



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Des Marcus Vitruvius Pollio Baukunst**

**Vitruvius**

**Leipzig, 1796**

Zehntes Buch.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-48396](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-48396)

DES

MARCUS VITRUVIUS POLLIO

B A U K U N S T

---

Z E H N T E S B U C H

Es soll von Alters her in einer großen, bestimmten Ortschaft  
 Stadt zu Epheesus ein Tempel gewesen, jedoch höchst gerühmt. Ge-  
 setz vorhanden sein, vermöge dessen jeder Bauherr, der  
 öffentliches Gebäude übernimmt, gehalten ist vorher zu bestimmen,  
 wie hoch sich die Kosten der zu bauenden Gebäude, auch der Über-  
 gabe des Baues, zu verhalten, — d. h. die Kosten der Baue bis zur Be-  
 dingung des Baues mit einem festen Vermögen zu verbinden. Kom-  
 men nach vollendeten Baue die Kosten mit der gemachten Schät-  
 zung überein, so wird der Bauherr mit einem festen Vermögen  
 verbunden. Ist die Kosten der Baue höher, als die gemachten Schät-  
 zung, so wird die Kosten der Baue, ohne daß er  
 dessen wird, einem beträchtlichen Theile mehr, als ein Viertel,  
 an mehr der Einkünfte, welche aus seinem Vermögen ersezt  
 werden, doch die meisten, welche ein städtisches Gesetz  
 wäre, nicht nur in Rücksicht der Einkünfte, sondern auch der  
 Privatgelder, dem städtischen Fiskus gegeben werden. So könn-  
 ten die Bauherren, welche so ungerecht handeln, so würde sich  
 keiner, als der sich eine große Wissenschaft hat in der Kunst  
 erworben hätte, für einen Architekten ausgeben; so würden die  
 Bauherren — welche Kaufleute — nicht zu so übertriebenen  
 Ausgaben verhalten werden, als sie nötig hätten. Hätte man  
 darüber zu verfahren, so würden die Bauherren, aus Furcht vor  
 der Strafe, sich desto ernstlicher anlegen, die Kosten

---

## V O R R E D E

---

Es soll von Alters her in einer großen, berühmten Griechischen Stadt, zu Ephesus, ein zwar hartes, jedoch höchst gerechtes Gesetz vorhanden seyn, vermöge dessen jeder Baukünstler, der ein öffentliches Gebäude übernimmt, gehalten ist vorher zu bestimmen, wie hoch sich die Kosten davon belaufen werden; auch bey Übergabe des Anschlags — *aestimatio* — diesen vor Gericht bis zur Beendigung des Baues mit seinem ganzen Vermögen zu verbürgen. Kommen nach vollbrachtem Baue die Kosten mit der gemachten Schätzung genau überein, so wird der Baumeister mit großen Ehrenbezeugungen belohnt: Übersteigen sie den Anschlag nur um ein Viertel, so wird dieses aus der Kämmerey zugeschossen, ohne dafs er bestraft wird: Allein beträgt der Überschufs mehr als ein Viertel, so muß der Unternehmer solchen aus seinem Vermögen ersetzen.

Wollten doch die unsterblichen Götter, ein ähnliches Gesetz wäre, nicht nur in Ansehung der öffentlichen, sondern auch der Privatgebäude, dem Römischen Volke gegeben worden! So könnten Pfuscher — *imperiti* — nicht so ungestraft freveln: so würde sich keiner, als der sich eine gründliche Wissenschaft in der Kunst erworben hätte, für einen Architekten ausgeben: so würden die Bauherren — *patres familiarum* — nicht zu so überschwenglichen Ausgaben verleitet werden, dafs sie nöthig hätten Haus und Hof darüber zu verlassen: so würden die Baukünstler, aus Furcht vor der Strafe, sich desto ernstlicher angelegen seyn lassen, die Kosten

auf das allergenaueste zu überschlagen: und die Bauherren würden alsdann im Stande seyn, mit der dazu zurückgelegten Summe, oder mit etwas mehr den Bau glücklich hinaus zu führen.

Wer bey einem Baue sich auf Vierhundert (Thaler) Kosten gefasst macht; der giebt zu dessen Vollendung wohl noch mit Vergnügen Einhundert (Thaler) her: Aber, soll er noch ein halb Mal so viel, oder gar noch mehr nachschiefen; so fällt ihm das zu schwer, Hoffnung und Muth verläßt ihn, er sieht sich durch die gemachten Ausgaben zu Grunde gerichtet, und — der Bau bleibt liegen. Ein höchst unangenehmer Vorfall! nicht nur bey den Gebäuden, sondern auch bey den Fecht- und Scenischen Spielen — *munera* — obrigkeitlicher Personen auf dem Markte <sup>a)</sup> und auf der Bühne, welche weder Aufschub noch Verzug leiden, und nothwendig zur bestimmten Zeit fertig seyn müssen, so dafs es an nichts fehlt, weder an Sitzen für die Zuschauer, noch am übergespannten Segeltuche <sup>b)</sup> — *velum*, — noch am erforderlichen theatralischen Ma-

a) Siehe oben Buch V. K. 1. S. 201.

b) Zur Erläuterung führe ich hier folgende zwey Stellen aus Römischen Schriftstellern an. — „In Nachahmung des Campanischen Luxus, — sagt Valerius Maximus Buch 2. Kap. 4. §. 6. — hat zuerst Q. Catulus die Sitze der Zuschauer vermittelt eines Schirms — *umbraculum* — von Segeltuch bedeckt.“

Und Plinius der Ältere sagt B. 19. K. 5. 6.: „Leinwand, gleich Kleidern, zu färben hat man zuerst auf Alexanders des Grofsen Flotte versucht, als derselbe den Indus beschiffte, und dessen Anführer und Hauptleute bey einem Treffen auf solche Weise die Schiffe von einander unterschieden, und die Ufer staunten, als der Wind in bunte Segel blies. Mit einem purpurfarbenen Segel kam und floh Kleopatra mit M. Antonius bey Actium: Es war dieses das Kennzeichen des Admiralschiffs. Nachher gebrauchte man der (purpurfarbenen) Segeltücher blofs zur Beschirmung der Theater. Q. Catulus verfiel zu allererst auf diese Erfindung, als er das Capitol einweihete. Carbasinische Leinwand soll in der Folge, der Erzählung nach, Lentulus Spiäter in den Apollinarischen Spielen zuerst über das

schinenwesen. Freylich aber gehört auch dieß zu vollbringen ungemeyn viel Klugheit, Nachdenken, Kopf und Geschicklichkeit dazu. Denn ohne Mechanik, ohne andere mannichfaltige gründliche und schwer zu erwerbende Kenntnisse ist dergleichen nicht ins Werk zu richten möglich.

Bey so bewandten Umständen nun wäre es wohl sehr füglich, wenn, vor Übernehmung solcher Werke, alles dazu Erforderliche mit größter Sorgfalt und Genauigkeit berechnet würde.

Da jedoch weder durch Gesetz noch Sitte hiefür gesorgt ist, und gleichwohl die Prätores und Ädilen jährlich, der Spiele wegen, allerley Gerüste zu errichten haben; so scheint es mir zweckmäßiger, o Kaiser, da ich in den vorhergehenden Büchern von den Gebäuden gehandelt habe, in diesem Buche, womit ich das ganze Werk zu beschließen gedenke, die Grundsätze der Mechanik vorzutragen.

Theater gespannt haben. Bald nachher überspannte damit der Dictator Cäsar den ganzen Römischen Markt, und die heilige Strafe von seinem Hause an bis hin zum Capitolinischen Berge; welches noch mehr Bewunderung als die Fechtspiele selbst erregt haben soll. Auch ohne Spiele zu geben beschattete nachmals Marcellus, Augusts Schwestersonn von der Octavia, als er Ädil und sein Oheim zum eilftenmale Consul war, am ersten August mittelst Segeltücher den Marktplatz, bloß um denselben für die rechtenden Parteyen gesünder zu machen. Welch eine Veränderung der Sitten seit Cato, dem Censor, der den Vorschlag that, den Markt mit spitzen Steinen zu pflastern. Vor kurzem wurden auch himmelblaue gestirnte Segeltücher mittelst Taue über das Amphitheater des Kaisers Nero gezogen. Rothe Segeltücher beschirmen noch unsere Höfe, und schützen den Rasen vor der Sonne. Sonst ist die weiße Farbe allgemein beliebt.

## ERSTES KAPITEL.

Maschine — *machina*. — Instrument — *organon*. —

Eine Maschine ist eine feste Verbindung von Holzwerk, insonderheit um schwere Lasten damit zu bewegen, welche auf eine künstliche Art vermittelt der Kreisbewegung, welche die Griechen *κυκλική κίνησις* nennen, in Bewegung gesetzt wird.

Es giebt deren drey Gattungen. Die erste heist Steigmaschine oder Steige — *scansorium*, — Griechisch *ἀνοβατικόν*: Die zweyte, Luftmaschine — *spiritalis*, — Griechisch *πνευματικόν*: Die dritte, Zieh- oder Hebemaschine — *tractorium*, — Griechisch *βάνυσσον*.

Die Steige ist ein Werkzeug, welches aus aufrechtstehenden Bäumen — *tigna statuta*, — durch dazwischen befindliche Querhölzer oder Sprossen — *transversarii* — verbunden, besteht, vermittelt desselben ohne Gefahr in die Höhe zu steigen und gemachte Zurüstungen zu beschauen.

Die Luftmaschine ist ein Werkzeug, woraus die Luft mit Hülfe des Druckwerks getrieben wird und so auf eine einfache Weise — *organicus* — allerley Schalle — *plagae* — und Stimmen angiebt.

Die Zieh- oder Hebemaschine endlich ist eine Maschine Lasten damit fortzuziehen, oder in die Höhe zu heben.

Die Steigmaschine hat sich weniger einer künstlichen Einrichtung, als der Kühnheit zu rühmen. Sie besteht blofs aus den

Pflöcken — *catenatio* — und Sprossen, wodurch die Leiterstangen zu verbinden sind, aus dem Gelenke — *plexa colligatio* — und aus der Stütze — *erismatum fulctura*. — Die Luftmaschine hingegen erreicht nur durch viel darauf verwendeten Scharfsinn ihren künstlichen Zweck. Die Zieh- oder Hebemaschine aber bringt die allergrößten und nützlichsten Wirkungen hervor, wenn sie mit Klugheit gebraucht wird.

Einige derselben werden auf eine zusammengesetzte — *mechanicus*, — andere auf eine einfache Weise — *organicus* — in Bewegung gesetzt.

Zwischen einer Maschine — *machina*, Rüstzeug — und einem Instrumente — *organum*, Werkzeug — scheint mir überhaupt folgender Unterschied zu seyn: Die Maschine wird durch mehrere Leute, oder durch größere Kraft zu der bestimmten Absicht in Bewegung gesetzt; als, die Balliste, und die Öl- und Weinpresse: Das Instrument hingegen wird nur durch Einen Mann, der damit umzugehen weiß, zu seinem Zwecke gehandhabt; als der Skorpion und die Springfeder — *anisocyclum*. — Beyde aber kommen darin überein, daß sie zum Gebrauch höchst nothwendig sind, weil sonst alles äußerst ungemächlich von statten gehen würde.

Die Mechanik selbst ist von der Natur der Dinge erfunden und von dieser Meisterin und Lehrerin uns in der Umdrehung des Himmels gelehrt worden. Man betrachte nur die Beschaffenheit des Laufs der Sonne, des Monds und der fünf Planeten — *quinque stellae*, c) — und man wird finden, daß wenn ihre Umdrehung

c) Die siebenfache Zahl der Planeten ist schon von den Chaldäern festgesetzt worden; Ptolemäus hingegen und Theon haben Sonne und Mond nicht mit unter die Planeten gezählt. Überhaupt gelangten die Griechen erst spät zur Kenntniß der Planeten. Nach Seneca (phys. Unters. VII. 5.) ahndete Demokrit erst,

nicht nach den Gesetzen der Bewegung eingerichtet wäre, wir weder Licht noch reife Früchte auf der Erde haben würden. Unseren Vorfahren leuchtete dies ebenfalls ein: Sie nahmen sich daher die Natur zum Muster, ahmten ihre göttliche Werke nach, und machten also Erfindungen, welche nicht wenig zur Gemächlichkeit des Lebens beytrugen. Hier halfen sie sich durch zweckmäßige Maschinen, dort durch Instrumente; und was sie einmal zum Gebrauch für nützlich erkannt hatten, waren sie bemüht durch Fleiß, Kunst und mit Scharfsinn abgezogenen Regeln nach und nach zu vervollkommen. Man werfe nur einen Blick auf die ersten Erfindungen des Bedürfnisses, z. B. auf die Kleidung, wie, vermittelst des einfachen Verfahrens — *organica administratio* — mit dem Weberbaume — *tela*, — aus dem Einschlagen des Eintrags — *subtegmen* — in den ausgespannten Aufzug — *stamen* — ein Gewebe entstanden ist, das den Körper nicht nur deckt und schützt, sondern auch ziert und schmückt. Auch an Speise würden wir nicht Überflufs haben, wäre nicht Joch und Pflug für die Ochsen und das übrige Zugvieh erfunden worden. Ohne Kelter nebst dazu gehörigem Kreuzhaspel — *sucula*, — Pressbaum — *praelum* — und Hebel, würden wir des Öls und des Safts der Reben entbehren. Und wie wären dergleichen Dinge von einem Orte zum andern zu schaffen, wofern weder Wagen — *plaustrum*, — noch Karren — *sarracum* — zu Lande; noch Schiffe zu Wasser erfunden worden wären? Die Erfindung endlich der Wage und des Gewichts sichert das Leben in wohl eingerichteten Staaten vor Betrug und Vervortheilung.

dafs es mehrere Irsterne gebe; er gab davon aber weder Zahl noch Namen an. Eudoxus — 400 Jahre vor C. G. — brachte zuerst die Lehre von 5 Planeten aus Ägypten nach Griechenland hinüber.

So giebt es noch unzählige andere Maschinen, deren ich aber weiter nicht erwähne, da sie beständig bey der Hand sind; als Räder, Blasebälge — *follis* — der Schmiede, offene vierräderige Wagen — *rheda*, — zweyräderige Halbewagen — *cisium*, — Dreheisen — *tornus* — und dergleichen, deren Gebrauch zur größten Bequemlichkeit allgemein eingeführt ist. Nur von solchen, welche nicht so üblich, will ich handeln, um sie desto bekannter zu machen.

## ZWEYTES KAPITEL.

Hebezeug — *machina tractoria*. — Flaschenzug von drey Rollen — *trispastos*. — Flaschenzug von fünf Rollen — *Pentaspastos*. —

Zuerst will ich bey denen Maschinen anfangen, welche bey Errichtung der Tempel und anderer öffentlichen Gebäude unumgänglich nothwendig sind. Man verfertigt sie auf folgende Weise:

Man errichtet drey Rüstbäume — *tigna*, — deren Stärke mit der zu hebenden Last in Verhältniß steht; und heftet sie oben so mit einem Bolzen — *fibula* — zusammen, daß man sie unten aus einander stellen kann, nachdem man zuvor um das oberste Ende der Rüstbäume Seile — *funes* — gelegt, und diese ringsumher vertheilt hat, damit sie Erstere aufrechtstehend erhalten. Zuoberst wird ein Kloben — *trochlea*, — von einigen auch Flasche — *reclamus* — genannt, angebunden. Dieser Kloben enthält zwey um ihre Achsen bewegliche Rollen — *orbiculus*. — Über die obere wird das Zugseil — *ductarius funis* — gezogen; darauf herniedergelassen und unten um die Rolle eines unteren Klobens — *trochlea inferior* —

geführt; wieder aufwärts um die unterste Rolle des obern Klobens gezogen; von da zum untersten Kloben zurückgebracht und an dessen Gehänge oder Ring — *foramen* — das Ende befestiget: Das andere Ende des Zugseils aber nimmt man einstweilen nach dem Fusse der Maschine hin. Hier schlägt man an die äusseren Kanten der auseinander gesperrten Rüstbäume Zapfenlager — *chelonia* — an, und legt einen Haspel mit den Enden hinein, daß er leicht darin laufe. Dieser Haspel muß zunächst den Enden zwey Löcher haben, die so eingerichtet sind, daß Hebel hindurch gesteckt werden können; und an die unterste Flasche — *reclamus* — muß eine eiserne Zange — *forcipes* <sup>d)</sup> — gebunden werden, deren Kneipen — *dentis* — in Gruben, welche in die Steine gehauen sind, greifen. Darauf befestiget man jenes andere Ende des Zugseils an den Haspel: Da nun dieser vermittelt der durchgesteckten Hebel umgedrehet wird; so wickelt das Seil sich darum, wird gespannt, und hebt also Lasten in die Höhe und setzt sie an den erforderlichen Ort.

e) Diese Maschine heisst ein Trispast, d. i. Flaschenzug von drey Rollen oder Scheiben. Enthält aber der unterste Kloben zwey Rollen, und der oberste ihrer drey, so heisst dieß ein Pentaspast d. i. Flaschenzug von fünf Rollen oder Scheiben.

d) So lese ich mit Philander und Perrault, anstatt *forfices*.

e) Da mehrerwähntermalsen die Abtheilung der Kapitel nicht vom Vitruv selbst herrührt; so habe ich kein Bedenken getragen, der Ordnung und des Zusammenhangs wegen, obige, nach dem Zeichen dieser Anmerkung folgende, Sätze aus dem folgenden Kapitel herüber zu nehmen.

## DRITTES KAPITEL.

## E i n a n d e r e s H e b e z e u g.

Sind Maschinen zu größern Lasten zu veranstalten; so braucht man nur dazu größere und stärkere Rüstbäume zu nehmen, und diese gleichfalls oberwärts mittelst eines Bolzens zu befestigen, unten aber mit einem Haspel zu versehen. Diefs gethan, lasse man die Zugseile — *ductarii funes* <sup>f)</sup> — schlaff hangen; die Haltseile — *retinacula* — aber schlinge man verlohren um die Arme der Maschine — *scapulae machinae*, — und, wenn nichts vorhanden ist, woran sie nachmals befestiget werden können, so grabe man zu diesem Zwecke rings umher Pfähle schräg in die Erde ein, und ramme diese fest — *fistucatione solidentur*. — Oben an der Maschine befestige man an ein Tau — *rudens* — einen Kloben, und ziehe zugleich von demselben Orte aus ein Seil nach einem Pfahle hin, woran ein Kloben befestiget ist; lasse dieses Seil um die Rolle des Klobens herumgehen, führe es wieder hinauf zu dem, oben an die Maschine befestigten Kloben; lasse es um dessen Rolle ebenfalls herumlaufen, und ziehe es dann wieder hinunter nach dem, unten an der Maschine befindlichen, Haspel und befestige es daselbst. Itzt lasse man den Haspel mittelst der Hebel umdrehen: Und die Maschine, wie groß sie auch sey, wird ohne alle Gefahr sich gleichsam von selbst aufrichten. Darauf vertheile man ringsumher die Haltseile und befestige sie an die Pfähle; mit den Flaschenzügen aber und dem Zugseile verfare man nach obiger Anweisung.

f) So lese ich mit Philander und Galiani anstatt des gewöhnlichen *antarii* oder *antani*.

## VIERTES KAPITEL.

Noch ein anderes Hebezeug.

**Kommen** bey einem Baue an Gröfse und Gewicht Riesenlasten *colossicota onera* vor, so darf man sich dazu des Haspels nicht bedienen; sondern, gleichwie sich der Haspel auf den Zapfenlagern *chelonia* bewegt, so lasse man darauf eine Welle *axis*, welche im Mittel mit einer großen Scheibe *tympanum*, von einigen Rad *rota*, von den Griechen aber *αυφίγευσις* oder *περίτροχον* genannt versehen ist, laufen. Auch werden bey dieser Maschine die Kloben anders, als bey den vorhergehenden, eingerichtet: Sie haben nemlich, sowohl unten <sup>g)</sup> als oben, doppelte Reihen Rollen; dabey wird das Zugseil durch das Gehänge oder den Ring *foramen* des untersten Klobens dergestalt hindurch gezogen, das dessen beyde Enden, wenn es angespannt wird, gleich seyn; und mit einem kleinen Stricke *resticula* wird es alsdann so dicht und fest hier zunächst dem untersten Kloben angebunden, das es weder zur Rechten noch zur Linken weichen kann. Darauf werden die beyden Enden aufwärts, und von aufsenher über die untersten Rollen des obersten Klobens gezogen; gehen wieder niederwärts, und von innenher über die Rollen des untersten Klobens; wieder aufwärts und oben rechts und links von aufsenher

g) Aus dem Folgenden erhellt, das im untersten Kloben nur Eine Reihe Rollen nöthig ist. Es hat sich also entweder Vitruv hier unrichtig ausgedrückt, oder es ist die gewöhnliche Leseart falsch. Auch finde ich die doppelte Reihe Rollen im untersten Kloben weder im *Rusconi*, noch Perrault, noch Galiani verzeichnet.

über die obersten Rollen des obersten Klobens, und von da endlich zu den beyden Seiten des Rades hin, wo sie an die Welle befestiget werden. Außerdem wird ein um das Rad gewundenes anderes Seil nach einer Winde — *ergata* — hingeführt. Indem diese umgetrieben wird, drehet sich zugleich das Rad mit der Welle um, wodurch die Zugseile gespannt werden und also allmählig die größten Lasten ohne Gefahr aufziehen. Will man aber lieber das Rad sehr groß machen und es anstatt der Winde von innen oder außen von Menschen durch Treten umtreiben lassen, so wird derselbe Zweck desto leichter erreicht.

## FÜNFTES KAPITEL.

Polyspast <sup>h)</sup> — *Polyspastos*. —

Es giebt noch eine Art von Hebemaschinen, die ziemlich künstlich und zum geschwinden Gebrauche bequem ist, deren sich aber nur erfahrene Leute bedienen können.

Sie besteht aus einem aufgerichteten Rüstbaume — *tignum quod erigitur*, — welcher auf allen vier Seiten mittelst Haltseile befestiget wird. Unter den Haltseilen werden zwey Untersätze — *chelonias* — angenagelt, woran man mit Stricken einen Kloben bindet: unter diesem Kloben aber wird ein Richtscheit ohngefähr zwey Fuß lang, sechs Zoll breit, und ihrer vier dick angebracht. Die Kloben müssen drey

h) Eine Abbildung siehe in *Leupold, theatrum machinarium Tab. XXXV. fig. III.* und in *Contignationes ac pontes Nicolai Zabaglia, una cum quibusdam ingeniosis praxibus etc. Romae 1743.*

Reihen Rollen neben einander — *tres ordines orbicularum in latitudine* 1) — haben; denn man legt oben um die Maschine drey Zugseile. Man läßt diese niederwärts nach dem untersten Kloben von innen um die obersten Rollen gehen; dann aufwärts nach dem obersten Kloben, von aussen über die untersten Rollen; wieder nach dem Untersten, von innen um die mittleren Rollen; wieder nach dem Obersten, über die mittleren Rollen; noch einmal nach dem Untersten um die alleruntersten Rollen, und nach dem Obersten über die allerobersten Rollen und von da endlich nach dem Fuß der Maschine.

Hier bringt man einen dritten Kloben an, den die Griechen *ἐπάγων*, wir aber Leitflasche — *artemon* — nennen. Man befestiget diese Leitflasche an den Fuß der Maschine. Sie enthält drey Rollen neben einander, worüber die Zugseile gezogen und dann Menschen zum Ziehen gegeben werden. Drey Reihen Menschen können auf diese Art ohne Winde eine große Last geschwind in die Höhe heben. Man nennt diese Art von Maschine ein Polyspast; weil sie vermittelst der vielen Rollen sowohl die Leichtigkeit als die Geschwindigkeit befördert. Der Eine Rüstbaum, woraus sie besteht, führt den Vortheil mit sich, daß man ihn zuvor nach Belieben rechts oder links neigen kann, um die Last an die gehörige Stelle wieder niederzulassen.

Die hier beschriebenen Maschinen insgesamt werden nicht nur beym Bauwesen, sondern auch zur Beladung und Entladung der Schiffe gebraucht, einige stehend, andere liegend auf beweglichen Krahnständern — *carchesium versatile*. —

1) Galiani's Zeichnung *Tab. XXV. fig. I.* stimmt hiemit nicht überein; wohl aber die des *Newton, fig. LXXVI.*

Desgleichen werden auch ohne Errichtung von Rüstbäumen, bloß mittelst auf der Fläche, nach derselben Methode angelegter Seile und Kloben, die Schiffe aufs Land gezogen.

## SECHSTES KAPITEL.

## Ktesiphons Ziehmaschine.

Es ist zweckmäßig, hier auch der sinnreichen Erfindung des Ktesiphons, die Säulenschäfte aus dem Marmorbruche — *lapicidina* — nach dem Dianentempel zu Ephesus zu schaffen, zu gedenken.

Wegen der Schwere der Last und wegen des weichen Bodens wagte es Ktesiphon nicht, sich dazu der Wagen zu bedienen, weil er fürchtete, daß die Räder versinken — *devorari* — möchten; er verfuhr daher folgendermaßen: Er zimmerte vierzöllige — *trientalis* — Hölzer, stellte deren zwey in die Quer zwischen die beyden anderen, welche die ganze Länge eines Säulenschafts hatten, und fügte und verband sie zusammen. Darauf liefs er eiserne Bolzen — *chodaces* oder *cnoduces* — wie Zapfen — *subscus* — in die beyden äußersten Enden des Säulenschafts, und gofs sie mit Bley ein — *implumbare*; — schlug in die Querhölzer Ringe — *armillae*, — welche um die Bolzen passten, und steckte, zur Befestigung, durch dieser Bolzen Öffnung am äußersten Ende eichene Niete — *baculi ilignei*.<sup>k)</sup> Die Bewegung

k) Perrault und Newton machen hieraus Stangen, die Ochsen daran zu spannen; Galiani aber und Ortiz, Sprossen oder Steifen zwischen den vordersten Ecken des Gestells, dessen Befestigung doch bereits durch die Worte *complectit et compegit* hinlänglich angegeben worden ist.

der in den Ringen gehenden Bolzen war so frey, dafs, als man Ochsen vor das Gestell spannte, bey dem Anziehen derselben der Säulenschaft, indem er sich um die in den Ringen laufenden Bolzen wälzte, ohne Aufhören fortrollte.

Nachdem auf diese Art alle Säulenschäfte fortgeschafft waren, und nun auch der Transport der Unterbalken bevorstand, wendete Ktesiphons Sohn, Metagenes, diese Erfindung auch auf die Fortschaffung der Unterbalken — *epistylia* — an. Er machte nemlich Räder, ohngefähr von zwölf Fufs; fafste in das Mittel dieser Räder die beyden Enden der Unterbalken ein, und versah sie, jener Methode gemäfs, mit Bolzen und Ringen. Indem nun Ochsen an dem aus vierzölligen Hölzern bestehenden Gestelle zogen, so drehten die in den Ringen laufenden Bolzen die Räder um, und die gleich Wellbäumen in den Rädern befindlichen Unterbalken gelangten auf die nemliche Art, wie die Säulenschäfte, ohne allen Verzug zu dem Gebäude. 1)

1) Noch einer andern von Ktesiphon bey Gelegenheit dieser Unterbalken gemachten Erfindung, welche zwar dessen Erfindungsgeiste, wie mir scheint, so große Ehre eben nicht macht, gedenkt Plinius B. XXXVL 21. „Das allergrößte Wunder ist, wie er (Ktesiphon, oder wie Plinius ihn nennt, Chersiphron) Unterbalken von solcher Schwere in die Höhe zu heben vermocht hat. Er bewerkstelligte es dadurch, dafs er bis über die Kapitäle der Säulen gemach sich erhebeude Berge von lauter mit Sand gefüllten Körben aufführen liefs; darauf die unteren nach und nach ausleerte, bis jedes Stück sich allmählig in sein Lager senkte. Die meiste Schwierigkeit machte ihm die Oberschwelle der Thüre. Sie war die allergrößte Masse, und wollte sich nicht einfügen; worüber der Künstler in solche Verzweiflung gerieth, dafs er sich das Leben nehmen wollte. Nachts aber, vom Nachsinnen ermüdet, schlummerte er ein; da soll im Schläfe ihm die Göttin, deren Tempel er baute, erschienen seyn, und ihn durch die Versicherung, dafs sie den Stein bereits selbst zurechtgelegt habe, wieder zum Fortleben ermuntert haben. Am folgenden Tage hatte wirklich der Stein seine gehörige Lage — wahrscheinlich hatte dessen eigene Schwere sie bewirkt.“

Beyspiele zur Ktesiphonischen Ziehmaschine können die Walzen — *cylindrus* — abgeben, womit man in den Kampfschulen — *palæstra* — die Gänge — *ambulationes* — eben zu machen pflegt. Jedoch würde man auch auf diese Art den vorgesezten Zweck nicht erreicht haben, wofern nicht erstlich die Nähe des zum Tempel geweihten Platzes — *fanum* — zu statten gekommen; denn von dem Steinbruche bis dahin sind nicht über achtausend Fufs; <sup>m)</sup> und dann auch keine Höhe dazwischen gewesen wäre; denn der Boden ist durchaus eben. <sup>n)</sup>

Zu meiner Zeit aber borst im Tempel das Fufsgestell des Colossalischen Apolls vor Alter. Man fürchtete die Bildsäule möchte herabstürzen und zerbrechen, und liefs also in dem nehmlichen Marmorbruche ein neues Fufsgestell hauen. Ein gewisser Paconius warf sich zum Unternehmer auf. Das Fufsgestell war 12 Fufs lang, 8 Fufs breit, und 6 Fufs hoch. Aus Eigendünkel, um es nicht auf des Metagenes Weise an Ort und Stelle zu bringen, liefs Paconius sich einkommen, nach derselben Theorie eine Maschine von einer anderen Art zu verfertigen. Er machte nehmlich Räder ungefähr von 15 Fufs, schlofs des Steines Enden darin ein, und verband diese beyden Räder rings um den Stein her durch zweyzöllige — *sextantalis* — Quersprossen so, dafs eine Sprosse von der anderen nicht weiter als Einen Fufs abstand. Darauf wand er um diese

m) Ich nehme Chandlers Verbesserung *millia pedum*, für *millia passuum* an. Siehe dessen Reise in Klein-Asien S. 193. Note \*)

n) Aus der Art und Weise wie Vitruv hier vom Locale des Tempels zu Ephesus spricht, und aus den beyden folgenden Anekdoten, die er erzählt, möchte ich fast schliessen, dafs er selbst an Ort und Stelle gewesen wäre: und so hätte er denn doch die Meisterstücke der Griechischen Baukunst anschaulich, und nicht blofs aus Büchern, kennen können!

Sprossen ein Seil und spannte Ochsen daran. So wie diese das Seil fortzogen, wickelte sich dieses zwar ab und drehete zugleich die Räder um; allein die Schwierigkeit war, dafs die Maschine keine gerade Linie im Fortrollen hielt, sondern bald dahin bald dorthin vom Wege abwich und beständig von neuem gerichtet werden mußte. Bey dem unaufhörlichen Hin- und Herziehen setzte denn Paconius so viel Geld zu, dafs er bankerott darüber ward.

### SIEBENTES KAPITEL.

#### Entdeckung des Ephesischen Marmorbruchs.

Hier muß ich eine kleine Ausschweifung machen und erzählen, wie dieser Marmorbruch entdeckt worden sey.

Es lebte in dieser Gegend ein Hirt mit Namen Pixodorus. Gerade als die Epheser den Gedanken hatten der Diana einen Tempel aus Marmor zu erbauen, und sich berathschlagten, ob sie Parischen, Prokonnesischen, Herakleischen, oder Thasischen Marmor dazu wählen sollten? treibt dieser seine Schafe aus, und eben weidet dessen Herde an dieser Stelle, als zwey Widder im Streite auf einander stoßen, sich aber verfehlen, und Einer derselben in der vollen Kraft des genommenen Anlaufs mit den Hörnern dermaßen gegen den Felsen anrennt, dafs ein Stück davon absprang, welches sehr weißer Marmor<sup>o)</sup> war. Flugs soll Pixodorus seine Schafe auf dem Gebirge<sup>p)</sup> gelassen und mit diesem Stücke Marmor nach Ephesus

o) Ich lese *marmore*, anstatt *colore*. Der Grund bietet sich von selbst dar.

p) d. i. auf dem Berge Prion bey Ephesus. Er ist ein unerschöpfliches Magazin von Marmor gewesen. Die Marmorbrüche sind in den Eingeweiden des Bergs.

gelaufen seyn, in dem Augenblicke als man im besten Rathschlagen war. Sogleich wurden ihm Ehrenbezeigungen decretirt; man veränderte dessen Namen Pixodorus in Evangelus (guter Bote); und bis auf den heutigen Tag muß alle Monate eine obrigkeitliche Person — *magistratus* \*) — sich an diesen Ort begeben, um ihm ein Opfer zu bringen; unterläßt sie es aber, so wird sie bestraft.

#### ACHTES KAPITEL.

Wirkung der geraden und der Zirkellinie in den Heb- und Ziehmaschinen.

Ich habe nunmehr so viel, als mir nöthig scheint, von der Einrichtung der Heb- und Ziehmaschinen gehandelt.

Die Bewegung und Kraft derselben werden durch Verbindung zweyer ganz von einander verschiedenen und ungleichartigen Dinge erzeugt, welche daher als der Grund dieser beyden Wirkungen anzusehen sind. Eins ist die gerade Linie — *porrectum*, — und das Andere die Zirkellinie — *rotunditas, rotundatio*. — Erstere nennen die Griechen *εὐθείαν*, und letztere *κυκλωτήν*. Es vermag in der That weder ohne Zirkellinie eine geradlinigte Bewegung, noch

mit zahllosen Irrgängen, und weiten, stillen, tröpfelnden Höhlen durchbrochen. In frühern Zeiten hatte Prion den Nahmen Lepre Akte, und ein Theil hinter dem Prion hieß, noch als Strabo schrieb, der Rücken von Lepre. Siehe Chandler's Reisen in Klein-Asien S. 177.

q) Es ist hier nicht das erste Mal, daß sowohl Perrault als Galiani *Magistratus* fälschlich durch der Magistrat übersetzen. Bekanntlich hieß *magistratus* den Römern wohl 1) ein obrigkeitliches Amt; 2) eine obrigkeitliche Person; aber das Collectivum, der Stadtrath, das Rathskollegium hieß es ihnen niemals

ohne gerade Linie eine Kreisbewegung irgend eine Last aufzuheben. Ich will dieß zu erläutern suchen.

Man steckt, als Bewegungspunkte — *centrum*, — Achsen oder Bolzen — *axiculi* — durch die Rollen — *orbiculus* — und setzt sie in den Kloben — *trochlea* — ein; und ein rings um diese Rollen geschlagenes Seil, welches man gerade nach dem Haspel — *sacula* — hinzieht und da befestiget, macht, daß die Last in die Höhe geht, indem der Haspel vermittelst der Hehebäume umgetrieben wird. Des Haspels äußerste Enden — *cardines* — liegen gleichfalls als Bewegungspunkte gerade — *porrecti* — in den Zapfenlagern — *chelonia*; — gerade stecken auch die Hehebäume in dessen Löchern: aber im Kreise — *ad circinum* — werden die Enden, wie Dreheisen — *tor-nus*, — herumgetrieben, und also bewirken sie die Aufhebung der Last.

Eine gleiche Bewandnifs hat es mit dem eisernen Hebel — *vectis*. — Indem man ihm zum Bewegungs- oder Ruhepunkte — *centrum* — eine gerade Unterlage — *pressio*, — welche bey den Griechen Hypomochlion heist, giebt; und dessen Zunge — *lingua* — unter die Last schiebt; dessen Kopf — *caput* — aber nur durch die Kraft eines einzelnen Mannes niederdrücken läßt: hebt man mit Hülfe dieses Hebels eine Last empor, welche eine Menge Hände nicht zu bewegen im Stande sind. Der Grund hievon ist: weil der untere Theil des Hebels, welcher unter der Last steckt, nicht so weit von der Unterlage, das heißt, von dem Ruhepunkte absteht, als der Kopf oder der lange Theil des Hebels; wenn daher der Hebel an Letzterem im Kreise bewegt wird, so zwingt er vermittelst des Druckes eine sehr große Last mit der Kraft weniger Hände im Gleichgewicht zu stehen — *examinare*. —

Ist ferner des eisernen Hebels Zunge unter die Last geschoben, und dessen Kopf wird, anstatt niederwärts, in entgegengesetzter Richtung, aufwärts gedrückt; so gilt der, gegen den Erdboden sich stützenden Zunge der Erdboden für die Last, die Kante der Last aber für die Unterlage: Auf solche Weise bündigt denn der Hebel, ob er gleich aufwärts gedrückt wird, democh der Last Gewicht; wiewohl bey weitem nicht so leicht, als wenn er niederwärts gedrückt wird. Wenn hingegen die unter der Last befindliche Zunge des Hebels zu weit über die Unterlage — *hypomochlion* — hinüberreicht, so daß des Kopfs Abstand von dem Ruhepunkte geringer ist: So vermag der Hebel nicht die Last aufzuheben; weil, nach obiger Anleitung, dieß nur alsdann möglich ist, wenn sich die Abwage — *examinatio* — bey dem Hebel also verhält, daß der Abstand dessen Kopfs vom Ruhepunkte lang, der Abstand der Last aber kurz ist.

Alle diese Sätze lassen sich vermittelst derjenigen Wage — *trutina*, — welche Schnellwage — *statera* — heißt, erweisen. Nämlich, da die Schere — *ansa* — zunächst dem Ende, woran die Schale — *lancula* — hängt, als Ruhepunkt angebracht ist; das Gegengewicht — *aequilibrium* — aber, am längern Arme des Wagbalkens — *scapus* — von einem Punkte zum Andern kann verschoben werden, und je weiter es vom Ruhepunkte entfernt wird, desto mehr Moment erhält; so daß es, wenn es ganz an das äußerste Ende gerückt wird, selbst einer ihm ganz ungleichen \*) Last das Gleichgewicht halten kann: †) So kann ebenfalls, vermöge des durch ihre weite Abwage — *libratio*, *examinatio* — vom Ruhepunkte erhaltenen Moments — *momentum*, —

\*) Anstatt *etiam pari*, welches dem Sinne zuwider ist, lese ich *et impari*.

†) Ich mache bey *perficit* ein Kolon und ziehe die Worte *per scapi libratio- nem etc.* zum Nachsatze, weil der Sinn dadurch vollständiger wird.

eine äußerst geringe Kraft eine weit größere Last sanft und allmählig von unten sich empor zu heben zwingen.

Gleichergestalt wendet der Steuermann, indem er des Steuers Kollerstock — *ansa*, — von den Griechen *ὄραξ* genannt, hält, ein sehr großes, mit einer ungeheuern Last von Waaren und Gütern beladenes Lastschiff mit Einer Hand, vermöge des durch den Abstand vom Ruhepunkte entstehenden Moments, das er nach den Regeln seiner Kunst bewegt. Ein Schiff aber, dessen Segel in des Mastes Mittel aufgespannt sind, vermag nicht schnell zu segeln. Sind hingegen die Segelstangen — *antennae* — bis ganz oben an die Spitze des Mastbaumes hinaufgezogen, so fährt das Schiff mit großem Ungestüm daher; weil die Segel nicht zunächst dem Fusse — *calx* — des Mastes, der als Ruhepunkt anzusehen ist, sondern in weiter Entfernung davon, ganz oben am äußersten Ende, den Wind einfangen. Gleichwie nun der unter die Last gesteckte Hebel, wenn die Kraft gegen das Mittel zu auf ihn wirkt, sehr widersteht — *durior est* — und nicht niedersinkt — *incumbere*; — hingegen, wenn die Kraft oben am Kopfe angebracht ist, leicht die Last aufhebt: Eben so ist auch die Kraft der im Mittel des Mastes befestigten Segel gering; da im Gegentheil die ganz oben an der Spitze des Mastbaumes befindlichen und also weit von dem Ruhepunkte abstehenden Segel, nicht etwa bey stärkerem, sondern bey Einem und demselben Winde, vermöge der an der äußersten Spitze wirkenden Kraft, das Schiff sehr schnell fort zu gehen nöthigen. Auch die Ruder, welche mit Seilen — *strophae* — an Nägel — *scalmus* — befestiget sind und mit Händen gezogen werden, treiben das Schiff mit so großer Gewalt fort, daß es mit dem Vordertheile die Fluten durchschneidet; wenn die Schaufeln — *palma* — weit von dem Ruhepunkte abstehen und in das Meer hinaus reichen.

Die Lasträger — *phalangarii*, — die zu sechs — *hexaphori* — oder vier — *tetraphori* — sehr große Lasten tragen wollen, suchen ebenfalls des Tragbaums — *phalanga* — Mittel, als dessen Schwerpunkt auf, damit also das Gewicht der unzertheilten Masse der Last zu gleichen Theilen auf ihre Nacken vertheilt werde; und beschränken darauf dieses Mittel des Tragbaums mit Nägeln, damit die dar- ein gehenkten Tragriemen sich weder nach der Einen noch der andern Seite verrücken; weil, wenn sie sich aus dem Mittelpunkte verschieben, der Nacken desjenigen Trägers, dem sie sich nähern, Überlast erhält, so wie bey der Schnellwage da Übergewicht entsteht, wo sich die Zunge — *examen* — hinneigt.

Diesen Grundsätzen gemäß ziehen auch die Zugthiere gleich, wenn die Riemen genau im Mittel um das Joch <sup>t)</sup> des Gespannes — *subjugia* <sup>u)</sup> — geknüpft. Allein sind die Zugthiere einander ungleich an Kräften, und geschieht dem Schwächern zuviel durch das Stärkere; so hilft man Ersterem dadurch, daß man den Jochriemen verschiebt und so dessen Antheil des Joches verlängert. Der Grund, sowohl beym Tragbaume als beym Joche liegt darin: Sobald sich der Riemen nicht mehr im Mittel befindet, sondern verschoben wird; so wird dadurch der Theil, nach welchem er aus dem Mittelpunkte hinrückt, kürzer, der andere aber länger: Beschreibe nun um den Punkt, wohin der Riemen geschoben worden ist, jedes der beyden äußersten Enden einen Zirkel; so würde der Zirkel des längern Theils größer, und der Zirkel des kürzern Theils kleiner seyn: Die kleinen Räder aber leiden größere Reibung und haben eine schwerere Bewegung — *duriores et difficiliore habent motus* — als die großen; also

t) Das Joch der Alten war ein an die Deichsel befestigtes Querholz, welches auf dem Nacken der nebeneinander gespannten Pferde u. s. f. ruhte.

u) d. i. die unter Einem Joche gehenden Zugthiere; siehe das Wörterbuch.

ist auch, sowohl bey dem Tragbaume als bey dem Joch, an dem Theile, dessen äußerstes Ende vom Ruhepunkte einen kürzern Abstand hat, schwerer zu tragen oder zu ziehen, als an dem andern, dessen äußerstes Ende weiter vom Ruhepunkte entfernt ist.

Und so beruhet nicht allein bey angeführten Beyspielen alle Bewegung und Wirkung auf dem Verhältnisse der geraden und der Zirkellinie zum Ruhepunkte; sondern auch Karren — *plostrum*, — Wagen — *rheda*, — Schöpfräder — *tympanum*, — Räder, Schnecken — *cochlea*, — Skorpionen, Balisten, Pressen — *proelum* — können nicht anders, als vermittelst dieses Verhältnisses der geraden und der Zirkellinie zum Ruhepunkte in Bewegung gesetzt werden und ihre beabsichtigte Wirkung hervorbringen.

#### NEUNTES KAPITEL.

Maschinen, Wasser zu schöpfen. Schöpfräder — *tympanum*. —  
Eimerkunst.

Nunmehr will ich von den zum Wasserschöpfen erfundenen Maschinen und von den verschiedenen Arten ihrer Verfertigung handeln.

Ich fange bey dem Schöpfrade — *tympanum* — an. Dieses hebt zwar das Wasser nicht hoch, schöpft aber sehr schnell eine große Menge aus.

Man drehselt oder richtet nach dem Zirkel einen Wellbaum — *axis* — zu, beschlägt dessen Enden mit Eisen, stellt um dessen Mittel ein aus Bretern zusammengeschlagenes Rad — *tympanum*, —

und legt diesen Wellbaum auf Pfähle — *stipes*, — die da, wo dessen Enden aufliegen, gleichfalls mit Eisen beschlagen werden. In dem Innern des Rades zieht man acht breitere Zwischenwände von dem Wellbaume bis zu des Rades äusseren Umfang, und theilt also den innern Raum gleich ab. Die Stirn — *frons* — verschlägt man rings umher mit Bretern; lässt jedoch halbfüßige Öffnungen — *aperturæ* — darin zum Einschöpfen des Wassers; ingleichen macht man auf der Einen Seitenfläche — *ex una parte*, — nächst am Wellbaume — *secundum axem*, — in jeder Abtheilung ein Loch — *columbarium*.\*) — Nachdem man diese Maschine wie ein Schiff getheert hat — *picare*, — lässt man sie durch das Auftreten von Menschen umtreiben. Mit den Öffnungen an der Stirn schöpft sie alsdenn das Wasser ein, und gießt es durch die Löcher zunächst an der Welle wieder aus. Stellt man hierunter einen hölzernen Trog — *lacus*, — der mit einer Rinne versehen ist; so kann man also eine große Menge Wassers in Gärten zum Begießen oder Wässern, oder in Salzgruben zum Temperiren leiten.

Ist aber das Wasser höher zu heben, so kann man diese Maschine folgendermassen verändern:

Man macht ein Rad an der Welle von einer Größe, die der erforderlichen Höhe angemessen ist. Auf den äussersten Umfang dieses Rades befestiget man ringsumher viereckte Kasten — *modioli*, — die mit Pech oder Wachs auszugießen sind. Wenn nun das Rad durch das Auftreten von Menschen umgetrieben wird, so werden

x) Die Erklärung und Vorstellung dieses Schöpfrades in D. Eberhards Hydrotechnick S. 121. *Tab. XV. Fig. 1.* stimmt nicht mit Vitruvs Worten überein. Herr D. Eberhard denkt sich die Welle als einen hohlen Cylinder, mit eben so vielen Abtheilungen als das Rad. Auch Jocundus, Barbaro und Leopold, *Theatr. mach. hydr. T. I. p. 51. Tab. XII. n. 10.* denken sich die Welle als hohl.

die Kasten voll in die Höhe gehoben; gießen aber beym Herniedergehen das eingeschöpfte Wasser von selbst in den Hälter — *castellum* — wieder aus.

Allein soll man das Wasser an noch höhere Orte hinauf schaffen, so darf man nur über die Welle eines solchen Rades eine doppelte eiserne Kette schlagen, welche bis in die Tiefe hinabreicht, und woran kühferne Eimer — *situlus* — zu drey Maafs — *congialis* — hängen. Die Umwälzung des Rades drehet zugleich diese Kette auf der Welle um und bringt die Eimer in die Höhe, welche dann, wenn sie über die Welle empor kommen, nothwendigerweise umstürzen und das heraufgebrachte Wasser in den Hälter ausgießen müssen. 7)

#### ZEHNTES KAPITEL.

Noch ein anderes Schöpfrad. Wassermühle.

Auch in Flüssen legt man Schöpfräder nach oben gegebener Anweisung an. An die Stirn werden nur Schaufeln — *pinnae* — geheftet. Diese gehen fort, indem der Strom dagegen schlägt, und treiben das Rad um: Die Kasten schöpfen zugleich das Wasser ein und

7) Die Abbildungen dieser Maschine (Eimerkunst) in *Jocundus* Ausgabe, und in *Rivius* Übersetzung *Vitruvs*; ingleichen in *Leupolds theatr. mach. hydraul.* gehen alle darin von *Vitruvs* Beschreibung ab, daß sie die Ketten um das Rad selbst, anstatt wie *Vitruv* ausdrücklich sagt, um die Radowelle, schlagen. *Barbaro's* und *Perrault's* auch *Newton's*, Abbildungen stimmen in dieser Rücksicht genauer mit dem *Vitruv* überein.

bringen es in die Höhe. Ohne von Menschen getreten zu werden, bloß vom Flusse umgetrieben, leisten also solche Räder die nöthigen Dienste.

Auf gleiche Weise werden auch die Wassermühlen — *hydro-mylos* \*) — getrieben. Ihr Wasserrad ist völlig eben so beschaffen, außerdem aber ist an das Eine Ende der Welle noch ein bezahntes Rad — *tympanum dentatum* — befestiget, welches vertical auf der schmalen Seite — *in cultrum* — steht, und sich mit dem Wasserrade zugleich umdrehet. Ferner ist neben diesem verticalen Rade ein gleichfalls bezahntes horizontales größeres \*\*) Rad angebracht, an dessen Achse oben die Haue — *ferrea subscus* — befestiget ist, welche den Läufer — *mola* — trägt. Die Zähne des verticalen Rades greifen in die des horizontalen Rades ein, und ihre Bewegung treibt den Läufer um. Über dieser Maschine hängt der Rumpf oder Trichter — *infundibulum*, — worein das Getreide geschüttet wird, welches denn aus demselben zwischen die Mühlsteine <sup>b)</sup> fällt, wo es mittelst der gedachten Umwälzung zu Mehl zermalmet wird. <sup>c)</sup>

z) So lese ich mit Turnebus, Salmasius und Perrault u. s. f. anstatt *hydraulae*.

a) Ich behalte die in allen Handschriften befindliche Lesart *maius* bey. Ubrigens denke ich mir unter den beyden Rädern Stirnräder.

b) „Ein Paar Überbleibsel alter Römischer Mühlsteine hat man zu Adel in Yorkshire zu Anfang dieses Jahrhunderts gefunden, wovon Thornby (*Philosoph. transact. n. 282. p. 1285.* und *Philos. trans. from the year 1700 to the year 1720 abridg'd by Henry Jones, London 1731. 4. V. 2. p. 38.*) eine Nachricht gegeben hat. Der Eine Stein ist zwanzig Zoll breit, in der Mitte dicker als am Rande, also auf der Einen Seite convex gewesen. Der Andere hat dieselbe Bildung; aber am Rande diejenige Dicke gehabt, welche der Erstere nur am Mittelpunkte hatte, und auf Letzterem hat man noch Einkerbungen erkannt.“ Siehe Beyträge zur Geschichte der Erfindungen von J. Beckmann 2ten Bandes 4tes Stück. 1. S. 10.

c) Einige haben dem Mithridates die Ehre der Erfindung der Wassermühlen zuschreiben wollen; weil Strabo B. 12. erzählt, daß neben dessen Residenz eine

Wassermühle gewesen sey: Allein mit Gewißheit läßt sich wohl hieraus weiter nichts schliessen, als dafs schon damals, wenigstens in Asien, Wassermühlen bekannt gewesen seyn. Jedoch haben wir über die Erfindung der Wassermühlen von dem Antipater, welcher, wie Salmasius sehr wahrscheinlich behauptet, zur Zeit des Cicero gelebt hat, folgendes artige griechische Epigramm: „Höret auf, euch zu bemühen, ihr Mädchen, die ihr in den Mühlen arbeitet! Jetzt schläft und laßt die Vögel der Morgenröthe entgegen singen; denn Ceres hat den Najaden befohlen, eure Arbeit zu verrichten. Diese gehorchen, werfen sich auf die Räder, treiben mächtig die Wellen und durch diese die schwere Mühle.“

Es ist zu verwundern, dafs man der so vortheilhaften Erfindung der Wassermühlen nicht öfter bey den Alten gedacht findet. Ausser dem Vitruv in obiger Stelle, erwähnen ihrer gleichsam nur mit Einem Worte im Vorbeygehn Plinius der Ältere B. 18. K. 23. — *molere rotis quas aqua verset.* — und Palladius B. 1. K. 42. — *ut aquarii molis, sine animalium vel hominum labore, frumenta frangantur.*

„Kurz vor dem August — sagt Pomponius Sabina in seinen Anmerkungen über Virgils *moretum*, wozu er sich eines vollständigern Exemplars des Servius, als bisher gedruckt worden ist, bedient hat — zu der Zeit der Griechen (was heifst das?), als die Schwiëbogen (der Wasserleitungen) eingestürzt waren, sind zu Rom zuerst an der Tiber Wassermühlen angelegt worden.“ Also schon bey ihrer ersten Einführung zu Rom, standen, so wie nachmals, die Wassermühlen daselbst an den Kanälen, die das Wasser nach Rom führten; und da dieses Wasser von vielen Handwerkern und zu mancherley Gebrauch genutzt wurde, so wurde verordnet, dafs bey dessen Vertheilung die Mühlen allemal vorgehen sollten. Die meisten lagen unten am Berge Janiculus. Da sie von so wenig Wasser getrieben wurden, so werden sie vermuthlich nur wenig gefördert haben, und hierin, vornehmlich aber in der großen Anzahl Sklaven und in deren wohlfeilen Unterhaltung, wird wohl der Grund liegen, dafs diese herrliche Erfindung nicht gleich mehr genutzt worden ist, und sofort die mühseligen Hand- und Rossmühlen verdrängt hat, auch nicht geschwinde zur Vollkommenheit gelangt ist. Als aber die Einführung des Christenthums die Sitten verbesserte, wurden die Sklaven seltner, und Ausonius, der unter Theodosius dem Großen, gegen Ende des dritten Jahrhunderts, lebte, meldet ausdrücklich, dafs man zu seiner Zeit aufgehört habe, sogar Verbrecher zur Sklaverey zu verdammen und Mühlen durch Menschen treiben zu lassen. Öffentliche Wassermühlen kommen inzwischen erst unter Honorius und Arcadius vor, und die ältesten Gesetze, die derselben gedenken, — um das Jahr 398 — zeigen deutlich, dafs sie damals noch eine neue Anstalt gewesen, die man durch öffentlichen Schutz sichern

## EILFTES KAPITEL.

Wasserschnecke oder Wasserschraube —*cochlea*.—

Es giebt auch eine Art von Schnecken, die eine große Menge Wassers schöpft, aber nicht so hoch hebt, als ein Rad. Ihre Einrichtung ist folgende:

Es wird ein Holz —*lignum*— genommen, welches so viel Zoll stark, als Fuß lang ist. Dieses wird nach dem Zirkel geründet. An dieser Spindel äußersten Enden wird der Umfang, vermittelt des Quadranten —*tetrans*,— in vier, oder, vermittelt des Octanten —*octans*,— in acht Theile abgetheilt; die Linien aber werden

maßte, und Befehle zu dieser Absicht wurden noch gegen Ende des fünften Jahrhunderts von *Zeno* erneuert und geschärft. Es ist auch werth angemerkt zu werden, daß man im ganzen Justinianischen Gesetzbuche nicht des Fachbaums oder Sicherpfahls gedacht findet, der doch in allen neuern Gesetzen vorkömmt, und der da, wo viele Mühlen in Einer Reihe an einerley Strom liegen, so häufige Streitigkeiten veranlaßt. Durch die, von *Belisaire* im Jahr 536. erfundenen Schiffmühlen endlich, wurde der Gebrauch der Wassermühlen ungemein erweitert, und sie sind seit der Zeit niemals wieder außer Gebrauch oder in Vergessenheit gekommen; vielmehr sind sie bald über ganz Europa bekannt geworden.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß schon die Römer Windmühlen gehabt haben, da *Vitruv* da, wo er alle bewegende Kräfte nennt (s. B. IX. K. 6. (IX.) und B. X. K. 1. 13.), auch der Anwendung des Windes gedacht, aber nicht ein Wort von Mühlen gesagt hat, so wenig als *Seneca* (*natur. quaest. lib. 5. c. 18.*) und *Chrysostomus* (*in psalm. 134.*), die beyde die Vortheile des Windes erzählt haben.

Nach dem *Suidas* hieß der Gott der Mühlen *Eunostus*. *Gori* will ihn auf einer antiken Gemme erkennen, worauf eine männliche meist nackende Figur geschnitten ist, welche in der linken Hand eine Korngarbe, und in der rechten ein Werkzeug hält, welches nach aller Wahrscheinlichkeit eine Handmühle seyn soll. (Siehe *Beckmanns Beytr. zur Gesch. der Erfindungen a. a. Orte.*)

so gezogen, daß wenn die Spindel in einer Fläche wagrecht steht, die Linien beyder Enden senkrecht auf einander treffen. Von diesen Linien werden darauf von Einem zum anderen Ende die passenden perpendikulär Linien gezogen, so daß sie ein Achtel des Umfangs der Spindel von einander abstehen; und damit die Spindel gleichwie in der Runde, also auch in der Länge in gleiche Theile abgetheilt sey, so schneidet man die in die Länge gehenden Linien kreutzweis durch, und bezeichnet jeden Durchschnitt —*decussatio*— mit einem Punkte.

Diefs mit aller Genauigkeit —*emendate*— gethan, wird ein dünnes weidenes, oder keuschbaumenes —*vitex*— Richtscheit genommen, mit Theer beschmiert und auf den ersten Durchschnittspunkt genagelt; darauf schräg zu den folgenden Durchschnittspunkten der geraden und krummen Linien geführt, und so weiter nach der Reihe von einem Durchschnittspunkte zum andern gewunden und darauf angenagelt, bis es von dem ersten Durchschnittspunkte, wo dessen Anfang befestiget ist, zu dem Achten gelangt, wo dessen Ende gleichfalls fest gemacht wird. Auf solche Weise durchläuft es in der Schräge eben so viel Räume und Theile der Spindel, als es in der Länge bis zum achten Punkt zurücklegt.

Nachdem man auf die nehmliche Weise durch alle Räume in der Länge und Runde schräg von Durchschnitt zu Durchschnitt Richtscheite gewunden und darauf befestiget hat: so entstehen, vermöge der acht Abtheilungen des Umfangs, eben so viele gewundene Rinnen —*canales*— vollkommen den natürlichen Windungen einer Schnecke ähnlich.

Auf dieser Spur geht man weiter, und nagelt auf diese Richtscheite noch ihrer so viele andere, die ebenfalls zuvor mit Theer

bestrichen sind, auf; bis endlich der Durchmesser dem Achtel der Länge gleich ist.

Um dieses Gewinde — *involutio* — wird alsdann zur Bedeckung ein Mantel von Bretern geschlagen, welchen man mit Theer sättiget und darum eiserne Reifen legt, damit ihn die Gewalt des Wassers nicht zersprengt. Die beyden Enden der Spindel aber werden mit Eisenblech wohl verschlagen und mit eisernen Bolzen — *stilus* — versehen.

Zur Rechten und Linken dieser Wasserschnecke stellt man dann Pfähle, auf deren obersten Enden man zu beyden Seiten Querhölzer befestiget; bringt darin eiserne Ringe an, in welche man die Bolzen steckt: Und so vermag die Maschine von Menschen durch Treten umgetrieben zu werden.

Ihre Stellung muß so schräg seyn, daß sie dem rechtwinklichten Pythagorischen Dreyecke <sup>d)</sup> — *trigonum orthogonium* — entspricht. Man theilt nemlich die Länge der Schnecke in fünf Theile, und erhebt das Eine Ende der Schnecke so hoch, als drey dieser Theile; es bleiben also ihrer vier zu der untersten Mündung — *nares* — Abstände von der senkrechten Linie. Die Art und Weise, wie dieses einzurichten sey, ist aus der Abbildung am Ende des Buchs zu ersehen. <sup>e)</sup>

Und so habe ich alle zur Erhebung des Wassers dienende Maschinen — *organon*, — welche aus Holz verfertigt werden, nebst der

d) Siehe oben B. IX. Vorrede S. 136.

e) Die Erfindung der oben beschriebenen Maschine wird gewöhnlich dem Archimedes zugeschrieben; daher ihre Benennung Archimedische Wasserschraube! Nach andern soll jedoch diese Maschine schon den Ältern Aegyptern zur Austrocknung ihres vom Nil überschwemmten Landes gedient haben. Eine Abbildung derselben siehe in *Leupolds theatr. mach. hydraul. P. I. Tab. XV.*

Art ihrer Verfertigung, und der verschiedenen Weise, wie sie zu unsäglich vielen Bequemlichkeiten zu gebrauchen sind, so deutlich und faßlich als mir möglich gewesen ist, beschrieben, um die Kenntniß derselben zu befördern.

## Z W Ö L F T E S   K A P I T E L .

Ktesibische Maschine oder doppeltes Druckwerk.

Nunmehr muß ich von der Ktesibischen Maschine reden, welche das Wasser sehr hoch in die Höhe bringt.

Sie wird aus Kupfer gemacht, und besteht aus zwey Stiefeln oder Kolbenröhren — *modioli gemelli*, — welche nicht weit von einander stehen, und zwey gabelförmige Kropfröhren oder Gurgeln — *fistulae furcillae figura* — haben, die mit einander zusammenhängen, indem beyde in das Mittel eines Windkessels — *catinum* — gehen.

In dem Windkessel werden auf die oberen Öffnungen — *nares* — der Kropfröhren oder Gurgeln Klappenventile — *axes*, — mittelst eines feinen Gewindes — *coagmentatione subtili*, — befestiget; diese verschließen die Mündung der Kropfröhren, und lassen das nicht wieder zurück, was mit Hülfe der Luft — *spiritus* — in den Windkessel hineingetrieben worden ist. Oben wird der Windkessel mit einem Deckel — *penula*, — in Gestalt eines umgekehrten Trichters, versehen, welcher wohl eingefügt und mittelst eines Bolzens — *fibula* — mit einem Niete — *cuneus* — an den Windkessel befestiget wird, damit er durch den Druck der Luft und des Wassers

nicht abgeworfen werde: und mitten aus diesem Deckel erhebt sich die eingelötete, so genannte, Steigröhre — *tuba*. —

Die Stiefel haben unter der unteren Mündung der Kropfröhre oder Gurgel, ein Klappenventil auf der Öffnung der Saugröhre unten im Boden. Durch die obere Öffnung der Stiefel werden massive Kolben — *embolus masculus* — welche auf der Drechselbank abgedreht und mit Öl beschmiert, vermittelst der Kolbenstangen — *regula* — aber an Hebel befestiget sind, gestofsen. Diese werden wiederholtlich wechselsweise auf und nieder bewegt. Wenn itzt der, in die Höhe gezogene Kolben durch das Ventil Luft und Wasser eingesogen hat, so preßt er, wann er wieder hernieder gedruckt wird, beydes zusammen, weil es durch das nun verschlossene Ventil nicht zurück weichen kann, und treibt das Wasser, mit Hülfe der Ausdehnungskraft der Luft, durch die Kropfröhre in den Windkessel. Hier wird dadurch die Luft an den Deckel gedrängt; dehnt sich aber nach dem Drucke wieder aus, und preßt das Wasser so, dafs es durch die Steigröhre hoch in die Luft spritzt. <sup>f)</sup> Also wird das Wasser aus einem Hälter in der Tiefe zu einem hochliegenden Springbrunnen erhoben. <sup>g)</sup>

Jedoch nicht allein diese Erfindung des Ktesibius ist ihrer Vortreflichkeit wegen berühmt; sondern noch mancherley andere, welche, vermöge der vom Wasser zusammengepreßten Luft, der Natur ähnliche Wirkungen hervorbringen: Als Amseln, welche singen, indem sie sich bewegen: und in Flaschen eingeschlossene Männ-

f) Hieher gehörige Erläuterungen und Abbildungen siehe in D. Eberhards Beytr. zur Mathes. Applic. in Gehlers phys. Wörterbuche: und in *Leupolds Theatr. mach. hydr.* T. 1. C. 12. T. 2. C. 10.

g) Den Gebrauch dieser Maschinen zu Feuerspritzen scheint Vitruv nicht zu ahnden.

chen — *engibata*,<sup>h)</sup> — welche, sobald sie trinken, zu tanzen anfangen; und dergleichen mehr zur Kurzweil für Auge und Ohr. Was mir darunter wirklich nützlich und brauchbar geschehen hat, habe ich ausgewählt, und theils im vorhergehenden Buche unter den Uhren; theils in diesem unter den Druckwerken — *expressiones aquae* — davon Erwähnung gethan. Wer aber neugierig ist, auch die übrigen, nicht sowohl zum Nutzen als zum Vergnügen dienenden, Erfindungen näher zu kennen, der mag sie in den Werken des Ktesibius selbst aufsuchen.

### DREYZEHNTES KAPITEL.

#### Wasserorgel — *hydraulica*. —

Von der Einrichtung der Wasserorgel<sup>i)</sup> will ich jedoch nicht unterlassen, so kurz und bestimmt als es mir nur mit Worten möglich ist, einen Begriff zu geben.

Auf ein Fußgestell — *basis* — von festem Holze wird eine küpferne Wasserlade — *arca* — gestellt; ingleichen werden auf diesem Fußgestelle zur Rechten und Linken leiterförmig verbundene Ständer — *regula* — errichtet, zwischen welchen man küpferne Stiefel anbringt. Diese Stiefel haben auf und niedergehende Böden — *funduli ambulatiles*, — welche auf der Drechselbank wohl abgedrehet, im

h) Diese Erfindung des Ktesibius scheint mir ganz dieselbe, welche wir heut zu Tage Cartesianische Männchen, oder Täucher, oder Teufel nennen.

i) Welche nemlich auch eine Erfindung des Ktesibius war, wie Vitruv bereits B. IX. K. 6. (IX.) Seite 229. gesagt hat. Eine Abbildung davon siehe in *Newton's etc. Vol. II. fig. LXXXVIII.*

Mittel mit eisernen Stangen — *ancones* — versehen, mittelst Gelenke — *verticulum* — mit Hebeln verbunden, und mit raucher Haut — *pellibus lanatis* — überzogen sind: Oben aber im platten Deckel befinden sich ungefähr dreyzöllige Löcher, nahe bey welchen an Gelenke befestigte küpferne Delphine im Maule an Ketten hangende Becken oder Glocken — *cymbala* — halten, welche sie unterhalb der Löcher der Stiefel hinablassen — *chalare*. —

Innerhalb der Wasserlade befindet sich der Dämpfer — *pingeus* — gleich einem umgekehrten Trichter. Unter demselben stehen kleine Klötze — *taxilli* — von ungefähr drey Zoll, worauf dessen unterer Rand — *ima labra* — wagrecht mit dem Boden der Lade ruhet: Oben aber auf dessen Halse — *cervicula* — trägt eine wohlverwahrte Windlade — *arcula* — die Kanzelle — *caput*, — welche auf Griechisch *κανών μουσικός* heisst, und worin, der Länge nach, so viele Kanäle — *canales* — gemacht werden, als die Orgel Stimmen hat, nemlich, wofern sie vierstimmig — *tetrachordos* — ist vier; sechsstimmig — *hexachordos*, — sechs; achtstimmig — *octochordos*, — acht. Jeder dieser Kanäle ist durch einen Hahn — *epistomium* — verschlossen, welcher mit einem eisernen Schlüssel — *manubrium* — versehen ist. Werden diese Schlüssel umgedrehet, so eröffnen sie die Mündungen der Windlade in die Kanäle.

In der Decke der Kanzelle sind, der Breite nach, so viel Löcher gemacht, als senkrecht darüber Öffnungen — *nares* — in dem Pfeifenstocke oben, welcher auf Griechisch *πίναξ* heisst, sich befinden: Zwischen dem Pfeifenstocke aber und der Kanzelle — *canon* — werden, auf gleiche Weise durchlöchernde und (damit sie desto leichter hin und her geschoben werden mögen) mit Öl bestrichene Schieber — *regulae* — angebracht, welche Register — *pleuritides* — genannt werden, und

je nachdem sie vor oder rückwärts geschoben werden, diese Löcher — *terebationes* — verschließen, jene öffnen.

An diese Register sind eiserne Federn — *choragium* <sup>k)</sup> — befestigt, welche mit den Tasten — *pinnae* — in Verbindung stehen. Vermittelst des Niederdrückens der Tasten werden die Register gezogen, und der Wind — *spiritus* — dringt aus den Kanälen in die Löcher des darüber befindlichen Pfeifenstocks, auf welchen das Pfeifenbret — *regula* — geleimt ist, in dessen Löchern — *annuli* — die Mündungen aller Orgelpfeifen — *lingulae organorum* — stecken.

Von den Stiefeln gehen Kropfröhren bis zum Halse des Dämpfers, <sup>l)</sup> so daß sie mit dessen Öffnung in die Windlade — *arcula* — in Verbindung stehen. Die Öffnung des Dämpfers aber ist mit einem wohlgedrechselten Klappenventil — *axis* — versehen, welches, wenn Wind — *anima* — in die Lade gepumpt worden ist, sie verschließt und diesen nicht wieder zurückläßt.

Werden nun die Hebel aufwärts gedrückt, so treiben die Kolbenstangen die Böden der Stiefel niederwärts: die an Gelenke befestigten Delphine lassen dann die im Maule haltenden Becken oder Glocken hernieder sinken und füllen also den leeren Raum der Stiefel wieder mit Luft an. Heben darauf die mit Kraft emporgezogenen Stangen die Böden in den Stiefeln wieder in die Höhe: so verschließen sie nun mit den Becken oder Glocken die oberen Löcher, und treiben zugleich durch ihren Druck die eingeschlossene Luft in die Kropfröhren, von welchen sie zu dem Dämpfer <sup>m)</sup> und durch dessen Hals in die Windlade gebracht wird. Bey fortgesetzter heftigen Bewegung der Hebel dringt endlich die Menge der zusammen geprefsten Luft

k) Turnebus und Baldus wollen lieber lesen *cnodaces*, Bolzen, Nagel, Stifte.

l) Ich lese mit Perrault *pnigci cervicibus*, anstatt *ligneis cervicibus*.

m) Ich lese wieder mit Perrault *pnigca* anstatt *lignea*.

durch die Öffnung der Hähne und erfüllt die Kanäle mit Winde. Es entsteht also, wenn die Tasten mit den Händen niedergedrückt werden und durch das Vor- oder Rückwärtsschieben der Register die Löcher bald öffnen, bald verstopfen, eine große Mannichfaltigkeit von Tönen, woraus man, nach den Regeln der Musik, allerley Modulationen zusammen setzen kann.

Ich habe mir alle ersinnliche Mühe gegeben, diese so dunkle Sache möglichst deutlich und faßlich zu beschreiben. Trotz dem behält sie gleichwohl ihre Schwierigkeit; und ich bin vielleicht dennoch nur denen verständlich, die sonst schon Kenntniß hievon haben. Den Mängeln der Beschreibung wird indessen der Anblick der Sache selbst leicht abhelfen und jedermann wird dann mit mir übereinstimmen, daß diese Erfindung so sinnreich als künstlich sey.

---

#### VIERZEHNTE KAPITEL.

##### W e g m e s s e r.

Ich will nunmehr zur Beschreibung einer sehr brauchbaren Erfindung übergehen, welche uns von den Alten mit großer Sorgfalt überliefert worden ist, und vermittelst welcher man zu Wagen oder zu Schiffe wissen kann, wie viel Meilen <sup>a)</sup> Wegs man zurückgelegt hat. Sie verhält sich folgendermaßen.

a) Die Römische Meile begriff 1000 Schritte, jeden zu fünf Fuß gerechnet; oder acht Römische Stadien von 125 Schritt. Setzt man mit Eisenschmidt (*de ponderibus et mens. vet.*) das Verhältniß des alten Römischen Fußes zum Pariser wie 1324, 5 zu 1440, oder wie 333 zu 360, so findet man die Röm. Meile = 4600 Pariser Fuß oder 766  $\frac{2}{3}$  Toisen. Zwanzig solcher Meilen rechnete man für eine Tagereise.

Es müssen die Wagenräder vier Fufs <sup>o</sup>) im Durchmesser halten, so dafs jedes Rad, indem es auf dem Boden seine Umdrehung von einem bestimmten Punkte seines Umfangs anfängt, wenn es nach vollbrachtem Umlaufe wieder zu diesem Punkte zurückkehrt, genau  $12\frac{1}{2}$  Fufs <sup>p</sup>) Weges zurückgelegt habe. Diefs veranstaltet, so befestige man an die Radenabe — *rotae modiolus*, — nach innen zu <sup>q</sup>) ein Rad — *tympanum*, — auf dessen Umfangs Stirne ein Zahn empor steht: Oben aber an den Wagenkasten <sup>r</sup>) — *capsum rhedae* — schlage man fest ein Gehäuse — *loculamentum* — an, welches mit einem Drehrade — *tympanum versatile* — auf die schmale Seite — *in cultro* — gestellt und an eine kleine Welle befestiget, versehen ist. Auf der Stirne dieses Rades mache man gleich weit von einander abstehende Zähne, vierhundert an der Zahl, in welche der Zahn des unteren Rades greift: und in die Seite dieses oberen Rades setze man auch noch einen Zahn ein, der über die anderen Zähne hinaus ragt. Hierüber bringe man noch ein drittes Rad horizontal an, das gleich jenem bezahnt ist, sich ebenfalls in einem Gehäuse befindet, und in dessen Zähne der in des zweyten Rades Seite eingesetzte Zahn greift. In dieses Rad mache man so viel Löcher, als man ungefähr Meilen in einer Tagereise machen mag — mehr oder weniger schadet auch nichts; — thue in jedes dieser Löcher ein rundes Steinchen; in das Futteral — *theca* — oder Gehäuse — *loculamentum* — dieses Rades aber mache man nur ein einzelnes Loch mit einer Röhre, wodurch die im Rade steckenden Steinchen, wenn sie darauf kommen, in den Wagenkasten

o) Ich lasse mit *Perrault und Galiani et sextantis* weg.

p) Schon *Jocondus edit. Venet. 1511.* liest XII S. wie *Perrault* vorschlägt.

q) Nämlich zwischen dem Wagenrade und dem Wagenkasten.

r) Bey den Alten war der Wagenkasten immer auf der Achse fest und unbeweglich.

und in ein untergestelltes kühfernes Gefäß einzeln fallen können. Da nun das fortgehende Wagenrad das unterste Rad — *tympanum* — mit sich umdrehet und dessen Zahn bey jedesmaliger Umdrehung in die Zähne des darüber stehenden zweyten Rades zu greifen und Einen derselben fort zu treiben zwingt: So geschieht, dafs, bey vierhundert Umdrehungen des untersten Rades, das zweyte Rad nur Einmal umläuft, und dafs dessen in die Seite eingefügter Zahn nur Einen Zahn des horizontalen dritten Rades fortrückt. Wird also vermittelst vier hundertmaliger Umdrehung des untersten Rades nicht mehr als Eine Umdrehung des zweyten Rades bewirkt: So wird auch der zurückgelegte Weg gerade 5000 Fufs, das ist 1000 Schritt ausmachen. Es zeigt daher ein jedes herabfallende Steinchen durch seinen Schall an, dafs eine Meile vorüber sey; die Zahl aber der unten im Gefäße gesammelten Steinchen bestimmt die Summe der in der Tagereise gemachten Meilen. <sup>s)</sup>

s) Meine Übersetzung der Vitruvischen Beschreibung eines Wegmessers weicht von der, in der Beylage I. 1. zum 1. Theile der Reisen des Herrn Nicolai gegebenen Übersetzung dieser Beschreibung und von der beygefügtten Abbildung des Wegmessers darin ab:

a. Dafs ich mir das unterste Rad nicht in, sondern auf der Nabe, zwischen dem Wagenkasten und dem Wagenrade, denke; weil ich nicht allein glaube dieses in den Vitruvischen Worten *in rotæ modio ad partem interiorem tympanum stabiliter includatur*, zu finden; sondern mir auch schlechterdings nicht vorstellen kann, wie sich in der Nabe ein Rad befinden könne ohne zwischen der Achse und der Nabe bey Umdrehung des Wagenrades zerrieben zu werden. Rivius übersetzt: „Dann soll man an das Holz mitten im Rad das die Sparren trägt, dadurch die Achse gehet, die Nab genannt, hinten ein Scheyben antreiben, die ein fürgehenden Zahn hat.“ — *Daniel Barbaro*: „*allhora nel moggetto della ruota alla parte di dentro sia fermamente rinchiuso un timpano, il quale fuore della fronte della sua ritondezza porgi un eminente dentello.*“ *Perrault*: „*Au moyen de la rouë il faut attacher fermement un tympan qui ait une petite dent qui excède la circon-*

Auf gleiche Weise, nur mit geringen Veränderungen erreicht man denselben Zweck zu Schiffe.

Man stößt nemlich durch die beyden Seiten des Bords eine Welle und befestiget an deren aufser dem Schiffe hervorragenden Enden Räder von vier Fufs im Durchmesser, an der Stirne rings umher mit Schaufeln versehen, welche in das Wasser hinab reichen. Ferner setzt man auf das Mittel der Welle mitten in das Schiff ein Rad mit einem sich aus dessen Umfange erhebenden Zahne. Hier bringt man ein Gehäuse an, worin ein Rad ist mit vierhundert gleich weit von einander abstehenden Zähnen, in welche der Zahn des an

*ference.* Galiani: „alla parte interna del mozzo della ruota s'incastra fermo un tamburo il quale abbia un dente sollevato da sopra la fronte del suo giro.“

b. Dafs ich dem zweyten Rade, dem Texte gemäß, ein Gehäuse, oder eine Kapsel, oder Büchse — *loculamentum* — gebe.

c. Dafs ich den langen Zahn des zweyten Rades nicht horizontal, nicht mit der Achse dieses Rades parallel, sondern auf dieselbe perpendikulär stelle, und über die an der Stirne befindlichen Zähne hinausragen lasse — *prominens extra dentes*; — Rivius, Barbaro, Perrault, und Galiani stimmen mit mir überein: und

d. dafs ich eben deswegen und weil Vitruv ausdrücklich sagt *eadem ratione dentatum*, mir das dritte Rad gleichfalls als ein Stirnrad, nicht aber als ein Kamm- oder Kronrad, wie es in der Abbildung angegeben ist, vorstelle.

Außerdem sind in erwähnter Beilage der Reise des Herrn Nicolai noch sehr lesenswerthe Nachrichten von alten und neueren Wegmessern anzutreffen. Siehe dergleichen auch in J. Beckmanns Beyträgen zur Geschichte der Erfindungen 1. Bandes 1. St. II. und 2. Bandes 3. St. VI.

Newtons Vorstellung des Vitruvischen Wegmessers *fig. LXXXIX.* und *XC.* stimmt mit meiner Auslegung vollkommen überein; nur dafs er den, über die anderen Zähne hinausragenden Zahn des zweyten Rades auf die Stirne des Rades zu setzen scheint, wodurch natürlicher Weise das Eingreifen des Zahns des ersten Rades in die 400 Zähne des zweyten Rades gestört würde. Vitruv sagt ausdrücklich, dafs dieser lange Zahn in die Seite des zweyten Rades eingesetzt werden müsse. Diefs kann auch geschehen, und der Zahn kann darum doch perpendikular gestellt werden; er muß unterwärts nur gleich einem Winkelhaken gestaltet seyn.

der Welle befindlichen unteren Rades eingreift: und zugleich setzt man in die Seite einen anderen Zahn ein, der über dessen äußeren Umfang hinausragt. Darüber verschließt man in ein anderes Gehäuse ein horizontales auf gleiche Weise bezahntes Rad, in dessen Zähne der, in die Seite des zweyten auf der schmalen Seite — *in cultro* — stehenden Rades eingezapfte Zahn eingreift, bey jedesmaliger Umdrehung Einen Zahn dieses horizontalen Rades fortreibt, und so das horizontale Rad umdrehet. Endlich macht man in dieses horizontale Rad Löcher, worin man runde Steinchen thut; nur Ein Loch aber in das Futteral — *theca* — oder Gehäuse dieses Rades, nebst einer Röhre, wodurch die Steinchen, so wie der Widerstand aus dem Wege geräumt ist, nach und nach in ein küpfernes Gefäß mit einem Schalle hinabfallen.

Das Schiff werde nun vermittelst der Ruder oder des Windes fortgetrieben, so drückt das entgegenstehende Wasser gegen die in dasselbe hinabreichenden Schaufeln, stößt sie fort und drehet so mit Hülfe derselben die Wasserräder um. Im Herumgehen drehen diese wieder die Welle um, und die Welle das unterste Rad, dessen herumgehender Zahn bey jedesmaligem Umgange Einen Zahn des zweyten Rades fortreibt und also auch dieses allmählig umdrehet. Das horizontale Rad aber wird je mit dem vierhundertsten Umlaufe der Wasserräder, welchen die Schaufeln bewirken, Einmal vermittelst des in dasselbe greifenden Zahnes, welcher in die Seite des zweyten verticalen Rades eingezapft ist, fortgerückt. So oft nun durch das Herumdrehen des horizontalen Rades ein Steinchen auf das Loch im Gehäuse kommt, rollt es durch die Röhre hinab, und deutet denn durch Schall und Zahl die, während der Fahrt zurückgelegten Meilen an.

So viel von der Einrichtung der Maschinen, die in Zeiten des Friedens und der Ruhe zum Nutzen und Vergnügen verfertigt werden!

## FUNFZEHNTES KAPITEL.

## Katapulten und Skorpionen.

Itzt folgen die Maschinen, welche zum Schutz vor Gefahr und zur Vertheidigung der Wohlfahrt erfunden worden sind, nemlich die Skorpionen, Katapulten und Balisten. <sup>t)</sup> Ich werde von ihrer Einrich-

t) Die Römischen Schriftsteller verwechseln diese Wurfmaschinen mit einander. Vitruv läßt in Folgendem die Skorpionen und Katapulten Pfeile, und die Balisten Steine schießen: also ebenfalls Cicero (*Tusc. quaest. II.*), Valerius Maximus (*l. I.*), und Lucilius und Sisenna bey Nonius Marcellus. Julius Cäsar aber (*de bello civ. II. 2.*) wirft mit den Balisten Balken von 12 Fufs, die vorn mit eisernen Spitzen versehen sind; und Vegetius (*IV. 22.*), ingleichen Ammianus Marcellinus (*l. XXIII.*) eignen gleichfalls den Balisten Pfeile zu. Vegetius (*am a. O.*) nennt unter den Kriegsmaschinen die Katapulta überhaupt gar nicht; dafür erwähnt er eines Onagers, womit Steine abgeworfen werden. Der Skorpion aber ist ihm mit *manubalista*, Armbrust, gleichbedeutend, und er läßt damit kleine dünne Pfeile abschießen. Ammianus Marcellinus hinwiederum verwechselt Skorpion und Onager mit einander, und wirft mit beyden Steine ab.

Herr Rambach macht zwar in Potters griechischer Archäologie S. 208. die Anmerkung: „Die Griechen haben den Hauptunterschied zwischen den Wurfmaschinen durch die Worte *εὐρύτωνα* und *παλίτωνα* ausgedrückt. Die ersteren waren Maschinen mit zween Armen, mit welchen Pfeile und Steine mittelst eines halben Cylinders oder Laufs, worauf man sie legte, horizontal und nach dem Kernschuß abgeschossen wurden, und sie hatten nur eine Sehne. Die *παλίτωνα* hatten nur Einen Arm, mit einem Behältnisse an dem einen Ende desselben (gleich einem Löffel,) worein man Steine oder andere Sachen legte, die dann nach dem Bogenschusse oder vielmehr nach der Parabel abgeworfen wurden. Die allgemeinen Benennungen, womit man diese beyden verschiedenen Arten von Maschinen bezeichnet hat, sind *καταπέλται*, *λιθοβόλοι* oder *πετροβόλοι*; bey den Römern *Catapultae* und *ballistae*. — — — Das *καταπέλιον* bedeutete zwar bey den Griechen, im allgemeinen Sinne, bisweilen den ganzen Trümm aller Wurfmaschinen, von welcher Art sie auch immer seyn mochten; mit der Zeit aber blieb der Name *καταπέλται* denen Maschinen eigen, die *εὐρύτωνα*

tung und denen dabey zu beobachtenden Verhältnissen handeln, und fange bey den Katapulten und Skorpionen <sup>n)</sup> an.

Das ganze Verhältniß dieser Maschinen hängt von der gegebenen Länge des damit abzuschießenden Pfeiles ab. <sup>x)</sup>

waren; so wie die *λιθοβολοι*, oder *balistae* der Römer, *καλύπτρα* waren.“ — Inzwischen Vitruv stimmt damit nicht überein; da aus folgendem siebzechnten Kapitel erhellt, daß auch die Balista zweyarmig gewesen sey.

Bey so bewandten Umständen und da Vitruv die Figur seiner Wurfmaschinen nicht beschreibt, sondern schon als bekannt voraus setzt, gestehe ich frey, daß ich nicht zu einer vollkommen bestimmten Vorstellung weder von der Katapulta, noch von der Balista der Alten habe gelangen können; so viel Mühe ich mir auch darum gegeben habe. Der geneigte Leser sehe zu, ob er vielleicht glücklicher ist; hier sind meine gebrauchten Hülfquellen:

1. *Colonia Traiana etc. designata ed intagliata da P. Santi Bartoli n. 170. n. 202. n. 207.* Ingleichen *Columna cochlis M. Aurelio Antonino Augusto dicata etc. a P. Sancte Bartolo aere incisa. Tab. XIV. n. 2.*

2. *Fl. Vegetius de re militari l. II. c. 25, und l. IV. c. 22.*

3. *Ammiani Marcellini rerum gestarum l. XXIII.*

4. *Godeschalci Stewechii commentarius ad F. Vegetii Renati de re militari libros, ex officina Plantiniana Raphelengii M. D. CVI. p. 264-270.*

5. Die verschiedenen Ausgaben und Übersetzungen Vitruvs; zumal Newton's Englische Übersetzung.

6. *Histoire de Polybe etc. par Folard T. II. p. 602 etc.*

7. Potters Griechische Archäologie u. s. f. von Rambach 2r Th. S. 207-212.

8. Baumgärtners Kriegsschriftsteller der Griechen. 1r Th. S. 109 ff.

9. *Memoires de l'académie royale de Berlin de l'année 1760.* worin eine hieher gehörige Abhandlung Silberschlags enthalten ist, welche, trotz aller Weitläufigkeit, bey weitem nicht alles Dunkle aufhellt, zumal in Rücksicht der Balisten.

10. *Memoires critiques et historiques par Mr. Guischart T. IV. p. 37 etc.*

11. *L'Antiquité expliquée par Montfaucon, T. IV. P. I. Pl. 78-79.*

n) Obgleich Vitruv hier von den Katapulten und Skorpionen zu handeln verspricht, so redet er dennoch nur von Ersteren allein, weil ihm der Skorpion bloß eine kleine Katapulta heißt.

x) Ich lese mit *Ab. Fea: omnes proportiones eorum organorum ratiocinantur etc.*

Der neunte Theil dieses Pfeils bestimmt in dem Kapitäl  $\gamma$ ) — *capitulum* — die Gröfse der Löcher, durch welche die gedrehten Sehnen — *nervi* — gespannt werden, welche die Arme der Katapulta festhalten sollen.  $z$ )

Die Höhe und Breite des Kapitäls dieser Löcher ist folgendermaßen einzurichten: Man mache die Breter — *tabulae*, — welche sich zu oberst und zu unterst des Kapitäls befinden, und Parallelen — *paralleli* — heißen, von der Dicke eines Lochs, und von der Breite  $1\frac{3}{4}$ ,  $a$ ); an den äußersten Enden aber,  $1\frac{1}{2}$  Loches.  $b$ ) Die Pilaster — *parastatae* — zur Rechten und Linken seyn, die Zapfen ungerechnet, vier Loch hoch, und fünf Loch dick: die Zapfen  $\frac{3}{4}$ . Von dem Loche bis zum mittleren Pilaster seyn gleichfalls  $\frac{3}{4}$  Loch.  $c$ ) Die Breite des mittleren Pilasters  $d$ ) sey  $1\frac{1}{4}$  Loch; die Dicke 1 Loch: Der Zwi-

$\gamma$ ) Das Kapitäl der Wurfmaschinen war ein rechtwinklichtes hölzernes Gestell, welches aus aufrechtstehenden Hölzern — *parastatae* — und aus zwey horizontalen Brettern — *tabulae*, *paralleli* — bestand.

$z$ ) Siehe oben Buch I. K. 22.

$a$ ) Vitruv bedient sich bey Bestimmung des Maasses eigener Zeichen, woraus man nicht recht weifs, was man machen soll, und welche der Eine so, der Andere anders erklärt. Kein geringes Hinderniß klarer Begriffe von den beschriebenen Gegenständen! Ich folge dem Galiani, ohne übrigens zu glauben, dafs er das Räthsel gelöst habe.

$b$ ) Warum sind wohl diese Breter, oder Parallelen, an den äußersten Enden weniger stark zu machen, als in der Mitte? Diese Verschiedenheit der Stärke ist in Newton's Zeichnung nicht bemerkt; auch bekennt er n. 2. dafs er sie nicht anzubringen wisse.

$c$ ) Anstatt *a foramine ad medianam parastatam item foraminis* S 9. möchte Silberschlag lieber lesen: *ad foramen mediae parastatae inserendis cardinibus item foraminis* S 9.

$d$ ) Man bemerke, dafs Vitruv nur von Einem mittleren Pilaster spricht, und in den, im Mittel desselben befindlichen, Zwischenraum von  $\frac{1}{4}$  Loch Breite, den Pfeil legt. Es ist also nicht dem Vitruv gemäß, wenn man, wie auch Newton thut,

schenraum in dem mittleren Pilaster, worein der Pfeil gelegt wird,  $\frac{1}{4}$  Loch. Die vier Ecken, welche rings umher, auf den Seiten und vorn und hinten sind, benagele man mit Eisenbleche, oder beschlage sie mit kupfernen Bolzen oder Nägeln. e)

Die Länge der kleinen Rinne — *canaliculus*, — welche auf Griechisch *Syrinx* heist, sey 19 Loch: Die Länge der Richtscheite, Wagen — *bucculae* — von einigen genannt, welche zur Rechten und Linken der Rinne angenagelt werden, ebenfalls 19 Loch; die Dicke aber 1 Loch. Noch werden zwey Richtscheite angenagelt, worin man einen Haspel — *succula* — anbringt, welcher 3 Loch lang und  $\frac{1}{2}$  Loch breit ist. Die Dicke dieser anzunagelnden Wange führt den Namen des Bänkchens — *scamillum* — oder, nach einigen, des Gehäuses — *loculamentum*, — und wird vermittelst schwalbenschwanzförmiger — *securiatus* — Zapfen befestiget; die Höhe ist  $\frac{1}{2}$  Loch. Die Länge dieser Wange — *bucculae* f) —  $8\frac{1}{2}$  Loch; die Dicke 9 Loch: Die Länge der Nufs — *epitoxis* —  $\frac{3}{4}$  Loch; die Breite  $\frac{1}{4}$ . Der Drücker oder das Händchen — *chele, cheira, manucla*, — hält an Länge 3 Loch, an Breite

vier Pilaster annimmt. — Die Vorstellung der Wurfmaschinen aber auf der *Columna Trajani* stimmt eben so wenig mit der Vitruvischen Beschreibung als mit den neuern Vorstellungen überein.

e) *L'armure du chapiteau est énoncée en ces termes — sagt Silberschlag. — C'est afin que la violente tension des cordes ne brise, ni le pèitrete (muss heißen la pièce de bois qui compose le haut du chapiteau; denn hiemit verwechselt Silberschlag S. 386. und 409. das Peritreton, welches ein Loch heißt,) ni les parastates des catapultes. Voyez Dissertation sur les trois principales machines de guerre des anciens etc. par Silberschlag. p. 389. des Mémoires de l'académie de Berlin de l'année 1760.*

f) So lese ich anstatt *suculae* und *scutulae*; weil die Länge und Breite des Haspels bereits kurz zuvor angegeben worden ist; die Länge und Dicke der Wange aber noch gar nicht.

und Dicke  $\frac{3}{4}$ . Der Rinne des Kolben — *canalis fundi* — Länge ist 16 Loch; und der Durchmesser  $\frac{3}{4}$  Loch. <sup>e)</sup>

Das Säulchen — *columella* — oder Fußgestell — *basis* — auf dem Boden 8 Loch: Die Breite der Plinthe, worauf das Säulchen steht,  $\frac{3}{4}$  Loch; die Dicke  $\frac{1}{6}$  und  $\frac{1}{4}$  Loch: Des Säulchens Länge sammt dem Zapfen 12 Loch; die Breite  $\frac{3}{4}$  Loch. Dessen drey Streben — *capreoli* — Länge 9 Loch, Breite  $\frac{1}{2}$  und Dicke  $\frac{1}{6}$  Loch. Des Zapfens Länge 1 Loch. Des Säulchens Knaufflänge 1  $\frac{3}{4}$ . Des Vorsteckers — *antefixum* — Breite  $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{4}$  Loch; Dicke 1 Loch. Die hinterste kleinere Säule, <sup>h)</sup> welche auf Griechisch *Antibasis*, d. i. *Gegenbasis*, heißt, 8 Loch; die Breite 1  $\frac{1}{2}$  Loch; die Dicke  $\frac{1}{6}$  und  $\frac{1}{2}$ . Der Untersatz — *subjectio* — hält 12 Loch, und an Breite und Dicke eben so viel, als die kleine Säule selbst. Das Zapfenlager — *chelonium* — oder Küssen — *pulvinus* — auf der kleineren Säule <sup>i)</sup> 2  $\frac{1}{2}$  Loch; 2  $\frac{1}{2}$  Loch hoch, und 1  $\frac{3}{4}$

g) Ich stelle mir, nach Vitruvs Beschreibung, die Katapulta hier, gleich einer Armbrust eingerichtet, vor. Newton, der *epitoxis* und *canaliculus* mit einander wechselt, weiß mit dem *canalis fundi* gar nicht wohin? Seine Vorstellung der Katapulta scheint mir überhaupt zu componirt.

h) Die Versetzungen und Veränderungen des Textes, welche Silberschlag p. 596. hier vorschlägt, scheinen mir sehr willkürlich.

i) *At the top of the columella was a cylindric tenon, on which turned the chelonium, which was formed thus: — On a horizontal rectangular board two perpendicular rectangular sides were fixed to the right and left; and between these was another horizontal board, a little above the former. Through the middle of the two horizontal boards holes capable of receiving the tenon of the columella were bored. The two perpendicular sides were so far apart as to admit between them the breadth of the syrx; which being introduced, an iron axis passed horizontally through the sides of the chelonium and those of the syrx, connecting together, and admitting the syrx to turn vertically on the said axis: so that the whole catapulta could be elevated and declined to any direction: and, by the chelonium turning on the tenon of the columella, it could also be turned*

breit. Die Ständer — *carchesium* — des Haspels  $2\frac{1}{2}$  Loch;  $2\frac{1}{2}$  Loch hoch, und  $1\frac{1}{2}$  breit. Das Querholz — *transversarius* — nebst Zapfen 10 Loch lang,  $1\frac{1}{2}$  breit und 10 Loch dick. Eines Arms Länge 7 Loch; und Dicke, an der Wurzel — *ab radice* —  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{6}$ , an der Spitze — *in summo* —  $\frac{1}{3}$   $\frac{1}{6}$ . Die Krümme — *curvatura* — acht Loch.

Folgende Verhältnisse sind bey Verfertigung der Katapulten im Zusetzen oder Abnehmen zu beobachten:

Giebt man z. B. dem Kapitäl mehr Höhe, als die Breite beträgt (in welchem Falle es denn hochspannend — *anatonus* — genannt wird): so muß man die Arme verkürzen, damit, je schlaffer die Spannung <sup>k)</sup> — *tonus*, — wegen der Höhe des Kapitäls, ist, um desto heftiger der Arm, wegen seiner Kürze, zurück schnelle. Ist hingegen das Kapitäl nicht so hoch (in welchem Falle es tiefspannend — *cata-tonus* — heißt): so müssen wegen der großen Schnellkraft — *vehementia* — die Arme etwas verlängert werden, damit man sie leicht anziehen — *ducere* — könne. Denn gleichwie ein Hebel von vier Fufs nur mit Hülfe von vier Leuten eine Last hebt, welche ein Hebel von acht Fufs mittelst zweyer Leute in die Höhe bringt: eben also werden auch die Arme, je länger, um desto leichter; je kürzer, um desto schwerer angezogen.

So viel von der Katapulten Beschaffenheit, Gliedern und Verhältnissen!

*horizontally to any direction required, and by these means be pointed against any intended object. Newton's Vitr. Vol. II. p. 257.*

k) Nämlich die Spannung der Seile, welche die Arme fest halten.

## SECHZEHNTE KAPITEL.

## Balisten.

Die Balisten haben zwar einerley Zweck, aber mancherley und verschiedene Beschaffenheit; denn einige werden vermittelst Hebel oder Haspel, andere vermittelst Polypaste, noch andere vermittelst Winden, einige auch vermittelst Räder gespannt.

Aller und jeder Balisten Verfertigung aber beruhet auf dem gegebenen Verhältnisse der, von diesen Maschinen abzuwerfenden, Steinlast. Es können sich daher nur diejenigen damit abgeben, welche der Rechenkunst vollkommen kundig sind; denn die Seile, welche durch die Löcher im Kapitäl gezogen werden, und welche man vorzüglich aus Weiberhaar, aber auch aus Sehnen verfertigt, müssen an Stärke mit der Gröfse der von der Balista abzuwerfenden Steinlast eben so, wie bey der Katapulta mit der Länge des Pfeils, in Verhältniß stehen.

Damit jedoch auch diejenigen, welche der Geometrie und Arithmetik unkundig sind, sich hievon unterrichten mögen, und bey Kriegsgefahr nicht erst nöthig haben, sich durch Nachdenken zu versäumen: So will ich hier dasjenige vortragen, was ich theils selbst durch Erfahrung bewährt gefunden, theils aber auch als zuverlässig von meinen Lehrern erlernt habe. In meinem Vortrage werde ich

übrigens das Griechische Maafs und Gewicht auf das bey uns übliche <sup>1)</sup> zurückbringen.

## SIEBZEHNTES KAPITEL.

## Verhältnisse der Balisten.

Eine Balista, welche einen zweypfündigen Stein werfen soll, muß im Kapitäl das Loch zu 4 Zoll haben: einen 4pfündigen, zu 6 Zoll: einen 6pfündigen, zu 7 Zoll: einen 10pfündigen, zu 8 Zoll: einen 20pfündigen, zu 10 Zoll: einen 40pfündigen, zu  $12\frac{1}{2}$   $\frac{1}{8}$  Zoll: einen 60pfündigen, zu  $15\frac{1}{8}$  Zoll: einen 80pfündigen, zu 15 Zoll: einen 120pfündigen, zu 1 Fufs  $1\frac{1}{2}$  Zoll: einen 160pfündigen, zu 11 Fufs: einen 180pfündigen zu 11 Fufs, 5 Zoll: einen 200pfündigen, zu 11 Fufs, 6 Zoll: einen 210pfündigen, zu 11 Fufs, 7 Zoll: einen 250pfündigen, zu  $11\frac{1}{2}$  Fufs, 1 Zoll.

Nachdem die Gröfse des Lochs, welches auf Griechisch περιτρον <sup>m)</sup> heifst, bestimmt worden ist, so beschreibe man ein kleines

1) *La livre Romaine est de douze onces, dont seize font nôtre livre d'Allemagne.*

*La Mine Attique, dont 80 font un grand talent et 60 un petit, avoit 100 dragmes.*

*Le talent de 80 mines étoit égal à 83 livres et 4 onces. Donc la livre étoit d'une  $\frac{1}{2}$  once plus legere que la mine Attique.*

*Les anciens Grecs aussi bien que les Romains divisoient le pié en 16 pouces; mais le pié Romain étoit plus court que l'Attique d'une semuncia, c'est à dire, de  $\frac{2}{3}$  de pouce. Voyez Mem. de l'académie de Berlin, 1760. p. 405.*

m) Da Vitruv bereits oben Buch I. K. 2. ausdrücklich gesagt hat, daß die Griechen das Loch der Balista Peritretion nennen, so halte ich mich daran, und ver-

Schild — *scutula* — von  $2\frac{1}{2} \frac{1}{6}$  Loch in der Länge und  $2\frac{1}{2}$  in der Breite: Man theile im Mittel die beschriebene Linie, und nach geschehener Theilung nehme man von den äußersten Theilen der Figur so viel ab, daß sie eine Schmiege — *obliqua deformatio* — erhalte,  $\frac{1}{3}$  der Länge und, wo die Biegung — *versura* — angeht,  $\frac{1}{4}$  der Breite; wo aber die Krümme — *curvatura* — ist, die Spitzen der Ecken hervorkommen, und die Löcher sich wenden, ingleichen die Einziehung — *contractura*, — da lasse man sie um  $\frac{1}{6}$  der Breite nach einwärts zurück treten. <sup>n)</sup>

Das Loch muß eben so länglich seyn, als der Pflock — *epischis* — <sup>o)</sup> dick ist. Sobald es fertig ist, beraspel <sup>p)</sup> man es rings umher, damit dessen äußerster Umfang in einem Durchmesser von  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{40}$  Loch glatt werde. Darauf stelle man die Gehäuse — *modioli* <sup>q)</sup> — von  $2\frac{1}{4}$  Loch;  $1\frac{3}{4}$  Loch breit, und  $1\frac{1}{2}$  Loch dick, außer das, was in das

werfe hier mit Philander die gewöhnliche Leseart, welche diese Griechische Benennung der *scutula* beylegt.

n) Diese Stelle ist mir unverständlich. Ich weiß nicht, welche Vorstellung ich mir von dem beschriebenen kleinen Schilde zu machen habe, noch wozu es gedient haben möge. Silberschlag erklärt nicht allein das Peritreton wieder falsch; sondern fährt überhaupt so leicht über die ganze Stelle hin, als ob nicht die mindeste Schwierigkeit darin enthalten wäre.

o) Anstatt *epizygis* lese ich *epischis*, dessen Vitruv sich in folgendem Kapitel von diesem Theile der Balista und Katapulta bedient, und es durch *cuneus ferreus* erklärt. Es war nemlich der eiserne Pflock oder Zapfen im Loche, das dadurch gezogene Seil zu befestigen.

p) Ich folge der Leseart des Turnebus: *circumlevigentur extrema*.

q) *Le barillet, en Grec χομμῆς, est un cylindre creusé, qui soutient non seulement les cordes par l'epischis, mais qui sert aussi à les faire tourner. Les barillets des balistes médiocres étoient de cuivre; ceux des grandes, au témoignage de Héron, d'un bois très dur, armé de toutes parts de fer; et l'on travailloit ces piéces avec beaucoup de soin.*

Loch gesteckt wird; am Ende aber  $1\frac{1}{10}$  Loch breit. Die Länge der Pilaster  $5\frac{1}{2}\frac{1}{10}$  Loch; die Krümme  $\frac{1}{2}$  Loch; die Dicke  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{1}{5}$  Loch. Zur mittleren Breite setzt man so viel hinzu, als bey dem Loche in der Abbildung geschehen ist; nemlich an Breite und Dicke 5 Loch, und an Höhe  $\frac{1}{4}$ . Das Richtscheit, welches auf dem Tische —*mensa*— ist, 8 Loch lang und  $\frac{1}{2}$  Loch breit und dick: Des Zapfens Länge  $2\frac{1}{10}$  Loch; Dicke 1 Loch: Die Krümme des Richtscheits  $\frac{1}{10}\frac{1}{10}$ . Das äussere Richtscheit eben so breit und dick: die Länge erhält man vermittelst der Biegung der Schmiege —*versura deformationis*— selbst und vermittelst der Breite eines Pilasters zu des Richtscheits Krümme von  $\frac{1}{10}$  addirt. r) Die oberen Richtscheite sind den unteren gleich. Des Tisches Querhölzer —*traversarii*—  $\frac{2}{3}\frac{1}{10}$  Loch. Der Treppenwangen —*climacidos scapi*— Länge 15 Loch, Dicke  $\frac{3}{10}$ . Der mittlere Zwischenraum hält an Breite  $\frac{1}{4}$  Loch, an Dicke  $\frac{1}{8}\frac{1}{8}$ . Der Treppe oberster Theil, welcher dicht neben den Armen s) ist, und mit dem Tische zusammenhängt, wird der Länge nach in fünf Theile getheilt: Zwey derselben gebe man dem Gliede, welches die Griechen *χηλὸν* —Scheere— nennen, und dessen Breite  $\frac{1}{10}$ , Dicke  $\frac{1}{4}$  und Länge  $3\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{5}$  Loch beträgt; die hervorragenden Theile der Scheere —*chele*— halten  $\frac{1}{2}$  Loch; und der gebogene Plinthenvorsprung —*plinthigonatus*—  $\frac{1}{12}\frac{1}{12}$  Loch: Was aber hinwärts nach der Welle —*axon*,— die Querfronze —*frons transversarius*— genannt, liegt, betrage 3 Loch; der inneren Richtscheite Breite  $\frac{1}{10}$  Loch, die Dicke

r) Um einen Sinn zu erhalten lese ich *ad curvaturam* anstatt *et curvaturam*.

s) Man bemerke, daß Vitruv hier ausdrücklich von Armen der Balista, in der mehreren Zahl, spricht. Diese Beschaffenheit der Balista hindert darum nicht, daß sie nicht unter die *παλιτρονα*, d. i. unter die Wurfmaschinen, welche im Bogen schossen, zu rechnen sey; denn die Maschine erhielt ja ihre Richtung durch die Basis, worauf sie stand.

$\frac{1}{12}$   $\frac{1}{4}$ ; der Rahmen — *replum* — der Scheere, welcher dem Schwalbenschwanz zur Decke — *operimentum* — dient,  $\frac{1}{4}$  Loch; der Treppenwangen Breite  $\frac{1}{2}$ , Dicke  $\frac{1}{12}$   $\frac{1}{4}$ ; des Quadrats an der Treppe Dicke  $\frac{1}{2}$  Loch, und am Rande  $\frac{1}{10}$ . Der runden Welle Durchmesser sey dem der Scheere gleich, nur gegen die Zapfen — *claviculae* — betrage er  $\frac{1}{2}$  weniger  $\frac{1}{10}$ . Des kleinen Strebepfeilers — *anteridion* — Länge sey  $\frac{1}{12}$  und  $\frac{3}{4}$  Loch, unterste Breite  $\frac{1}{8}$  Loch, und oberste Dicke  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{10}$ . <sup>1)</sup>

Das Fußgestelle, welches die Griechen *ἔσχαρα* — Heerd — nennen, ist +++ Loch lang, und die Gegenbasis — *antibasis* — 4 Loch; die Dicke und Breite aber beyder insgesamt ist +++ Loch. In einer Höhe von  $\frac{1}{10}$  wird eine halbe Säule befestiget, deren Dicke und Breite  $1\frac{1}{2}$  Loch beträgt, die Höhe aber steht mit dem Loche nicht im Verhältniß, sondern ist nach der Erforderniß des Gebrauchs einzurichten.

Eines Arms Länge ist 6 Loch; die Dicke, an der Wurzel — *in radice* — +++ Loch, und an der Spitze — *in extremis* —  $\frac{1}{2}$  Loch.

Meiner Einsicht nach, sind dieß die brauchbarsten Verhältnisse der Balisten und Katapulten. Itzt will ich versuchen, so gut als es sich schriftlich thun läßt, die Art und Weise anzugeben, wie diese Maschinen vermittelt der, aus Sehnen oder Haar gedrehten, Seile bezogen, werden — *temperari*. —

t) Ich gebe es auf, mir von den oben erwähnten Theilen der Balista eine deutliche Vorstellung zu machen. Ich kann sie nicht zusammen reimen.

u) Siehe zuvor K. 15., wo diese Gegenbasis am Katapultengestelle die hintere kleine Säule genannt wird.

## ACHTZEHNTE KAPITEL.

Beziehung — *temperatura* — der Balisten und Katapulten.

Man nimmt sehr lange Bäume und nagelt Zapfenlager — *chelonias* — darauf, worein man Haspeln legt. In dem mittleren Raum dieser Bäume macht man Ausschnitte. In diese Ausschnitte schließt man das Kapitäl der Katapulten ein, und befestiget es mit Keilen, damit es bey dem Spannen nicht rücke. Darauf schlägt man kupferne Gehäuse — *modioli* — auf das Kapitäl und stößt eiserne Pflöcke — *cuneoli ferrei*, — bey den Griechen *επισχης* genannt, hinein. Nun steckt man die Enden der Seile — *ansae rudentum* — x) durch die Löcher des Kapitäls, y) zieht sie hindurch bis auf die andere Seite, befestiget sie alsdenn an die Haspeln, drehet diese vermittelst der Hebel um, und spannt die Seile so, daß sie bey dem Berühren mit den Händen beyde einen gleichen Ton angeben. yy) Hierauf macht man

x) Durch jedes Loch giengen zwey Reihen Seile, worin der Arm eingeklemmt war; siehe kurz zuvor K. 16. und oben Buch I. K. 1. S. 18.

y) Die Katapulten und Balisten hatten rechts und links ein Loch, das von oben herab durch das ganze Kapitäl hindurch gieng. Da nun aber das Kapitäl, aufser den aufrechten Pilastern, aus zwey horizontalen Bretern, den Parallelen, bestand, welche durch einen Zwischenraum getrennt waren: So befanden sich folglich auf jeder Seite des Kapitäls zwey, gerade untereinander stehende Löcher; und also eigentlich in der ganzen Maschine ihrer vier. Hier ist von den beyden unter einander stehenden Löchern der oberen und untern Parallele, auf Einer Seite der Maschine, die Rede.

yy) Der Grund hiervon ist bereits im 1. Kap. des I. Buchs angegeben.

*Perrault observes that „it is difficult to comprehend how ropes of eight inches thick, made of hair, should yield a tone sensible to the human ear.“ This remark*

sie endlich in den Löchern <sup>z)</sup> mit Keilen fest, damit sie nicht erschlaffen.

Auf gleiche Weise zieht man die Seile auch durch das andere Loch <sup>a)</sup> hindurch und spannt sie vermittelst der Haspeln, bis sie völlig übereinstimmig klingen.

Also werden vermittelst Verkeilung — *cuneorum conclusionibus* — die Katapulten nach dem Urtheile eines musikalischen Ohrs bezogen. <sup>b)</sup>

## NEUNZEHNTES KAPITEL.

### Belagerungs-Maschinen.

Nachdem ich von diesen Gegenständen nach meinen Kräften gehandelt habe, so bleibt mir nur noch von den Maschinen zu reden übrig, deren man sich bey Belagerungen mit Vortheil sowohl zum Angriffe, als zur Vertheidigung zu bedienen pflegt.

Unter allen Belagerungs-Maschinen soll der Sturmbock oder Mauerbrecher — *aries* — zuerst erfunden worden seyn, und zwar auf folgende Weise.

Als die Karthager Gades <sup>c)</sup> belagerten, nahmen sie ein davor liegendes Kastell weg, welches sie zu schleifen für gut befanden.

*arose from his idea of these engines: he imagined that it was the whole complication of twisted cords, that yielded the sound; whereas it was each separate cord of which that complication consisted. Newton's Vitr. Vol. II. p. 266.*

- z) D. i. in den Löchern der oberen und unteren Parallele des Kapitäl.
- a) Nämlich durch das Loch auf der anderen Seite des Kapitäl.
- b) Siehe oben Buch I. K. I. S. 18.
- c) Das heutige Cadix.

Da es ihnen aber an den, zum Schleifen erforderlichen, eisernen Werkzeugen fehlte; so nahmen sie einen Balken, hielten ihn mit Händen empor und stießen mit dessen Kopf unablässig oben gegen die Mauer, warfen so die obersten Lagen der Steine herab und fuhren dann nach und nach weiter fort, bis die ganze Verschanzung zerstört war.

Diese Erfindung veranlafte nachher einen Künstler aus Tyrus, Namens Pephasmenos, einen Mast aufzurichten und daran einen andern in die Quer, gleich einem Wagebalken —*trutina*,— zu hängen, den er hin und her schwang und so, mittelst der heftigsten Stöße, die Mauer der Gaditaner einstieß.

Ketras von Chalkedon verfertigte aus Zimmerholz zuerst ein Fußgestell mit Rädern und schlug oben über Ständer und Jochträger —*juga*— Bolen —*varae*—: Hierein hieng er den Sturmbock und deckte Ochsenhäute darüber, zum Schutze derer, welche darinnen die Mauer schlagen mußten. Weil sich diese Maschine aber sehr langsam fortbewegte, nannte er sie die Sturmbock-Schildkröte —*testudo arietaria*.—

Dies waren die allerersten Staffeln der Erfindung solcher Art von Maschinen.

Als nachmals Philipp, des Amyntas Sohn, Byzanz belagerte, erfand Polyidus, ein Thessalier, ihrer mehrere und leichtere Gattungen. Schüler desselben waren Diades und Chereas, welche unter Alexander dienten.

Diades nennt in seinen Schriften als eigene Erfindungen: Erstlich bewegliche Thürme —*turres ambulatoriae*,— welche auch auseinander genommen und mit dem Heere fortgeführt werden konnten. Ferner den Mauerbohrer —*terebra*;— die Steigmaschine —*ascendens machina*,— mittelst welcher man gera-

deswegs —*plano pede*— eine Mauer ersteigen kann. Ingleichen den Mauerreifser —*demolitor*,— der Rabe —*corvus*,— von einigen auch der Kranich —*grus*— genannt. Endlich einen Sturmbock auf Rädern, dessen Einrichtung er beschreibt.

Einen kleinern Thurm, sagt er, müsse man nicht machen, als 60 Ellen hoch, 17 breit; das Obertheil um  $\frac{1}{3}$  des Untertheils verjüngt; die Ständer unten im Thurme  $\frac{3}{4}$ , oben aber  $\frac{1}{2}$  Fufs; auch müsse er von drey Stockwerken —*tabulatum*— seyn, deren jedes mit Fenstern versehen —*fenestratus*.— Der allerhöchste Thurm hingegen müsse 120 Ellen Höhe und  $23\frac{1}{2}$  Breite; des Obertheils Verjüngung gleichfalls um  $\frac{1}{3}$  des Untertheils; die Ständer unten aber zu 1. und oben zu  $\frac{1}{2}$  Fufs haben. Einen Thurm von dieser Gröfse machte er von 20 Stockwerken; und um jedes Stockwerk zog er einen Umgang —*circuitio*— von 3 Ellen, mit rohen Fellen bedeckt, zur Beschirmung. <sup>d)</sup>

Die Sturmbock-Schildkröte wurde auf gleiche Weise verfertigt. Sie war 30 Ellen breit, und 16 hoch bis an den Giebel —*fastigium*.— Des Giebels Höhe war, von dessen Grundlinie —*stratum*— bis zur Spitze, 7 Ellen. Im Mittel des Dachs aber erhob sich ein kleiner Thurm nicht unter 12 Ellen breit, und 4 Stockwerk hoch. Auf das oberste Stockwerk wurden Skorpionen und Katapulten; in die unteren aber ein großer Wasservorrath gestellt, zum Löschen, wenn etwa Feuer eingeworfen wurde. Unter der Bedachung wurde die Sturmbocks-Maschine —*arietaria machina*,— welche auf Griechisch κρηδοόκη heißt, angebracht: Es wurde nemlich ein wohlgedrehselter Cylinder —*trochus*— hingelegt, und der

d) Eine Abbildung eines solchen Thurms, jedoch nur von 10 Stockwerken, siehe bey *Stewechius* am a. O. pag. 254.

Sturmbock hinauf gestellt; wo denn derselbe, durch Taue hin und her gezogen, große Wirkung hervorbrachte. Auch diese Maschine wurde, gleich wie der Thurm mit Häuten behangen.

Des Mauerbohrers Einrichtung beschreibt er folgendermaßen: Die Maschine glich einem Sturmdache — *testudo*. — Im Mittel war sie mit einer auf Strebepfeilern — *orthostata* — ruhenden Rinne, dergleichen man den Katapulten oder Balisten zu geben pflegt, versehen, 50 Ellen lang, 1 Elle hoch; worin überzwerch ein Haspel angebracht wurde, vorn aber rechts und links zwey Kloben, vermittelst welcher ein, in der Rinne liegender, Balken, dessen Kopf mit Eisen beschlagen war, bewegt wurde. Unter der Rinne selbst waren Cylinder — *trochi* — befestiget, welche ihr eine geschwindere und heftigere Bewegung verliehen. Über den darin liegenden Balken aber zog man, zur Bedeckung der Rinne, Bogen — *arcus*, — worüber die rohen Felle gehangen wurden, mit welchen man die Maschine bedeckte. c)

Den Raben — *corax* — hat er nicht für gut befunden zu beschreiben; weil er fand, daß diese Maschine keine Wirkung hervorbrachte.

Was die Steigmaschine <sup>1)</sup> — *ascensus* — auf Griechisch ἐπιβάθρα, ingleichen die Schiffmaschinen zum Entern betrifft,

e) Siehe eine Abbildung bey *Newton*, *Fig. CXII*.

f) *Vegetius* B. IV. K. 21, beschreibt eine dergleichen Maschinen, welche er *tolleno* (Hebemaschine) nennt, folgendermaßen: „Es wird ein langer Balken tief in die Erde gesteckt. Oben auf dessen Spitze setzt man einen noch längeren Querbalken just im Mittel, so daß er im Gleichgewichte hängt, und dessen Eines Ende sich erhebt, wenn das Andere sich senkt. Man verfertiget sodann an dem Einen Ende aus Hürden oder Bretern ein Behältniß, worein man einige Bewaffnete stellt. Indem man nun das andere Ende mit Stricken hernieder ziehen läßt, so werden von diesem emporsteigenden die Bewaffneten auf die Mauer gehoben.“

so bemerke ich mit Leidwesen, daß er zwar sie zu beschreiben versprochen, allein das Versprechen nicht erfüllt hat.

Nachdem ich bisher die Maschinen nach des Diades Anleitung beschrieben habe, will ich nunmehr auch dasjenige vortragen, was ich selbst in Ansehung derselben brauchbares von meinen Lehrern erlernt habe.

#### ZWANZIGSTES KAPITEL.

Schirmdach zum Grabenausfüllen. — *Testudo ad congestionem fossarum.* —

Das Schirmdach, dessen man sich eben sowohl beym Grabenausfüllen als bey der Annäherung der Mauer bedienen kann, ist folgendermaßen zu verfertigen.

Man schlage ein Fußgestell, auf Griechisch *ἐσχάρα*, von 25 Fuß ins Gevierte zusammen. Hierüber lege man vier Querbalken, welche man mittelst zweyer anderen, welche  $\frac{1}{2}$  der Länge dick, und halb so breit sind, verbindet. Diese Querbalken lasse man ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Fuß von einander abstehen. In den Zwischenräumen bringe man unten kleine Bäume — *arbusculae*, — auf Griechisch *ἀμαξόποδες*, an, worin Räder, deren Achsen mit Eisen beschlagen sind, laufen. Diese kleinen Bäume müssen mit Zapfen versehen seyn, ingleichen mit Löchern, um mittelst hindurchgesteckter Hebebäume sie drehen und also die Maschine vor und rückwärts, rechts oder links oder überzwerch, je nachdem es erforderlich ist, fortbewegen zu können.

Übrigens lese ich oben anstatt des gewöhnlichen *accessus*, lieber *ascensus*; weil diese Maschine kurz zuvor *ascendens machina* genannt wird.

Nach diesem lege man auf das Fußgestell zwey Balken, welche zu beyden Seiten 6 Fuß überragen. An ihre hervorspringenden Enden zu beyden Seiten füge man andere 7 Fuß hervortretende Balken, von derselben Dicke und Breite, als die in dem Fußgestelle. Auf diesem Gestelle errichte man aneinander gefügte Pfosten — *postes compactiles*, — ohne Zapfen 9 Fuß hoch, 1 Fuß und 1 Querhand auf allen Seiten dick, und Zwischenräume von  $\frac{1}{2}$  Fuß zwischen sich habend. Oberhalb verbinde man diese durch aneinander geblattete Hauptbalken — *intercardinatae trabes*. — Auf die Hauptbalken setze man Streben — *capreoli*, — welche mit ihren Endpunkten in einander einschließen, und sich 9 Fuß hoch erheben: und über die Streben lege man einen vierkantigen Balken zur Verbindung derselben. Übrigens halte man sie durch rings herum genagelte Seitenbalken — *lateraria* — zusammen, und decke sie mit Bretern, sonderlich mit palmbäumenen, wo nicht, doch mit Bretern aus sonst einem starken Holze, nur nicht aus Erlen oder Fichten, welche zerbrechlich und feuerfangend sind.

Um dieses breterne Dach — *tabulatum* — lege man darauf aus dünnen Ruthen dichtgeflochtene Hürden — *crates*, — und bedecke sodann die ganze Maschine rings umher mit äußerst frischen und rohen Fellen, welche doppelt aufeinander genähet und mit Meergras — *alga*, — oder mit in Essig eingeweichter Spreu ausgestopft sind, damit sie sowohl die Ballistenwürfe, als auch des Feuers Gewalt abhalten mögen. <sup>g)</sup>

g) Eine ziemlich treffende Abbildung der oben beschriebenen Maschine siehe in *Architettura di G. A. Rusconi, secondo i precetti di Vitruvio, in Venezia 1590, pagina 143.*

Auch in *Newton's Vitr. Fig. CXIII.*

## EIN UND ZWANZIGSTES KAPITEL.

Noch andere Schirmdächer.

Es giebt noch eine andere Art von Schirmdächern, welche übrigens völlig nach obiger Beschreibung eingerichtet ist, nur keine Streben — *capreoli* — hat; sondern dafür rings umher mit einer breternen Brustwehr — *pluteus* — und mit Zinnen — *pinnae* — versehen ist; ingleichen oben durch ein vorspringendes mit Bretern und Häuten benageltes Vordach verwahrt wird, über welches von Thon, worein Haare getreten sind, eine Lage von einer solchen Dicke gezogen ist, daß Feuer der Maschine ganz und gar nichts anhaben kann. Dergleichen Maschinen kann man, wenn es nöthig ist, sogar zu acht Rädern verfertigen, wofern es anders die Beschaffenheit des Orts zuläßt.

Diejenigen Schirmdächer, deren man sich beym Miniren — *fordere* — bedient, heißen auf Griechisch *ὄρυγες*, und haben übrigens alles, wie es oben beschrieben worden ist; aufser daß ihre Fronten dreyeckig gemacht werden, damit der Schuß nicht, wenn von der Mauer aus darauf geschossen wird, gerade dagegen treffe, sondern an den schrägen Seiten abgleite, und also die Minirer sich darin sicher und ohne Gefahr befinden mögen.

Es scheint mir nicht zweckwidrig, auch der Einrichtung desjenigen Schirmdaches zu gedenken, welches Agetor aus Byzanz verfertiget hat. Es hatte ein Fußgestell 60 Fuß lang und 18 breit. Die auf dem Gestelle errichteten vier Ständer — *arrectaria* — bestanden aus zwey zusammengefügtten Balken, jeder 36 Fuß lang, 1 Fuß

und 1 Querhand dick und  $1\frac{1}{2}$  Fufs breit. Die Maschine bewegte sich auf acht, am Fufsgestelle befindlichen Rädern  $6\frac{3}{4}$  Fufs hoch, 3 Fufs dick, und aus drey Felgen zusammengesetzt, welche unter einander durch Klammern verbunden und mit kaltgeschmiedeten Schienen beschlagen waren. Die Räder liefen in beweglichen Bäumchen — *arbusculae, amaxopodes*. —

Ferner erhoben sich von den Spannriegeln — *transtra* — des Gerüsts auf dem Fufsgestelle, Pfosten  $18\frac{1}{4}$  Fufs lang,  $\frac{3}{4}$  breit und  $\frac{1}{2}\frac{2}{3}$  dick, in einem Abstände unter einander von  $1\frac{3}{4}$  Fufs. Hauptbalken  $1\frac{1}{4}$  breit und  $\frac{3}{4}$  dick, wurden darüber gelegt und dienten ihnen zur Verbindung. Hierauf wurden 12 Fufs hohe Streben errichtet. Ein auf die Streben gelegter Balken diente den Streben zur Verbindung. Ingleichen wurden überzwerch Seitenbalken — *lateraria* — angeschlagen, worauf ein Breterdach — *contabulatio* — genagelt wurde, welches alles Untere beschirmte.

Noch ein anderes Breterdach erhob sich im Mittel auf kleinen Balken — *trabeculae*. — Hierher stellte man die Skorpionen und Karpulen.

Ferner wurden zwey aus aneinander gefügten Säulen bestehende Ständer — *arrectaria compacta* — aufgerichtet, 35 Fufs lang,  $1\frac{1}{2}$  Fufs dick, und 2 Fufs breit; oben an den Köpfen durch einen angeblatteten — *cardinatus*<sup>h)</sup> — Querbalken, und im Mittel noch durch einen anderen, an die beyden Säulen — *scapus* — angeblatteten und mit eisernen Bändern beschlagenen Querbalken vereint. Auf diesen wurde wechselsweise Holz — *materies* — zwischen die Säulen und den Querbalken gelegt, durchlöchert — *trajecta* — und vermittelst Untersätze — *cheloniam* — und Kragsteine — *ancones* — befestiget. In diesem

h) Die Erklärung dieses Worts verdanke ich meinem Freunde, dem Herrn Doctor Stieglitz zu Leipzig.

Holze befanden sich zwey gedrechselte Pflöcke — *axiculi*, — woran die Seile gebunden wurden, an welchen der Sturmbock herabhing.

Über dem Haupte derer, welche den Sturmbock zogen, war ein Schirmdach — *pluteum* <sup>1)</sup> — gleich einem Thürmchen verziert, angebracht, worin zwey Soldaten sicher schildern, und von dem, was bey dem Feinde vorgieng, Nachricht geben konnten.

Der Sturmbock war 106 Fufs lang, unten 1 Fufs und 1 Querhand breit, und 1 Fufs dick. Vom Kopfe an verzüngte er sich bis zu Eines Fufses Breite und  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{8}$  Fufses Dicke.

Dieser Sturmbock hatte von hartem Eisen einen Schnabel — *rostrum*, — wie die Kriegsschiffe zu haben pflegen; und von diesem Schnabel aus erstreckten sich vier, ungefähr 15 Fufs lange, eiserne Bänder, welche auf das Holzwerk aufgenagelt waren. Vom Kopfe bis zum anderen Ende des Balkens aber waren vier achtzöllige Taue, gleich denen womit auf den Schiffen der Mastbaum an das Vorder- und Hintertheil befestiget wird, gezogen; und diese Taue waren in die Quer wieder mit anderen Seilen in Zwischenräumen von 1 Fufs und 1 Querhand umwunden. Überdies war der ganze Sturmbock mit rohen Fellen umwickelt; und wo die Enden der Taue herabgingen,

1) *Plutei* — sagt *Vegetius de re militari l. IV. c. 15.* — heißen Sturmhauben ähnliche Schirmdächer, welche aus Weiden geflochten und mit Matratzen oder Fellen bedeckt werden. Sie stehen auf drey Rädern, deren Eins im Mittel und die beyden andern vorn angebracht sind. Vermittelst derselben können sie, wie Wagen, nach allen Seiten fortbewegt werden. Bey Belagerungen pflegt man sich derselben zu bedienen, um sich der Mauer unter ihrem Schutze zu nahen, mit Pfeilen, Schleudern und Wurfspießsen die Vertheidiger aus den Basteien zu vertreiben, und Gelegenheit zu gewinnen Sturmleitern anzulegen.“ — Man sieht inzwischen aus obiger Stelle Vitruvs, daß die *plutei*, oder *plutea*, wie er schreibt, nicht immer Räder hatten, und auch noch zu anderem Gebrauche, z. B. wie hier zu einem Schilderhause, dienten.

waren vier eiserne Ketten angemacht, welche ebenfalls mit rohen Fellen umwickelt wurden.

Ferner war eine Schiebebrücke — *projectura* <sup>k)</sup> — angebracht, welche fest aus Bretern zusammengefügt und mit straffen Kabeltauen benagelt war, auf welchen man leicht ohne auszugleiten zur Mauer hinüber gehen konnte.

Diese Maschine hatte sechserley Bewegung. Sie gieng vor und rückwärts, rechts und links seitwärts, streckte sich hoch empor, und zog sich auch wiederum ein. Bey Bestürmung der Mauer konnte sie bis zu 100 Fufs erhoben werden; eben so viel bestritt sie indem sie rechts und links seitwärts auslief. Hundert Mann regierten sie. Sie wog 4000 Talente, das ist 480000 Pfund.

## ZWEY UND ZWANZIGSTES KAPITEL.

### Vertheidigungs - Maschinen.

Ich habe, glaube ich, nun hinlänglich von den Skorpionen, Katapulten und Balisten, ingleichen von den Schirmdächern und Thürmen, von ihren Erfindern und von der Art ihrer Verfertigung gehandelt.

Von den Sturmleitern, Krahen — *carchesium* — und dergleichen mehr, das wenig Kunst erfordert, habe ich nicht nöthig zu schreiben.

k) Ich lese: *Item habuerat projecturam ex tabulis arcto compactam etc.* Ich halte diese *projectura* für eben dieselbe Art Brücken, welche *Vegetius* IV, 17. 21. *Exostra* nennt, und als eine Brücke beschreibt, welche aus zwey, durch geflochtene Weiden verbundenen, Balken bestand, welche plötzlich zwischen Thurm und Mauer geschoben wurden; so daß die Soldaten aus dem Thurme nach der Mauer hinüber laufen und sich derselben bemächtigen konnten.

Nicht allein pflegen die Soldaten sie von selbst zu verfertigen; sondern sie sind auch weder allenthalben, noch immer von gleicher Beschaffenheit zu gebrauchen. Nach dem Grade der Tapferkeit der Nationen ist auch ein Unterschied zwischen den Verschanzungen. Anderer Maschinen bedarf man gegen kühne und verwegene, anderer gegen fleißige und feige Feinde. Will aber jemand Aufmerksamkeit auf meinen Vortrag verwenden; so wird er leicht im Stande seyn, aus den mancherley gegebenen Anweisungen eine geschickte Auswahl zu treffen, um ohne Hülfe etwas neues, das den jedesmaligen Bedürfnissen und Umständen angemessen ist, zusammen zu setzen.

In Rücksicht der Vertheidigungs-Maschinen — *repugnatoriae res* — läßt sich keine schriftliche Anweisung geben, da der Feind seine Angriffs-Maschinen nicht nach unseren Regeln verfertigt. Hingegen lassen sich dessen Anschläge oft aus dem Stegreife, ohne alle Maschinen, vermittelst Gegenwart des Geistes vereiteln. Ein ähnlicher Vorfall soll sich bey den Rhodiern zugetragen haben.

Zu Rhodus lebte ein Baukünstler Namens Diognet. Ihm war, seiner Geschicklichkeit wegen, ein jährlicher Ehrengelt ausgesetzt. Einst kam von Aradus <sup>1)</sup> ein gewisser anderer Baukünstler, mit Namen Kallias, dahin; hielt eine öffentliche Vorlesung — *acrosim fecit* — und stellte darin das Modell — *exemplum* — einer Mauer auf, worauf er auf einen beweglichen Kranständer — *carchesium versatile* — eine Maschine stellte, vermittelst welcher er eine, gegen die Mauer rückende Helepolis <sup>m)</sup> ergriff, und über die Mauer herüber hob.

1) Stadt auf einer kleinen Insel in Phönizien.

m) Belagerungsmaschine von erstaunlicher Größe, wovon sogleich mehr.

Als die Rhodier dies Modell sahen, bewunderten sie es so sehr, daß sie sofort dem Diognet seinen bestimmten Jahrgelt entzogen und diese Ehrenbezeugung auf den Kallias übertrugen.

Mittlerweile bekam Demetrius, der wegen seiner Hartnäckigkeit Poliorketes <sup>n)</sup> genannt wurde, den Einfall Rhodus zu belagern, und brachte zu diesem Zwecke den berühmten Baukünstler Epimachus, einen Athener, mit sich. Dieser errichtete eine Helepolis mit ungeheuren Kosten und mit nicht geringerem Fleiße und Arbeit. Sie war 125 Fufs hoch, 60 Fufs breit, und war so sehr mit Matratzen — *cilicium* — und rohen Fellen verwahrt, daß sie einen, von einer Baliste dagegen geworfenen Stein von 560 Pfund aushalten konnte. Das Gewicht der Maschine selbst betrug 1360 Pfund. <sup>o)</sup>

n) Poliorketes heißt eigentlich ein Städtebelagerer.

o) Diodor von Sicilien, Buch 20. K. 91. Seite 1537. des 5 Theils der Kaltwasserschen Übers. giebt uns folgende umständliche Beschreibung dieser Helepolis des Demetrius Poliorketes: „Demetrius versah sich mit einer großen Menge Bauholz von allerley Art, und errichtete eine Maschine, die sogenannte Helepolis, die alle vorher gemachten an Größe weit übertraf. Die Grundlage war ein Viereck. Jede Seite beynahe fünfzig Ellen lang, und aus viereckigen mit Eisen verbundenen Balken zusammengesetzt. In dem mittleren Raume wurden Balken, ungefähr eine Elle weit von einander, durchgezogen, zu einem Standorte für diejenigen, welche die Maschine vorrücken sollten. Die ganze Last ruhte auf acht sehr starken und großen Rädern, deren Felgen zwei Ellen dick und mit dickem Eisenbleche beschlagen waren. Um die Maschine auf die Seite zu kehren, waren gewisse Drehwerkzeuge (*antistreptes* — wahrscheinlich dasselbe, was Vitruv *arbusculae* oder *amaxopodes* nennt) angebracht, mittelst welcher dem Gebäude ohne Mühe jede Bewegung gegeben werden konnte. An den Ecken standen Pfeiler, jeder nicht viel weniger, als 100 Ellen hoch, die sich so zusammen neigten, daß, da das ganze Gebäude neun Stockwerke hoch war, das unterste 43, das obere aber neun Balken zur Unterlage hatte. Drey Seiten der Maschine wurden auswendig mit zusammen genageltem Eisenblech überzogen, um sie vor den Feuerschüssen der Feinde in Sicherheit zu setzen. Jedes Stockwerk hatte an der Vorderseite Fenster, die in Ansehung der Form und Größe nach den Kriegsrüstzeugen die abgeschossen werden sollten, eingerichtet waren. Alle Fenster waren mit

Nun baten die Rhodier den Kallias seine Maschine zu bewerkstelligen und, seinem Versprechen gemäß, die Helepolis über die Mauer zu heben: Allein er gestand sein Unvermögen; denn nicht jede Speculation ist gleich ins Werk zu richten möglich. Manches bringt allerdings im Großen die Wirkung hervor, welche es im kleinen Modelle geäußert hatte: Manches aber leidet gar kein Modell, sondern läßt sich nur im Großen ausführen: Und noch manches scheint im Modelle höchst wahrscheinlich, und ist dennoch schlechterdings im Großen nicht möglich zu machen, wie aus Folgendem zu ersehen ist: Man kann recht gut mit einem Bohrer ein halbzölliges, ein zölliges, und ein anderthalbzölliges Loch bohren: wollte man aber auf gleiche Weise ein querhandbreites Loch machen, so gieng dieß nicht an; zu geschweigen ein Loch von  $\frac{1}{2}$  Fuß oder darüber. Eben also geräth auch ein im Kleinen gemachter Versuch allenfalls noch im Mittelmäßigen; keineswegs aber im Ganzgroßen.

Als sich nun auf diese Weise die Rhodier getäuscht sahen, und der Feind hartnäckig beharrte, auch die Sturmmaschine bereits vollendet war: da faßten sie nicht allein Ahndung der Knechtschaft und der Zerstörung ihrer Stadt; sondern auch Reue über die schmäbliche

Läden versehen, die sich durch gewisse Maschinen aufziehen ließen, und den Soldaten, die sich auf den Stockwerken mit Schießsen beschäftigten, zur Schutzwehr dienten. Denn sie wurden, um die Gewalt der auf sie geschleuderten Steine zu schwächen, mit Häuten überzogen und dann mit Wolle ausgestopft. Jedes Stockwerk hatte zwey breite Treppen, von denen die Eine zum Hinauftragen der nothwendigen Dinge, die Andere zum Herabgehen diente, damit alle Geschäfte ohne Verwirrung verrichtet werden konnten. Zum Fortrücken der Maschine wurden aus dem ganzen Heere 3400 der stärksten Soldaten auserlesen. Ein Theil derselben stand innerhalb der Maschine, der andere aber an der Hinterseite, und so bewegten sie sie vorwärts, welches ihnen jedoch durch die künstliche Einrichtung derselben erleichtert wurde.“ Die in *Hist. de Polybe par Folard T. 2. p. 554.* befindliche Abbildung der Helepolis ist nichts weniger als getreu.

Kränkung, welche sie dem Diognet angethan hatten: Sie warfen sich ihm also zu Füßen und fleheten ihn um Rettung des Vaterlandes an.

Anfangs wollte er ihren Bitten nicht nachgeben; als aber die freygebornen Jungfrauen und Jünglinge samt den Priestern zu ihm kamen und Abbitte thaten, sagte er ihnen unter dem Bedinge seine Hülfe zu: Dafs, falls er die Maschine eroberte, sie sein eigen seyn sollte.

Diefs ausgemacht, liefs er die Mauer auf der Seite, wo die Maschine anrückte, durchbrechen, und befahl: Alles, was öffentlich oder in den Häusern der Bürger an Wasser, Mist und Koth vorhanden sey, durch die gemachte Öffnung, vermittelst Rinnen, vor die Mauer hinaus zu schütten. Da nun die Nacht hindurch eine ungeheure Menge Wasser, Mist und Koth hinaus gegossen wurde, so konnte folgenden Tags die Helepolis sich der Stadtmauer nicht nähern, sondern versank im Moraste so tief, dafs sie weder vor - noch rückwärts kommen konnte.

Demetrius erkannte nun durch Diognets Klugheit sein Vorhaben vereitelt, hob die Belagerung auf, und segelte mit seiner Flotte davon.

Itzt machten die Rhodier dem Diognet öffentliche Danksagungen, dafs er durch sein Genie die Stadt von der Eroberung befreyet hatte; und überhäuften ihn mit allen möglichen Ehrenbezeugungen und Beweisen ihrer Erkenntlichkeit. Er aber zog die Helepolis in die Stadt und stellte sie da öffentlich auf, mit der Inschrift:

Diognet dem Volke von der Beute zum Geschenk.  
So kommt es bey der Vertheidigung nicht sowohl auf Maschinen, als auf Überlegung an!

Ferner, als vor Chius der Feind auf der Flotte Sambuken<sup>p)</sup> zurüstete, warfen die Chier gleichfalls bey Nacht Erde, Sand und Steine ins Meer vor der Stadtmauer: Als nun mit des Tages Anbruche die feindlichen Schiffe anrückten, liefen sie auf die unterm Wasser

p) „Die Maschine, Sambuka genannt, — sagt Polybius VIII. 3 — ist also beschaffen: Man verfertigt eine Leiter welche 4 Fuls breit und, wenn sie aufgerichtet steht, so hoch als die Mauer ist. Beyde Seiten derselben werden mit Geländern versehen, welche von einem hohen Dache beschirmt werden. Darauf legt man sie auf die zusammengefügte Seiten zweyer mit einander verbundener Schiffe, gleichfalls auf die Seite, so dals sie weit über die Schiffsschnäbel hinausragt. An der Spitze aber der Mastbäume bringt man Kloben mit Zugseilen an. Sobald der Gebrauch es nun erfordert, so knüpft man die Seile vorn an die Leiter fest und läßt damit Leute, auf dem Hintertheile des Schiffes, die Maschine in die Höhe ziehn, indem zugleich andere, auf des Schiffes Vordertheile, sich mit Stangen und Hehebäumen bemühen zur Aufrichtung und Emporhaltung derselben beyzutragen. Nachdem man nun, vermittelt der Ruder auf den beyden äußeren Seiten der Schiffe, sich dem Lande genahet, so sucht man die Schiffe welche die Maschine tragen, ganz dicht an die Mauer hinan zu treiben. Ferner ist oben an die Leiter ein Bret angefügt, welches von drey Seiten mit Sturmdächern beschirmt ist. Vier darauf postierte Mann kämpfen daselbst gegen die auf der Stadtmauer, welche das Anlegen der Sambuka zu verhindern trachten. Siegen jene und wird die Sambuka angelegt, so werfen sie die Hürden zu beyden Seiten weg, und springen in die Basteien und Thürme hinein. Andere folgen ihnen sofort auf der Sambuka nach, und zwar ohne alle Gefahr, da der Fufs derselben unten auf beyden Schiffen aufsteht und mit Tauen befestiget ist. Übrigens führt diese Maschine sehr mit Recht den Namen Sambuka; weil, wenn sie aufgerichtet steht, die Figur des Schiffs und der Leiter, welche beyde nur Einen Körper ausmachen, der Figur des musikalischen Instruments, welches denselben Namen führt, gleichet.“

Es gab aber noch eine andere Art von Sambuka. Diese war auf den Belagerungsthürmen üblich und stellte eine Zug- oder Fallbrücke vor. Vegetius IV. 21. beschreibt sie also: „Die Sambuka hat den Namen von ihrer Ähnlichkeit mit der Zither; denn, gleichwie die Saiten an der Zither, so verhalten sich an dem Balken, welcher neben den Thurm gestellt wird, die Seile, woran das Obertheil der Brücke über Kloben herabgelassen wird, so dals es auf die Mauer niederfällt (*descendat*; also lese ich mit *Stewechius*, anstatt *ascendat*,) wo denn plötzlich aus dem Thurme Soldaten hervorstürzen, darüber laufen, und die Stadtmauer erobern.“

entstandenen Sandbänke so fest auf, daß sie sich weder der Mauer zu nahen, noch zurück zu ziehen vermochten; sondern mit Brandpfeilen — *malleoli* — beschossen und verbrannt wurden.

Auch bey Belagerung von Apollonia dachten die Belagerer durch eine gegrabene Mine unvermuthet einzudringen. Es wurde den Apolloniern verrathen, die über diese Nachricht in die höchste Verwirrung geriethen. Sie wußten vor Furcht nicht, welche Maafsregeln sie ergreifen sollten, und ließen den Muth ganz sinken, da sie weder wußten wann, noch wo der Feind hervorbrechen würde. Endlich hatte Trypho, ein Alexandriner, welcher daselbst Baumeister war, den Einfall, innerhalb der Ringmauer mehrere Minen anzulegen. Diese führte er bis ungefähr einen Pfeilschuß weit jenseits der Stadtmauer, und hing in einem jeden Gang küpferne Gefäße auf. Plötzlich fingen in einer dieser Gruben, welche gerade über des Feindes Mine war, die küpfernen Gefäße von den Schlägen der eisernen Werkzeuge — *ferramentum* — wieder zu tönen an. Nun war die Richtung der Mine entdeckt, durch welche der Feind die Stadt zu überfallen gedachte! Man bereitete sofort Kessel mit siedendem Wasser und Pech, ingleichen mit Menschenkoth und glühendem Sande, um die Feinde von oben herab damit zu überschütten. Nachts aber schlug man viele Löcher ein, goß plötzlich obige Materialien hindurch, und tödtete alle in dem Werke befindliche Feinde.

Endlich, bey der Belagerung von Massilien wurden mehr als dreyßig Minen gezogen. Die Massilier geriethen auf Verdacht, und gruben den ganzen Graben, welcher sich vor der Stadtmauer befindet, so tief aus, daß darin nothwendig alle Minen ausgehen mußten. An den Orten, wo kein Graben hatte gemacht werden können, gruben sie innerhalb der Mauer, dem Orte gegenüber, wo die Mine gezogen wurde, einen Schlund — *barathrum* — von sehr beträchtlicher Länge

und Tiefe, gleich einem Bassin, aus; und füllten denselben mit Wasser aus den Brunnen und dem Hafen an. So wie irgendwo eine Mine eröffnet wurde, so drang nun mit Gewalt eine große Menge Wassers hinein und rifs die Stützen nieder; so daß alle diejenigen, welche sich darin befanden, sowohl durch das Wasser, als durch der Mine Einsturz, um das Leben kamen. Auch als der Mauer gegenüber ein Wall — *agger* — sollte aufgeführt werden, und bereits Bäume gefällt und eingeschlagen waren, von den Arbeitern auch schon Erdreich darzwischen aufgeworfen wurde — *exaggerare*: — steckten sie die ganze Schanze, vermittelt von Balisten darauf geworfener, glühender, eisernen Pfähle in Brand. Zuletzt, als die Sturmbock-Schildkröte gegen die Stadtmauer anrückte, um sie zu bestürmen, liefsen sie ein Seil hernieder, warfen um den Sturmbock eine Schlinge, trieben vermittelt eines Rades eine Winde um, zogen des Sturmbocks Kopfstück empor, und verhinderten also, daß er die Mauer nicht berühren konnte. Mit Hülfe von Brandpfeilen und Balistenschüssen zerstörten sie darauf die ganze Maschine.

Auf solche Weise wurden diese Städte, nicht allein ohne alle Maschinen, sondern sogar gegen Maschinen, einzig und allein durch das Genie ihrer Baukünstler von der Eroberung befreyet!

## B E S C H L U S S.

In diesem Buche habe ich nach Fähigkeit die Beschaffenheit aller Friedens - und Kriegsmaschinen, welche mir vorzüglich brauchbar scheinen, entwickelt; in den vorhergehenden neun Büchern aber alles, was nur im Allgemeinen und insbesondere zur Baukunst gehört, abgehandelt. Es sind also diese zehn Bücher ein Inbegriff aller Theile der Architektur.

---

ENDE DES VITRUVIUS BAUKUNST.

VITRUVISCHES

