

FLUG

Zeitschrift für das gesamte Gebiet der Luftfahrt, des Motor- und Automobilwesens
mit
Amtlichen Verlautbarungen des Bundesministeriums für Handel u. Verkehr
OFFIZIELLES ORGAN
des
OESTERREICHISCHEN LUFTSCHIFFER-VERBANDES
OESTERREICHISCHEN FLUGTECHNISCHEN VEREINES
OBERÖSTERREICHISCHEN VEREINES FÜR LUFTSCHIFFFAHRT
VEREINES FÜR LUFTFAHRT IN STEIERMARK

Telephon
B 20-3-83

Redaktion und Administration:

Wien, I. Elisabethstraße 3 (Oesterreichischer Flugtechnischer Verein)

Postsparkassen-
Konto 198.921

Manuskripte werden nicht zurückgestellt. Nach-
druck nur mit Zustimmung der Schriftleitung
und Quellenangabe gestattet.

Erscheint jeden Monat

Die Verfasser sind für Form und Inhalt der
von ihnen eingesandten Artikel und Abbildun-
gen verantwortlich.

ABONNEMENTS:

Für Österreich jährlich 10 Schilling Für das Ausland jährlich 10.— Schweizer Francs
Einzelnnummer 1 Schilling Einzelnummer 1.— Schweizer Francs
Erfolgt keine schriftliche Abbestellung des Abonnements bei Jahresschluß, gilt dessen stillschweigende Verlängerung auf ein weiteres Jahr.

Jahrgang 1928

Wien, Juli

Nr. 7

BETRACHTUNGEN ZUM RAKETENPROBLEM

Von Prof. Dr.-Ing. A. Pröhl, Hannover.

Die Tagespresse hat wieder einmal eine Sensation zu berichten: Die Versuche mit dem Opel'schen Raketenwagen, zuerst in Frankfurt, dann auf der Avusbahn in Berlin und endlich mit dem Schienenwagen auf einer einsamen Bahnstrecke in der Nähe von Hannover haben die allgemeine Aufmerksamkeit auf dieses neue „Beförderungsmittel“ gelenkt.

Es ist ja selbstverständlich, daß das Interesse an solchen neuen Erscheinungen zumal in unserer Zeit ein außerordentlich lebhaftes ist. Die großen Erfolge der Fliegerei, die man auch noch vor 25 Jahren in ernstesten technischen Kreisen ablehnen zu müssen glaubte, haben es hauptsächlich bewirkt, daß man heute nicht mehr mit einem bloßen Achselzucken über solche Projekte und Versuche hinweggehen kann. Freilich hat auch auf der anderen Seite eine kritiklose Propaganda und Zeitungsreklame den alten Gedanken wieder wachwerden lassen, der Mensch könne auch über den Raum der Erde hinaus in das Weltall vordringen und vielleicht Nachbarsterne erreichen. Bekannte Erzählungen aus früherer und neuerer Zeit: Die Geschichte Jules Vernes von der Reise zum Mond und der sehr lesenswerte Roman von Kurt Lasswitz „Auf zwei Planeten“ geben diesem Gedanken in mehr oder weniger phantastischer Form Ausdruck. Während aber der französische Autor ein Geschoß mit einer Riesenkanone abschießen will, geht Lasswitz viel radikaler vor, indem er den Marsbewohnern die Fähigkeit zuschreibt, „abarische“ d. i. schwerelose Räume herzustellen, in denen die Bewegung von Stern zu Stern nach Wunsch geregelt werden kann. Aber neben diesen beiden unausführbaren und undenkbaren Bewegungsmitteln kennt Lasswitz auch schon das Raumschiff, das sich durch Raketenschüsse steuert und gelegentlich auch durch vollständig schwerelose Räume fortbewegt.

Wie man auch über diese Dinge denken mag, eines ist sicher: das Raketenproblem ist da. Freilich, daß die Rakete als solche funktioniert, ist nichts Neues. Auch der Opelwagen ist an sich kein Problem mehr gewesen, wenigstens nicht in dem Sinne „Läuft er oder läuft er nicht“, denn das müßte jedem ohne weiteres selbstverständlich sein. Wohl aber hat Opel den richtigen Weg eingeschlagen, um zunächst einmal einige technische Sonderprobleme des Raketenantriebes durch den Versuch zu ergründen. Daß dies notwendig war, haben die Versuche gezeigt, und es ist ein unleugbares Verdienst, diese Versuche gewagt zu haben.

Das Problem, wie wir es auffassen wollen, liegt indessen tiefer. Es handelt sich besonders um den raketengetriebenen Flug und um die Aufgabe, irdische Massen aus dem Bereich der Erdschwere herauszubringen. Hier setzt das Problem ein, indem wir uns die Fragen stellen

Ist das theoretisch möglich?

Ist das technisch ausführbar?

Ist das wirtschaftlich denkbar?

und hat es überhaupt einen, wenn auch zunächst nur ideellen Zweck? Den letzteren würde es gewiß nicht haben, wenn man eine Rakete wohl in den Weltraum senden könnte, ohne die Möglichkeit zu haben, irgendeine Nachricht oder Beobachtung von ihr zurückzubekommen.

Wir wollen diese Frage vom nüchternen Standpunkt der Rechnung aus betrachten, ohne den Überschwang

der raketenebegeisterten Optimisten zu teilen, aber auch ohne in eine von vornherein vorgefaßte ablehnende Stellung zu geraten, wie dies auch leider von einzelnen Kritikern zum Schaden der Objektivität getan worden ist, in dem vielleicht verständlichen Ärger über die unglaubliche Naivität der Weltraumphantasten. Man darf sich aber nicht durch solche Hirngespinnste zu einer einseitigen und auch unsachlichen Kritik eines technischen Vorganges hinreißen lassen, der an sich grundsätzlich genau so berechtigt ist, wie irgendeine andere heute gebräuchliche Antriebsart.

Der Raketenantrieb — das ist jedenfalls sicher — bietet in der Tat einige schätzbare Vorzüge gegenüber fast allen anderen motorischen Treibverfahren. Er gestattet erstens die Aufspeicherung sehr großer Energiemengen, und vor allem die Auslösung derselben in sehr kurzer Zeit, so daß verhältnismäßig enorme Kräfte verfügbar werden. Zweitens ist dazu nur eine Apparatur von elementarer Einfachheit erforderlich und drittens ist er auch noch im vollständig kraft- und widerstandsfreien Raum anwendbar, und er allein ermöglicht somit, theoretisch wenigstens, eine Weltraumfahrt.

Allerdings muß bemerkt werden, daß unsere motorischen Triebmittel, z. B. Benzin, eine noch wesentlich stärkere Konzentration von Energie pro Kilogramm darstellen, als die stärksten vorgeschlagenen Sprengmittel in der Rakete, die durch den mitgeführten Sauerstoff beschwert sind, daß aber die ersteren eine viel langsamere Brenndauer haben und daher ihre Ausnutzung im Motor (glücklicherweise!) niemals so gewaltige Kräfte selbst auf kleinem Raum frei zu machen vermag.

Dazu wirkt endlich der Raketenantrieb unmittelbar in der gewünschten Bewegungsrichtung des Fahrzeuges ohne umständliche Zwischenschaltung beweglicher Teile, und darum ist seine Betriebssicherheit sehr groß.

Dem gegenüber sind die Hauptnachteile die folgenden: Die bisher noch mangelnde Dosierung des Kraftstoffes, (solange es nicht einwandfrei gelingt, flüssige Treibstoffe zu verwenden) seine stoßweise Wirkung und die geringe Beherrschung der entfesselten Explosivkräfte (Gefahr für die Festigkeit des Fahrzeuges), und vor allem der sehr schlechte Wirkungsgrad, wegen der über dem ganzen Weg zerstreuten Masse und Wärmeenergie des Raketen-Materials, daher die enorme Kostspieligkeit des Raketenantriebes. Endlich ist besonders für Flugzeuge ein großer Nachteil darin zu sehen, daß das Brennstoffgewicht unverhältnismäßig hohe Werte einnimmt, die entsprechend riesige Anfangsabmessungen erfordert.

Für die Anwendung kommen grundsätzlich alle Fahrzeuge in Betracht: Schlitten, Wagen, Schwebebahn, Schiffe, Luftschiffe, Flugzeuge und dazu ein neues: die Raumrakete. Für alle diese Fälle dient der Impulssatz als Grundlage der Berechnung. Der gleiche Gedanke, der dem Raketen-Antrieb zugrunde liegt, ist aber auch für den Antrieb unserer Propeller maßgebend gewesen. Das Wesen dieses Reaktionsantriebes liegt einfach darin, daß Massenteilen Beschleunigungen erteilt werden in einer Richtung, die der gewünschten Bewegungsrichtung gerade entgegengesetzt ist. Dadurch entsteht schon nach dem Trägheitssatz, oder wenn man will, nach dem Prinzip von D'Alembert, eine Ergänzungskraft an dem fortschleudernden Körper, die diese Bewegung einleitet und sie Widerständen entgegen erhält und beschleunigt. Ausdrücklich sei dabei hervorgehoben — weil dies immer

wieder bestritten wird — daß zu dieser Reaktionswirkung die Anwesenheit von Luft, gegen die sich der Reaktionsstrahl etwa abstützen sollte, nicht erforderlich ist. Es folgt dies auch unmittelbar aus dem Schwerpunktssatz der Mechanik, nach dem beim Vorhandensein lediglich innerer Kräfte der Schwerpunkt seine Lage nicht ändert. Wenn dabei Teile des Körpers in der einen Richtung bewegt werden, so wird ein anderer Teil mit gleicher Bewegungsgröße in entgegengesetzter Richtung geschleudert werden können. Daß diese Anschauung zurecht besteht, erkennt man auch aus dem bekannten Beispiel des Segnerschen Wasserrades in seiner vielfach benützten Form als Rasensprenger. Da fällt es auch niemandem ein, die Drehung des Apparates etwa darauf zurückzuführen, daß die Wasserstrahlen sich an der Luft abstützen.

Der Impulssatz der Mechanik in der für veränderliche Masse geltenden Form lautet

$$d(mv) = P dt - u dm \dots 1$$

Hierin bedeutet P die auf die Masse m (Fahrzeug) einwirkende äußere Kraft (Schwere, Luftwiderstand), u die absolute Geschwindigkeit, mit der ein Massendifferential dm abgeschleudert wird, und v die Fahrsgeschwindigkeit. Es ist nun

$$u = w - v \dots 2.$$

wenn w die relative Austrittsgeschwindigkeit der Explo- sionsgase ist, und es folgt

$$w \left(\frac{dm}{dt} \right) = P - m \left(\frac{dv}{dt} \right) \dots 3.$$

In dieser Formel ist also $\left(\frac{dm}{dt} \right)$ die sekundliche Massenabnahme des Fahrzeuges und $\left(\frac{dv}{dt} \right)$ seine Beschleunigung.

w $\left(\frac{dm}{dt} \right) = S$ können wir als den „Schub“ der Rakete bezeichnen. Für eine Sandersche Rakete, wie sie z. B. bei den ersten Flügen auf der Wasserkuppe*) verwendet wurden, kann w mit 1500 m/sek, $g \frac{dm}{dt} = 2 \text{ kg/sek}$ eingesetzt werden. Es ist dann $S = \frac{1}{g} \cdot 1500 \cdot 2 = 300 \text{ kg}$.

Aus der Formel 3 ergeben sich Ausdrücke für einige Spezialfälle.

1. Für die Rakete im leeren Raum ist $P = 0$. Die Antriebskraft wird lediglich zur Beschleunigung verwendet und es folgt durch Integration mit einer anfänglichen Gesamtmasse m_0

$$w \ln (m_0 / m) = v \dots 4.$$

2. Wirkt auf die Rakete die Schwerkraft, welche im großen Abstand von der Erde nach dem Gravitationsgesetz abnimmt, so gilt die Gleichung

$$w \left(\frac{dm}{dt} \right) = -mg \frac{a^2}{r^2} - m \frac{dv}{dt} \dots 5$$

(a ist der Erdradius, r die Entfernung der Rakete vom Erdmittelpunkt).

3. Wirkt im Luftraum der Luftwiderstand (mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachsend) und die Schwere (diesmal als konstant angesehen), so gilt die Gleichung

$$w \left(\frac{dm}{dt} \right) = -mg - kv^2 \dots 6.$$

Aus diesen Formeln erkennt man als wichtigstes Resultat das große Massenverhältnis zwischen der Anfangsmasse m_0 , welche die Rakete zu Beginn haben muß, und der augenblicklichen Masse m bei

*) Vgl. den Aufsatz von Stamer und Lippisch: Raketenversuche mit Flugzeugen und Flugzeugmodellen, ZFM 1928, S. 270.

Erreichung der Geschwindigkeit v. Man sieht, daß dieses Verhältnis mit wachsender Strahlgeschwindigkeit w abnimmt, hat also alles Interesse daran, w möglichst groß zu machen! Durch günstig gestaltete Raketen- düssen scheint es möglich zu sein, für die stärksten Sprengstoffe, die uns zur Verfügung stehen, Geschwindigkeiten bis zu 3000 m/sek zu erreichen. Trotz dieser vielleicht auch nur für kurze Zeit (wegen der Materialschwierigkeiten) einzuhaltenden Strahlgeschwindigkeit werden für länger dauernde Raketenflüge noch immer sehr hohe Anfangsmassen erforderlich sein.

Wir fragen weiter bei allen technischen Einrichtungen nach dem Wirkungsgrad, das ist nach dem Verhältnis der nutzbar geleisteten Arbeit zu dem erforderlichen Leistungsaufwand. Wie steht es damit beim Raketenantrieb? Im einfachsten Fall (Gl. 4) für den leeren Raum haben wir als nutzbare Energie nur die Erzeugung der Geschwindigkeit v anzusprechen und da ist $\frac{m}{2} v^2$ die Wucht, die der Rakete erteilt wurde. Um

diese zu erzeugen, mußte eine Masse ($m_0 - m$) ausgestrahlt werden, wozu bei der Brennhöhe h eine Arbeit von $(m_0 - m) gh$ verbraucht wurde. Als „Brennhöhe“ bezeichne ich dabei das Arbeitsäquivalent von 1 kg Treibstoff bei vollständiger Verbrennung, also die Höhe in Kilometer, durch die 1 kg des Stoffes sich selbst erheben könnte. Es läßt sich dann leicht zeigen, daß die Ausstrahlgeschwindigkeit w bestenfalls durch

$$w = \sqrt{2gh} \dots 7$$

gegeben ist (Auspuff ins Vacuum). In Wirklichkeit wird nur ein Bruchteil (etwa $\frac{2}{3}$) von h tatsächlich zur Wirkung kommen, wegen der Verluste durch Wärmeausstrahlung. Der Wirkungsgrad ist somit

$$\eta = \frac{m v^2}{2gh (m_0 - m)} \approx \frac{m}{m_0 - m} \frac{v^2}{w^2} \dots 8.$$

Wenn wir in dieser Formel die oben abgeleitete Massenbeziehung aus Gl. 4

$$\frac{m_0}{m} = e^{v/w} \dots 4a$$

einführen und dann noch berücksichtigen, daß im allgemeinen v meistens klein gegenüber der Ausströmungsgeschwindigkeit w der Gase bleibt, so folgt als Näherungswert

$$\eta = \frac{v^2}{w^2 (e^{v/w} - 1)} \approx v/w \dots 9.**)$$

Man sieht also, daß der Wirkungsgrad der Vorrichtung bei kleinen Geschwindigkeiten v außerordentlich gering bleibt. Beim Raketenauto von Opel mit etwa $v_{\text{max}} = 80 \text{ m/Sk}$ und mit $w = 2000 \text{ m/sek}$ betrug er im Höchsthfall etwa 4 %, bleibt also weit zurück hinter dem Wirkungsgrad eines normalen Flugzeugantriebes mit Motor und Propeller, der zusammen 0,3 (thermischer Wirkungsgrad) 0,65 (Propeller-Wirkungsgrad $\eta = 0,2$ als Gesamtwirkungsgrad beträgt).

Man darf aber nicht glauben, daß mit wachsender Geschwindigkeit, wenn schließlich $v = w$ werden sollte eine 100 % Ausnützung des Brennstoffes entsteht. Bei dieser Geschwindigkeit v, die natürlich nur im leeren Raum denkbar ist, gilt die Näherungsformel nicht mehr und die genauere führt auf die Beziehung

$$\eta = \frac{v^2}{w^2 (e - 1)} = \frac{1}{e - 1} = 0,58 \dots 9a.$$

**) Für den allgemeinen Fall (Gl. 6) läßt sich ein etwas verwickelterer Ausdruck ableiten, auf den hier aber nicht eingegangen werden soll.

Wir betrachten nun kurz einige der wichtigsten Anwendungsmöglichkeiten, wobei wir Schlitten und Schiffe wegen der geringen Fahrgeschwindigkeiten übergehen wollen.

1. Wagen. Hier ist durch die Versuche von Opel wenn auch nicht die Brauchbarkeit so doch die technische Ausführbarkeit besonders zwecks Erzielung sehr hoher Geschwindigkeiten erwiesen worden. Wer allerdings die Begleitumstände einer solchen Feuerwagenfahrt mit ihrem Getöse und, wie es scheint, unkontrollierbaren Explosions-Erscheinungen mit angesehen hat, der wird sich sagen müssen, daß es sich vorläufig um nicht viel mehr als einen ersten Versuch handeln kann. Gerade diese Begleiterscheinungen deuten auf eine enorme Energie-Verschleuderung und einen schlechten Wirkungsgrad hin. Ein Landfahrzeug mit Raketenantrieb scheint wirklich ausgeschlossen zu sein, ganz abgesehen davon, daß der Raketenwagen noch sehr primitiv war, die Teile zu leicht gebaut und manche konstruktive Mängel aufzuweisen schienen, wie z. B. die lose Anbringung der Raketen. Manchem Zuschauer mag wohl der Vergleich mit den überaus gelungenen Schnellbahnversuchen des Jahres 1903 (Marienfelde-Zossen, Geschwindigkeit bis zu 215 km/St) zu denken gegeben haben. Wenn der kleine leichte Wagen schon soviel Feuer und Gefahr mit sich bringt, wie soll das erst werden, wenn eine Weltraumrakete mit mehreren Tonnen sekundlicher Ausstrahlung anfährt!

Aber schließlich sahen wir in dem fauchenden Raketenwagen vielleicht auch nur den allerersten Anfang einer Entwicklung, so wie seinerzeit auch die erste schwerfällig ratternde Lokomotive ähnliche Eindrücke erweckte.

2. Vermutlich werden solche sehr störende Begleiterscheinungen bei der Schwebbahn keine so große Rolle spielen. Hier darf auch mit einer sehr weitgehenden Verringerung der Fahrtwiderstände gerechnet werden, und man wird daher in dem raketentriebenen Schwebbahnwagen vielleicht noch am ersten eine brauchbare Anwendung für einen äußerst schnellen Verkehr zwischen großen Städten finden.

Allerdings soll nicht übersehen werden, daß auch der durch Luftschrauben angetriebene Schwebbahnwagen sicherlich eine Zukunft hat. Eventuell würde eine Kombination beider Antriebe zu befürworten sein, wobei der Schraubenantrieb beim Anfahren und für kleine Geschwindigkeiten Verwendung findet, während für die großen Geschwindigkeiten die Rakete einsetzt.

Bei den besprochenen Anwendungen ist der Umstand günstig gewesen, daß die nur horizontale Fortbewegung der sehr großen Raketenmassen den Antrieb selbst nur unwesentlich beeinflußt. Wo aber zum Tragen des Gewichts Leistung aufgebracht werden muß, wird dieser Punkt nahezu ausschlaggebend für die Möglichkeit oder Unmöglichkeit des Raketenantriebes sein.

Von Luftschiffen wollen wir auch hier absehen, da für diese ein solcher Antrieb gewiß niemals in Frage kommt.

Größere Wichtigkeit und zunächst scheinbar auch günstigere Vorbedingungen kommen dem raketentriebenen Flugzeug zu, weil man von ihm allgemein die Möglichkeit viel höherer Geschwindigkeit erwartet.

Nun hat freilich schon das gewöhnliche Flugzeug die Fähigkeit, sehr große Geschwindigkeiten zu erreichen, wenn auch mit großen Opfern an Pferdestärken und entsprechendem Benzinverbrauch (zur Zeit steht der Rekord auf 512 km/St und die Grenze dürfte wohl mit 1000 km/St für das Schraubenflugzeug gegeben sein). Dem gegenüber erhofft man ganz erheblich größere Geschwindigkeiten von der Rakete. Offenbar liegt aber hier die Hauptschwierigkeit darinnen, daß die ganze schwere Ladung für den Flug von vornherein mitgetragen, beschleunigt und gehoben werden muß, obwohl sie den größten Teil des Flugweges nutzloser Ballast ist. Auf diese Weise kommt man zu phantastisch anmutenden Zahlen für die Anfangsmaße, wie sie weiter unten angegeben sind, und die im besten Falle für Flüge in Meereshöhe bei 1000 km Flugstrecke das 13 fache des Endgewichtes ausmachen. Freilich, auch das gewöhnliche



Die vier Supermarine-Napier „Southamptons“ Flugboote in Singapur auf ihrem Fernflug nach Australien.

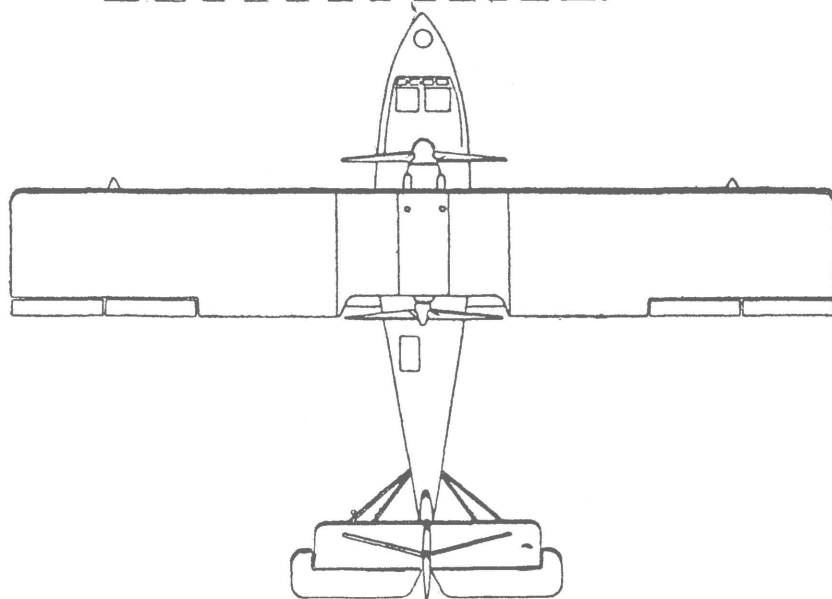
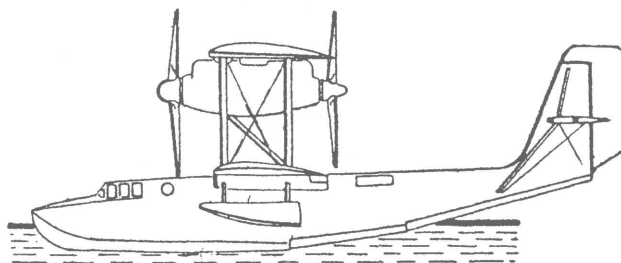
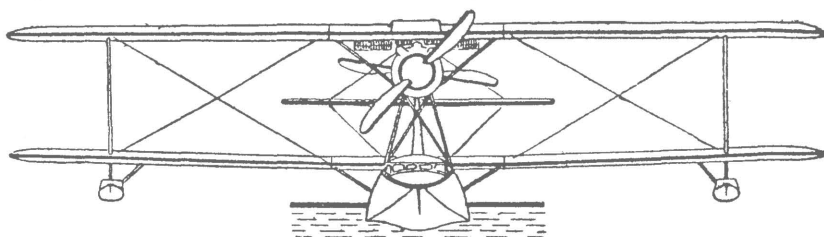
Flugzeug verbraucht enorme Mengen von Material, das, nach hinten geschleudert, durch seine Reaktionskraft den Antrieb bewirkt: so hat die „Bremen“ bei ihrer 37-stündigen Ozeanüberquerung etwa 56.000 t Luft durch den Propeller jagen müssen, das ist das 18.000 fache des Endgewichtes dieses Flugzeugs. Neben dieser Zahl erscheint das Raketenflugzeug im Prinzip noch sehr

günstig, weil eben dort die Relativgeschwindigkeit der Reaktionsmasse, das ist der Auspuffgase sehr hoch ist, an 3000 m/sek gegenüber etwa 50 m/sek im Propellerstrahl der „Bremen“. Aber diese 56.000 t beschweren die Bremen nicht im geringsten, denn sie entnimmt sie eben der umgebenden Luft mit Hilfe des Propellers, während das Raketenflugzeug alles mitschleppen muß! Schluß folgt.

DAS FRANZÖSISCHE TRANSATLANTIKFLUG- BOOT C. A. M. S. TYPE 54

Wie bereits gemeldet, bereitet die französische Marine zwei Transozeanflüge mit Seeflugzeugen vor und zwar mit einem C.-A.-M.-S.-54-Flugboot, welches mit Schiffsleutnant Paris und den Navigator Bougault den Ozean in Etappen über die Azoren-Bermudas-Inseln überqueren soll und einem zweimotorigem Latham-Farman-Flugboot, welches mit Kommandant Guilbaud und Schiffsleutnant De Cuverville auf der gleichen Strecke Amerika erreichen soll. Das C.-A.-M.-S.-54-Flugboot wurde aus dem Handelsflugboot C. A. M. S. 51 entwickelt, welches von den Chantiers Aero-Maritimes de la Seine erbaut wurde und sich im Handelsflugverkehr auf den französischen Seestrecken sehr gut bewährt hat. Type 54 wurde gegenüber der Type 51 beträchtlich verstärkt, so daß bei genügend großem Sicherheitskoeffizienten das Flugboot außer der Besatzung noch eine Nutzlast von 4110 kg tragen kann und einen Aktionsradius von 4300 km besitzt. Mit dieser Nutzlast hat das Flugboot, ausgerüstet mit zwei Hispano-Suiza-Motoren zu je 500 PS ausgezeichnete Leistungen ergeben. Für den Transozeanflug dürften, der leichteren Wartung wegen, zwei untersetzte „Jupiter“-Sternmotoren zu je 480 PS eingebaut werden. Das Tragwerk besteht aus zwei gleichen, rechteckigen Tragflächen von mitteldickem Profil, welche auf jeder Seite durch je ein Strebenpaar gegeneinander abgestützt sind und durch Drahtseile verspannt werden. Die obere Tragfläche besteht aus drei Teilen, einem fixen Mittelstück über dem als Motorbock ausgebildeten Baldachin und daran angesetzt zwei kongruente Flügelteile, welche am rückwärtigen Rande die parallel eingeschnittenen schmalen Verwindungsflächen tragen. Auch der Unterflügel besteht aus drei Teilen, und zwar aus einem mit der Bootsoberkante fest verbundenen Mittelstück, welches mit je zwei schiefen Streben gegen die Bootsseitenwand abgestützt ist und zwei Flügelteilen, die mit leichter V-Einstellung daran angesetzt sind. Die Flügel sind eine Sprucekonstruktion mit Spruce-Kasten, Holmen und Sprucerippen, welche durch Tannenholzgurten verstärkt sind. Auch der Unterflügel ist mit Verwindungsflächen versehen, welche durch Kabelzug betätigt werden. Die Streben sind aus Spruce, die Verspannung besteht aus Klaviersaitendraht und Drahtseilen. Die Flügel sind

mit Leinwand bezogen. Der nach rückwärts hochgezogene Bootsrumf ist ebenfalls eine Holzkonstruktion und birgt in seiner Bootsnahe ein Abteil, in dem das Bordmaterial



und die Bootsausstattung für eine eventuelle Fahrt auf dem Wasser untergebracht ist. Hinter diesem Materialstauraum befindet sich das Führercockpit mit zwei, Seite an Seite gelegenen Führersitzen, welches als Innenlenkerabteil ausgebildet ist und die Piloten vor den Wetterunbilden schützt. Durch Anbringung vieler Fenster ist den Piloten eine ausgezeichnete Sicht gewährleistet. Hinter den Sitzen befinden sich zwei verschiebbare Schoten, welche als Türen zum Betreten des Rumpffinnern dienen. Anschließend an das Führerabteil ist ein Tisch angebracht, auf dem die Funkeinrichtung untergebracht ist. Diese besteht sowohl aus einer Empfangs-, als auch