

Griechisch-römische Geschütze.

Bemerkungen zu der Rekonstruktion

von

Oberst E. Schramm.

Mit 10 Tafeln und 14 Textfiguren.



METZ

Verlag von G. Scriba.

1910.

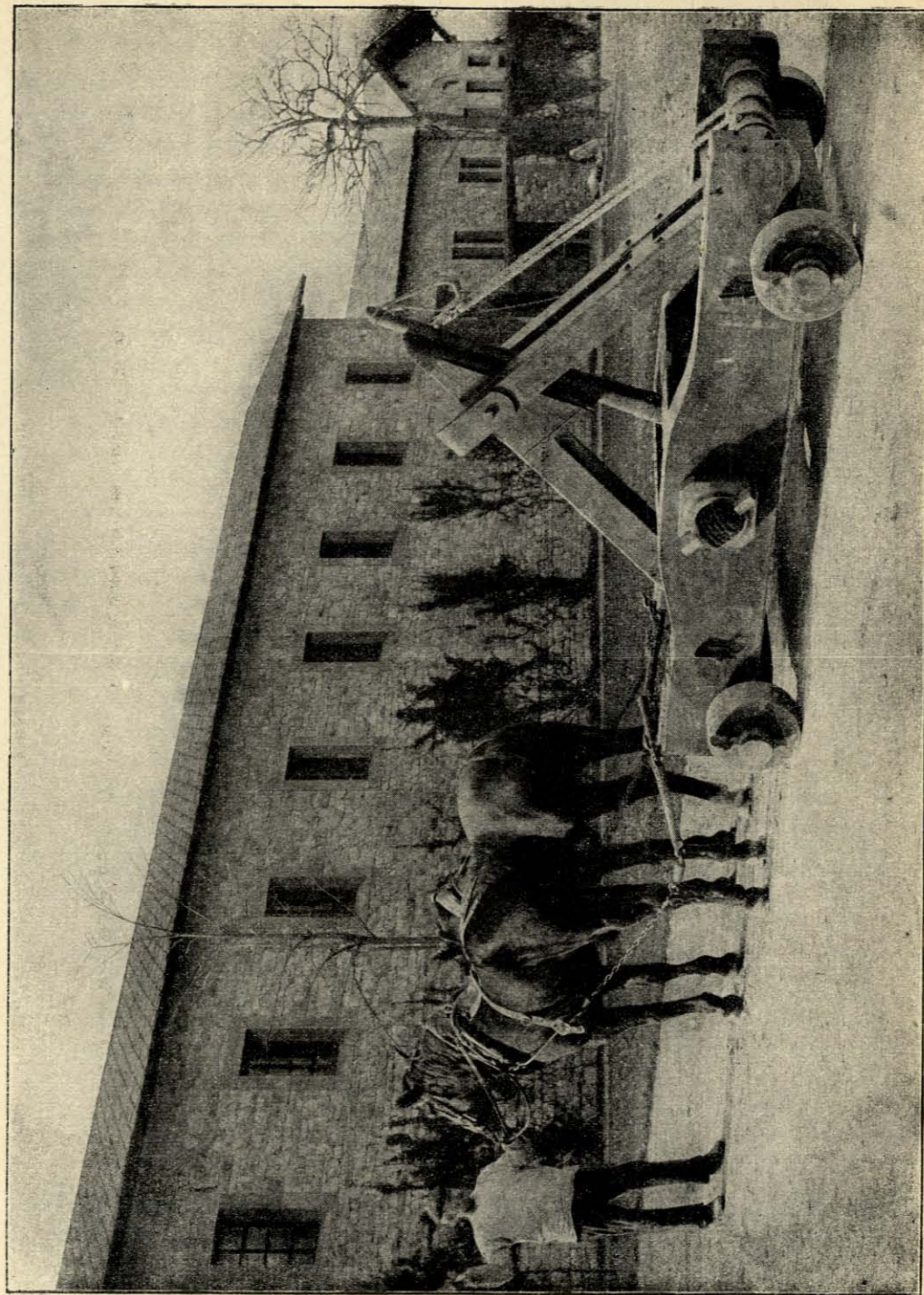


Fig. 14 — Onager.

*Mit abgebildeten Geräth überaus leicht
kann
Befestigt werden.*

Griechisch-römische Geschütze.

Bemerkungen zu der Rekonstruktion

von

Oberst E. Schramm.

Mit 10 Tafeln und 14 Textfiguren.



Ac 55

1

METZ
Verlag von G. Scriba.
1910.

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA
im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku



FUW0210070



304957

Im Sommer 1903 schickte mir Professor Dr. Dragendorff einen Fundbericht über die Ausgrabungen bei Haltern in Westfalen. Ich wurde dadurch veranlaßt, nach den gefundenen Pfeilspitzen die Wiederherstellung der Pfeile¹⁾ selbst zu versuchen. Zum Schießen mit den rekonstruierten Pfeilen baute ich ein Versuchsgeschütz. Der damalige Archivdirektor, jetzige Geheime Regierungsrat Dr. Wolfram, forderte mich nun auf, die Rekonstruktion der Geschütze des Altertums für den Verein für Lothringische Geschichte und Altertumskunde zu versuchen.

Es wurde zunächst ein Modellgeschütz in halber Größe (Euthytonon nach Philon) gebaut. Da die Schießversuche mit demselben günstig ausfielen, wurden weitere 3 Geschütze des Altertums in Originalgröße hergestellt.

Bis März 1904 waren außer dem Modellgeschütz 1 Palintonon 1 Catapulta und 1 Onager fertiggestellt. Dieselben wurden am 16. Juni Sr. Majestät dem Kaiser auf der Saalburg übergeben.

Am 10. Mai 1904 lernte ich zunächst brieflich Professor Dr. Rudolf Schneider kennen.

Seit dieser Zeit ist er mir mit seinem philologischen Scharfsinn und seiner unermüdlichen Schaffenskraft ein leuchtendes Vorbild, vor allem aber ein treuer, nie versagender Berater gewesen. Wolfram wusste im Laufe der sechsjährigen, oft sehr anstrengenden und vielfach recht undankbaren Geschützkonstruktion immer wieder die Schaffensfreudigkeit zu beleben, so daß durch die aufopfernden Bemühungen dieser beiden Herren der Bau aller Geschütze des klassischen Altertums beendet worden ist. Der größte Verdienst bleibt aber doch für Jacobi sen. und jun. (Saalburg), denn sie haben für die Bezahlung der Kosten gesorgt und das ist schließlich doch die Hauptsache

¹⁾ Die Halterner Pfeile sind nicht als Normalkonstruktion zu betrachten. Es handelt sich bei ihnen jedenfalls nur um einen Versuch, der bei der Truppe keinen Anklang fand. Gerade dadurch ist wahrscheinlich der Massenfund zu erklären.

Auf Kosten der Saalburg wurden für dieselbe gebaut:

1 Gastraphetes	}	in Originalgröße
1 Catapulta nach Vitruv		
1 Palintonon		
1 Onager		
1 Onager	}	Modelle
1 Keilspanner		
1 Mehrlader		
1 Erzspanner		
1 Äerotonon		
1 Blitzballiste nach Anonymus		

Auf Kosten des Zeughauses in Berlin für dasselbe:

1 Euthytonon nach Heron	}	Modelle
1 „ „ „ Philon		
1 Catapulta „ „ Vitruv		
1 Palintonon		
1 Onager		

Das letzte Geschütz wurde November 1908 an die Saalburg abgeliefert.

Bei dem Bau der Geschütze wurden vor allem zwei Zwecke verfolgt:

1. Genaueste Darstellung der Wurfmaschinen nach den Beschreibungen und Maßen der alten Schriftsteller;
2. Möglichste Erreichung der Schußweiten der gleichkalibrigen Geschütze des Altertums.

Ob die gesteckten Ziele erreicht sind, wird der Leser aus dem Nachstehenden selbst entscheiden.

Die beigelegten lithographischen Tafeln werden nochmals in einem ausführlicheren Werke von Prof. Dr. Rudolf Schneider erscheinen, welches die Saalburgverwaltung veröffentlicht.

Von den Autoren des griechischen Altertums, welche Beschreibungen der damaligen Geschütze hinterlassen haben, sind die Schriften Herons und Philons die brauchbarsten.

Heron und Philon geben bis in die Einzelheiten gehende Beschreibungen der Geschütze, sodaß man sich daraus ein vollständiges, klares Bild machen kann und im Stande ist, die Geschütze genau zu rekonstruieren.

Ergänzt werden diese Beschreibungen durch die Angaben von Athenaios, Apollodoros, Biton, ferner durch Diodor, Lydus, Procopius und Josephus. Diese Autoren geben nur teilweise und ungenügende Beschreibungen, bezw. nur Angaben über Gebrauch und Wirkung der Geschütze.

Von den römischen Autoren kommen besonders Vitruv und Ammian in Frage. Vitruv¹⁾ gibt Beschreibungen, die den griechischen Autoren teilweise wörtlich entlehnt sind und die deutlich beweisen, daß die Römer die Geschütze der Griechen fast ohne Aenderung übernommen haben. Ammian²⁾ gibt die einzige brauchbare Beschreibung des Onager. Die übrigen römischen Autoren machen nur Angaben über den Gebrauch der Geschütze.

Von all diesen Schriftstellern sind uns nicht die Originalschriften erhalten, sondern nur Abschriften derselben. Es ist daher ganz erklärlich, daß manche Stellen offenbare Fehler zeigen, die sich bei den teilweise wiederholten Abschriften eingeschlichen haben. Ein großer Teil dieser Fehler läßt sich glücklicherweise dadurch ausschalten, daß man sie ohne weiteres als solche erkennen und nachweisen kann. Aber leider bleiben manche Stellen übrig, von denen man zwar durch Rückschlüsse mit Sicherheit annehmen kann, daß sie falsch sind, ohne daß es aber möglich ist, einen positiven Beweis dafür zu erbringen. Das gilt namentlich von einigen Angaben über die Leistungsfähigkeit der Geschütze.

In den Abschriften, Uebersetzungen und Bearbeitungen der oben-erwähnten Autoren ist durch die lange Reihe der Jahrhunderte hindurch immer das gleiche Bestreben zu erkennen, alle zweifelhaften Stellen oder Lücken durch eigene Ansichten zu erklären und auszufüllen. In Folge des vielfach abgehenden technischen Verständnisses schaden solche Ergänzungen in den meisten Fällen mehr, als daß sie nützen. Um aber das Ursprüngliche von dem Hinzugefügten, das Echte von

¹⁾ Zu Cäsars Zeit.

²⁾ Um 390.

dem Unechten zu unterscheiden, ist ein eingehendes Quellenstudium unbedingt nötig.

Die in nachstehendem beschriebenen Rekonstruktionen der Geschütze des Altertums stimmen mit den bereits vorhandenen nicht überein, da letztere in vielen Stücken nicht als richtig anerkannt werden können.

Die bis jetzt vorhandenen Rekonstruktionszeichnungen und Modelle sind hauptsächlich in zwei Gruppen zu zerlegen, die französische und die deutsche.

Die französische Gruppe entstammt in ihren letzten und besten Erzeugnissen den Generälen Dufour¹⁾ und de Reffye²⁾. So große Verdienste beide Männer haben, so ist doch auch beiden ein Vorwurf nicht zu ersparen. Dufour setzt sich in unverständlicher Weise über Angaben und Maße der griechischen Autoren hinweg, daß man zweifelhaft wird, ob er sie wirklich gelesen hat. De Reffye dagegen läßt der Phantasie einen Spielraum, der im Interesse der Wissenschaft nicht wohl zu rechtfertigen ist.

Die deutsche Gruppe beherrscht das Werk Köchly und Rüstows.

Leider steht in diesem Werke der gediegenen klassisch philologischen Bildung ein mangelhaftes technisches Verständnis zur Seite, das selbst die richtig übersetzten Angaben der Autoren des Altertums nicht praktisch verwerten konnte.

Zwei falsch aufgefaßte und deshalb dem Sinne nach falsch übersetzte Worte geben den Anlaß zu einem prinzipiellen Fehler, der den Köchly und Rüstow'schen Konstruktionen anhaftet und sie einen großen Teil ihres Wertes einbüßen läßt.

Köchly und Rüstow übersetzen Euthytonon und Palintonon³⁾ in Geradspanner und Winkelspanner unter der Behauptung, daß beim Euthytonon die Bogenarme die Spannnervenbündel unter einem rechten

¹⁾ Vgl. Dufour, Mémoire sur l'artillerie des anciens. Paris 1840.

²⁾ Die Rekonstruktionen de Reffyes befinden sich im Museum zu St. Germain-en-Laye.

³⁾ *Τῶν οὖν εἰρημένων ὀργάνων τὰ μὲν εἰσὶν εὐθύτονα, τὰ δὲ παλίντονα.* 74. 5. Wesch. Der *εὐθύτονον τόξον* war ein einfach gekrümmter , der *παλίντονον τόξον* ein doppelt gekrümmter Bogen . Letzterer ist leichter zu spannen. Die Bezeichnungen für die Handbogen wurden später auch für die Geschütze übernommen. Ähnliche Uebertreibungen alter Bezeichnungen für Neukonstruktionen finden wir auch im Mittelalter und in der Neuzeit. Im Allgemeinen ist das *εὐθύτονον* ein geradeaus, also direkt richtendes Geschütz; das *παλίντονον* stand hinter einer Deckung zurückgezogen oder schoß gegen Ziele, die hinter einer Deckung standen. Die beiden Geschützarten entsprechen also unseren heutigen Flachbahn- und Steilfeuergeschützen.

bezw. wenig von einem rechten Winkel verschiedene Winkel durchdringen, während beim Palintonon dieser Winkel 45° betrage.

Die Bewegungsebene der Bogensehne, also auch die der Bogenarme, muß unbedingt rechtwinklig zu den Achsen der Spannnervenbündel liegen. Jede Verdrückung aus dieser Ebene ergibt eine Einbuße an Kraft. Eine Schrägstellung der Arme bis 45° ist ganz unmöglich, wie durch den allereinfachsten Versuch ohne Weiteres nachzuweisen ist.

Die von Hauptmann Deimling für das badische Kriegsministerium nach den Angaben von Köchly und Rüstow konstruierten Geschütze, welche im Jahre 1865 der Versammlung der deutschen Philologen und Schulmänner in Heidelberg vorgeführt wurden, haben daher trotz ihrer Größe eine ganz ungenügende Geschosswirkung gehabt.

Alle späteren deutschen Schriftsteller, welche das Thema behandeln, z. B. Baumeister, Denkmäler des Klassischen Altertums (Seite 545 und 547) sowie das Handbuch der Klassischen Altertumswissenschaft (Band IV. 2. Seite 263) lehnen sich in Beschreibung und Zeichnung an Köchly und Rüstow an.

In den nachstehenden Ausführungen ist für die griechischen Autoren in erster Linie der Text der *ΠΟΛΙΟΡΗΤΙΚΑ*, ed. Wescher Paris 1867 bezw. der *Veteres Mathematici* Paris 1607 zu Grunde gelegt. Für Vitruv ist die Edition Marini und für Ammian die Wagner'sche Ausgabe zu Grunde gelegt.

Die Geschütze des Altertums haben als Grundlage den einfachen Handbogen¹⁾. Die Gastrapheten²⁾ bilden den Uebergang zum Geschütz. Da aber bei dem Geschütz die Kraft des Bogens nicht ausreichte, um ein schwereres Geschoß als den Pfeil des Gastrapheten zu entsenden, so machte man »alles übrige wie vorhergesagt«³⁾, wenn auch mit größeren Abmessungen, doch wurde die Biegungselastizität des Bogens durch die Spannungselastizität der *νεῦρα* ersetzt.

Die Bezeichnung »Torsionsgeschütze« ist nicht so zu deuten, als würde die Torsionselastizität eines Körpers ausgenutzt. Es werden vielmehr durch das Anziehen der Bogenarme zwar die Spannnervenbündel in Drehung, aber die einzelnen Schläge des Bündels in Spannung — auf Zug — gesetzt.

Es ist ungewiß, in welche Zeit die früheste Verwendung von Geschützen zu legen ist. König Salmanassar II. (860—825) z. B. scheint noch keine gehabt zu haben, wenigstens sind auf den Bronzetüren des Palastes von Balawat⁴⁾, auf denen seine Kriegszüge dargestellt sind, keine Geschütze zu erblicken. Die übrigen Angriffs- und Verteidigungsmittel, z. B. zwei Widder, ein vierräderiger und ein sechsräderiger, sind dagegen deutlich zu erkennen.

Die ersten Geschütze erwähnt die Bibel. 2. Chron. 26,15 schreibt von einem König Usia (809—757): Und machte zu Jerusalem Geschütze, die auf den Türmen und Ecken sein sollten zu schießen mit Pfeilen und großen Steinen⁵⁾.

Nach Diodor fällt die früheste Verwendung von Torsionsgeschützen erst um 400 v. Chr. Nach ihm soll sich bei Gelegenheit des großen Zuges, den der ältere Dionysios gegen Karthago rüstete, unter den aus aller Welt herbeigeholten Künstlern ein Genie befunden haben, das die Erfindung der Tormenta machte. Von dieser Zeit ab werden die Ge-

¹⁾ *τὴν μὲν οὖν ἀρχὴν ἤρξαντο γίνεσθαι τῶν προειρημένων ὀργάνων αἱ κατασκευαὶ ἀπὸ τῶν χειρουργικῶν τόξων.* 75. 4. Wesch.

²⁾ Bauchspanner *γαστραφέτης*, weil sie durch Anstemmen des Bauches gegen das dazu angebrachte Widerlager *καταγωγίς* gespannt wurden.

³⁾ *τὰ μὲν ἄλλα ἐποίουν ὁμοίως τοῖς προειρημένοις.* 81. 8. Wesch. Dieser Passus ist insofern sehr wichtig, als er beweist, daß auch die Zahnstangen und Sperrklinken beibehalten wurden, die Köchly und Rüstow weglassen.

⁴⁾ London, British Museum.

⁵⁾ In geschichtlicher Beziehung verweise ich auf die mustergültigen Ausführungen Rudolf Schneiders, der diese Angabe der Bücher der Chronika widerlegt.

schütze immer häufiger erwähnt, wenn auch erst Philipp und Alexander von Mazedonien, die ihren wahren Wert erkannten, ihre Entwicklung energisch förderten.

In der Diadochenzeit erreichten sie höchste Vollendung¹⁾.

Die Römer haben wiederum die Geschütze von den Griechen entlehnt. Vitruv gibt nicht nur sachlich, sondern teilweise wörtlich genau die Beschreibungen der griechischen Autoren wieder, und Cicero sagt es direkt²⁾.

Wann sie übernommen wurden, ist schwer zu sagen, da Geschütze erst in den punischen Kriegen, dann aber sehr häufig, u. a. von Plautus, und so erwähnt werden, als seien sie etwas ganz Bekanntes.

Köchly und Rüstow sprechen noch von einer zweiten Artillerieperiode, die zwischen dem 2. und 4. Jahrhundert n. Chr. begonnen haben soll und in der neue Geschütze, z. B. der Onager, entstanden seien.

In Wirklichkeit haben sich in diesem Zeitabschnitt nur die Namen der Geschütze geändert. Die Euthytone wurden Catapultae und noch später Ballistae genannt. Die Palintone wurden Ballistae³⁾ und verschwanden später ganz. Den Onager der in nachconstantinischer Zeit erwähnt wird, als ein neu dafür auftretendes Geschütz zu bezeichnen, ist unrichtig, denn bereits die Griechen erwähnen vielfach das *μονάγκον*, von dem allerdings eine genaue Beschreibung nicht mehr vorliegt, das aber zweifellos in der Konstruktion identisch mit dem Onager ist.

Die Ausführungen der griechischen Kriegsschriftsteller beweisen, daß sich ein System im Geschützbau erst ganz allmählich entwickelt hat und daß es die alexandrinischen Techniker waren, welche auf Grund von Konstruktions- und Schießversuchen Regeln über den Geschützbau aufstellten.

Heron beschreibt, wie zunächst die Spannnerven in primitivster Weise einfach um das Plinthion geschlungen⁴⁾, später erst Löcher in die Peritreten gemacht wurden, durch welche die Spannnerven gezogen und mit Bolzen befestigt wurden⁵⁾, und erst im Stadium der höchsten Vol-

¹⁾ Es sind die Geschütze, die uns Heron und Philon beschreiben.

²⁾ *Omnia nostros aut invenisse per se sapientius quam Graecos aut accepta ab illis fecisse meliora, quae quidem digna statuissent, in quibus elaborarent.*

³⁾ Eine Zeitlang gab es also Catapultae und Ballistae gleichzeitig und zwar als Gegensätze.

⁴⁾ *περὶ δὲ τοὺς πλαγίους περιέβαλλον νεύρας.* 81. 12. W.

⁵⁾ *ὡς οὖν ἐπιζυγίδας ἐπιθέντες τοῖς ἰσπημασι.* 83. 8. W.

lendung die Spannbuchsen angewendet wurden¹⁾, welche ein Nachspannen gestatten²⁾.

Die größten Fortschritte sind jedenfalls die, welche man in der Herstellung der Spannnerven machte, wozu sich eine Spezialtechnik mit fabrikmäßigem Betrieb entwickelte.

Die *νεῦρα* wurden aus den Nacken- und Sprunggelenkssehnen der Stiere, Hirsche und anderer Tiere mit Ausnahme der Schweine³⁾ gemacht. Als besonders geeignet werden auch die Frauenhaare bezeichnet⁴⁾.

Als später die Römer die Geschütze von den Griechen übernahmen, fehlte ihnen die Technik zur Herstellung der *νεῦρα*, sie mußten dieselben solange aus griechischen Fabriken beziehen, bis sich eine inländische Industrie für dieses Fabrikat entwickelte, das zweifellos die Güte des griechischen nicht erreichte. Jedenfalls sind die Leistungen der Geschütze zurückgegangen und die der Glanzperiode nie wieder erreicht worden.

Die Technik der Anfertigung der Spannnerven ging nach und nach ganz verloren. Ein Beweis dafür ist es, daß man um Jahrhunderte zurückgriff und den Bogen wiederum einführte, den man doch gerade durch die *νεῦρα*, als durch etwas Besseres, ersetzt hatte, und daß man eine Menge Arten von Wurfmaschinen einführte, bei denen die Kraft der Spannnerven durch schwere Gewichte ersetzt wurde, die am kurzen Hebelsarm der Maschine wirkten, während mit dem langen Arme das Geschloß fortgeschleudert wurde⁵⁾. Es ist auch mit Sicherheit anzunehmen, daß, falls die alte, vorzügliche Herstellungsweise der Spannnerven noch bekannt gewesen wäre, die Einführung der Pulver-

¹⁾ ὁθεν ἡναγκάσθησαν καὶ τὰς καλουμένας χοινιζίδας προσθεῖναι. 83. 12. W.

²⁾ Philon schreibt V. M., S. 58, Zeile 5 von unten: πλὴν πολλῶν σφόδρα ἐνὶ τῶν διεληλυθότων, ἀφ' οὗ τὴν σύνταξιν εὐρῆσθαι τὴνδε συμβαίνει, καὶ πολλῶν γεγονότων, ὥσπερ εἰκός, καὶ μηχανικῶν καὶ βελοποιῶν, μηθὲν τετολμημέναι παρεκβῆναι τὴν ὑποκειμένην μέθοδον. Das ist nicht so scharf aufzufassen, er schreibt pro domo für seine Neukonstruktionen.

³⁾ πλὴν σῶν, ἀποίητα γὰρ. 110. 5. W.

⁴⁾ Ὁ δὲ ἐν τοῖς ἀγχιῶσι τόπος καὶ ἐκ τριχῶν γίνεται γυναικείων. αἷται γὰρ λεπταὶ τε οὖσαι καὶ μακροὶ καὶ πολλὰ εἰλαίω τραφεῖσαι, ὅταν πλακῶσιν εὐτονίαν πολλὴν λαμβάνουσιν, ὥστε μὴ ἀπέδειν τῆς διὰ τῶν νεύρων ἰσχύος. 112. 4. W. 250 v. Chr. wurden nach Köchly und Rüstow, p. 195 von Rhodos für die Sinopier für 300 Talente Frauenhaar und für 100 Talente Sehnen beschafft. In Summa 188 400 Mark.

⁵⁾ Erst für diese Zeit kann man von einer zweiten Artilleriperiode reden.

geschütze sich noch lange verzögert haben würde, denn gegen die besten Leistungen der Tormenta sind die anfänglichen Leistungen der Pulvergeschütze direkt als Rückschritt zu bezeichnen.

Wirft man zum Vergleich einen Blick auf die Entwicklung der Pulvergeschütze, so findet man auch hier den gleichen minimalen Fortschritt durch Jahrhunderte. Seit der Einführung derselben Anfangs des 14. Jahrhunderts bis in die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts, also über 500 Jahre lang, sind die Fortschritte so geringe, daß bis in die 80er Jahre noch Geschütze bei uns in Gebrauch waren, z. B. die glatten Flankengeschütze und die glatten Mörser, die sich von ihren Vorgängern des 14. Jahrhunderts durch nichts unterschieden, als durch eine sorgfältigere Bearbeitung des Rohres und durch verbesserte Munition. Alle wesentlichen Verbesserungen am Geschützmaterial sind erst seit dieser Zeit entstanden.

Das kleinste Euthytonon scheint das dreispithamige¹⁾ gewesen zu sein (Pfeillänge 66 cm), das größte das 4ellige (Pfeillänge 1,77 m). Nach Philon ist das kleinste Palintonon das 10minige²⁾ (Geschloßgewicht 4,4 kg). Vitruv erwähnt, vielleicht nur beispielsweise, daß eine 2pfündige Balliste 5 Zoll Kaliber haben müsse³⁾.

Als größtes Kaliber gibt Philon das 3talentige⁴⁾ Palintonon an (Geschloßgewicht 80 kg).

Ob die von Vitruv beispielsweise erwähnten 360pfündigen Palintona, mit 1' 12¹/₂" Kaliber, existiert haben, ist fraglich. Zur Zeit der Pulvergeschütze kamen Monstra wie die faule Grete und dergl. auch nur ganz vereinzelt vor. Es ist anzunehmen, daß dreitalentige Palintona außer bei der Belagerung von Rhodos durch Demetrios Poliorketes 305—304 v. Chr. nur noch auf dem Riesenschiffe des Hieron vorkamen.

Beide Geschützarten finden im Feld-, Festungs- und Seekriege Anwendung und zwar in dem ungefähren Stärkeverhältnis Palintona zu Euthytona wie 1 : 6. Die Verwendung im Feldkriege war immer eine verhältnismäßig untergeordnete. Euthytona benutzte zuerst Alexander der Große in der Feldschlacht und sie sind seit dieser Zeit nicht mehr aus derselben verschwunden. Die Palintona wurden im Felde hauptsächlich zur Lagerverteidigung benutzt. Charakteristisch für die geringe

¹⁾ σπιθαμή (Spanne) = 22 cm.

²⁾ μναῖ = 0,441 666 kg.

³⁾ Dieses Maß ist dem weiter unten beschriebenen rekonstruierten Palintonon zu Grunde gelegt.

⁴⁾ τάλαντον = 60 μναῖ = 26,5 kg.

Geschützwirkung ist es, daß die taktischen Formationen durch die Artillerie so gut wie gar nicht beeinflußt wurden

Die Euthytone hatten sowohl in der Feldschlacht als auch bei dem Angriff und der Verteidigung von Festungen und bei der Marine in erster Linie lebende Ziele zu beschießen.

Die Palintone kamen im Felde sowohl gegen lebende Ziele als auch gegen die feindliche Artillerie zur Anwendung. Beim Angriff auf Festungen kamen sie gegen die durch die Mauer gedeckten Truppen der Verteidigung und gegen die auf der Mauer stehende Artillerie und deren meist hölzerne Deckungen, bei der Verteidigung in erster Linie gegen die Angriffsartillerie zur Verwendung.

Bei der Marine sollten ihre schweren Steinkugeln das Gefüge der Schiffe lockern, da ein Durchschlagen der Schiffswände in Folge der geringen Endgeschwindigkeit unmöglich war.

Für die Aufgaben der Euthytone war also in erster Linie außer einer großen Treffwahrscheinlichkeit eine derartige Durchschlagskraft erforderlich, um auf alle erreichbaren Entfernungen einen Menschen außer Gefecht setzen zu können.

Für die Palintone war eine möglichst große Kraftleistung, für die der Angriffsartillerie außerdem auch noch ein großer Fallwinkel nötig. Für kein Geschütz war eine große Schußweite unbedingt erforderlich, wenn sie auch wünschenswert war.

Wir wissen nun, daß die Hauptmasse der Verteidigungsartillerie auf der Mauer, die der Angriffsartillerie dagegen so dicht vor der Mauer stand, als es die Hindernisse¹⁾ vor derselben, die Verteidigungsartillerie und die Handbogen gestatteten, deren Wirkungsbereich wenigstens in den Anfangsstadien der Belagerung möglichst vermieden wurde. Die Verteidigung schob häufig Geschütze in Vorwerken vor, welche die Angriffsartillerie nötigten, weiter abzubleiben, wodurch der Angriff verzögert wurde. Die Geschütze wurden durch Rasenstücke, Strauchmaterial, Bretter, Felle u. s. w. gegen die feindliche Artilleriewirkung und auf nahe Entfernungen auch gegen die Pfeile der Handbogen gedeckt. Es ist charakteristisch, daß solche minderwertige Mittel genügten, um vollkommene Sicherheit herzustellen.

Ferner sind das alles Zeichen dafür, daß die feindlichen Artillerien nicht weit voneinander abstanden, denn bei größeren Entfernungen

¹⁾ Die Hindernisse hatten den Zweck, einerseits das Heranbringen der Widder, Schüttschildkröten und Wandeltürme zu verhindern, andererseits aber auch die Aufstellung von Geschütz dicht vor der Mauer unmöglich zu machen.

wurde die Treffsicherheit zu gering und die Schußweite für Handbogen zu groß, als daß man Deckungen nötig gehabt hätte.

Direkte Nachrichten über die Leistungen der griechischen und römischen Geschütze sind außerordentlich selten und von den wenigen vorhandenen ist es wiederum sehr die Frage, ob sie zuverlässig sind.

Die Angabe des Agesistratos, die uns von Athenaios überliefert wird, daß die Geschütze $3\frac{1}{2}$ bzw. 4 Stadien weit geschossen hätten, ist zu bezweifeln¹⁾.

Josephus (Bell. Iud. V. 6. 3) hebt als Geschütz von besonderer Wirksamkeit die talentigen (53 pfündigen) Palintone der X. Legion bei der Belagerung von Jerusalem hervor, welche über 2 Stadien (360 m) von der Stadt entfernt gewesen seien und trotzdem die Juden auf der Mauer trafen.

Bis hierher klingt das noch ganz wahrscheinlich oder wenigstens möglich, der gleiche Autor erwähnt aber ferner, daß eine Steinkugel dieser Geschütze einem Manne den Schädel abgerissen habe und daß dieser Schädel 3 Stadien (540 m) weit geflogen sei. Diese und noch eine weitere ungeheuerliche Angabe sind sicher mindestens übertrieben, sodaß dadurch auch die Richtigkeit der ersteren Angabe zweifelhaft wird.

Im Gegensatz zu diesen Angaben steht die Erzählung, daß der Waffenschmied Zeulos von Kypros dem Demetrios Poliorketes 2 Panzer

¹⁾ *Τοῖς γὰρ καλῶς εὐρεθεῖσι πολλάκις χρηστὸν καὶ οὐκ ἐκ παντὸς τρόπου καινοτομητὸν, εἰ μὴ τινες βούλωνται τοὺς ιδιώτας ἀπατᾶν, ἐλόμενοι τὸ δοκεῖν μᾶλλον τῆς ἀληθείας αὐτοῖς [εἰπεῖναι]. Τοῦτο δὲ μοι καλῶς εἰρηκῶς φαίνεται. Ἐν γὰρ τοῖς βελικοῖς τοσούτο τοὺς πρότερον ὑπερήγαγεν ὥστε καὶ τὸν ἐξαγγέλλοντα ὑπὲρ αὐτοῦ μὴ ῥαδίως πιστεῦναι. Ὁ γὰρ τριπίδαμος αὐτοῦ καταπάτης ἔβαλλε τρία στάδια καὶ ἡμιστάδιον ἔχον τόνου μᾶς δυνάμεκα. Ὁ δὲ τετραπήχος, παλίντονος ὢν, τέσσαρα στάδια. 8. 1. W.*

Wie auch auf Seite 19 erwähnt, erscheint eine Anfangsspannung von 12 Minen, also 5,3 kg. gleichviel ob sie als Anfangsspannung der Sehne oder der einzelnen Schläge des Spannnervbündels gemeint ist, viel zu gering. Warum ein palintonon nach dem Maße der Pfeillänge und nicht, wie üblich, nach dem Geschossgewicht bezeichnet wird, ist unverständlich.

Es sind in der verhältnismäßig kleinen Textstelle mehrere Unklarheiten vorhanden, die aber beweisen, daß man den offenbar viel zu hoch gegriffenen Angaben des Agesistratos keinen Glauben schenken darf, obgleich sie Athenaios für richtig hält. Köchly und Rüstow sind der gleichen Ansicht, nur schreiben sie irrtümlicherweise, daß Athenaios die Richtigkeit der Angaben des Agesistratos bezweifelt. (Griechische Kriegsschriftsteller Seite 331, oben.)

schenkte, die auf 20 Schritte von einem Katapeltenpfeile nur geritzt wurden¹⁾.

Athenaios erzählt, daß die riesige Helepole, die der Baumeister Epimachos für Demetrios Poliorketes vor Rhodos erbaute, den Stoß der 3 talentigen (80 kg) schweren Steinkugeln der Palintona ausgehalten habe²⁾.

Diese widersprechenden Angaben berechtigen zu den Schlüssen, daß einerseits die Leistungen selbst der gleichkalibrigen Geschütze außerordentlich verschieden waren je nach der Güte der Herstellung und daß anderseits um große Schußweiten zu erreichen, man leichtere Geschosse als die zum Kaliber gehörigen anwendete.

Die Palintona verschossen nicht nur Steinkugeln, sondern auch balkenähnliche Pfeile und Bleigeschosse, die Euthytona Pfeile, leichte Bleigeschosse und Kugeln aus gebranntem Ton. Wenn es also auf Erreichung einer möglichst großen Schußweite ankam, so wählte man natürlich das leichteste Geschöß, das von dem betreffenden Kaliber verschossen werden konnte.

Die Trefffähigkeit der Geschütze war eine so geringe, daß man bei größeren Entfernungen auf einzelne Menschen nur in den seltensten Fällen schoß, die Regel war, nur auf dichtgedrängte Haufen zu schießen. Josephus z. B. berichtet, daß bei der Belagerung von Jotapata die Römer nur schossen, wenn die Juden während der Wasserverteilung zusammentraten.

Die geringe Geschwindigkeit der schweren Geschosse der Palintona gestattete in Deckung zu treten, wenn die zu diesem Zweck aufgestellten Wächter die Ankunft eines Geschosses ausriefen.

Bei der Belagerung von Rhodos, also in der Blütezeit des Geschützbaues des Altertums, stand die Angriffsartillerie 120—130 m von den in den Vorwerken stehenden Wurfgeschützen der Verteidigung entfernt und bis zu 160—170 m von der Stadtmauer; noch nicht einmal ein Stadion. Die durchschnittliche Gefechtsentfernung der Artillerie wird also auf 150 m anzunehmen sein. Jedenfalls wurde der eigentliche Geschützkampf auf keine größeren Schußweiten ausgefochten. Wesentlich größere Schußweiten wurden sicher nur ausnahmsweise angewendet.

Wenn die Palintona auch zum Breschelegen genügt haben würden, so hätte man sicher den Widder und die Schildkröte abgeschafft, die

¹⁾ Vgl. S. 19, Zeile 8 v. u.

²⁾ ὑπομένει δὲ πλεῖστον ὡς τριακάλαντον λίθου. (Κατασκευὴ ἐλεπόλεως) p. 27. 5. W.

doch durch herabgeworfene Feuerbrände, Balken und Steine, durch Hebezangen etc. sehr gefährdet waren und die sicher durch etwas Besseres ersetzt worden wären, wenn überhaupt etwas Besseres vorhanden gewesen wäre. Nirgends ist bei den Schriftstellern eine Stelle zu finden, die beweist, daß Mauerwerk mit Geschütz breschiert worden sei. Die Breschewirkung war immer nur eine beiläufige. Die besondere Erwähnung der Tatsache, daß bei der Belagerung von Rhodos durch Demetrios Poliorketes eine schwache, in der Eile aus unbehauenen Steinen aufgeführte Mauer nach 8 tägiger Beschießung zerstört worden sei, bestätigt nur die Regel.

Sowohl Dufour als auch Köchly und Rüstow haben den Versuch gemacht, die Leistungen der Geschütze des Altertums zu berechnen ohne zu einem brauchbaren Resultate zu gelangen.

Dufour beginnt damit, die Formel für die Berechnung der Kraft, P zu geben, die das auf dem Läufer liegende Geschöß fortreibt, und zwar

$$P = m t \frac{c d^4}{c R}$$

die nur Anwendung finden könnte, wenn das Spannnervenbündel als einheitlicher Körper zu betrachten wäre und auf Torsion in Anspruch genommen würde. Das ist aber nicht der Fall. Dufour verwendet die Formel auch selbst nicht. Er errechnet dann die größte Schußweite der Balliste zu 400 m. Nach welcher Formel sagt er nicht, doch stimmt die Rechnung bei Anwendung der Formel:

$$w = \frac{c^2 \sin 2 \alpha}{g}$$

Luftwiderstand, Reibung des Geschosses auf dem Läufer, Reibung der Sehne an den beiden Bogenarmen, Steifigkeit der Seile und Reibung derselben untereinander in den Spannnervenbündeln sind dabei nicht gerechnet.

Da nun alle diese Einflüsse die Schußweite sehr beeinträchtigen, ohne daß es möglich ist, dieselben mit einiger Sicherheit durch Rechnung zu finden, so wird auch eine genaue Berechnung der Schußweite unmöglich. Die weiteren Berechnungen Dufours sind praktisch nicht haltbar. Daß z. B. dasselbe Geschütz bei Verwendung einer 12 pfündigen Eisenkugel, statt einer 30 kg schweren Steinkugel auf 2000 m schießen könne, ist nur theoretisch richtig. In der Praxis ist die dazu erforderliche Anfangsgeschwindigkeit von 140 m nicht zu erzielen, weil dieselbe durch die vergrößerten Reibungswiderstände zu sehr beeinträchtigt wird.



Ebenso kann auch nur in der Theorie ein hölzerner mit Eisen-
spitze versehener Pfeil auf 1184 m geschossen werden. Selbst bei der
größten erreichbaren Anfangsgeschwindigkeit ist in Folge des Luft-
widerstandes in der Praxis eine derartige Schußweite von einem Pfeil
mit Holzschaft unmöglich zu erreichen. Ein Pfeil von 60 cm Länge
und 500 gr Gewicht (wie Dufour angibt) müßte aber ganz aus Eisen
sein, wenn er nicht unverhältnismäßig dick werden sollte. Eiserne
Pfeile kennt aber das Altertum nicht.

Auf die ausführlichen Rechnungen Köchly und Rüstows hier näher
einzugehen, würde zu weit führen. Erwähnt sei nur, daß Anfangs-
geschwindigkeiten und Schußweiten zu hoch errechnet sind. Doch
räumen Köchly und Rüstow wenigstens ein: »Soviel ist sofort klar,
daß wir durchgängig zu große Schußweiten durch die Rechnung finden
werden, Maxima, welche in der Wirklichkeit niemals erreicht werden
konnten«.

Um beurteilen zu können, in wie weit die auf den Tafeln 4, 9
und 10 dargestellten Geschütze in ihren Leistungen denen der gleich-
kalibrigen Geschütze des Altertums entsprechen, ist Folgendes in Er-
wägung zu ziehen:

Alle einzelnen Teile der Geschütze wurden ganz genau nach den
Angaben der betr. Schriftsteller des Altertums hergestellt. Sowie jedoch
aus irgend einem Grunde ein Teil schwächer als nach der Beschreibung
hergestellt wurde, deformierte er sich oder ging zu Bruch¹⁾.

So wurden z. B. die Bogenarme anfänglich etwas schwächer her-
gestellt, um sie leichter in die Spannnervenbündel eintreiben zu können;
sie bogen sich derart, daß ein Brechen zu befürchten war. Ferner
wurden die Spannbolzen keilförmig hergestellt um das Nachrecken der
Spannnerven auszugleichen. Sie bogen sich so lange durch, als sie
nicht bis zur vorschrittmäßigen Dicke durchgeschlagen waren.

Später bogen sie sich auch an der stärksten Stelle durch und
zwar, weil das Holz der Spannbuchsen zusammentrocknete und dadurch
das Auflager der Bolzen in der Mitte nachgab.

Die bandförmigen Sehnen rissen mit Ausnahme der letzten beim
ersten oder zweiten Schuß, weil es der heutigen Technik nicht möglich
ist, eine haltbare Oese mit der Sehne direkt zu verflechten, das An-
bringen einer eisernen Oese aber die Sehne schwächt.

¹⁾ Es dürfte das als ein sicheres Zeichen dafür zu betrachten sein, daß
einerseits die Angaben der einschlägigen Schriftsteller des Altertums auf Rich-
tigkeit beruhen, daß aber auch andererseits bei der Auffassung das Richtige ge-
troffen worden ist, selbst an Stellen, welche von den bis jetzt vorhandenen Ueber-
setzungen abweichen.

Der Druck der Spannnerven auf den Rahmen dürfte den bei den
Geschützen des Altertums erreichten mindestens gleichstehen.

Athenaios gibt für die 3spithamige Katapelte des Agesistratos¹⁾
eine Anfangsspannung von nur 12 Minen an (5,3 kg). Was damit
gemeint ist, ist unklar.

Bei dem rekonstruierten Palintonon und der Catapulta setzt sich
der Druck der Spannnerven auf den Rahmen in der Ruhelage zusammen
aus dem Druck der einzelnen Schläge der verwendeten Roßhaarseile.

Jeder Schlag wurde durch Anwendung einer Winde mit Vorgelege
mit 400 kg angespannt. Da nun in jedem Spannnervenbündel 30 Dop-
pelschläge vorhanden sind, so beträgt der Anfangsdruck beim 4spitha-
migen Euthytonon und zweipfündigen Palintonon, welche zwei Spann-
nervenbündel haben, 24 000 kg.

Alle beim Spannen in Anspruch genommenen Teile der Geschütze
werden daher bis ziemlich an die Grenze ihrer Haltbarkeit angestrengt.
Ein weiteres Verstärken der Spannung würde voraussichtlich ein
Zubruhen der Geschütze zur Folge haben.

Es ist dies wohl ein Beweis dafür, daß die Anfangsspannung der
Geschütze des Altertums auch nicht größer sein konnte.

Es ist ferner auch anzunehmen, daß die erreichten Schußweiten
den Schußweiten der gleichkalibrigen Geschütze des Altertums wenigstens
annähernd gleichkommen. Größere Schußweiten bei Verwendung von
Tiersehnen bzw. Frauenhaar zur Anfertigung der Spannnerven sind
weder erklärlich noch auch nachweisbar.

Die erreichte größte Schußweite der Catapulta von rund 370 m
(genau 369,5), also etwas über zwei Stadien dürfte den Schußweiten
des Altertums sogar ganz gleichkommen.

Die verwendeten 4spithamigen (88 cm langen) Pfeile durch-
schlugen einen eisenbeschlagenen 30 mm starken Schild so, daß der
Pfeil auf seine halbe Länge (44 cm) den Schild durchdrang, also den
Schildträger außer Gefecht gesetzt haben würde.

Das Palintonon hat mit einer zweipfündigen Steinkugel 184 m, mit
einer 1 pfündigen Bleikugel dagegen über 300 m erreicht²⁾.

Wenn also die ausnahmsweise hervorragende Leistung eines
talentigen Palintonon, das in allen seinen Abmessungen die Größen-

¹⁾ Siehe auch Seite 15. Anmerkung.

²⁾ Das ganz genaue Maß konnte nicht festgestellt werden, da die kleinen,
tief in den Boden eindringenden Bleikugeln nicht wiederzufinden waren.

verhältnisse des rekonstruierten um das vierfache übertrifft¹⁾, auf 380 m angegeben wird, so ist die erreichte Schußweite von 300 m für das kleine Geschütz im Verhältnis sogar eine sehr große, denn unter sonst gleichen Verhältnissen müßte das große die vierfache Schußweite erreichen. Mit Steinkugeln hat das rekonstruierte Palintonon nur eine Schußweite von 184 m erreicht. Bei jedem Versuche, eine größere Schußweite zu erzielen, zerriß die Sehne. Das jedesmalige Neuanfertigen einer Sehne und das fast jedesmalige Zerspringen der Steinkugeln machten das Schießen sehr teuer, außerdem war es zu gefährlich, um weiter fortgesetzt zu werden. Verwendete Holzkugeln erreichten in Folge des größeren Einflusses des Luftwiderstandes nicht die gleichen Schußweiten wie die Steinkugeln.

Der kleine Onager hat eine größte Schußweite von über 200 m, der große über 300 m erreicht.

¹⁾ Das talentige Palintonon war 10 m lang und 5 m hoch, das rekonstruierte ist 2,6 m lang und 1,3 m hoch.

Beschreibung der Bilder.

Tafel 1 und Fig. 1 u. 2. Bauchspanner.

Der γαστραφέτης ist nach Heron (Zeichnung u. Beschreibung Wesch. 80) wiederhergestellt worden. Der Name Bauchspanner wurde gewählt, weil das Instrument mit dem Bauche, d. i. mit dem Gewicht des menschlichen Körpers gespannt wurde¹⁾

Das Spannen geschieht auf folgende Weise. Nachdem die Bogensehne durch die Klaue, χείρ, bei anderen Schriftstellern δάκτυλος, auf der Diostra (διώστρα) befestigt und erstere durch das Unterschie-

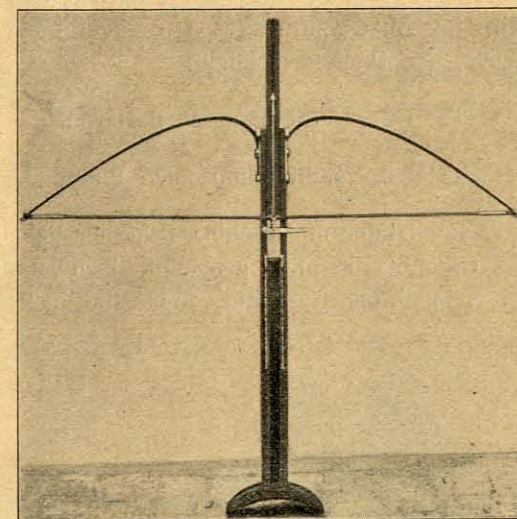


Fig. 1.

ben des Abzuges (σφαστηρία) in seiner Stellung festgehalten worden ist, wird die Diostra gegen eine Wand oder auf den Fußboden gestützt und nun die Pfeife (σύριγξ) durch das gegen das Querholz (καταγωγή) gestemmt Körpergewicht vorgedrückt²⁾. Die Zahn-

¹⁾ ἐκάλουν δὲ τὸ ὅλον ὄργανον γαστραφέτης, ἐπειδὴ περὶ διὰ τῆς γαστροῦς ἢ καταγωγῆς τῆς τοξίτιδος ἐρίγνετο. Wesch, 81, 1.

²⁾ καὶ μετὰ ταῦτα διωσθὲν ἄκρον τῆς διώστρας εἰς τὸ ἔξω μέρος ἀντήρειδον τοίχῳ ἢ τῷ ἐδάφει, καὶ ταῖς χερσὶ κατέχοντες τὰ ΤΥΦΧΨ ἄκρα τῆς καταγωγίδος ἐπήρειδον τὴν γαστέρα ἐπὶ τοῦ ΧΨ κοιλάσματος, καὶ βιάζόμενοι τῷ ὅλῳ σώματι διώθουν τὴν διώστραν καὶ κατῆγον τὴν τοξίτιν νευράν, δι' ἧς συνέβαινε κάμπτεσθαι τοὺς ΑΒΓΔ ἀγκῶνας τοῦ τόξου. Wesch. 78. 9. Die Buchstaben beziehen sich auf die Zeichnung Wesch. 80 oben.



Fig. 2.

stangen (*χανόνιον ὠδοντωμένον*) und Sperrklinken (*κόραξ*) ermöglichen den Bogen beliebig stark zu spannen. Demnächst wird das Gewehr auf eine Unterlage gestützt, der Pfeil aufgelegt und über denselben wegvisiert. Wird der Abzug zurückgezogen, so läßt die Klaue die Bogensehne los welche den Pfeil fortschnellt.

Tafel 2 Enthytonon nach Heron.

Tafel 3. Enthytonon nach Philon.

Bei letzterem Geschütz liegt der gefiederte Pfeil auf dem Läufer. Das Geschütz ist nicht gespannt, doch ist die Stellung der Bogenarme bei gespanntem Geschütz, sowie die der Sehne punktiert angedeutet.

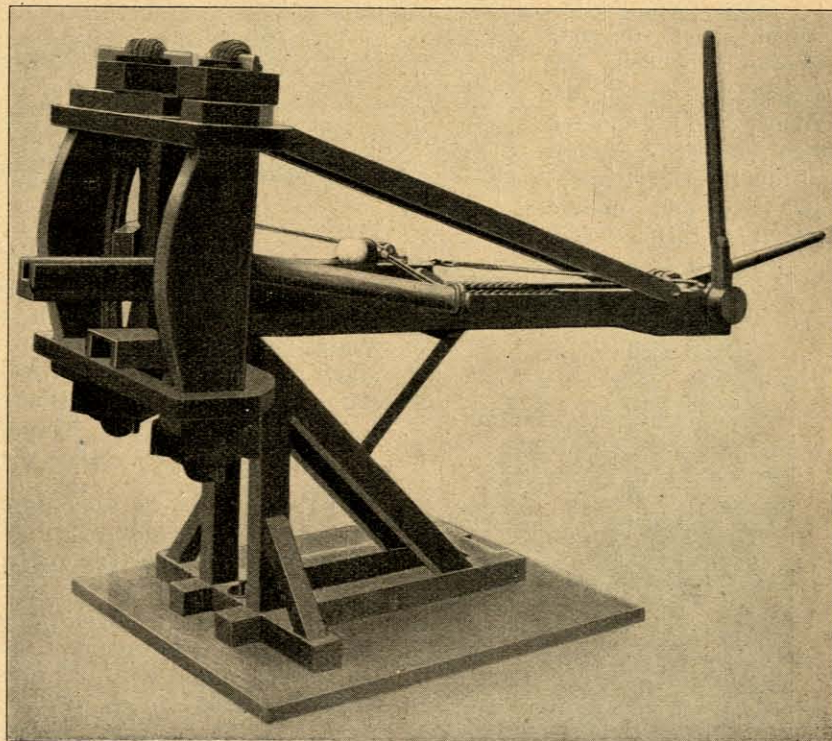


Fig. 3.

Das Prinzip ist bei beiden Geschützen dasselbe. Zwei Spannnervenbündel werden durch Bogenarme in Drehung und dadurch in Spannung versetzt. Die beiden Spannnervenbündel sind in einem Rahmen vereinigt.

Die Bogensehne wird durch eine Klaue auf dem Läufer festgehalten, durch Zurückziehen des Läufers mit dem Haspel wird das Geschütz beliebig stark gespannt, die Sperrklinken halten den Läufer in den Zahnstangen in jeder gewünschten Stellung fest.

Das Auflegen des Pfeiles auf den Läufer erfolgt vor dem Spannen, ist also gefahrlos. Beim Auflegen des Geschosses nach dem Spannen wäre durch zu frühes Abziehen die auflegende Hand gefährdet.

Beim Zurückziehen des Abzuges wird die Klaue und dadurch wiederum die Sehne freigegeben, welche den Pfeil mit großer Gewalt fortschnellt.

Die Richtung erfolgt durch Visieren über den Pfeil, das Geschütz wird einfach mit der Hand in horizontaler und vertikaler Richtung um seinen Drehpunkt auf der Basis bewegt. Die Stütze an der Strebe bzw. an der Pfeife hat nur den Zweck, dem Geschütz beim Spannen eine feste Lage zu geben.

Tafel 4 und Fig. 3 Palintonon.

Die Angaben Herons, Philons und Vitruvs, welche sich gegenseitig ergänzen, sind gleichmäßig für die Konstruktion verwendet. Die Maße entsprechen den von Philon angegebenen.

Es sind 2 getrennte Spannrahmen¹⁾ vorhanden, die wiederum durch 2 Rahmen zusammengehalten werden.

Die Sehne ist bandförmig, was auf der Photographie, Fig. 3, nicht genügend deutlich zu erkennen ist.

Das Geschütz schießt unter einem Winkel von 45 Grad. Kleine Geschütze (wie das vorliegende) werden nach jedem Schuß zum Spannen ungefähr horizontal gestellt.

Größere Geschütze verbleiben in der Schußstellung, bei ihnen erfolgt das Vorbringen des Läufers, ähnlich wie das Zurückziehen, durch den Haspel.

Das Geschoß (Steinkugel) wird vor dem Spannen auf den Läufer gelegt, um Gefahr zu vermeiden.

¹⁾ *νευρότονον, ἐνάτονον* oder auch *ἡμιτόνιον* genannt.

Tafel 5 und Fig. 4 u. 5. Keilspanner.

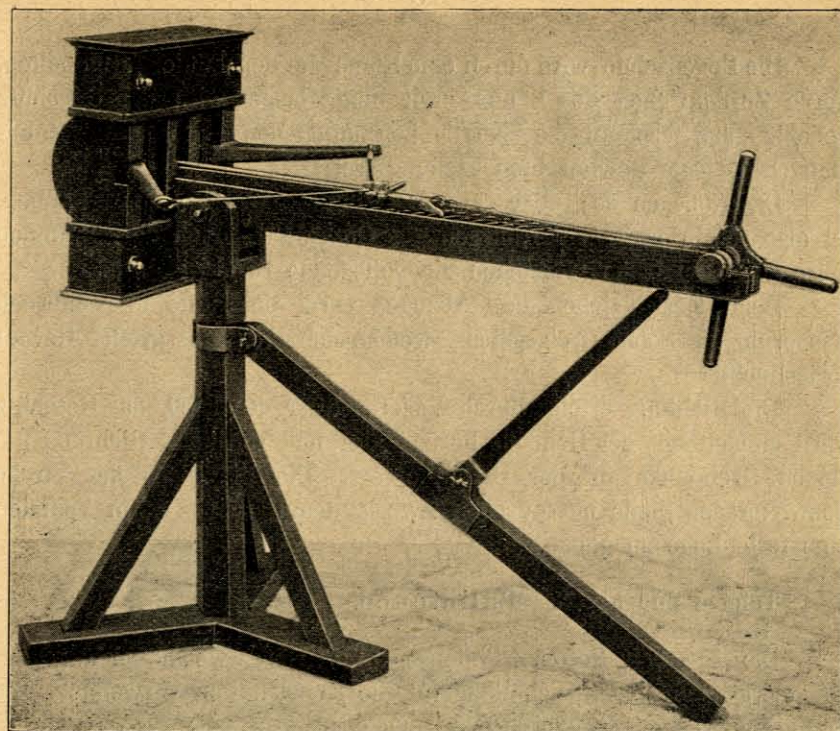


Fig. 4.

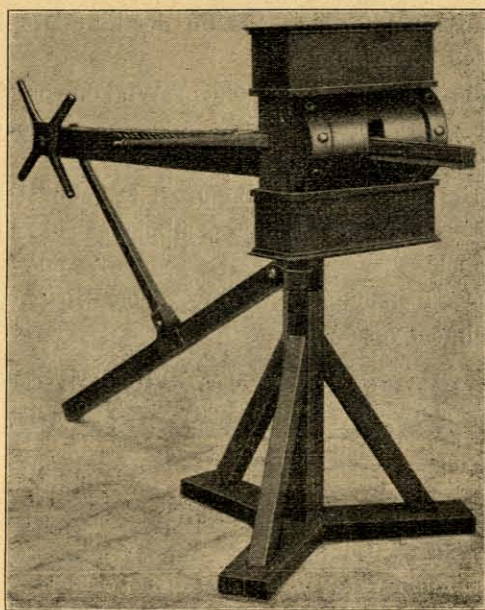


Fig. 5.

Διὰ τοῦ σφῆρος ἐντεινόμενον ὀξύβελὲς ὄργανον, von Philon erfunden und beschrieben. Philon wirft den Geschützen seiner Zeit vor, daß ihre mangelhafte Konstruktion nur eine geringe Haltbarkeit zur Folge habe und daß das Spannen sehr viel Zeit in Anspruch nähme, und ohne die Spannleitern, *ἐντοπίον*, in keiner Weise ausgeführt werden könne. Dies geschähe nicht selten schon bei den Landheeren, besonders häufig aber bei den Flotten¹⁾.

Er bringt deshalb das nachstehend beschriebene Geschütz in Vorschlag. Ob bzw. in welchem Umfange dasselbe Verwendung gefunden hat, ist nicht bekannt.

Buchsen und Spannbolzen fallen weg. An ihre Stelle treten zwei eiserne Unterspannbolzen (*καταζυγίς*). Auf ihnen liegen steineichene, doppelkeilförmige obere Spannbolzen (*ἐπιζυγίς*). Die Spannnerven werden mit je einem Ende durch die Löcher des oberen Spannbolzens gesteckt und mit Knoten befestigt. Demnächst werden die Stränge um beide Spannbolzen straff herumgelegt, bis sie ganz aufgebraucht sind. Das letzte Ende wird unter allen Strängen durchgezogen und durch den Druck derselben festgehalten. Ist das geschehen, so werden die Bogenarme durch die Spannnervenbündel gestoßen und die Sehne befestigt. Endlich werden 4 eichene Keile zwischen Spannbolzen und Unterspannbolzen mit allmählich stärker werdenden Hammerschlägen eingetrieben. Von Zeit zu Zeit werden die Bogenarme zur Probe mit der Sehne angespannt und das Verfahren solange fortgesetzt, bis die volle Spannung erreicht ist.

Die Funktionierung ist die gleiche wie bei den übrigen Pfeilgeschützen. Die hölzernen Rahmen sowie der eiserne Schild dienen einesteils zum Schutze der Spannnervenbündel, anderseits sollen sie dem Geschütz ein schönes Aussehen geben²⁾.

¹⁾ τοῦτο διγίγνεσθαι οὐκ ὀλίγας μὲν ἐν ταῖς πεζικαῖς στρατιαῖς, στρατιδῶς ἐπὶ πολὺν δὲ καὶ ἐν ταῖς ναυτικαῖς. Φίλων.

²⁾ περιτεθὲν οὖν τὸ ὄργανον ἐξ ἑκατέρου μέρους κάλυμμα τὴν τε ὄψιν ἀποδίδωσι καλὴν καὶ τὰ περὶ τοὺς σφῆρας καλύπτει καὶ τὸν τόνον σκεπάζει. Φίλων.

Tafel 6 und Fig. 6 u. 7. Erzspanner.

Beim *χαλκόντονον* fallen die Spannnervenbündel ganz weg. Ihre Kraft wird ersetzt durch erzene, im Modell stählerne, Schienen (*λεπίδες χαλκαί*) oder Federn, gegen die sich die Fersen (*πτέρυναι*),

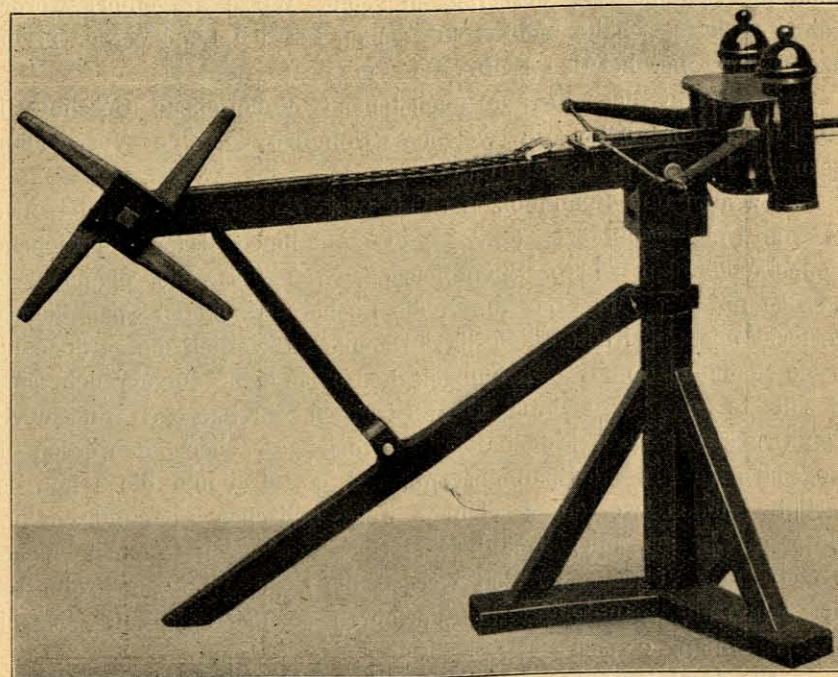


Fig. 6.

d. h. die kurzen Hebelsarme der Bogenarme legen. Nach Philon sind alle Teile bis auf die Kammer gleich wie bei den übrigen Pfeilgeschützen. Die Kammer selbst beschreibt er aber nicht. Auch sagt er nicht, ob sie aus Holz oder aus Eisen war. Da nun eine hölzerne Kammer sehr große Abmessungen und schwere eiserne Beschläge haben müßte, um den starken seitlichen Druck der gespannten Federn auszuhalten, so wird es unmöglich, diese schwere Kammer mit der verhältnismäßig leichten Pfeife auszubalancieren. Es wurde also für die Rekonstruktion eine eiserne Kammer gewählt.

Die Bogenarme haben bronzene Schildzapfenringe mit Schildzapfen, deren eiserne Lager in der Kammer die Form des Epheublattes (*χισσόφυλλον*) haben.

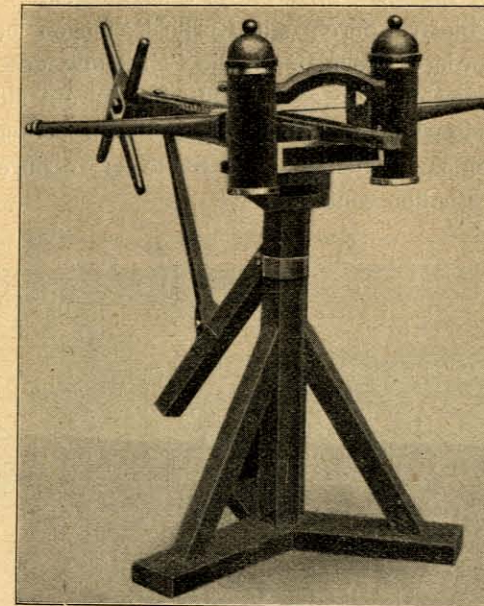


Fig. 7.

Tafel 7 und Fig. 9. Mehrlader.

Die Schnellkatapelte *καιαπέλτης πολυβόλος* des Dionysios von Alexandria, ist nach Philons Beschreibung, trotz seiner anscheinenden Kompliziertheit, einfach. Zu dem Philon'schen Pfeilgeschütz, Tafel 3, tritt noch hinzu: Der Trichter für die Pfeile mit vorderem und hinterem Halter die Walze mit

Pfeilrinne und schraubenförmiger Nute, der Stift auf der Diostra, welcher in diese Nute eingreift, die beiden Stifte, welche beim Anstoßen des Abzuges denselben drehen und endlich die Spannkette mit den fünfeckigen Rädern.



Fig. 8.

Um die Federn zu schützen und um dem Geschütz »ein schönes Aussehen zu geben«, wurden willkürlich die beiden »Büchsen« angebracht, die Philon nicht erwähnt. Dadurch erhält zwar das Geschütz eine große Aehnlichkeit mit den auf der Trajanssäule dargestellten Geschützen, Fig. 8, doch soll keinesfalls behauptet werden, die Geschütze auf der Trajanssäule seien Erzspanner.

In Wegfall kommen die Zahnstangen und die Sperrklinken.

Beim Vorbringen der Diostra durch die Kurbeldrehungen hebt sich die Klaue mit ihrem vorderen Teile durch die Schrägung desselben selbsttätig über die Bogensehne hinweg. Unmittelbar darauf stößt der nach links herausstehende Arm des Abzuges gegen den vorderen Stift, welcher ihn zwingt, sich zu drehen und die Klaue zu verriegeln, so daß dieselbe die Sehne festhalten muß.

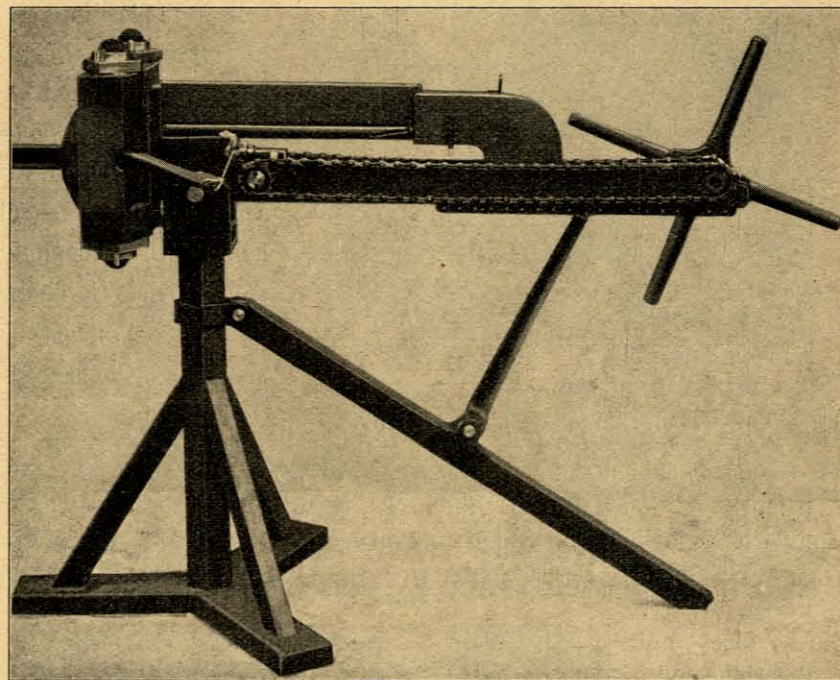


Fig. 9.

Beim Rückwärtskurbeln muß auch die festgehaltene Sehne die Rückwärtsbewegung der Diostra mitmachen. Durch den Stift auf der Diostra, welcher in den Schraubengang der Walze eingreift, wird diese gezwungen, sich zu drehen. Wenn die Sehne fast ganz gespannt ist, hat sich die Walze soweit herumgedreht, daß der in der Pfeilrinne der Walze liegende Pfeil in die Pfeilrinne der Diostra fällt. Unmittelbar darauf stößt der Abzug an den hinteren Stift. Er muß sich drehen und die Klaue freigeben, welche die Sehne loslöst. Der Pfeil wird fortgeschleudert.

Beim Vorwärtskurbeln dreht sich die Walze zurück und es fällt wiederum ein Pfeil in die Pfeilrinne der Walze und das Spannen kann von Neuem beginnen.

Philon schreibt, daß es dem Erfinder nicht möglich gewesen sei, eine leicht bewegliche Spannvorrichtung zu erfinden¹⁾. Das hat sich bei dem Modell voll und ganz bestätigt. Für das Schießen wurden aus diesem Grunde die hölzernen Ketten und Kettenräder ganz ausgeschaltet und dafür Fahrradketten und Kettenräder verwendet, womit das Geschütz tadellos funktioniert. Die Treffsicherheit ist eine überraschende.

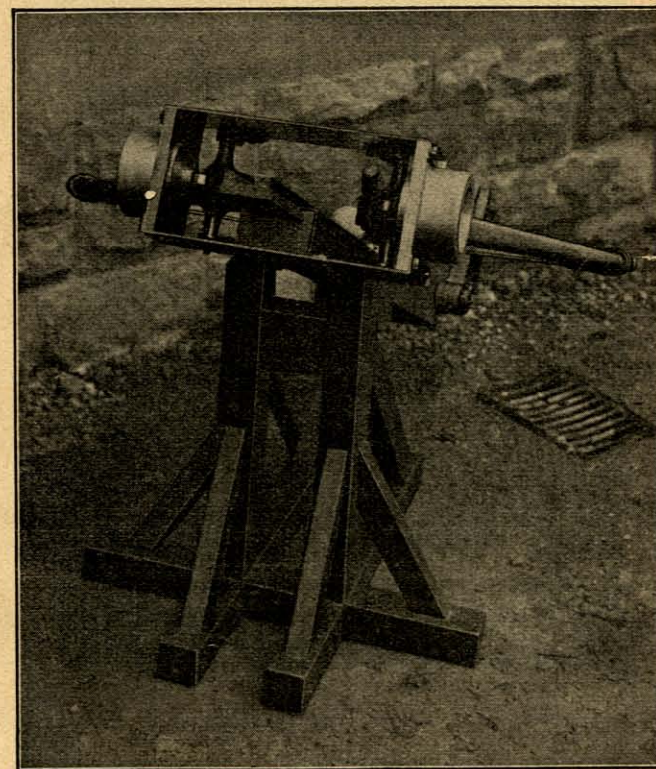


Fig. 10.

Tafel 8 und Fig. 10 u. 11. Luftgeschütz.

Das Aërotonon beschreibt Philon an letzter Stelle²⁾ und während er bei allen übrigen Geschützbeschreibungen wenigstens einige Maß-

¹⁾ τὴν δὲ καταγωγίδα οὐκ εἶχεν εὐρεῖν, Φίλων.

²⁾ Philon. μηχαν. συντ. IV, p. 77, 12 ff.

angaben macht, fehlen diese bei dem Aërotonon ganz. Jahrb. für Lothr. Gesch. u. Altertumskunde XVII, 298 ff.

Schon die Beschreibung machte den Eindruck, als wenn es sich gar nicht um ein Truppengeschütz handele, sondern lediglich um einen allerdings hochinteressanten Versuch. Bestärkt werde ich in dieser Auffassung dadurch, daß Philon an einer früheren Stelle, nach Schluß der Beschreibung von Euthytonon und Palintonon, schreibt:

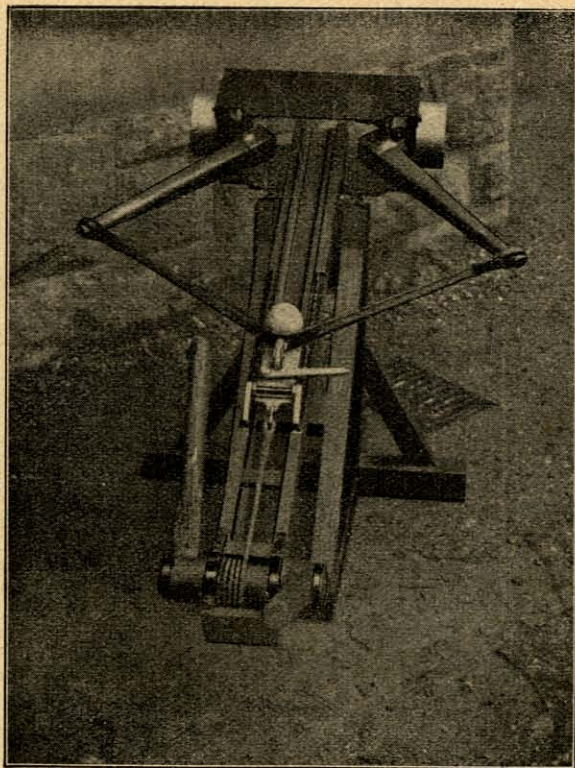


Fig. 11.

•Nachdem ich Dir nun die Methoden der Technik und die erprobten Geschützkonstruktionen¹⁾ usw. auseinander gesetzt habe usw. und anschließend die anscheinend nicht erprobten Konstruktionen beschreibt. Es sind dies: der von ihm selbst erfundene Keilspanner, der von Ktesibios erfundene Erzspanner, die von Dionysos erfundene Schnellkatapelte und endlich der von Ktesibios erfundene Luftspanner.

¹⁾ τὰς ἐξηλασμένας συντάξεις τῶν ὀργάνων.

Keilspanner, Erzspanner, Schnellkatapelte und Luftspanner scheinen mir also gar nicht zur Anwendung bei der Truppe, wenigstens nicht in größerem Maßstabe, gelangt zu sein.

Die Saalburgverwaltung legte aber Wert darauf, die Modelle aller beschriebenen Geschütze zu haben. So kam nun auch die Rekonstruktion des Luftspanners zustande. Von allen Geschützkonstruktionen bot die des Luftspanners die größten Schwierigkeiten, war aber insofern die interessanteste, als sie ein klares Bild von der hohen Vollkommenheit der technischen Hilfsmittel des Altertums bot, die wir Neuen leider immer noch zu sehr von oben herab ansehen.

Die Beschreibung Philons weist zwei Lücken auf:

Einmal schreibt er, daß die Kolben so genau in die Zylinder eingepaßt waren, daß keine Flüssigkeit, selbst mit der größten Gewalt, zwischendurchdringen konnte. Es wäre also nach dieser Beschreibung kein besonderer Liderungsring aus Leder, Pappe oder dergl. vorhanden gewesen, obgleich dadurch ein so sorgfältiges Einschleifen vermieden werden konnte, denn ein Liderungsring gleicht infolge seiner Elastizität und Weichheit geringe Unebenheiten aus.

Um aber den Kolben genau in den Zylinder einschieben zu können, mußte er sich ungehindert in demselben auf- und abbewegen können, ohne Gegendruck der Luft. Der Boden des Zylinders mußte also wenigstens anfangs ein Luftloch haben, welches erst nach dem saugenden Verpassen beider Teile geschlossen werden durfte. In der Beschreibung steht davon nichts.

Ferner: Ob ein Liderungsring vorhanden ist oder nicht, auf die Dauer wird doch etwas Luft entweichen und daher allmählich die Kraft der Bogenarme geringer werden. Das allmähliche Zurückgehen der Kraftleistung ist ja bei den Torsionsgeschützen genau so der Fall. Durch ein geringes Andrehen der Spannbuchsen wird die Kraft der Bogenarme wieder erhöht. Beim Aërotonon muß die entwichene Luft ergänzt werden. Das ist nur mit Hilfe einer Luftpumpe möglich.

Daß die Alten die Luftpumpe gekannt und auch angewendet haben, wissen wir genau, daß sie auch im vorliegenden Falle angewendet wurde, ist außerordentlich wahrscheinlich, aber nicht bewiesen. Die Beschreibung erwähnt weder eine Luftpumpe noch einen Stutzen, an dem sie angesetzt wurde.

Die Konstruktion des Geschützes bot Schwierigkeiten. Eine genaue Berechnung war ausgeschlossen, da eine große Menge von Reibungen in Rechnung zu ziehen sind, über die keine Erfahrungskoeffizienten vorliegen.

Ein Ausprobieren dadurch, daß zunächst mehrere Kolben und Zylinder verschiedener Durchmesser angefertigt und probiert wurden, wäre viel zu teuer geworden.

Es blieb nichts anderes übrig, als direkt die Konstruktionszeichnungen nach Gutdünken anzufertigen.

Daß die Kraft der Bogenarme des Aërotonon selbst ohne künstlich erhöhten Luftdruck die Kraft der Bogenarme der übrigen Geschütze gleicher Größenverhältnisse erreicht, ist wohl als Zeichen dafür anzusehen, daß ungefähr das Richtige getroffen wurde.

Das System des Geschützes ist einfach: 2 Zylinder mit darin befindlichen Kolben sind so angeordnet, daß die kurzen Arme zweier zweiarmer Hebel gegen die Kolben drücken; wenn man die langen Arme (Bogenarme) durch die Sehne zurückzieht (spannt), wird die Luft in den Zylindern zusammengedrückt. Beim Loslassen der Sehne drückt umgekehrt die Kraft der zusammengepreßten Luft die Bogenarme in ihre ursprüngliche Lage zurück, und diese schleudert durch die Bogensehne das Geschloß fort.

Ohne Anwendung der Luftpumpe entspricht die Schußweite nicht der Kraft der Bogenarme und zwar aus folgenden Gründen: Zunächst ist es selbst der modernen Technik mit allen ihren verfeinerten Hilfsmitteln nicht möglich, beide Zylinder und Kolben so absolut gleich herzustellen, daß ihre Wirkung mathematisch genau gleich ist. Durch Zupumpen von Luft läßt sich die Wirkung der Kolben ausgleichen, so daß die Zugkraft beider Bogenarme ungefähr gleich gemacht werden kann. Da es sich beim Einschleifen der Kolben in die Zylinder um Hunderstel von Millimetern handelt, ist auch die Konsistenz des Schmiermittels von großem Einfluß. Dasselbe Öl, das im Sommer, bzw. im warmen Zimmer zur Verminderung der Reibung der Kolben in den Zylindern beiträgt, verklebt dieselben bei Kälte derart, daß sie nicht wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurückkehren.

Je genauer, saugender der Kolben im Zylinder läuft, desto weniger kann Luft entweichen, desto größer wird der Druck, desto größer wird aber auch die Reibung, die sich dem schnellen Zurückkehren des Kolbens in seine ursprüngliche Stellung entgegensetzt.

Aus den vorgenannten Gründen wird die Kraft der Bogenarme nicht voll ausgenutzt. Auch dieser Übelstand kann durch Zupumpen von Luft bis zu einem gewissen Grade behoben werden.

Ein Geschütz, dessen Funktionierung derart von den Witterungseinflüssen abhängig ist, das auch durch Staub und Schmutz, sowie durch

ganz geringfügige Beschädigungen, sofort versagt, kann unmöglich ein Truppengeschütz gewesen sein.

Wie schon erwähnt, mußten zum Einschmiegeln der Kolben in die Zylinder die Böden der letzteren zunächst offen bleiben, erst nach dem Verpassen konnten dieselben geschlossen werden. Bei dem rekonstruierten Geschützmodell sind die Öffnungen in den Zylinderböden nicht dauernd durch Verstemmen oder Verschrauben geschlossen worden, sondern durch Ventile.

Mit Hilfe einer Luftpumpe läßt sich nun die Kraft der Bogenarme regulieren, es läßt sich aber auch der Druck in den Zylindern derart erhöhen, daß das Geschütz eine weit größere Kraftentwicklung erhalten kann als die übrigen rekonstruierten Geschütze gleicher Größenabmessungen.

Zugegeben, daß Philon bei seinem Geschütz gleichfalls den Druck in den Zylindern mittelst einer Luftpumpe regulierte bzw. verstärkte, ein kriegsbrauchbares Geschütz wird es dadurch doch nicht.

Da Philons Beschreibung mehrere Fragen offen läßt, so kann die vorbesprochene Rekonstruktion nur als Modell betrachtet werden und soll keinen Anspruch darauf machen, genau so auszusehen wie Philons Originalgeschütz. Der abnehmbare hölzerne Rahmen mit eisernem Schutzschild, welcher das Geschütz gegen feindliche Geschosse, aber auch vor Regen und Staub schützt und ihm nach Philons Äußerung ein schönes Ansehen geben soll¹⁾, ist in der Zeichnung und auf den Photographien weggelassen worden.

Tafel 9 und Fig. 12 Catapulta nach Vitruv.

Der nicht gefiederte Pfeil liegt auf dem Läufer, das Geschütz ist gespannt. Die Stellung der Bogenarme und der Sehne in der Ruhelage sind punktiert angedeutet.

Das Prinzip ist dasselbe wie beim Euthytonon. Die beiden Spannnervenzüge sind in einem Rahmen vereinigt, der (bei Heron und Philon zwei) nur einen Mittelständer hat.

Bei der Vitruv'schen Catapulta deckt der Schild²⁾ die vitalen Teile des Geschützes, welche über die Wände der Carroballista bzw. über

¹⁾ ὅπως ὁργανικῇ φαίνεται.

²⁾ νόει δὲ καὶ τὰς μέσας χώρας τῶν παραστατῶν καὶ μεσοστατῶν ἐμπεφραγμένας οὕσας ὥστε τὸν μὲν τόνον κρύνεσθαι καὶ μηδαμῶθεν αὐτὸν ἐκ τῶν ἐμπροσθεν βλέπεσθαι. Φίλων.

die Brustwehr der Festungsmauer hervorragen. Vergl. die Darstellung auf dem Vedenniusgrabstein, Fig. 13.

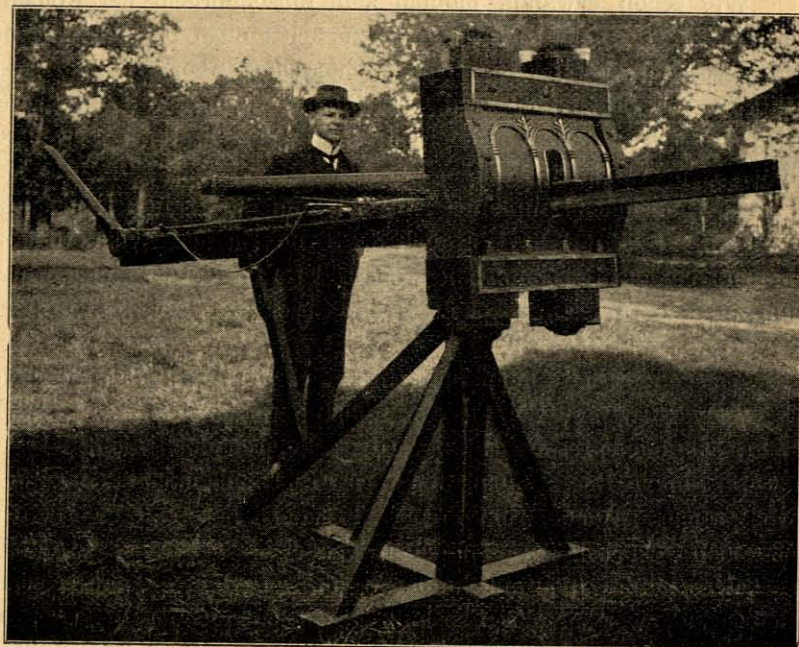


Fig. 12.

Tafel 10 und Titelbild. Onager nach Ammianus Marcellinus.

Es ist nur ein Spannnervenbündel vorhanden, welches horizontal in einem Rahmen angeordnet ist. An dem Schleuderarm ist die Schleuder befestigt. Die Abzugsvorrichtung ist ähnlich den vorigen. Das Widerlager für den Schleuderarm ist mit einem Haartuchkissen versehen, das mit Spreu vollgestopft ist¹⁾.

Das Titelbild läßt die beiden eichenen Schwellen mit den buckelartigen Erhebungen (nach Ammian) erkennen, desgleichen das Widerlager für den Schleuderarm.

¹⁾ Die Beschreibung Ammians: cui ligno fulmentum prosternitur ingens, cilicium paleis confertum minutis, validis nexibus illigatum et locatum super congestos caespites vel latericios aggeres, wird sofort verständlich, wenn man vor et locatum einen Punkt setzt. Es bezieht sich dann die Angabe »auf zusammengeschichteten Rasen oder Mauerwerk gesetzt« auf das ganze Geschütz, nicht aber auf fulmentum, was keinen Sinn gibt. Professor Dr. Schneider macht in der Berliner Philologischen Wochenschau 24. Jahrgang No. 28, vom 9. Juli 1904, einen sehr einleuchtenden Vorschlag zur Aenderung von »et locatum« in »et locatur«.

Dieses mächtige Geschütz, das aber im Altertum immer noch an der Grenze zwischen kleinen und mittleren Kalibern stand, macht erst wirklich einen Begriff von der imponierenden Gewalt der Geschütze des Altertums.

Die enorme Kraft des Spannschnenbündels, das einen Anfangsdruck von 60 000 kg hat, zeigte sich leider bei den Versuchen vielfach dadurch, daß die Wurfarme zersprangen, die Schleudern zerrissen und das Widerlager zerschlagen wurde. Dadurch kam die Geschützbedienung in große Gefahr.

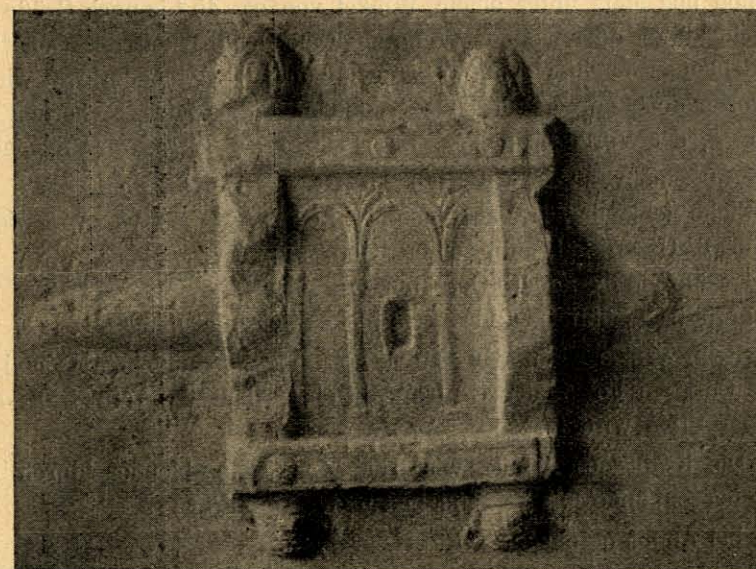


Fig. 13.

In Rücksicht auf diese Gefahr wurde die Kraft des Geschützes nicht voll ausgenutzt. Trotzdem wurden Schußweiten bis 350 m erreicht. Innerhalb ganz erheblicher Grenzen hatte das Geschoßgewicht keinen Einfluß auf die Schußweite. Das ist ein Zeichen dafür, daß die Kraft des Schleuderarmes nicht voll ausgenutzt wird. Von der Länge der Schleuder und von der Form des Ansatzes (Daumens) am Schleuderarm, über den die lose Öse der Schleuder gesteckt wird, hing die Schußweite ab. Weitere Versuche würden wahrscheinlich noch größere Schußweiten ergeben, doch steht die Gefahr für die Bedienung nicht im Einklang mit der Wichtigkeit des zu erwartenden Erfolges.

Die Konstruktion des Onager ist so klar aus Zeichnungen und Photographien ersichtlich, daß eine weitere Erklärung überflüssig erscheint.

Als Schleuder wurde an Stelle der von Ammian beschriebenen funda, welche unci ferrei hat, die griechische σφενδόνη, ohne eiserne Haken angewendet, u. z. aus folgendem Grunde: Die Ammian'sche funda ergab nur sichere Schüsse bei Verwendung von einpfündigen Bleikugeln. War das Geschloß größer oder kleiner, leichter oder schwerer, so wurden die Schüsse unsicher. Ein Versuch ergab, daß bei Verwendung der griechischen Schleuder die Größe und das Gewicht des Geschosses ohne Einfluß auf die Sicherheit des Schusses war. Das Geschloß flog stets unter einem Winkel von ca. 45° je nach Größe und Gewicht kürzer oder weiter. Wenn auch die Dehnbarkeit des Geflechtes der Schleuder nachteilig auf die Ausnutzung der Schleuderkraft wirkte, so wurde doch der griechischen Schleuder, wegen der Sicherheit des Schusses, der Vorzug gegeben. Das Prinzip der σφενδόνη ist folgendes:

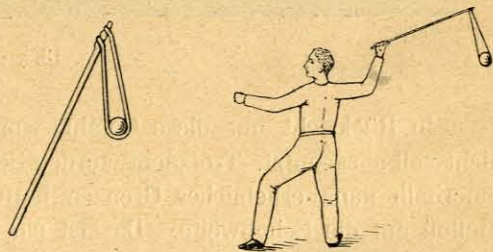
An einem hölzernen Stabe a ist die eigentliche Schleuder, b aus Hanf oder Leder, a welche 2 Oesen hat, mit einer Oese befestigt, während die andere Oese nur lose über das sorgfältig geglättete Ende des Stockes geschoben ist.



Beim Wurf zieht das in der Schleuder befindliche Geschloß die obere Oese in Folge der Centrifugalkraft selbsttätig vom Stocke ab und der Stein wird frei.

Die Kraft des Armes wird bei der Steinschleuder durch das Spannnervenbündel ersetzt und bedeutend verstärkt.

Da bei Ammians onager ausdrücklich unci ferrei und die funda stuppea vel ferrea erwähnt ist, könnte man vielleicht einwenden, daß die rekonstruierte Steinschleuder gar kein Onager sei, sondern ein μονάγκων, von dem nur eine flüchtige Beschreibung von Anonymus¹⁾ vorliegt.



Der Einarm μονάγκων, auch μαγγάνων, wurde von den Römern unter dem Namen Onager übernommen, von den Arabern unter dem

¹⁾ Wescher 253 u. ff.

Namen Manganîq²⁾. Während der Kreuzzüge lernten die Franzosen das letztere Geschütz kennen und brachten es unter dem Namen mangannean oder mongonnean mit nach dem Abendlande. Inzwischen war aber die Spannkraft der νεῦρα durch schwere Gegengewichte und Menschenkraft ersetzt worden, die am kurzen Hebelsarm eines zweiarmigen Hebels wirkten. Das Geschloß wurde durch die Schleuder am langen Arm geworfen. Auf vielen Abbildungen erkennen wir nun in diesen Schleudern die σφενδόνη wieder. Es scheint mir daraus hervorzugehen, daß die griechische Schleuder auch beim Onager Verwendung fand und daß unci ferrei nur für andere verwendete Schleuderarten notwendig waren.

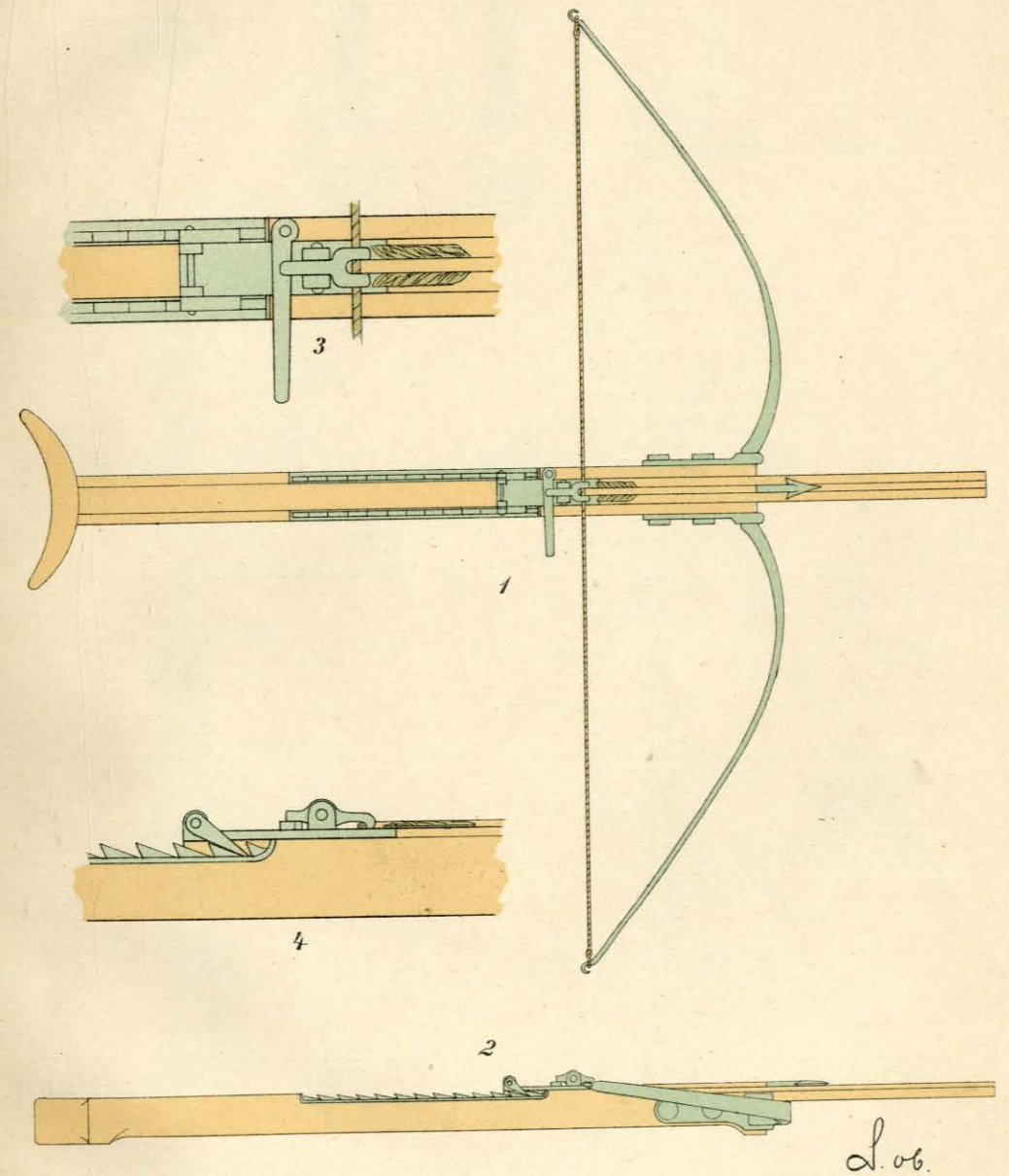
Die rekonstruierte Blitzballiste nach Anonymus ist hier nicht beschrieben, weil sie zur mittelalterlichen Artillerie gehört.

Dank Rudolf Schneiders scharfsinniger Forschung hat sich dies mit Sicherheit feststellen lassen.

¹⁾ Professor Dr. Eilhard Wiedemann, Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. VI. Heft 22 u. ff.



304957

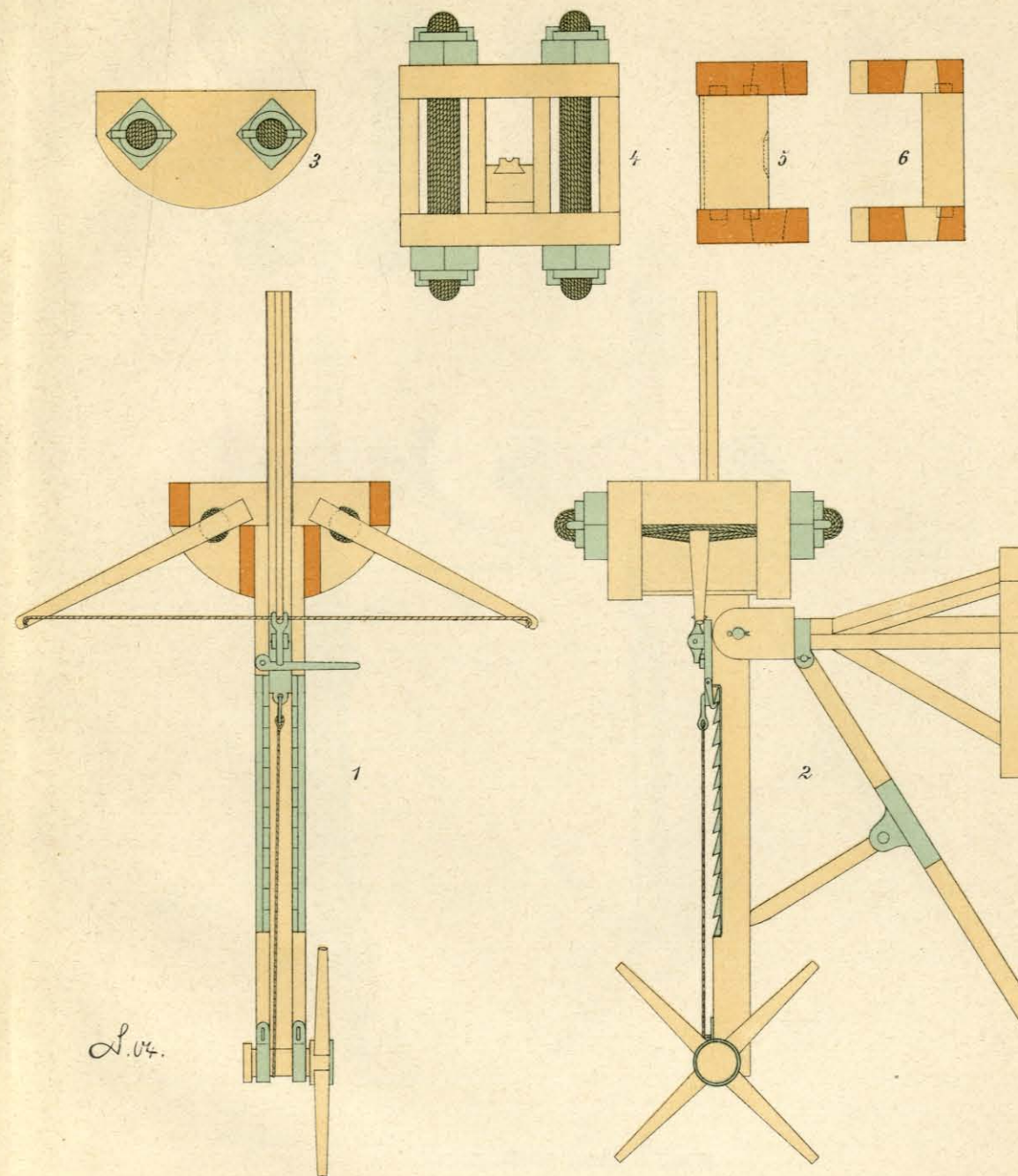


Bauchspanner nach Heron

1 Ansicht von Oben , 2 Ansicht von der Seite . 3 u. 4 Spannvorrichtung 1:5

Maßstab 1:10

10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 1m



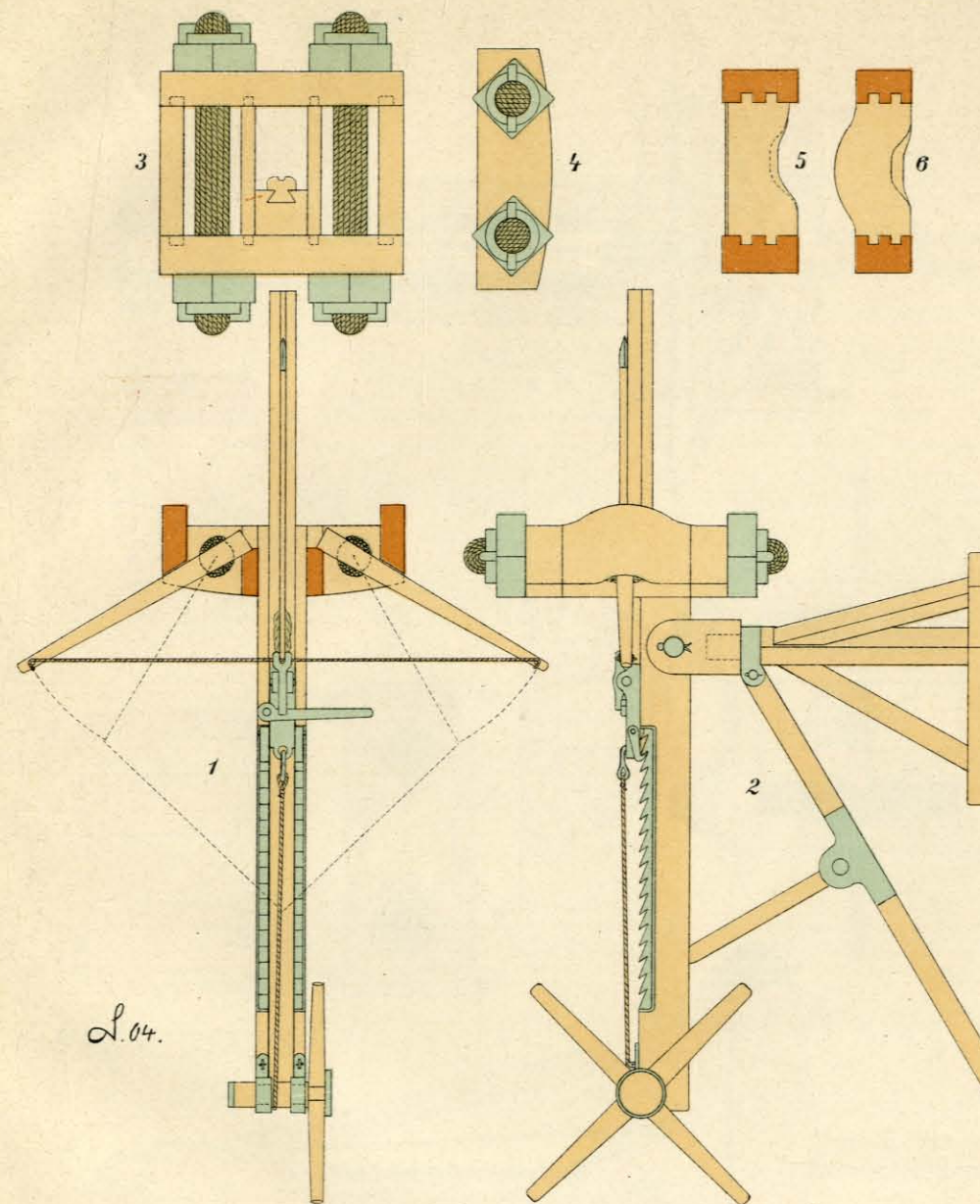
Euthytonon nach Heron

1 von oben, 2 von der Seite, 3 Spannrahmen von oben, 4 von vorn, 5 u. 6 Schnitte

Maßstab 1:20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 dm

RICHTER & GERBER, METZ

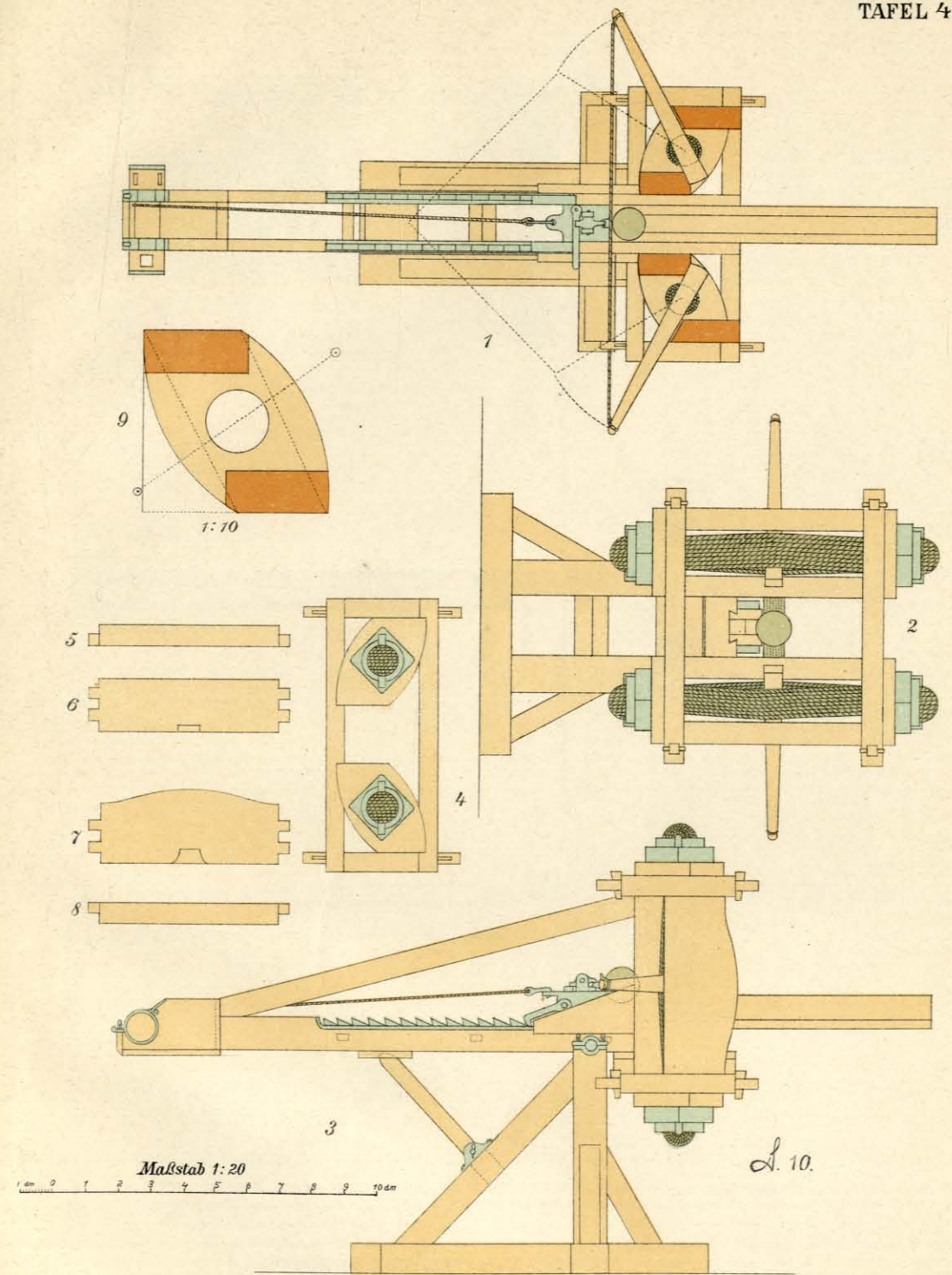


Euthytonon nach Philon

1 von oben, 2 von der Seite, 3 Spannrahmen von vorn.
4 von oben, 5 u. 6 Schnitte

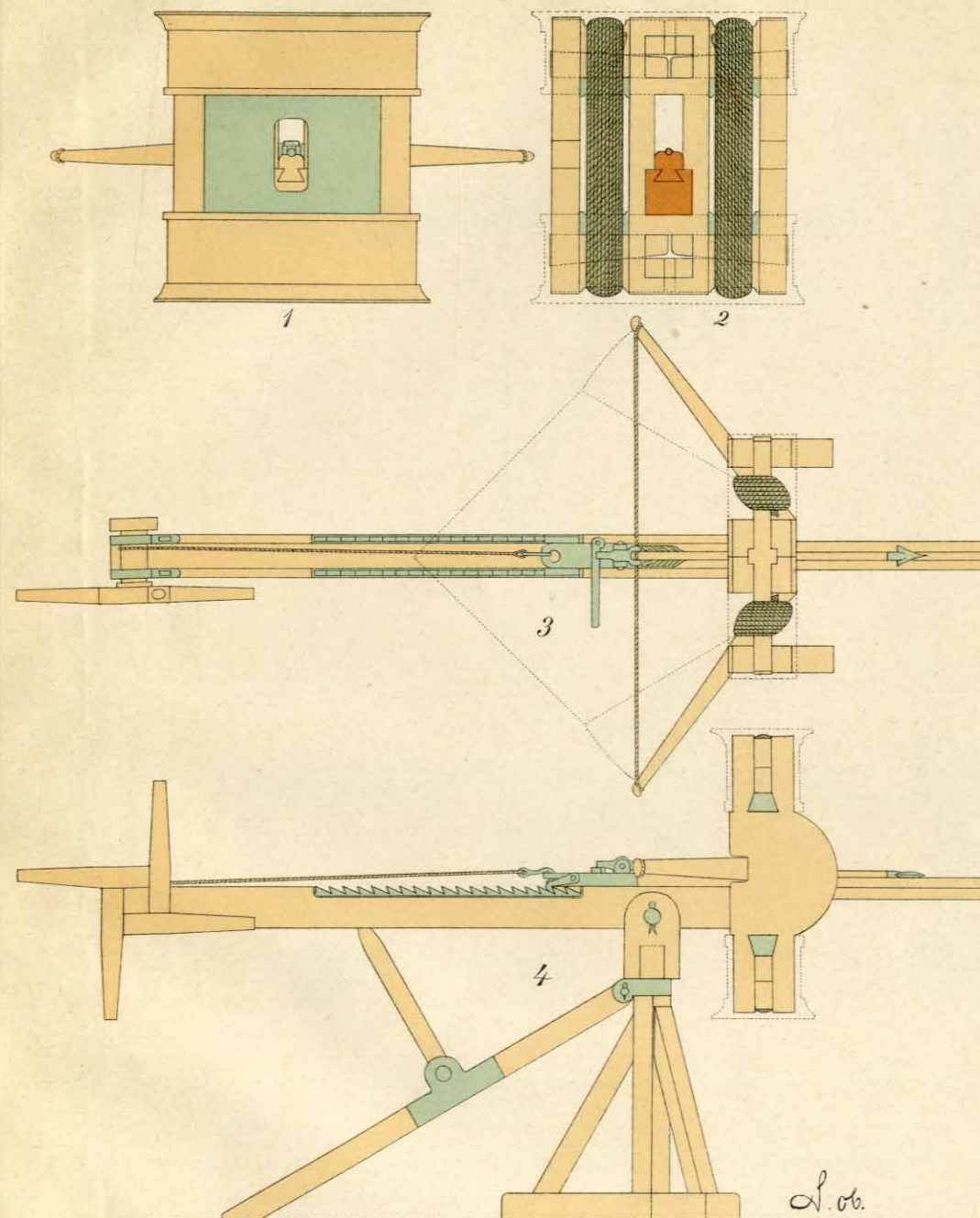
Maßstab 1:20

1 dm 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 dm



Palintonon nach Heron, Philon, Vitruv

1 von oben, 2 von vorn, 3 von der Seite, 4 Spannrahmen von oben.
 5, 6, 7, 8 Mittel- und Seitenständer, 9 Construction der Peritreten.

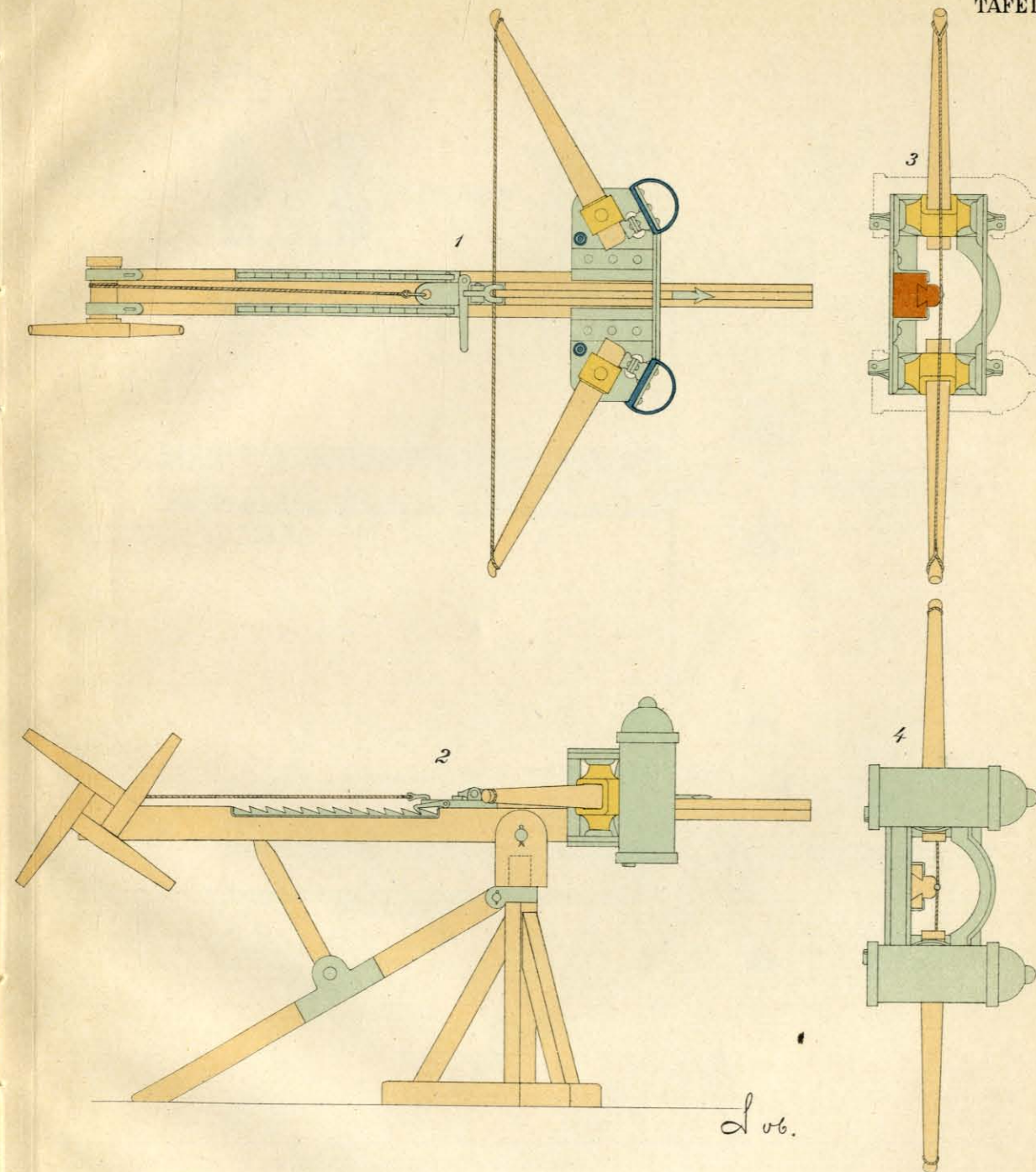


Keilspanngeschütz nach Philon

1 Spannrahmen von vorn, 2 von hinten, 3 Ansicht von oben, 4 von der Seite

Maßstab 1:20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 dm

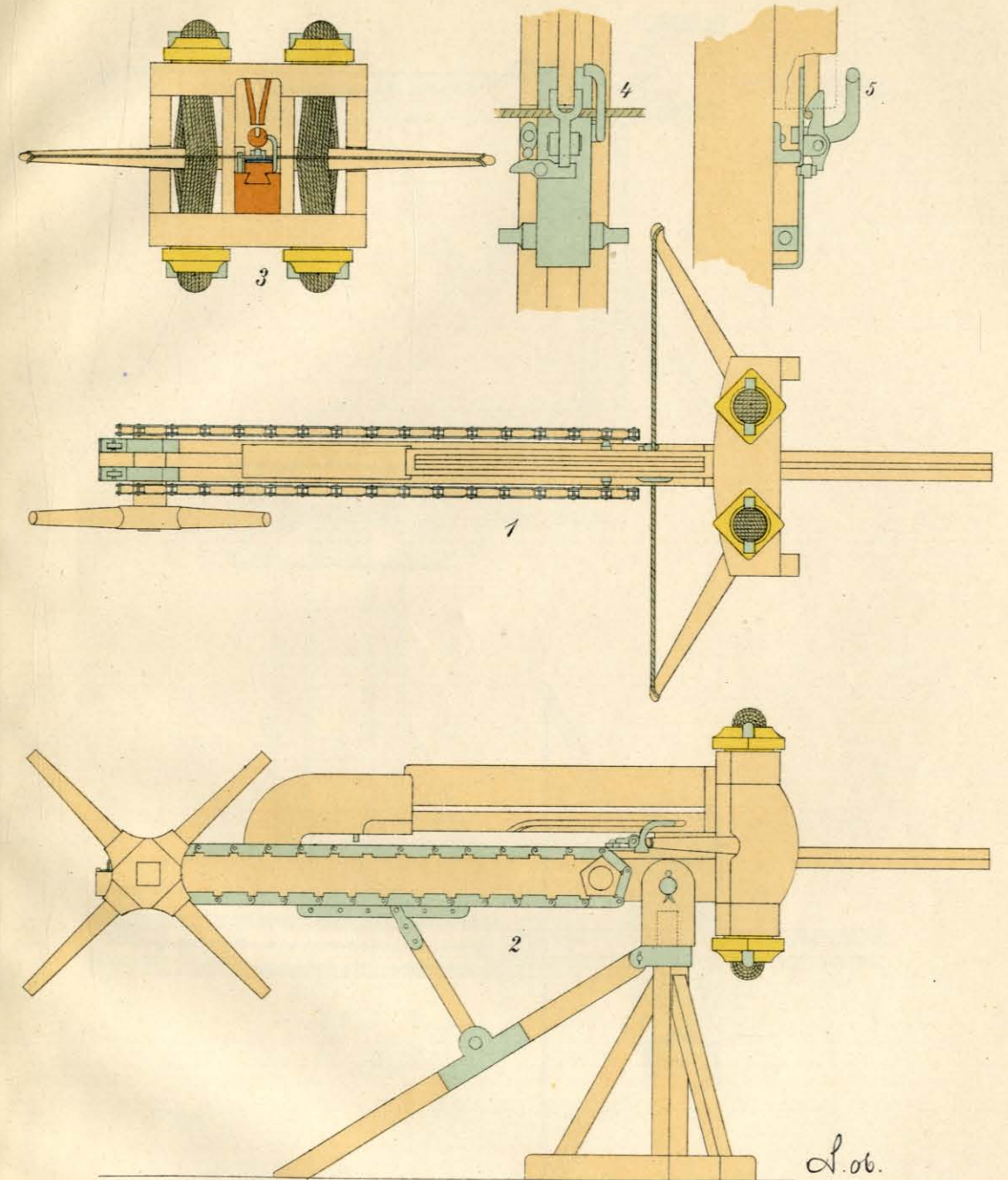


Erzspanngeschütz nach Philon

1 von oben, 2 von der Seite, 3 Spannrahmen von hinten, 4 von vorn.

Maßstab 1:20

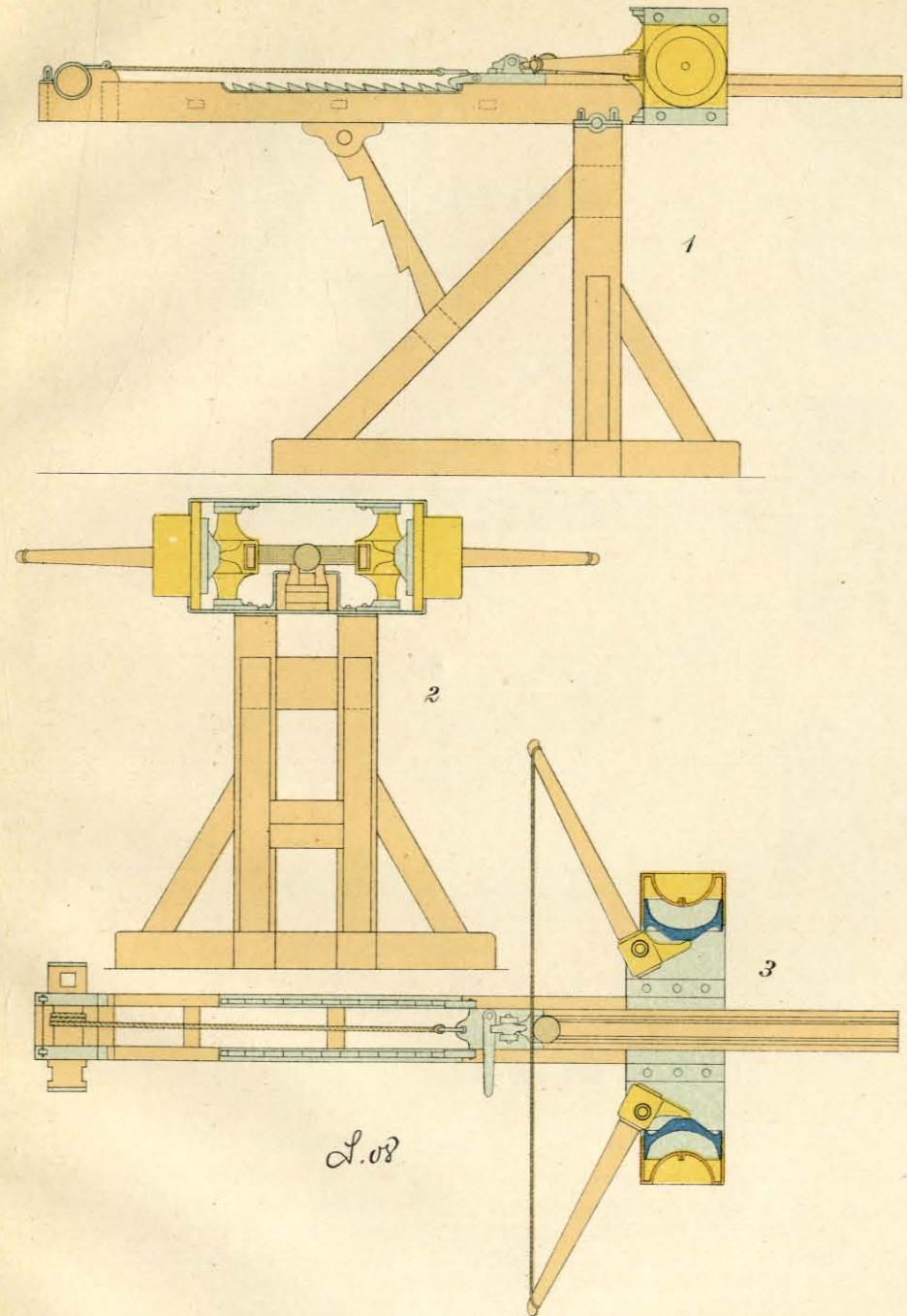
10m 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m



Mehrlader nach Philon

1 von oben, 2 von der Seite, 3 Spannrahmen von hinten, 4 u. 5 Abzugsvorrichtung 1:10

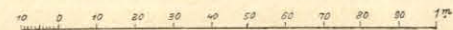
Maßstab 1:20
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

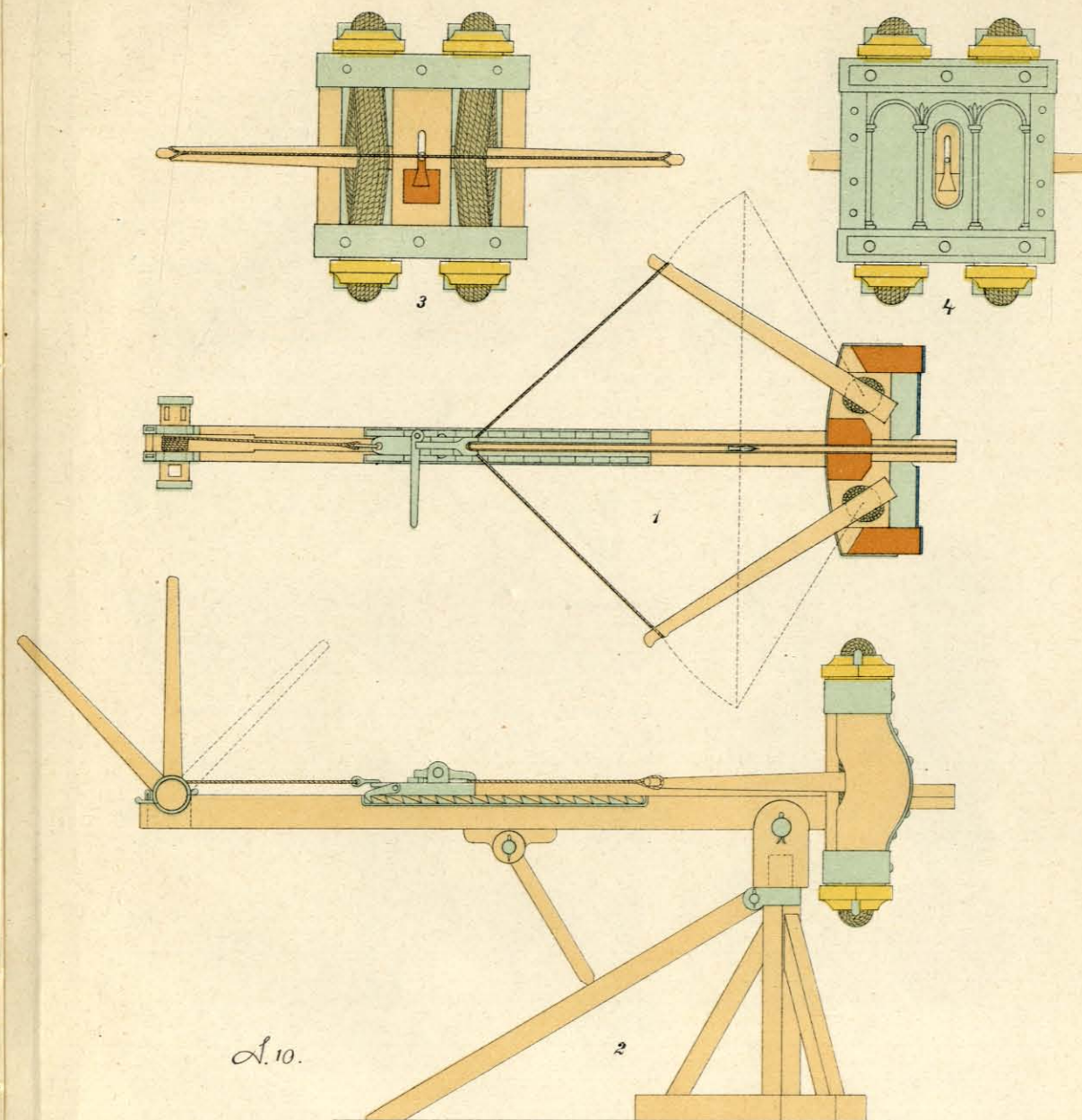


Luftgeschütz nach Philon

1 Ansicht von der Seite, 2 von vorn, 3 von oben

Maßstab 1:20



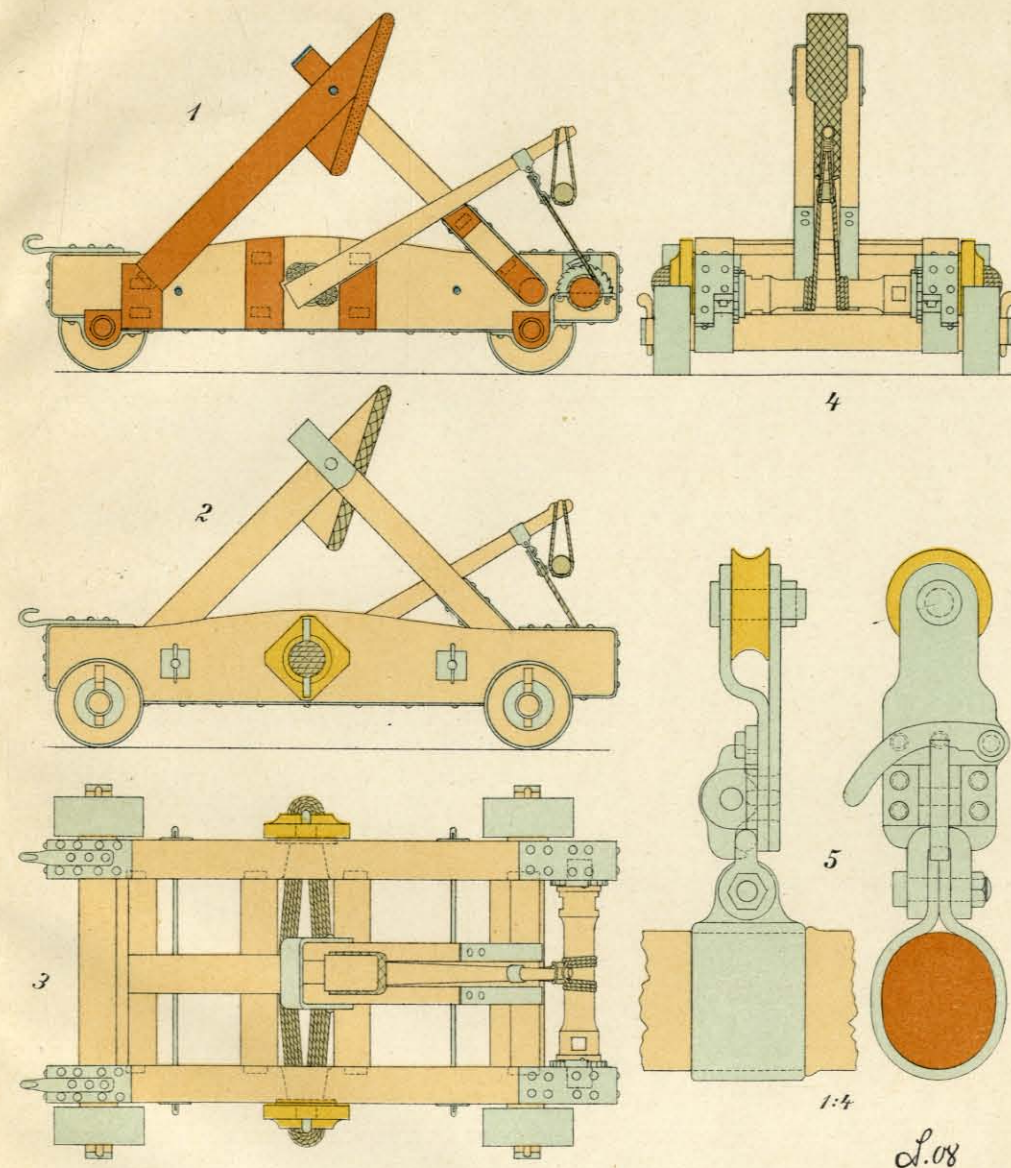


Catapulta nach Vitruv

1 von oben, 2 von der Seite, 3 Spannrahmen von hinten, 4 von vorn

Maßstab 1:20

1 dm 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 dm



Onager nach Ammianus Marcellinus

1 Längsschnitt, 2 Ansicht von der Seite, 3 von oben, 4 von hinten,
5 Spann- u. Abzugsvorrichtung 1:4

Maßstab 1:40

