

Zeitschrift: Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde
Herausgeber: Historische und Antiquarische Gesellschaft zu Basel
Band: 123 (2023)

Artikel: Die schweren Geschütze der Stadt Basel zwischen 1409 und 1443
Autor: Linck, Manfred
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1084156>

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: 03.04.2026

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

Die schweren Geschütze der Stadt Basel zwischen 1409 und 1443

von Manfred Linck

Dieser Aufsatz befasst sich mit einer Zeit, aus der bis auf wenige kleine eiserne Relikte keinerlei Geschütze in Europa erhalten geblieben sind. Trotzdem erfolgten bereits seit 1361, dem ersten Auftreten sogenannter Steinbüchsen, also Steinkugeln verschiessender Geschütze, entscheidende Entwicklungen. In Murten blieb aus der Burgunderbeute eine recht einfache Steinbüchse erhalten, die auf die Zeit um 1440 datiert wird und in etwa das urtümliche Aussehen der Steinbüchsen hat, der ersten wirklichen Artillerie. Freilich ist die schon sehr ergonomisch ausgeprägte Lafette dieser kleinen Steinbüchse erst der Mitte des 15. Jahrhunderts zuzuweisen. Allerdings erfolgte bereits um 1400 schon eine starke Differenzierung verschiedener Geschütztypen. Dies betraf sowohl die kleineren Feldgeschütze als auch die schweren Geschütze der Belagerungsartillerie abhängig von der Aufgabe, die ihnen zufiel. Die Bewaffnung mit Artillerie vornehmlich in den grossen und freien Städten des Reiches lässt sich nur beurteilen, wenn man ihre technischen, ballistischen und taktischen Eigenschaften kennt. Im vorliegenden Beitrag wird daher die anschauliche Rekonstruktion der nicht mehr erhaltenen schweren Basler Stück aus dem Mittelalter gewagt.

Die Bischofsstadt Basel gehörte aufgrund ihrer Lage am Rheinübergang einer wichtigen Handelsstrasse zweifellos zu den reichsten Städten im Reich. Ähnlich anderer grosser Städte erlaubte ihr dies, stadtherrliche Rechte nach und nach aufzukaufen und neben innerer Autonomie auch aussenpolitische Handlungsfähigkeit zu erlangen. Das manifestierte sich besonders augenscheinlich in der Übernahme der Münze 1372 oder im Kauf Kleinbasels 1392 für stolze 29'800 Gulden (fl). Die Finanzstärke bot Basel den notwendigen Rückhalt für eine moderne und teure Artillerierüstung, wie die Häre, das grösste Geschütz der Stadt, beweist: Die für die Herstellung benötigten 82,8 Zentner (ct.) Kupfer kosteten 600 fl, die 9,2 ct. Zinn 99 fl¹ und eventuell wurde noch ein ct. Blei zu 3,3 fl für die

1 Die Preise sind den Kämmereibüchern von 1409 entnommen. Eduard Achilles Gessler: Die Entwicklung des Geschützwesens in der Schweiz von seinen Anfängen bis zum Ende der Burgunderkriege. 1. Abteilung, in: Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft in Zürich, Bd. 28, Heft 3 (1918), S. 181–289, hier S. 191.

Steuerung der Schmelze aufgewendet. Der Büchsenmeister und die Handlanger bekamen etwa 276 fl, das Zubehör, der schwere Büchsenwagen und der Kran, die Beschussprobe usw. können auf 109 fl geschätzt werden. Insgesamt kostete allein dieses eine Geschütz 1087 fl, wovon man auch 27 gute Ritterpferde hätte kaufen können.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass diese reichsweiten Entwicklungen, wie sie sich in Basel zeigten, nur für grosse und faktisch freie Städte oberhalb einer Einwohnerzahl von 4000–5000 typisch waren.² Und auch solche Städte verzichteten mitunter auf Geschütze jeglicher Art: Die reichste und damals grösste Stadt Kur Sachsens, die Silberstadt Freiberg mit 4800 Einwohnern, besass um diese Zeit keine Artillerie.³ Auf die Artillerierüstung Einfluss hatten auch die politischen Verhältnisse im weiteren Umfeld einer Stadt. Die zergliederten Verhältnisse mit vielen kleineren und mittleren Akteuren im südwestdeutschen oder im ostfälisch-mitteldeutschen Raum stimulierten die Selbstständigkeit und den Behauptungswillen der Städte, verbunden mit militärischen Aktionen und vorsorglicher Rüstung.

Die Stadt Basel eignet sich sehr gut für die beabsichtigten Untersuchungen, da die Kämmereibücher, Inventare und sonstiges Schriftgut für den fraglichen Zeitraum erhalten geblieben und umfangreiche Rüstungen gleich zu Beginn der Artillerieentwicklung nachzuweisen sind. So geben die Kämmereibücher sehr genaue Auskunft über Salpeter-, Kupfer-, Zinn- und Bleipreise sowie über die Herkunft der Büchsenmeister aus ganz Deutschland. Denn Basler Feldgeschütze entstammten neben eigener auch Strassburger und vor allem Nürnberger Produktion. So werden Handelsbeziehungen sichtbar, etwa dass das Kupfer via Nürnberg aus Ungarn⁴ kam oder der Natursalpeter anfänglich via Mailand aus Venedig. Ab 1380 konnte Salpeter künstlich hergestellt werden.⁵ In Basel sind darüber hinaus – und das

2 Werner Meyer gibt für Basel vom 13. bis zum 15. Jahrhundert ein Wachstum von 6000 auf 10'000 Einwohner an. Zu berücksichtigen ist der besondere Zuwachs 1392 aufgrund des Kaufs von Kleinbasel. Werner Meyer: Bevölkerung und Siedlung vom 13. bis 15. Jahrhundert, in: Historisches Lexikon der Schweiz (HLS): Basel (Kanton), Version vom 13.01.2016. Online: <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/007387/2016-01-13/#HBevF6lkerungundSiedlungvom13.bis15.Jahrhundert>, konsultiert am 28.08.2023.

3 Die ersten Geschütze wurden erst 1514 gegossen und das auf Befehl des sächsischen Herzogs Heinrich. Andreas Möller: *Theatrum Freibergense Chronikum*, Beschreibung der alten löblichen BergHauptStadt Freyberg in Meissen, Freiberg 1653, S. 148.

4 Aus dem Abbaugbiet Besztercebánya/Neusohl, heute Banská Bystrica in der Slowakei.

5 Bernhard Rathgen: *Das Geschütz im Mittelalter*. Reprint der Ausgabe von 1928, neu hg. und eingel. von Volker Schmidtchen, Düsseldorf 1987 (Klassiker der Technik), S. 97f.,

ist ganz wesentlich für die nötigen Berechnungen – die mittelalterlichen Masseinheiten genau bekannt. So haben sich die Wiegestücke zu 1, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ ct. der alten Fronwaage von 1372 erhalten, mit der nachweislich auch Geschütze gewogen wurden.⁶ Der Basler Fuss wurde als Mustermass im Werkhof in Stein eingelassen. Die genaue metrische Bestimmung der alten Basler Masse erfolgte im Jahr 1810.⁷

Die ersten geschmiedeten Steinbüchsen in Basel lassen sich je nach Interpretation der Kämmereirechnungen ins Jahr 1377 oder 1378 datieren,⁸ in eine Zeit, als ganz plötzlich und reichsweit in den grossen Städten Steinbüchsen geschmiedet wurden. Ältere Nachrichten gibt es bislang nur aus Erfurt 1361⁹ und Magdeburg 1376¹⁰ und ausserhalb des Reiches aus Venedig 1376¹¹ und St. Lô bzw. Caen 1374 und 1375.¹² Basel war demnach von Anfang an dabei. Schon 1378 begann man, Geschütze aus Bronze zu giesen, und im Jahr 1380 errichtete man im Werkhof einen dauerhaften Schmelzofen.¹³ Andere Städte blieben bei eisengeschmiedeten Geschützen oder errichteten nur gelegentlich eines Geschützgusses einen Schmelzofen, der anschliessend wieder abgebrochen wurde. Man kann daher annehmen, dass die in Basel produzierten Stücke gegossen waren und nur hin und wieder geschmiedete in ande-

107. Gessler interpretierte den zur Salpeterherstellung verwendeten Agstein = Harnstein als Augenstein, mithin als Bernstein.

6 Die Fronwaage (*pondere publico*) hat nichts mit Fronarbeit zu tun, sondern, wie an der lateinischen Form zu ersehen, die Funktion der öffentlichen Waage, und zwar für den Engroshandel. Sie hat also genau das gesuchte Pfundmass (schweres Eisenpfund von 493,241 g). Hermann Mulsow: *Mass und Gewicht der Stadt Basel bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts*, Diss. Freiburg i. Br., Lahr 1910, S. 31. Das Wiegen eines Geschützes aus der Burgunderbeute im Kaufhaus beschreibt der Kaplan Johannes Knebel: *Hans Knebels des Kaplans am Münster zu Basel Tagebuch. Juni 1476–Juli 1479*, Leipzig 1887 (Basler Chroniken 3), S. 18.

7 Als Fuss gilt der Werkschuh (30,54387 cm). Mulsow (wie Anm. 6), S. 32.

8 Gessler (wie Anm. 1), S. 187.

9 Bibliothek des Evangelischen Ministeriums im Augustinerkloster Erfurt, Zacharias Hogel: *Chronica von Thüringen und der Stadt Erffurth*, p. 132 r, Online: https://dana.thulb.uni-jena.de/rsc/viewer/dana_derivate_00000096/Evangelisches-Augustinerkloster-Erfurt_Msc83_0000_00.tif?logicalDiv=log_8fda65-8ad3-face-be3e393e7, konsultiert am 28.08.2023.

10 *Magdeburger Schöppenchronik*, hg. von Karl Janicke, Leipzig 1869 (Die Chroniken der deutschen Städte vom 14. bis ins 16. Jahrhundert 7), S. 271.

11 Andrea Redusio da Quero: *Chronicon Tarvisinum ab anno 1363 usque ad anno 1428*, in: Ludovicus Antonius Muratorius (Hg.): *Rerum Italicarum scriptores* (Muratoriana), Bd. 19, Mailand 1731, S. 735–866, hier S. 754.

12 Rathgen (wie Anm. 5), S. 194 und 223ff.

13 Gessler (wie Anm. 1), S. 187.

ren Städten gekauft wurden. Ein wesentlicher Vorteil des Bronze-gusses war, dass man keine Probleme mit dem Rosten des Stahls der geschmiedeten Stücke hatte. Mehr noch dürfte die endlose Wieder-verwertbarkeit der Bronze eine Rolle gespielt haben, weshalb aus den ersten hundert Jahren in Europa auch kein einziges Stück aus Bronze erhalten ist.

Über die Quellen zur Artillerie in Basel schrieb bereits Eduard Achilles Gessler, allerdings in Verbindung mit den anderen Städ-ten der heutigen Schweiz und nach Quellengattungen sortiert,¹⁴ sodass man sich die Nachrichten mühsam zusammensuchen muss. Er ist sozusagen das Schweizer Pendant zum deutschen Bernhard Rathgen, der, freilich vergeblich, versuchte, die deutschen Quellen zusammenzutragen.¹⁵ Im Gegensatz zu diesem beliess es Gessler bei der Nennung der Quellen und hielt sich mit Interpretationen und Kommentaren zurück. Eine Umrechnung der alten mittelalterlichen Kaliberwerte unternahm er nicht, da er die Pfundmasse des Mittel-alters nicht ermitteln konnte. Dagegen gab Rathgen Schätzungen und Überschläge ab, wobei er die vormetrischen Masse des 19. Jahr-hunderts verwendete und so zwangsläufig irren musste. Doch wies er den richtigen Weg, dass die Quellen mathematisch durchdrungen werden müssen, um einen Aussagewert zu erhalten und sie richtig zu verstehen. Sprach man doch im Mittelalter alle Feuerwaffen, vom kleinen Handrohr bis zum Riesengeschütz, einfach nur als Büchsen an, was schon viele Historiker heillos verwirrte und zu falschen Aus-sagen brachte.

Nicht alle von Gessler gefundenen Quellen können hier Berück-sichtigung finden und nur wenige sind mathematisch verwertbar, da in den Kämmererechnungen fast immer die Kosten und Metallmen-gen für mehrere Geschütze zusammengefasst wurden. Die meisten beinhalten die Beschaffung von kleineren Feldgeschützen oder Ver-teidigungsgeschützen für die Stadtmauern. Auch das passt gut zur Situation im übrigen Reich. Im Reichsbüchsenanschlag zum Hus-sitenkrieg von 1431 hatten die Reichsstände 167 Steinbüchsen zu stellen, nur 8 Stücke oder 5 % fallen in die Kategorie «Grosse Büch-se»,¹⁶ die übrigen sind Feldgeschütze. Hier brauchte Basel als weiter

14 Siehe Anm. 1.

15 Siehe Anm. 5.

16 Deutsche Reichstagsakten unter Kaiser Sigismund. Dritte Abtheilung: 1427–1431, hg. von Dietrich Kerler, Gotha 1887 (Deutsche Reichstagsakten 9), Online: <https://sources.cms.flu.cas.cz/src/index.php?s=v&cat=27&bookid=412>, konsultiert am 28.08.2023. Reichsbüchsenanschlag zum Hussitenzug von 1431, Nr. 404, Büchsenanschlag.

entfernt liegender Reichsstand¹⁷ lediglich 6000 Armbrustbolzen zu liefern.

Der überaus teure Guss grosser Steinbüchsen war jedes Mal durch konkrete sicherheitspolitische Umstände motiviert. So sind die umfangreichen Rüstungen des Rechnungsjahres 1409/10 auf die im Oktober 1409 angesagte Fehde durch die Rheinfelder Burggrafen zurückzuführen. 1425 zog das Basler Aufgebot im Auftrag des Bischofs von Basel nach Héricourt. Aktionen des Stadtherrn oder Landfriedensaufrufe des Landesherrn waren typische Anlässe für Städte, nicht nur ihr Aufgebot, sondern auch Artillerie, Bliden und Sturmrüstung zu stellen. Reichsweit gingen nur wenige Städte und selten aus eigenem Antrieb aggressiv vor.¹⁸ Die Parteinahme Basels im Alten Zürichkrieg auf der Seite der Eidgenossen geschah auf eigenem Entschluss des Rates zur Durchsetzung bestimmter Ziele, wie der Schwächung der Zürcher Konkurrenz und der Verhinderung eines habsburgischen Machtzuwachses. Hier war also aktive eigene Interessenpolitik der Grund für die Beschaffung von Häre, Rüde und Rennerin. Eine Rekonstruktion dieser nicht erhaltenen Geschütze wird ihre Modernität im Vergleich mit dem übrigen Reich zeigen. Nebenbei kann die Entwicklung der Grossgeschütze in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts verfolgt werden.

Die Grosse Buchse von 1409/10 des Meisters Eberlin von Rottweil

Die «Grosse Buchse» war ein eigenständiger Begriff und bezeichnete die grösste Steinbüchse einer Stadt, mithin immer ein grosskalibriges Belagerungsgeschütz. Dieser Begriff wurde in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts durch den funktionaleren Begriff «Hauptbüchse» abgelöst.¹⁹ In Basel wurde die Grosse Buchse zum ersten Mal 1425 als solche erwähnt, als für den Zug gegen Héricourt vier Büchsen

17 Juristisch war Basel, wie auch andere aufgeführte Städte, kein Reichsstand. Interessanterweise wurden de facto freie Städte, auch Erfurt, Braunschweig, Rostock, Zürich, Bern, Luzern, Solothurn, Lausanne und Genf, wie solche behandelt. Ebd., Nr. 408, Glefenanschlag.

18 Ein klassisches Beispiel bot die Stadt Magdeburg in der Grossen Fehde 1433–1435, die wegen eines Turmbauverbots durch den Erzbischof das ganze Magdeburger Erzstift eroberte und alle festen Plätze einnahm. Die Besonderheiten der Politik von Städtebünden seien hier aussen vor gelassen.

19 Der Begriff «hawbtuchse» findet sich zuerst in einer Heidelberger Handschrift von 1489 des Ulreich Beßnitzer: «Das Gezewg mit seiner Zugehorunge». Siehe Max Jähns: Geschichte der Kriegswissenschaften vornehmlich in Deutschland, Bd. 1: Altertum, Mittelalter, XV. und XVI. Jahrhundert, München 1889 (Geschichte der Wissenschaften in Deutschland 21), S. 412. Der Begriff war also schon üblicher Gebrauch. Gessler benutzt

vorbereitet wurden. «Die Grösste» führte Büchsenmeister Seitenmacher. Er wollte immerhin 15 Schuss pro Tag erreichen. Für einen Schuss wurden 16 Pfund Pulver aufgewendet. Seitenmacher hatte 10 Knechte, 5 Zimmerleute und 5 Mann für Erdarbeiten zur Verfügung.²⁰ Zimmerleute und Erdarbeiter waren für alle Büchsen vorgesehen und zählen nicht zum Bedienpersonal. Ein Knecht dürfte sein persönlicher Gehilfe gewesen sein, da er gleichzeitig Aufseher über alle Geschütze war. Bleiben 9 Mann Geschützbedienung. Auch 1424 muss dieses Geschütz, unter Meister Lamprecht, vor Mühlberg eingesetzt worden sein. Damals standen dem Meister für zwei Geschütze 9 Knechte zur Verfügung.²¹ Vielleicht waren die Knechte 1425 auch für zwei Büchsen vorgesehen, hier bleibt ein Interpretationsspielraum. Aber sicher brauchte, den Büchsenmeister nicht eingerechnet, die Grosse eine Mannschaft von 5 bis 9 Mann.

Die grosse Bedienungsmannschaft spricht für ein sehr grosses und schweres Geschütz. Es muss eine der 1409/10 gegossenen Steinbüchsen sein, als Meister Eberlin von Rottweil mehrere Geschütze im Gesamtgewicht von 130 ct. Bronze goss.²² Die schnelle Schussfolge spricht indes gegen ein sehr grosses Kaliber. Ein Geschütz schnell zu laden, ging am besten, wenn es einen nur kurzen Flug bzw. Vorteil zum Aufnehmen der Steinkugel hatte. Solche Geschütze waren die urtümlichen. Im Jahr 1427 wurde für sie der Begriff «Haufnitze» gebräuchlich, er ist von «häufig schiessend» abgeleitet und zur Hussitenzeit böhmisch-schlesisch verballhornt worden.²³ Hier hilft die konkret angegebene Pulvermenge pro Schuss weiter. Nach dem Feuerwerksbuch²⁴ sollte für je neun Pfund Stein der Kugel ein Pfund Schwarzpulver eingesetzt werden (1:9). Die Forderungen des späteren Feuerwerksbuches treffen aber wegen des überproportional grösseren Aufwandes für grosse Geschütze noch nicht zu. Das Pulver wurde noch sparsam eingesetzt und so ist ein um 1400 übliches Ladungsverhältnis von 1:12, 1:13 oder noch geringer zu wählen. Das ergäbe eine Steinkugel von 200 Pfund. Aber natürlich wäre

ihn regelmässig, ohne das klar ist, ob er ihn der konkreten Quelle entnommen hat oder dem eigenen Wissen um die Existenz des Begriffes.

20 Gessler (wie Anm. 1), S. 193.

21 Ebd., S. 266.

22 Ebd., S. 191.

23 Rathgen (wie Anm. 5), S. 336, fand den Begriff «Hawfenicze» bereits 1427 in einem Bündnisvertrag der Schlesischen Herrschaften zur Hussitenabwehr, wo solche auch gestellt werden sollten. Er zitiert die *Scriptores rerum Silesiacarum*, Bd. 6, hg. von der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, Breslau 1855, S. 55.

24 Jähns (wie Anm. 19), S. 393. Die älteste Abschrift datiert auf 1429 und geht auf ein Original von vermutlich 1420 zurück.

auch ein noch älteres, sparsameres Ladungsverhältnis von 1:15, wie es am Ende des 14. Jahrhunderts üblich war, möglich. Die bekannte, 1402 gegossene Göttinger Makefrede hatte bei einem Kaliber von 450 Kölner Pfund ein Ladungsverhältnis von 1:16.²⁵ Daher sollte ein Verhältnis von 1:15 im Jahr 1409 als das Minimum angesehen werden. Dem würde eine Steinkugel von 240 Pfund (118,378 kg) entsprechen. Die durchgehend glatten Zahlen sprechen nach mittelalterlichem Brauch für eine hohe Wahrscheinlichkeit, da die Menschen wegen der sperrigen römischen Zahlen gebrochene Werte möglichst vermieden.

Die Steinkugel muss aus einer sehr festen, homogenen und verfügbaren Steinsorte bestanden haben. Das Kämmereibuch nennt die Steinbrüche Dieprechtsweiler und Burrendrut zum Hauen von Büchsensteinen.²⁶ Das Basler Münster führt uns die Steinsorte vor Augen: roter Buntsandstein. Nach Aussage des Geologen Prof. em. Dr. Andreas Wetzel von der Universität Basel, der vor Jahren die Steine der Münsterbauhütte untersuchte, hat der verwendete Stein eine Dichte von 2,41 bis 2,62. Es ist naheliegend, dass zur selben Zeit dieselben Steinbrüche genutzt wurden. Da an einen Büchsenstein höhere Anforderungen als an einen Mauerquader gestellt wurden, wird man nach Möglichkeit die beste Steinsorte ausgewählt haben. Allerdings konnte man nur nehmen, was sowieso gerade zum Abbau anstand oder bereits gebrochen war. Somit ist eher eine etwas bessere Steindichte als die mittlere, aber nicht unbedingt die maximale zu erwarten, nämlich 2,57 +/- 0,05.²⁷ Demnach hatte die Steinkugel ein Volumen von 46,06 Litern und einen Durchmesser von 44,5 cm +/- 1 mm. Da die Kugel vor dem Kammermundloch mit flachen Holzkeilen genau mittig zentriert wurde und beim Abschuss die Rohrwand nicht berühren durfte, muss man ein Spiel zwischen Kugel und Rohrwand von beiderseits etwa 1 cm einrechnen. Die hintere Seelenweite des Fluges betrug demnach 46,5 cm.

Die Seelenweite der Pulverkammer musste viel kleiner als der Kugeldurchmesser sein, um den Explosionsdruck auf den Pol der Steinkugel zu zentrieren, ähnlich dem Billardspieler, welcher der Kugel mit dem Queue einen punktförmigen Impuls verleiht. Die Seelenweite der Kammer sollte nach Feuerwerksbuch nur $\frac{2}{5}$ des

25 Manfred Linck: Die Grote Busse von 1395/98 und die Makefrede von 1402. Zwei vergessene Riesengeschütze, in: Göttinger Jahrbuch 69 (2021), S. 11–32, hier S. 31.

26 Gessler (wie Anm. 1), S. 197, 199.

27 Für die kurz vor 1443 gegossene Rüde kann eine Steindichte zwischen 2,58 und 2,62 als sicher gelten, wie noch weiter unten gezeigt wird.

Kugeldurchmessers betragen,²⁸ das wären 17,8 cm. Da der Büchsenmeister für das Abformen der Negativform des Kammerinneren den Gehilfen ein glattes Mass vorgeben musste, waren das 7 Zoll (17,82 cm), ein gängiges Mass. Die Kammer muss die 16 Pfund Pulver, das sind 7,891 Liter, und die nötigen 2,630 Liter Verbrennungsluft ($\frac{1}{3}$ der Pulvermenge) aufnehmen. Nach dem Einladen des Pulvers wurde in das Kammermundloch noch ein Holzpfropf in Länge von 4 Zoll (10,18 cm) eingeschlagen, um den Explosionsdruck anzustauen. Dieser hat ein Volumen von 2,539 Litern.²⁹ Es bedurfte somit eines Innenvolumens der Kammer von 13,060 Liter bzw. dm³.

Das Feuerwerksbuch forderte 2 Kugellängen als Länge der Kammer, die aber bei schwächeren Ladungen als 1:9 gar nicht nötig sind. Der Büchsenmeister wird ein Tonrohr der Weite von 7 Zoll mit einem Holzpfropf verschlossen, Mehl oder Pulver in berechneter Menge hineingeschüttet, die nötige Luft berücksichtigt und dann die Länge der Pulverkammer durch Nachmessen ermittelt und auf ein glattes Mass gerundet haben. Das würde einen Hohlzylinder von 52,37 cm Länge ergeben. Jedoch endete die Pulverkammer bei gegossenen Geschützen in einer Halbkugel, die das notwendige gründliche Auswischen der Kammer nach dem Schuss erleichterte. Sie hätte bei einer Länge von $\frac{1}{2}$ Seelenweite (8,91 cm) ein Volumen von 1,481 dm³ bzw. Liter. Es verbleiben 11,579 dm³. Diese ergeben einen Zylinder von 46,43 cm. Die Länge der Pulverkammer müsste dann 55,34 cm betragen. Der Büchsenmeister aber wird 22 Zoll (56,00 cm) festgelegt haben. Das exakte Kammervolumen beträgt nun 13,225 Liter bzw. dm³.

Die Wandstärke der Kammer soll von der erhaltenen Steinbüchse Rauch des Historischen Museums Basel abstrahiert werden. Dies ist eines der ältesten erhaltenen Geschütze überhaupt, aber doch viel moderner als die Grosse Büchse von 1409/10. Es verschoss zwar nur 100 Pfund schwere Kugeln, hatte aber bereits ein sehr starkes Ladungsverhältnis von 1:6. Überdies war es eisengeschmiedet. Die Masse der Eisengeschütze unterschieden sich prinzipiell nicht von denen der gegossenen, da die Gussmeister zunächst die Masse von den eher vorhandenen geschmiedeten Stücken übernahmen.³⁰ Die Kugelgewichte, kubische Masse, verhalten sich wie 1:2,4. Demnach bewegen sich die Kugeldurchmesser und andere lineare Masse

28 Jähns (wie Anm. 19), S. 391.

29 Das Feuerwerksbuch fordert eine Aufteilung der Kammer von $\frac{1}{5}$ für den Holzpfropf, $\frac{3}{5}$ für das Pulver und $\frac{1}{5}$ für die Verbrennungsluft. Ebd., S. 391.

30 Das beobachtete auch schon Bernhard Rathgen. Rathgen (wie Anm. 5), S. 230.

der beiden Geschütze im Verhältnis der dritten Wurzeln, nämlich wie 1:1,34. Da aber nur $\frac{2}{5}$ der Ladung des Rauchs (1:6) eingesetzt wurde, wären in der dritten Wurzel nur 74% an Wandstärke notwendig, mithin gesamt 99%. Die Rohrwandstärke des Rauch beträgt an der Pulverkammer 13,15 cm,³¹ demnach müsste die Basler Grosse Buchse eine Kammerrohrwandstärke von mindestens 13,0 cm aufweisen. Der Büchsenmeister, der diese Rechnung nicht machen konnte, gab sicherheitshalber ohnehin immer mehr als theoretisch notwendig. Er brauchte auch eine Sicherheitsreserve für den Beschuss der Steinbüchse nach dem Guss, denn dabei wurde prinzipiell mit einer wesentlich stärkeren Ladung geschossen. So legte der Meister ein glattes Mass von wahrscheinlich 6 Zoll (15,27 cm) fest. Das ergibt einen Aussendurchmesser des Kammerstücks von 19 Zoll (48,36 cm).

Das Kammerstück endete im Stossboden. Da sich der Explosionsdruck allseitig gleich ausbreitet, musste es wenigstens so lang sein, wie die Rohrwandung breit. Da der Stossboden aber den Rückstoss auf den hinter dem Geschütz errichteten Bohlenkasten weiterleitete, gab man ihm meist eine um $\frac{1}{3}$ Wandstärke grössere Länge. Hier sollen glatte 8 Zoll (20,36 cm) angenommen werden. Die Länge des Kammerstückes beträgt dann 30 Zoll oder $2\frac{1}{2}$ Fuss (76,36 cm). Das Kammerstück berechnet sich aus der Differenz von Aussenzylinder und Pulverkammer. Gerechnet wird in Kubikdezimetern, da diese genau einem Liter entsprechen und man sich diese leichter vorstellen kann.

$$\text{Aussenzylinder} = \pi/4 \times 4,836^2 \text{ dm}^2 \times 7,636 \text{ dm} = 140,258 \text{ dm}^3$$

$$\text{Abzüglich der Pulverkammer} = -13,225 \text{ Liter} = 127,033 \text{ dm}^3$$

$$\text{Bei Kanonenbronze mit 12\% Zinnanteil}^{32} \text{ und Dichte von } 8,73 = 1109,000 \text{ kg}$$

Der Stossboden wurde nach hinten oft verstärkt, um die Aufprallfläche zu vergrössern. Beim eisernen Basler Rauch wurde dies in einem Anwachsen des Aussendurchmessers des Kammerstücks gelöst. Bei der gegossenen Braunschweiger Mette von 1411 ist die Verstärkung durch aufgesetzte Reifen realisiert. Es soll daher ein Reifen von 2 Zoll Breite (5,09 cm) und ein Zoll Höhe angenommen werden. Der

31 Die Angaben zum Rauch nach Auskunft vom Historischen Museum Basel sowie Rathgen (wie Anm. 5), S. 230f.

32 Die 1426/27 gekauften Mengen an Kupfer und Zinn lassen auf die Verwendung von etwa 11% Zinnanteil schliessen. Gessler (wie Anm. 1), S. 192. Daher kann man wie auch schon in anderen Städten für 1409/10 sicher von 12% Zinnanteil ausgehen.

Innendurchmesser ist gleich dem Aussendurchmesser der Kammer (48,36 cm), der Aussendurchmesser des Reifens ist dann 53,45 cm.

$$[(\pi/4 \times 5,345^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 4,836^2 \text{ dm}^2)] \times 0,509 \text{ dm} = 2,072 \text{ dm}^3$$

Bei Dichte 8,73 = 18,085 kg

Gesamtgewicht Kammerstück mit Schutzreifen = 1127,085 kg

Der Flugboden hat, anders als bei geschmiedeten Stücken, eine dem Bronzeguss gemässe Form einer Hohlhalbkugel, wobei sich ein Teil in Form einer Kugelkappe mit dem Kammerstück durchdringt. Die Seelenweite beträgt 46,5 cm. Die Rohrwandstärke kann kleiner als bei der Kammer gewählt werden, da hier kaum noch der Explosionsdruck wirkt. Der Flug hat lediglich die Aufgabe, die Kugel zentriert vor dem Kammermundloch festzuhalten. So sind drei Zoll (7,64 cm) Rohrwandstärke ausreichend. Der Aussendurchmesser des Fluges beträgt demnach 61,78 cm.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (\pi/6 \times 6,178^3 \text{ dm}^3 - \pi/6 \times 4,650^3 \text{ dm}^3) &= \frac{1}{2} (123,465 \text{ dm}^3 - 52,645 \text{ dm}^3) \\ &= 35,410 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Diese gedachte Halbkugel durchdringt die Kammer auf 7,64 cm. Daher ist die Kugelkappe von 7,64 cm Höhe und dem Radius ihres Grundkreises = Aussenradius der Kammer von 19,09 cm abzuziehen.

$$-\pi/6 \times 0,764 \text{ dm} \times (3 \times 1,909^2 \text{ dm} + 0,764^2 \text{ dm}^2) = -4,607 \text{ dm}^3$$

Gesamtvolumen Flugboden = 30,803 dm³

Der vordere Flugteil

Wie bei der Murtener Steinbüchse zu beobachten, war der Flug zunächst noch sehr kurz, denn die Flugseele musste nur die Kugel aufnehmen. Eine Führung der Kugel im Rohr oder eine weitere Beschleunigung waren nicht vorgesehen. Typisch war ein Flug von $1 \frac{1}{3}$ Kugeldurchmessern Länge. Gleichwohl ist schon nach 1400 bei Feldgeschützen ein immer länger werdender Flug zu beobachten. Bei Belagerungsgeschützen lässt sich eine Verlängerung des Fluges frühestens 1409 in Marienburg mit der dortigen Langen Buchse im Kaliber von 100 Pfund nachweisen.³³ Aber 1411 wurde schon wie aus dem Nichts in Braunschweig die Faule Mette vom Kaliber 800 Pfund mit einem Flug von zwei Kugeldurchmessern Länge

33 Joachim Erich (Hg.): Das Marienburger Tresslerbuch der Jahre 1399–1409, Königsberg i. Pr. 1896, S. 590.

gegossen.³⁴ Es lässt sich also keine sichere Aussage über die Fluglänge in dieser Übergangszeit treffen. Da es aber eine grosse Schussfolge gewährleistete, soll von einem kurzen Flug von $1\frac{1}{3}$ Kugeldurchmessern (59,33 cm) ausgegangen werden. Dieser kurze Flug erleichterte den Kanonieren das Laden von vorn. Der Meister wird glatte 23 Zoll (58,54 cm) oder eher 24 Zoll = 2 Fuss (61,09 cm) festgelegt haben. Da der Flugboden bereits 23,25 cm der Flugseele beansprucht, so verbleiben 37,84 cm für den Flug nach vorn.

Wenn die Wandstärke nach vorn um $\frac{1}{2}$ Zoll abnahm, so wäre die Seelenweite an der Mündung um 1 Zoll grösser als hinten, also 49,05 cm. Das Volumen berechnet sich aus der Differenz von Ausenzylinder und dem Kegelstumpf der Rohrseele.

$$[\pi/4 \times 6,178^2 \text{ dm}^2 - \pi/2 \times (2,4525^2 \text{ dm}^2 + 2,325^2 \text{ dm}^2)] \times 3,784 \text{ dm} = [29,977 \text{ dm}^2 - 17,939 \text{ dm}^2] \times 3,784 \text{ dm} = 45,551 \text{ dm}^3$$

Abzurechnen ist noch die Phase an der Rohrmündung, wodurch die Kugel sich leichter ins Rohr hineinrollen liess und Beschädigungen vermied. Sie hat etwa ein Volumen von $0,48 \text{ dm}^3$. Es verbleiben $45,071 \text{ dm}^3$.

Der Mündungsschutzring soll wieder eine Stärke von 1 Zoll (2,545 cm) und eine Breite von 2 Zoll (5,09 cm) haben. Er berechnete sich wie ein Hohlzylinder mit Innendurchmesser gleich dem Flugaussendurchmesser von 61,78 cm und dem um 2 Daumen breit (5,09 cm) vergrösserten Aussendurchmesser von 66,87 cm sowie der Ringbreite.

$$[(\pi/4 \times 6,687 \text{ dm}^2) - (\pi/4 \times 6,178 \text{ dm}^2)] \times 0,509 \text{ dm} = 2,618 \text{ dm}^3$$

Volumen des Fluges gesamt = $30,803 \text{ dm}^3 + 45,071 \text{ dm}^3 + 2,618 \text{ dm}^3 = 78,492 \text{ dm}^3$
Gewicht des Fluges gesamt = 685,235 kg
Gewicht des Kammerstücks = 1127,085 kg
Gesamtgewicht der Steinbüchse = 1812,320 kg
In Basler Pfund = 3674,3 Pfund = 36,74 ct.
Vorspann = 10 Pferde

Dieses berechnete Geschützgewicht ist als Mindestgewicht anzusehen. Sollte man den Flug schon länger gestaltet haben oder wählte man eine etwas grössere Wandstärke, so stiege das Gewicht. Die notwendige Gussmasse liesse sich leicht in der gekauften Metallmenge von 1409/10 unterbringen und auch weitere Geschütze hätten noch genug Material. Damit sind das Fertigungsjahr 1409/10 und der Büchsenmeister Eberlin von Rottweil wohl bestätigt. Eine Prüfung

34 Rathgen (wie Anm. 5), Riss der Mette auf Tafel 6 im Anhang.

mit einer angenommenen 200 Pfund schweren Kugel erbrachte ein Geschützgewicht von nur 2 ct. weniger, da sich am schweren Kammerstück nichts ändern kann. Es lohnte sich daher, mit wenig Mehraufwand, ein grösseres Kaliber zu giessen. Da aber nur die gleiche Pulvermenge zur Verfügung stand, wäre die übertragene Energie die gleiche. Rein mathematisch ist aber ein Kaliber von 200 Pfund nicht auszuschliessen.

Beurteilung

Mathematisch ist nicht zu entscheiden, welches Kaliber zutrifft. Aber unter Beachtung des Fertigungsjahres 1409/10 scheint ein Kaliber von 240 Pfund und ein niedriges Ladungsverhältnis wahrscheinlicher. Das ermittelte Geschützgewicht kann nur ein angenähertes sein, auch wenn es wahrscheinlich ist. Bei der Legierung kann der Zinnanteil nur vermutet werden. Schliesslich begann der Guss von Geschützen mit Glockenbronze, deren Zinnanteil man mit der Zeit immer mehr verringerte. Legierungsunterschiede würden sich aber nur im Promillebereich auswirken. Ein grösseres Kaliber ist sehr unwahrscheinlich, da das Ladungsverhältnis noch schwächer würde. Ausserdem wäre dann die angestrebte Feuergeschwindigkeit fraglich.

Hinzuweisen ist auf die Grosse Buchse der Reichsstadt Eger, die 1400 aus 45 ct. Bronze gegossen wurde.³⁵ Neben deren Geschützgewicht ist auch die Steinsorte (Granit) bekannt. Es liess sich daher ein Kaliber von 240 Pfund und 20 Pfund Pulver bei einem Ladungsverhältnis von 1:12 gut rekonstruieren. Bei einem schwächeren Ladungsverhältnis von 1:15 liesse sich das Kaliber zwar noch steigern, aber kaum auf glatte 300 Pfund. Der Vergleich beider Geschütze zeigt, dass ein grösseres Kaliber als 240 Pfund für die Basler Grosse Buchse ausgeschlossen ist, 200 Pfund aber durchaus möglich wären.

Die allergrösste Buchse. Die Häre des Werher von Prussen (zwischen 1437 und 1443)

Sind Aussagen zur alten Grossen BÜchse der Stadt nur unter gewissen Annahmen und Wahrscheinlichkeiten möglich, so gibt ein zwischen 1440 und 1449 datiertes Inventar des Rates genauere Auskunft zur

35 Manualchronik des Endres Baier, in: Heinrich Gradl (Bearb.): Die Chroniken der Stadt Eger, Prag 1884 (Deutsche Chroniken aus Böhmen, hg. von L. Schlesinger, Bd. 3), S. 71–87, hier S. 73.

neuen Grossen Büchse. Es nennt drei grosse Geschütze in den Kalibern 300 Pfund mit 26 Pfund Pulver, 206 Pfund mit 23 Pfund Pulver und 110 Pfund mit 19 Pfund Pulver.³⁶ Eventuell kann man hier der Versuch eines abgestimmten Kalibersystems 300/200/100 Pfund im Soll erkennen. In Erfurt lässt sich anhand erhaltener Steinkugeln solch ein System 600/400/300 im kleineren Erfurter Pfund erkennen.³⁷ In der Stadt Halle sind Kugeln von glatt 300 und 400 Kölner Pfund erhalten.³⁸ Die jeweiligen Abweichungen vom Soll der drei Basler Kaliber wären auf verschiedene Ursachen zurückzuführen, zum Beispiel auf mittelalterliche Toleranzen oder Abweichungen in der Steinsorte. Auffällig ist die schwache Pulverladung der grössten Steinbüchse im Vergleich zur zweitgrössten. Man müsste die andert-halb-fache Pulvermenge, nämlich 35 Pfund erwarten. Hier muss ein Fehler vorliegen.

Das Geschützgewicht der Grössten beträgt 92 ct. (4540,6 kg), aber nur 26 Pfund Pulver werden für einen Schuss vorgeschrieben. Das wäre für die Jahrhundertmitte ein sehr schwaches Ladungsverhältnis von 1:11,5, und das trotz des hohen Rohrgewichts. Hier besteht wie gesehen ein eklatantes Missverhältnis. Es könnten XXXVI Pfund Pulver gemeint sein, weil ein X vergessen wurde. Schaut man nach Braunschweig, so wurde dort 1414 ein 300 Pfundkaliber von nur 76 ct. gegossen, das mit 48 Pfund geladen wurde.³⁹ Überhaupt lässt sich das 300 Pfund Kaliber nach 1400 oft feststellen (etwa in Erfurt, Halberstadt, Magdeburg und Halle).

In der Auszugsordnung von 1443 in Vorbereitung auf den Zug gegen Laufenburg im Alten Zürichkrieg wird das grösste Geschütz beim Namen genannt: Die Häre. Sie erhält 26 Pferde in den Vorspann.⁴⁰ Theoretisch würden 22 Pferde reichen, da aber in mehreren Zügen nebeneinander angespannt wurde, kann pro Pferd der seitlichen Züge nur 70% Zugleistung veranschlagt werden. So waren je nach Gewicht des schweren Transportwagens die 26 Pferde

36 Gessler (wie Anm. 1), S. 224.

37 Manfred Linck: Technologische Führerschaft: Die Erfurter Steinkugeln von Heringen und Querfurt in einem abgestimmten Kalibersystem. Weltweit erste Nennung von Steinbüchsen in Erfurt, in: Jahrbuch für Erfurter Geschichte 17 (2022), S. 289–298.

38 Ders.: Das Rätsel um die Riesengeschützkugeln am Giebichenstein, in: Burgen und Schlösser in Sachsen-Anhalt. Mitteilungen der Landesgruppe Sachsen-Anhalt der Deutschen Burgenvereinigung e. V. 30 (2021), S. 283–294.

39 Porners Gedenkbuch, in: Die Chroniken der niedersächsischen Städte. Braunschweig, Erster Band, Leipzig 1868 (Die Chroniken der deutschen Städte vom 14. bis ins 16. Jahrhundert 6), S. 206.

40 Gessler (wie Anm. 1), S. 268.

optimal.⁴¹ Das bestätigt also das Geschützgewicht und grenzt den Schreibfehler auf die Pulvermenge ein. Auch der Büchsenmeister wird benannt: Werher von Prussen. Der Deutsche Orden war gut vernetzt, zog schon früh Werkmeister aus ganz Europa für seine Rüstungen heran und gab nach 1400 erstaunliche Impulse für die Entwicklung der Artillerie. Man kann davon ausgehen, dass Werher die Spitzenprodukte der Ordensartillerie, die Grosse Bochse (900 Pfund), die Bochse nehest der Grossen (Faule Grete, 450 Pfund) oder die Lange Buchse (100 Pfund), genau kannte.⁴² So können für die Häre moderne Verhältnisse und ein zeitgerechtes Ladungsverhältnis erwartet werden.

Über die Legierung ist nichts zu erfahren, aber man wird um diese Zeit ideale Kanonenbronze mit 10% Zinnanteil voraussetzen können. 1426/27 wurden in Basel noch 10,8 bis 11,5% Zinnanteil gewählt, man war also auf dem richtigen Weg der Optimierung.⁴³ Vermutlich wurden auch noch bis zu 2% Blei zugesetzt, um die Schmelze im Ofen besser steuern zu können. Zumindest ist dies für die Grosse Bochse des Ordens nachgewiesen. Nach einem nicht gelungenen Guss des separat gegossenen Fluges setzte man damals beim zweiten Guss 1,8% Blei zu, um den Schmelzpunkt der riesigen Materialmenge (5242 kg) herabzusetzen. Die Dichte dieser Legierung würde etwa bei 8,77 liegen. Da die Rechnungen fehlen, ist das zwar nicht nachzuweisen, aber angesichts der grossen Gussmasse der Häre doch wahrscheinlich. Bei Legierungen über 2% Blei wird die Härte der Bronze herabgesetzt, dies würde zu Ausbrennungen im Rohr und zu schnellem Verschleiss führen. Die Anwendung von Blei ist auch durch den Göttinger Büchsenmeister Henrik Heistirbom in Braunschweig und Mühlhausen (Thüringen) bekannt.⁴⁴ Der Bleipreis lag etwa bei 3,3 fl pro ct., also bei einem Drittel des Zinnpreises. Für Basel ist der Import aus dem Schwarzwald naheliegend.

41 Rathgen rechnet nach einer preussischen Dienstvorschrift mit 250 kg Zugleistung für das Artillerie- oder Trainpferd. 10 Pferde wurden direkt angespannt, 2 x 8 Pferde seitlich, für die nur 70% Zugleistung veranschlagt werden können. So erbringt der Vorspann 5300 kg Zugleistung, 4541 kg für das Geschütz und 760 kg für den Transportwagen.

42 Rekonstruktion der Kaliber aus den Rechnungsangaben des Marienburger Tresslerbuches (wie Anm. 33) durch den Autor. Zur Faulen Grete: Manfred Linck: 17 «Bochse nehest der grossen»: Die «Faule Grete» des Deutschen Ordens und ein Magdeburger Geschütz 1414 vor der Burg Plaue (Mark Brandenburg), in: Preußische Mitteilungen 52, Nr. 239 (Juni 2022), S. 12–17.

43 Laut der Rechnungen für die Kupfer- und Zinnkäufe des Rates, Gessler (wie Anm. 1), S. 192.

44 Manfred Linck: Der Guss zweier Großer Steinbüchsen 1429 und 1430 in Mühlhausen wegen der Hahnsteiner Fehde, in: Mühlhäuser Beiträge 45 (2022), S. 167–183.

Die Rekonstruktion der Häre

Die Steinkugel zu 300 Basler Pfund (147,972 kg) aus Buntsandstein der angenommenen Dichte von 2,57 würde bei einem Volumen von 57,577 Litern einen Durchmesser von 47,9 cm haben. Sie ist der Schlüssel für die Geschützrekonstruktion. Das Spiel dürfte trotz des grösseren Kalibers gegenüber der alten Grossen Büchse um 1440 nicht grösser als 1 cm gewesen sein, die Seelenweite des Fluges beträgt demnach 49,9 cm.

Kammer und Kammerstück

Das Herzstück einer grossen Steinbüchse war immer die Pulverkammer. Sie war zu Anfang der Entwicklung immer schwerer und länger als der Flug, bis sich die Verhältnisse in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts anglichen oder sogar umkehren konnten. Auch wurde der ursprünglich $\frac{1}{5}$ des Kammervolumens einnehmende Holzpfropf immer kürzer, glich zuletzt nur noch einem Treibspiegel, bis er um 1450 wegfiel, als die Toleranzen zwischen Kugel und Rohr immer kleiner wurden. Um die 36 Pfund (17,757 kg) gekörnten Schwarzpulvers der Dichte 1 aufzunehmen, bedarf es 17,757 Liter und 5,919 Liter für die Verbrennungsluft. Die Seelenweite der Kammer sollte $\frac{2}{5}$ des Kugeldurchmessers (19,16 cm) betragen. Der Büchsenmeister musste sich zwischen 7 oder 8 Zoll entscheiden, da dieser Wert genau mittig liegt. Welchen Wert er wählte, war unerheblich, nur das resultierende Volumen musste stimmen. Im Trend lagen längere Kammern mit geringerer Seelenweite,⁴⁵ jedoch erleichterte eine weite Kammer das Laden und Auswischen. Im Weiteren wird von 8 Zoll (20,36 cm) ausgegangen. Gibt man dem Holzpfropf noch eine Länge von 4 Zoll (10,18 cm), so hatte er ein Volumen von 3,314 Liter. Die Kammer müsste demzufolge ein Volumen von 26,990 Litern aufweisen. Sie zerfällt in einen langen zylindrischen Teil und die abschliessende Hohlhalbkugel im Radius von 10,18 cm. Diese hat ein Volumen von 2,210 dm³/Liter. Für den Zylinder verbleiben 24,780 dm³ bei einer Länge von 76,11 cm. Die Gesamtlänge der Kammer beträgt dann 86,29 cm. Der Büchsenmeister wird aber glatte 34 Zoll (86,54 cm) festgelegt haben. Das ergibt ein genaues Kammervolumen von 28,175 dm³/Liter.

Abstrahiert man die Rohrwandstärke von der erhaltenen Steinbüchse Rauch und deren Wandstärke von 13,15 cm, so muss sich

45 Vgl. erhaltene Faule Magd nach 1430, Militärhistorisches Museum der Bundeswehr in Dresden, bzw. Rathgen (wie Anm. 5), im Anhang Tafel 6.

proportional bei der dreifach schwereren Kugel der Häre die Wandstärke auf die dritte Wurzel von drei ($\times 1,44$) vergrössern. Allerdings beträgt das Ladungsverhältnis von 1:8,3 nur 72,0% vom Rauch (1:6), sodass eine Wandstärke in der dritten Wurzel von 0,72 (= 0,89) reduziert werden kann. Die Wandstärke müsste dann $1,44 \times 0,89 = 128,2\%$, mithin 16,85 cm betragen. Der Büchsenmeister wird vermutlich glatt 6 Zoll (15,27 cm) festgelegt haben. Der Aussendurchmesser des Kammerstücks beträgt demnach 20 Zoll (50,91 cm). Der Stossboden soll üblich $\frac{1}{3}$ länger sein als die Rohrwandstärke und 8 Zoll (20,36 cm) betragen. Das Kammerstück hätte dann eine Länge von 42 Zoll (106,90 cm).

$$\text{Aussenzyylinder} = \pi/4 \times 5,091^2 \text{ dm}^2 \times 10,690 \text{ dm} = 217,607 \text{ dm}^3$$

$$\text{Abzüglich der Pulverkammer} = -28,175 \text{ Liter} = 189,432 \text{ dm}^3$$

$$\text{Bei Kanonenbronze mit 10\% Zinnanteil, 2\% Blei und Dichte von 8,77} = 1661,323 \text{ kg}$$

Der Reifen zur Stossbodenverstärkung soll in 3 Zoll Breite (7,64 cm) und ein Zoll Höhe angenommen werden. Der Innendurchmesser ist gleich dem Aussendurchmesser der Kammer (50,91 cm), der Aussendurchmesser des Reifens ist dann 56,00 cm.

$$[(\pi/4 \times 5,600^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 5,091^2 \text{ dm}^2)] \times 0,764 \text{ dm} = 3,265 \text{ dm}^3$$

$$\text{Bei Dichte 8,77} = 28,636 \text{ kg Gesamtgewicht Kammerstück mit Schutzreifen} = 1689,686 \text{ kg}$$

Der Flug

Bei Bronzerohren droht wegen ihrer thermischen Verformbarkeit – der Schmelzpunkt liegt unterhalb jenes des Eisens – und durch das schwerere Eigengewicht der sogenannte Durchhang. Sie biegen sich während der thermischen Stossbelastung nach unten durch. Denn nun staut sich auch im längeren Flug der Explosionsdruck, die Kugel wird noch weiterhin beschleunigt, auch wenn noch ein Teil der Pulvergase durch das Spiel zwischen Kugel und Rohrwand entweicht. Daher müssen nun die Rohrwände des Fluges stärker werden. Die Flugseele soll mit zwei Kugeldurchmessern (95,8 cm) bzw. 38 Zoll (96,72 cm) Länge angenommen werden. Der halbkugelige Flugboden hat eine Seelenweite von 49,90 cm. Die Rohrwandstärke beträgt beim Rauch 10,3 cm. Proportional auf 103,8% vergrössert sind das 10,69 cm, der Meister wird hier 5 Zoll (12,73 cm) gewählt haben, um sicherzugehen. Der Aussendurchmesser des Fluges beträgt demnach 75,35 cm.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} (\pi/6 \times 7,535^3 \text{ dm}^3 - \pi/6 \times 4,990^3 \text{ dm}^3) = \frac{1}{2} (224,000 \text{ dm}^3 - 65,058 \text{ dm}^3) \\ & = 158,942 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Diese gedachte Hohlhalbkugel durchdringt das Kammerstück in Rohrwandstärke von 12,73 cm. Wegen der äusseren Überwölbung des Kammerstückes durch den Flugboden bilden sich eine Kugelkappe von 8,53 cm Höhe und dem Grundkreisradius gleich dem Aussenradius des Kammerstückes von 25,45 cm sowie ein flacher Zylinder von 4,20 cm Länge und im Durchmesser des Kammerstückes. (Abbildung 1). Beide sind noch vom Flugboden abzuziehen, damit sie nicht doppelt gezählt werden.

$$\begin{aligned} \text{Kugelkappe} &= -\pi/6 \times 0,853 \text{ dm} \times (3 \times 2,545^2 \text{ dm}^2 + 0,853^2 \text{ dm}^2) = -9,003 \text{ dm}^3 \\ \text{Zylinderscheibe} &= -\pi/4 \times 5,091^2 \text{ dm}^2 \times 0,42 \text{ dm} = -8,550 \text{ dm}^3 \\ \text{Gesamtvolumen Flugboden} &= 141,389 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Vorderer Flug

Der vordere Flug ist um die Mitte des Jahrhunderts innen nicht mehr konisch, er hat eine konstante Seelenweite und auch der Aussenradius bleibt über die gesamte Länge gleich. Er hat also die Form eines einfachen Hohlzylinders. Der Flugboden hat bereits 24,9 cm an Länge verbraucht. Es verbleiben nach vorn 71,82 cm.

$$[(\pi/4 \times 7,535^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 4,990^2 \text{ dm}^2)] \times 8,200 \text{ dm} = 179,805 \text{ dm}^3$$

Nun war die Rohrmündung, durch welche die schwere Kugel hineingerollt werden musste, zum Schutz vor Materialausbrüchen angefast oder abgerundet. Das gesparte Material nimmt einen Ring im Durchmesser der Seelenweite, in Breite der Fase von 2 Zoll (5,09 cm) und vorn von 1 Zoll (2,54 cm) in der Höhe. Im Querschnitt wäre das ein rechtwinkliges Dreieck. Der Einfachheit halber wird ein Ring von Fasenbreite x halber Fasenhöhe und einem Innendurchmesser in Seelenweite von 49,90 cm berechnet, der noch vom Flug abzurechnen ist. Er berechnet sich wieder wie ein Hohlzylinder.

$$V = -(\pi/4 \times 5,244 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 4,990 \text{ dm}^2) \times 0,509 \text{ dm} = -1,039 \text{ dm}^3$$

Der Mündungsschutzring soll wieder eine Stärke von 1 Zoll (2,545 cm) und eine Breite von 3 Zoll (7,64 cm) haben. Er berechnet sich wie ein Hohlzylinder mit Innendurchmesser gleich dem Flugaussendurchmesser von 75,35 cm und dem um 2 Daumen breit (5,09 cm) vergrösserten Aussendurchmesser von 80,44 cm sowie der Ringbreite.

$[(\pi/4 \times 8,044^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 7,535^2 \text{ dm}^2)] \times 0,764 \text{ dm} = 6,228 \text{ dm}^3$
 Gesamt Flug = $141,389 \text{ dm}^3 + 179,805 \text{ dm}^3 + 6,228 \text{ dm}^3 - 1,039 \text{ dm}^3 = 326,383 \text{ dm}^3$
 Bei Dichte 8,77 Gewicht Flug = 2862,379 kg
 Gewicht Kammerstück = 1689,686 kg
 Gesamtgeschützgewicht = 4552,247 kg
 In Basler Pfund = 9173,5 Pfund
 Soll = 92,00 ct.
 Differenz = 0,26 ct. = 0,29 %

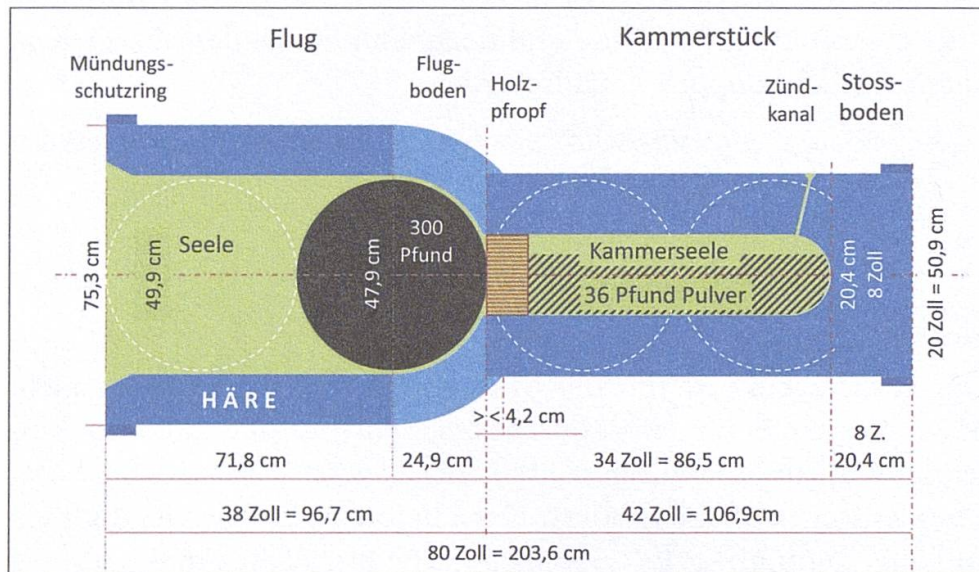


Abbildung 1

Das Modell der Häre (vor 1443) zeigt die berechneten Einzelstücke. Der Schritt von der Haufnitze zum Mauerbrecher wird gerade angedeutet. Dieses Geschütz wurde gegen grosse Mauerstärken wie auf der Burg Stein zu Rheinfelden entwickelt (Zeichnung des Autors).

Beurteilung

Zu beachten ist, dass das Modell ausschliesslich unter Anwendung glatter mittelalterlicher, in Basel überlieferter Masse entwickelt wurde. Wegen des Lese- oder Schreibfehlers in der Quelle kann für die Lesart keine Garantie gegeben werden. Die Angabe des Pulvers ist offensichtlich fehlerhaft, die angenommenen 36 Pfund bleiben eine zwar naheliegende, aber nicht beweisbare Annahme. Eine noch stärkere Pulverladung ist mathematisch nicht auszuschliessen. Mit einem Ladungsverhältnis 1:8,3 ist das Geschütz schon moderner als die Forderung des Feuerwerksbuches (1:9). Dafür wurde der Flug auf $2 \frac{2}{3}$ Kugeldurchmesser verlängert. So konnte die Kugel im längeren Rohr weiter beschleunigt werden. Man musste dafür aber auch mehr Material in die Rohrwand des Fluges stecken, um die Stabilität zu

sichern. Das machte das Geschütz schwer und schwierig zu manövrieren. Im Vergleich zur alten Grossen Buchse von 1409/10 handelte es sich bei der Häre deshalb um eine Entwicklung in Richtung zu einem völlig anderen Geschütztyp. War jene eine Haufnitze, so war die Häre fast schon ein grosser Mauerbrecher. Eine grosse Masse wurde mit hoher Beschleunigung auf gestreckter Flugbahn gegen die Mauer geschossen. Solche grossen Mauerbrecher traten um die Mitte des Jahrhunderts auf. Zwei eisengeschmiedete blieben mit der Dulen Griet (vor 1452) in Antwerpen und der Mons Meg in Edinburgh (1449 in Mons im Hennegau gefertigt) erhalten.

Hier ist noch auf ein sehr ähnliches gegossenes Geschütz hinzuweisen, den Erfurter Wirt im Kaliber 400 Erfurter Pfund (= 300 Kölner Pfund) aus dem Jahr 1447, dessen Steinkugeln zu 140,52 kg in mehreren Exemplaren erhalten sind. Er hatte ein Rohrgewicht von 5491 kg und sein Flug war fast 3 Kugeldurchmesser lang. Die etwas grössere Pulverkammer ermöglichte ein Ladungsverhältnis von 1:8. Es könnte die direkte Weiterentwicklung der Häre durch Flugverlängerung sein. Der Erfurter Büchsenmeister Mollner trat später in den Dienst Kaiser Friedrichs III.⁴⁶ Die ziemlich ähnlichen Geschütze bzw. deren aus unterschiedlichen Ausgangsangaben entwickelten Modelle – beide Geschütze wurden wieder eingeschmolzen – sollten eine Bestätigung für die Rekonstruktion der Häre und deren hoher Wahrscheinlichkeit sein, wenn es auch kein endgültiger Beweis ist.

Ihre Leistungsfähigkeit stellte die Häre 1445 bei der Belagerung der österreichischen Burg Stein zu Rheinfeldern unter Beweis, nachdem ihr vor Laufenburg 1443 der Erfolg versagt geblieben war. Heinrich, Büchsenmeister und oberster Werkmeister über die Artillerie vor Ort, schoss mit 30 Schuss auf den «Hochturm», sodass Stücke herausbrachen.⁴⁷ Dieser war von harten Steinen gemauert und die Mauer 13 Schuh (etwa 4 m) dick. Man traf eine Schwachstelle, wo ein Schneck, also eine Wendeltreppe, im Mauerwerk verlief. Die Schüsse schlugen im Umkreis von kaum zwei Klaftern (3,67 m)⁴⁸ auf. Die Schussentfernung betrug über den Rheinarm hinweg etwa 100 m.⁴⁹

46 Alle Informationen zum Erfurter Wirt: Michael Kirchschrager/Manfred Linck: Steinkugeln und Riesengeschütze im Mittelalter. Erfurt 1377 und 1447, in: Jahrbuch für Erfurter Geschichte 16 (2021), S. 63–102.

47 Gessler (wie Anm. 1), S. 266, im Widerspruch dazu ebd. S. 269, wo 24 Schuss abgegeben wurden.

48 Das Klafter betrug 6 Fuss, im Basler Fussmass 1,833 m.

49 Gessler (wie Anm. 1), S. 269.

Nach dem Gesetz der Streuung schlugen 50% der Schüsse im $\frac{1}{4}$ der Streuung messenden Herzstück der Streuung ein. Es müssten 15 Schüsse in einem Kreis von $\frac{1}{2}$ Klafter (ca. 0,92 m, Radius 46 cm) eingeschlagen sein. Das wäre unter einem Kugeldurchmesser (47,9 cm) Abweichung vom Zielpunkt. Die 15 anderen Schüsse sind dann zwischen $\frac{1}{2}$ und 2 Klafter eingeschlagen. Das unterstreicht noch einmal, dass hier im direkten Richten mit gestreckter Flugbahn und hoher Ladung geschossen, aber nicht wie bei der Haufnitze, in parabelförmiger Flugbahn geworfen wurde. Dann wäre eine viel grössere Streuung und weniger Wirkung zu verzeichnen gewesen.

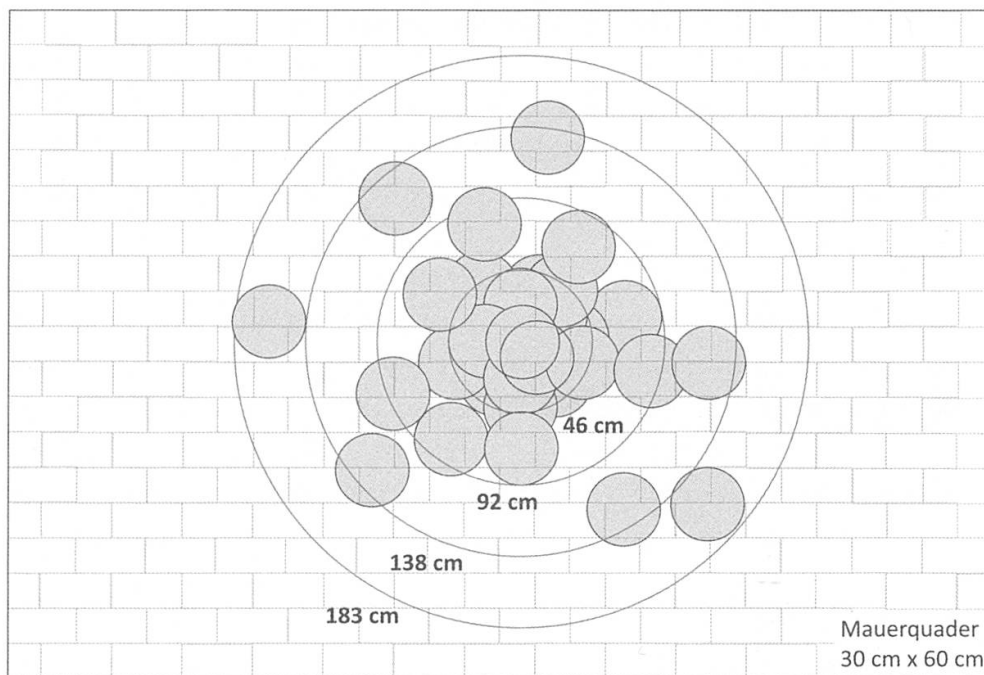


Abbildung 2

Schematische Darstellung der Einschläge der Häre auf den Hochturm der Burg Stein zu Rheinfelden. Nach dem Gesetz der Streuung liegen 15 Schuss im Halbklafterkreis, weitere 8 im Klafterkreis, weitere 5 im $1\frac{1}{2}$ Klafterkreis und noch zwei im äusseren Zweiklafterkreis. Die Mauerstärke betrug 4 m, die Feuerentfernung etwa 100 m (Zeichnung des Autors).

Gessler gibt nach einer Quelle 74 gezählte Schüsse aus vier Grossen Büchsen in einer Nacht an.⁵⁰ Zwei davon waren aus Basel, die Häre zu 300 Pfund, die Rüde zu 200 Pfund. Zwei im Kaliber von

50 Ebd.

200 und 100 Pfund hatte das Berner Aufgebot gebracht.⁵¹ Nachtschiessen wird auch bei anderen Belagerungen erwähnt und war absolut üblich, um die Verteidiger zu zermürben. So wurden während der Grossen Magdeburger Fehde bei der Belagerung der Burg Altenplattow 1434 während vier Tagen und Nächten drei Last Pulver (90 ct.) und 420 Steinkugeln verschossen.⁵² Die Häre war trotz der komplizierten Bedienung auch in der Nacht beteiligt, denn genau in dieser Nacht schoss sie ein Loch in den grossen Bergfried. Jedoch dürften die übrigen drei Geschütze, häufig schiessende Haufnitzen, die Hauptlast getragen haben. Sie werden 23 Schuss je Geschütz oder 3 Schuss pro Geschütz je Stunde gefeuert haben. Alle sechs bis sieben Minuten schlug es irgendwo in der Burg ein.

Zu welcher Feuergeschwindigkeit mag die Mannschaft der Häre imstande gewesen sein? Sie musste die schwerste Kugel der beteiligten Steinbüchsen handhaben, das meiste Pulver massgerecht laden und das bei einem langen Flug und einer langen Pulverkammer dahinter, die nur umständlich von vorn durch die Rohrmündung zu erreichen war. Schliesslich musste die Steinkugel noch zentriert und verschoppt werden, um punktgenau vor dem Kammermundloch zum Liegen zu kommen und um das Spiel zwischen Kugel und Rohrwand zu dichten. 14 Tage dauerte die Belagerung. Davon wird der erste Tag mit dem Anmarsch, der zweite mit dem Anlegen der Feuerstellung, dem Aufstellen des Schirms und dem Abladen des Rohrs mit dem Kran und dem passgerechten Einrichten des Geschützes vergangen sein. Ebenso brauchte man einen Tag zum Abräumen und zum Abtransport. So wird man an maximal elf Tagen Feuer geführt und drei Schuss pro Tag erreicht haben. Unterstellt man Schiesspausen, z.B. weil noch auf neue Steinkugeln gewartet werden musste, so kann man auf keine höhere Feuergeschwindigkeit als 4 Schuss pro Tag bzw. Nacht kommen. Neben dem extraordinären Aufwand und den hohen Kosten für die Geschützfertigung und das Zubehör, bspw. für den Kran, und der eingeschränkten Manövrierfähigkeit ist die langsame Feuerführung ein weiterer Nachteil der grossen Mauerbrecher. Doch sollte mit hoher Kugelmasse und maximaler Beschleunigung die ultimative und sichere Wirkung sichergestellt werden. Das war billiger als eine abgebrochene Belagerung.

51 Dies ist aus den ebd., S. 256 angegebenen Anzahlen der vorgespannten Pferde proportional zu den Basler Geschützen zu erschliessen. Der Preis der grösseren Berner Kugel ist genau doppelt so gross wie die kleinere Berner Kugel, sodass sich die Kaliber sehr genau erschliessen lassen.

52 Marienbibliothek Halle, Hs 172: Die Chronik des Peter Seydenschwanz, p. 159 v.

Um 1474 wird die Rüde als das grösste Baseler Geschütz genannt.⁵³ Zu diesem Zeitpunkt muss die Häre bereits eingeschmolzen worden sein. Ihr Pendant, der Erfurter Wirt, wurde 1452, nach dem Ende des Sächsischen Bruderkrieges, für den er gegossen wurde, schon wieder eingeschmolzen. Der Aufwand war einfach zu gross.

Abschliessend sei noch eine Bemerkung zur Pferdezahl erlaubt: «for den zwein grossen buchszen wored 60 pherid.»⁵⁴ Gessler hält die Anzahl für einen Schreibfehler, weil er ausschliesslich an die Zugpferde der schweren Büchsentransportwagen denkt. Doch die Zahl ist glaubwürdig, denn man muss noch an die Zugpferde für die Munitionswagen, den Wagen für den Kran und den Schirm usw. denken. Diese Wagen hatten alle eine Bespannung von vier Pferden. Für die 30 Steinkugeln der Häre wären allein 20 Pferde nötig, wenn man sechs Kugeln (888 kg) und zugehöriges Pulver (107 kg) auf ein Gespann rechnet. Somit wurde die Munition offensichtlich nach und nach angeliefert, die Wagen wurden mehrfach hin und zurück geschickt, denn die Munition des zweiten Geschützes musste auch noch gefahren werden.

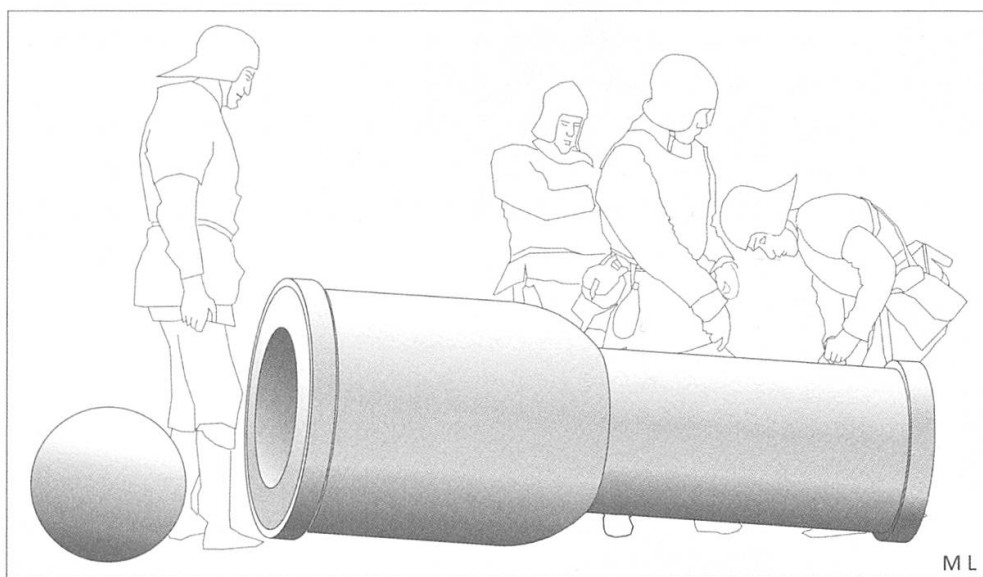


Abbildung 3

Die Häre wurde mit Kran auf den schweren Transportwagen gelegt und mit 26 in drei parallelen Zügen angeschrirten Pferden fortbewegt und in der vorbereiteten Feuerstellung wieder mit Kran hinter dem bereits errichteten Holzschirm abgelegt (Zeichnung des Autors).

53 Johannes Knebel: Hans Knebels des Kaplans am Münster zu Basel Tagebuch. September 1473–Juni 1476, Leipzig 1880 (Basler Chroniken 3), S. 122. Hier heisst es «den Rüden», was auf die männliche Namensform schliessen lässt.

54 Gessler (wie Anm. 1), S. 268.

Typenblatt der Häre

zwischen 1437 und 1443

von Meister Werher von Prussen

Gegossen aus Kanonenbronze (88–90 % Cu + 10 % Sn, evtl. bis 2 % PB)

Dichte 8,77

Steinkugel

Gewicht Buntsandstein Dichte 2,57 = 148,0 kg = 300 Basler Pfund

Durchmesser = 47,9 cm

Geschütz

Gesamtlänge = 203,6 cm = 80 Zoll

Gesamtgewicht = 4555,0 kg = 92 ct.

Vorspann = 26 Pferde

Verhältnis Kaliber zur Gesamtlänge = 1:4,3

Verhältnis Kugel- zu Rohrgewicht = 1:30,8

Flug

Seelenweite = 49,9 cm

Länge Seele im Flug = 96,7 cm = 38 Zoll, 2 Kugeldurchmesser

Aussendurchmesser = 75,3 cm

Rohrwand = 12,7 cm = 5 Zoll

Länge aussen = 100,9 cm

Gewicht Flug mit Mündungsring = 2862,4 kg

Kammerstück

Seelenweite = 20,4 cm = 8 Zoll

Seelenlänge = 86,5 cm = 34 Zoll, 1,8 Kugeldurchmesser

Kammerwand = 15,3 cm = 6 Zoll

Aussendurchmesser = 50,9 cm = 20 Zoll

Länge mit Stossboden = 106,9 cm = 42 Zoll

davon Stossboden = 20,4 cm = 8 Zoll

Aussenlänge = 102,7 cm

Gewicht Kammerstück = 1689,7 kg

Volumen Kammer = 28,2 Liter

Pulvermenge (1:8,3 Steingewicht) = 17,8 kg = 36 Pfund

Die Rüde kurz vor 1443

Die oder der Rüde, das zweitgrösste Geschütz der Stadt im Gewicht von 68 ct., wurde vermutlich kurz vor 1443, vor dem Feldzug nach Laufenburg, vom Rottweiler Büchsenmeister Marquard gegossen, da er für seine Teilnahme an diesem Zug Sold in Höhe von 23 Pfund Silber erhielt.⁵⁵ Er dürfte auch die Rennerin hergestellt haben,

55 Ebd., S. 196.

denn im oben erwähnten Inventar heisst es, beide Geschütze seien vom Meister aus Rottweil gegossen worden. Die Rüde entspricht in ihren Massverhältnissen und dem Ladungsverhältnis von etwa 1:9 ganz den Forderungen des Feuerwerksbuches. Damit ist sie wie die alte Grosse Buchse von 1409/10 vom Typ her eine Haufnitze und muss wohl als die eigentliche Nachfolgerin der alten Grossen Buchse angesehen werden. Angesichts des grossen Gesamtgewichts und im Trend der Zeit muss sie schon einen längeren Flug von vielleicht zwei Kugellängen gehabt haben. Es sei auf die Grote Buchse von Hildesheim (1430) verwiesen, die bei 62 ct. Rohrgewicht ebenfalls 200 Pfund mit 25 Pfund Pulver verschoss und eine Fluglänge von genau 2 Kugeldurchmessern aufwies.⁵⁶ Die Rüde hatte eine deutlich schwächere Ladung (23 Pfund auf 206 Pfund der Steinkugel) als die Häre und warf ihre Kugeln in einer parabelförmigen Flugbahn auf jeden avisierten Punkt innerhalb einer Stadt oder Burg, sodass es für die Verteidiger keinen sicheren Ort gab. So ein Geschütz konnte auch eine ganze Stadt überschossen, wie es von einer Magdeburger Steinbüchse 1425 vor Halberstadt berichtet wurde. Der demonstrative Schuss über mehr als 1000 m brachte die Stadt zur Aufgabe.⁵⁷ Häre und Rüde wurden also nach ihrer unterschiedlichen Bestimmung einander ergänzend eingesetzt. Die Abweichung um 6 Pfund vom Soll der Steinkugel erklärt sich damit, dass hier eine überdurchschnittliche Steindichte des Buntsandsteins auftrat. Es ist faszinierend, dass die Büchsenmeister und andere Verantwortliche die Zusammenhänge genau kannten und nach dem Guss, als es um die Bezahlung ging, nicht nur die Geschütze zur Kontrolle wiegen liessen, sondern auch die Steinkugeln. In Basel geschah dies im Kaufhaus mit der Fronwaage.⁵⁸ Auch in der Leipziger Pleissenburg, wo die sächsischen Kurfürsten einen Teil ihrer Artillerie einlagerten, sind, allerdings viel später, Waage und entsprechende Eisengewichte zum Wiegen von Geschütz und Kugeln nachgewiesen.⁵⁹

56 Rekonstruktion des Autors aus den Kämmererechnungen der Stadt Hildesheim. Urkundenbuch 6 der Stadt Hildesheim, hg. von Richard Döbener, Bd. 2, Hildesheim 1896, Nr. 497.

57 Magdeburger Schöppenchronik (wie Anm. 10), S. 372f.

58 Knebel (wie Anm. 53), S. 23.

59 Sächsisches Hauptarchiv Dresden, 1237 Geheimes Kriegskollegium, loc 10826 Inventarium der Munition und Großen Stücken auch der Artolleria vorrath Churfürstlichen Zeughauses uff der Vestung Pleissenburgk vor Leipzig Anno 1622, Brief des Zeughausmeisters Hilger an den Kurfürsten, p. 1.

Die Rekonstruktion der Rüde

An den Angaben des Inventars besteht im Gegensatz zur Häre kein Zweifel, sie passen stimmig zueinander und in die Zeit. Der Buntsandstein der Dichte 2,57 ergibt bei 206 Pfund (101,608 kg) einen Kugeldurchmesser von 42,3 cm. Nimmt man ein Soll von 200 Pfund (98,648 kg) an, wären das nur 41,9 cm im Durchmesser. Diese Kugel müsste eine Dichte von 2,63 aufweisen, um 206 Pfund oder 101,608 kg zu wiegen, eine Steindichte, die in Basel nicht vorkommt (maximal 2,62). Demzufolge muss die Kugel wenigstens 42,0 cm gemessen haben, um die höchstmögliche Steindichte einzuhalten. Das heisst, die Normdichte war dann 2,58, um mit genau 200 Pfund auf dieses Mass zu kommen. Das Soll war also eine Buntsandsteinkugel der Dichte 2,58, des Gewichtes von 200 Pfund (98,648 kg) und eines Durchmessers von 42,0 cm. Die im Inventar aufgeführte Kugel war 6 Pfund schwerer wegen der höheren Steindichte, hatte aber den gleichen Durchmesser. Das sind ganz typische mittelalterliche Differenzen. Ausgeschlossen sind nach 1400 unterschiedliche Kugeldurchmesser, da man seither hölzerne Masslehren für das Hauen der Steinkugeln benutzte.⁶⁰ Die Steinkugel ergibt eine Seelenweite des Fluges von 44,0 cm.

Das Kammerstück

Die Kammerseele hätte nach Vorschrift eine Weite von 16,8 cm. Der Büchsenmeister wird sich für glatte 7 Zoll (17,82 cm) entschieden haben. 23 Pfund (11,345 kg) gekörntes Schwarzpulver der Dichte 1,0 nehmen 11,345 Liter Volumen ein, die nötige Verbrennungsluft 3,782 Liter, der Holzpfropf der Länge von 3 Zoll (7,64 cm) nimmt noch 1,905 Liter ein. Die Kammer muss ein Volumen von 17,032 Liter oder dm^3 fassen. Den Abschluss der Kammer bildet die Hohlhalbkugel von 8,91 cm Länge oder Radius. Sie nimmt ein Volumen von 1,481 dm^3 ein. Für den zylindrischen Teil verbleiben 15,551 dm^3 , bei einer Länge von 62,35 cm. Die Kammerseele hätte dann eine Länge von 71,26 cm. Der Meister legte hier glatte 28 Zoll (71,29 cm) fest. Daraus resultiert ein Kammervolumen von 17,039 dm^3 .

Die Kammerrohrwandstärke soll wie bei der Häre glatt 6 Zoll (15,27 cm) betragen. Das ist zwar reichlich, jedoch sind 5 Zoll

60 Hölzerne Lehren sind zum Beispiel 1409 im Marienburger Tresslerbuch (wie Anm. 33, S. 496) überliefert, als der Steinmetzmeister für das Hauen von Büchsensteinen und für «krumme Hölzer» dafür bezahlt wurde.

zu bedenklich, wurde doch fürs Beschiessen immer eine stärkere Ladung verwendet als vorgesehen. Es ergibt sich ein Aussendurchmesser des Kammerstücks von 19 Zoll (48,36 cm). Der Stossboden soll wie üblich $\frac{1}{3}$ stärker als die Rohrwand sein, demzufolge ist er 8 Zoll (20,36 cm) lang. Das Kammerstück hätte dann eine Länge von 36 Zoll oder glatter 3 Fuss (91,63 cm). Das Volumen berechnet sich aus der Differenz von Aussenzylinder und Pulverkammer.

$$\text{Aussenzylinder} = \pi/4 \times 4,836^2 \text{ dm}^2 \times 9,163 \text{ dm} = 168,306 \text{ dm}^3$$

$$\text{Abzüglich der Pulverkammer} = -17,039 \text{ Liter} = 151,267 \text{ dm}^3$$

$$\text{Bei Kanonenbronze mit 10\% Zinnanteil und Dichte von 8,76} = 1325,101 \text{ kg}$$

Der Reifen zur Stossbodenverstärkung soll in 3 Zoll Breite (7,64 cm) und ein Zoll Höhe angenommen werden. Der Innendurchmesser ist gleich dem Aussendurchmesser der Kammer (48,36 cm), der Aussendurchmesser des Reifens ist dann 53,45 cm.

$$[(\pi/4 \times 5,345^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 4,836^2 \text{ dm}^2)] \times 0,764 \text{ dm} = 3,110 \text{ dm}^3$$

$$\text{Bei Dichte 8,76} = 27,239 \text{ kg}$$

$$\text{Gesamtgewicht Kammerstück mit Schutzreifen} = 1352,340 \text{ kg}$$

Der Flug

Der halbkugelige Flugboden hat eine Seelenweite von 44,00 cm. Die Rohrwandstärke sollte mit 4 Zoll (10,18 cm) angenommen werden, da angesichts des grossen Geschützgewichtes der Flug im Vergleich zu früher verlängert wurde und mehr Stabilität brauchte. Der Aussendurchmesser des Fluges beträgt demnach 64,36 cm.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} (\pi/6 \times 6,436^3 \text{ dm}^3 - \pi/6 \times 4,400^3 \text{ dm}^3) &= \frac{1}{2} (139,588 \text{ dm}^3 - 44,602 \text{ dm}^3) \\ &= 94,985 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Diese gedachte Hohlhalbkugel durchdringt das Kammerstück in Rohrwandstärke von 10,18 cm. Wegen der äusseren Überwölbung des Kammerstückes durch den Flugboden bildet sich eine Kugelkappe von 10,18 cm Höhe und dem Grundkreisradius gleich dem Aussenradius des Kammerstücks von 24,18 cm, die noch vom Flugboden abzuziehen ist, damit sie nicht doppelt gezählt wird.

$$\text{Kugelkappe} = -\pi/6 \times 1,018 \text{ dm} \times (3 \times 2,418^2 \text{ dm}^2 + 1,018^2 \text{ dm}^2) = -9,902 \text{ dm}^3$$

$$\text{Gesamtvolumen Flugboden} = 85,083 \text{ dm}^3$$

Vorderer Flug

Der vordere Flug ist um die Mitte des Jahrhunderts innen nicht mehr konisch, er hat eine konstante Seelenweite und auch der Aussenradius bleibt über die gesamte Länge gleich. Er hat also die Form eines einfachen Hohlzylinders. Die Länge der Flugseele soll dem Trend der Zeit gemäss zwei Kugeldurchmesser oder 33 Zoll (84,00 cm) betragen. Der Flugboden hat bereits 22,00 cm an Länge verbraucht. Es verbleiben nach vorn 62,00 cm.

$$[(\pi/4 \times 6,436^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 4,400^2 \text{ dm}^2)] \times 6,200 \text{ dm} = 107,431 \text{ dm}^3$$

Für die Fase in der Rohrmündung sollen einfach proportional zur Härte $\frac{2}{3}$ der Materialersparnis angenommen werden, da sich hier ohnehin keine genauen Masse rekonstruieren lassen.

$$V = -0,679 \text{ dm}^3$$

Der Mündungsschutzring soll wieder eine Stärke von 1 Zoll (2,545 cm) und eine Breite von 3 Zoll (7,64 cm) haben. Er berechnete sich wie ein Hohlzylinder mit Innendurchmesser gleich dem Flugaussendurchmesser von 64,36 cm und dem um 2 Zoll (5,09 cm) vergrösserten Aussendurchmesser von 69,45 cm sowie der Ringbreite.

$$[(\pi/4 \times 6,945^2 \text{ dm}^2 - \pi/4 \times 6,436^2 \text{ dm}^2)] \times 0,764 \text{ dm} = 4,087 \text{ dm}^3$$

$$\text{Gesamtvolumen Flug} = 85,083 \text{ dm}^3 + 107,431 \text{ dm}^3 + 4,087 \text{ dm}^3 - 0,679 \text{ dm}^3 \\ = 195,922 \text{ dm}^3$$

$$\text{Bei Dichte 8,76 Gewicht Flug} = 1716,277 \text{ kg}$$

$$\text{Gewicht Kammerstück} = 1352,340 \text{ kg}$$

$$\text{Gesamtgeschützgewicht} = 3068,617 \text{ kg}$$

$$\text{Basler Pfund} = 6221,3 \text{ Pfund}$$

$$\text{Soll} = 62,21 \text{ ct.}$$

$$\text{Differenz} = 0,21 \text{ ct.} = 0,34 \%$$

Beurteilung

Die Rekonstruktion folgt ganz den Inventarwerten und dem Feuerwerksbuch. Dass das rekonstruierte Modell auf Anhieb zu 99,6% aufgeht, ist zwar ein gutes Zeichen und eine Bestätigung für eine hohe Wahrscheinlichkeit des Modells. Zu bedenken ist aber immer, dass Zufälligkeiten nicht berechnet werden können und die Büchsenmeister viel Spielraum hatten, wie sie den Stossboden gestalteten, wie stark sie den Mündungstrichter oder schwächer die Fase festlegten usw. Nichts aussagen lässt sich über Kranösen und Zierringe, die durchaus üblich waren, wie die Risse der Braunschweiger Mette von 1411 beweisen. Diese verbrauchen aber weder viel

Material noch haben sie Auswirkungen auf die Funktionalität des Geschützes. Daher und wegen der verbürgten und plausiblen Ausgangswerte sowie der relativ genau bekannten Entstehungszeit kann dem Modell eine sehr hohe, evtl. 99-prozentige Wahrscheinlichkeit gegeben werden.

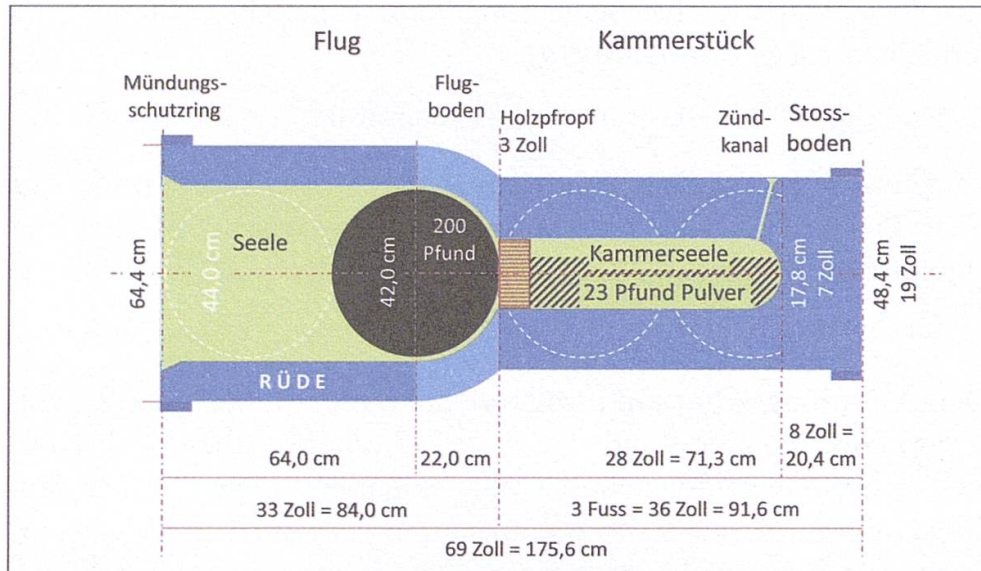


Abbildung 4

Die Rüde (kurz vor 1443) zeigt schon fast das Aussehen der Hauptbüchse der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts. Es fehlen nur noch 2–3 Pfund an Pulver und etwa 2–3 Zoll in der Länge der Kammer (Zeichnung des Autors).

Die Rüde wurde noch während der Burgunderkriege 1474 vor Héricourt eingesetzt,⁶¹ was für ein solides Produkt der Basler Schmelzhütte spricht. Das 200 Pfundkaliber wurde wegen seiner guten Brauchbarkeit im Felde und der moderaten Kosten zum Normkaliber und somit zur Hauptbüchse der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Die extreme, gleichzeitige Steigerung von Kaliber und Beschleunigung erwies sich letzten Endes als teure Nischenlösung und Sackgasse der Entwicklung. Ein Zweihundertpfünder mit doppelter Schusszahl oder einfach zwei solcher Hauptbüchsen bei gleicher Schusszahl wie ein Riesengeschütz realisierten mit noch gesteigerter Ladung die gleiche Wirkung mit weniger als dem halben Aufwand.

61 Gessler (wie Anm. 1), S. 275.

Typenblatt der Rüde

kurz vor 1443

von Meister Marquard von Rottweil

Gegossen aus Kanonenbronze 90% Cu + 10% Sn. (?) Dichte 8,76

Steinkugel

Gewicht Buntsandstein Dichte 2,58 Soll = 98,6 kg = 200 Basler Pfund

Inventarkugel = 101,6 kg = 206 Basler Pfund

Durchmesser = 42,0 cm

Geschütz

Gesamtlänge = 175,6 cm = 69 Zoll

Gesamtgewicht = 3058,1 kg = 62 ct.

Vorspann = 16 Pferde

Verhältnis Kaliber zur Gesamtlänge = 1:4,2

Verhältnis Kugel- zu Rohrgewicht = 1:31,0

Flug

Seelenweite = 44,0 cm

Länge Seele im Flug = 84,0 cm = 33 Zoll, 2 Kugeldurchmesser

Aussendurchmesser = 64,4 cm

Rohrwand = 10,2 cm = 4 Zoll

Gewicht mit Mündungsring = 1716,3 kg

Kammerstück

Seelenweite = 17,8 cm = 7 Zoll

Seelenlänge = 71,3 cm = 28 Zoll, 1,7 Kugeldurchmesser

Kammerwand = 15,3 cm = 6 Zoll

Aussendurchmesser = 48,4 cm = 19 Zoll

Länge mit Stossboden = 91,6 cm = 36 Zoll = 3 Fuss

davon Stossboden = 20,4 cm = 8 Zoll

Gewicht gesamt = 1352,3 kg

Volumen Kammer = 17,0 Liter

Pulvermenge (1:8,3 Steingewicht) = 11,3 kg = 23 Pfund

Die Rennerin kurz vor 1443

Die Rennerin ist das dritte auffällige Geschütz des obigen Inventars und wohl wieder von Meister Marquard von Rottweil vor 1443 gegossen worden. Dass sie ein polygonales Äusseres im Querschnitt hatte, spielte für die Geschützeigenschaften keine Rolle, zeigt aber künstlerischen Gestaltungswillen. Sie verschoss bei einem Geschützgewicht von 47 ct. (2318 kg) Steinkugeln von 110 Pfund (54,257 kg) und 34,3 cm Durchmesser mit 19 Pfund (9,372 kg) Pulver. Das war ein Ladungsverhältnis von 1:6 und entspräche damit dem des erhaltenen Rauch des Historischen Museums Basel. Die beiden Geschütze sind etwa zeitgleich, das eine in Eisen, das andere in

Bronze ausgeführt. Erkennbar ist die allgemeine Tendenz der immer grösseren Pulverkammer mit stärkeren Rohrwänden und die Verlängerung des Fluges. Die Rennerin dürfte damit auch äusserlich dem Rauch ähnlich gewesen sein.

Man hätte eigentlich das übliche Mass von Kaliber 100 Pfund wie beim Rauch erwartet. Die Verwendung eines auswertigen Pfundmasses kann man ausschliessen, da die vielen auswertigen Büchsenmeister, die der Rat in der ersten Hälfte des Jahrhunderts angestellt hatte, das Basler Pfund und den Basler Fuss einhielten. Es scheint, dass das Geschütz ursprünglich für 100 Pfund (49,324 kg) und Kugeldurchmesser 33,2 cm vorgesehen war und noch ein grosses Spiel zwischen Kugel und Rohr aufwies. Nach neuesten Erkenntnissen und besserer Bearbeitung der Kugeloberfläche verringerte man dieses Spiel um 5 mm durch leichte Vergrösserung der Kugel. Aber beweisen lässt sich diese Erklärung nicht.⁶² Eine andere, ebenfalls mangels Quellen nicht beweisbare, aber mathematisch einwandfreie Erklärung wäre der Wechsel auf eine bessere Steinsorte. Bei der hohen Auftreffenergie drohte die Buntsandsteinkugel zu zerschellen. Eine 10 % schwerere Granitkugel bot da mehr Sicherheit.

Die Rennerin ergänzte die Fähigkeiten der Basler Belagerungsartillerie. Sie hatte bei weniger Materialaufwand (47 ct. Geschützgewicht) ein hohes Ladungsverhältnis und erreichte eine hohe Beschleunigung der Kugel und somit eine gestreckte Flugbahn. Damit war sie, auch wenn man nicht sehr nahe an die feindlichen Mauern herankam, sehr treffsicher und wurde zur Bekämpfung kleiner Ziele, wie die Schiesscharten von Wehrgängen, Schiesserker und Mauerkronen, eingesetzt. Während der Burgunderkriege wurde sie noch einmal vor 1475 bei der Belagerung von Blamont durch die Niedere Vereinigung eingesetzt, was für die gute Brauchbarkeit spricht.⁶³

62 Max Jähns wies bereits darauf hin, dass in den Abschriften des Feuerwerksbuches ab 1445 das Verschoppen der Steinkugel nicht mehr erscheint. Jähns (wie Anm. 19), S. 397.

63 Gessler (wie Anm. 1), S. 273f., 276.