



Werkstoff im Doff

Beilage zur „Wöchentlichen Allgemeinen Zeitung“



Nummer 8

25. Februar 1932

Der Strahlmotor

Von

Johannes Winkler

Der folgende Aufsatz, der aus der Feder des Erfinders des Strahlmotors stammt, gibt interessante Ausblicke in ein Sondergebiet der Technik. Wir veröffentlichen ihn, ohne in allen Punkten die Auffassung des Erfinders zu teilen.

In den letzten zwei Jahren hat die Technik die Geburt einer neuen Wärmekraftmaschine erlebt. Im Gegensatz zum Kolbenmotor, bei dem die Verbrennungsgase den Kolben vor sich herschieben, wirkt diese neue Maschine — der Strahlmotor — unmittelbar durch den Strahl der Verbrennungsgase. Besondere Merkmale dieser Maschine sind einerseits der kräftige Antrieb von kurzer Dauer, andererseits die Fähigkeit, im luftleeren Raume Antrieb zu liefern. Durch diese beiden Eigenschaften vermag der Strahlmotor der Wissenschaft ein neues Gebiet zu erschließen: den leeren und den luftverdünnten Raum, jenseits der Atmosphäre.

In primitiver Form besitzen wir den Strahlmotor bereits in der Pulverrakete. Diese besteht aus einem einseitig geschlossenen Rohr, das am anderen Ende die Ausströmöffnung für den Strahl trägt. Das Rohr ist mit Betriebsstoff, z. B. Schwarzpulver angefüllt. Es ist ohne weiteres klar, daß der bei der Verbrennung des Pulvers entstehende Druck von der Verbrennungsgeschwindigkeit der Substanz und von der Einschnürung abhängt.

Etwa um die Wende des Jahres 1929/30 ist es gelungen, an Stelle des Pulvers, flüssige Betriebsstoffe zur Erzeugung eines Antriebsstrahles nutzbar zu machen. Der augenfälligste Vorteil flüssiger Stoffe liegt in dem erheblich höheren Energiegehalt. Ein Kilogramm Schwarzpulver hat einen Energiegehalt von 685 Kalorien, 1 Kilogramm Methan und Sauerstoff dagegen 200 Kalorien. Ein weiterer Vorteil ist es, daß die flüssigen Betriebsstoffe sich in getrennten Behältern mitführen und nach Bedarf in eine Verbrennungskammer einführen lassen. Außerdem bieten flüssige Betriebsstoffe dem Konstrukteur große Bewegungsfreiheit. Die Maschine ist vollkommen beherrschbar, Druck und Nachstoß können beliebig variiert werden, die Maschine läßt sich jederzeit abstellen und neu anlassen. Durch Auffüllen wird die Maschine schnell wieder betriebsbereit; die Kühlung des Brennraumes läßt sich in idealer Weise bewirken. Ferner sind die flüssigen Betriebsstoffe wesentlich billiger, etwa zehnmal so billig als Pulver.

Die Wirkungsweise des Strahlmotors beruht auf der Abschleudung von Masse mit hoher Geschwindigkeit. Nach dem Impulsatz ergibt sich, daß, wenn man von einem freibeweglichen Fahrzeug sekundlich einen Bruchteil seines jetzigen Gewichtes in Form eines Gasstrahles ausströmen läßt, die Fahrgeschwindigkeit um denselben Bruchteil der Strahlgeschwindigkeit in jeder Sekunde gesteigert wird.

Die Seele des Strahlmotors ist der Brennraum mit der Ausströmdüse. Hier entwickeln sich die hochgespannten Verbrennungsgase von höchster Temperatur. In der Expansionsdüse wird daraus nutzbare Arbeit. Brennstoff und Sauerstoff befinden sich in besonderen Hochdruckbehältern und werden dem Brennraum durch Rohrleitungen und Ventile zugeführt. Der Druck im Brennraum liegt bei stetigem Verlauf etwas unter dem Totdruck, er wird durch diesen und das Verhältnis des Einlaß- zum Ausströmdüsenquerschnitt bedingt. Durch Veränderung der Einlaßdüsenquerschnitte läßt sich der Brennraumdruck und damit auch die Antriebskraft regeln.

Der stetige Ablauf des Verbrennungsvorganges ist zu 99 Prozent erreicht worden. Dies hört sich sehr einfach an. Es ist dies aber das weitaus heikelste Kapitel der Entwicklungsgeschichte. Der Tod des Raketenforschers Salier

ist ein Beweis, wie unendlich schwer und gefährlich die Zählung der hochexplosiven Betriebsstoffe ist. Man muß kleine Mengen flüssigen Sauerstoff und flüssiges Methan explodieren gesehen haben, um zu beurteilen, wie hoch der stetige Ablauf, der erreicht wurde, zu bewerten ist und dadurch die Maschine soweit gebracht wurde, daß Messungen vorgenommen werden konnten.

Die Untersuchung des Strahlmotors am Prüfstand lieferte ungemein interessante Ergebnisse. Die Umwandlung der Energien in Geschwindigkeit in der Ausströmdüse ist recht gut. Man kann den gemessenen Rückstoß zu dem Brenndruck in Beziehung setzen und erhält so einen Überblick über die Güte der Umwandlung der Energie der Verbrennungsgase in nutzbare Arbeit. Es ergaben sich dabei Werte, die bei höheren Drucken etwas über der theoretischen Kurve lagen, so daß wir annehmen können, daß wir bisher mit einem etwas zu ungünstigen Ansatz gerechnet haben.

Dagegen läßt die Güte der Verbrennung noch zu wünschen übrig. Es ist das darauf zurückzuführen, daß erhebliche Mengen von Flüssigkeiten hier in einem relativ kleinen Raum verdampfen und verbrennen müssen. Die Gesetze des Wärmeüberganges legen hier der Arbeit nicht geringe Schwierigkeiten in den Weg, die nur in längerer Entwicklungsarbeit zu beseitigen sind. Demzufolge gibt 1 Kilogramm Betriebsstoff heute noch nicht das her, was von ihm als Antriebsvermögen erwartet werden kann, die resultierende Strahlgeschwindigkeit wird dadurch vermindert. Zur Verbesserung der Güte der Verbrennung bieten sich zwei prinzipiell verschiedene Wege, die bei sorgfältiger Durchführung der Forschung bestimmt zu dem gewünschten Ergebnis führen werden.

Als am 14. März 1931 auf dem Gertzierplatz von Dessau die erste, mit einem Strahlmotor ausgerüstete Rakete sich in die Luft erhob, war der Strahlmotor schon soweit entwickelt, daß er das Doppelte seines Eigengewichtes einschließlich Betriebsstoff und Nutzlast an Rückstoß lieferte. Es folgten noch einige kleinere Versuche zu Messungszwecken. Alsdann wurden die Erfahrungen bei der Konstruktion eines größeren Apparates ausgewertet. Es galt nun, einen Versuchsapparat zu schaffen, welcher in wesentlichen größeren Ausmaßen, extrem leicht gebaut, höherem Druck ausgesetzt werden konnte, ferner größere Mengen Betriebsstoff aufzunehmen in der Lage war, damit auch der Aktionsradius erweitert werden konnte.

Der Aktionsradius von einzelnen raketenartigen Apparaten ist beschränkt. Zur Erzielung extremer Leistungen haben daher Oberth und Goddard den Vorschlag gemacht, zwei oder drei in geometrischer Progression größer werdende Raketen zu verwenden. Dieser Vorschlag hat den Nachteil, daß hier große Raketen vorausgesetzt werden, die wir im Laboratorium kaum und nur mit großen Kosten untersuchen können. Außerdem werden große Raketen auch deshalb ungünstig, weil das Gewicht mit der dritten Potenz, der Rückstoß nur mit der zweiten Potenz der linearen Abmessungen wächst, wir kommen hier für den Aufstieg vom Boden bald an eine Grenze.

Ich gebe daher einen prinzipiell anderen Weg, und zwar gehe ich aus von Einzelraketen vorliegender Größe und bekannter Eigenschaften, und habe für extreme Leistungen eine Formel entwickelt, die es gestattet, für jede im Laboratorium untersuchte Raketenart die für eine bestimmte Leistung erforderliche Zahl unmittelbar anzugeben. Diese Formel ist außerordentlich interessant, sie ergibt für nicht leistungsfähige Raketen bei extremen Leistungen zwar ebenfalls endliche Werte, doch werden diese so groß, daß sie eine Realisierung für unser technisches Gefühl ausschließen.

Um einmal ein Beispiel zu nennen: wenn es sich darum handeln würde, eine Nutzlast von 1000 Kilogramm auf eine Geschwindigkeit von 11750 m/s zu bringen (dies wird als der Mindestfall an Geschwindigkeit für eine Weltraumfahrt angesehen), so kommt man für eine Feuerwerksrakete, deren Maßwerte mir vorliegen, auf eine Pulvermenge, in der als Kugel dargestellt, unser Sonnen-

system bequem kreisen könnte. Die besten Pulverraketen, deren Maßwerte ebenfalls errechnet worden sind, führen noch immer auf eine Größe, die sich durch eine Rakete von 20000 Meter Höhe und 2000 Meter Durchmesser darstellen lassen. Mit dem Strahlmotor für flüssige Betriebsstoffe kommen wir dagegen auf einen Treibkörper von der Größenordnung des Do. X.

Dieselbe Formel liefert auch bei mittleren Leistungen, z. B. für den Bau von Apparaten für die Erforschung

der Atmosphäre oder zur Erreichung weiterer Ziele ohne weiteres die erforderliche Betriebsstoffmenge.

Dieser Ausdruck zeigt auch den Weg, den die Raketenforschung zu gehen hat. Der Strahlmotor weist den Weg. Nicht vorzeitige Vorführungen, sondern Verbesserung der Motorleistung, Verringerung des Leergewichtes und Erhöhung des Rückstoßes im Vergleich zur Betriebsstoffladung im Sinne der von mir abgeleiteten Formel bilden den Inhalt der Forschungsarbeit.