

Zeitschrift: Allgemeine schweizerische Militärzeitung = Journal militaire suisse =
Gazetta militare svizzera

Band: 91=111 (1945)

Heft: 12

Artikel: Raketen

Autor: Kradolfer, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-19617>

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: 01.05.2026

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

schaftlicher und militärischer Art, welche die Atomzertrümmerung gebracht hat, auf grosszügiger Basis zu studieren, bevor wir uns in ein unabwendbares Schicksal fügen.

Zum mindesten aber erscheint verfrüht, jetzt schon daran zu glauben, dass die Atombombe die Menschen zum ewigen Frieden zwingen werde, wenn wir auch als kleine, friedliche Nation in unserem Interesse und im Interesse der Menschheit hoffen, dass schliesslich die Vernunft die Menschheit vor der Selbstvernichtung bewahren und zur Erkenntnis führen werde, dass der Wettbewerb der Nationen auch mit friedlichen Mitteln noch genug Spielraum für Tatkraft, Unternehmungslust und sogar Genialität des Einzelnen bieten könnte. Deshalb erscheint es angezeigt, noch nicht an die Abschaffung unserer Armee zu denken, sondern im Gegenteil an deren *Umgestaltung auf Grund der Erfahrung und in der Voraussicht der kommenden militärischen Möglichkeiten und Formen*. Auf jeden Fall ist ein Krieg der Zukunft ein *Krieg der Ingenieure und Physiker*, weshalb unsere Armee einen Umbau erfordern sollte, vielleicht *radikaler* Art und ohne Rücksicht auf liebgewordene politische und regionale Traditionen.

Raketen

Von Oberst A. Kradolfer, Muri-Bern

1. Geschichtliche Entwicklung

Die ersten Raketen sollen schon im 13. Jahrhundert von Chinesen gegen Mongolen und dann im 18. Jahrhundert von den Indern im Kampf gegen die Engländer verwendet worden sein. Darauf wurden in den Jahren 1850—1870 in England, Frankreich, in Oesterreich und auch in der Schweiz Raketen bei der Artillerie eingeführt. Es handelte sich um Raketen für Schussdistanzen von bis ca. 3000 m. Für die Treibladung dieser Raketen wurde Schwarzpulver mit Beimengungen von Phlegmatisierungsmitteln verwendet. Durch die Einführung der rauchlosen Pulver bei den Geschützen ist dann ein Unterbruch in der Raketenentwicklung entstanden, und erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden die Raketenprobleme, zum Teil unter Verwendung rauchloser Pulver, wieder aufgenommen.

Soweit wir heute orientiert sind, wurden Raketen für Artillerieaufgaben im zweiten Weltkrieg erstmals im Sommer 1941 an der Ostfront verwendet, von den Deutschen aus einem 6fach-Wurfgerät Kaliber 15 cm und von den Russen aus der Katjuschka (Stalinorgel), einem 60fachen Wurfgerät mit 40 Gleitbahnen für 8-cm-Raketen. Kurze Zeit später verwendeten auch die Amerikaner und die Engländer Raketen-Geräte.

2. Konstruktion und Aufbau

Bei der Artillerie wird das Geschoss aus dickwandigen schweren Rohren mit kurzem Beschleunigungsweg abgeschossen, wobei das Rohr den Druck der expandierenden Gase und das Geschütz die gesamte Rückstossenergie aufnehmen muss. Bei der Rakete wird an Stelle des Geschützes nur eine Führung (Rohr- oder Gleitbahn) benötigt, die den geringen Beanspruchungen entsprechend sehr leicht gebaut werden kann. Die Rakete wird durch die Reaktion von in einer Verbrennungskammer entwickelten und mit grosser Geschwindigkeit durch eine Düse austretenden Gase beschleunigt. Die Funktion beruht auf dem Reaktionsprinzip nach dem physikalischen Gesetz des Impulses. Betrachten wir den Vorgang beim Abschuss als System, so bleibt der Schwerpunkt dieses Systems vor und beim Abschuss am gleichen Ort.

Ist M_1 die Masse der Rakete ohne die Treibladung und

v_1 die dieser Masse erteilte Geschwindigkeit

M_2 die Masse der aus der Verbrennungskammer austretenden Verbrennungsgase

V_2 die Austrittsgeschwindigkeit dieser Gase,

so ist die Bewegungsgrösse

$$M_1 \cdot v_1 = M_2 \cdot v_2 \quad v_1 = v_2 \frac{M_2}{M_1}$$

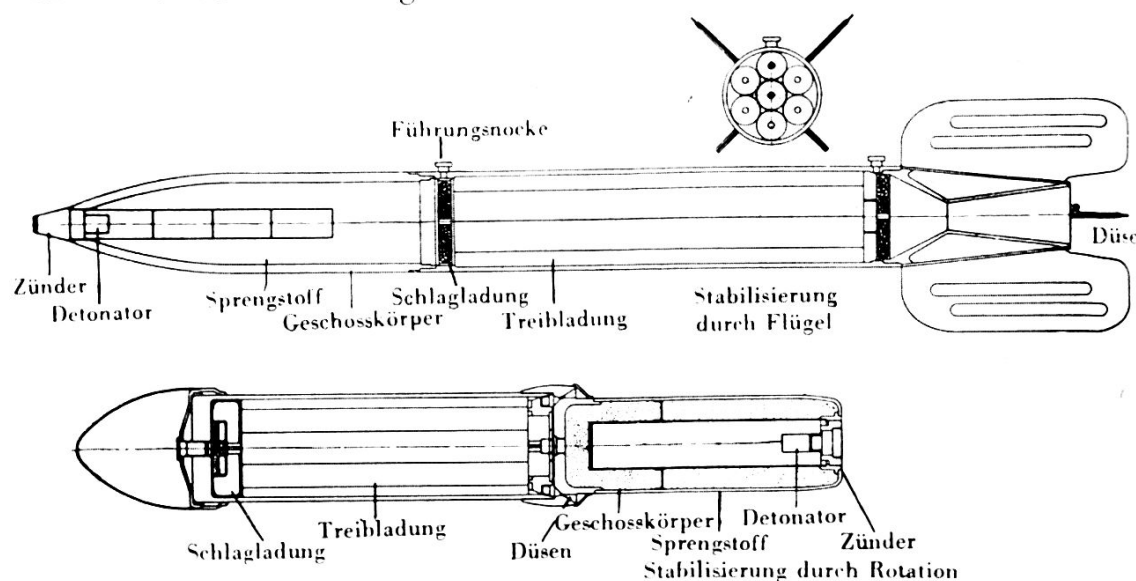
Die angegebene Geschwindigkeitsformel erfährt Korrekturen, weil während des Verbrennungsvorgangs auch der noch nicht verbrannte Treibstoff mitbeschleunigt werden muss und weil die Gasaustrittsgeschwindigkeit variiert. Genauer gilt:

$$v_1 = v_2 \cdot \ln \left(\frac{M_1 + M_2}{M_1} \right)$$

was besonders bei höheren Geschwindigkeiten stark von der vereinfachten Form abweicht.

Der der Rakete erteilte Impuls ist $P \cdot t = M \cdot v$. Hierhin bedeutet P die Kraft, mit der die Rakete angetrieben wird, und t die Zeit, während der diese Kraft wirkt. In Wirklichkeit sind die Verhältnisse etwas komplizierter, indem die Antriebskraft nicht konstant ist.

Den konstruktiven Aufbau eines Raketengeschosses zeigt die nachstehende Zeichnung:



Das Geschoss ist ähnlich dem Artillerie-Geschoss, es kann dünnwandiger als ein Artillerie-Geschoss ausgeführt werden, da die Beanspruchung beim Beschleunigungsstoss geringer ist. Es können deshalb auch Geschosse mit brisanterem Sprengstoff zur Anwendung kommen, selbstverständlich auch spezielle Geschosse wie Brandgeschosse und Hohlladungsgeschosse mit gerichteter Sprengwirkung.

Der Zünder ist ebenfalls ähnlich demjenigen für Artillerie-Geschosse. In erster Linie kommt ein Aufschlagzünder in Betracht, aber es können prinzipiell auch Verzögerungs- oder Zeitzünder zur Anwendung kommen. Die konstruktive Ausführung muss naturgemäss den speziellen Anforderungen angepasst werden.

Der Raketenantrieb: Die Treibladung wird in einer Verbrennungskammer untergebracht. Je nach verlangten Anfangsgeschwindigkeiten resp. Schussdistanz und dem Raketengewicht wird sie grösser oder kleiner bemessen. Für Raketengeschosse, wie sie für Artillerie-Zwecke und Flugzeugbewaffnung in Betracht kommen,

werden, soweit heute bekannt ist, Pulver in der Art des für Schussladungen verwendeten angefertigt. Flüssige Treibstoffe kommen wegen den dafür nötigen wesentlich komplizierteren Ausführungen für Raketen, wie die hier behandelten, nicht in Betracht.

Diese Pulver-Treibladung wird beim Abschuss gezündet, und die Verbrennungsgase strömen mit grosser Geschwindigkeit durch eine oder mehrere Austrittsdüsen ins Freie wobei die Rakete in der Gegenrichtung beschleunigt wird.

Damit das Geschoss auf seiner Flugbahn richtig fliegt, muss es *stabilisiert* werden. Dies kann auf zwei Arten geschehen: entweder durch Stabilisierungsflächen oder durch Rotation. Die Wahl dieser Stabilisierung wird in der Hauptsache von den konstruktiven Möglichkeiten abhängig sein. Wo feste Flügel stören, kommen Klappflügel oder Rotation in Betracht. Bei der Stabilisierung mit Rotation, also durch Kreiselwirkung, wird ein Teil der von der Treibladung herrührenden Energie für die Erlangung der nötigen Rotations-Energie benötigt.

3. *Abschussgeräte*

Als Abschussgerät oder Raketengeschütz ist eigentlich nur eine Führung des Raketengeschosses nötig, um diesem die gewünschte Abschussrichtung, d. h. Seite und Elevation, zu geben. Das Abschussgerät braucht weder die Rückstossarbeit noch den Gasdruck der abbrennenden Pulverladung aufzunehmen und kann deshalb einfach und relativ leicht konstruiert werden. Die Führungslänge, die das Raketengeschoss braucht, kann je nach den Anforderungen an Präzision und gewählter Abbrenngeschwindigkeit des Treibsatzes länger oder kürzer gewählt werden. Im Moment, wo das Raketengeschoss die Führung verlässt, muss es aber bereits eine gewisse Minimalgeschwindigkeit und damit eine minimale Bewegungsenergie aufweisen, um die vorgesehene Abschussrichtung besser einhalten zu können. Ausser den Einrichtungen für Seitenrichtung und Elevation muss das Raketengerät noch die Zündung der Raketen-Treibladung und eine Haltevorrichtung des Geschosses enthalten. Die Zündung der Rakete kann prinzipiell mechanisch oder elektrisch erfolgen. Unseres Wissens wird meist elektrische Zündung verwendet, weil die Bedienung beim Abschuss sich nicht ungedeckt in unmittelbarer Nähe befinden kann. Die aus der Rakete austretenden brennenden Gase erzeugen einen mehrere Meter langen Feuerschweif und beträchtlichen Lärm, so dass die Bedienungsmannschaft entweder geschützt werden oder sich in

Sicherheit begeben muss. Unmittelbar hinter der Raketenführung müssen die brennenden Gase frei austreten können, damit der Flug der Rakete nicht gestört wird.

Prinzipiell kann auch ein *kombiniertes* Abschussgerät zur Verwendung kommen, wobei ein Raketengeschoss aus einem Geschütz in der bisherigen Art abgeschossen wird und die Raketen-Treibladung erst, nachdem das Geschoss das Rohr verlassen hat, zum Abbrennen kommt. Mit einem solchen Gerät ergibt sich die Möglichkeit, grössere Anfangsgeschwindigkeiten zu verwirklichen und die Präzision des Geschosses zu verbessern, vorausgesetzt, dass der Einsatz der Raketen-Treibladung mit der nötigen Regelmässigkeit erreicht wird.

Die bei den ausländischen Armeen verwendeten Abschussgeräte sind sehr verschiedener Art. Zum Beispiel werden

6 und mehr Rohre in einem Bündel zusammengefasst auf Zweiradlafette (als Anhänger) verwendet;

1 und mehrere Rohrreihen in schwenk- und drehbaren Rahmen auf gewöhnlichen Camions, auf Geländewagen oder auf Tanks montiert;

1 oder mehrreihige Gleitschienen auf verschiedensten Fahrzeugen montiert, und es werden sogar die Transportbehälter von Raketen als Abschussgestelle verwendet, indem diese Behälter am Boden entsprechend aufgestellt oder an Fahrzeugen angehängt werden.

4. Wirkungen

Die Einzelschusswirkung der Raketengeschosse ist, wie an Hand des Aufbaues dieser Geschosse verständlich ist, nicht grösser als beim Artillerie-Geschoss. Es ist aber eine gewisse Steigerung der Detonations-Wirkung am Einschlagort auf Kosten der Splitterwirkung möglich, wenn dünnwandige Geschosse, die mehr Sprengstoff enthalten, gebaut werden. Auch durch Verwendung brisanterer Sprengstoffe ist eine Steigerung der örtlichen Wirkung möglich. Diesbezügliche Versuche haben aber gezeigt, dass durch brisantere Sprengstoffe die in Kauf zu nehmenden Nachteile, die in der geringeren Handhabungssicherheit liegen, kaum zu überwiegen vermögen.

Ausländische Meldungen über wesentlich grössere Wirkungen der Raketengeschosse, sofern sie sich auf Geschosse der hier besprochenen Art beziehen, dürften in das Gebiet des Nervenkrieges zu verweisen sein.

5. Probleme

Die Probleme, die sich bei der Projektierung und Verwirklichung von Raketenwaffen ergeben, sind zur Hauptsache folgende:

Innerballistisch:

Die grösste Schwierigkeit bereitet die Regelung des Verbrennungsvorganges, der in bestimmten Grenzen gehalten werden muss, wobei der Abbrenndruck verhältnismässig tief gehalten werden sollte.

Weitere Probleme liegen in:

der Entwicklung neuer Pulvertypen für die Treibladung,
der Isolierung gewisser Konstruktionsteile gegen Wärmeauswirkungen,
der Gestaltung der Düsen.

Die ausserballistischen Probleme liegen in:

der Stabilisierung der Geschosse,
der Reduktion der Streuung der Geschosse, und es sind konstruktiv diverse Neugestaltungen nötig und Erfahrungen zu sammeln.

Probleme *besonderer* Art dürften hier aber kaum unerwartete Hemmungen ergeben. Bei der Konstruktion muss in erster Linie auf möglichst geringes Gewicht tendiert werden, da das Raketengeschoss, wie später noch gezeigt wird, wesentlich schwerer wird als die aus Geschützen zu verschiessenden Geschosse gleicher Kaliber.

6. Anforderungen

Die einen sehen den Vorteil der Raketen in der Verwirklichung grösster Anfangsgeschwindigkeiten und Schussdistanzen, die andern im geringen Gewicht des Abschussgerätes. Bis noch vor kurzem, d. h. bis zum Bekanntwerden der deutschen und russischen auf kurze Distanz feuernden Raketen hat man allgemein unter Raketen in erster Linie an grössere Schussdistanzen gedacht, was für uns kaum in Betracht kommt.

Die Erreichung grosser Schussdistanzen ist zweifellos möglich, bisher ist aber meines Wissens im Ausland noch nirgends eine Raketenwaffe verwirklicht worden, die bei grossen Schussdistanzen für artilleristische Zwecke tragbare Streuungen aufwies.

Für uns dürfte die Erreichung grosser Schussdistanzen mit den heute in Kauf zu nehmenden Streuungen kaum Interesse bieten. Interesse bietet aber zweifellos die Möglichkeit, ein leichtes, sehr bewegliches Geschütz zu erhalten, mit dem auf kurze bis mittlere Distanzen überraschende, sehr intensive Flächenfeuer abgegeben werden können. Für solche Feuer, für die keine grosse Präzision nötig ist, eignet sich das Raketengerät sehr gut.

7. Vor- und Nachteile der Raketen

Vorteile:

Geringes Geschützgewicht, deshalb für beschränkte Aktion mit kleinen Schusszahlen, geringes Transportgewicht.

Grosse Beweglichkeit des Geschützes.

Rasche Einsatzmöglichkeit.

Keine grossen *Einzellasten*.

Weniger Bedienungsmannschaft (für gleiche Schusszahl) als bei der Artillerie.

Verwendungsmöglichkeit von schockempfindlichen, aber brisanteren Sprengstoffen, sofern die Beschussicherheit keine ausschlaggebende Rolle spielt.

Abgabe eines sehr dichten Flächenfeuers mit verhältnismässig wenig Abschussgeräten in kürzester Zeit.

Nachteile:

Für mittlere und grosse Schusszahlen grösseres totales Transportgewicht als bei der Artillerie, da das einzelne Geschoss ca. 2mal schwerer ist als ein normales Artillerie-Geschoss gleichen Kalibers.

Geringere Präzision als beim Schiessen der Artillerie.

Wesentlich grössere Kostenaufwendungen, da die Gesamtkosten ja in erster Linie durch die verhältnismässig grossen Schusszahlen pro Rohr und nicht durch die Geschütze verursacht werden. Ein Raketengeschoss wird ca. 2mal teurer als ein gleichkalibriges Artillerie-Geschoss.

Wesentlich grösserer Pulverbedarf, was bei den für uns in Betracht kommenden Beschaffungsverhältnissen für Rohmaterial

eine Rolle spielt. Die Ausnützung des Pulvers der Treibladung ist, bei initiierten Raketen-Geschwindigkeiten bis gegen 1000 m/s, in der Rakete besonders bei kleinen Geschwindigkeiten ganz bedeutend schlechter als in den Geschützen.

8. Verwendung auf Flugzeugen, für Flab- und für Zielraketen

Für die *Flugzeugbewaffnung* werden heute grössere Kaliber hauptsächlich für das Eingreifen in den Erdkampf, dann aber auch für den Luftkampf selbst angefordert.

Der Einbau grösserer Geschütze stösst aber aus Platzgründen und auch wegen dem Rückstoss dieser Waffen auf Schwierigkeiten. Es werden deshalb im Ausland für die Flugzeugbewaffnung neuerdings auch Raketengeschosse verwendet, und zwar je nach Zweck solche mit grösserem Kaliber und bescheidener Anfangsgeschwindigkeit oder solche mit mittlerem Kaliber und möglichst grosser Anfangsgeschwindigkeit. Natürlich ist hier die Zahl der pro Flugzeug mitzuführenden Geschosse sehr beschränkt. Aber es können doch grosse Einzelschusswirkungen erreicht werden.

Als Abschussgerät werden Gleitschienen oder dünnwandige leichte Rohre verwendet, letztere werden zum Teil nach dem Abschuss der Rakete abgeworfen. Bei diesen Geräten muss wegen den sich beim Fliegen ergebenden Beschleunigungs- resp. Verzögerungsverhältnissen der Befestigung der Geschosse besondere Sorgfalt gewidmet werden.

In England sind auch Raketengeräte für den *Flab-Beschuss* gebaut worden, für deren Ausführung wahrscheinlich die grosse erreichbare Anfangsgeschwindigkeit ausschlaggebend war. Für den direkten Beschuss sind diese Geräte weniger geeignet als für das Schiessen von Feuersperren. Die ausländischen Erfahrungen mit solchen Geräten sollen aber nicht ermutigend ausgefallen sein.

Eine weitere Anwendung der Raketen finden wir in *Zielraketen* für Uebungen des Flab-Schiessens. Es werden ab Führungsbahnen Raketen mit grossen Stabilisierungsflächen, die gleichzeitig als Ziel zu dienen haben, so verschossen, dass sie eine gewisse Zeit in einer bestimmten Höhe fliegen.

Zu erwähnen sind hier noch die neuerdings zur Anwendung gelangenden Flugzeugstartraketen, welche, soweit bisher bekannt, pulverartige Treibstoffe verwenden. Der Zweck dieser Raketen ist,

die Startstrecke am Boden zu reduzieren. Dies ist anzustreben einerseits für Flugzeuge, die besonders beim Start stark belastet sind (grosse Brennstoffmengen, grosse Bombenlast usw.), und für Hochgeschwindigkeitsflugzeuge mit verhältnismässig kleinen Tragflächen. Ferner ist die kurze Startstrecke nötig für Marineflugzeuge, bei denen die Länge der Startbahn naturgemäss beschränkt ist.

Die Raketenangelegenheit ist im Ausland schon einige Jahre vor dem Einsatz im zweiten Weltkrieg streng geheim behandelt worden. Aus Bildern und Berichten wissen wir heute, dass diese Waffen in Russland, Deutschland und in den U. S. A., wahrscheinlich auch in England, seit vielen Jahren intensiv bearbeitet wurden.

9. *Grossraketen und rückstossfreie Waffen*

Der Vollständigkeit halber sei noch auf die *Grossraketen* wie «V 1» und «V 2» hingewiesen, welche mit flüssigen Brennstoffen arbeiteten. Der für die Verbrennung dieser Brennstoffe nötige Sauerstoff wird beispielsweise für die «V 2» für den ersten Teil der Flugbahn in verflüssigter Form mitgeführt. Diese Raketen sind sehr kompliziert, und es handelt sich eigentlich im Prinzip um automatisch oder ferngesteuerte Hochgeschwindigkeits-Düsenflugzeuge. Der Antrieb der Düsenflugzeuge beruht wie derjenige der Raketen auf dem eingangs erwähnten Rückstossprinzip und arbeitet kontinuierlich.

Im Zusammenhang mit den Raketen sei noch auf das Prinzip der *rückstossfreien Waffen* hingewiesen. Bei dieser Waffe erfolgt der gesamte Beschleunigungsvorgang des Geschosses in einem je nach der vorgesehenen Anfangsgeschwindigkeit und dem beschleunigten Geschossgewicht mehr oder weniger starken Rohr, und der Rückstoss wird durch die mit grosser Geschwindigkeit nach hinten austretenden Verbrennungsgase kompensiert. Hinter dem Rohr muss bei dieser Waffe auf mehrere Meter Freiheit für den austretenden Feuerschweif vorhanden sein.

Ueber die Zukunft der Rakete und besonders über deren Bedeutung für uns erlaube ich mir heute noch kein Urteil zu bilden. Nach dem heutigen Stand der Entwicklung scheint es aber, dass die Artillerie durch die Rakete nicht verdrängt, sondern höchstens ergänzt werden kann.