

---

# RAKETENFLUG

---



## MITTEILUNGSBLATT DES RAKETENFLUGPLATZES BERLIN.

---

März 1932

Nr. 3

---

### Pulverraketen — Flüssigkeitsraketen. Ein Vergleich.

Die Raketenversuche, die zur Zeit von dem Osnabrücker Ingenieur Tiling durchgeführt werden, veranlassen uns wegen ihres starken Widerhalls in der Presse an dieser Stelle einmal einen Vergleich zwischen Pulverraketen und Flüssigkeitsraketen anzustellen.

Die moderne Pulverraketenindustrie ist aus der Feuerwerkerei entstanden und hat in langer Entwicklungsarbeit die mittelalterlichen Pulverröhrchen zu erstaunlichen Hochleistungsraketen entwickelt. Es gibt heute völlig zuverlässige Schiffsrettungsraketen, mit denen Rettungsseile über eine Entfernung von mehreren Kilometern zu gestrandeten Schiffen hinübergeschossen werden können. Es gibt Hagelzerstreuungsraketen, die durch den Explosionsstoß niedergehenden Hagel in Regen auflösen und besonders zur Schonung von Weingebieten Verwendung finden. Es gibt ferner ungezählte Arten von Leucht-, Feuerwerks- und Photoraketen für kriegerische und friedliche Zwecke. Man kann annehmen, daß damit die Möglichkeiten der Pulverrakete keineswegs erschöpft sind.

Die Pulverrakete hat aber einen ganz prinzipiellen Nachteil: Nach einmaligem Anzünden ist es nicht möglich ihre Leistung auch nur innerhalb geringer Grenzen zu verändern. Wir können ihren Brennvorgang nicht abstoppen, wann es uns beliebt und ihn zu einer anderen Zeit fortsetzen. Würden derartige Möglichkeiten bestehen, so ließe sich das Anwendungsgebiet der Rakete weit über seine bisherigen Grenzen erweitern.

---

Herausgeber: Raketenflugplatz des Vereins für Raumschiffahrt e. V.  
Verantwortlich: Dipl. ing. Rudolf Nebel.  
Fernsprecher: D 9 Reinickendorf 4617.

Alle diese Nachteile weist die Flüssigkeitsrakete nicht auf. Der Brennvorgang einer Flüssigkeitsrakete kann beliebig lange unterbrochen und zu jeder beliebigen Zeit neu eingeleitet werden. Auch ihre Antriebskraft kann, durch verschiedene Ventile geleitet, vergrößert oder verringert werden, wodurch kleinere oder größere Flüssigkeitsmengen in den Brennraum gelangen.

Untersucht man die Leistung der Pulverrakete am Diagramm, so ersieht man nach Abb. 1., daß der Brennvorgang sich im Zeitraum von Zehntel Sekunden abspielt, auch die Hochleistungsrakete -- Diagramm Abb. 2. -- ergibt kein günstigeres Bild, auch hier wird die Höchstleistung in knapp 1 Sekunde abgegeben. Jeder Versuch, durch Beimengung eine Verzögerung zu erzielen, geht zweifellos auf Kosten der Leistung.

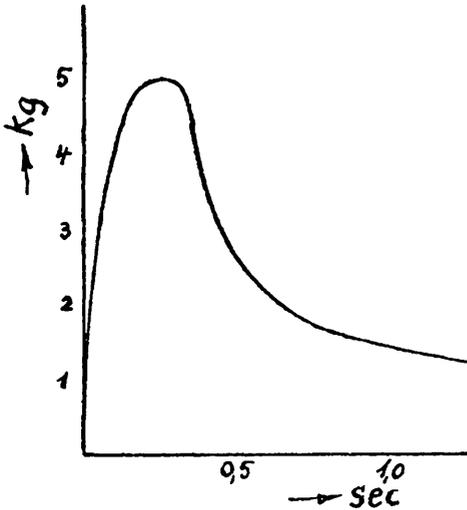


Abb. 1.

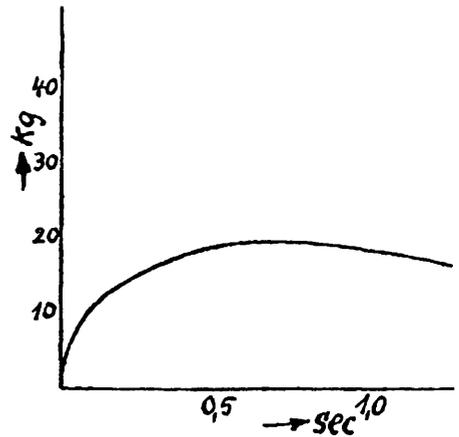


Abb. 2.

Ein wesentlich anderes Bild ergibt hier die Flüssigkeitsrakete, deren Diagramm -- Abb. 3. -- die Abgabe einer völlig konstanten Leistung so lange ermöglicht, als Brennstoffe in den Tanks sind.

Energetisch sind die flüssigen Treibstoffe den Pulvern weit überlegen und gerade da ist die Energiefrage wichtig, wo höchste Leistungen verlangt werden. Nachstehend geben wir eine Tabelle mit Energiegehalt (Heizwert) und Ausströmungsgeschwindigkeit der wichtigsten Raketenbrennstoffe.

	Heizwert in cal/kg	Ausströmungs- geschwindigkeit
Schwarzpulver	610	1300
Rauchloses Pulver	1600	3650
Flüssigsauerstoff-Alkohol	2340	4420
Flüssigsauerstoff-Benzin	2500	4600
Flüssigsauerstoff- Flüssigwasserstoff	3770	5600

Die hier angegebenen Ausströmungsgeschwindigkeiten können in der Praxis nicht erreicht werden, nach den vorliegenden Untersuchungen liegt die erreichbare Ausströmungsgeschwindigkeit etwa bei 60 Proz. der theoretischen Ausströmungsgeschwindigkeit.

Aus obiger Tabelle geht die außerordentliche Ueberlegenheit der flüssigen Treibstoffe besonders augenfällig hervor. Zu den Pulvern ist

besonders noch zu bemerken, daß Schwarzpulver feste Rückstände hinterläßt, die die effektive Ausströmungsgeschwindigkeit relativ zu allen anderen Treibstoffen außerordentlich herabsetzen, ferner, daß rauchloses Pulver überhaupt nur unter Zuhilfenahme ziemlich komplizierter Mittel verwendbar ist.

Die Beziehungen zwischen Ausströmungsgeschwindigkeit und Massenverhältnis einer Rakete haben wir in unserem Aufsatz im I. Heft eingehend behandelt. Es geht daraus hervor, daß für die Erzielung einer gleich großen Leistung das Vollgewicht einer Rakete, — Rakete + Brennstoffe —, umso schwerer und umfangreicher werden muß, je kleiner die Ausströmungsgeschwindigkeit ist.

Es wird also von zwei gleich schweren Raketen diejenige Rakete höher steigen bzw. weiter fliegen, die die höhere Ausströmungsgeschwindigkeit hat.

In beifolgender Abbildung 4

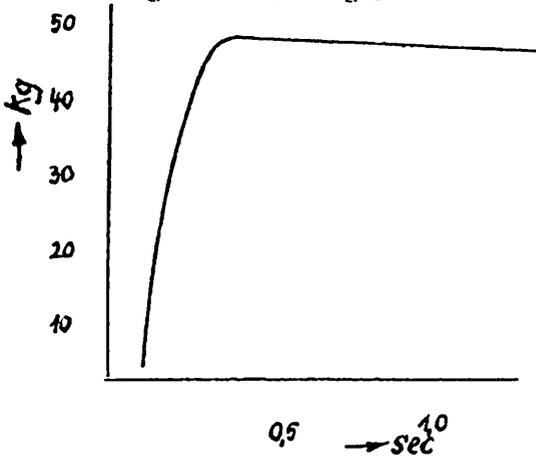


Abb. 3

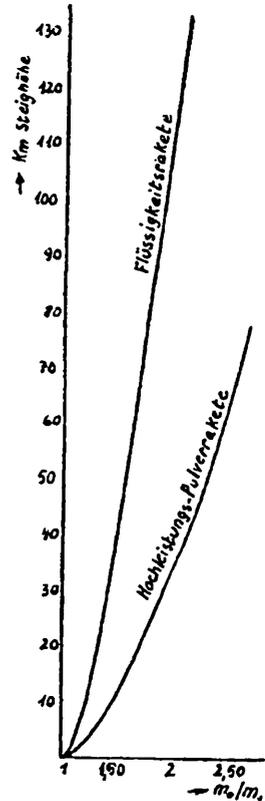


Abb. 4

sind die Steighöhen veranschaulicht, die bei jeweils gleichem Startgewicht der Pulver- bzw. Flüssigkeitsrakete erzielt werden. Als Ausströmungsgeschwindigkeit wurde bei Flüssigkeitsraketen — Flüssigsauerstoff und Benzin — die bisher höchste effektive Ausströmungsgeschwindigkeit von 2200 m/sec. zu Grunde gelegt. Bei Pulverraketen kann man mit einer maximalen Ausströmungsgeschwindigkeit von 800 m/sec. rechnen, wir haben die Ausströmungsgeschwindigkeit von Hochleistungsraketen angenommen, die wir mit etwa 1200 m/sec. einsetzen. Wir bemerken, daß wir bei obiger Kurve den Luftwiderstand vernachlässigt haben.

Hier tritt die außerordentliche Ueberlegenheit der Flüssigkeitsrakete gegenüber der Pulverrakete in besondere Erscheinung.

Ein weiterer Nachteil der Pulverrakete ist ihre Explosivität, die bei hohen Leistungen besonders auffällig wird. Bei Flüssigkeitsraketen kann schon beim heutigen Stand der Entwicklung die Explosionsgefahr als völlig beseitigt gelten.

Die Pulverrakete gibt eine große Kraft in ganz kurzen Zeiträumen ab. Dies verhindert ihre Anwendung, wenn es sich darum handelt den Raketenantrieb für bemannte Flugraketen zu verwenden. Der sogenannte Andruck würde hier für einen Menschen unerträglich werden. Die Regulierbarkeit der Flüssigkeitsrakete erst gestattet diesen Andruck in Grenzen zu halten, die für jeden Menschen zu ertragen sind.

Warum verwendet Ingenieur Tiling bei seinen Versuchen nun Pulverraketen, wenn dieses alles so einwandfrei feststeht? Er tut dieses wegen der Schwierigkeit, die heute der Umgang mit Flüssigkeitsraketen noch verursacht. Eine Flüssigkeitsrakete braucht Tanks, Rohrleitungen, Ventile; es muß auf genaue Einhaltung der richtigen Tankdrücke geachtet werden; der Umgang mit dem zur Verbrennung benötigten verflüssigten Sauerstoff macht einige Umstände.

Jedes einzelne Teil der Flüssigkeitsrakete mußte der tiefen Temperatur des flüssigen Sauerstoffs ( $-183^{\circ}\text{C}$ ) und der hohen Verbrennungstemperatur ( $2500^{\circ}\text{C}$ ) entsprechend auf das sorgfältigste entwickelt und dennoch so leicht wie möglich hergestellt werden. Dieser Entwicklungsarbeit unterlagen nicht nur die Hähne und Ventile, sondern auch die Dichtungen der Schraubgewinde, die Einspritzdüsen, der Verbrennungsraum und alle derartigen exponierten Teile. Schon die Kühlungsfrage setzte uns zunächst vor Probleme, die nahezu unlösbare Schwierigkeiten enthielten. Auch die Frage der Konstanthaltung des Tankdruckes erforderte mühselige Einzeluntersuchungen, die mangels nötiger Geldmittel für gute Meßinstrumente nur langsam zum Ziele führten.

Trotzdem haben wir uns auf dem Berliner Raketenflugplatz seinerzeit entschlossen, sofort und ohne Unschweife die Verwendung von Flüssigkeitsraketen in Angriff zu nehmen. Denn wenn zunächst auch ein besonders durch den Geldmangel bedingter recht mühseliger Entwicklungsgang zurückgelegt werden muß: Die Zukunft gehört doch der Flüssigkeitsrakete! Mag sein, daß es Tiling gelingen wird, Pulverraketen 10 oder 15 km hoch zu schießen, mag sein, daß er auch den Schuß über den Aermelkanal, von dem die Zeitungen dieser Tage sprachen, mit Erfolg ausführen wird. Bald kommt dann doch eine Grenze. Die Leistung der Flüssigkeitsrakete ist dagegen praktisch unbegrenzt: Ihre zukünftige Bedeutung wird dort beginnen, wo die Pulverrakete bereits die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreicht hat.

Heute sind die ersten Schritte getan: die Flüssigkeitsrakete steigt! Einige 1000 Meter Höhe erreicht sie schon heute mit Leichtigkeit. Aber sie steht erst am Anfang ihres Entwicklungsweges, der ihr heute noch garnicht zu übersehende Möglichkeiten bieten wird.

Es liegt uns fern, zu behaupten, daß die Tilingschen Versuche deshalb etwa wertlos seien. Neben ihrem propagandistischen Wert für die Idee des Raketenantriebes sind Tilings Arbeiten sicher auch geeignet, der Pulverrakete noch neue Anwendungsgebiete zu erschließen. Gerade wegen ihrer einfachen Bauart wird die Pulverrakete wohl auch späterhin überall dort den Vorzug finden, wo es sich um kleine Größenordnungen handelt. Der Flüssigkeitsrakete aber — und davon ist, wie uns bekannt ist, Tiling ebenso überzeugt wie wir — werden alle jene Großleistungen vorbehalten bleiben, deren Vorstellung schon heute in weitesten Kreisen mit dem Begriff der Rakete unauslöschlich verbunden ist: Postrakete, Fernrakete und endlich — das Weltraumschiff.

---

**WERBT ABONNENTEN FÜR DEN „RAKetenFLUG“.**