksvollen, lange und gut eingeübten Inszenierungen haben wir Laien gespielt. Zu Stücken von Shakespeare, Moliere, Kleist, Hauptmann, Wilde und Strindberg wurden die Inselbewohner geladen. Zur Sommerzeit spielte man auf der Waldbühne, einem natürlichen Amphitheater, im Winter auf der Bühne des großen Club-Saales. An winterlichen Leseabenden haben wir das Buch des medizinischen Nobelpreisträgers Alexis Carell „Der Mensch,

das unbekannte Wesen“ durchgearbeitet und diskutiert. Ein anderes Mal lasen wir Bernard Shaws Dramenzyklus „Zurück zu Methusalem“ mit verteilten Rollen und besprachen die auftretenden Probleme. Auch der Mensch des zwanzigsten Jahrhunderts braucht angemessenes Beschäftigen mit der Kultur. Wird sie ihm nicht wie in unseren Städten kommerziell angeboten, dann schafft er sie sich selbst.

4 Die Arbeitsergebnisse aus der Sicht eines halben Jahrhunderts später

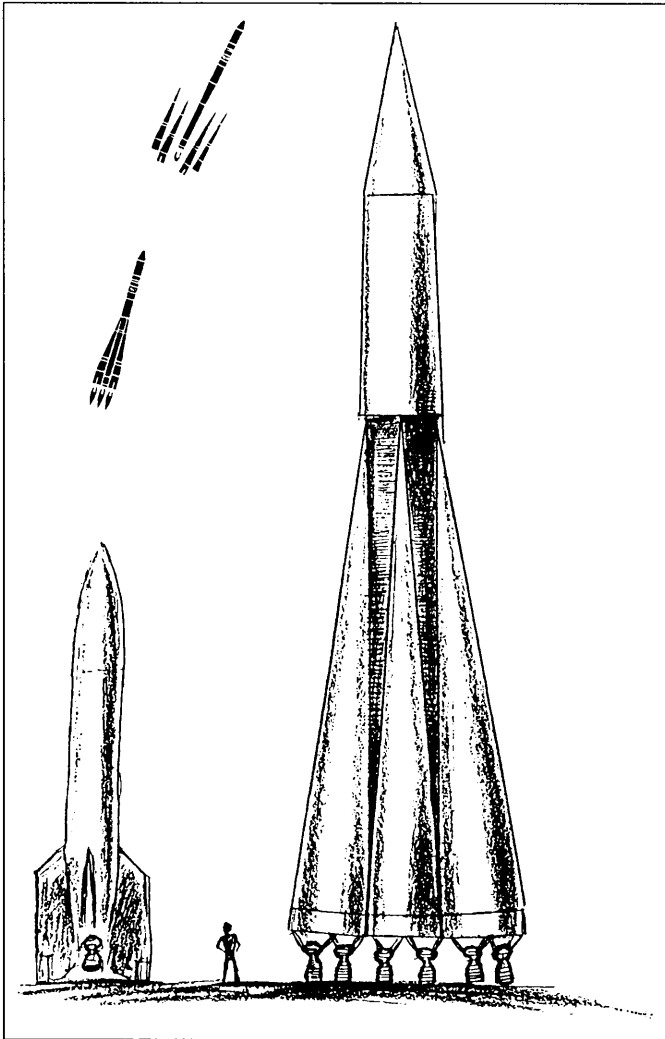
Die enge Zusammenarbeit von gestaltenden Ingenieuren, von physikalisch mathematischen Grundlagenwissenschaftlern in einem nicht zu großen Kollektiv unter einem Dach hat zu guten Forschungs- und Entwicklungsergebnissen geführt. Später wurde häufig gefragt: In welchem Umfang war das deutsche Kollektiv an der Entwicklung der großen Trägerrakete beteiligt, mit der 1957 der erste Sputnik-Flug gelang? Die Antwort: Konstruktion und Bau dieser und der nachfolgenden übergroßen Raketen ist eine rein russische Leistung gewesen. Man kann das ermes- sen, wenn man die Startmasse der größten im deutschen Kollektiv konstruierten Rakete R-14 mit der Startmasse der Trägerrakete des Sputnik vergleicht.

<i>Einstufige Kegelrakete R-14 von 1950</i>	40 Tonnen Startmasse
<i>dreistufige Sputnik-Rakete von 1957</i>	270 Tonnen Startmasse

Allerdings läßt das Bild mit der rechts gezeichneten vielstufigen Sputnikrakete erkennen, daß um eine Zentralrakete vier Kegelraketen gebündelt sind, die unserer R-14 ähneln.

Schließlich war auf Gorodomlia eine für die späte Entwicklung von Großraketen wesentliche Modifikation des Stufenprinzips erdacht und mit konstruktiven Bei- spielen vorgeschlagen worden. In ihrer Urform kann man sich die Stufenrakete vorstellen als Kombination mehrerer übereinanderstehender Einzelraketen. Sie sind beim Start fest miteinander verbunden. Zum Starten wird nur das Triebwerk der bodennächsten Rakete, der ersten Stufe, gezündet. Wenn diese im Flug allen Treibstoff verbraucht hat, wird die Verbindung zur nächsten Rakete, der zweiten Stufe, gelöst und deren Triebwerk gezündet. Die erste Stufe, dann nur noch ein leergebrannter Geräteteil, wird zum Masseverkleinern abgeworfen. Der Vorgang kann mit weiteren Stufen wiederholt werden.

Die deutschen Entwicklungsingenieure hatten als Beispiel für die R-14 Rakete zwar auch ein einziges großes Triebwerk mit 100 Megapond Schub vorgesehen, doch Varianten mit vier parallel geschalteten Triebwerken von je 25 Megapond Schub durchdacht. Zum Start werden alle vier Triebwerke gezündet. Während des Fluges wird es möglich, in Abhängigkeit vom Treibstoffverbrauch nacheinander drei Triebwerke zum Masseverringern abzuwerfen, und auf solche, damals neu- artige Weise das Stufenprinzip zu realisieren.



Rechts die Sputnikrakete von 1957. Zum Größenvergleich links die Peenemünder Rakete A-4. Links oben die Sputnikrakete im Flug, ganz oben werden die leergebrannten Kegelraketen abgeworfen, der zentrale Körper fliegt als zweite Stufe weiter.

In einer etwas abgewandelten Form ist das bei den russischen Großraketen angewandt worden. Um die zentrale Einheit mit vier parallelen Triebwerken sind vier Kegelraketen, ähnlich der Rakete R 14, gebündelt, und jede von denen ist wieder

mit vier parallel arbeitenden Triebwerken ausgestattet. Also startet die Großrakete mit 20 gleichgeschalteten Triebwerken. Wenn der Treibstoff der Kegelraketen verbraucht ist, werden sie abgeworfen, die zentrale Einheit fliegt mit ihren schon am Boden gezündeten Triebwerken als zweite Stufe weiter. Diese Flugphasen sind auf dem Bild oben links schematisch skizziert.

Die erste sehr wesentliche Verbesserung war den deutschen Konstrukteuren aus der Flugzeugfabrik „Arado“ gelungen. Sie kannten alle Möglichkeiten, konsequent den Leichtbau zu verwirklichen. Sie arbeiteten nach Konrad Toebe's Vorschlag, keine besonderen Treibstofftanks einzubauen, sondern die Raketenhaut selbst als Ummantelung des Treibstoffs zu nutzen. Überdruck im Treibstofftank prägt der Haut Zugspannung auf, sie schützt gegen Knicken.

Weiterhin ist eine für die gesamte Raketenentwicklung wesentliche Erkenntnis auf Gorodomlia erarbeitet worden: Zu der Belastung des Raketenkörpers durch Schub und Luftkräfte, also durch Widerstand, Auftrieb und die Momente, tritt eine bis dahin kaum beachtete Beanspruchung hinzu. Das ist das aerodynamische Aufheizen der Raketenhaut durch sehr intensive Luftreibung, wobei sich die Temperatur auf mehrere tausend Grad steigern kann. Bei derartig hohen Temperaturen, die Raketen mit sehr großer Reichweite in Zielnähe erreichen würden, müßte sogar eine Haut aus Stahlblech schmelzen. Die Entwurfsingenieure erdachten das Abtrennen der die Transportlast tragenden Raketen spitze als einen besser wärmeisolerierbaren kleineren Körper von der Rakete in Zielnähe. Sie berechneten sorgfältig den zeitabhängenden Wärmeübergang von der stark aufgeheizten Luft auf den Flugkörper anhand der vom Ballistiker vorgegebenen Flugbahn Daten für Geschwindigkeit und Dichte.

Etwas Wichtiges für die weltweite Entwicklung von Raketen und für die darauf basierende Militärstrategie habe ich sehr spät, nämlich erst 1996, erfahren. In meinem 1991 publizierten Buch über unsere Erlebnisse auf Gorodomlia [6] war zu lesen, daß ich mich über die Formgebung der amerikanischen Gemini-Kapseln gewundert hatte, mit denen die ersten amerikanischen Astronauten die Erde umrundeten. Sie ähnelten sehr einer Form, die ich selbst auf Gorodomlia entworfen hatte. Ich erfuhr 1996, daß ein früherer Arbeitskollege von Gorodomlia nach der Rückkehr in die Heimat im Jahre 1952 sogleich Kontakt mit den Amerikanern aufgenommen und sie über alle damals neuen Erkenntnisse eingehend informiert hatte. Auf diesem Weg war auch die Gemini-Kapsel nachgestaltet worden.

Der die Arbeitsergebnisse an die Amerikaner übertragende Arbeitskollege hat ähnlich wie der bekannte Physiker Claus Fuchs gehandelt, der technische Verfahren zum Bau von Atombomben an die Sowjetunion weitergegeben hatte. Diese Menschen hoffen, einen Vorsprung in der Waffenentwicklung, der nach ihrer Meinung kriegsbedrohend ist, zu kompensieren.

5 Schlußbetrachtungen. Die Alternative: Waffe oder Gebrauchsgut

Alle Arbeitsergebnisse von Gorodomlia wurden als streng terminisierte Berichte der russischen Leitung zugestellt. Jedoch kam es zu keinem Gedankenaustausch mit den parallel zu uns in Moskau arbeitenden russischen Fachleuten. Zwar mußten unsere Hauptergebnisse in Moskau vor einem Wissenschaftlichen Rat vorgetragen und gegen manchmal sehr harte fachliche Kritik verteidigt werden, jedoch erfuhren wir Deutschen nichts über die Anwendung und Erprobung unserer Arbeitsergebnisse. Obwohl in der Sowjetunion im Zentralen aerodynamischen und hydrodynamischen Institut von Moskau Überschallwindkanäle existierten, standen sie uns nicht zur Verfügung. Wir mußten uns selbst einen Überschallwindkanal bauen.

Im Nachhinein scheint mir, daß sich dieses Trennen der eigenen von der russischen Entwicklung segensreich für das deutsche Kollektiv ausgewirkt hat. Stalin, der damals noch regierte, hätte niemals zugestimmt, daß die Deutschen in ihre Heimat zurückgeführt worden wären, hätten sie Einblick in russische geheime Arbeiten genommen.

Mit nur wenigen Ausnahmen haben Handwerker, Ingenieure und Wissenschaftler nach Rückkehr in die deutsche Heimat das Arbeitsgebiet gewechselt, fort von der Rakete, fort von der Waffenentwicklung. Helmut Gröttrup leistete Pionierarbeit beim Entwickeln von Computerprogrammen für den Großhandel. Oswald Conrad arbeitete bei Daimler Benz an der Entwicklung von Gasturbinen; er simulierte die Fahrdynamik von Automobilen mit neuen eigenen Computerprogrammen. Hans Lange, Kurt Magnus, Hans Reichardt und auch ich, wir konzentrierten uns auf Lehre und Forschung in den physikalisch-mathematischen Grundlagenfächern an den Universitäten. Unsere Generation strebte nach sechs Kriegsjahren und sechs Nachkriegsjahren fort von der Waffenentwicklung hin zu den friedlichen Nutzanwendungen von Wissenschaft und Technik. Walter Pauer nahm seine Arbeit an der Technischen Hochschule von Dresden als Direktor des Instituts für Energiewirtschaft wieder auf. Ebenso kehrten die Professoren Hellmut Frieser, Alfred Klose und Wilhelm Schütz zu den Universitäten zurück.

Die Ausnahmen: Waldemar Wolff arbeitete fortan in der DDR als Hochschullehrer an einer Militärakademie, Konrad Toebe in der Bundesrepublik als Entwicklungsingenieur der militärischen Luftüberwachung.

Ich selbst habe es als Gnade des Schicksals empfunden, daß die als Waffe für den Bestand der Menschheit höchst gefährlichen Großraketen in der Folgezeit zu wissenschaftlichen Erkundungsarbeiten eingesetzt wurden. Sie erkundeten fotografisch die von der Erde nicht sichtbare Mondrückseite. Menschen haben den Mond betreten. Es hat Erkundungsflüge zu den Planeten gegeben. Das die Erde umkreisende Weltraumteleskop öffnet den Blick bis zu fernsten Galaxien. Das

Satellitenfernsehen ermöglicht, momentan Bilder von jedem Punkt der Erde zum Empfangsgerät in Wohnungen zu übertragen. Über Satelliten werden Telefongespräche geleitet, Flugzeuge gesteuert, der Verkehr geregelt, die Erde vermessen. Wie die meisten von der Technik entwickelten Geräte kann auch die Rakete alternativ entweder zur Waffe oder zum Gebrauchsgut verwendet werden. Doch das Miteinander von Staaten auf unserer Erde ist weit davon entfernt, ein stabiles System zu bilden, Kriege zwischen ihnen sind immer noch möglich. Über Krieg oder Frieden entscheidet niemals die überwiegend friedfertige Menschheit, sondern die wenigen, die an den Schalthebeln der Staatsmacht sitzen. Auch in den westlichen Demokratien entscheiden nicht Parlamente, sondern Regierungen erklären Kriege oder veranlassen sie ohne explizites Erklären.

Heute ist das Zerstörpotential unvorstellbar schrecklich geworden, viel schrecklicher als Bernard Shaw es gekannt hatte, als er 1920 schrieb, daß man die Mittel der Zerstörung nicht ohne Bedenken unendlicher Weisheit und unendlichem Wohlwollen anvertrauen könnte. Shaw beklagt, daß die Entscheidung über den Einsatz von Waffen in die Hände romantischer Schulbubenpariotten gelegt worden ist, denen Kämpfen eine Religion und Töten eine Fertigkeit bedeuten.¹

Auf manche Fragen von Journalisten habe ich geantwortet, daß es Waffenentwicklung nicht nur in den sechs Nachkriegsjahren auf Gorodomlia gegeben hat, sondern beklagenswerterweise überall auf der Erde. Waffen werden auch in der Gegenwart zu immer schrecklicheren Kriegsmitteln entwickelt: Immer noch bestimmt das Waffenpotential als Machtfaktor die politische Stärke eines Staates.

Literatur

Erlebnisberichte von Gorodomlia-Bewohnern (1946 bis 1952/53)

- [1] Conrad, Liddy: Jugendjahre am Seligersee. Tagebuch von 1945 bis 1957 (unveröffentlicht).
- [2] Rietzsch, Liddy: Frauen Wodka und Raketen. Fünf Fortsetzungen in Deutsche Illustrierte, 1957.
- [3] Gröttrup, Irmgard: Die Besessenen und die Mächtigen. Im Schatten der roten Rakete, Stuttgart: Steingrüber-Verlag, 1958.
- [4] Brancke, Käte: Im goldenen Käfig. Unfreiwillig in Rußland, Frankfurt a. M.: Fischerverlag, 1989.
- [5] Frieser, Ilse und Hellmut: Lebensbericht, 5. Teil, Inseljahre, 1985 (unveröffentlicht).
- [6] Albring, Werner: Gorodomlia, Deutsche Raketenforscher in Rußland, Hamburg – Zürich: Luchterhand Literaturverlag, 1991.

¹ Bernard Shaw. Kapitel: Die teuflische Wirksamkeit der technischen Erziehung. Im Vorwort zu „Zurück zu Methusalem“.

- [7] Magnus, Kurt: Raketensklaven. Deutsche Forscher hinter rotem Stacheldraht, Dietz Verlag, 1992.
- [8] Conrad, Oswald: Lebenslauf (14) In der Sowjetunion (1946 bis 1953), 1995 (unveröffentlicht).
- [9] Daberstiel, Christa: Die Reise ins Ungewisse (unveröffentlicht).

Bearbeitungen von Historikern

- [10] Stache, Peter: Raumfahrt-Trägerraketen, Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1973.
- [11] Stache, Peter: Sowjetische Raketen Militärverlag der DDR, 1987.
- [12] Albrecht, Ulrich: Die Spezialisten, Dietz Verlag, 1992.
- [13] Michels, Jürgen: Peenemünde und seine Erben in Ost und West, Bonn: Bernard und Gräfe-Verlag, 1977.