Zeitschrift: Protar

Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

Band: 16 (1950)

Heft: 5-6

Artikel: Raketen als Flugzeugwaffen

Autor: Geiger, Alfred

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-363325

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 23.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Protar

Schweizerische Zeitschrift für Luftverteidigung
Revue Suisse de la Défense aérienne
Rivista svizzera per la Difesa aerea

Offizielles Organ der Schweizerischen Luftschutz-Offiziersgesellschaft — Organe officiel de la Société suisse des officiers de la Protection antiaérienne — Organo officiale della Società svizzera degli Ufficiali di Protezione antiaerea

Redaktion: Dr. Max Lüthi, Burgdorf. Druck, Administration und Annoncenregie: Buchdruckerei Vogt-Schild AG., Solothurn
Jahres-Abonnementspreis: Schweiz Fr. 10.—, Ausland Fr. 15.—. Postcheck-Konto V a 4 — Telephon Nr. 2 21 55

Mai / Juni 1950 | Nr. 5/6 | 16. Jahrgang

Inhalt — Sommaire

Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion und des Verlages gestattet

Angriffswaffen: Raketen als Flugwaffen, Renseignements sur la bombe atomique - *Rüstung und Forschung einer Grossmacht:* Die russische Luftarmada, Die russische Atomforschung - *Schweizerische Massnahmen:* Planung in der zivilen Landesverteidigung, Hauswehren - *Zeitschriften* - *Kleine Mitteilungen* - *SLOG.*

Angriffswaffen

Raketen als Flugzeugwaffen

Von Oblt. Alfred Geiger

1. Geschichtliche Entwicklung der Raketenwaffe

Bis in die erste Hälfte des Zweiten Weltkrieges setzte sich die Bewaffnung der Kriegsflugzeuge vorwiegend aus Maschinengewehren, Kanonen und Bomben zusammen. Auf der Suche nach wirksamern Flugzeugwaffen für den Einsatz gegen Luft- und Erdziele tauchte um das Jahr 1942 fast gleichzeitig bei allen kriegführenden Grossmächten als neues Kampfmittel die Flugzeugrakete auf.

Die Verwendung der Rakete als Kriegsinstrument ist aber nicht etwa eine Errungenschaft des vergangenen Krieges. Ihre erstmalige Anwendung reicht sogar noch weiter zurück als die der sogenannten «klassischen» Schusswaffen. Es ist uns überliefert, dass im Jahre 880 Kaiser Leo der Philosoph für das oströmische Reich Raketen anfertigen liess. Es handelte sich dabei um leichte Röhren, mit einem brennbaren Satze gefüllt, die von den Kriegern in ihren Schildern geführt und als Brandgeschosse gegen den Feind geschleudert wurden. Aber auch den Chinesen, die sich bekanntlich schon früh mit der Feuerwerkskunst befassten, soll die Rakete bereits im 9. Jahrhundert bekannt gewesen sein. Als sicher geht aus alten Schriftstücken hervor, dass die Chinesen im Jahre 1232 im Krieg gegen die Tataren Brandraketen verwendeten. Aus allen Urkunden ist ebenfalls zu entnehmen, dass im gleichen Jahrhundert auch in Europa die Rakete schon bekannt war. So wurde sie unter anderem in Italien von Schiffen aus gegen Seeräuber eingesetzt. Weitere Nachrichten über den Stand der Raketentechnik erfahren wir aus einem 1585 erschienenen Werk des Italieners Collado. In seiner «Pratica manuale d'artigleria» beschrieb er den Stand der damaligen Schiesskunst und erwähnte dabei auch die Anwendung von Raketen als Beleuchtungsmittel (Leuchtraketen) und als Kartätschengeschosse.

Trotz dieser wiederholten Realisierung der Raketenwaffe konnte sie sich in jenen Jahrhunderten als Kriegsgerät nicht durchsetzen, da sie den damals neu aufgekommenen Schusswaffen an Präzision, Wirkung und Zuverlässigkeit unterlegen war. Neuen Auftrieb erfuhr sie gegen Ende des 18. Jahrhunderts. In den britischen Feldzügen in Indien beschossen die Eingeborenen die fremden Eroberer mit raketengetriebenen Brandgeschossen, die anscheinend eine ordentliche Wirkung auf die Engländer ausübten. Der damalige Oberst und spätere General Congreve, bekannt als Gelehrter und Ingenieur, griff nämlich in der Folge die Idee der Raketenwaffe in Europa wieder auf und arbeitete zuerst auf eigene Faust, später im Auftrage der englischen Admiralität, an der Konstruktion von Brandraketen. Seine Geräte erwiesen sich als brauchbar und fanden bei den Briten in den napoleonischen Kriegen und im Kampfe gegen die sich vom englischen Königreich losgesagten Nordamerikaner mannigfache Verwendung. Neben Congreve beteiligte sich auch der dänische Hauptmann Schuhmacher an der Vervollkommnung der Raketen, und er war es auch, der im Jahre 1807 die Rakete als Sprengstoffträger vorschlug. In der ersten Hälfte und der Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte die Aufstellung von Raketentruppen auch in der österreichischen, französischen, preussischen und amerikanischen Armee.

Aber auch die Schweiz interessierte sich für die neue Waffe. Nach Versuchen in Thun und Bière zwischen 1830 und 1840 wurden durch die neue Militärorganisation von 1850 acht Raketenbatterien ins Leben gerufen, die im Jahre 1853 dann auch wirklich zur Aufstellung kamen. Als Lafetten dienten primitive Dreibeingestelle mit einer einfachen Vorrichtung zum Auflegen der Rakete und zum Einstellen von Seite und Höhe. Der Geschossteil der Rakete war entweder als Granate, Kartätsche oder Brandgeschoss ausgebildet.

Trotz allen in jenen Jahren in der Raketenkonstruktion gelungenen Verbesserungen war die damalige Technik noch nicht in der Lage, den Taktikern eine den Kriegsanforderungen genügende Raketenwaffe zu bieten. Die Pulverchemie ermöglichte eine Herstellung von langsam und regelmässig abbrennenden Treibsätzen noch nicht; das damals unter Zusatz von Phlegmatisierungsmitteln als Treibladung zur Anwendung gelangende Schwarzpulver hatte einen unregelmässigen Abbrand und ergab deshalb grosse Streuungen. Zudem erfuhr die Geschützartillerie durch die Einführung gezogener Rohre und durch die Erfindung des rauchlosen Pulvers eine gewaltige Verbesserung an Präzision, Wirkung und Reichweite. In der Folge kam es deshalb in allen Armeen zur Auflösung der Raketenbatterien, so 1867 auch in der Schweiz.

Bis nach dem Ersten Weltkrieg blieb es um die Raketenwaffe dann ziemlich still. In der anschliessenden Zwischenkriegszeit wurden in den verschiedenen Ländern die Forschungen auf dem Gebiete der Raketentechnik wieder aufgenommen, nicht nur mit dem Ziel, die Rakete als Geschoss zu verwenden, sondern auch, um sie zum Antrieb von Land- und Luftfahrzeugen nutzbar zu machen. Die vergangenen Kriegsjahre brachten dann ab 1940 die Anwendung der Raketen für die verschiedenartigsten Zwecke, so als

Artillerieraketen;

Panzerabwehrraketen;

Fliegerabwehrraketen;

Flugzeugraketen;

Fernkampfraketen;

Raketenantriebe für Flugzeuge und unbemannte Flugkörper;

Startraketen als Starthilfen für Flugzeuge.

Ohne zu übertreiben, darf gesagt werden, dass die Rakete gegenwärtig zu den bemerkenswertesten und den die grössten und vielgestaltigsten Möglichkeiten versprechenden Waffen gehört. Obwohl während des vergangenen Krieges und auch in den letzten Jahren die Verwendung der Rakete als Kampfmittel sich nach einigen bestimmten Richtungen abzuzeichnen begann, ist es äusserst schwierig und gewagt, ihre weitere Entwicklung auf dem Gebiete der Waffentechnik vorauszusagen. Es sei nur etwa angedeutet, dass es sehr wohl möglich ist, bis in einigen Jahren atomkraftgetriebene Fernraketen zu verwirklichen.

2. Prinzip und Wirkungsweise der Raketengeschosse

Der grundsätzliche Unterschied zwischen Rakete und «klassischem» Geschoss besteht darin, dass auf jene die Antriebskraft auch nach dem Verlassen des Schiessgestelles noch längere Zeit einwirkt, während auf dieses die beschleunigende Kraft nur in der Zeit des Durchganges durch das Rohr ihren Einfluss ausübt. Mit andern Worten: Die Rakete erfährt ihre Beschleunigung grösstenteils erst auf ihrem Fluge, im Gegensatz zum gewöhnlichen Geschoss, das seine maximale Geschwindigkeit an der Rohrmündung, also im Nullpunkt seiner ballistischen Schussbahn schon erreicht hat. Der Abschussvorgang der Rakete kann als *Schub,* der des klassischen Geschosses als *Schleudervorgang* bezeichnet werden.

Prinzipiell setzt sich die Kriegsrakete aus den nachstehenden vier kurz skizzierten Hauptelementen zusammen:

1. Gefechtskopf: Dieser Teil stellt für den Kämpfer den wichtigsten Teil des ganzen Gerätes dar; er entspricht der Granate des gewöhnlichen Geschützes und kommt wie diese in den vielfältigsten Formen zur Anwendung, so z. B. als Voll-, Spreng-, Splitter-, Brand-, Gasgeschoss usw. Die andern Elemente der Rakete dienen eigentlich mehr der sekundären Aufgabe, den Gefechtskopf an den Feind zu transportieren, manchmal auch, um die Wirkung des Gefechtskopfes am Ziel zu vergrössern (kinetische Energie von Vollgeschossen).

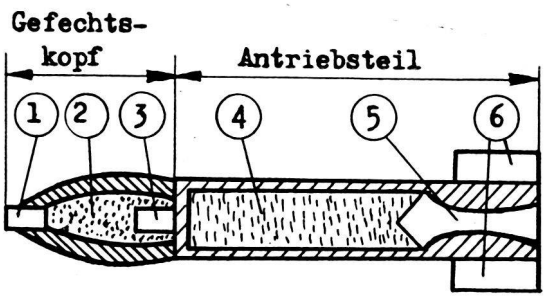
2. Treibladung: Die Rakete führt die zum Antrieb benötigte Energie in der Treibladung mit sich. Für kleinere Raketen wird gewöhnlich Pulver als Antriebsmittel verwendet, das als Pressling in Stangen- oder Röhrenform im Raketenkörper untergebracht ist und, einmal entzündet, innert relativ kurzer Zeit abbrennt. Grossraketen von der Art der deutschen V-2 und der entsprechenden amerikanischen Nachkriegsmodelle enthalten flüssige Treibstoffe, die — bei einem regelmässigeren Abbrand als bei Pulvertreibsätzen — eine intensivere Schuberzeugung während einer verhältnismässig ausgedehnten Zeitspanne ermöglichen. Die bis heute bekannten Flugzeugraketen sowie die von der Artillerie verwendeten Raketen werden ausschliesslich durch feste Pulver angetrieben, und zwar grösstenteils durch die auf der Nitroglyzerinbasis beruhenden Ballistite und Kordite. Es ist jedoch auch bei diesen Arten, vor allem bei den schwereren Modellen, mit der Einführung des Flüssigkeitsantriebes zu rechnen.

3. Antriebsaggregat: In diesem Teil des Flugkörpers findet die Verbrennung des Treibmittels und damit die Umsetzung der darin aufgespeicherten chemischen Energie in Rückstossarbeit statt. Bei der Pulverrakete befinden sich die zur Verbrennung notwendigen Stoffe bereits im Brennraum, während bei der Flüssigkeitsrakete der flüssige Treibstoff durch Zuleitungen aus seinen Behältern in den Reaktionsraum gefördert wird. Durch die Verbrennung entsteht in der Brennkammer ein erhöhter Innendruck, der einerseits eine

Expansion und ein Ausströmen der Verbrennungsgase durch eine am rückwärtigen Ende der Rakete angebrachte Düse bewirkt, während er anderseits auf die gegenüberliegende Wandung drückt und so einen Schub in der gewünschten Flugrichtung ausübt. Die Rückstosskraft ist der Ausströmgeschwindigkeit der Brenngase, bzw. der Differenz zwischen Innen- und Aussendruck sowie der pro Zeiteinheit austretenden Gasmenge proportional. Es muss hier betont werden, dass der Gasstrahl sich nicht etwa auf die Luft abstützt, wie oft irrtümlicherweise vermutet wird. Da zudem der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff in der Treibladung der Rakete mitgeführt wird, ist eine Verwendung der Rakete sowohl im lufterfüllten als auch im luftleeren Raum oder sogar unter Wasser möglich.

4. *Steuervorrichtung:* Bei den Grossraketen umfasst diese Partie ein eigentliches Leitwerk mit beweglichen Rudern zur Lenkung des Geschosses nach Höhe und Seite. Einzelne Typen sind sogar noch mit Tragflügeln ausgerüstet, so dass man eher von unbemannten Flugzeugen als von Geschossen sprechen kann. Bei den Flugzeugraketen in ihrer heutigen Form reduziert sich das Steuerwerk auf am Heck angebrachte feste Leitflächen, denen einzig die Aufgabe zufällt, das Geschoss auf seiner Flugbahn zu stabilisieren, Pendelbewegungen abzudämpfen und es vor dem Ueberschlagen zu bewahren. Die gleiche Wirkung kann auch, wie bei den gewöhnlichen Geschossen, durch die Drallstabilisierung erreicht werden. In diesem Falle sind die Rückstossdüsen schief zur Raketenachse angeordnet und die ausströmenden Gase verursachen neben der Vorwärtsbewegung noch eine Drehung der Rakete um ihre eigene Achse. Einzelne Ausführungen sind auch bekannt, bei denen zur Erzeugung eines Dralles die Abschuss-Führungsschienen spiralförmig angeordnet sind. Flügelstabilisierte Raketen kommen vor allem dort zur Anwendung, wo dem Geschoss die Abgangsrichtung durch Leitschienen gegeben wird, während die Drallstabilisierung bei rohrförmigen Führungen konstruktive Vorteile bietet.

Charakteristisch für die Rakete ist, dass — abgesehen von der kleinen Blaswirkung der expandierenden Verbrennungsgase — praktisch kein Rückstoss auf das Abwurfgestell (Lanciergerät) wirkt. Der Rückimpuls irgendeines Geschosses ist proportional seiner Anfangsgeschwindigkeit und seiner Masse. Da aber die Anfangsgeschwindigkeit der Rakete beim Verlassen des Lanciergerätes klein ist, nimmt der Rückstoss nur einen minimalen Betrag an. Dieser Umstand hat, im Vergleich mit den «klassischen» Schusswaffen, den gewaltigen Vorteil, dass die Abschussgeräte sehr leicht und einfach gehalten werden können; in der Hauptsache werden sie ja nur durch das Gewicht der Rakete belastet. Amerikaner und Engländer verwendeten während des Krieges sogar Raketenabschussgeräte aus einer Papier-Pressmasse, die nach der Raketenauslösung ebenfalls abgeworfen wurden. Diese behelfsmässige Konstruktion genügte den an sie gestellten Festigkeitsanforderungen vollauf. Die ersten Lanciergeräte bestanden in der Hauptsache aus einem leichten Führungsrohr, bzw. einer Führungsschiene, deren einzige Aufgabe es war, dem Flugkörper die gewünschte Abgangsrichtung nach Seite und Höhe zu erteilen. Bei den heutigen Raketenrecken an den Flugzeugen ist man von diesen Führungseinrichtungen wieder abgekommen. Die Geschosse werden nur noch an zwei Stützen aufgehängt. Diese sogenannte Nullführung bestimmt mit Flugrichtung und Geschwindigkeit im Moment des Abschusses die Abflugrichtung der Rakete. Die Auslösung der Raketen durch den Piloten erfolgt in der Regel elektrisch.



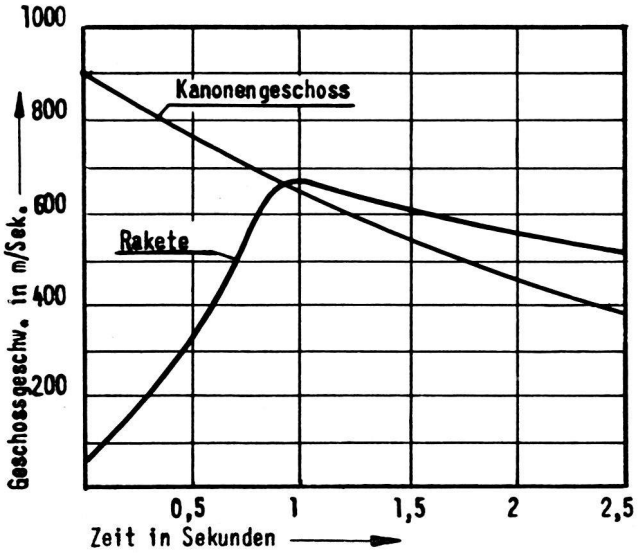
1 Zünder
2 Sprengladung
3 Bodenzünder
4 Treibladung
5 Ausströmdüse
6 Stabilisierungsflügel

Schematische Darstellung einer Pulverrakete, wie sie von der Artillerie und der Flugwaffe verwendet werden.

Nach dem Verlassen der Abschussrichtung beschleunigt sich die Rakete so lange, bis der Treibsatz angebrannt ist. In diesem Augenblick erreicht sie die höchste Geschwindigkeit auf ihrem Flugwege. Der erste Teil der Flugbahn, auf dem die Rakete einen Antrieb erfährt, wird als *aktive Flugbahn* bezeichnet. Die *passive Flugbahn* ist der Teil des Weges, den sie ohne Schub, wie ein normales Geschoss zurücklegt. Für die passive Flugbahn gelten die gleichen ballistischen Gesetze wie für die gewöhnlichen Kanonengeschosse. Der Verlauf der aktiven Schussbahn ist für die Präzision des Raketenschusses bestimmend. Die Strecke, auf der die Rakete vom Ruhezustand bis zu ihrer Höchstgeschwindigkeit beschleunigt wird, ist je nach dem Raketenmodell verschieden, aber in allen Fällen im Vergleich zu einem Geschützrohr sehr gross. Beim Verlassen des Wurfgestelles ist die Raketengeschwindigkeit noch sehr klein. Störungen durch aerodynamische Einflüsse usw. müssen sich daher zwangsläufig auf grössere Strecken sehr streuungssteigernd auswirken, da ja die Rakete nicht mehr geführt wird, bis sie ihre Höchstgeschwindigkeit erreicht hat.

3. Gegenüberstellung Flugzeugkanone—Rakete

Die Wechselwirkung zwischen der Entwicklung der Schusswaffen einerseits und der Verbesserung und Verstärkung der Panzerung für Flugzeuge und Besatzungen anderseits sowie der Einsatz der Flugzeuge gegen gepanzerte Bodenziele führten während des letzten Krieges zur Vergrösserung der Kaliber der



Geschwindigkeit-Zeit-Kurven für Raketen- und Kanonengeschoss (Mittelwerte).

Flugzeugkanonen bis auf 75 mm. Im weitern wurde durch Steigerung der Schussfolge und durch die Vermehrung der Anzahl Waffen das pro Zeiteinheit verfeuerte Munitionsgewicht erhöht. Durch diese Massnahmen gelang es wohl, die Waffenwirkung am Ziel zu erhöhen und stärkere Panzerungen zu durchdringen sowie — trotz den bei hohen Fluggeschwindigkeiten äusserst kurzen Angriffszeiten — dem Gegner einen starken Feuerhagel entgegenzuschleudern. Daneben war aber diese Entwicklung auch mit Nachteilen verbunden. Durch die Vergrösserung der Kaliber wuchs das Waffen- und Munitionsgewicht unverhältnismässig stark an, ebenfalls durch den Einbau von mehreren Waffen. Da zudem grössere Kanonen eine konstruktive Verstärkung der Flugzeuge erforderten — der Rückstoss nimmt nämlich bei mittleren und grösseren Kalibern solche Formen an, dass er nur durch besondere Verstärkungselemente abgefangen werden kann —, ergibt sich eine weitere Gewichtssteigerung, so dass diese Art von Waffen bei kleineren Flugzeugen gar nicht und bei grössern nur in der Einzahl eingebaut werden kann. Es schien, als ob die Flugzeugwaffen hauptsächlich gegen die stark gepanzerten Erdziele, aber auch gegen die immer besser geschützten Bomber den kürzern ziehen sollten.

Durch die Einführung der Rakete ist aber diese Entwicklung abgestoppt worden; die Flugwaffe verfügt in ihr, vor allem gegen Bodenziele, über ein äusserst wirkungsvolles und zerstörungskräftiges Kampfmittel. Die Hauptvorteile der Fluzeugrakete im Vergleich zur Kanone lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Beim Abschuss tritt kein Rückstoss auf das Flugzeug auf. Diese Tatsache ermöglicht die Lancierung selbst grosskalibriger Raketen ab kleinen und mittleren Flugzeugen, auf denen grosskalibrige Geschütze wegen der Rückstosskräfte nicht mehr in Frage kommen.

2. Infolge des beinahe verschwindenden Abschussschockes (die Rakete wird ja verhältnismässig langsam beschleunigt) wirkt während des Abschusses keine Stossbeanspruchung auf das Raketengeschoss ein. Eine Kanonengranate dagegen ist der hohen Anfangsbeschleunigung wegen einer grossen Schockbeanspruchung ausgesetzt und benötigt daher dicke Wandungen und Geschossböden, und ihr Sprengstoffanteil ist im Vergleich zum Gesamtgeschossgewicht gering. Beim Raketenprojektil sind nur dünne Wandungen notwendig. Hauptsächlich bei Minenraketen, die in erster Linie durch ihre Sprengladung wirken, ist dies von grosser Wichtigkeit, da das tote Gewicht des Geschossmantels niedrig gehalten werden kann. Die Raketen lassen sich also besser der gewünschten Wirkung im Ziel anpassen als Geschützgranaten.

3. Bei der Kanone liegt das Hauptgewicht in der Waffe selbst, in Rohr, Verschluss und Lafette; bei der Rakete kann es infolge der vereinfachten und deshalb leichten Lanciervorrichtung in den Gefechtskopf, also in den wirksamen Teil des Gerätes verlegt werden.

4. Die Abschussvorrichtung der Rakete ist ihrer Einfachheit wegen weniger störempfindlich als der Mechanismus einer Kanone. Die Flugzeug-Maschinenkanonen sind im allgemeinen kompliziert und deshalb stark störanfällig. Ausserdem verlangt die Herstellung der Kanone einen grossen Arbeits- und Zeitaufwand.

5. Raketen lassen sich wahlweise einzeln oder als Salve verschiessen. Ihre momentane Feuerdichte beim Salvenschuss beträgt ein Vielfaches derjenigen der Flugzeugschusswaffen. Die Wirkung einer Rakete von 30 kg Gefechtskopf lässt sich etwa mit der eines 12-cm-Geschosses vergleichen; eine Salve von zwölf Raketen hat daher den gleichen Effekt wie die einer 12-cm-Artillerieabteilung.

6. Infolge der längern Antriebszeit der Rakete ist ihre Auftreffgeschwindigkeit an einem in mittlerer Entfernung liegenden Ziele annähernd so gross wie die eines Kanonengeschosses. Da der Raketengefechtskopf aber bedeutend schwerer ist als eine Flugzeuggranate, ist die Aufschlagenergie einer Rakete am Ziel erheblich grösser als die eines Kanonengeschosses. Speziell bei Vollmunition zur Bekämpfung gepanzerter Ziele ist die Aufschlagenergie für die Wirkung massgebend.

7. Es besteht die Möglichkeit, Raketen verschiedener Kaliber und Gewichte aus demselben Abschussgerät zu verschiessen. Bei der Kanone ist das wahlweise Verschiessen verschieden grosser Kaliber aus

dem gleichen Rohr nicht möglich. Bei der heute üblichen Aufhängung der Flugzeugraketen an zwei Punkten (Null-Schiene) können sowohl Kaliber, Länge und Gewicht der Rakete gut variiert werden, ohne dass an der Abschussvorrichtung grosse Aenderungen vorgenommen werden müssen. So können beispielsweise mit dem gleichen Antriebsteil Gefechtsköpfe von 75 bis 150 mm Durchmesser verschossen werden.

Als Nachteile der Rakete sind zu nennen:

1. Die geringe Präzision im Vergleich mit dem Kanonengeschoss. Dafür sind mehrere Faktoren verantwortlich:

Die kleine Abgangsgeschwindigkeit beim Verlassen des Flugzeuges.

Die verhältnismässig lange Flugzeit auf irgendeine praktische Schussweise. Vorhaltedistanzen infolge Ziel- und Windgeschwindigkeiten müssen grösser gewählt werden als bei dem nur eine kurze Flugzeit aufweisenden Kanonengeschoss.

Die längere Flugzeit lässt die Erdanziehung während einer grösseren Zeitspanne auf die Rakete einwirken, und die Flugbahn nimmt deshalb eine stärker gekrümmte Form an als bei der Kanone.

Die Brenndauer der Treibladung und damit Grösse und Dauer der Schuberzeugung sind in grossem Masse von der Temperatur des Treibsatzes abhängig. Von — 20 ° C auf + 50 ° C sinkt die Brennzeit auf rund die Hälfte ab. Die Fabrikation und Einlaborierung gleichmässig brennender Raketen-Treibpulver bietet grosse Schwierigkeiten. Die Treffgenauigkeit der Rakete liegt ungefähr zwischen derjenigen von Kanone und Bombe.

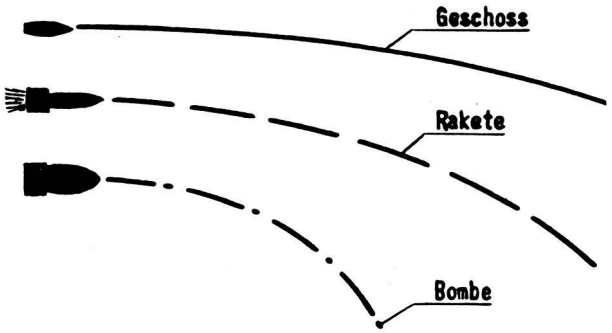
2. Für einmal abgeschossene Raketen ist während des Fluges keine Nachlademöglichkeit vorhanden; das Flugzeug ist ausgeschossen. Bei der Kanone besteht je nach dem mitzuführenden Munitionsgewicht die Möglichkeit, mehrere Male nachzuladen.

3. Lagerung und Behandlung der Raketengeschosse sind sehr heikel. Extreme Temperaturen wirken auf die Treibladung zersetzend ein und haben eine Veränderung des für den Zielvorgang angenommenen Normalschubes zur Folge. Ebenfalls ist bei unsorgfältiger Lagerung und Handhabung der Rakete die Gefahr der Selbstentzündung gross.

4. Verwendung und Einsatz der Flugzeugraketen

Kurz zusammengefasst, liegen die Hauptvorzüge der Flugzeugraketen in ihrer sehr grossen momentanen Feuerdichte sowie in der die Kanonenmunition um ein weites übertreffenden Spreng- und Panzerwirkung. Als Nachteil dagegen ist die grössere Streuung anzuführen, welche beim Schiessen auf rasch sich bewegende Ziele, insbesondere auf Flugzeuge, die Präzision stark beeinträchtigt.

In ihrer heutigen Entwicklungsform ist deshalb die Rakete eine der Hauptwaffen für den Einsatz in den Erdkampf und gegen Schiffe. Sie findet ihre Anwendung im Rahmen der taktischen Luftstreitkräfte für Angriffe gegen solche Bodenziele, die entweder mit Bordkanonen wegen ungenügender Wirkung oder mit Bomben wegen mangelnder Treffgenauigkeit nicht zerstört werden können. Derartige Angriffsobjekte sind in der Hauptsache Panzer, Feldbefestigungen, Radar- und Funkstationen, wichtige kleine Gebäude, Geschützstellungen, Behelfsbrücken, Eisenbahnzüge, Einzelfahrzeuge und Kolonnen usw.

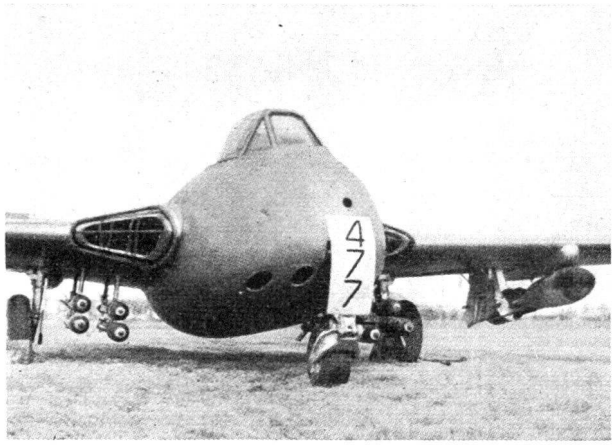


Vergleich der Flugbahnen zwischen Kanonengeschoss, Bombe und Rakete.

Aus den letzten Kriegsjahren sind genügend Berichte beider Kampfparteien vorhanden, die die Zweckmässigkeit des Raketeneinsatzes im Erdkampf beleuchten. Diesen Schilderungen ist zu entnehmen, dass der Flugzeugrakete vor allem als Panzerabwehrwaffe eine ausserordentlich grosse Bedeutung zuzusprechen ist. Raketenbestückte Fleugzeuge stellen für die Panzer jeder Grösse zurzeit wohl die gefährlichsten Gegner dar. Es sei beispielsweise auf die Erfolge der raketenfeuernden Typhoon- und Thunderbolt-Flugzeuge hingewiesen, die während der Invasion und den anschliessenden Kämpfen auf dem westeuropäischen Kriegsschauplatz in Einzel- und Formationsangriffen die deutschen Panzerkampfwagen vernichteten und ihre Angriffe abschlugen. Dabei wurde hauptsächlich die englische 60-Pfund (= 27 kg)-Rakete, eine kombinierte Panzer- und Sprenggranate, verwendet. An der Ostfront verfügten die russischen Schlachtflieger schon bei Kriegsausbruch über Bordraketen der Kaliber 82 und 132 mm für den Erdkampfeinsatz. Anfänglich verwendeten sie Geschosse mit Splitterwirkung gegen lebende Ziele; im Laufe der Kämpfe gingen sie dann zu Panzergeschossen der gleichen Kaliber über, mit denen sie den deutschen «Tiger»- und «Panther»-Tanks zu Leibe rückten.

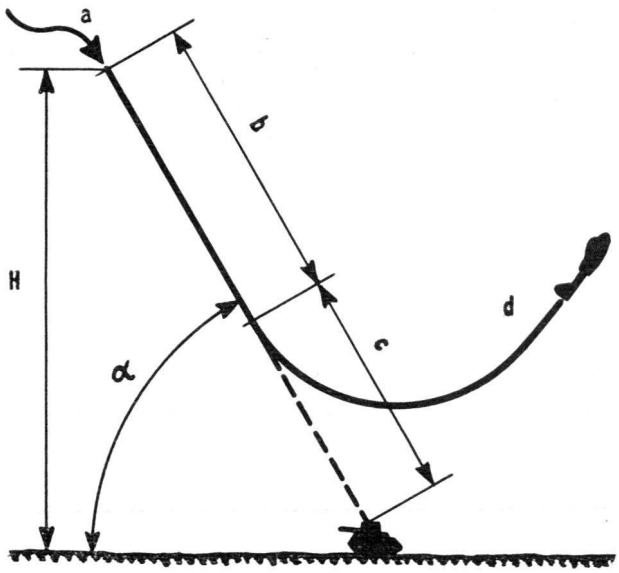
Die Deutschen griffen im Jahre 1944 ebenfalls auf die Rakete als Panzerabwehrgerät. Ihre als Tankjäger eingesetzten Focke-Wulf-190 trugen bis zu 24 Panzerblitzgeschosse unter den Tragflächen. Diese Rakete mass im Durchmesser 6 cm und war als Hohlladungsgranate ausgebildet. Dadurch ergab sich trotz der verhältnismässig geringen Maximalgeschwindigkeit, die inkl. Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges nur zwischen 400 und 450 m/s betrug, eine äusserst wirkungsvolle Panzerleistung.

Als Raketenträger werden heute ein- bis zweimotorige Jagd- und Erdangriffsflugzeuge verwendet, die je nach der weitern Zuladung und der Grösse der Raketen 6 bis 32 Geschosse mitführen können. Die Entfernung zwischen Flugzeug und Ziel beim Auslösen der Rakete liegt zwischen 300 und 1000 m. Die grösste Zerstörungswirkung ist zu erwarten, wenn



Raketenbestücktes Düsenflugzeug De Havilland «Vampire». Ausser den acht 27-kg-Raketengeschossen trägt der «Vampire» zwei Bomben zu 225 kg und vier 20-mm-Maschinenkanonen.

die Schussdistanz gerade den Betrag des zurückgelegten Weges bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit des Raketengeschosses annimmt. Die kinetische Energie der Rakete ist in diesem Augenblick am grössten und verspricht demzufolge bei Panzer- und Halbpanzergeschossen die maximale



Schematische Darstellung eines Flugzeug-Raketenangriffes auf ein Erdziel.

a = Suchen des Zieles, Erkennen und Bereitstellen.
b = Zielen, Auslösen der Raketen.
c = Schussentfernung, 300—800 m.
d = Wegflug.
H = Ausgangshöhe, 200—1000 m.
α = Stechwinkel, 15°—70°.

Durchschlagskraft. Bei den heutigen Raketen liegt diese günstigste Schussweite im Mittel bei ca. 600 m. Der Zielanflug und die Auslösung erfolgt im flachen bis steilen Stechflug und hängt von der Lage und Form des anzugreifenden Objektes sowie von den topographischen Verhältnissen ab. Die grösste Wirkung tritt ein, wenn die Rakete senkrecht zur Zielfläche auftrifft; bei flachen Winkeln besteht die Gefahr von Ricochets.

Trotzdem die Bekämpfung von Flugzeugen mit Bordraketen infolge ihrer langen Flugzeit keine gute Treffererwartung verspricht, hatten die Deutschen im Jahre 1943 diese damals noch unbekannte Waffe gegen amerikanische Bomberverbände eingesetzt. Bei den ersten und überraschenden Einsätzen konnten die raketenschiessenden Flugzeuge ziemliche Abschusserfolge verzeichnen. Die deutschen Abwehrraketen hatten ein Kaliber von 21 cm und führten 10 kg Sprengstoff und eine Splittermenge von annähernd 40 kg mit sich. Sie wurden in Jagd- und Zerstörerflugzeugen der Typen FW 190, Me 110, Ju 88 und Do 217 unter den Tragflächen mitgeführt und aus Leitrohren salvenweise im sogenannten «Schrotschuss» aus 1000 bis 2000 m Entfernung auf die feindlichen Formationen abgeschossen. Zur Störung und Verwirrung der Bomberstaffeln und ihrer Begleitjäger schossen die deutschen Jäger auch Nebelraketen zwischen die feindlichen Flugzeuge hinein. Trotz der anfänglich günstigen Abschussergebnisse mit diesen Luftkampfraketen sind die Deutschen später wieder davon abgekommen; wegen der grossen Schussweiten und der daraus sich ergebenden langen Flugzeiten konnten die angegriffenen Verbände den daherfliegenden Raketengeschossen ausweichen. Ferner war die Treffgenauigkeit infolge der schlechten ballistischen Eigenschaften der Raketen und des primitiven Zielvorganges nur ungenügend. Wie die Alliierten setzten die Deutschen in den letzten Kriegsjahren die Raketen nur noch im Erdkampf ein.

Gegen Kriegsende wurde in Deutschland an einem Raketenabschuss-Automat gearbeitet, der eine grössere Treffererwartung als die bisherigen Raketenabschussgeräte gewährleisten sollte. Allerdings gelangte er bei der Truppe nicht mehr zum Einsatz. Bei diesem automatischen Raketengeschütz liessen sich die Geschosse auf ähnliche Weise wie bei den automatischen Kanonen in kurzen Intervallen nacheinander verschiessen. Die Raketen wurden im Flügelinnern gelagert und die Schubkraft des weggehenden Projektils förderte das nachfolgende zur Abschußstelle. Pro Flügel sollen bis zu 25 Raketen mitgeführt worden sein. Die Feuergeschwindigkeit betrug ca. 8 Schuss/s. Heute haben die Amerikaner diese Idee wieder aufgegriffen und, anknüpfend an die deutsche Konstruktion, ein automatisches Raketenabschussgerät entwickelt und bereits einzelne Flugzeuge damit ausgerüstet.

Ausser diesem Raketenautomat haben die Amerikaner noch weitere Raketengeräte für den Einsatz gegen Flugzeuge in Erprobung. Zurzeit führen sie Versuche mit einem B-36-Bombardierungsflugzeug

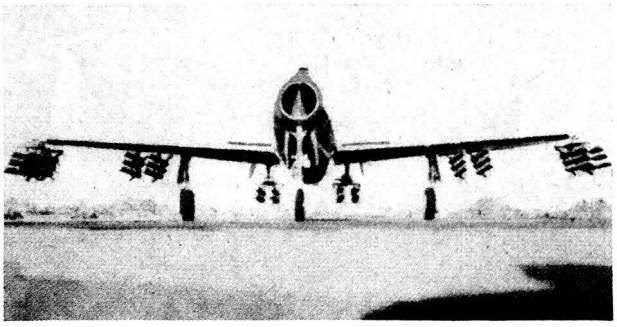
durch, das als Abwehrbewaffnung in sechs Drehkanzeln je ein Zwillingsabschussgerät eingebaut hat. Als Geschoss wird das Raketenmodell Hughes XM-904 verwendet, das bei einem Totalgewicht von 35 kg einen Gefechtskopf von 4,5 kg aufweist und mit Pulverantrieb eine Endgeschwindigkeit von 750 m/s erreichen kann, also annähernd an die Mündungsgeschwindigkeit der modernen Flugzeugkanonen herankommt. Für grössere Schussweiten über 1000 m sind die Flugzeiten der Kanonengeschosse nicht mehr viel günstiger als die der XM-904-Rakete.

Eine weitere Steigerung der Treffsicherheit gegen fliegende Ziele lässt sich entweder mit vom Mutterflugzeug aus ferngelenkten oder dann mit sich selbst ins Ziel steuernden Raketen erreichen. Im ersteren Falle besteht der Zielvorgang darin, dass vom Flugzeug aus funktechnisch die Flugbahnen von Geschoss und Ziel in Uebereinstimmung gebracht werden, während beim selbstzielsuchenden Gerät das Geschoss durch optische, akustische, funktechnische oder thermische Effekte sozusagen vom Ziel angezogen wird. Beide Arten lassen sich auch kombinieren. Gewöhnlich sind diese gelenkten Geschosse zudem noch mit Annäherungszündern ausgestattet, die in einer gewissen — den Wirkungsbereich des Geschosses nicht übersteigenden — Entfernung vom Ziel zur Detonation gebracht werden. Die Auslösung der Annäherungszünder kann auf photoelektrischem Wege oder durch Wärme- und Radarstrahlen usw. erfolgen. Als Luftkampfwaffen werden die gelenkten Raketengeschosse wohl zukünftig ziemlich bedeutungsvoll werden. Durch die stets zunehmende Geschwindigkeit der modernen Jagdflugzeuge wachsen auch die Schussdistanzen im Luftkampf an. Damit sinkt aber automatisch die Treffgenauigkeit der Waffen. Dieser Nachteil tritt bei den gelenkten Geschossen nicht auf, da bei diesen Geräten auch bei grössern Entfernungen das Geschoss immer wieder nachgerichtet werden kann.

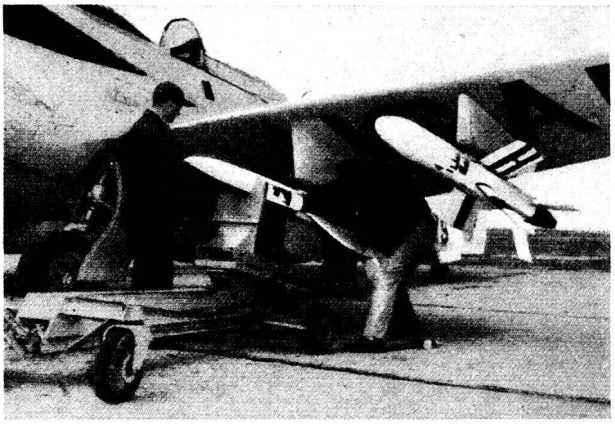
Eine auf dem Fernsteuerungsprinzip beruhende und mit Annäherungszünder ausgerüstete Bordrakete für die Bewaffnung von Jagdflugzeugen ist das Muster «Firebird» der Ryan-Flugzeugwerke. Diese Geräte lassen sich auch für die Nachtjagd und bei schlechter Witterung verwenden, da ihr Einsatz unabhängig von der Sichtverbindung zwischen Raketenträger und Ziel ist. So ist beispielsweise die als Nacht- und Allwetterjagdflugzeug mit Radarausrüstung versehene Version des North American F 82 «Twin-Mustang» für die Aufnahme von vier «Firebird»-Raketen von je ca. 100 kg vorgesehen. Angaben über die maximale Geschwindigkeit und die praktische Schussweite dieser Geschosse sind von den Amerikanern noch nicht veröffentlicht worden.

5. Schlussbemerkungen

Aus dem Dargelegten mag hervorgehen, dass die Verwendung der Flugzeugrakete als Flugzeugwaffe sich in einem Zustand fortwährender Entwicklung befindet. So wird heute vor allem an der Weiterentwicklung der Rakete für den Einsatz gegen Luftziele gearbeitet. Kürzere Flugzeiten, regelmässig abbrennende Treibsätze, Steuerung längs der Flugbahn sind alles Faktoren, die in dieser Richtung tendieren. Aber auch als Erdkampfwaffe ist die Rakete noch nicht am



Das USA-Düsenflugzeug F-84 «Thunderjet» verfügt für den Erdkampfeinsatz über folgende Bewaffnung: 32 Raketen vom Kaliber 12,7 cm, Gewicht ca. 40 kg und 6 Maschinengewehre zu 12,7 mm.



Aufhängung der Ryan «Firebird»-Raketen am F-82 «Twin-Mustang». Diese Geschosse lassen sich auf ihrer ganzen Flugbahn vom Mutterflugzeug aus fernsteuern.

Schlusspunkt ihres Werdeganges angelangt. Hier wird versucht, eine Steigerung der Wirkung auf grössere und stark gepanzerte Objekte zu erreichen. Durch schwerere Raketen (heute gibt es schon Raketen von 500 kg), und durch Vergrösserung der Fluggeschwindigkeit und damit der Auftreffenergie sucht man dieses Ziel zu erreichen.