

FLUG

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

Amtlichen 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, Traugasse 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 Zweigstellen:

Zürich, Falkenstrasse 12, Telephon 23258

Prag, Vinohrady Čáslavská 3/IV

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
Einzelnummer 1 Schilling Einzelnummer 1.— Schweizer Francs

Erfolgt keine schriftliche Abbestellung des Abonnements bei Jahresschluß, gilt dessen stillschweigende Verlängerung auf ein weiteres Jahr.

Jahrgang 1931

November-Dezember

Nr. 11 und 12, Doppelnummer

NÄCHSTE ANWENDUNGSGEBIETE DES RAKETENPRINZIPI

Von Ing. Rudolf Zwerina.

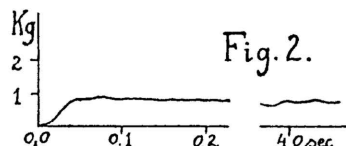
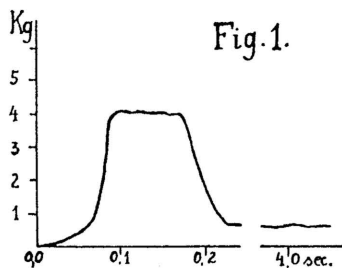
I.

Die Wirksamkeit der Raketen und die Durchführbarkeit ihrer verschiedenen Anwendungsgebiete, insbesondere auch der Kosmonautik beruht auf vier Grundprinzipien, welche teils Naturgesetze, teils Konstruktionsprinzipien sind. Ueber diese Grundprinzipien berichtete Herr Ing. Guido v. Pirquet in der Zeitschrift „Flug“, Aprilheft, Seite 7.

Wir haben zu unterscheiden zwischen den seit altersher bekannten Raketen mit festen Treibstoffen (Pulverraketen) und den in letzter Zeit vielgenannten „Flüssigkeitsraketen“ (Raketen mit flüssigen Treibstoffen*). Letztere kommen als Antrieb für die Weltraumfahrzeuge in Betracht, die bereits wohl durchdacht, deren Durchführung aber noch gewaltigen Hindernissen begegnet. Trotz mannigfacher Schwierigkeiten und damit verbundener großer Versuchskosten schreitet die Entwicklung der Raketen mit flüssigen Treibstoffen ununterbrochen vorwärts.

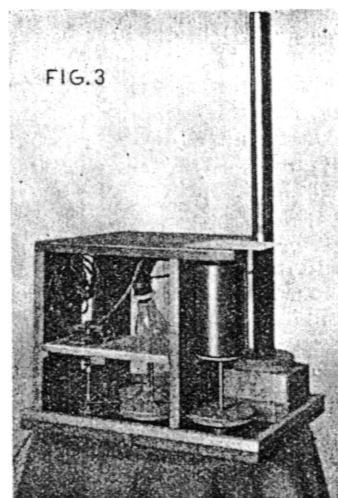
Die „Flüssigkeitsrakete“ hat als Vorläufer hinsichtlich Anwendung des Rückstoßprinzips (auch Raketenprinzip genannt) die Pulverrakete, die in prinzipiell ungeänderter Form bereits seit mehreren Jahrhunderten bekannt und vielseitig verwendet wurde. Die beschränkte Brenndauer und die Unmöglichkeit, solche Pulverraketen in ihrem Betrieb und damit in ihrer Fahrgeschwindigkeit irgendwie zu regulieren, sind die bedeutenden Nachteile der alten bekannten Pulverraketen. Damit schienen die Anwendungsgebiete solcher Pulverraketen gegenüber jenen der Raketen mit flüssigen Treibstoffen beschränkt auf die Verwendungsmöglichkeiten, die seit der Jahrhundertwende allgemein industriell ausgewertet werden (Feuerwerks-Raketen, Schiffsrettungs-Raketen, Leuchtsignalraketen etc.)

Mehrjährige Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Pulverraketen, bei der der Verfasser von Herrn Baurat Ing. Hermann Stolfa-Wien weitgehend gefördert wurde, führte auf eine grundsätzlich neuartige Pulverrakete, deren Kraft-Zeit-Diagramm die großen Antriebskräfte der bekannten Seelenraketen während einer bisher nur bei den bekannten Brandern aufscheinenden langen



Brenndauer aufzeigt. Erfahrungsgemäß ergeben die bekannten Seelenraketen große Antriebskräfte (Fig. 1) nur während eines Bruchteiles ihrer ganzen Brenndauer, die bekannten Brandern hingegen sehr kleine Antriebskräfte (Fig. 2) während ihrer

ganzen Brenndauer. Um seine Erfindung auszuarbeiten, sah sich der Verfasser veranlaßt, den Brennvorgang und die dabei wirksam werdenden Kräfte versuchsmäßig zu studieren und festzulegen. Dies geschah unter Verwendung einer den bekannten Dampfmaschinenindikatoren ähnlichen Vorrichtung (Fig. 3), die Kraft-Zeit-Diagramme aufzeichnet. Diese Diagramme zeigten u. a. auch die Aussichtslosigkeit des Bestrebens mancher Raketenkonstruktoren, bei bekannten Seelenraketen mit Pappehülsen den Wirkungsgrad durch Verwendung von Düsen erheblich zu verbessern. Anders liegen erfahrungsgemäß diesbezüglich die Dinge bei Stahl- oder Leichtmetallhülsen-Raketen. In solchen Raketen können entsprechende Pulversorten bei erforderlichen Brenndrücken, die



während der größten Zeit des Brennvorganges konstant sein müssen, sehr wesentliche Verbesserungen des Wirkungsgrades ergeben. Die umfassendsten Forschungen auf diesem Gebiete hat Herr Professor Robert H. Goddard U. S. A. um 1919 angestellt und ausführlich veröffentlicht.

Die Forschungsarbeiten des Verfassers führten zu einer Regulierbarkeit des Brennvorganges in vorbestimmbarem Ausmaße und damit zu beliebiger Regulierbarkeit der Fahrgeschwindigkeit der Rakete (Anfahrgeschwindigkeit, beliebige vorbestimmte Geschwindigkeitswechsel im Verlaufe der Fahrt und beliebige Auftreffgeschwindigkeit). Die konstruktive Ausgestaltung dieser neuartigen Rakete ergab außergewöhnlich lange Brennzeiten bei annähernd konstanten Antriebskräften und zwar während der ganzen Brenndauer. Diese Darlegung der besonderen Eigenschaften der neuartigen Rakete wird in einem späteren Zeitpunkte durch Veröffentlichung der Konstruktion der neuartigen Rakete ergänzt werden.

Die besonderen Eigenschaften der neuartigen Rakete vorwegzunehmen, war erforderlich, um darauf bezugnehmend, die verschiedenen Anwendungsgebiete der Raketen mit festen Treibstoffen (Pulverraketen) und der Raketen mit flüssigen Treibstoffen erörtern und abgrenzen zu können.

Zu den von altersher bekannten Feuerwerksraketen kamen im vorigen Jahrhundert Signalaraketen, auch verschiedene Kriegsraketen, deren Verwendung mit Ausbildung der modernen Artillerie aufhörte. Um die Jahrhundertwende wur-

*) Vergl. Zeitschrift „Flug“, Oktoberheft 1931, Seite 1.

den großkalibrige Schiffsrettungs-Raketen von verschiedenen Firmen gebaut, desgleichen bereits um die Jahrhundertwende von dem Schweizer Pyrotechniker Müller in Emmishofen die ersten Hagelwetterabwehr-Raketen erzeugt. Knapp vor Kriegsausbruch wurden von Ing. Maul Raketen großen Kalibers zum Hochschießen von Photoapparaten gebaut, die aber mit den zu gleicher Zeit rasch aufstrebenden ersten brauchbaren Flugzeugen überholt erschienen. In der Nachkriegszeit (der Krieg selbst hatte neue Anwendungsgebiete der Raketen nicht gezeitigt) sind von verschiedenen Seiten unternommene Versuche, Raketen in Boden- oder Luftfahrzeuge zu Antriebszwecken einzubauen, noch in unser aller Erinnerung. Es handelte sich bei sämtlichen vorvermerkten Anwendungsmöglichkeiten um solche für Pulverraketen. Zu dieser, vielfachen Mißverständnissen zuneigenden Verwendung von Pulverraketen in Luft- und Bodenfahrzeugen zunächst einige Bemerkungen über Fahrgeschwindigkeit und Wirkungsgrad bei Raketen-Fahrzeugen. Die Fahrgeschwindigkeit ist nicht beliebig wählbar, sondern durch die besondere Art des Antriebes im allgemeinen gegeben. Die Fahrgeschwindigkeit wird sich unter Bedachtnahme auf einen brauchbaren Wirkungsgrad gewissermaßen nach der Art des jeweils verwendeten Betriebsstoffes richten, da jedem Betriebs- bzw. Treibstoff eine andere höchst erreichbare Auspuffgeschwindigkeit eigen ist. Diese grundlegende Forderung der Raketenfahrtechnik ist nun bestimmend für die Anwendungsmöglichkeit von Raketen-Fahrzeugen überhaupt. Tatsächlich betragen die in Frage kommenden Auspuffgeschwindigkeiten, insbesondere bei flüssigen Treibstoffen tausende von Metern pro Sekunde. Es müßte daher die Fahrgeschwindigkeit ebenfalls einen enormen, für alle bisher bekannten Fahrzeuge unmöglich hohen Wert erreichen, wenn der Wirkungsgrad eine für praktische Anwendung noch brauchbare Größe aufweisen soll. Man kann sagen, daß die wirtschaftliche Fahrgeschwindigkeit eines Raketenfahrzeuges ungefähr zwischen dem halben und eineinhalbfachen Wert seiner Auspuffgeschwindigkeit (Abstoßungsgeschwindigkeit) liegt. Diese Unterschiede fallen nicht so sehr ins Gewicht, weil die Schwankungen des Wirkungsgrades in der Nähe seines Maximums ziemlich gering sind.

Damit scheiden alle Versuche, den Raketenantrieb für Automobile und Luftfahrzeuge (Flugzeuge) zu verwenden, als unwirtschaftlich aus, da diese Fahrzeuge höchstens einige hundert Kilometer je Stunde Geschwindigkeit besitzen; von anderen Umständen, fehlende geeignete Straßen, Explosion selbst als Vollscheiben ausgeführter Räder, sei hier gar nicht weiter die Rede. Lediglich darauf sei noch verwiesen, daß die Mißverhältnisse viel krasser werden, wenn man den Gesamtwirkungsgrad solcher Fahrzeuge betrachtet. Erwähnt sei hier auch noch, daß die Gesamtwirkungsgrade bei den bisher gebräuchlichen Raketen zwischen $2\frac{1}{2}$ und 4 Prozent schwanken. Verlässliche Zahlen betreffend „Flüssigkeitsraketen“ sind noch nicht bekannt, werden nach Mitteilungen des Herrn Prof. Oberth aber natürlich wesentlich höher liegen, wie ja Herr Professor

Goddard für Pulverraketen mit entsprechenden Düsen, Hülsen und Pulversorten, Wirkungsgrade des Raketenantriebes von mehr als 50 Prozent ermittelt hat. Daß der Wirkungsgrad im luftleeren Raum nicht sinkt, nach Versuchen des Herrn Professor Goddard, in luftleer gepumpten Kanälen, noch etwas besser ist, sei gegenüber anderslautenden Aeußerungen bemerkt.

Es dürfte auch von Interesse sein, einige wichtigere Fälle nun zahlenmäßig zu behandeln. Setzen wir den Preis von 1 kg Benzin mit 70 Groschen und den Energiegehalt zu 10.000 Kalorien pro kg, ferner den Preis von 1 kg Treibstoff bei einem bestimmten Versuchsapparat für flüssige Treibstoffe mit 40 Groschen und die Auströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase (bei 20 at. Ofendruck) mit 1300 m/sec. an, so ist das Verhältnis der Treibstoffkosten bei dem Raketenantrieb pro Kilometer zu denen des gewöhnlichen Aktionsmotors gleich 3000 dividiert durch die Fahrgeschwindigkeit in m/sec. Bei normaler Fahrgeschwindigkeit von 20 m/sec. (gleich 72 Stundenkilometer) kommt der Raketenantrieb 150 mal teurer als der Antrieb mit dem gewöhnlichen Benzinmotor. Selbst bei der höchsten bisher erreichten Fluggeschwindigkeit von etwa 150 m/sec. ist auch bei der Rakete für flüssige Treibstoffe und zweckmäßiger Treibstoffwahl der Reaktionsantrieb noch etwa 25 mal teurer als mit Benzinmotor. Wenn wir dagegen gewöhnt wären, uns mit 3000 m/sec. zu bewegen, dann würde der Raketenantrieb mit dem Aktionsantrieb konkurrieren können.

Bei der Pulverrakete ist das Verhältnis der Betriebskosten wesentlich ungünstiger, weil hier außer dem höheren Treibstoffpreis auch noch die Treibkörper unbrauchbar werden. Bei der Geschwindigkeit, wie sie Herr Fritz von Opel auf der Avusbahn erreichte, stellt sich der Antrieb noch 300 mal teurer als mit gewöhnlichem Benzinmotor. Hier sei besonders erwähnt, daß diese Umstände dem verstorbenen Forscher Max Valier und insbesondere Herrn von Opel bekannt waren, der nach seinen Aeußerungen auch Herr Professor Oberth gegenüber natürlich nie daran dachte, Raketenautomobile zu bauen.

Man erkennt aus diesen Ausführungen, daß es keinen Zweck hätte, Raketenautos zu bauen, auch Flugzeuge in den der Erde nächstgelegenen Luftschichten kommen für den Raketenantrieb nicht in Betracht. Fahrgeschwindigkeiten von 3000 m/sec. aufwärts kommen allein in den höchsten Luftschichten in Frage, wo der Luftwiderstand gering ist. Darüber findet sich näheres im Standardwerk des Herrn Professor Oberth: „Wege der Raumschiffahrt“. Da ferner der Wirkungsgrad des Benzinmotors mit zunehmender Höhe auch bei Verwendung entsprechender Verdichter abnimmt, kommt der Raketenantrieb dort umso mehr zur Geltung.

Das eigentliche Feld des Raketenantriebes liegt noch höher, jenseits der Atmosphäre. Dort kommen noch die großen reibungsfreien Auslaufstrecken hinzu, die zuweilen unendlich groß werden können, wodurch die Treibstoffkosten pro Kilometer Fahrtstrecke unendlich klein werden.

Wir wünschen unseren geehrten Lesern „Fröhliche Weihnachten“ und ein glückvolles Neujahr!

Die Redaktion.
