

Anmerkungen zur Fabrikation und Ballistik der eisernen Vorderlader- Munition

Festungsjournal 60 (2021) S. 18-21

Der Autor möchte noch einige Sachverhalte zu dem Artikel von Elmar Brohl „Bemerkung zu Kanonenkugeln“ im Festungsjournal 58 ergänzen. Die Fragestellung ist also, wie der Stand der Forschung und Technik im Zeitalter der Glattrohrvorderlader ausgesehen hat, und wie sich dieses Wissen in Fertigung und Ballistik niedergeschlagen hat. Dazu tritt dann auch unser heutiges technologisches Wissen, um Wert und Unwert der zeitgenössischen Technologien beurteilen zu können.

Da der Autor mit der Literatur aus der Zeit nach der Aufklärung, also etwa 1780-1830, am besten vertraut ist, konzentrieren sich die Anmerkungen auf diese Zeitspanne, in der Hoffnung, dass die Erkenntnisse sich auch für das frühere 18. Jahrhundert übertragen lassen.

Aus der zeitgenössischen Literatur lassen sich viele Details recherchieren, die hier zusammenfassend vorgestellt werden sollen. Die meisten der unten in der Zusammenstellung genannten Lehrbücher und Wörterbücher (meist Rara) sind mittlerweile online als Faksimile oder Volltext, meist sogar mit Abbildungen, recherchierbar, sodass sich der Leser recht einfach in die Thematik einarbeiten kann.

Terminologie

Die Vollkugel wurde allg. als „Stückkugel“ bezeichnet, des Weiteren auch als „Passkugel“, wenn sie ein besonders enges Spiel hatte. Ein Geschütz schoss dann „schärfer“, d. h. genauer.

Hohlkugeln sind eine unübliche Bezeichnung in der Artillerie, stattdessen waren „Bomben“ bei größeren Kalibern der Mörser bzw. schweren Haubitzen oder „Granaten“ bei kleineren Kalibern wie

Feldhaubitzen bzw. Granatkanonen gebräuchlich. Haubitzen wurden erst ab ca. 1740 bei den französischen und preußischen Feldarmeen und Belagerungen verwendet.

Bodenfunde

Bei Fundstücken stellt sich immer die Frage des passenden Kalibers und der Herkunft. Der Autor wurde hierzu schon öfter um eine Einschätzung von Bodenfinden gebeten; ohne nähere Angaben zum Fundort ist jedoch eine archäologische Bewertung per Inspektion nicht möglich und endet oft mit sehr breit angelegten Spekulationen, was so sicher ist wie das Lesen eines Kaffeesatzes. Sehr oft ist der Wunsch der Vater des Gedankens, besonders dann, wenn der Finder auf eine bestimmte Idee fixiert ist und der Fundort von vielen verschiedenen Nutzungen überschichtet worden ist.

Nur bei gesicherter Provenienz ist es mit einiger Sicherheit möglich, den experimentell bestimmte Durchmesser der gefundenen Kugeln einem bestimmten Geschütztyp mit normiertem Kaliber in Pfund zuzuordnen. Durch Korrosion verändern sich Masse und Kugelgestalt.

Eine Hilfe bei der Interpretation können Vergleiche mit bekannten Kugeln liefern.

Die Masse ist – wie schon im Beitrag von Herrn Brohl erwähnt - also weniger aussagekräftig als der Durchmesser der nicht-korrodierten Kugel. Selbst wenn der Durchmesser bekannt ist, weiß man noch nichts über den Spielraum.

Passgenauigkeit = Spielraum für ein gegebenes Kaliber¹

Das geforderte Spiel am Anfang des 19. J betrug z. B. 1/24 des Kugeldurchmessers,

¹ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 23 „Spielraum“; Hoyer, Wörterbuch Artillerie, Stichwort Spielraum.

d. h. bei einem 24-Pfünder ca. 7 mm (!) oder bei einem 3-Pfünder ca. 3 mm.

Scharnhorst gibt wesentlich kleinere Spielräume an:

„Bei der französischen Artillerie ist jede Kugel 1 und bei der Belagerungsartillerie 1 ½ Pariser Linien kleiner als die Mündung des Stücks.“

Eine Pariser Linie beträgt 2,256 mm.

Faustregeln für Geschütze und zugehörige Eisenmunition

Wie hängen Kugelmasse, Durchmesser und Kaliber zusammen? Beim ersten Ansatz gibt man die Kugelmasse in Pfund vor und berechnet anhand der vorgegebenen Dichte von Gusseisen $7,2 \text{ g/cm}^3$ den Durchmesser. Die Definition des Pfunds ist obendrein abhängig von Territorium und Zeitschnitt. Ein Pfund lag typischerweise zwischen 450-510 g, z. B. 468,62 g in Preußen um 1800.²

Mit einem kleinen Excel-Programm können dann die verschiedenen Varianten durchgerechnet werden.

Die folgenden Durchmesser gelten für fehlerfreie Kugeln aus Gusseisen (ohne Spiel) mit vorgegebener Masse, also z. B. für die üblichen Kaliber um 1800:

3-Pfünder	7,1 cm
6-Pfünder	9,1 cm
12-Pfünder	11,5 cm
24-Pfünder	14,5 cm

Für das Kaliber hätten wir dann Kugeldurchmesser plus Spielraum, also zum Beispiel für einen 24-Pfünder $14,8 \text{ cm} = 14,5 \text{ cm} + 0,3 \text{ cm}$. Wenn sich Einschlüsse beim Guss bildeten, führte das zu einer geringeren spezifischen Wichte bei unverändertem Durchmesser, wie im Beitrag von Elmar Brohl gezeigt wurde.

Die verschiedenen Definitionen des Pfundes wirkten sich auf den Durchmesser aus, wie z. B. für einen 24-Pfünder

	Kugelmasse in kg	Durchmesser in cm
--	------------------	-------------------

² Verdenhalven, 42-44.

Französische Pfund	11,748	14,61
Preußische Pfund	11,218	14,38
Differenz		0,23

Umgekehrt kann man bei einem vorgegebenen Kaliber den Kugeldurchmesser nach Abzug des Spielraums bestimmen und daraus die Masse in Pfund berechnen, welche dann näherungsweise ganzzahlig sein sollte.

Bomben der Mörser und Granaten der Haubitzen³

Bei den üblichen Kalibern der Feld-Haubitzen, also z. B. den 7-pfündigen und 10-pfündigen Feldhaubitzen, bezog man sich aber nicht auf Gusseisen, sondern auf Stein. Auch wäre der Bezug auf die Masse in Eisen unzweckmäßig gewesen, da sich aus der Fertigung verschiedene Wandstärken und folglich schwankende Massen ergaben. Die 7-pfündigen Bomben wiegen 14-15 Pfund, die 30-pfündigen um die 60 Pfund.

Es wurde beobachtet, dass beim Aufschlag der Bomben oft der Zünder ausgelöscht wurde. Bei Bomben wurde daher der Boden verstärkt, da man glaubte, die Bombe müsste sich beim Wurf gewissermaßen auspendeln und daher zuerst mit dem Boden aufschlagen. In Wirklichkeit erhielt die Bombe beim Abschuss einen Drehimpuls, so dass der Aufschlag überhaupt nicht gesteuert werden konnte.

Bei Bodenfunden trifft man entweder auf ganze Bomben, wo also die Brandröhre nicht zündete, oder einzeln Splitter, wenn die Bombe gesprungen war.

Vor dem Beschicken mit der Ladung wird die Bombe noch ausgepecht, um eventuelle Risse zu schließen. Das Brandloch diente zum Einfüllen des Brandsatzes oder der Ladung im Laboratorium und wurde dann mit der hölzernen Brandröhre verschlossen, die vor dem Wurf getempert und eingeschlagen wurde. Bei den sächsischen Bomben war noch ein zweites Füllloch angebracht. Der Spielraum der Bomben im

³ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 40, 79ff.

Kessel beträgt 1-2 Pariser Linien. Bei den größeren Bomben waren oben noch 2 zwei Ohren angegossen, an den mittels zweier Haken die Bombe in den ausgebrochenen Mörserkessel gesenkt werden konnte.

Fertigung⁴ der Vollkugeln

Halbkugeln aus Messing wurden auf ein Brett gelegt, über welches der Gusskasten mit lehmartigem Sande (modern: Formsand) gepresst wurde. Dabei ist das Verfahren unklar, wie beide Kugelhälften exakt übereinander zentriert wurden. (Guss siehe Abbildung 1, Messingschalen Fig. 17-19, Gusskasten Fig. 24 und Fig. 20).

Bei der Nachbearbeitung sollte der Gusszapfen abgeschlagen werden und die Naht flach gehämmert werden.

Weiter waren auch überschmiedete Kugeln verbreitet: Dazu wurden die neugegossenen Kugeln auf einem hohlen Amboss überarbeitet, um ihnen eine bessere Kugelgestalt und eine glatte Oberfläche zu geben. Dadurch wurde auch eine höhere Dichte erreicht.⁵

Diese überschmiedete Kugeln sollten sich angeblich besser in die Luft „einschneiden“. Eine Überlegenheit gegenüber den unbearbeiteten Kugeln aus Roheisen ließ sich jedoch nicht nachweisen, außer dass die geschmiedete Kugel nicht so schnell rosteten und den Lauf der Kanonen weniger beschädigen.⁶

Fertigung der Kartätschen⁷

Eiserne Kartätschkugeln, die ja nicht genau auf die Kugelgestalt eines Kalibers gebracht werden mussten, wurden dagegen meist geschmiedet, aber auch gegossen. Die bleiernen Kartätschenkugeln waren um 1815 außer Gebrauch gekommen.⁸

Qualitätsprüfung⁹

Die allgemeinen Anforderungen sind:

„Eine gute Kugel muß rund, ohne Gruben und Naht seyn, und die erforderliche Größe und Schwere haben.“

Die gegossenen Kugeln wurden mit Schablonen, Taster und Waage geprüft (siehe Abbildung 1, Fig. 28 und 29). Die Schablonen wurden 1 bis 2 Linien kleiner als das Kaliber des Rohres gemacht. Wichtig war allein, dass die Kugeln dem vorgegebenen Kaliber entsprachen, die Masse war zweitrangig.

Eine Gussnaht beschädigte das Geschützrohr beim Abschuss; es ist also sehr unwahrscheinlich, dass Kugeln mit Gussnaht jemals verwendet wurden. Bei einer Qualitätsprüfung wären sie zweifellos ausgesondert worden....

Laden

Die Kanonen konnten auf folgende Weise geladen werden:

1. Ladung (Pulversack) und Kugel getrennt, um 1800 meist nur noch bei Belagerungen üblich (u. a. bei Rikoschettsschuss). Hier war ein geringeres Spiel als bei der patronierten Munition möglich. Die Kugel sollte durch das leicht aufwärts geneigte Rohr auf die Ladung rollen bzw. wurde mit dem Rammer dorthin gestoßen. Bei Depression waren hingegen ein Vorschlag oder eine Blechbüchse erforderlich.
2. Bei glühenden Kugeln war ein zusätzlicher Vorschlag aus Lehm, nassem Tau oder Stroh vor der Ladung notwendig. Die kirschrot glühende Kugel sollte dann immer unterkalibrig wegen der Wärmeausdehnung sein, daher suchte man die kleinsten Kugeln aus. Da man gewöhnlich mit einiger Elevation schoss, so rollte die Kugel vom Löffel allein in die Röhre; andernfalls soll sie in eine blecherne Dose gesetzt werden. Das Geschütz sollte schnell abgeschossen werden, um ein

⁴ Streit, 394.

⁵ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 24, 59ff.

⁶ Ibid, dort anstelle von Lauf wird Seele verwendet.

⁷ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 26, 61.

⁸ Scharnhorst, Artillerie, Band 3, 523.; Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, 60.

⁹ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 27, 61ff.

Durchbrennen auf die Treibladung zu verhindern.¹⁰

3. Patronierte Ladung bei Feldgeschützen: Kugel auf Treibspiegel mit Eisenbändern auf Treibladung. Da die Eisenbänder die Kugeln umschlossen, verminderten sie das Spiel.
4. Bei Haubitzen wurde die Granate im Flug in der Regel getrennt vom Pulversack in die Kammer gesetzt.

Wie wirkten sich schwankende Dichte und Abweichungen von der Kugelgestalt auf die Ballistik aus?

Innere Ballistik

Leicht unterkalibrige Kugeln bewirkten eine geringere Gasdichtigkeit und damit eine geringere v_0 , und somit eine vermindert Reichweite.

Je unterkalibriger eine Kugel war, desto häufiger schlug sie an der Rohrwand an, und damit entstand ein höherer Drall. Der letzte Abpraller entschied über die horizontale und vertikale Streuung. Auf Dauer war das Rohr mit unterkalibrigen Kugeln durch die Abpraller schneller ausgeschossen („ausgeleiert“), bei gewöhnlichem Gebrauch mit 1/3 kugelschweren Ladungen spätestens nach 1000 Schuss.¹¹

Äußere Ballistik und Streuung

Eine schwankende Anfangsgeschwindigkeit v_0 war durch die variable Masse bei gleicher Ladung oder das variierende Spiel verursacht, was eine schwankende Reichweite zur Folge hatte.

Exzentrizität: Schwerpunkt und geometrischer Kugelmittelpunkt fielen wegen variabler Dichte und Abweichungen von der Kugelgestalt nicht zusammen. Die Folge war eine leicht taumelnde Flugbahn.

Bei Mörserbomben haben sich exzentrische Bomben mit stärkere Boden nicht bewährt und konzentrische Bomben trafen

Abbildungen

genauer (Guss siehe Abbildung 1, Fig. 28).¹²

Die Folge war alles in allem eine verminderte Wahrscheinlichkeit des Treffens, es sei denn, eine gewisse Streuung wie beim Störfeuer war erwünscht.

Das waren aber bei weitem nicht die einzigen Faktoren, die zur Ungenauigkeit des Treffens beitrugen, wie u. a. Pulverqualität, Richtverfahren, Aufstellung, Geschosßfertigung, Bedienungsfehler, Seitenwind...

Literatur

Brohl, Elmar: Bemerkung zu Kanonenkugeln, Festungsjournal 58 (2020), S. 15-19.

Hoyer, Johann Gottfried von: Allgemeines Wörterbuch der Artillerie; 4 Teile und ein Ergänzungsband, Tübingen, Cotta'sche Buchhandlung (1804)

Scharnhorst, Gerhard von; Hoyer, Johann Gottfried von (Bearb.): Handbuch der Artillerie, Handbuch für Offiziere in den angewandten Theilen der Kriegswissenschaften, 3. Band, 2. Auflage Hannover 1814

Scharnhorst, Gerhard von; Hoyer, Johann Gottfried von (Bearb.): Handbuch der Artillerie, worin von der Einrichtung, der Bedienung und den Ausrüstungs- und Erhaltungskosten des Geschützes, und von der Wirkung und dem Gebrauch desselben im Felde gehandelt wird; Handbuch für Offiziere in den angewandten Theilen der Kriegswissenschaften, Erster Band, 2. Auflage Hannover, Hellwingsche Hofbuchhandlung (1815) - mit 13 Kupfern

Streit, F. L.: Militairische Enzyklopädie für künftige Offiziere besonders für Preussische; Erster Theil, Berlin (1800) - Reprint 1982 LTR-Verlag, Bad Honnef

Verdenhalven, Fritz: Alte Meß- und Währungssysteme aus dem deutschen Sprachgebiet; Grundwissen Genealogie, Band 4, 2. Auflage Insingen, Degener (1993).

¹⁰ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 5, 26.

¹¹ Scharnhorst, Handbuch für Offiziere, Band 1, § 56, 95ff.

¹² Scharnhorst, Handbuch für Offizier, Band 1, § 40, 79.



Sapere Aude

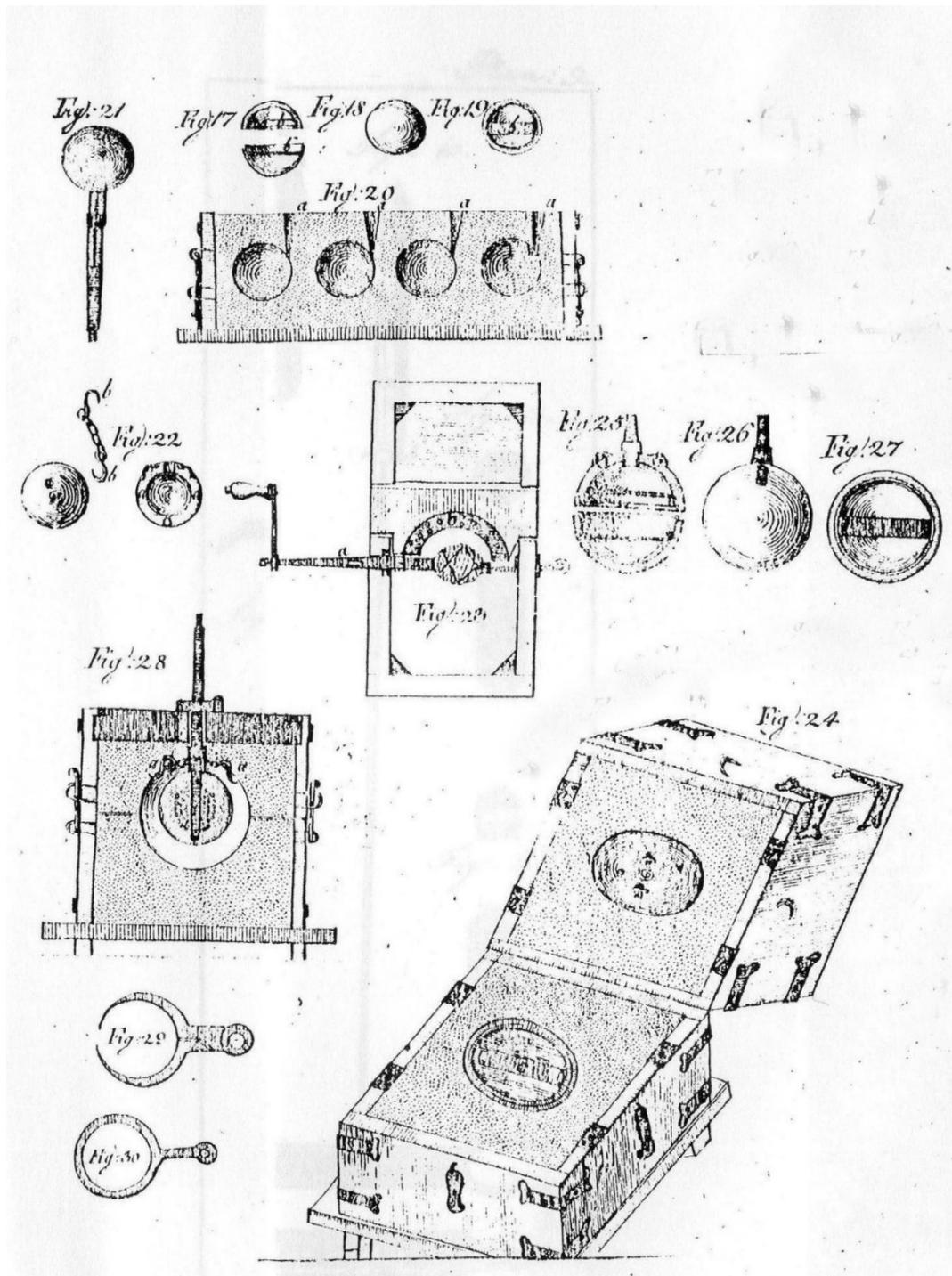


Abbildung 1: Guss von Vollkugeln und Bomben, Fig. 17-19: Kugelformen aus Messing; Fig 20: Gusskasten für Bomben; Fig 21: Guss von Bomben und Granaten über einen Kern; Fig 22: Granathaken für die Ösen; Fig 23: Formung des Kerns über eine eiserne Stange; Fig. 24: Gusskasten für Vollkugeln 25- 27: Modelle; Fig 28: Guss von Bomben; Fig 29: Taster; Fig 30 Kugelleere (Streit; Pl. 8.)