

FLUG

Zeitschrift für das gesamte Gebiet der Luftfahrt, des Motor- und Automobilwesens
mit

Amüdien Verlautbarungen des Bundesministeriums für Handel und Verkehr

OFFIZIELLES ORGAN

des Oest. Luftschiffer-Verbandes, Oest. Flugtechnischen Vereines, Ob.-öst. Vereines für Luftschiffahrt
und der Oest. Gesellschaft für Raketentechnik.

Redaktion und Administration:

Wien III, Traungasse 11

Telephon U-10-3-95 — Postsparkassen-Konto 198.921

VERTRETUNGEN in Berlin, Chicago, Mailand, New-York, Nizza, Paris, München und Stuttgart.

Administrative und redaktionelle Zweigstelle: **Zürich, Falkenstraße 12**

Telephon 23258

Manuskripte werden nicht zurückgestellt. Nachdruck nur mit Zustimmung der Schriftleitung und Quellenangabe gestattet.

**Erscheint am Ende
Jedes Monats**

Die Verfasser sind für Form und Inhalt der von ihnen eingesandten Artikel und Abbildungen verantwortlich.

ABONNEMENTS:

Für Österreich jährlich 10 Schilling Für alle anderen Länder 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 1931

Oktober

Nr. 10

DER RAKETENANTRIEB BEI FLUGZEUGEN

Von Prof. H. Oberth.

A) Zusatzraketen:

Die sogenannten Zusatzraketen sollen den Propellerantrieb nicht ersetzen, sie sollen nur in besonderen Fällen für kurze Zeit den Propeller unterstützen. Man hat bis jetzt folgende Anwendungen vorgeschlagen und z. T. auch schon realisiert:

1. Als Starthilfe bei Wasserflugzeugen. Der Motor eines Wasserflugzeuges kann wesentlich schwächer und leichter sein, wenn im Augenblick, in welchem sich das Flugzeug vom Wasser abhebt, eine von einer Rakete gelieferte Zusatzkraft zu Hilfe kommt. Gegenwärtig beschäftigt sich Junkers in Dessau mit einschlägigen Versuchen. Junkers glaubt, auf diese Weise mit bis 25 Prozent leichteren Motoren auszukommen.

Es hat sich nun freilich gezeigt, daß es für die Lebensdauer eines Motors bedeutend besser ist, wenn man ihn nicht bis zum Äußersten beansprucht, es fragt sich also, ob es nicht wirtschaftlicher wäre, mit stärkeren Motoren zu fahren, die man nur zeitweilig voll beansprucht, anstatt einem schwächeren Motor zeitweilig durch Raketenkraft nachzuhelfen. Allem Anscheine nach hofft man aber, die Lebensdauer hochbeanspruchter Motoren so weit zu steigern, daß auch dies Verfahren diskutabel wird.

2. Man könnte bei Landflugzeugen die Anlaufstrecke durch Schubraketen verkürzen. Dies Anwendungsgebiet wird in der Praxis leider dadurch begrenzt, daß man an Orten, wo keine langen Anlaufstrecken zur Verfügung stehen, meist auch keine 1—2 Meter langen Stichflammen brauchen kann. (Ich denke hier an den Anlauf auf Schiffen, Waldwiesen usw.).

3. Als Zusatzkraft kann eine Rakete von hohem Wert sein, wenn das Flugzeug aus irgend einem Grunde nach hinten abrutscht, oder wenn es in einen Wirbel gerät.

4. Weiter könnte man die Gipfelhöhe bei Leichtflugzeugen mittels Schubraketen um einige hundert Meter hinauftreiben. Das gäbe aber natürlich nur Höhenrekorde ohne jede praktische Bedeutung.

5. Schließlich kann man die Rakete auch mit Erfolg verwenden, um die Auslaufstrecke zu verkürzen. Ueber dem Dorn des Flugzeuges sitzt eine nach oben blasende Raketendüse, die den Dorn bei der Landung tiefer in die Erde treibt.

* * *

Die bisher hergestellten Raketen lassen sich in drei Klassen einteilen:

1. Raketen mit festen Treibstoffen (Pulver, Thermit).

2. Raketen mit flüssigen Treibstoffen, die schon an sich explosionsfähig sind (z. B. Nitroglycerin, Stickstoffoxyde, Ueberchlorsäure u. ä.).

3. Raketen mit flüssigen Treibstoffen, die aus sich heraus nicht detonieren können, wie Alkohol, Benzin, durch Kälte verflüssigte Luft usw. Diese werden gesondert mitgeführt und kommen erst im Verbrennungsraum (dem sogenannten Ofen) zusammen, wo sie dann mit explosionsartiger Heftigkeit verbrennen.

Die Pulverraketen haben den Vorzug, daß sie technisch bereits weit entwickelt sind, und daß ihr Bau und ihre Handhabung von einer nicht mehr zu überbietenden Einfachheit ist; dem stehen als Nachteile gegenüber:

1. Höhere Kosten des Betriebsstoffes.

2. Bei gegebenem Gewicht ist der Rückstoß-Impuls geringer, da die Pulvergase langsamer ausströmen, als etwa die Verbrennungsgase des Alkohols oder Benzins.

3. Die Betriebssicherheit läßt auch heute noch vieles zu wünschen übrig, besonders bei größeren Raketen.

4. Das Pulver muß sich in der Rakete befinden, während man bei Raketen mit flüssigen Brennstoffen längere Zuleitungsröhren zwischen den Treibstofftanks und den Raketendüsen anbringen kann. Man kann daher die Treibstofftanks an Stellen unterbringen, die für die Konstruktion vorteilhafter sind.

5. Man kann die Zufuhr der flüssigen Brennstoffe jederzeit abstellen oder wieder in Gang

setzen, während eine gewöhnliche Pulverrakete einfach abbrennt.

6. Die Wände der Pulverraketen müssen unter allen Umständen so stark sein, daß sie den Druck der entstehenden Gase aushalten können, und dieser Druck darf natürlich nicht zu gering sein. Bei Flüssigkeitsraketen dagegen ist es möglich, zwischen Tanks und Ofen Pumpen einzuschalten, so daß die Tanks dünnwandig und leicht sein können.

Zu den Pulverraketen rechne ich auch die Goddard'schen Wiederladungsraketen, bei denen die einzelnen Patronen wie bei einem Maschinengewehr in die Düse gebracht und dort freigeschossen werden. Sie zeigen daher eine Reihe der hier aufgezählten Mängel nicht, dafür dürfte ihre Betriebssicherheit noch geringer sein, als bei einfachen Pulverraketen. Jedenfalls eignen sie sich nach Goddard's eigenen Worten auch nicht zur Verwendung auf Flugzeugen.

Thermiraketen wieder können z. T. nicht detonieren, doch sind sie im Betrieb noch teurer und schwächer, als Pulverraketen. Außerdem nimmt bei ihnen die Zündung für unsere Zwecke zu viel Zeit in Anspruch.

Raketen für flüssige Brennstoffe stellen sich in der Anschaffung teurer als Pulverraketen. Flüssige Explosivstoffe wie Nitroglycerin oder explosionsfähige Sauerstoffträger wie Chlorsäure sind außerdem auch zu teuer und vor allen Dingen zu gefährlich. Absolute Betriebssicherheit ist das erste, was wir von Raketen verlangen müssen, die im Flugzeugbau Verwendung finden sollen.

Es bleiben somit nur die Raketen übrig, bei denen durch Kälte verflüssigte Luft und irgend ein flüssiger Brennstoff zur Verwendung kommt. Diese sind heute noch am wenigsten entwickelt, immerhin hat es sich schon gezeigt, daß sie bei richtiger Behandlung gänzlich ungefährlich sind. Ich selbst erlebte z. B. meine letzte Düsenexplosion im Sommer 1930, und auch da lag eigentlich bloß eine Fahrlässigkeit vor. Seither habe ich mit meinen Düsen keine schlechten Erfahrungen mehr gemacht. Auch der Treibstoff stellt sich bei diesen Raketen am billigsten.

Diese Raketen haben eigentlich nur einen einzigen Nachteil: die flüssige Luft ist nicht überall erhältlich. Glücklicherweise hat man aber in der Kunst der Aufbewahrung und des Transportes flüssiger Luft in letzter Zeit ganz schöne Fortschritte gemacht, so daß man heute verflüssigte Gase (wenigstens in entsprechendem großen Mengen) schon wochenlang aufbewahren und weit verschicken kann. (Bezeichnenderweise hat Junkers Raketen im Auge, bei denen flüssige Luft den Sauerstoffträger abgibt*).

Man hat schließlich noch daran gedacht, einfach die atmosphärische Luft anzusaugen und darin Benzin verbrennen zu lassen. Man würde dabei aber Kompressoren brauchen, die für unsere Zwecke zu schwer wären.

B) Der Rückstoßantrieb als Ersatz für den Propellerantrieb :

Bevor wir auf konstruktive Einzelheiten eingehen, wollen wir erst einige grundsätzliche Betrachtungen über das Wesen des Raketenantriebes bringen.

*) Leider besteht bei Ingenieuren gegen flüssige Luft vielfach ein gewisses Vorurteil. Flüssige Luft ist aber abgesehen von ihrer Kälte und von der Eigenschaft ihrer Dämpfe, glühende Körper zur Entflammung zu bringen, eine ganz harmlose Flüssigkeit, und das Hantieren mit flüssiger Luft ist nicht umständlicher als das Arbeiten mit kochendem Wasser. Beim ungeschickten Hantieren mit einer Spritzflasche bekam einmal einer meiner Mitarbeiter den Mund voll flüssiger Luft. Es geschah ihm gar nichts, wenn es kochendes Wasser gewesen wäre, so hätte er sich mindestens den Mund verbrannt.

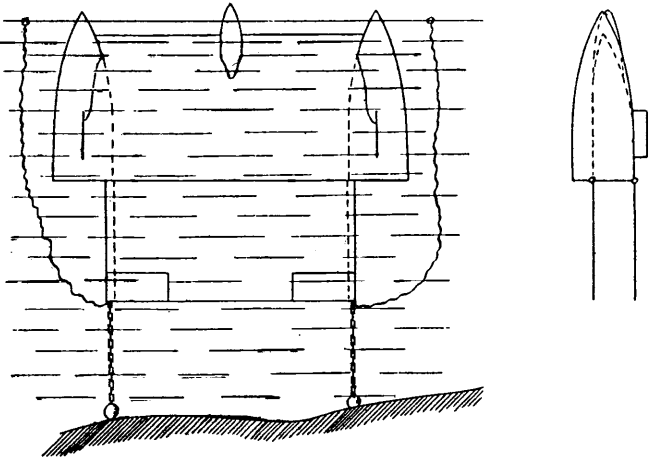


Abb. 1

Start eines Raketenflugzeuges. Die Stabilisierungsflächen am rückwärtigen Ende lassen sich nach außen drehen, um nicht von den Feuergasen getroffen zu werden. Die Tragflächenprofile auf Abb. 1 und 4 sind lediglich auf gut Glück gezeichnet, da über das Verhalten von Tragflächen bei Uberschallgeschwindigkeiten noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen.

Die Rakete beruht auf dem Rückstoßprinzip, und das Rückstoßprinzip ist ein Spezialfall des Satzes von der Erhaltung des Schwerpunktes, der seinerseits wieder auf das dritte Newton'sche Grundgesetz zurückzuführen ist, wonach jeder Kraft eine gleichgroße Gegenkraft gegenübersteht. Es ist eine Kraft erforderlich, um die Gase aus der Rakete herauszutreiben, und dieser Kraft steht eine gleich große Gegenkraft auf die Rakete gegenüber.

Der Brennstoffverbrauch einer bestimmten Raketendüse während der Zeiteinheit ist innerhalb weiter Grenzen dem erzeugten Rückstoß proportional. Der gesamte Brennstoffverbrauch entspricht daher dem Produkt aus dem Rückstoß P und der Zeit t oder bei wechselndem Rückstoß dem Integral $\int P dt$. (also dem erzeugten Impuls). Der „Raketenmotor“ unterscheidet sich mithin sehr wesentlich von einem wirklichen Motor, bei dem der Brennstoffverbrauch in erster Linie von der geleisteten Arbeit ($A = P s$ bzw. $A = \int P ds$) also vom Produkt Kraft mal WEG abhängt.

Der auffallendste Unterschied ist der, daß die Rakete als Motor keinen bestimmten Wirkungsgrad hat. Wenn wir dA durch dI dividieren, so erhalten wir:

$$\frac{dA}{dI} = \frac{P ds}{P dt} = v \dots \dots \dots (1)$$

Daraus lesen wir ab: die Arbeit einer und derselben Brennstoffmenge an der Rakete steigt proportional der Geschwindigkeit und ist nach oben zu theoretisch unbegrenzt*).

Von geringen Geschwindigkeiten ist aus diesem Grunde durchaus abzuraten. Wenn z. B. der Rückstoß nur gerade so groß wäre, wie das Gewicht der Rakete, so würde sie eine zeitlang schweben und schließlich nach Erschöpfung ihrer Brennstoffe zu Boden fallen, ohne daß sie etwas geleistet hätte.

(Schluß folgt.)

*) Die Leistung kann daher bei hinreichender Geschwindigkeit größer sein als die thermisch-chemische Energie der sekundlich ausgestoßenen Brennstoffe. Dies Paradoxon erklärt sich dadurch, daß die Rakete nicht nur die thermisch-chemische Energie ihrer Brennstoffe, sondern teilweise auch deren kinetische Energie ausnützt (vergl. Oberth „Weg zur Raumschiffahrt“, S. 151—157). Wenn zum Beispiel die Geschwindigkeit v der Rakete gerade so groß ist, wie die Geschwindigkeit c der Auspuffgase relativ zur Rakete, so daß diese hinter der Rakete gerade zum Stehen kommen, dann haben die ausgestoßenen Brennstoffe offenbar auch die kinetische Energie, die sie vorher besaßen, an die Rakete abgegeben. Natürlich mußte diese kinetische Energie den Brennstoffen aber vorher in irgend einer Weise zugeführt werden, die Rakete ist daher nichts weniger als ein Perpetuum mobile.