



Ehrenlegion Artillerie

Bulletin für Kanoniere

Ausgabe

No 17

10.08.2026

Wissen um die Artillerie

Die Ehrenlegion Artillerie ist stets bemüht auch fachliche Informationen rund um die historische Artillerie und dem sportlichen Schießen mit Vorderlader Kanonen in der heutigen Zeit zu vermitteln.

Heute zeigen wir Euch, was ein Sportschütze beim Kanonenschießen über sein Geschütz wissen sollte um die Zielscheibe zu treffen. Viel Spaß beim Lesen. Wer wissen will, wie das bei seiner Kanone ist, schickt seine Daten (siehe Seite 2) per Mail an Martin Hillebrand.

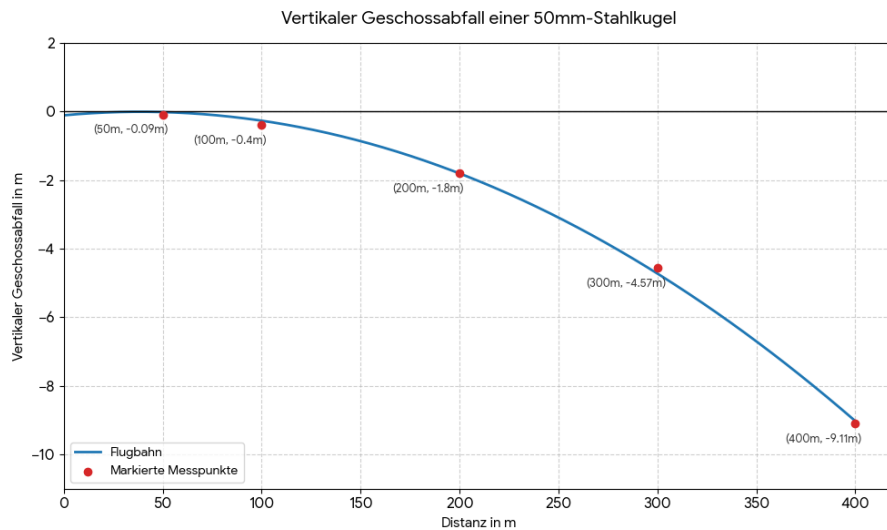
LEHRTAFEL FÜR ARTEN VON VORDERLADER-KANONEN

1. FELDGESCHÜTZ (6-pounder) Optimiert für Mobilität und Feldkampfeinsatz. Kaliber: Mittel Reichweite: Mittel FEUERWIRKUNG Einsatz: Unterstützung der Infanterie.	2. SCHIFFSGESCHÜTZ (12-pounder) Schwere Kanone für den Seekampf, standfest auf Decks. Kaliber: Groß Navalional-Truck crew Kaliber: Groß Reichweite: Groß Einsatz: Seegefechte, Landungsunterstützung	3. BELAGERUNGSGESCHÜTZ (Siege Cannon) Extrem schweres Geschütz zur Zerstörung von Festungsmauern. Kaliber: 24-pounder Kaliber: Sehr groß Reichweite: Sehr groß BREACHICKUNG Einsatz: Belagerungskriege (illustrative, not muzzle-loading)	4. MÖRSE (Mortar) Kurzes Rohr für indirektes Steilfeuer über Mauern. Schusswinkel: 10-inches Hocheleviert Kaliber: Sehr groß Schusswinkel: Hocheleviert FEUERWIRKUNG Einsatz: Beschuss von Befestigungen	5. HAUBITZE (12-pounder) Kombiniert Eigenschaften von Kanone und Mörser für direktes und indirektes Feuer. 12-pounder Howitzer Kaliber: Kaliber: Groß Reichweite: Mittel ZEILDERWIRKUNG Einsatz: Zerstörung von Bunkern	6. FALKONETT (Falconet) & DREHBASSE Kleinste, mobile Geschütze für Nahbereichsverteidigung. Kaliber: Klein Reichweite: Gering Einsatz: Schiffsdecks, Torwachen, Hand-Held-ähnlich Kaliber: Klein Reichweite: Gering Einsatz: Schiffsdecks, Torwachen, Hand-Held-ähnlich Marine, Schiffsung & Swivel Gun
--	--	--	--	--	--

TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN & VERWENDUNG / HISTORISCHE VORDERLADER-KANONEN

Der scharfe Schuss - horizontal.

Vorderladergeschütz	Glattrohr
Kaliber	51 mm
Laufänge (innen)	99 cm
Kugeldurchmesser	50 mm
Kugelgewicht	512 g
Schusspflaster	ja
Pulvermenge	125 g
V0	371,1 m/s



Flugbahntabelle (Horizontaler Abgang)

Distanz (m)	Flugzeit (s)	Restgeschwindigkeit (m/s)	Geschossabfall (m)
50	0,141	340,7	-0,09
100	0,294	313,0	-0,40
200	0,639	269,0	-1,80
300	1,038	235,4	-4,57
400	1,489	209,2	-9,11

1. Innenballistische Parameter bestimmen

Für die Berechnung des Expansionsverhaltens im glatten Rohr nutzen wir das klassische innenballistische Modell nach Benjamin Robins. Zunächst bestimmen wir den Querschnitt des Laufs (A) und die Länge der Pulverkammer (c) bei einer angenommenen Schüttdichte von Schwarzpulver von $\rho_p = 1000 \text{ kg/m}^3$: arc.id.au

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,051 \text{ m})^2}{4} \approx 0,002043 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{Ladung}} = \frac{m_{\text{Pulver}}}{\rho_p} = \frac{0,125 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,000125 \text{ m}^3$$

$$c = \frac{V_{\text{Ladung}}}{A} = \frac{0,000125 \text{ m}^3}{0,002043 \text{ m}^2} \approx 0,0612 \text{ m} \quad (6,12 \text{ cm})$$

2. Mündungsgeschwindigkeit v_0 berechnen

Unter Verwendung des Robins-Modells, bei dem das anfängliche Druckverhältnis von heißem Gas zu Atmosphärendruck ($P_{\text{atm}} = 101325 \text{ Pa}$) mit $R = 1000$ angesetzt wird, berechnet sich die kinetische Energie beim Verlassen des Laufs ($L = 0,99 \text{ m}$): arc.id.au

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot P_{\text{atm}}}{m_{\text{Kugel}}} \cdot A \cdot c \cdot \ln\left(\frac{L}{c}\right)}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 101325}{0,512} \cdot 0,002043 \cdot 0,0612 \cdot \ln\left(\frac{0,99}{0,0612}\right)} \approx 371,1 \text{ m/s}$$

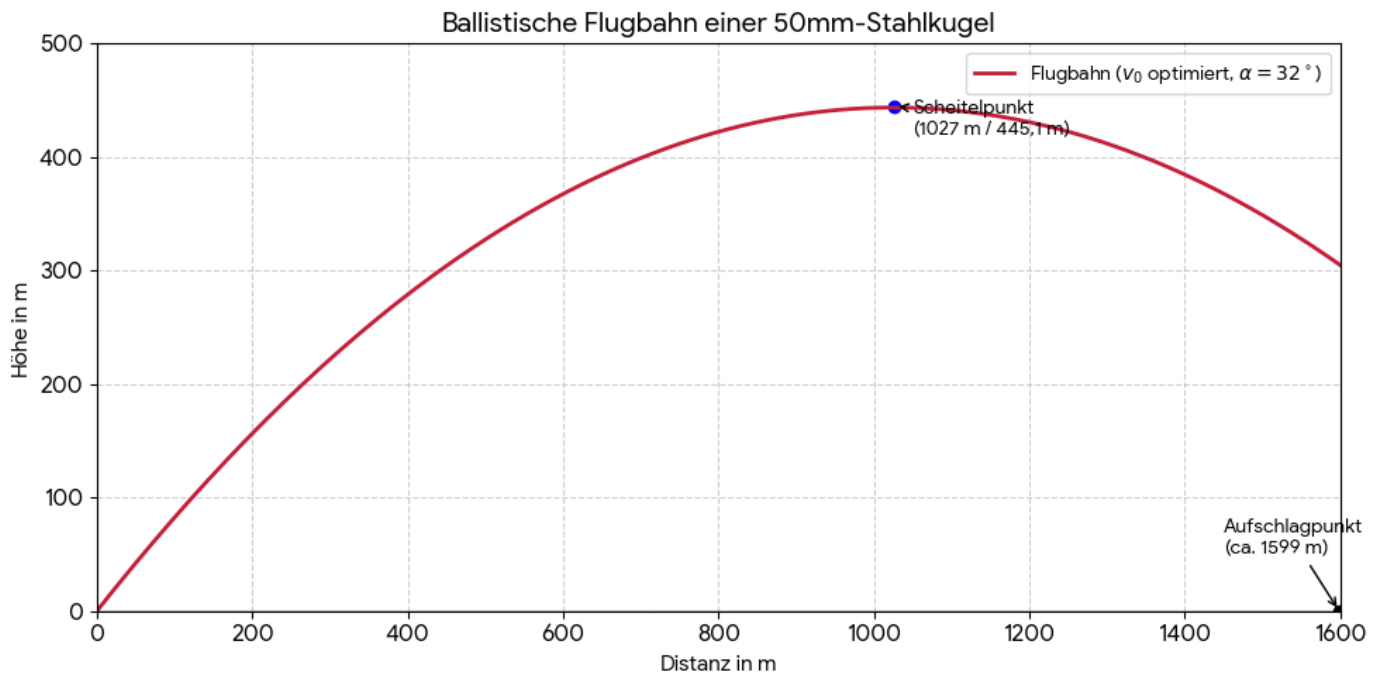
Die resultierende Mündungsenergie beträgt stolze $E_0 \approx 35260 \text{ J}$ (35,3 kJ).

3. Flugbahn numerisch simulieren

Da es sich um ein glattes Rohr handelt, stabilisiert das Schusspflaster die Kugel. Die Außenballistik einer perfekt runden Kugel ($D = 50 \text{ mm}$) wird stark vom Luftwiderstand beeinflusst. Der Widerstandsbeiwert (c_d) einer Kugel verhält sich geschwindigkeitsabhängig (transsonischer Anstieg nahe der Schallgeschwindigkeit) und wurde in Schritten von $\Delta t = 0,001 \text{ s}$ simuliert. [Artax-Vorderlader](#)

Wie ist die optimale Flugbahn im Felde?

Der optimale Abschusswinkel für die maximale Reichweite beträgt unter Berücksichtigung des Luftwiderstands genau **32,0°**. Im Vakuum liegt der optimale Winkel immer bei 45°. Aufgrund des enormen Luftwiderstands der 50-mm-Stahlkugel bei einer Mündungsgeschwindigkeit von 371,1 m/s (transsonischer Bereich) drückt die Luftbremsung die Kugel jedoch stark nach unten. Ein flacheres Abfeuern von 32° nutzt die Vorwärtsenergie optimal aus und erzielt eine **maximale Reichweite von ca. 1.599 Metern**



Höhentabelle (Optimaler Winkel 32°)

Der Scheitelpunkt (höchster Punkt) der Flugbahn wird bei einer Distanz von **1.027 Metern** erreicht, wo die Kugel **445,1 Meter** hoch fliegt. Danach fällt die Flugbahn vorderladertypisch sehr steil ab.

Distanz (m)	Flughöhe (m)	Beschreibung / Flugphase
0	0,0	Abschuss an der Mündung
100	61,9	Steiler Aufstieg
200	122,4	Kontinuierlicher Höhengewinn
300	180,8	Kugel verlässt den Überschallbereich
400	236,3	Aufstieg setzt sich fort
500	288,2	Geschwindigkeit sinkt weiter
600	335,3	Annäherung an die obere Flugbahn
700	376,3	Bahnkurve flacht ab
800	409,6	Kurve vor dem Scheitelpunkt
900	433,2	Maximale Höhe fast erreicht
1000	444,5	Bereich des Scheitelpunkts (Maximum: 445,1 m bei 1.027 m)
1100	440,6	Beginn des Sinkflugs
1200	417,5	Flugbahn wird spürbar steiler
1300	370,6	Schneller Höhenverlust
1400	292,9	Fast senkrechte Sturzphase
1500	174,5	Letzte Flugsekunden
1599	0,0	Aufschlag auf dem Boden

Wie wirkt sich Seitenwind aus?

Bei einem exakten 90°-Seitenwind wird die 50-mm-Stahlkugel aufgrund ihrer großen Angriffsfläche und des relativ geringen Gewichts für dieses Kaliber spürbar abgetrieben.

Hier ist die berechnete Windabdrift für einen **geraden Schuss** auf 100 und 200 Meter bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten:

Tabelle: Windabdrift (in cm / m)

Windstärke	Windgeschwindigkeit	Abdrift auf 100 m	Abdrift auf 200 m
Schwache Brise	4 m/s (~14 km/h)	8,1 cm	33,7 cm
Mäßiger Wind	8 m/s (~29 km/h)	16,1 cm	67,4 cm
Starker Wind	12 m/s (~43 km/h)	24,2 cm	1,01 m

Wichtige Erkenntnisse zur Winddrift:

- **Nicht-linearer Anstieg:** Auf 200 Meter ist die Abdrift etwa **viermal so hoch** wie auf 100 Meter, da die Flugzeit der Kugel im zweiten Streckenabschnitt durch den Luftwiderstand massiv zunimmt.
- **Proportionale Skalierung:** Da die Windgeschwindigkeit (4, 8, 12 m/s) deutlich unter der Fluggeschwindigkeit der Kugel liegt, skaliert der Driftfehler auf diese Distanzen nahezu linear mit der Windstärke.



Energie und Restgeschwindigkeit

Die Kugel verliert durch den Luftwiderstand massiv an Geschwindigkeit, behält aber wegen ihrer großen Masse (512 g) auch auf 500 Meter noch eine enorme Durchschlagskraft:

- **100 m:** 313,0 m/s — **25.080 Joule**
- **200 m:** 269,0 m/s — **18.524 Joule**
- **300 m:** 235,4 m/s — **14.186 Joule**
- **400 m:** 209,2 m/s — **11.204 Joule**
- **500 m:** 188,0 m/s — **9.048 Joule**

1. Kombinierte Tabelle: Seitenwind & Eigenstreuung

Da die Flugzeit überproportional ansteigt, verhalten sich die Windabdrift und der Streukreisdurchmesser auf weite Distanzen extrem nicht-linear.

Distanz	Abdrift bei 4 m/s Wind	Abdrift bei 8 m/s Wind	Abdrift bei 12 m/s Wind	Typischer Streukreis (Ø)
100 m	8,1 cm	16,1 cm	24,2 cm	ca. 30 – 40 cm
200 m	33,7 cm	67,4 cm	1,01 m	ca. 1,20 – 1,60 m
300 m	76,7 cm	1,53 m	2,30 m	ca. 2,70 – 3,60 m
400 m	1,37 m	2,75 m	4,12 m	ca. 4,80 – 6,40 m
500 m	2,16 m	4,33 m	6,49 m	ca. 7,50 – 10,00 m

Ballistisches Fazit (Ab 300 Meter)

- **Winddrift:** Bei starkem Wind (12 m/s) wird das Projektil auf 500 Meter um fast **6,5 Meter** zur Seite gedrückt.
- **Präzision:** Die Eigenstreuung des Glattrohrs wächst auf 500 Meter auf bis zu **10 Meter** an.
- **Ein gezielter Schuss ist ohne Flächenziel völlig unmöglich.**

Der Kartätschenschuss (französisch *boîte à mitraille*)

Beim Kartätschen Schuss (französisch *boîte à mitraille*) wird die Kanone nicht mit einer einzelnen Kugel, sondern mit einer Büchse voller kleinerer Eisen- oder Bleikugeln geladen. Beim Verlassen der Mündung reißt die Hülle auf, und die Kugeln breiten sich schrotflintenartig in einem massiven Streukegel aus.

1. Ladungscharakteristik für das Kaliber 51 mm

Für ein glattes Rohr im Kaliber 51 mm (ca. 2 Zoll) besteht eine typische Kartätschladung aus etwa 20 bis 30 kleineren Eisenkugeln (je ca. 15–18 mm Durchmesser, Gewicht ca. 15–20 Gramm pro Kugel).

- Gesamtgewicht: Das Gesamtgewicht der Füllung entspricht mit ca. 500 Gramm dem der Stahlkugel.
- Mündungsgeschwindigkeit (v_0): Bleibt aufgrund des gleichen Gewichts und der Pulvermenge (125 g) bei ca. 371 m/s.

2. Ballistische Tabelle (Einzelne Kartätschenkugel)

Da die kleinen Kugeln viel leichter sind, verlieren sie ihre Energie durch den Luftwiderstand extrem schnell:

Distanz	Restgeschwindigkeit	Energie pro Kugel	Relevanz
0 m (Mündung)	371 m/s	ca. 1.200 Joule	Extrem tödlich auf kurze Distanz
100 m	ca. 140 m/s	ca. 170 Joule	Entspricht einer starken modernen Pistole
200 m	ca. 75 m/s	ca. 50 Joule	Kaum noch Durchschlagskraft (Grenzbereich)

3. Streuung und Wirkung (Der Kartätschenkegel)

Das Glattrohr verleiht den Kugeln keinen Drall. Der Streukegel öffnet sich sehr schnell (ca. 10 bis 12 Meter Breite pro 100 Meter Distanz).

Auf 100 Meter Distanz

- Streukreis ($\emptyset$): ca. 10 bis 12 Meter.
- Abdeckung: Die Kugeln verteilen sich ideal, um eine heranstürmende Gruppe (Flächenziel) komplett zu decken.
- Wirkung: Jede Kugel hat mit 170 Joule noch genug Energie, um Holzbretter oder Kleidung leicht zu durchschlagen. Dies ist die optimale Einsatzdistanz für Kartätschen.

Auf 200 Meter Distanz

- Streukreis ($\emptyset$): ca. 20 bis 24 Meter.
- Abdeckung: Der Kegel ist viel zu weit geöffnet. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ziel getroffen wird, sinkt drastisch (große Lücken im Streubild).
- Wirkung: Mit nur noch rund 50 Joule prallen die Kugeln an dickerer Kleidung oder Ausrüstung oft ab. Auf diese Distanz ist der Schuss nahezu wirkungslos.

Seitenwind-Effekt bei Kartätschen

Da die Einzelkugeln sehr leicht sind, driftet der *gesamte Streukegel* bei Seitenwind extrem stark ab. Bei einem mäßigen Wind von 8 m/s verschiebt sich das Zentrum des 12-Meter-Streukreises auf 100 Meter bereits um knapp 1,5 bis 2 Meter zur Seite.

Der Schrapnell Schuss

Ein **Schrapnell** (erfunden von Henry Shrapnel) unterscheidet sich fundamental von der Kartätsche: Es ist eine **Hohlgranate mit einer internen Sprengladung und Zeitzünder**. Es transportiert die kleinen Kugeln im geschlossenen Gehäuse bis kurz vor das Ziel und stößt sie erst dort in der Luft aus.

Dadurch wird der Nachteil des enormen Luftwiderstands kleiner Kugeln überwunden, was die **effektive Reichweite von Kartätschen auf weit über 1.000 Meter steigert**.

Für eine Vorderladerkanone im Kaliber 51 mm bedeutet dies beim Schuss auf 100 und 200 Meter, dass der Zünder so eingestellt wird, dass die Granate **ca. 10 bis 15 Meter vor dem Ziel in der Luft zerplatzt**.

1. Streuung (Die Ausstoß-Garbe im Ziel)

Beim Schrapnell öffnet sich die Bleikugelwolke kegelförmig ausgehend vom *Sprengpunkt in der Luft*. Da die Granate beim Ausstoßen noch ihre volle Fluggeschwindigkeit besitzt, wird die Streuung nicht primär

von der Schussdistanz der Kanone bestimmt, sondern vom **Abstand des Sprengpunkts zum Ziel**:

- **Auf 100 Meter Reichweite (Zündung bei ca. 85–90 m):** Der Streukreis im Ziel beträgt **ca. 3 bis 4 Meter**. Die Kugelwolke ist extrem dicht und hochkonzentriert.
- **Auf 200 Meter Reichweite (Zündung bei ca. 185–190 m):** Der Streukreis bleibt bei optimalem Zündzeitpunkt bei **ca. 3 bis 4 Metern**, da der Abstand zum Sprengpunkt derselbe ist. Die Abdeckung im Ziel ist genauso präzise wie auf 100 Meter.

2. Einschlagenergie der Einzelkugeln

Weil die kleinen Bleikugeln (je ca. 15 Gramm) den Großteil der Strecke geschützt in der schweren Granatenhülle fliegen, behalten sie die hohe Fluggeschwindigkeit des Hauptgeschosses bei:

- **Einschlag auf 100 m:** Die Granate fliegt kurz vor dem Aufwerfen mit rund 313 m/s. Nach dem Ausstoß schlagen die Kugeln mit **ca. 730 Joule** ein. Das ist mehr als die doppelte Energie einer Kartätsche auf diese Distanz und absolut tödlich.
- **Einschlag auf 200 m:** Die Granate hat noch eine Eigengeschwindigkeit von ca. 269 m/s. Die Einzelkugeln treffen mit **ca. 540 Joule**. Im Vergleich zur Kartätsche (unter 100 Joule) besitzt das Schrapnell hier noch die fünffache Durchschlagskraft und durchschlägt mühelos Holzbarrikaden.

Vergleich: Schrapnell vs. Kartätsche auf 200 Meter

Kriterium	Kartätsche (Hagelschuss)	Schrapnell (Granatkartätsche)
Streukreis im Ziel	Riesig (ca. 22 Meter), sehr lückenhaft	Kompakt (ca. 4 Meter), sehr dicht
Energie pro Kugel	Schwach (< 100 Joule), kaum Wirkung	Stark (ca. 540 Joule), voll wirksam
Windanfälligkeit	Extrem hoch auf der gesamten Flugbahn	Sehr gering (nur auf den letzten 10 Metern)
Anforderung	Einfach zu laden, direkt feuerbereit	Extrem schwierig (Zündschnurlänge exakt timen)