

Universität zu Köln

SS 2017

Historisches Institut

Alte Geschichte

## **Caesars Rheinübergang (B. G. 4, 16ff.)**

von: Daniel Hinz  
51789 Lindlar  
[dhinz1@uni-koeln.de](mailto:dhinz1@uni-koeln.de)

## Inhaltsverzeichnis

1. Historischer Kommentar zu Caesar B. G. 4.16 – 4.19 .....	3
1.2 BG 4.17 .....	3
2. Rekonstruktion der Rheinbrücke Caesars .....	11
2.1 Bau der Brücke Schritt für Schritt.....	11
Abbildungsnachweis .....	32
Quellenverzeichnis .....	33
Literaturverzeichnis.....	35
Anhänge, Karten und Tafeln .....	39

## 1. Historischer Kommentar zu Caesar B. G. 4.16 – 4.19

Für den historischen Kommentar wird die zweisprachige Tusculum-Ausgabe des *bello Gallico* von O. Schönberger im Abgleich mit dem Kommentar zum vierten Buch von M. Rambaud verwendet<sup>1</sup>.

Anzumerken bleibt noch, dass die technischen Begriffe in BG 4.17 hier im Kommentarteil zuerst nur in ihrer grundlegenden Bedeutung besprochen werden. Die Diskussion strittiger Begriffe im Detail erfolgt dann unter Berücksichtigung der diversen bisherigen Rekonstruktionen in Kapitel 2.

Für eine bessere geographische Übersicht insbesondere zu den hier genannten germanischen Stämmen s. Karte 1<sup>2</sup>.

### 1.2 BG 4.17

**2 *propter latitudinem rapiditatem altitudinemque fluminis*** Da die erste Rheinüberquerung Caesars in Zusammenhang mit der Ausdehnung des Gebietes der Ubier steht, muss man sich den Mittelrhein für den Brückenschlag genauer anschauen. Dieser Abschnitt des Rheins fließt durch das Rheinische Schiefergebirge und geht etwa von der Nahemündung am südlichen Ende bis zur Siegmündung gegenüber von Bonn im Norden. Durch diese seitliche Begrenzung des Mittelrheintals mit seinem Terrassensystem sind auch die Laufveränderungen des Rheins hier sehr gering gewesen, anders wie z.B. am Niederrhein<sup>3</sup>. Die eigentliche großflächige Regulierung und Schiffbarmachung fand dann ab 1851 mit Gründung der Preußischen Rheinstrombauverwaltung statt; bis dahin fanden wenn überhaupt nur Uferbebauungen,

---

<sup>1</sup> Schönberger, *Bello Gallico* 2013 und Rambaud, *Liber quartus* 1967. Schönberger bietet auf 699 eine Übersicht zu anderen Überlieferungen dieser vier Kapitel. Die Unterschiede sind dabei allerdings marginal und verändern den Sinn nicht, sodass ich mich nur auf die aktuelle Tusculum-Ausgabe beziehen werde.

<sup>2</sup> Diese Karte ist auf Grundlage der im Folgenden herausgearbeiteten geographischen Einordnungen der Stämme erstellt worden. Als Basis diente die leere Rheinkarte von d-maps.com ( <http://d-maps.com/m/europa/rhenanie/rhenanie03.pdf>, zuletzt abgerufen am 28.09.2017) zusammen mit der Open Source Reliefkarte von <https://maps-for-free.com/> (zuletzt abgerufen am 28.09.2017) und dem freien Bildbearbeitungsprogramm Gimp 2.8 erstellt worden.

<sup>3</sup> Vgl. Herger/Roggenkamp, *Rekonstruktion römischer Wasserstände* 2014, 17. S. auch ebd. 35 und Tafel 1, Abb. 1 die Analyse der massiven Lautveränderungen bei Xanten, wo der Rhein eben keine seitliche Begrenzung durch massives Gebirge hat. S. zum Terrassensystem Fischer, *Tallandschaften* 1991, 15f. und einem Querschnitt ebendieses Tafel 1, Abb. 2. Weiterhin ist der Aufsatz von Jens Franzen über die geologische und morphologische Entwicklung des rheinischen Flusssystemes äußerst interessant, würde aber an dieser Stelle zu weit führen, weswegen hier nur auf Franzen, *Flußsystem* 2002, 408-423 verwiesen sei.

jedoch noch keine Baggerungen statt<sup>4</sup>. Dankenswerter Weise sind hier vor den Baggerarbeiten ausführliche Bestandsaufnahmen gemacht worden. Im Abschnitt des Neuwieder Beckens besteht der Grund des Rheins aus Kies, welcher eine ziemlich widerstandsfähige Oberfläche bildet und gleichzeitig sich gern in Kiesbänken anhäuft, die je nach Wasserstand trocken liegen. Ab der Stromspaltung am Weißenthurmer Werth bis Andernach befinden sich dann oftmals Felsbrocken im Flussgrund<sup>5</sup>.

Der Rhein weist hier eine Breite von knapp 400m direkt vor und nach dem Urmitzer und Weißenthurmer Werth auf. Dazwischen und auch zwischen Graswerth und Engers ist der Rhein damals mit ca. 350m etwas schmaler. Zu Anfang des Neuwieder Beckens liegt weiterhin ein hohes Gefälle vor, welches im Verlauf nach Andernach etwas abnimmt, aber dennoch für eine starke Strömung sorgt<sup>6</sup>. Die durchschnittliche Tiefe des Rheins bei gemitteltem Niedrigwasser beträgt im Sommer 1896 bei Koblenz ca. 4,6m, bei Sankt Sebastian (kurz vor Engers) ca. 4,8m, bei Urmitz ca. 3,5m und bei Weißenthurm ca. 4,4m<sup>7</sup>. Die Hochwasserwerte liegen ca. 2m, die der Hochwasserkatastrophe von 1882 sogar um 8m höher. Heutige Abflussrekonstruktionen ergeben, dass der Rhein in der Antike weniger Wasser geführt hat und dementsprechend einen 1,5m – 2m niedrigeren Wasserstand im Durchschnitt am Mittelrhein geführt hat, wohingegen er am Niederrhein um die gleiche Zahl höher lag, da hier der Rhein sich noch nicht so tief in seine Flusssohle eingeschnitten hatte wie heute<sup>8</sup>. Vor diesem Hintergrund würde die durchschnittliche Wassertiefe im Neuwieder Becken ca. 3m – 3,5m betragen haben.

---

<sup>4</sup> Vgl. Jasmund, Rheinstrombauverwaltung 1901, 2 und ausführlich zur Entwicklung der Rheinregulierung in verschiedenen Stadien ebd. 13-50. Baggerungen im großen Stil fanden demnach erst vermehrt ab 1857 statt (ebd. 31). Frühere, kleinere und per Handbagger ausgeführte Arbeiten wurden demnach nur im äußersten Notfall durchgeführt und dann auch nur am Uferbereich.

<sup>5</sup> Ebd. 87. Verdeutlicht werden die Problematik der Kiesbänke durch die Tiefenkarten auf Tafel 2. Zwar stammt hier nur der Bereich um Engers von 1855, dennoch ist auf den anderen Karten bis auf eine Fahrrinne seitdem nicht weiter ausgebagert worden.

<sup>6</sup> Ebd. Zu den damaligen Flussbreiten s. auch nochmal Tafel 2.

<sup>7</sup> Vgl. Tafel 3. Diese Abbildung zeigt sehr anschaulich, wie stark das Gefälle des Rheins ab Koblenz ansteigt und erst bei Andernach flacher wird. Dementsprechend schnell muss der Rhein fließen und einem Beobachter wie Caesar als reißend erscheinen, während an den nachfolgenden Stellen das Gefälle um mehrere Grad abnimmt (s. die von mir eingezeichneten roten Linien in Tafel 4).

<sup>8</sup> Vgl. Herger/Roggenkamp, Rekonstruktion römischer Wasserstände 2014, 54f. und Tafel 5.

**3 *rationem pontis hanc instituit*** Caesar will mit diesem Ausspruch ausdrücken, dass er eine neue Art und Weise beim Bau der Brücke verwendet, die er im Folgenden zu beschreiben gedenkt<sup>9</sup>.

***tigna bina sesquipedalia*** Ein *tignum* ist ein hölzerner Balken oder Pfahl, welcher zumeist – auch in Abgrenzung von Querträgern (*trabs*, s.u.) – als tragendes Element im Dachgebälk dient. Dabei können *tigna* behauen sein, es gibt sie aber auch in runder Form<sup>10</sup>. In Anbetracht der kurzen Zeit, die Caesar für den Bau der Brücke angibt, dürften sie nur an ihren Verbindungsstellen und an der Spitze behauen gewesen sein. Aber ihm scheint es hier auch mehr um das Prinzip und die schräge Ausrichtung, als um eine genaue Beschreibung der *tigna* zu gehen. Für diese gibt er weiterhin mit *sesquipedalia* dabei die Breite von 1½ Fuß an, also 44,4cm<sup>11</sup>.

***paulum ab imo praeacuta*** Die *tigna* sind unten ein wenig zugespitzt, damit man sie besser im Flussgrund rammen kann<sup>12</sup>.

***dimensa ad altitudinem fluminis*** Wie bereits zu BG 4.17.2 geschrieben, handelt es sich um eine durchschnittliche Tiefe im Sommer 1896 von ca. 4,5m – 5m. Nimmt man jetzt noch die Rekonstruktion der antiken Wasserstände und Caesars Angabe, dass im Spätsommer von dort in Richtung Kanalküste zog, so kommt man vermutlich auf eine antike Wassertiefe von 3m – 3,5m<sup>13</sup>. So lang müssen die *tigna* also mindestens gewesen sein. Um genügend Puffer bei plötzlichem Hochwasser und auch zum Befestigen im

---

<sup>9</sup> Vgl. z.B. Rambaud, *Liber quartus* 1967, 90 *César va insister sur les aspects originaux de cette technique*. und Dittenberger/Kraner, *Bello Gallico* 1960, 315. „das neue, eigenartige Verfahren, das er bei dem Brückenbau anwandte, war folgendes“.

<sup>10</sup> Vgl. Vgl. Blümner, *Technologie und Terminologie* 1879, 304 und vor allem Vitruv *de arch.* 4.2.1 *trabes enim supra columnas [...] in contignationibus tigna et axes*. Ebenfalls zur Nutzung im Dachstuhl Vitruv *de arch.* 6.8.8 *namque de tegulis aut tignis aut asseribus mutandis non est (axes* meint hierbei Dachsparren oder flache Bretter, die auf den *tigna* befestigt werden, worauf dann die *tegulae* gelegt werden). *Edb.* 6.3.1 findet sich in Kombination mit *tigna* auch noch deren angewinkelte Stellung *ad angulos tignorum intercurrentes*. Dass *tigna* auch rund sein können, findet sich wörtlich in *de arch.* 10.6.1 *tignum sumitur [...] id ad circum rotundatur*. Auch werden *tigna* zum Bau von Krähen benutzt, die in ihrer Endposition ebenfalls schräg stehen (s. *ebd.* 10.2.1).

<sup>11</sup> Vgl. zu dieser Längenangabe und auch den folgenden die Übersicht der Längenmaßen Anhang 1. Diese beruht auf dem Kapitel von H. Nissen über Metrologie im Handbuchs der klassischen Altertumswissenschaft von 1892 (vgl. Nissen, *Metrologie* 1892, 835-848). Zu *sesquipes* als 1½ Fuß (also auch zugleich eine Elle) siehe *ebd.* 865. So scheint das lateinische Wort für Elle – *cubitus* – nur in Abhängigkeit griechischer Vorgänger verwendet werden und *sesquipes*, wenn es sich um einen rein römischen Bezug und Maßangaben handelt. Die dort weiter aufgeführten Maßeinheiten, insbesondere die der uns interessierenden römischen, gelten nach wie vor als unangefochten und werden auch z.B. im DNP verwendet (DNP s.v. Maße).

<sup>12</sup> Wörtlich: die vom untersten her vorne ein wenig angespitzt worden sind.

<sup>13</sup> Vgl. Herger/Roggenkamp, *Rekonstruktion römerzeitlicher Wasserstände* 2014, 54f. und Tafel 5. Zur Angabe Caesars BG 4.20.1 *exigua parte aestatis reliqua*.

Flussgrund zu haben, dürften die *tigna* somit zwischen 6m und 7m lang gewesen sein, wegen ihrer Schrägstellung vermutlich noch etwas länger. Da Caesar jedoch keine allgemeingeltende Angabe zur Länge gemacht hat, sind sie der Tiefe an der jeweiligen Stelle angepasst worden<sup>14</sup>.

**4 *intervallo pedum duorum inter se iungebat*** Die *tigna* werden in einem Abstand von zwei Fuß, also 59,2cm, miteinander verbunden<sup>15</sup>. Dies muss eine starre Verbindung sein, welche den Abstand von zwei Fuß aufrechterhält, da in diesem Zwischenraum die ebenso breiten *trabes* eingesetzt werden müssen (s. unten zu 4.17.6).

***haec cum machinationibus immissa in flumine defixerat*** Im 19. Jhd. wurde der Begriff *cum machinationibus* gerne als Maschine im pioniertechnischen Sinne für ein oder mehrere zusammengebundene Fahrzeuge (zumeist Boot oder Flöße) übersetzt, von denen dann die Böcke einer Pionierbrücke hinabgelassen worden sind<sup>16</sup>. In der Antike findet sich aber keine solche Bedeutung, vielmehr beschreibt Vitruv, der immerhin an Caesars Feldzug in Gallien beteiligt war<sup>17</sup>, eine *machina* als solches: *machina est continens e materia coniunctio maximas ad onerum motus habens virtutes*<sup>18</sup>. Eine *machina* besteht also aus Verbindungen, die es zusammen ermöglichen, schwere Lasten zu bewegen und dient zugleich als Überbegriff für solche Konstruktionen. Diese haben aber oftmals eigenständige Namen, wie zum Beispiel der Flaschenzug<sup>19</sup>. Der Begriff *machinatio* scheint dabei eher das Funktionsprinzip der jeweiligen Maschine in den Vordergrund zu stellen, den zugrundeliegenden Mechanismus, wie etwa den Auftrieb bei Schiffen, die Funktion des Rads, die Möglichkeit, schwere Lasten heben zu können, usw.<sup>20</sup>. Da aber gerade solche Dinge wie Auftrieb und Räder zum alltäglichen Leben gehören, sind für Vitruv vor allem jene Vorrichtungen Maschinen, welche es ermöglichen Steigungen zu bewältigen, durch Druck (Pneumatik) betrieben werden und schwere Lasten heben, aber

---

<sup>14</sup> Auf Tafel 3 sieht man sehr deutlich, wie stark mitunter die Tiefen im Neuwieder Becken variieren können – sofern der Übergang dort stattgefunden hat (s. dazu ausführlich Kapitel 3).

<sup>15</sup> Vgl. Nissen, *Metrologie* 1892, 836 und 864. Ein Fuß sind dabei 29,6cm.

<sup>16</sup> Vgl. z.B. Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke* 1899, 487.

<sup>17</sup> S. dazu Fritz, *Vitruv* 1995, 6 und DNP s.v. *Vitruvius* [2].

<sup>18</sup> Vgl. *Virtuv de arch.* 10.1.1.

<sup>19</sup> Einen solchen beschreibt Vitruv dann in *de arch.* 10.2.1 als *rechamus* (Block) in dem sich zwei *orbiculi* (Scheiben) auf *axiculi* (Achsen) bewegen. Man hat hier drei unterschiedliche Arten von Gegenständen, die es zusammengesetzt ermöglichen, eine schwere Last leichter oder überhaupt heben zu können.

<sup>20</sup> Vgl. ebd. 10.1.5. Für Vitruv sind Räder, aber auch Schiffe *inventae essent machinationes*. In 10.16.2. verwendet Vitruv dann auch *machina* und *machinatio* im gleichen Satz, um Funktionsprinzip und darauf beruhender Maschine auseinanderzuhalten.

auch wieder sicher absetzen können<sup>21</sup>. Vor allem wird bei diesen Arbeiten keine Handarbeit direkt ausgeübt, sondern deren Kraft über die jeweilige Vorrichtung übertragen (z.B. über den Flaschenzug). In welche Kategorie passt nun Caesars Maschine? Das Funktionsprinzip dieser Maschine ermöglicht, dass die *tigna bina* im Fluss *defixerat* werden, also nicht nur hinabgelassen werden, sondern zugleich im Flussgrund hinein befestigt werden. Den Namen einer solchen Maschine liefert Caesar im nächsten Halbsatz.

***festuculisque adegerat*** Dies ist der Name der Maschine und meint eine Ramme. Und gerade weil *machinatio* den Hinweis gibt, dass es sich um eine Konstruktion handeln muss anstatt einer Handramme, scheint der Prozess des Befestigens der *tigna bina* im Fluss durch eine Rammmaschine durchgeführt worden zu sein<sup>22</sup>.

***non sublicae modo drecte ad perpendicularum, sed prone ac fastigate*** Das Wort *sublica* setzt sich vermutlich aus den beiden Teilen *sub* und *liquor* zusammen, was dann soviel wie „der unter Wasser befestigte Pfahl“ bedeutet und steht für einen Brückenpfahl, der im Normalfall senkrecht eingerammt wird<sup>23</sup>. Doch die *tigna bina* werden eben nicht auf die Art und Weise senkrecht (*drecte ad perpendicularum*) wie *sublicae* eingerammt, sondern vorwärts geneigt (*prone*) wie bei einem Giebel (*fastigate*). Caesar scheint auch gerade deswegen für die *tigna bina* nicht den Begriff *sublicae* zu verwenden, damit dem Leser hier ganz klar wird, dass keine senkrechten Pfähle zum Einsatz kommen. Gleichzeitig meint *tigna* normalerweise einen schrägen Teil des Dachgebälks, sodass der Leser auch sofort ein Bild vor Augen hat, wie Caesar das gemeint haben könnte.

***ut secundum naturam fluminis procumberent*** Das erste Paar der in den Rhein gelassenen *tigna bina* ist entlang der Fließrichtung des Rheins flussabwärts geneigt.

***5 his item contraria duo ad eundem modum iuncta intervallo pedum quadragenum ab inferiore parte contra vim atque impetum fluminis conversa statuebat*** Nachdem zuerst

---

<sup>21</sup> Vgl. ebd. 10.1.1-3.

<sup>22</sup> Eine Zugramme wird in Kapitel 2 nochmal gesondert besprochen. Gesagt sei an dieser Stelle, dass eine solche mit großem Erfolg rekonstruiert und ausgetestet worden ist (vgl. Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 99). Zwar konnten bis jetzt noch keine Überreste einer Zugramme gefunden werden, allerdings findet sich bei Vitruv in de arch. 3.4.2 bei der Herstellung eines Pfahlrostes, um schwere Fundamente in weichem Boden vor dem absacken zu schützen, der Ausdruck *sublicaeque machinis adigantur* – alles Begriffe, die uns auch bei Caesar in diesem Kapitel begegnen. Nur findet sich hier bei Vitruv dann auch der direkte Bezug zwischen rammen und einer Maschine, die vermutlich bei Caesar *festucula* genannt wird. Dies zeigt, dass Rammmaschinen in der Antike generell bekannt waren und bei Bauprojekten benutzt worden sind.

<sup>23</sup> Vgl. dazu auch Dittenberger/Kraner, Bello Gallico 1960, 316. Caesar lässt allerdings schon in BG 4.17.9 *sublicae* auch schräg verwenden.

die flussabwärts geneigten *tigna bina* eingelassen und im Flussgrund befestigt worden sind, folgen jetzt im Abstand von 40 Fuß, also 1184cm oder 11,84m, unterhalb (= flussabwärts) des ersten Paares ein weiteres Paar *tigna bina*. Dieses zweite Paar ist nun aber entgegen der Flussrichtung geneigt, das obere Ende zeigt also flussaufwärts zum ersten Paar<sup>24</sup>.

**6 haec utraque insuper bipedalibus trabibus immisis** Zwischen den beiden Paaren der *tigna bina* wird nun von oben eine *trabs* herabgelassen<sup>25</sup>. Eine *trabs* meint dabei einen wenig oder gar gänzlich unbehauenen Baumstamm aus Holz. Doch kommt es wieder nicht so sehr auf das Aussehen an, sondern vor allem auf die Funktion der *trabes* als Querträger, die wiederum selbst getragen werden – so wie es hier der Fall ist<sup>26</sup>.

**quantum eorum tingorum iunctura distabat** Hier wird nochmal der bereits schon in BG 4.17.3 genannten Abstand der *tigna bina* aufgenommen, nämlich zwei Fuß, also 59,2cm, indem jetzt der ebenso breite *trabs* passend eingelassen wird. Man könnte hierin aber auch eine Angabe sehen, um wie viel (*quantum*) die *trabes* jeweils herabgelassen werden<sup>27</sup>.

**binis utrimque fibulis ab extrema parte distinebantur** Dies ist wohl der umstrittenste Abschnitt der ganzen Beschreibung. Denn damit beide *tigna bina* und der *trabs* fest sitzen und nicht verrutschen können, die *tigna bina* also überhaupt auseinandergehalten und vorm Umfallen bewahrt werden, brauchen sie noch eine sichernde Verbindung. Dies geschieht an beiden Enden mit je zwei *fibulae*. Was genau eine *fibula* hier ist, ob es sich um eine Klammer, einen Bolzen oder Nagel handelt oder wie die *fibulae* funktionieren, wird von Caesar nicht weiter präzisiert<sup>28</sup>.

**7 quibus disclusis [...] tenerentur** Caesar beschreibt nun, was seine Konstruktion so besonders macht und warum er sie so gewählt hat. Indem die gegenübergestellten *tigna*

---

<sup>24</sup> Diese und die vorherige Angabe ist wichtig für die Reihenfolge des Brückenbaus und wird in Kapitel 2 nochmal aufgenommen werden müssen. Leider gibt Caesar hier keine Angabe, von wo er die 40 Fuß gemessen hat, sodass in Kapitel 2 nochmal darauf eingegangen wird.

<sup>25</sup> Wörtlich: „von oben herab hineingelassen“. Dafür muss der Holm (*trabs*) natürlich zuerst hochgehoben worden sein. Hier sind wir dann wieder bei der Bedeutung von *machina* als Hebevorrichtung.

<sup>26</sup> Vgl. Blümner, Technologie und Terminologie 1879, 303f. und Vitruv de arch. 4.2.1 *trabes enim supra columnas [...] in contignationibus tigna et axes*. Die vertikale Nutzung von *trabs* findet sich auch an verschiedenen weiteren Stellen, so z.B. in de arch. 2.1.4 beim Bau einer Art Blockhütte.

<sup>27</sup> Denn diese Angabe fehlt noch, während dem Leser schon seit Beginn der Beschreibung bekannt ist, wie weit beide *tigna* voneinander befestigt worden sind und es auch keine große Logik bedarf, dass man eine zwei Fuß breite *trabs* nur in eine entsprechend breite Lücke herablassen kann (vgl. dazu auch mit philologischer Argumentation nach Menge Schleusinger, Studie 1884, 32-35).

<sup>28</sup> Die verschiedensten Positionen werden ebenfalls ausführlich in Kapitel 2 behandelt.

*bina* durch einen *trabs* als Holm verbunden worden sind, entsteht ein Bock. Der Rhein strömt nun zuerst gegen die flussaufwärts in Flussrichtung geneigten *tigna bina*. Diese werden durch den *trabs* und den flussabwärts gesetzten und gegen die Flussrichtung geneigten *tigna bina* aufrecht gehalten. Gleichzeitig überträgt sich die Kraft der Strömung über die ersten *tigna bina*, die ja durch ihre Neigung umfallen möchten, auf den *trabs* und letztlich von dort auf die entgegen geneigten *tigna bina*, die nun fester in den Flussgrund gedrückt werden. Und hier zeigt sich nun die Einfachheit aber auch Genialität dieser Konstruktionsweise: Die talseitigen *tigna bina* werden so lange auf den Flussgrund gedrückt, bis dieser nicht mehr nachgibt und die *tigna bina* fest stehen. Ab diesen Zeitpunkt entsteht ein Kräftegleichgewicht, frei nach Newtons drittem Gesetz: *actio = reactio*. *Actio* ist die Kraft des Flussstroms übertragen durch die bergseitigen *tigna bina* über die *trabs* auf die talseitigen *tigna bina* und den Flussgrund. Dieser gib ja nun nicht mehr nach und „stemmt“ sich mit gleicher Kraft als *reactio* gegen die talseitigen *tigna bina*. Nun dreht sich das ganze System um. Die Kraft der *reactio* überträgt sich über die talseitigen *tigna bina* und *trabs* auf die bergseitigen *tigna bina* und drückt jetzt wiederum diese fester in den Flussgrund. Dieses Wechselspiel findet solange statt, bis beide *tigna bina*-Paare Kraft der Natur fest und unbeweglich stehen. Oder wie Caesar es ausdrückt: *tanta erat operis firmitudo atque ea rerum natura*<sup>29</sup>.

**8 *haec directa materia iniecta contexebantur*** Die so entstandenen Böcke aus zwei Paaren *tigna bina* und einer *trabs* werden nun verbunden (*contexebantur*). Dafür werden im rechten Winkel (*directa*) zu den *trabs* Bauhölzer (*materia*) gelegt, die von einem Bock zum nächsten reichen<sup>30</sup>.

***et longuriis cratibusque consternebantur*** Die Streckbalken (*directa materia*) müssen nun mit Stangen und Flechtwerk bedeckt werden, um die Lücken zwischen den einzelnen Streckbalken zu verschließen<sup>31</sup>.

---

<sup>29</sup> Vgl. zu Newtons Gesetzen jede beliebige Physikformelsammlung. Hier benutzt wurde Kuchling, Taschenbuch der Physik 2004, 101. Des Weiteren kann man das hier entstandene System ebenfalls mit dem Energieerhaltungssatz und dem Impulserhaltungssatz beschreiben (ebd. 114 und 119).

<sup>30</sup> Den Ausdruck *directa* nutzt Caesar auch an anderer Stelle zur Beschreibung eines rechten Winkels (vgl. BG 7.23.1). *materia* lässt sich wiederum nicht genauer bestimmen, Vitruv beschreibt sie z.B. in de arch. 4.2.1 als Oberbegriff jeglicher Art an Bauholz eines Bauwerks. Caesar nutzt hier diesen Begriff vermutlich als Abgrenzung zu den tragenden *trabs*. Welchen Querschnitt diese haben ist nicht weiter angegeben, jedoch damit dünner als die *trabs* aber dicker als die folgenden *longurii* (siehe dazu auch Überlegungen in Kapitel 2).

<sup>31</sup> Die Streckbalken müssen von Holm zu Holm reichen und dort aufliegen. Damit aber auch Platz für die Streckbalken zum nächsten Holm existiert, brauchen sie eine Lücke von mindestens der Dicke eines

**9 ac nihilo setius sublicae et ad inferiorem partem fluminis oblique agebantur, quae pro ariete subiectae** Zur Sicherheit lässt Caesar dennoch weitere Pfähle unterhalb der Brücke zur Unterstützung (*pro arie subiectae*) einschlagen<sup>32</sup>. An dieser Stelle zeigt sich wie schon zu 4.17.4 erwähnt, dass *sublicae* durchaus auch schräg eingerammt werden können, dies aber nicht der Normalfall zu sein scheint. Auch können diese *sublicae* als normale, senkrechte Jochpfähle zwischen den *tigna bina*-Paaren eingeschlagen worden sein, da hier der Ort mit *ad inferiorem partem fluminis* (also flussabwärts der Brücke) angegeben wird und *oblique* als Adverb zu *agebantur* die Richtung angibt, in welche die *sublicae* getrieben werden: nämlich schräg.

**cum omni opere coniunctae vim fluminis exciperent** Die schrägen *sublicae* sind mit den einzelnen Böcken der Brücke verbunden worden, sodass sie neben den talseitigen *tigna bina* eine zusätzliche Unterstützung bei zu starker Strömung geben.

**10 et aliae item supra pontem mediocri spatio** Wichtig ist, dass *aliae* sich immer noch auf *sublicae* bezieht, es sich also um in der Regel senkrechte Pfähle handelt. Diese sind nun oberhalb (= flussaufwärts) der Brücke in geringer Entfernung (*mediocri spatio*) eingelassen<sup>33</sup>. Er nennt sie weiterhin Verteidiger (*defensores*).

**ut si arborum trunci sive naves deiciendi operis cause essent a barbaris missae** Caesar führt diese Sicherungsmaßnahmen aus Sorge vor sabotierenden Aktionen der angrenzenden Barbaren durch. Als *barbaris* kommen hier eigentlich nur die Treverer in Frage, welche gegenüber den Ubier zu finden sind<sup>34</sup>.

---

Streckbalkens zum nächsten. Diese Lücken verschließen die *lingurii* und *crates*, sodass man ohne Gefahr eines Einsackens darüber marschieren kann.

<sup>32</sup> Cicero nutzt diesen Ausdruck in *Topica* 64 ebenfalls als Metapher um eine schwache Anklage abzustützen (s. bei Rambaud, *Liber quartus* 1967, 94 *en guise d'étai*). Wörtlich heißt es übersetzt „etwas gegen einen Rammbock vorschieben/erwidern“.

<sup>33</sup> Caesar gibt hier leider keine genaue Längenangabe, sodass hierauf in Kapitel 2 erneut eingegangen werden muss.

<sup>34</sup> S. dazu ausführlich Kapitel 3.2.

## 2. Rekonstruktion der Rheinbrücke Caesars

### 2.1 Bau der Brücke Schritt für Schritt

In BG 4.17 (s. dazu auch die entsprechenden Kommentare in Kapitel 1.2) beschreibt Caesar die Brücke sehr ausführlich. Dennoch hat gerade dieses Kapitel seit Jahrhunderten eine kontroverse Debatte ausgelöst. Denn Caesar beschreibt nicht das Aussehen der fertigen Brücke an sich, sondern ihren Bau in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten. Zwar gibt er somit seinen Lesern einen lebhaften Eindruck des Brückenbaus und lässt vor deren inneren Auge die Brücke nach und nach entstehen, doch gerade in manchen Details ist Caesar unpräzise oder hält es gar für nicht nötig diese zu erwähnen<sup>35</sup>.

Im Folgenden soll hier nochmal eine Zusammenstellung der Arbeitsschritte erfolgen und davon ausgehend die Rekonstruktion erfolgen. Bei den strittigen und nicht eindeutig aus Caesars Text hervorgehenden Passagen wird dann Bezug auf vorherige Rekonstruktionsversuche innerhalb der Forschung und deren Ideen genommen. Hier sei schon vorweggenommen, dass ich meine Rekonstruktion so nahe am Text wie möglich zu halten gedenke.<sup>36</sup>

Nach dieser Prämisse zum eigentlichen Brückenbau: Hier müssen zunächst einige Begriffe aus dem Brückenbau geklärt werden<sup>37</sup>. Der Typ der Brücke von Caesar ist eine Balkenbrücke. Diese können als Holzbrücken in Form der Bockbrücke oder der Pfahljochbrücke gebaut werden. Bei beiden Brückenarten heißt der den Laufweg tragende Querbalken Holm.

Bei einer Bockbrücke wird der Holm von zwei Bockbeinen an seinen äußeren Enden gehalten, dazwischen schwebt er frei. Diese Bockbeine sind vom Holm her nach außen gespreizt und bilden zusammen ein nach unten offenes Trapez.

---

<sup>35</sup> So z.B. das genaue Aussehen der *fibula*, *defensores* oder auch der *machina*.

<sup>36</sup> Wenn Caesar also z.B. in BG 4.17.4 sagt, dass die *tigna bina* in zwei Fuß Abstand zueinander miteinander verbunden werden, kann man nicht einfach sagen, Caesar meine hier den axialen Abstand anstatt den Abstand von der Oberfläche aus, da er es einfach nicht genauer präzisiert (vgl. Gilles, *How Caesar Bridged* 1969, 362). Er gibt allerdings in BG 4.17.6 an, dass die herabgelassenen *trabs* ebenfalls zwei Fuß breit sind, also müssen die *tigna bina* mindestens so weit auseinander sein. Solche Überinterpretationen kommen leider häufiger vor (wobei ich hier direkt fairerweise anmerken muss, dass Gilles ansonsten sehr sorgfältig arbeitet. Es bot sich nur als simples Beispiel zur Verdeutlichung an.).

<sup>37</sup> Die folgenden Beschreibungen und Begriffe richten sich nach Troyano, *Bridge Engineering* 2003, 43 und 145-147 im Allgemeinen und im Detail nach Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke* 1899, 482-484.

Bei einer Pfahljochbrücke werden mehrere Pfähle senkrecht nebeneinander in den Flussgrund gerammt. Auf jedem dieser Pfähle liegt dann der Holm auf und muss mit jedem Pfahl fest verbunden werden.

Nun stellt sich die Frage in welche Kategorie Caesars Brücken gehören. Seit der Renaissance bis in die Mitte des 20. Jhd. wird sie gemeinhin als Bockbrücke rekonstruiert. Einzige Ausnahme bildet Napoléon Bonaparte, welcher sie für eine Pfahljochbrücke hielt<sup>38</sup>. Cohausen und Zimmerhaeckl weisen hingegen daraufhin, dass die preußische Armee zu ihrer Zeit für Feldbrücken ohne mitgeführtem Baumaterial Bockbrücken sind und auch Napoléon III. rekonstruiert eine Bockbrücke<sup>39</sup>. Seit der Rekonstruktion von Napoléon III. wird Caesars Brücke – mit Rücksicht auf die kurze Bauzeit – mit wenig bearbeiteten Rundhölzern rekonstruiert. 1939 liefern dann Saatmann, Jüngst und Thielscher ihre Idee ab. Sie gehen von einer Pfahljochbrücke aus<sup>40</sup>. Zum einen würden sich *tigna* nie in Erwähnung mit solchen Belastungen, wie vom Brückenbau erwähnt, finden lassen. Hier muss ich widersprechen. Denn die *tigna* sind wie in Kapitel 1.2 beschrieben tragende Elemente im Dachgebälk. Vitruv sagt weiterhin, dass hierauf die *tegulae* gelegt werden<sup>41</sup>. Schaut man sich nun zum Beispiel die Größe römischer Tempel und Basiliken an, welche mit *tegulae* gedeckt worden sind, so lastet auf den jeweiligen Dachstuhl – und hier vor allem auf den schrägen *tigna* – ein enormes Gewicht<sup>42</sup>. Meines

---

<sup>38</sup> Vgl. Napoléon I., *Guerres de Jules César* 1836, 62 *un pont sur pilotis* und 65-69. Napoléon schließt hier von seinen eigenen Brückenschlägen an der Donau auf Caesars Vorgehen. Siehe Tafel 6 für die ersten Rekonstruktionsversuche seit der Renaissance nach Troyano, *Bridge Engineering* 2003, 146.

<sup>39</sup> Vgl. Napoléon III., *Atlas* 1866, Taf. 15, von Cohausen, *Rheinbrücken* 1867, 25 und insbesondere Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke* 1899, 31. Man muss hier auch erwähnen, dass beide Armeeingehörige sind, von Cohausen sogar Oberst im preußischen Ingenieurkorps. Für die Rekonstruktion von Napoléon III. siehe auch Tafel 7.

<sup>40</sup> Vgl. Hier und im Folgenden Saatmann et al., *Caesars Rheinbrücke* 1939, 108-111.

<sup>41</sup> Vitruv *de arch.* 6.8.8.

<sup>42</sup> Man geht heute von etwa 90 kg/m<sup>2</sup> aus: durch Vitruvs Angabe in *de arch.* 2.3.3, dass die römischen Dachziegel zu seiner *Zeit longum sesquipede, latum pede* (also 44,4cm lang und 29,6cm breit) sind und der Dichte von Ton mit 1900 – 2200 kg/m<sup>3</sup> kommt man auf ca. 13kg bei 5cm Stärke je *tegula*. Für einen m<sup>2</sup> benötigt man mit diesen Maßen sechs *tegulae*, welche zusammen schon ca. 80kg wiegen. Dazu kommen noch drei *imbrices* zur Abdeckung der seitlichen Nahtstellen der *tegulae*, sodass man auf ca. 90kg/m<sup>2</sup> kommt. 13kg sind nebenbei sehr realistisch, da bei der Lehrgrabung des archäologischen Instituts der Universität zu Köln 2016 in Xanten mehrere intakte *tegulae*, u.a. von mir selbst, aus dem Boden gezogen worden sind. Deren Gewicht hat einen sehr überrascht. Nimmt man nun als Beispiel die Maße des Saturntempels auf dem Forum Romanum mit 24m Breite und 33m Länge und der Giebelhöhe von 5,3m, so ergibt sich eine Dachfläche von ca. 1617m<sup>2</sup>. Bei 90kg/m<sup>2</sup> sind das ca. 145.530kg oder einfacher ca. 145 Tonnen! Von mangelnder Tragfähigkeit der *tigna* kann also in keiner Weise die Rede sein (vgl. für die Maße des Saturntempels in seiner Bauphase von 42 v.Chr. Holter, *Saturntempel und dies.* 0107 *Saturntempel und Atrium*).

Erachtens lassen die Autoren hier auch die Dicke von 44,4cm je *tignum* vollkommen außer Acht.

Zum anderen argumentieren sie, dass man BG 4.17.4 *non sublicae modo drecte ad perpendicularum* nicht im Sinne von „nicht wie Brückenpfähle senkrecht eingerammt“ zu verstehen hat, sondern „nicht senkrecht, wie die Brückenpfähle der Brücke eingerammt worden sind“<sup>43</sup>. Hier werden aber zwei Dinge nicht beachtet: So bezieht sich das Verb *adegerat* vor *non sublicae modo* nach wie vor auf das Subjekt des Satzes *haec*, welches ein fertig zusammengesetztes Paar der *tigna bina* meint. Dementsprechend steht es auch im Singular und wird mit dem *-que* in *festuculisque* noch fester angebunden. Die Autoren lassen auch vollständig den Ablativus modi außer Acht, der hier den Vergleich zwischen Brückenpfähle und Caesar Art der schrägen Positionierung verdeutlichen soll; denn der Satz geht mit *sed* noch weiter und liefert die Gegenüberstellung.

Zu Letzt stellt sich die Frage, warum Caesar so etwas marginales wie den Straßenbelag, aber so etwas zentrales wie die Träger der Brücke nicht erwähnt<sup>44</sup>. Saatmann et al. begründen es damit, dass dies „ein Mann der Praxis [...] als selbstverständlich vorausgesetzt habe“<sup>45</sup>. Dennoch beschreibt Caesar seine Brücke mit so vielen einzelnen Schritten, dass es verwunderlich erscheint, warum er gerade das nicht erwähnt. Nimmt man deren willkürlich gesetzte Anzahl von fünf Jochpfählen hinzu, so wäre seine Leistung mit dem Bau der Brücke innerhalb von zehn Tagen noch beeindruckender, da er somit die doppelte Anzahl an Pfählen in dieser Zeit hätte einrammen lassen. Diese Angabe hätte Caesars Leistung in keiner Weise geschmälert, ganz im Gegenteil. Er sagt aber nichts dazu, noch nicht einmal als er die *trabs* zwischen die *tigna bina* herablässt, sodass sich weder sprachlich noch sachlich die Existenz senkrechter *sublicae* unter dem Holm beweisen lässt. Eine feste Verbindung von Holm (*trabs*) mit den Pfählen würde auch weiterhin Caesars postuliertes Prinzip aus BG 4.17.7 nicht ermöglichen, da der Holm (*trabs*) dafür den Druck der Strömung an das talseitige Bockbein (*tigna bina*) weitergeben muss. Dies könnte er aber nicht, wenn er unbeweglich auf *sublicae* ruhen würde.

---

<sup>43</sup> Saatmann et al., Caesars Rheinbrücke 1939, 108.

<sup>44</sup> S. BG 4.17.8 *longuriis cratibusque*. Ein kurzer Satz wie *sublicaeque quinque adegerant* o. ä. hätte dafür ja vollkommen ausgereicht.

<sup>45</sup> Saatmann et al., Caesars Rheinbrücke 1939, 109f.

Auch die Argumentation mit abgebildeten Pfahljochbrücken auf der Trajanssäule bringt hier keine Klarheit. Zum einen stellt sie Ereignisse 150 Jahre nach Caesars Brückenschlag dar und zum anderen ist das Ziel dieser Brückenschläge nach Dakien ein ganz anderer: Trajan hat das Ziel, Dakien zu erobern und dort eine Provinz zu etablieren<sup>46</sup>. Also benötigt er Brücken, die längerfristig halten und es auch erlauben schwereres Gerät (wie etwa Bautrupps, Armeetruppe mit Belagerungsgeräten, Wagen von Händlern etc.) zu tragen, während Caesar eine Brücke benötigt, die nach Erreichen seiner Ziele rechts des Rheins wieder schnell abzureißen ist. Bei einer Pfahljochbrücke hätte er für einen Abriss jeden senkrechten Brückenpfahl mühsam ziehen müssen und selbst beim Abbrennen würden immer noch nutzbare Stümpfe knapp unter der Wasseroberfläche vorhanden sein, während er bei einer Bockbrücke einfach die Halter des Holms hätte lösen lassen und den Bockbeinen – falls sie von alleine immer noch stehen – allenfalls an der Spitze ein paar seitliche Schläge versetzen müssen, da sie ja eh schon schräg stehen.

Aus diesen Gründen, aber eben vor allem, weil Caesar keine *sublicae* im Bereich zwischen den *tigna bina* erwähnt, gehe ich in meiner Rekonstruktion von einer Bockbrücke aus.

Nun zum eigentlichen Brückenbau. Noch vor Beginn des eigentlichen Baus lässt Caesar das Baumaterial heranschaffen<sup>47</sup>. Was er hier nicht explizit erwähnt, aber Bestandteil der Vorbereitung gewesen sein muss, ist die Auswahl des geeigneten Uferabschnitts und dessen Vorbereitung<sup>48</sup>. Darauf folgen dann die von ihm beschriebenen Arbeitsschritte:

---

<sup>46</sup> Vgl. Eich, Kaiserzeit 2014, 118-121. Gerade der logistische Aspekt in beiden Dakerkriegen ist von hoher Bedeutung gewesen.

<sup>47</sup> BG 4.18.1. Wie man sich solche Arbeiten vorzustellen hat, zeigen sehr anschaulich Abbildungen auf der Trajanssäule. Selbst über 150 Jahre nach Caesars Brückenschlag führt die römische Armee solche Pionierarbeiten durch (s. dazu Tafel 8, Abb. 1 und 2). Man kann denke ich hier auch davon ausgehen, dass er nicht nur das Heranschaffen der Baumstämmen damit meint, sondern auch ihre direkte Verarbeitung zum gewünschten Endprodukt (*tigna*, *trabes*, *longurii*, etc...) und auch den Zusammenbau der Maschinen, die er dann sofort benötigt, sobald das erste Material angekommen und bereit ist.

<sup>48</sup> Vgl. dazu Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899, 482 und Gilles, How Caesar Bridged 1969, 364f. Teile wie der Landstoß (die Verbindung von Brücke zu Ufer, wo auch die erste Reihe der Streckbalken aufliegt) oder die Wegbarmachung des Ufers sind dabei wohl so selbstverständlich und für den Bau der eigentlichen Brücke so marginal, dass Caesar sie nicht extra erwähnt. Auch kann man davon ausgehen, dass er den möglichen Verlauf der Brücke vorher hat ausloten lassen, um zum einen die Länge der *tigna bina* bestimmen zu können und zum anderen, dass er nicht mitten im Flussbett auf eine Ansammlung von Felsgestein trifft, welche ein Befestigen im Flussgrund verhindern könnten.

### ***1. tigna bina sesquipedia paulum ab imo praeacuta dimensa ad altitudinem fluminis intervallo pedum duorum inter se iungebat***

Die beiden angespitzten Pfähle (*tigna*) von 1½ Fuß (44,4cm) Durchmesser werden zuerst miteinander in einem Abstand von zwei Fuß (59,2cm) verbunden. Ihre Länge beträgt im Durchschnitt gesehen 8m, allerdings variabel je nach Tiefe des Rheins angepasst, wo das jeweilige Bockbein (*tigna bina*) eingesetzt werden soll<sup>49</sup>. Vorschläge, dass die *tigna* hintereinander in Richtung des Flusses und nicht quer miteinander verbunden worden sind, muss man kritisch sehen und zurückweisen<sup>50</sup>. Das Einsetzen quer zur Flussrichtung hat weiterhin den Vorteil, dass kleine seitliche Abweichungen nach dem Einrammen problemlos durch den Holm korrigiert werden können. Denn da wir wegen der kurzen Bauzeit von nur geringfügig behauenen Pfählen (*tigna*) ausgehen – die einen runden Querschnitt haben – ergibt sich ein kleiner Spielraum, indem der ebenfalls runde Holm (*trabs*) sich seitlich aus dem rechten Winkel bewegen kann.

Bleibt noch die Frage nach der Art der Verbindung. Diese gibt Caesar nicht weiter an. Da jedoch der Abstand von zwei Fuß aufrecht erhalten werden muss, damit der ebenso breite Holm (*trabs*) später dort hinein passt, benötigt man eine starre Verbindung. Diese dürfte wie der Rest der Brücke aus Holz gefertigt und dann wie die Sprossen einer Leiter auf beiden *tigna* befestigt worden sein. Da alle Sprossen – bis auf die oberste – kein großes Gewicht tragen müssen, können sie durchaus in der Mitte gespalten werden, sodass man einen halbkreisförmigen Querschnitt dieser Sprossen erhält und zugleich nur die Hälfte des Materials für die Sprossen benötigt. Die Länge dieser Verbinder gibt uns Caesar wiederum indirekt mit ca. 150cm an<sup>51</sup>. Nimmt man als Durchmesser 20cm, so könnten auf einem Bockbein (*tigna bina*) mit 8m – bei 1m von der unteren Spitze entfernt beginnend – sechs Sprossen je 1m befestigt werden. Die oberste Sprosse dürfte das Gewicht des Holms (*trabs*) getragen haben, sodass diese komplett rund belassen werden

---

<sup>49</sup> S. dazu auch im Einzelnen weiter unten und Kapitel 1.2: 20cm eingerammt + 3,5m Flusstiefe im Schnitt + 2m Sicherheit für etwaige Hochwasser + ca. 60cm für den Holm (*trabs*) + 60cm für das Herablassen des Holms (*trabs*) und als Puffer für den Belag (10cm – 20cm *lungurii cratesque*) und den Streckbalken (30cm *derecta materia*) ~ 7m bei senkrechtem Einrammen. Die Neigung mit eingerechnet und etwas Puffer kommt man auf etwa 8m. Somit blieben 40cm Platz für die Anspitzung. Da Caesar aber selbst dazu *paulum* sagt, kann man denke ich 20cm nehmen.

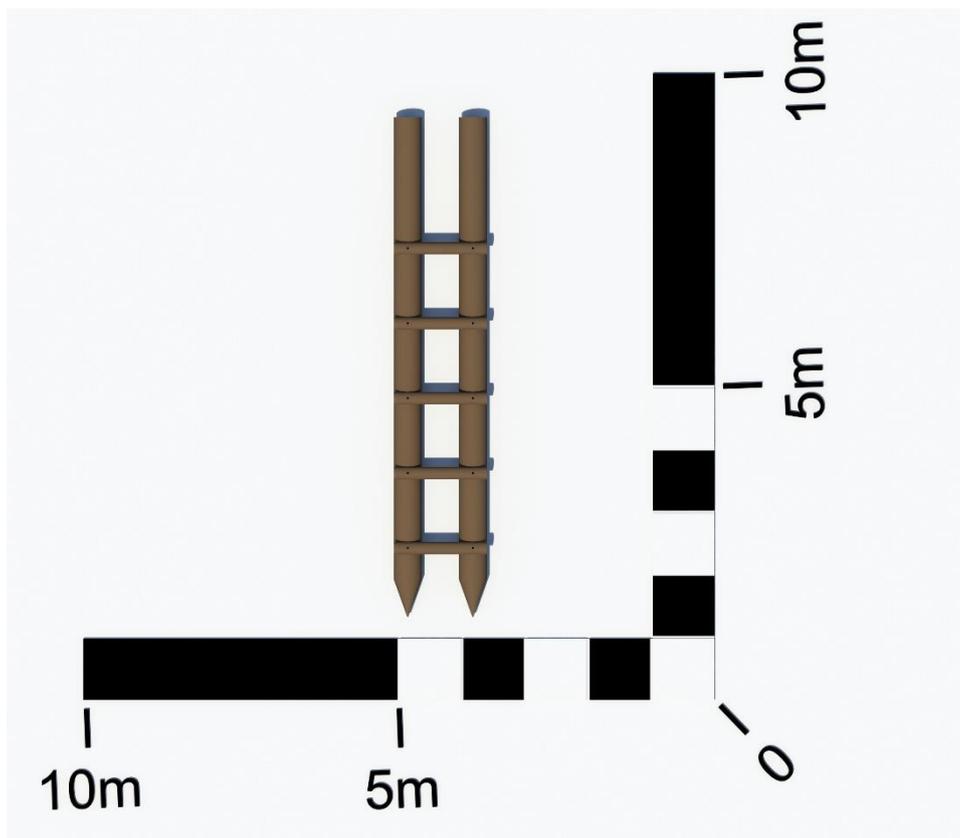
<sup>50</sup> Vgl. für so einen Vorschlag Bundgård, Caesar's Bridges 1965, Rheinhard, Rhein-Brücke 1883, 3-5 und Schleusinger, Studie 1884, 4. Der Zeitaufwand für die Herstellung einer sicheren Verbindung mit dem Holm durch Verzäpfung wäre hierbei einfach zu zeitaufwendig, als dass es in zehn Tagen zu schaffen wäre. Auch dürfte das exakte Ausrichten einer solchen Konstruktion in einer Linie (ansonsten würde die Verzäpfung nicht funktionieren) in einer reißenden Strömung für erhebliche Probleme sorgen.

<sup>51</sup> Zwei Mal die Breite der *tigna* (1½ Fuß, 44,4cm) + den Abstand beider *tigna* (2 Fuß, 59,2cm) = 148cm.

sollte. Wie die Verbindung von *tigna* und Sprossen hergestellt wird, erläutert Caesar ebenfalls nicht. Die schnellste und einfachste Methode dürfte hierbei die Verbindung mithilfe von Nägeln gewesen sein und zur Sicherung der obersten und am stärksten belasteten Sprosse zusätzlich noch mit Seilen<sup>52</sup>. Ganz wichtig ist allerdings noch, dass zuerst diese Bockbeine (*tigna bina*) mit ihren Sprossen hergestellt und dann erst im nächsten Schritt im Fluss versenkt werden.

***2. haec cum machinationibus immissa in flumine defixerat festuculisque adegerat non sublicae modo drecte ad perpendiculum, sed prone ac fastigate ut secundum naturam fluminis procumberent***

Über das genaue Aussehen der *machina* sagt Caesar nicht viel, nur dass auch eine Ramme (*festucula*) dazu gehört. Diese *machina* kann weiterhin die Bockbeine (*tigna bina*) in den Fluss herablassen und festrammen, aber vermutlich auch die Holme (*trabses*) heben und zwischen den Bockbeinpaaren (*tigna bina*) herablassen. Maschine als Begriff der



<sup>52</sup> Vitruv beschreibt eine Verbindung mit Bändern und Seilen aus Holzfasern in de arch. 7.3.1f. und die zusätzliche Sicherung einer solchen Verbindung mit Eisennägeln im Bedarfsfall in de arch. 7.3.1. Zu den gängigsten Verbindungsarten der römischen Baukunst vgl. O'Connor, Roman Bridges 1993,45.47. Man kann sich auch überlegen, ob diese oberste Sprosse erst dann befestigt wird, sobald der Holm (*trabs*) herabgelassen wird, um etwaige uneinheitliche Eindringtiefen der Bockbeine (*tigna bina*) im Kiesgrund ausgleichen zu können und weiterhin eine waagerechte Lage zu ermöglichen.

Brückenpioniere im 19. Jhd. ist schon in Kapitel 1.2 ausgeschlossen worden. Dennoch dürfte die Grundidee dieser Maschinen hier ebenso zutreffen: das Floß<sup>53</sup>. Hierauf dürfte die *machina* installiert worden sein, damit man überhaupt schnell genug die Bockbeine (*tigna bina*) einrammen und auch die Holme (*trabes*) befestigen kann.

Hebevorrichtungen beschreibt dabei ausführlich Vitruv: Kräne und Flaschenzüge<sup>54</sup>. Zwar sind diese nicht archäologisch überliefert, dennoch finden sich auf zwei Reliefs Abbildungen solcher Kräne aus der frühen Kaiserzeit, die es erlauben mithilfe von Vitruvs Beschreibungen eine klare Vorstellung über ihr Aussehens zu gewinnen<sup>55</sup>. Stellt man nun einem solchen Kran aus zwei Balken – die zusammen wie ein großes Lambda aussehen – einen zweiten Gegenüber, erhält man eine Art rechteckiger Pyramide. Befestigt man nun anstelle des Flaschenzuges ein großes Gewicht samt einem Auslöser, erhält man eine Zugramme. Der Grundaufbau eines Krans muss dabei nicht weiter verändert werden, die Winde zum Heben des Gewichts ist die gleiche wie zum Heben der Lasten. Einzig die Haltetaue der Kranbalken entfallen, da sich alle vier Balken selbst stützen<sup>56</sup>. Da der Rahmen schon schräg steht – er muss den gewünschten Winkel der Bockbeine (*tigna bina*) aufweisen – braucht es jetzt nur noch eine Art Schiene auf welche die *tigna* gelegt und beim Rammen geführt werden können. Fraglich ist, ob dabei das gesamte schon verbundene Bockbein (*tigna bina*) gerammt worden ist, oder zuerst ein *tigna* und dann der zweite<sup>57</sup>. Das ist aber auch nur ein eher marginales Problem. Setzt man nämlich die Sprossen der Bockbeine (*tigna bina*) waagrecht und ohne eingetiefte Lager und die oberste Sprosse erst beim herablassen des Holms (*trabs*), können diese sich etwas in ihrer Befestigung drehen, sobald der erste *tigna* eingerammt wird. Gerade bei geschätzten 10cm Eindringtiefe pro Schlag dürfte das keinerlei Probleme bereiten, sofern

---

<sup>53</sup> Ob es sich hierbei um Flöße aus Baumstämmen handelt oder um zusammengebundene Boote, z.B. die der Ubier, welche Caesar in BG 4.16.8 bereitgestellt werden, ist nicht weiter zu klären. Wegen der seit Jahrtausenden einfachen Herstellung von Flößen aus Holzstämmen und deren großen Tragfähigkeit gehe ich im Weiteren jedoch von solchen Flößen aus.

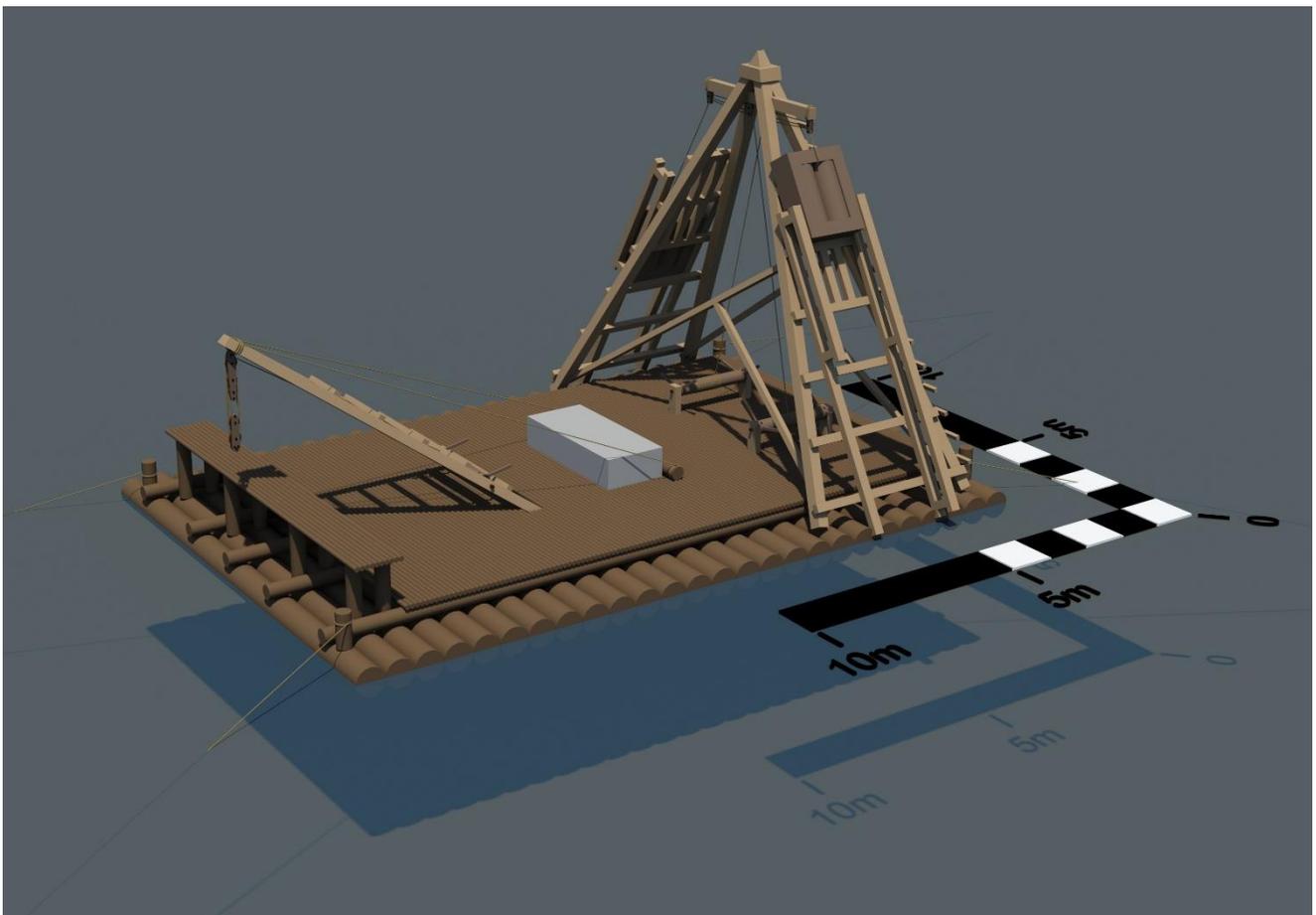
<sup>54</sup> Vgl. Vitruv de arch. 10.2.1-10.

<sup>55</sup> S. Tafel 9, Abb 1 für diese Reliefs und Abb. 2 für mögliche Rekonstruktionen nach Howe/Rowland, Vitruvius 2007. Leider ist hierbei ebenfalls die *fibula*, welche beide Balken des Krans an der Spitze miteinander verbinden ebenso strittig, wie die *fibulae* bei Caesar (s.u.).

<sup>56</sup> Vgl. Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 99-101 und Tafel 11, Abb. 1 und 2 mit Abbildungen der Zugrammen Fehrs und der Rekonstruktion einer solchen auf der Festung Ehrenbreitstein bei Koblenz.

<sup>57</sup> Saatmann et al., Caesars Rheinbrücke 1939, 126-129 bestreiten das gemeinsame Eintreiben, wobei sie vom Hafenbauamt Pillau die Information bekommen, dass dies bei geringer Eindringtiefe und gleichmäßigem Grund möglich sei. Auch haben Bohrungen für die Brücke bei Engers im Neuwieder Becken eine 4m – 5 m tiefe Kiesschicht im Rhein feststellen können. Da auch Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 99 angibt, dass ihre Ramme einen Pfahl mit einem Rammgewicht von 800kg 10cm tief in einem ähnlichen Grund wie im Rhein eintreiben konnte, wäre das gleichzeitige Einrammen möglich.

dann erst der zweite *tigna* als nächstes eingerammt wird. Alternativ könnte man das Rammgewicht einfach breiter bis 150cm, dafür weniger hoch, wählen und das gesamte Bockbein (*tigna bina*) zugleich einrammen. Etwaige Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit des Kiesgrundes würden auch dann keine Probleme bereiten, da hier das Gleiche gilt wie bei der ersten Methode, also die Sprossen kleinere Bewegungen zulassen<sup>58</sup>. Ich würde für die Rammtiefe dann maximal 20cm annehmen, da hierbei ein Verrutschen schon verhindert werden würde und die Bockbeine (*tigna bina*) vom Floß selbst am Umfallen gehindert werden<sup>59</sup>.

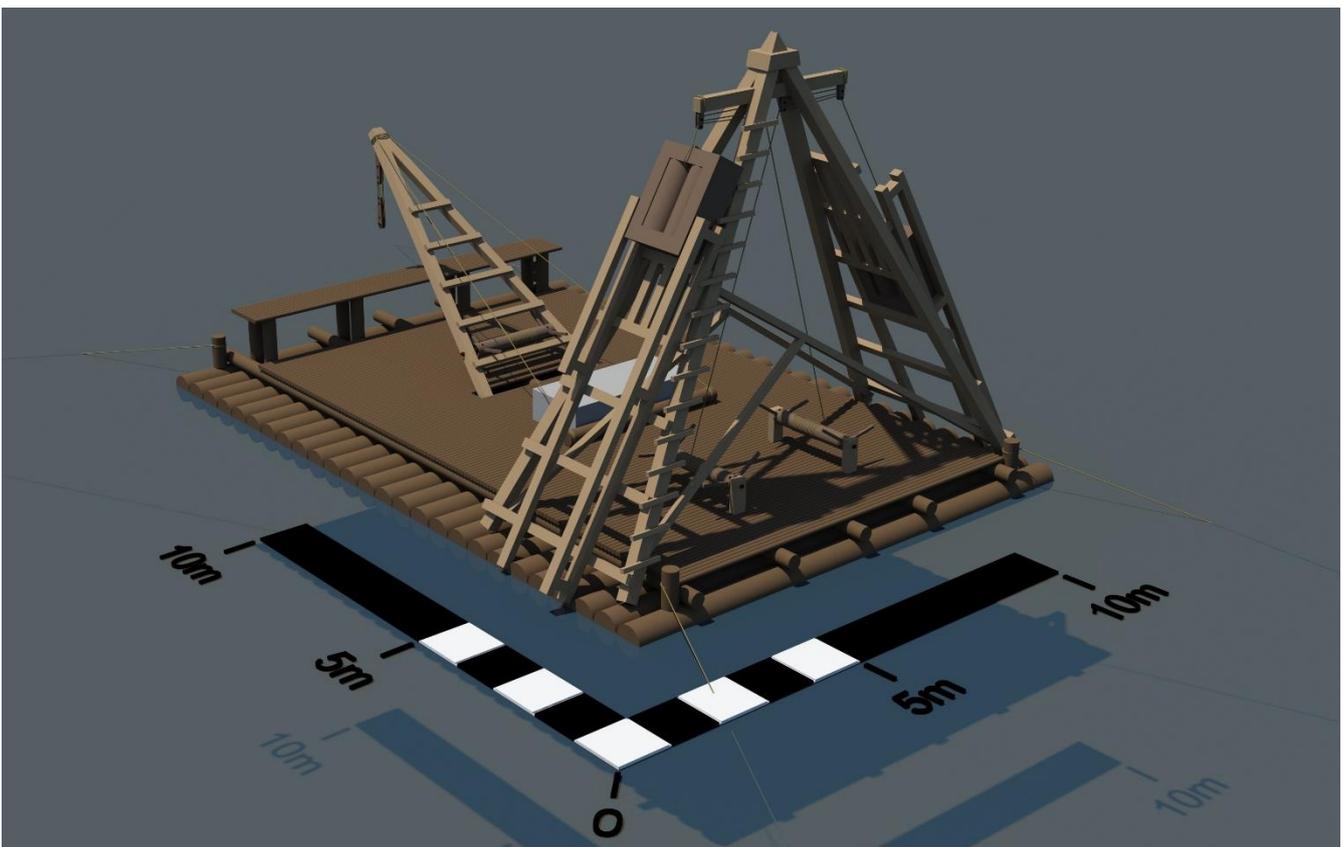


---

<sup>58</sup> Damit widerspreche ich entschieden Saatmann et al., Caesars Rheinbrücke 1939, 126f. da für mich das Argument, dass ein gleichzeitiges Einrammen in deren Zeit noch nicht durchgeführt worden ist, nicht bedeutet, dass es noch nie so gemacht worden ist. Zumal das Hafenannt Pillau es unter guten Voraussetzungen für möglich hält.

<sup>59</sup> Mehr benötigt es nicht für eine gewisse Grundstabilität, da Caesar selbst beschreibt, dass den Großteil der Stabilisierung die Strömung und die Böcke selbst besorgen (BG 4.17.7).

Bei beiden Methoden müsste allerdings auf dem Floß noch das Gewicht des fallenden Rammgewichts ausgeglichen werden. Dies führt mich zum Vorschlag von Fehr, auf der gegenüberliegenden Seite der Zugamme einfach ein zweites Rammgewicht samt Auslöser zu installieren. Diese würde sich dann unten befinden und keinerlei zusätzliche Belastung für die vier Balken bedeuten, sondern einen Ausgleich schaffen, solange das andere Gewicht am Fallen ist. Gleichzeitig würde sich mit dieser Methode bei einem Floß, das ca. 10,5m breit ist, schon sofort der richtige (Innen-) Abstand der Bockbeinpaare (*tigna bina*) herstellen und diese sich auch ganz simpel in eine Flucht bringen lassen<sup>60</sup>. Baut man dieses Floß dann zusätzlich noch so lang, wie der Abstand zwischen zwei Böcken sein muss, so kann man dort noch einen Kran errichten, welcher dann den Holm (*trabs*) hochheben und zwischen den Bockbeinen (*tigna bina*) herablassen kann (*immissa*) und zugleich den Arbeitern eine Arbeitsplattform bieten würde, von der sie den Holm (*trabs*) dann sichern und befestigen könnten<sup>61</sup>.



<sup>60</sup> Vgl. Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 100 und Tafel 12, Abb. 1. Die Breite des Floßes würde genau knapp 10,5m betragen, da bei 40 Fuß von Außenkante zu Außenkante noch die Durchmesser der schrägen Bockbeine (*tigna bina*) abgezogen werden muss.

<sup>61</sup> Bei einer Bockbeinlänge (*tigna bina*) von 8m (im Durchschnitt) würden nach dem einrammen noch etwa 3,7m mit einer senkrechten Höhe von 3,2m – 3,5m (bei 60° bzw. 70° Neigung) nach oben herausragen. Davon fallen nochmal ca. 60cm durch das herablassen des Holms (*trabs*) weg (2,6m hoch) und dann nochmal 60cm für den Holm (*trabs*) selbst (2m). Von unten ließe sich der Holm (*trabs*) also von einem 1m hohen Podest auf dem Floß bequem befestigen.

### ***3. his item contraria duo ad eundem modum iuncta intervallo pedum quadragenum ab inferiore parte contra vim atque impetum fluminis conversa statuebat***

Dem ersten Bockbein (*tigna bina*) gegenüber wird nun ein zweites gestellt und zwar in einem Abstand von 40 Fuß (11,84m), allerdings diesmal flussaufwärts geneigt. Die Frage stellt sich nun, von wo die 40 Fuß gemessen werden. Caesar gibt hierzu keine Angabe. Die meisten Autoren gingen lange Zeit von einer Messung auf Höhe des Flussgrundes aus<sup>62</sup>. Dies hat allerdings ein Problem zur Folge: Da die Bockbeine (*tigna bina*) der Tiefe des Rheins angepasst sind – Caesar impliziert zu Beginn unterschiedliche Tiefen – würden bei verschiedenen Tiefen die 40 Fuß Abstand auf dem Grund die Winkel der Bockbeine verändern, da die einzelnen Joche aus Bockbeinpaaren (*tigna bina*) und Holmen (*trabses*) ja schematisch ein Trapez bilden. Bei niedrigerer Tiefe als das Mittel von 3,5m würde der Winkel flacher, bei größerer Tief steiler werden müssen, um den Holm bei gleicher Länge auf derselben Höhe halten zu können. Dies würde auch erheblich den Aufwand erhöhen, die entsprechenden Längen der Bockbeine (*tigna bina*) zu bestimmen, wenn sich deren Winkel bei jedem geringen Tiefenunterschied verändern würden. Wählt man jedoch die 40 Fuß auf Flusshöhe, würde dieses Problem entfallen, da hier die Winkel konstant bleiben. Bei geringen Tiefenschwankungen bräuchte man nur die Enden der Bockbeine (*tigna bina*) etwas länger als nötig bemessen und ggf. vor Ort kürzen, während man bei höheren Tiefenschwankungen immer einen konstanten Winkel hat, mit dem – und einem Tiefenlot – man die benötigte Länge der jeweiligen Bockbeine (*tigna bina*) berechnen kann<sup>63</sup>. 40 Fuß auf Flusshöhe würde auch für die im Abschnitt vorher vorgeschlagenen Idee der *machina* passen. Ich gehe bei den 40 Fuß, wie schon bei allen anderen Maßen, von Außenkante zu Außenkante aus<sup>64</sup>. Das Floß könnte dann ebenfalls knapp unter 40 Fuß breit sein, sodass beide Bockbeine (*tigna bina*) zusätzlich noch von der Seite des Floßes gestützt werden, bis der Holm (*trabs*) beide sicher miteinander verbindet und ein Umfallen endgültig verhindert. Auf diese Weise hätte man

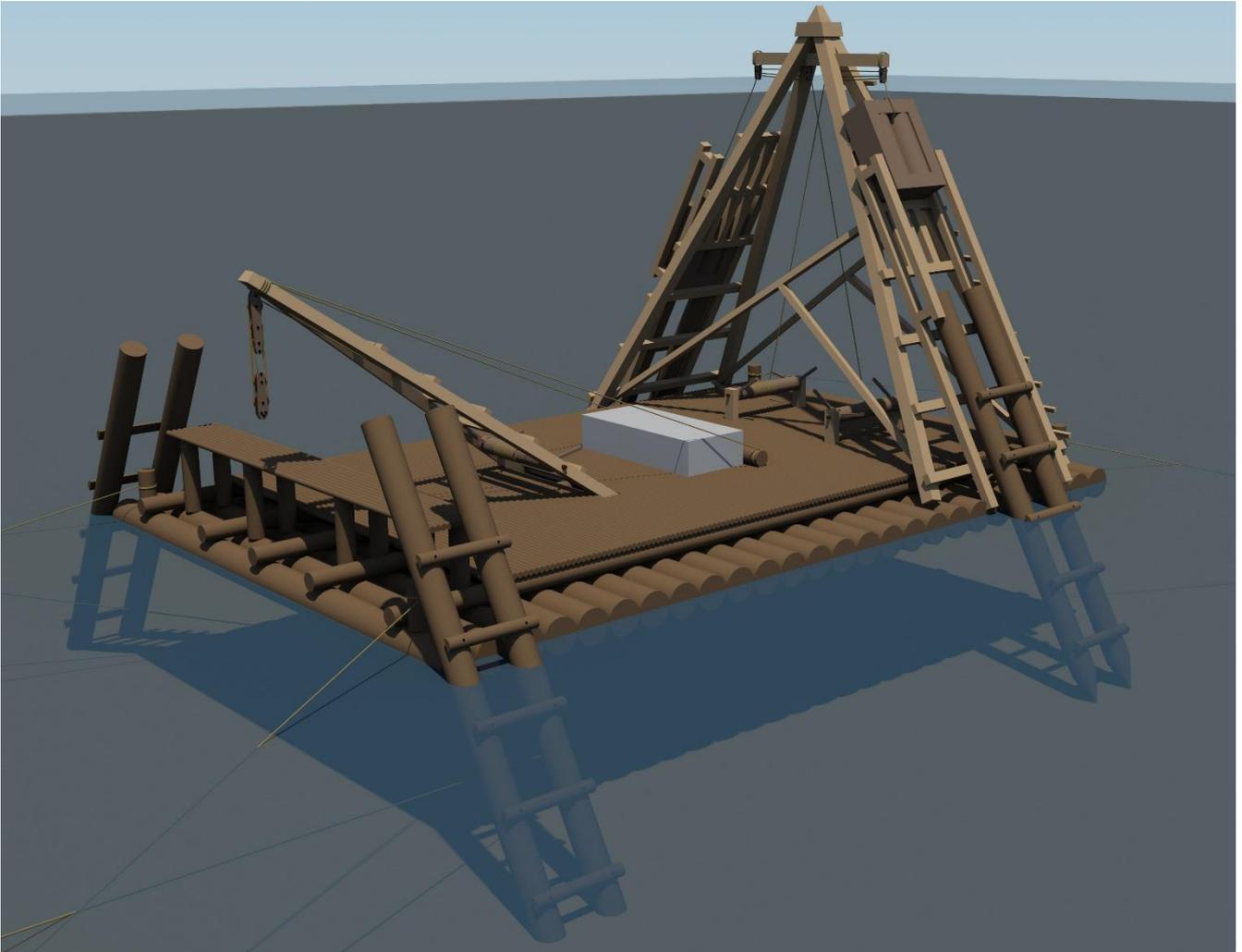
---

<sup>62</sup> So Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899, 488 und dazu auch Rheinhard, Rhein-Brücke 1883, 11f.

<sup>63</sup> Diesen Ansatz verfolgen u.a. Napoléon III., Atlas 1866, Taf. 15 und von Cohausen, Rheinbrücken 1867, 35. Dass 40 Fuß die Fahrbahnbreite angeben, wie es z. B. Gilles, How Caesar Bridged 1969, 360f. vorschlägt ist wegen des enormen Gewichts eines mindestens so langen Holms mit dann schon über 4t sehr unwahrscheinlich.

<sup>64</sup> Dies würde nebenbei den Holm (*trabs*) um 1,5m verkürzen und gleichzeitig auch eine halbe Tonne an Gewicht einsparen!

auch immer sofort den gleichen Abstand zwischen den Bockbeinen (*tigna bina*) ohne diesen erneut ausmessen zu müssen<sup>65</sup>.



**4. *haec utraque insuper bipedalibus trabibus immissis quantum eorum tingorum iunctura distabat***

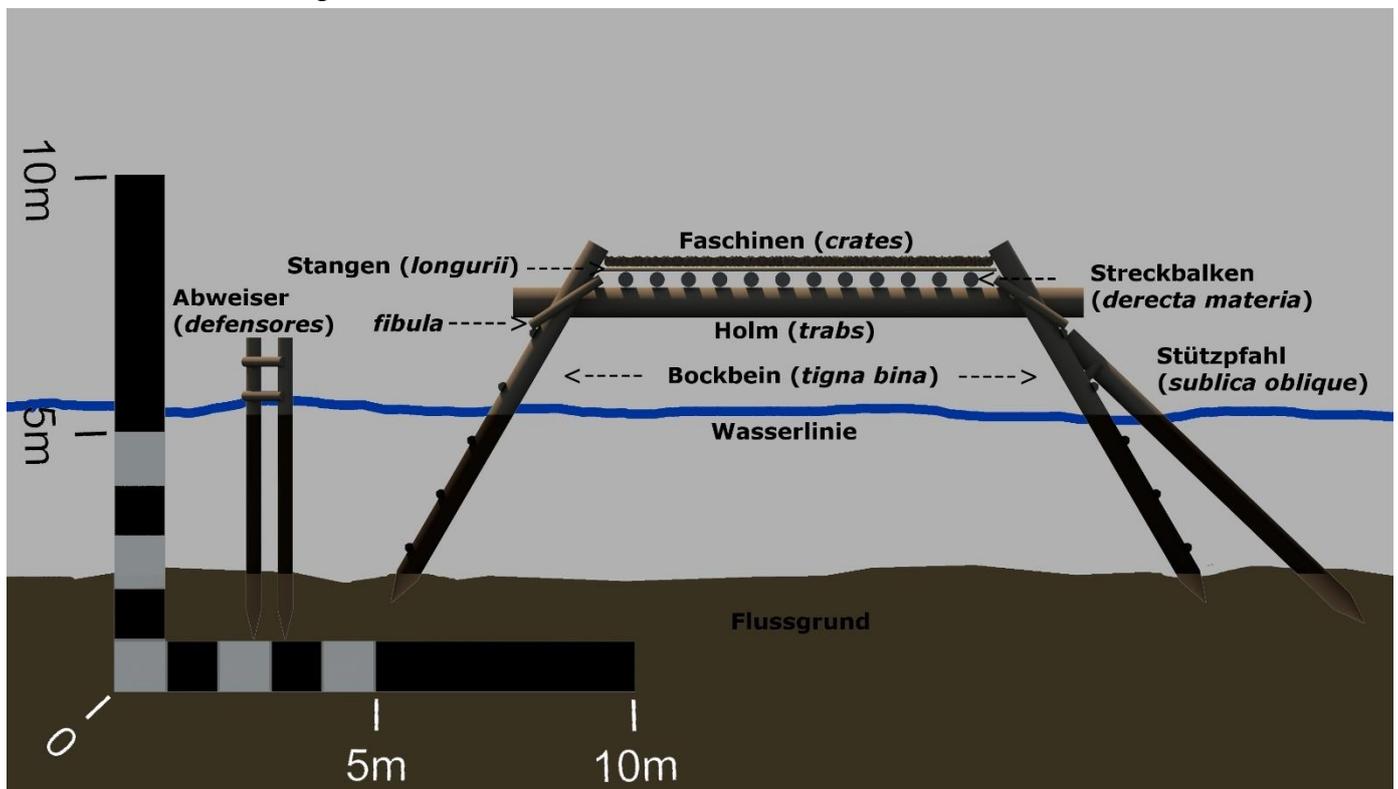
Von oben wird jetzt der Holm (*trabs*) mit 2 Fuß (59,2cm) Durchmesser in den ebenso großen Abstand der beiden *tigna* jedes Bockbeinpaares herabgelassen. Dabei würde der Kran der eben vorgestellte *machina* den Holm aus dem Wasser fischen, hochheben und dann wieder herablassen<sup>66</sup>. Wie weit könnte Caesar mit *quantum eorum tingorum iunctura distabat* ausdrücken, da uns der Abstand beider *tigna* schon zu Beginn

---

<sup>65</sup> Der innere Abstand der beiden Bockbeine (*tigna bina*) bei 60° Neigung beträgt 10,5m. So breit müsste das Floß werden.

<sup>66</sup> Zur *machina* erneut Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 99-101 und zur Idee, das schwimmfähige Baumaterial über Wasser von Bock zu Bock zu transportieren s. sehr überzeugend Gilles, How Caesar Bridged 1969, 364.

beschrieben worden ist, aber noch nicht um wie viel der jeweilige Holm (*trabs*) herabgelassen wird<sup>67</sup>. Es ist also anzunehmen, dass jeder Holm (*trabs*) ca. 60cm herabgelassen wird und hier vermutlich auf der obersten „Sprosse“ – dem obersten Verbinder der *tigna* – aufliegen. Bei einem Neigungswinkel der Bockbeine (*tigna bina*) von 60° – 70° und dem Abstand von 40 Fuß (11,84m) auf Flusshöhe müsste der Holm (*trabs*) mit etwas Überhang ca. 11m lang sein. Dies würde ein Gewicht von ca. 3t bedeuten<sup>68</sup>. Das erscheint viel, aber durch einen Kran mit fünf Rollen nach Vitruv, können eine solche Last vier Männern heben<sup>69</sup>. Bei diesem ganzen Vorgang muss es klar sein, dass bei Naturmaterial wie Holz dieser Schritt nie so reibungslos funktioniert haben wird, sondern gerade die Stelle, welche zwischen die Bockbeine (*tigna bina*) gelassen wird entsprechend vor Ort eingepasst werden musste, da kein Baum kreisrund wächst und auch nach unten hin natürlich dicker wird<sup>70</sup>. Aller Wahrscheinlichkeit wies der Holm (*trabs*) zu guter Letzt auf seiner Oberseite leicht eingetiefte Lager für die Streckbalken (*derecta materia*) auf oder hat sie spätestens beim Verlegen dieser bekommen, um sie einerseits stabiler befestigen zu können, andererseits das sie sich dabei nicht ständig beim Festmachen hin und her bewegen können<sup>71</sup>.



<sup>67</sup> Vgl. dazu auch Kapitel 1.2 und Schleusinger, Studie 1884, 32-35.

<sup>68</sup> S. zu den Rechnungen Anhang 2.

<sup>69</sup> Vgl. Howe/Rowland, Vitruvius 2007, 294 Abb. 119.

<sup>70</sup> Dazu Gilles, How Caesar Bridged 1969, 362f.

<sup>71</sup> Vgl. von Cohausen, Rheinbrücken 1867, 37.

## 5. *binis utrimque fibulis ab extrema parte distinebantur*

Wie bereits erwähnt, handelt es sich hierbei um den strittigsten Teil der Rekonstruktion. Vorschläge, die eine massive Bearbeitung vom Holm (*trabs*) oder auch Bockbeinen (*tigna bina*) erfordern oder komplex in ihrer Herstellung sind – etwa Verzapfungen, Spannriegel und dergleichen – müssen wegen der Kürze der Bauzeit zurückgewiesen werden<sup>72</sup>. Ich folge deswegen den Vorschlägen von Zimmerhaeckel und Cohausen, die unter den *fibula* zwei verbundene Rundhölzer – eines oberhalb, eines unterhalb des Homs (*trabs*) – verstehen<sup>73</sup>. Das untere Rundholz würde dabei auf der äußeren Seite der Bockbeine (*tigna bina*) liegen, das obere an deren Innenseite. Durch entsprechende Schrägstellung der Bockbeine (*tigna bina*) drückt der Holm (*trabs*) mit seinem Gewicht auf das untere Rundholz und würde ohne entsprechendem Gegenstück auf der anderen Seite dieses Bockbein (*tigna bina*) herunterdrücken und umschmeißen. Da sich die Bockbeine (*tigna bina*) aber über den Holm (*trabs*) gegenseitig stützen entsteht eine Spannung innerhalb dieser. Das nutzt nun das obere Rundholz, welches mit dieser Spannung auf den Holm (*trabs*) von oben drückt, diesen so einklemmt und am Rutschen hindert, aber gleichzeitig die Bockbeine (*tigna bina*) stützt und einen Gegendruck erzeugt und sie so entlastet (*actio = reactio*)<sup>74</sup>.

Ich sehe das allerdings etwas anders wie Zimmerhaeckel, welcher frei bewegliche Rundhölzer für die *fibula* voraussetzt, damit diese Verklemmung auch bei stärkerer Strömung mit etwaiger sich verändernder Schrägstellung noch ebenso sicher halten. Meines Erachtens kann das untere Rundholz mit dem Bockbein (*tigna bina*) verbunden werden und dient dann zugleich als oberste Sprosse dieser, wie im ersten Arbeitsschritt vorgeschlagen. Einzig das obere Rundholz müsste frei auf der Längsachse des Holms beweglich, aber in einem festen Abstand mit dem unteren Rundholz verbunden sein, damit dieses Prinzip aufgeht. Wichtig ist dabei auch, dass die Bockbeine einen entsprechenden Winkel unter 70° haben, damit die Verklemmung auch hält<sup>75</sup>. Diese Verbindung könnte man entweder durch zwei Eisenbänder oder noch leichter durch

---

<sup>72</sup> Einen Überblick über die diversen Vorschläge liefert Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke* 1899, 490f. (s. auch Tafel 17 dazu). Auch muss die Idee der Diagonalverstreben von Napoléon III., *Atlas* 1866, Taf. 15. zurückgewiesen werden, da sie bei einem Abstand von Wasserstand zum Holm (*trabs*) mit um die 2,5m durch ihren kleinen Winkel kaum Wirkung gezeigt hätte und eine Befestigung unter Wasser kaum möglich gewesen sein dürfte. S. weiterhin für eine Auflistung von Rekonstruktionsversuchen Saatmann et al., *Caesars Rheinbrücke* 1939, 183-189.

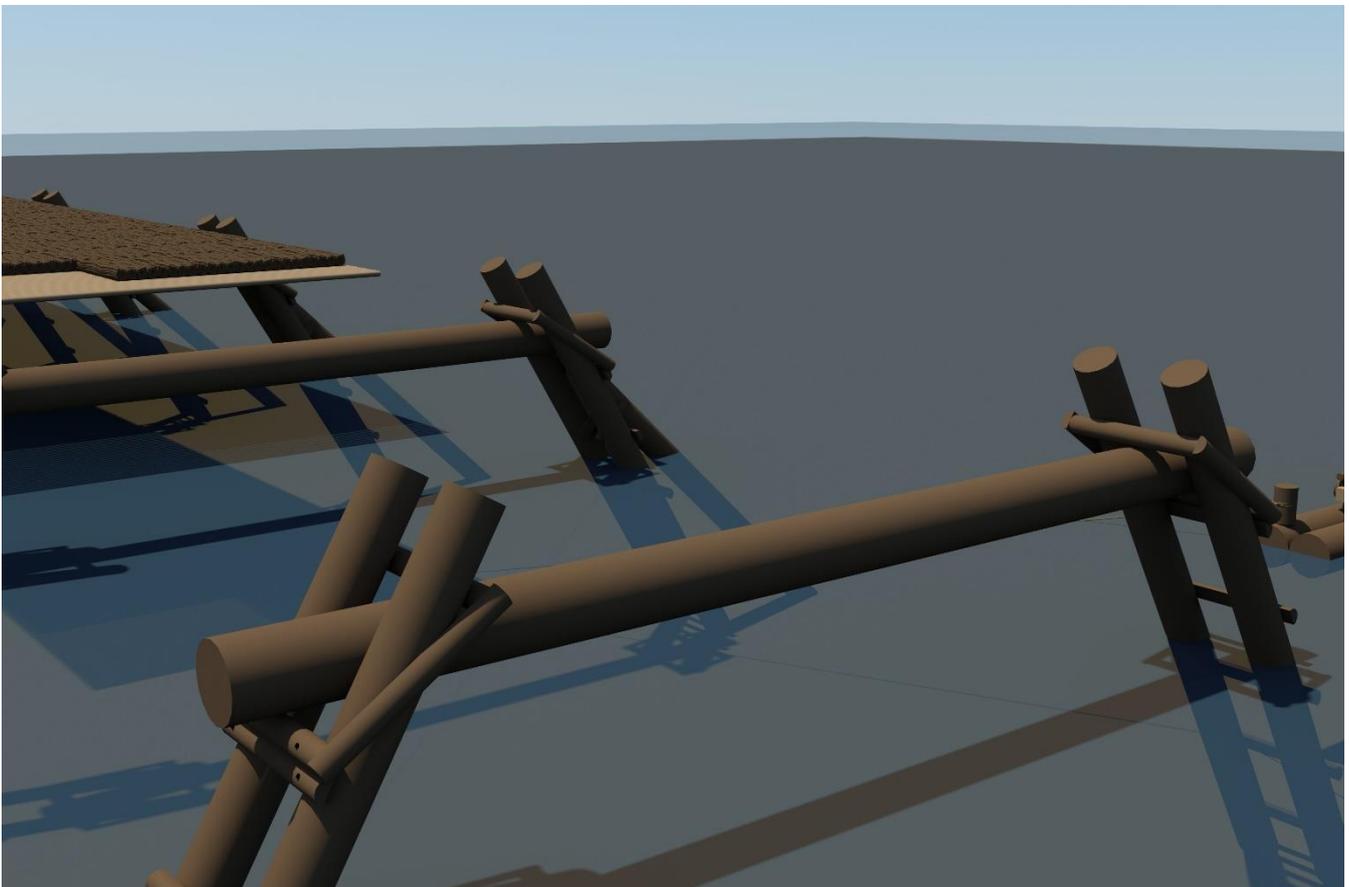
<sup>73</sup> Vgl. Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke* 1899, 491f. und von Cohausen, *Rheinbrücken* 1867, 38f.

<sup>74</sup> Es trifft hierbei dann das gleiche Prinzip zu, welches Caesar in BG 4.17.7 beschreibt.

<sup>75</sup> Vgl. Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke* 1899, 494.

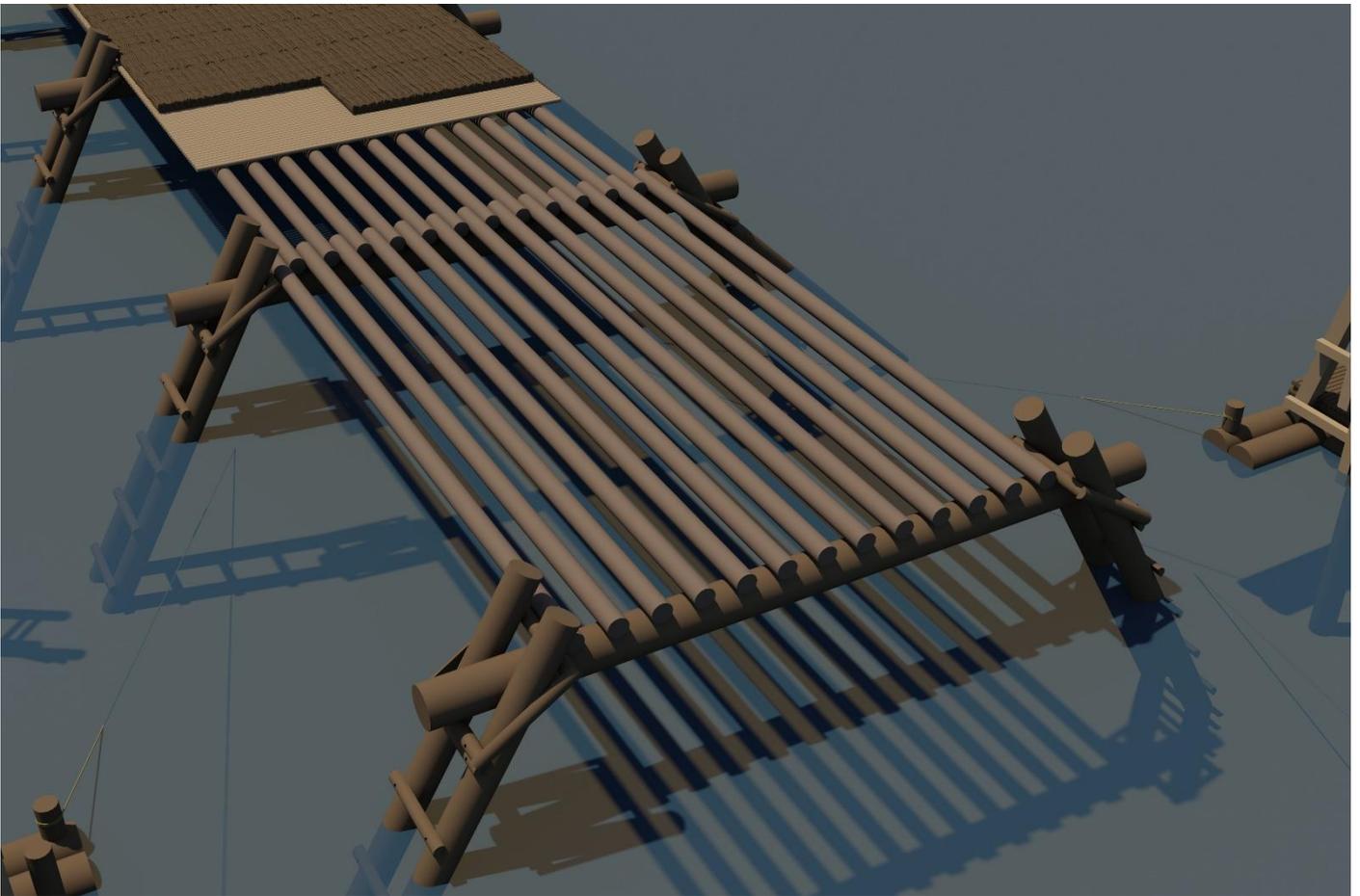
ähnlich halbrunde Holzbalken wie für die Sprossen der Bockbeine (*tigna bina*) herstellen, da auf diesen wieder kein großes Gewicht lastet, sondern diese hauptsächlich das obere Rundholz an Ort und Stelle halten müssen.

Der Arbeitsschritt an sich würde dann folgendermaßen aussehen: zuerst werden das obere und untere Rundholz mit einem halbrunden Balken auf dem entsprechenden Abstand befestigt, sodass man eine Art U erhält. Dieses U wird dann unter- und oberhalb des Holms (*trabs*) durchgesteckt. Dann kann auf der anderen Seite der zweite halbrunde Balken befestigt werden und das untere Rundholz mithilfe von Nägeln und Seilen mit den Bockbeinen (*tigna bina*) verbunden werden. Zur Sicherheit könnte ein weiteres Rundholz unter der *fibula* befestigt werden oder auf einer der halbrunden Sprossen aufliegen. Erst jetzt wird der Holm (*trabs*) endgültig vom Kran losgelassen und der Bock ist fertig, während sich das Arbeitsfloß zu den nächsten eingerammten Bockbeinen (*tigna bina*) bewegt und dort den Holm (*trabs*) befestigt, während vorne das nächste Bockbeinpaar (*tigna bina*) eingerammt wird. Die Länge der Rundhölzer lässt sich durch die Breite eines Bockbeins (*tigna bina*) mit 150cm bestimmen, den Durchmesser mit 20cm wie den der Sprossen, nur diesmal ganz rund, sodass sie zusammen das Gewicht von Holm (*trabs*) und Fahrbahn tragen können.



## 6. *haec directa materia iniecta contexebantur*

Die Streckbalken (*directa materia*) verbinden nun die einzelnen Böcke miteinander. Über ihre Stärke schweigt Caesar, sodass man sich hier nur annähern kann. Schleusiger kommt mithilfe der Behelfsbrücken-Vorschrift von 1899 auf 10-12m, da bei dieser Länge die höhere Biegsamkeit des frisch geschlagenen Holzes sich noch am wenigsten bemerkbar mache<sup>76</sup>. Mir erscheinen seine 1½ Fuß Durchmesser für die Streckbalken (*directa materia*) etwas zu hoch. Bei nur einem Fuß hätte man bei entsprechender Anzahl an Streckbalken (*directa materia*) immer noch eine ausreichende Tragkraft. Bei 8m Fahrbahnbreite könnten somit 13 Streckbalken (*directa materia*) Platz finden<sup>77</sup>.

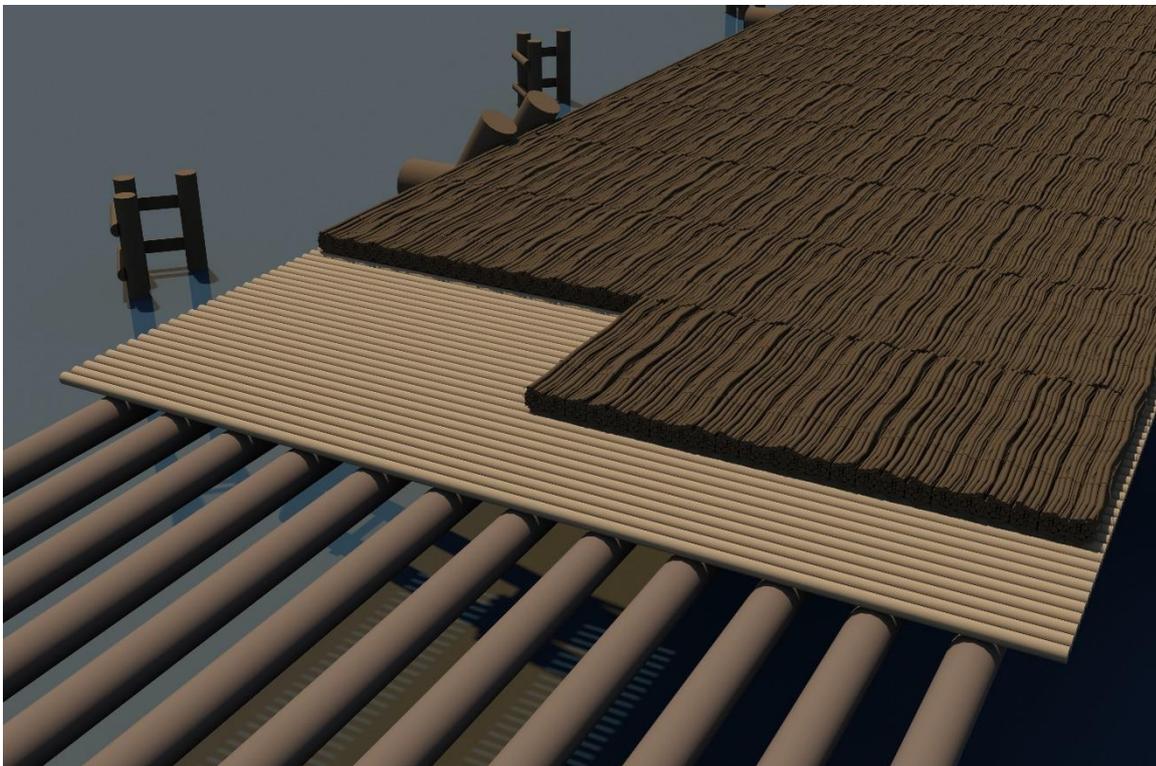


<sup>76</sup> Vgl. Schleusinger, Studie 1884,493-495. Dieser Wert wird von den meisten hier bereits genannten Autoren ebenfalls angeführt.

<sup>77</sup> Eigentlich passen 26 nebeneinander. Da aber pro Holm (*trabs*) Streckbalken (*directa materia*) auch zum nächsten Holm (*trabs*) gehen müssen, kommen 13 Streckbalken (*directa materia*) pro Holm (*trabs*) an und es gehen 13 wieder zum nächsten weg.

### 7. *longuriis cratibusque consternebantur*

Da diese Stangen (*longurii*) quer zu den Streckbalken (*derecta materia*) gelegt werden, damit sie deren Spalten abdecken können, müssen sie so lang sein wie der Abstand der Bockbeine (*tigna bina*) an der Oberkante der Streckbalken (*derecta materia*). Dies sind ca. 7,5m. Ihr Durchmesser wird nicht weiter angegeben, da aber die Streckbalken (*derecta materia*) und Holme (*trabes*) das eigentliche Gewicht der darüber gehenden Soldaten halten, haben sie keine tragende Rolle und können sehr dünn sein. 5cm – 10cm dürften meines Erachtens mehr als ausreichend sein, zumal entsprechend viele Stangen (*longurii*) nebeneinander liegen und das Gewicht so zusätzlich verteilt wird. Die Flechtwerke (*crates*) dürften aus den nicht weiter verwendbaren Ästen und Reisig der gefälltten Bäume hergestellt worden sein. Wahrscheinlich sind sie zu Faschinen gebündelt und dann über die Stangen (*longurii*) gelegt worden<sup>78</sup>. Die Stangen (*longurii*) sind entweder wie die Verbinder der Bockbeine (*tigna bina*) mit Nägeln und Seilen auf den Streckbalken befestigt oder nur mithilfe von Nägeln. Bei der ersten Methode könnten auch die Nägel entfallen, da entsprechend viele Streckbalken (*derecta materia*) zum Verbinden vorhanden sind; man hätte dann jedoch auch einen schmalen Spalt dem Durchmesser des Seils entsprechend zwischen jeder Stange (*longurii*). Bei der zweiten Methode nur mit



<sup>78</sup> Mit dieser Ausführung folge ich Zimmerhaeckel, *Caesars Rheinbrücke 1899*, 495 und Napoléon III., Jules César 1866, 146 *en travers, des longuerines qu'on recouvert de claies*.

Nägeln würden die Stangen (*longurii*) nahtlos nebeneinanderliegen. Ich entscheide mich für Methode eins ohne Nägel, da durch diesen Spalt kein Fuß mehr durchfallen, man aber auf die Länge von bis zu 400m dann doch einiges an Material einsparen kann. Auch würde meines Erachtens ein nahtloses anliegen nach der zweiten Methode nicht unbedingt eine Deckschicht aus Flechtwerk erfordern, da sie schon eine gangbare Oberfläche bieten, Methode eins aber eine solche zwingend benötigt, damit niemand in den Spalten hängen bleibt. Bei Methode eins könnten die Flechtwerke (*crates*) direkt mit eingebunden werden, bei Methode zwei würden sie nachträglich befestigt, wobei es dann an Platz für die Seile mangeln würde, sodass wiederum Methode eins am wahrscheinlichsten ist.

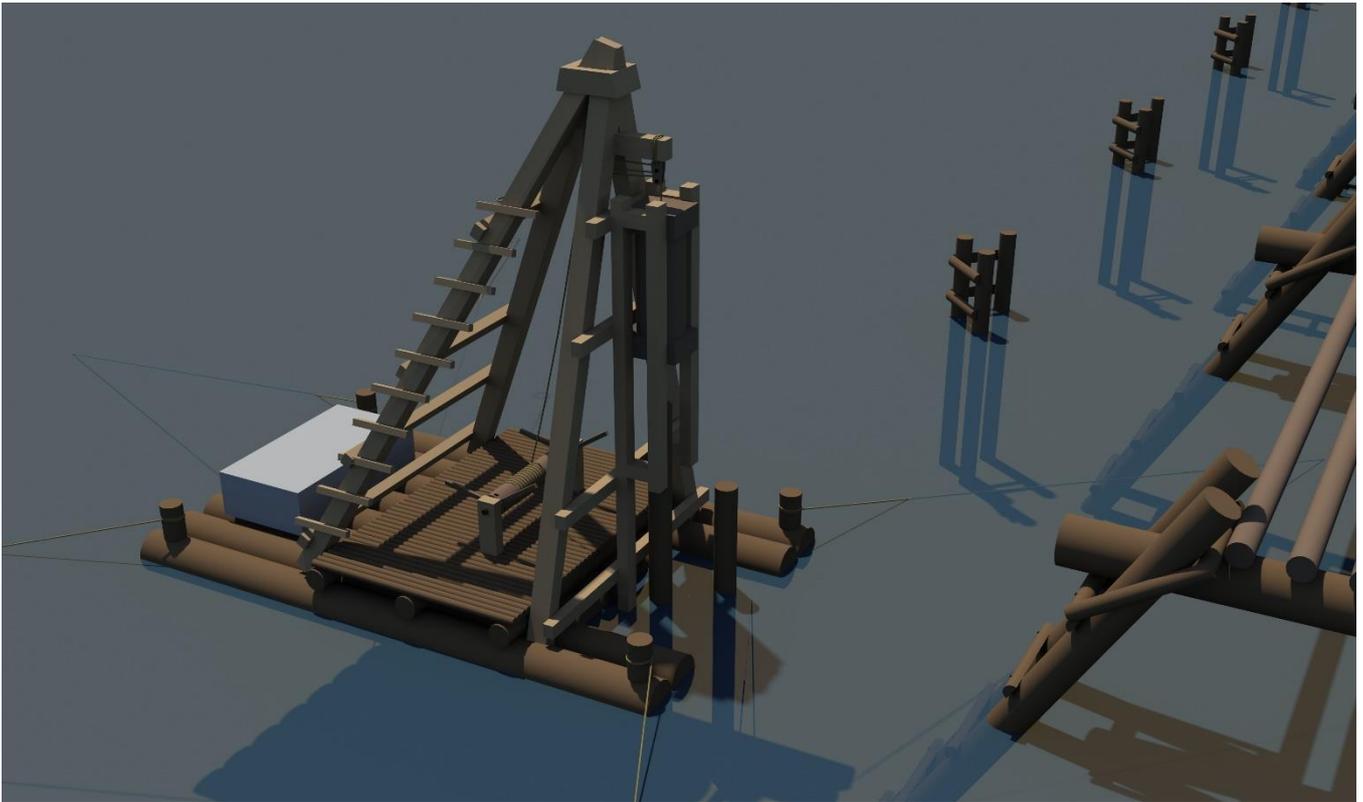
**8. *ac nihilo setius sublicae et ad inferiorem partem fluminis oblique agebantur, quae pro ariete subiectae cum omni opere coniunctae***

Unterhalb des talseitigem Bockbeinpaares (*tigna bina*) wird ein weiterer Pfahl schräg eingeschlagen und mit der Brücke befestigt. Die Frage ist nun, wie ermöglicht wird, dass der Pfahl in den Boden gerammt wird, aber gleichzeitig schräg an die Brücke stößt. Denn durch das Bockbeinpaar (*tigna bina*) und dem Holm (*trabs*) hat man keinen Platz mehr diesen Pfahl schräg einzuschlagen. Entweder man befestigt am unteren Ende des Pfahls zwei angewinkelte und angespitzte kurze Stangen, die dann im Flussgrund stecken wie es Cohausen vorschlägt oder man rammt einen Pfahl senkrecht ein und kippt ihn dann in Richtung Brücke, wie Zimmerhaekel vorschlägt<sup>79</sup>. Mir erscheint Cohausens Idee als zu zeitaufwändig und zu unsicher, da der Kiesgrund doch sehr widerstandsfähig ist und ohne etwas Kraft sich die beiden Stangen kaum in den Grund treiben lassen dürften. Zimmerhaekels Vorschlag berücksichtigt die Bedeutung der *sublicae* als senkrechte Brückenpfähle und die Methode dürfte gerade im Kiesgrund mit mehreren kräftigen seitlichen Hammerschlägen gut zu bewerkstelligen gewesen sein, ohne dass die Stabilität darunter leidet. Und das passt auch zu Caesars Beschreibung: die Pfähle (*sublicae*) werden so mit Schlägen getrieben, dass sie schräg stehen. Aber der Ausgangspunkt sind *sublicae*, die normalerweise senkrechten Brückenpfähle, die er bisher nur als Abgrenzung zu den schrägstehenden Bockbeinen (*tigna bina*) erwähnt hat – ohne die Bedeutung von *sublicae* als senkrechte Pfähle zu verändern. Also werden sie zuerst senkrecht

---

<sup>79</sup> Vgl. von Cohausen, Rheinbrücken 1867, 43 und Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899, 495f.

eingerammt und dann in die Schräglage getrieben<sup>80</sup>. Dabei müssen sie entsprechend der Tiefe des Flussgrundes angepasst sein. Über ihre Breite verliert Caesar kein Wort, aber sie müssen entweder den gleichen Durchmesser wie die Holme (*trabes*) mit 59,2cm gehabt haben um unterhalb dieser mit zwei Leisten angenagelt zu werden oder etwas schmaler, sodass sie zwischen den Pfählen eines Bockbeins (*tigna bina*) passen und hier mit deren Sprossen verbunden werden können<sup>81</sup>.



Nachtrag: im Zuge der Rekonstruktion sind ist aufgefallen: ein Pfahl von 59,2cm Durchmesser wirkt zu stark. Nimmt man jedoch einen mit 44,4cm und 8m passt dieser Pfahl unter die *fibula* und der obersten Sprosse, liegt gleichzeitig auf der vorletzten Sprosse auf! Somit erhält der Schräge Pfahl eine sichere Auflage und muss nur noch mit zwei leisten am seitlichen wegrutschen gehindert werden.

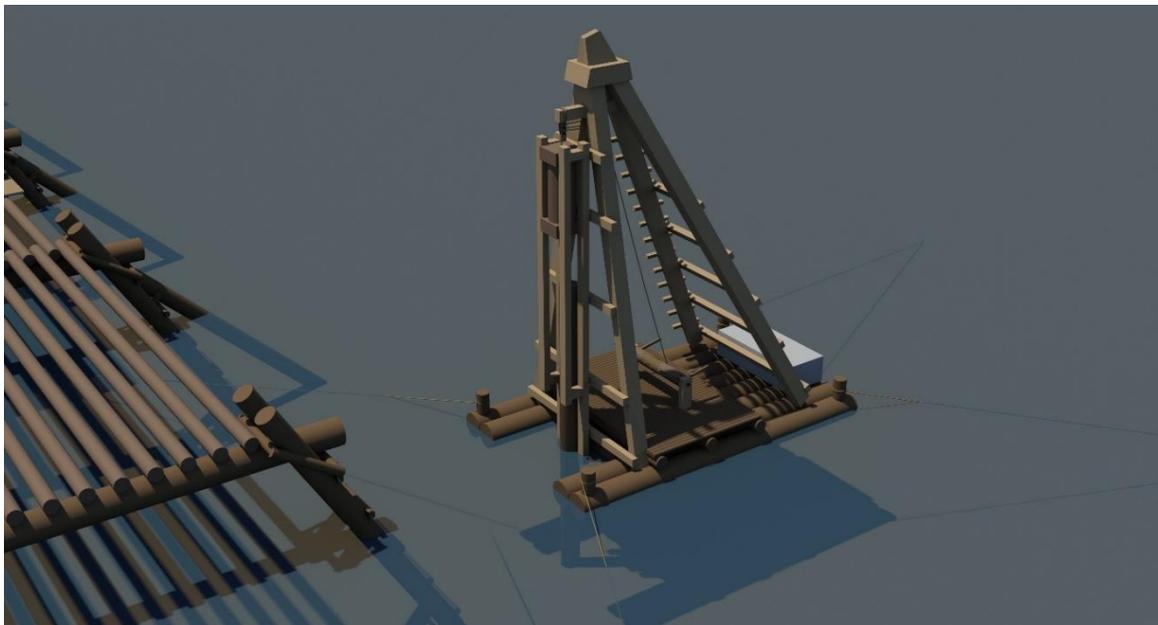
---

<sup>80</sup> Hierfür ist dann ein zweites Floß notwendig (für den nächsten Schritt sogar noch ein drittes), allerdings mit einer senkrecht fallenden Ramme, etwa wie es Howe/Rowland, Vitruvius 2007, 254 in ihrem Vitruvius Kommentar vorschlagen (s. Tafel 12, Abb. 2).

<sup>81</sup> Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899, 495f. setzt sie dabei unter den Klammern (*fibulae*) als zusätzliche Stütze, während Napoléon III., Atlas 1866, Taf. 15 sie über die Holme reichend und mit denen waagrecht befestigt darstellt. Ich würde sie ebenfalls unter den Holm (*trabs*) und mit der Klammer (*fibula*) verbunden setzen, da sich hier die Kraft der Strömung vom Holm auf das Bockbein (*tigna bina*) überträgt und hier die Stütze notwendig ist. Gleichzeitig unterstützt dieser Pfahl (*sublica*) dann auch zusätzlich den Holm (*trabs*), was eine zusätzliche Sicherung bedeutet.

### 9. *aliae item supra pontem mediocri spatio*

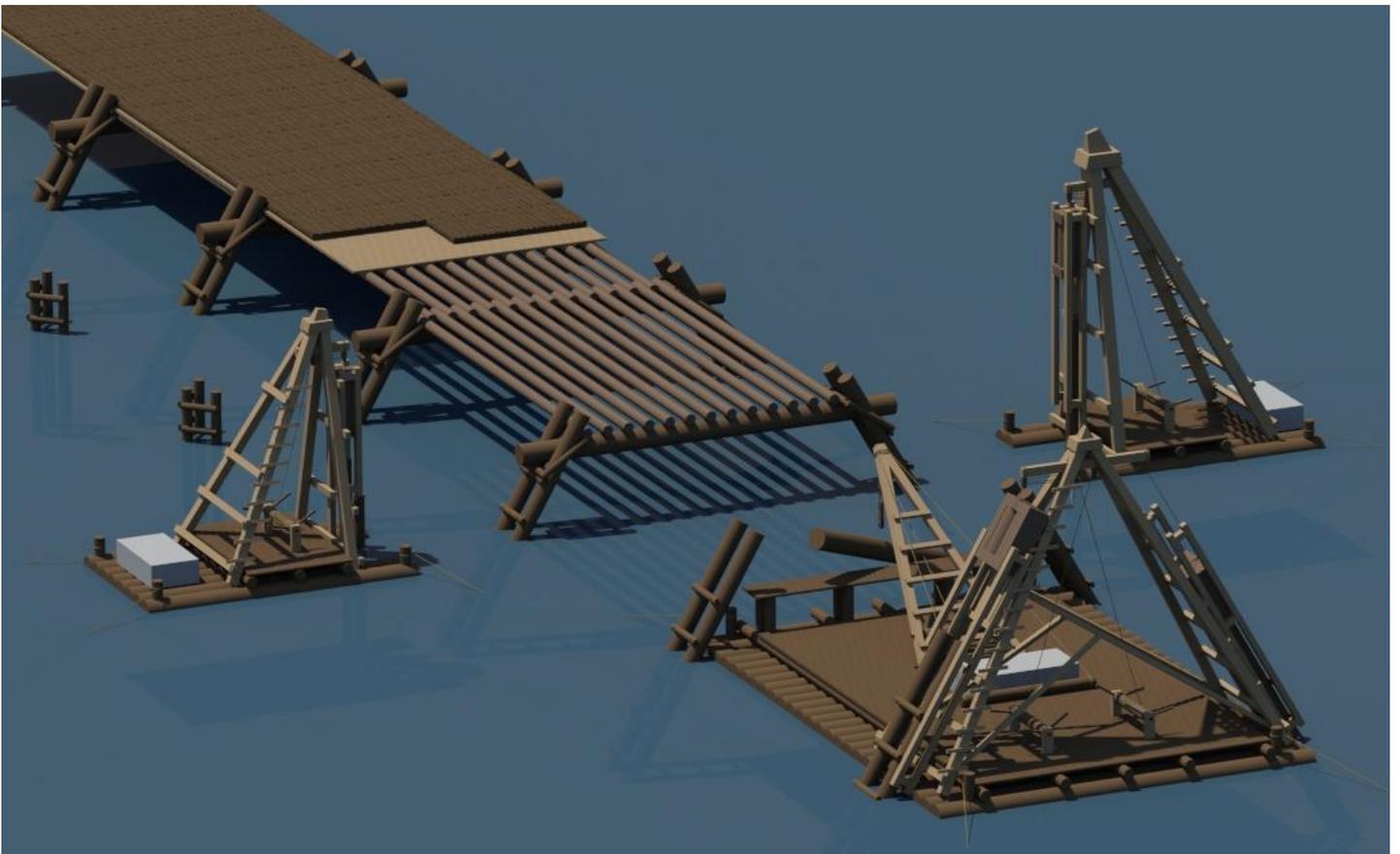
Diese als Verteidiger oder besser Abweiser (*defensores*) dienenden Pfähle sind ebenfalls *sublicae*, auf die sich das *aliae* bezieht. Also auch wieder senkrecht eingerammte Pfähle, wie im vorherigen Bauabschnitt beschrieben, nur das sie diesmal nicht mit der Brücke verbunden sind, wie es Cohausen, Schleusinger und Saatmann jedoch vorschlagen<sup>82</sup>. Wie viel sie dabei genau vor der Brücke stehen, ist nicht weiter angegeben. Dennoch sollte der Abstand auch nicht zu weit weg sein, da ansonsten etwaige Baumstämme und Boote zwar abgedrängt und abgebremst werden, aber dann wieder Fahrt aufnehmen könnten, bevor sie an der Brücke vorbei sind. 1m – 2m vor den bergseitig eingerammten Bockbeinen sollte dafür wohl genügen. Stellt sich die Frage nach dem Aussehen dieser Abweiser (*defensores*). Hier würde sich eine dreieckige Form aus drei verbundenen Pfählen mit der Spitze flussaufwärts anbieten, da man so auch mit weniger starken Pfählen (*sublicae*) etwaiges Treibgut ablenken kann; jedoch würde ein einzelner tief eingerammter Pfahl auch reichen<sup>83</sup>. Ihre Länge ist dabei auch der Tiefe des Rheins angepasst. Bei drei Pfählen dürfte meines Erachtens ein Durchmesser von einem Fuß, also 29,6cm, gereicht haben, die dann oberhalb des Wassers mit Querhölzern verbunden werden konnten, um zusätzliche Stabilität zu erreichen und dem Treibgut die gewünschte Richtung vorzugeben.



<sup>82</sup> Vgl. von Cohausen, Rheinbrücken 1867, 44f., Schleusinger, Studie 1884, 13f. und Saatmann et al., Caesars Rheinbrücke 1939, Taf. 26 (ggü. 156). Dieser Vorsschlag ergibt alleine schon deswegen wenig Sinn, da bei jedem Aufprall die gesamte Brücke erschüttert werden würde – gerade das aber sollen die Abweiser (*defensores*) ja verhindern.

<sup>83</sup> So auch die Vorschläge von Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899,497f. und Napoléon III., Atlas 1866, Taf. 15.

Die vorliegende Rekonstruktion wurde mit den Programmen „Autodesk Softimage 2015“ und „Autodesk 3ds Max 2017“ erstellt. Die Renderbilder sind mit „Nvidia MentalRay“ erstellt worden. Bei der Rekonstruktion habe ich versucht eine gewisse Schlichtheit in den Vordergrund zu stellen. Zum einen wissen wir nicht genau, welches Holz Caesar benutzt hat und auch die Verbindungen sind nicht eindeutig zu klären. Zum anderen ist die Bockbrücke an sich schon von einer gewissen Einfachheit, die meines Erachtens so noch besser zum Tragen kommt<sup>84</sup>.



Sollten diese Maße jedoch stimmen so müssten bei einer Breite von 350m – 400m des Rheins und somit der Brücke 30-33 Böcke errichtet werden. Bei einer Maximalrechnung von drei *defensores*-Pfählen, jedes *tignum* einzeln eingerammt und den *sublicae oblique* müssten 240-264 Pfähle gerammt werden. Da jedoch mindestens drei Rammen im Einsatz sind, würde auf die große Ramme 120-132 Pfähle kommen, auf die der *defensores*

---

<sup>84</sup> Dazu müsste auch eine ordentliche statische Analyse der rekonstruierten Brücke kommen, um zu überprüfen ob die von mit pi mal Daumen gerechneten Maße auch tatsächlich halten könnten.

90-99 Pfähle und die der *sublicae* 30-33. Gehen wir also von der großen Ramme aus, da sie die meiste Arbeit hat. Bei zehn Tagen Bauzeit nehmen wir dann noch zwei Tage weg für die Arbeiten auf den fertigen Jochen. So müssten 16,5 Pfähle pro Tag gerammt werden. Das wären im Sommer gerade mal ein Pfahl pro Stunde Tageslicht und sollte mehr als ausreichend gewesen sein, die Brücke in der von Caesar angegebenen Zeit fertig zu stellen.

## Abbildungsnachweis

- Tafel 1, 1 Herger/Roggenkamp, Rekonstruktion  
römerzeitlicher Wasserstände 2014, 35 Abb. 10.
- Tafel 1, 2 Fischer, Tallandschaften 1991, 16 Abb. 3.
- Tafel 2 Jasmund, Rheinstrombauverwaltung 1901, 89 Abb.  
76, 90 Abb. 77 und 92f. Abb. 80 und 81.
- Tafel 3 Jasmund, Rheinstrombauverwaltung 1901, 88 Abb.  
74.
- Tafel 4 Jasmund, Rheinstrombauverwaltung 1901, 88 Abb.  
74, 96 Abb. 82 und 110, Abb. 98.
- Tafel 5, 1 Herger/Roggenkamp, Rekonstruktion  
römerzeitlicher Wasserstände 2014, 55 Abb. 20.
- Tafel 5, 2 Herger/Roggenkamp, Rekonstruktion  
römerzeitlicher Wasserstände 2014, 55 Abb. 21.
- Tafel 6 Troyano, Bridge Engineering 2003, 146 Abb. 3.127.
- Tafel 7 Napoléon III., Atlas 1866, Taf. 15.
- Tafel 8, 1 Säule des Traianus, sog. Trajanssäule, Säulenschaft.  
Szene 15: Römische Soldaten bei der Waldarbeit,  
Arachne Uni Köln <http://arachne.uni-koeln.de/item/relief/30014015> (zuletzt abgerufen am 28.09.2017).
- Tafel 8, 2 Säule des Traianus, sog. Trajanssäule, Säulenschaft.  
Szene 19: Errichtung einer hölzernen Brücke,  
Arachne Uni Köln <http://arachne.uni-koeln.de/item/relief/30014019> (zuletzt abgerufen am 28.09.2017).
- Tafel 9, 1 Relief mit Kran und Grabbau des Q. Haterius  
Antigonus (Hateriergrab). Rom, Musei Vaticani,  
Museo Gregoriano Profano, Arachne Uni Köln

- <http://arachne.uni-koeln.de/item/objekt/21582>  
(zuletzt abgerufen am 28.09.2017).
- Tafel 9, 2                      Votivrelief des Luceius Peculiaris. Capua, Museo Provinciale Campano, Arachne Uni Köln  
<http://arachne.uni-koeln.de/item/objekt/3631>  
(zuletzt abgerufen am 28.09.2017).
- Tafel 10                        Howe/Rowland, Vitruvius 2007, 294 Abb. 119.
- Tafel 11, 1                     Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 100 Abb. 7.
- Tafel 11, 2                     Rekonstruktion einer Pfahlramme auf der Festung Ehrenbreitstein bei Koblenz, Foto: H. Weinandt  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roman\\_Pile\\_Driver,\\_Festung\\_Ehrenbreitstein,\\_Koblenz,\\_Germany.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roman_Pile_Driver,_Festung_Ehrenbreitstein,_Koblenz,_Germany.jpg) (zuletzt abgerufen am 28.09.2017).
- Tafel 12, 1                     Fehr, Römische Rheinbrücken 2011, 101 Abb. 9.
- Tafel 12, 2                     Howe/Rowland, Vitruvius 2007, 254 Abb. 89.
- Tafel 13, 1                     Isphording, Caesars Rheinbrücke 1886, 241 Abb. 1.
- Tafel 13, 2                     Isphording, Caesars Rheinbrücke 1886, 242 Abb. 2.
- Tafel 17                        Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899, 490f. Abb. 13-18.

## Quellenverzeichnis

- Dittenberger/Kraner, Bello Gallico 1960** C. Iulius Caesar, Commentarii de bello Gallico, com. W. Dittenberger/Fr. Kraner<sup>18</sup>(Berlin 1960, H. Meusel (Hrsg.)).
- Rambaud, Liber quartus 1967** C. Iulius Caesar, Bellum Gallicum. Liber quartus, ed. et com. M. Rambaud (Paris 1967).
- Schönberger, Bello Gallico 2013** C. Iulius Caesar, De Bello Gallico, ed., trans. et com. O. Schönberger, Sammlung Tusculum<sup>4</sup>(Berlin 2013).

- Reinhardt, Topica 2003** M. Tullius Cicero, *Topica*, ed., trans. et com. T. Reinhardt (Oxford 2003).
- Howe/Rowland, Vitruvius 2007** Vitruvius, *Ten Books on Architecture*, com. et. trans. T. N. Howe/D. Rowland <sup>7</sup>(New York 2007).
- Callebat/Gros, Vitruvius 2003** Vitruvius, *De L'Architecture. Livre II* ed. et trans. L. Callebat, com. P. Gros, Collection des Universités de France <sup>2</sup>(Paris 2003).
- Gros, Vitruvius III 1990** Vitruvius, *De L'Architecture. Livre III* ed., trans. et com. P. Gros, Collection des Universités de France (Paris 1990).
- Gros, Vitruvius IV 1992** Vitruvius, *De L'Architecture. Livre IV* ed., trans. et com. P. Gros, Collection des Universités de France (Paris 1992).
- Callebat, Vitruvius 2004** Vitruvius, *De L'Architecture. Livre VI* ed., trans. et com. L. Callebat, Collection des Universités de France (Paris 2004).
- Liou et al., Vitruvius 1995** Vitruvius, *De L'Architecture. Livre VII* ed. et trans. B. Liou/M. Zuinghedauet, com. M.-T. Cam, Collection des Universités de France (Paris 1995).
- Callebat/Fleury, Vitruvius 1986** Vitruvius, *De L'Architecture. Livre X* ed. et trans. L. Callebat, com. L. Callebat/P. Fleury, Collection des Universités de France (Paris 1986).

## Literaturverzeichnis

- Blümner, Technologie und Terminologie 1879** H. Blümner, Technologie und Termonologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern, Bd. 2 (Leipzig 1879)
- Brown, Briding the Rhine 2013** R. D. Brown, Caesars's Description of Bridging the Rhine (Bellum Gallicum 4.16-19): A Literary Analysis, Classical Philology 108, No. 1 (Chicago 2013), 41-53.
- Bundgård, Caesar's Bridges 1965** J. A. Bundgård, Caesar's Bridges over the Rhine, Acta Archaeologica 36 (Kopenhagen 1964), 87-103.
- DNP s.v. Maße** DNP-Online s.v. Maße (Ch. Höcker/J. Renger/W. Sallaberger/H.-J. Schulzki, [http://dx.doi.org/10.1163/1574-9347\\_dnp\\_e725910](http://dx.doi.org/10.1163/1574-9347_dnp_e725910) zuletzt abgerufen am 28.09.2017)
- DNP s.v. Suebi** DNP-Online s.v. Suebi (R. Wiegels, [http://dx.doi.org/10.1163/1574-9347\\_dnp\\_e1125010](http://dx.doi.org/10.1163/1574-9347_dnp_e1125010) zuletzt abgerufen am 28.09.2017)
- DNP s.v. Vitruvius [2]** DNP-Online s.v. Vitruvius [2] (Ch. Höcker, [http://dx.doi.org/10.1163/1574-9347\\_dnp\\_e12206250](http://dx.doi.org/10.1163/1574-9347_dnp_e12206250) zuletzt abgerufen am 28.09.2017)
- Dodington, References to Engineering 1983** P. M. Dodington, The Function of the References to Engineering in Caesar's "Commentaries", Diss. University of Iowa 1980 (Ann Arbor 1983).

- Eich, Kaiserzeit 2014** A. Eich, Die römische Kaiserzeit. Die Legionen und das Imperium, C.H. Beck Geschichte der Antike (München 2014).
- Fehr, Römische Rheinbrücken 2011** H. Fehr, Römische Rheinbrücken. Wie kamen die Pfähle in den Flussgrund?, in: Bayrische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie (Hrsg.), Archäologie der Brücken. Vorgeschichte. Antike. Mittelalter. Neuzeit (Regensburg 2011), 96-101.
- Franzen, Flußsystem 2002** J. L. Franzen, Versuch einer Rekonstruktion der Entwicklung des rheinischen Flußsystems, Natur und Museum 132, 11 (Frankfurt am Main 2002), 408-423.
- Gilles, How Caesar Bridged 1969** R. C. Gilles, How Caesar Bridged the Rhine, CJ 64, No. 8 (1969), 359-365.
- Herger/Roggenkamp, Rekonstruktion römerzeitlicher Wasserstände 2014** J. Herger/T. Roggenkamp, Rekonstruktion römerzeitlicher Wasserstände und Abflüsse an Nieder- und Mittelrhein, in: H. Kennecke (Hrsg.), Der Rhein als europäische Verkehrsachse. Die Römerzeit, Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie 16 (Bonn 2014), 25-62.
- Holter, Saturntempel** E. Holter, Der Saturntempel, *digitales forum romanum*, <http://www.digitales-forum-romanum.de/gebaeude/saturntempel/> (zuletzt abgerufen am 28.09.2017)
- Holter, 0107 Saturntempel und Aerarium** E. Holter, 0107 Saturntempel und Aerarium, Wiki des *digitalen forum romanum* <https://wikis.hu->

[berlin.de/digiforo/index.php?title=0107\\_Saturntempel und Aerarium&oldid=4149](http://berlin.de/digiforo/index.php?title=0107_Saturntempel_und_Aerarium&oldid=4149)

(zuletzt abgerufen am 28.09.2017)

- Isphording, Caesars Rheinbrücke 1886** Reg. Bau. Isphording, Caesars Rheinbrücke, Centralblatt der Bauverwaltung 25, 1886, 241-242.
- Isphording, Rheinbrücke 1886** Reg. Bau. Isphording, Caesars Rheinbrücke, Bonner Jahrbücher 82, 1886, 30-34.
- Jasmund, Rheinstrombauverwaltung 1901** R. Jasmund, Die Arbeiten der Rheinstrom-Bauverwaltung 1851-1900. Denkschrift anlässlich des 50 jährigen Bestehens der Rheinstrombauverwaltung und Bericht über die Verwendung der seit 1880 zur Regulierung des Rheinstroms bewilligten ausserordentlichen Geldmittel (Berlin 1901).
- Napoléon I., Guerres de Jules César 1836** Napoléon I., Précis des guerres de Jules César. Écrit par M. Marchand (Hrsg.), a l'Ile Sainte-Hélène, sous la dictée de l'Empereur. Suivi de plusieurs fragmens inédits (Brüssel 1836).
- Napoléon III., Jules César 1866** Napoleon III., Histoire de Jules César, Bd. 2. Guerre des Gaules (Paris 1866).
- Napoléon III., Atlas 1866** Napoléon III., Histoire de Jules César, Bd. 3. Atlas (Paris 1866).
- Nissen, Metrologie 1892** H. Nissen, Griechische und römische Metrologie, in: Handbuch der Klassischen Altertumswissenschaft 1. Einleitende und

- Hilfs-Disziplinen 2(München 1892), 835-890.
- O'Connor, Roman Bridges 1993** C. O'Connor, Roman Bridges (Cambridge)
- Rheinhard, Rhein-Brücke 1883** A. Rheinhard, C. Jul. Caesar's Rhein-Brücke. Eine technisch-kritische Studie (Stuttgart 1883).
- Saatmann et al., Caesars Rheinbrücke 1939** E. Jüngst/K. Saatmann/P. Thielscher, Caesars Rheinbrücke, Sonderdruck Bonner Jahrbücher 143 (Berlin 1939).
- Schleusinger, Studie 1884** A. Schleusinger, Studie zu Caesars Rheinbrücke (Schöpping 1884).
- Troyano, Bridge Engineering 2003** L. F. Troyano, Bridge Engineering. A Global Perspective (Madrid 2003).
- von Cohausen, Rheinbrücken 1867** A. von Cohausen, Cäsar's Rheinbrücken. Philologisch, militärisch und technisch untersucht (Leipzig 1867).
- Zimmerhaeckel, Caesars Rheinbrücke 1899** F. Zimmerhaeckel, C. Julius Caesars Rheinbrücke. Comm. De Bell. Gall. IV. 17. Ein Rekonstruktionsversuch, Sonderdruck des 29. und 30. Bande der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (Leipzig 1899), 481-507.

## Anhänge, Karten und Tafeln

### Anhang 1

Römische Längenmaße nach Nissen, Metrologie 1892, 835-890.

Römische Maßangabe	Übersetzung	Metrische Umrechnung
1 <i>pes</i>	1 römischer Fuß	29,6cm
1 <i>cubitus</i> = 1 <i>sesquipes</i>	1 Elle = 1½ römische Fuß	44,4cm
2 <i>pedes</i> ( <i>duo/bi-</i> )	2 römische Fuß	59,2cm
1 <i>passus</i> = 5 <i>pedes</i>	1 Doppelschritt = 5 röm. Fuß	148cm
<i>mille passus</i> = 1000 <i>passus</i> = 5000 <i>pedes</i>	1 römische Meile = 1000 Doppelschritte = 5000 röm. Fuß	1480m

### Anhang 2

Berechnungen Gewicht von Eichenstämmen<sup>85</sup>

Rohdichte frisches Grünholz:  $\rho_N 0,96 \text{ g/cm}^3 = 969 \text{ kg/m}^3$

Volumen eines Zylinders (vereinfachter Baumstamm):  $V = \pi * r^2 * h$

Gewicht *trabs* mit  $r = d/2 = 0,592\text{m}/2 = 0,296\text{m}$  und  $h = 11\text{m}$

$V = \pi * 0,296\text{m} * 0,296\text{m} * 11\text{m}$

$V \sim 3,03\text{m}^3$

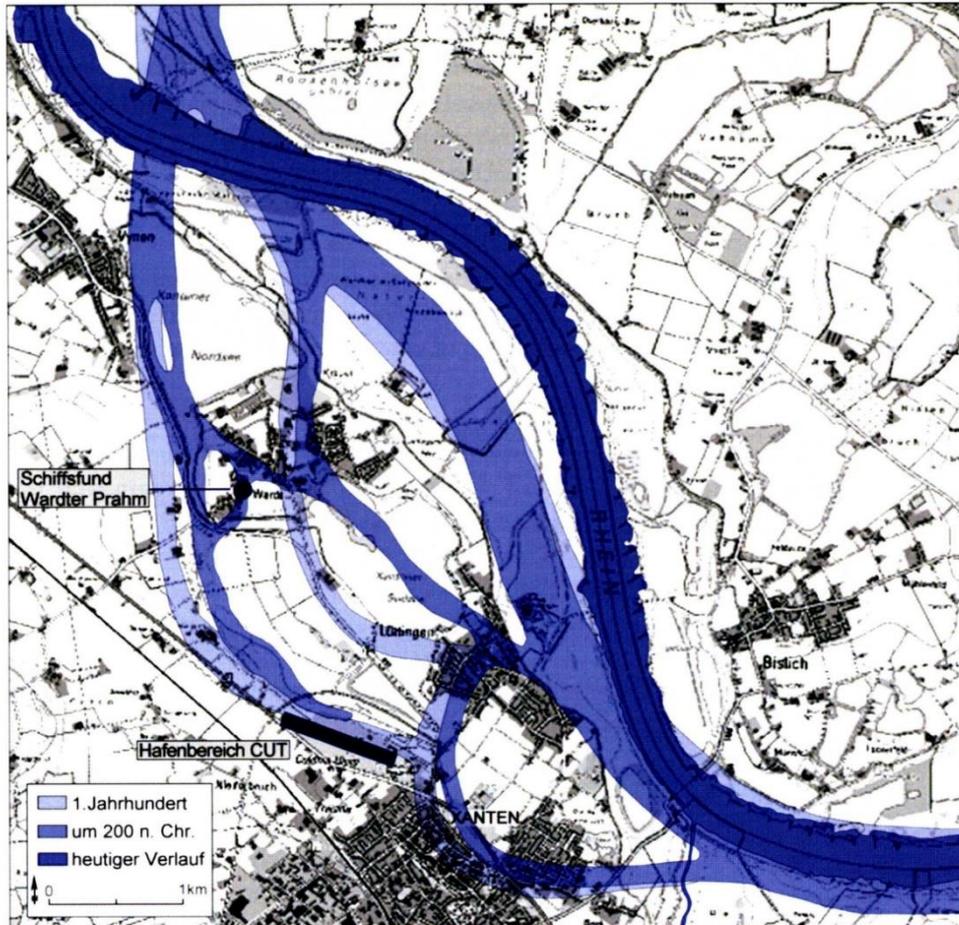
$g = 969\text{kg} * 3,03 = 2908,80\text{kg} \sim 2,91\text{t}$

---

<sup>85</sup> Angaben nach der Publikation des LWF Bayern, G. Ehmcke/D. Grosser, Das Holz der Eiche – Eigenschaften und Verwendung, LWF Wissen 75 (online abgerufen unter [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/forsttechnik-holz/dateien/w75\\_das\\_holz\\_der\\_eiche-eigenschaften\\_und\\_verwendung\\_bf\\_gesch.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/forsttechnik-holz/dateien/w75_das_holz_der_eiche-eigenschaften_und_verwendung_bf_gesch.pdf) zuletzt am 28.09.2017), 56f.

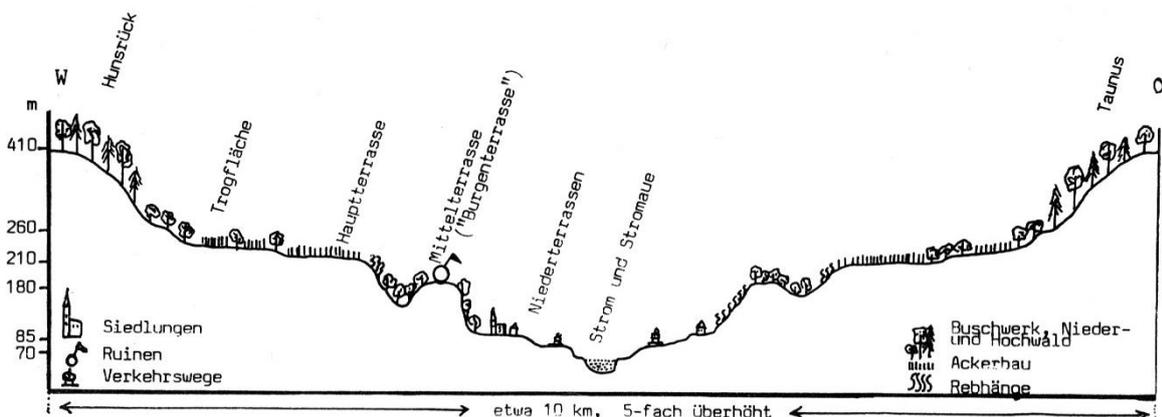
Tafel 1

Abbildung 1



Antiker Rheinverlauf bei Xanten nach J. Klostermann (1986, 13) mit der Lage des Hafens sowie der Fundstelle des Wärdter Prahms. Die Darstellung muss eventuell nach neueren Untersuchungen (vgl. Beitrag Meurers-Balke und Gerlach S. 201 f.) modifiziert werden (Kartengrundlage: Geobasis NRW).

Abbildung 2

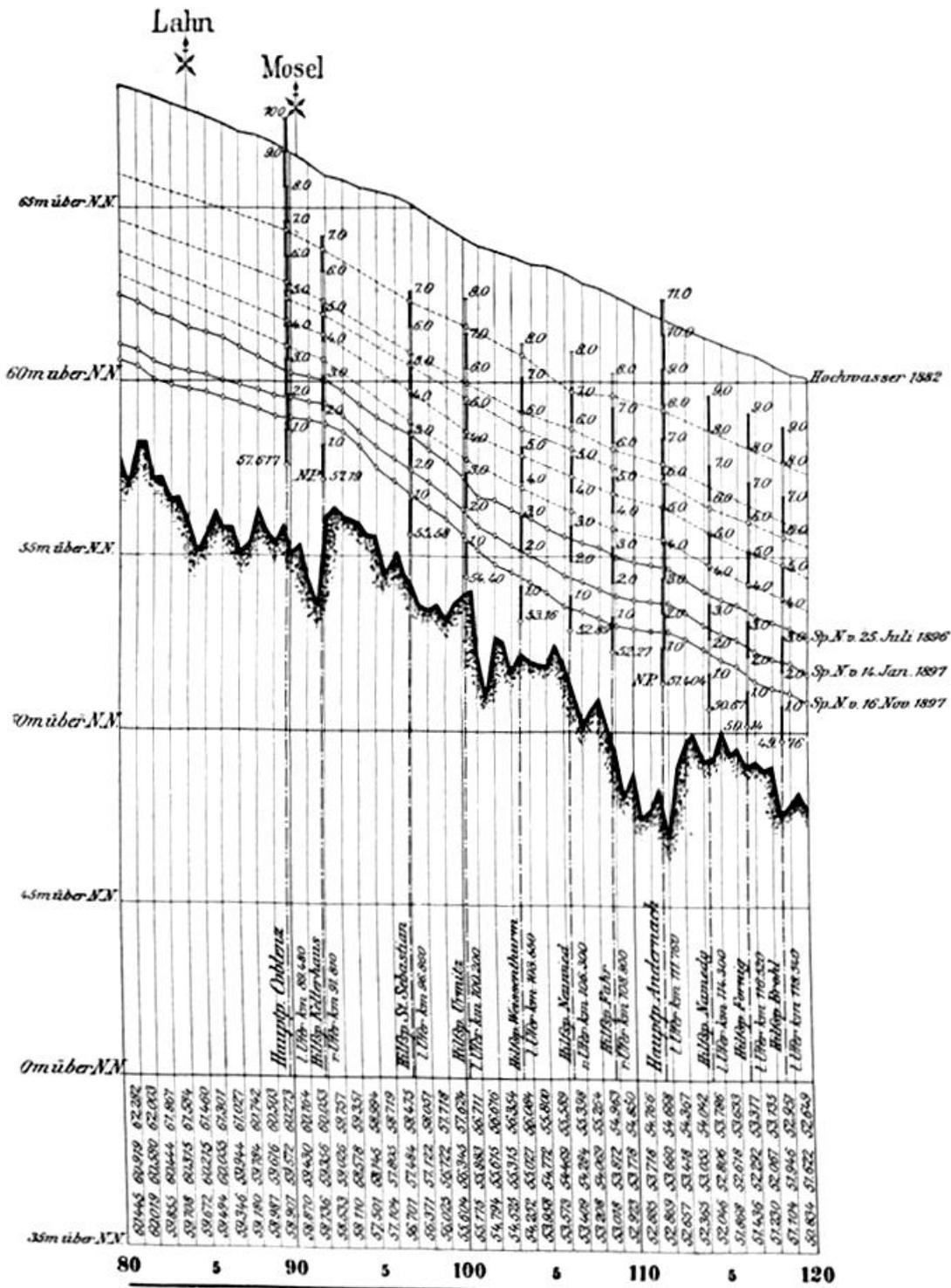


*Idealquerschnitt durch das Obere Mittelrheintal bei St. Goar.  
Kausalprofil: Nutzungsformen der Terrassenflur.*

[Entwurf: H. Fischer 1991]

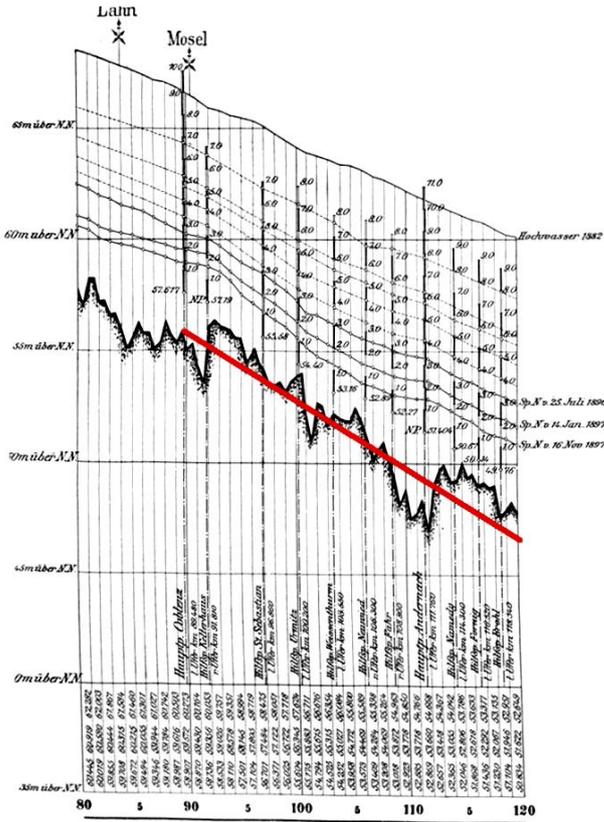


Tafel 3



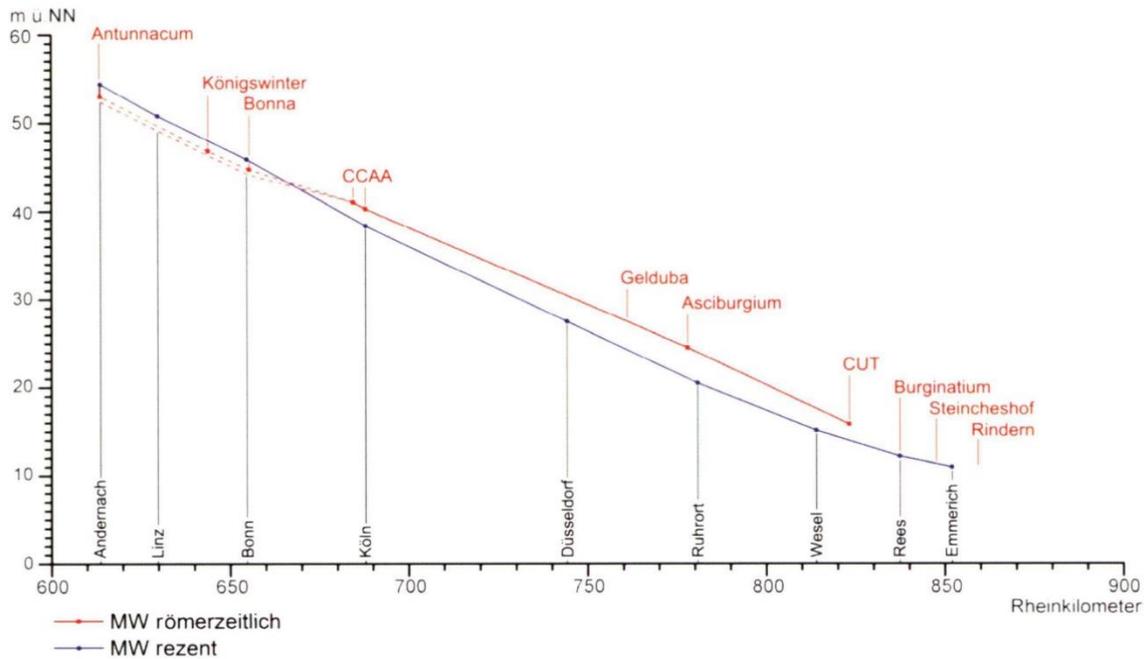
Längenschnitt des Rheins von Coblenz bis Andernach (mit Darstellung der mittleren Sohlenhöhe in den bei gemitteltem Niedrigwasser aufgenommenen Querschnitten).

Tafel 4

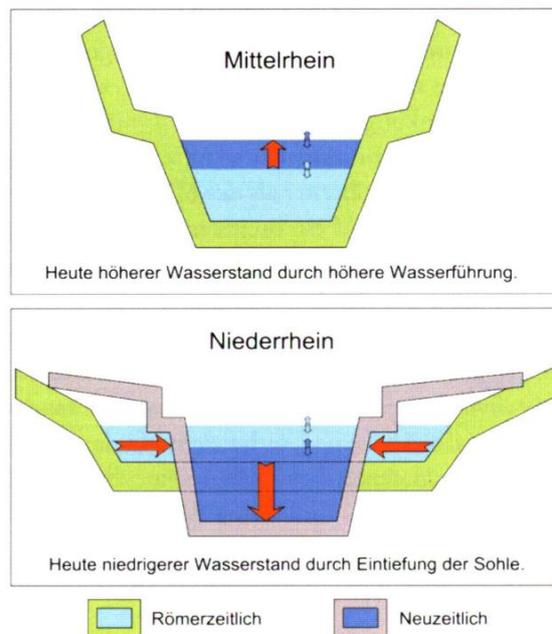


## Tafel 5

### Abbildung 1

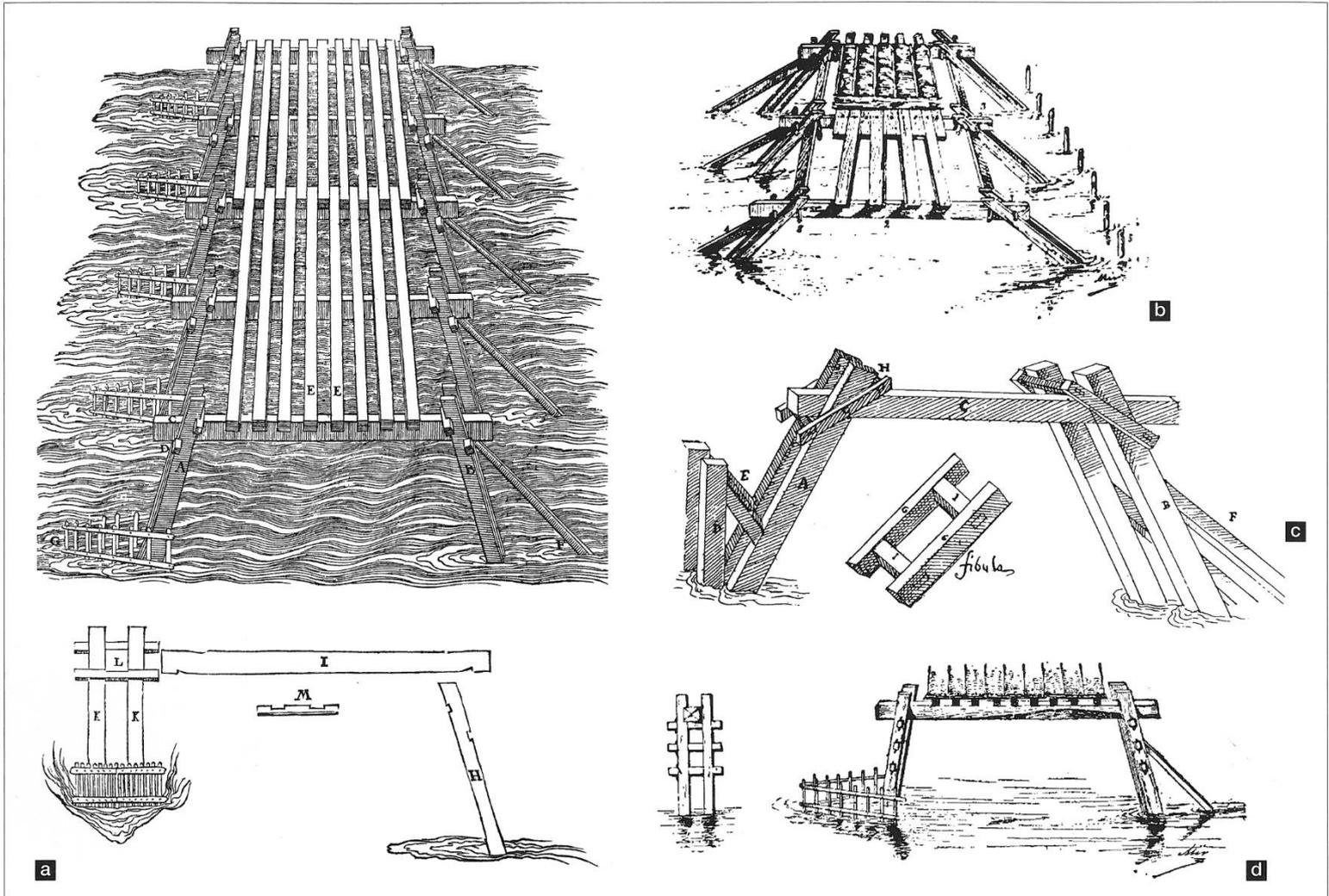


### Abbildung 2

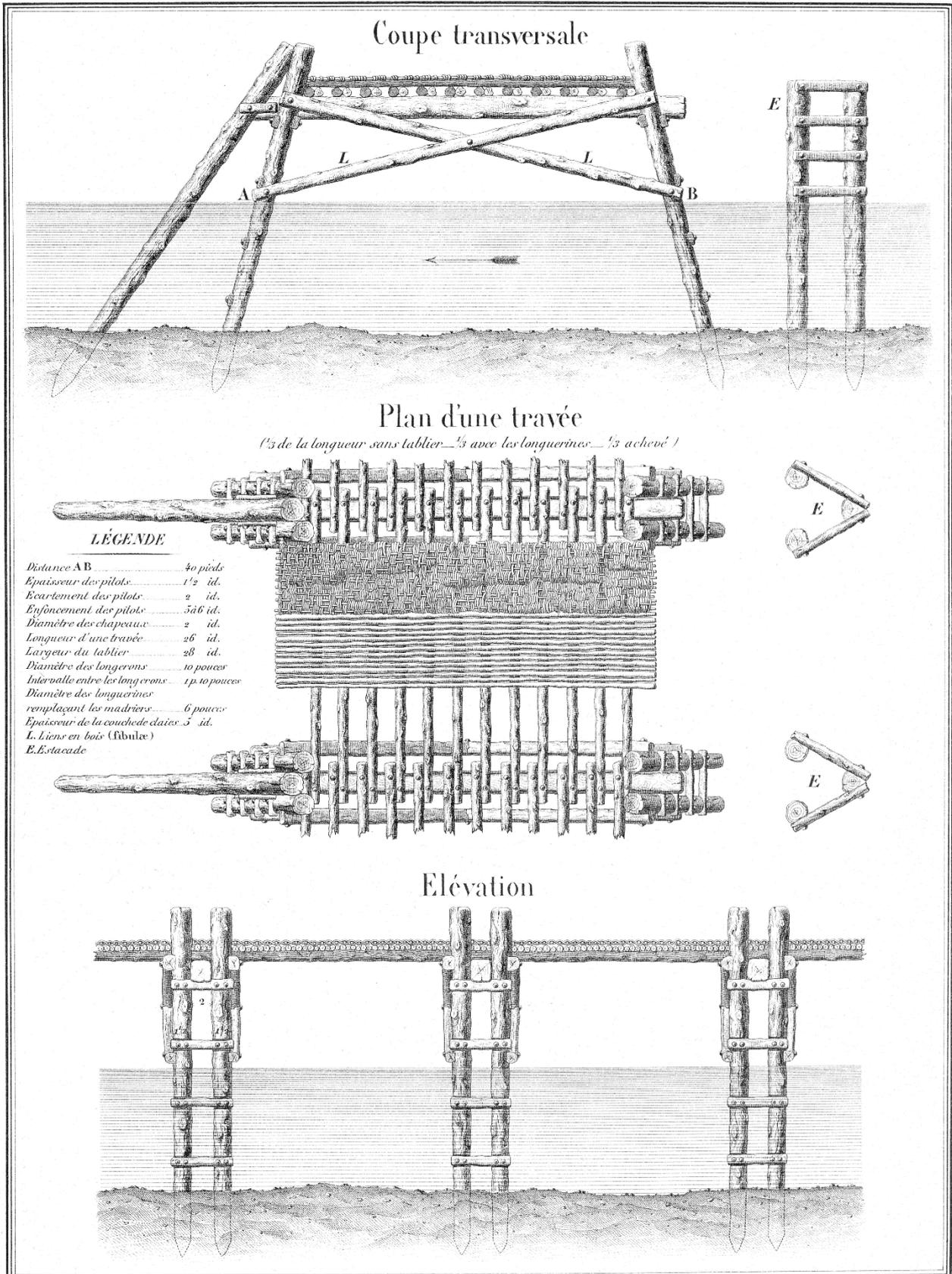


Schematische Darstellung der Flussgeometrie von Mittel- und Niederrhein sowie ihre Veränderung von der Römerzeit zu heute.

Tafel 6



Representations of the description of the bridge over the river Rhine built by Julius Caesar: (a) drawing by A. Palladio (1570); (b) drawing by J. Lipsius (1596); (c) drawing from the book entitled "The Twenty One Books of Devices and Machines" and (d) drawing by P. de Ablancourt.



**LÉGENDE**

- Distance AB ..... 40 pieds
- Épaisseur des pilots ..... 1 $\frac{1}{2}$  id.
- Ecartement des pilots ..... 2 id.
- Enfoncement des pilots ..... 5 à 6 id.
- Diamètre des chapeaux ..... 2 id.
- Longueur d'une travée ..... 26 id.
- Largeur du tablier ..... 28 id.
- Diamètre des longerons ..... 10 pouces
- Intervalle entre les longerons ..... 1 p. 10 pouces
- Diamètre des longuerines remplaçant les madriers ..... 6 pouces
- Épaisseur de la couche de claies ..... 5 id.
- L. Liens en bois (fibulæ)
- E. Estacade

Gravé par Erhard Schieble

Imp. Lemercier et C<sup>e</sup> Paris



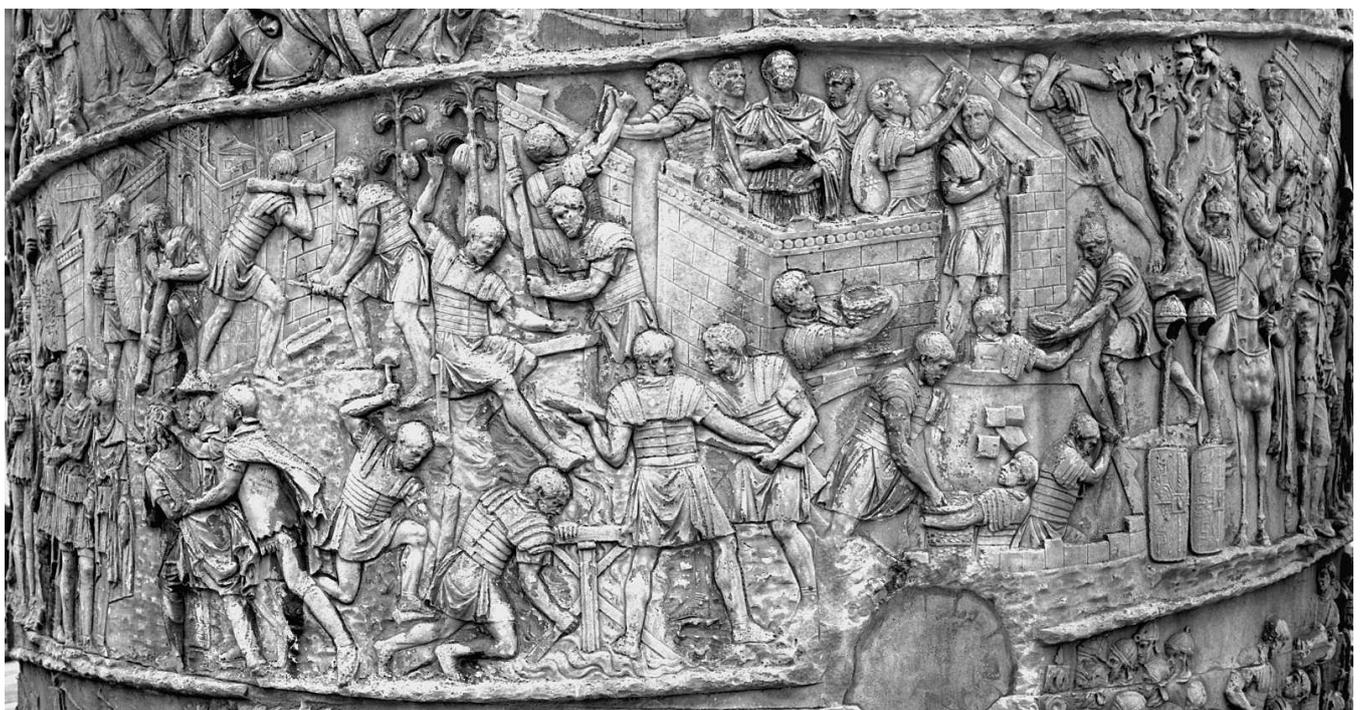
**Tafel 8**

**Abbildung 1**



Legionäre bei der Waldarbeit

**Abbildung 2**



Legionäre beim Brückenbau

Tafel 9

Abbildung 1

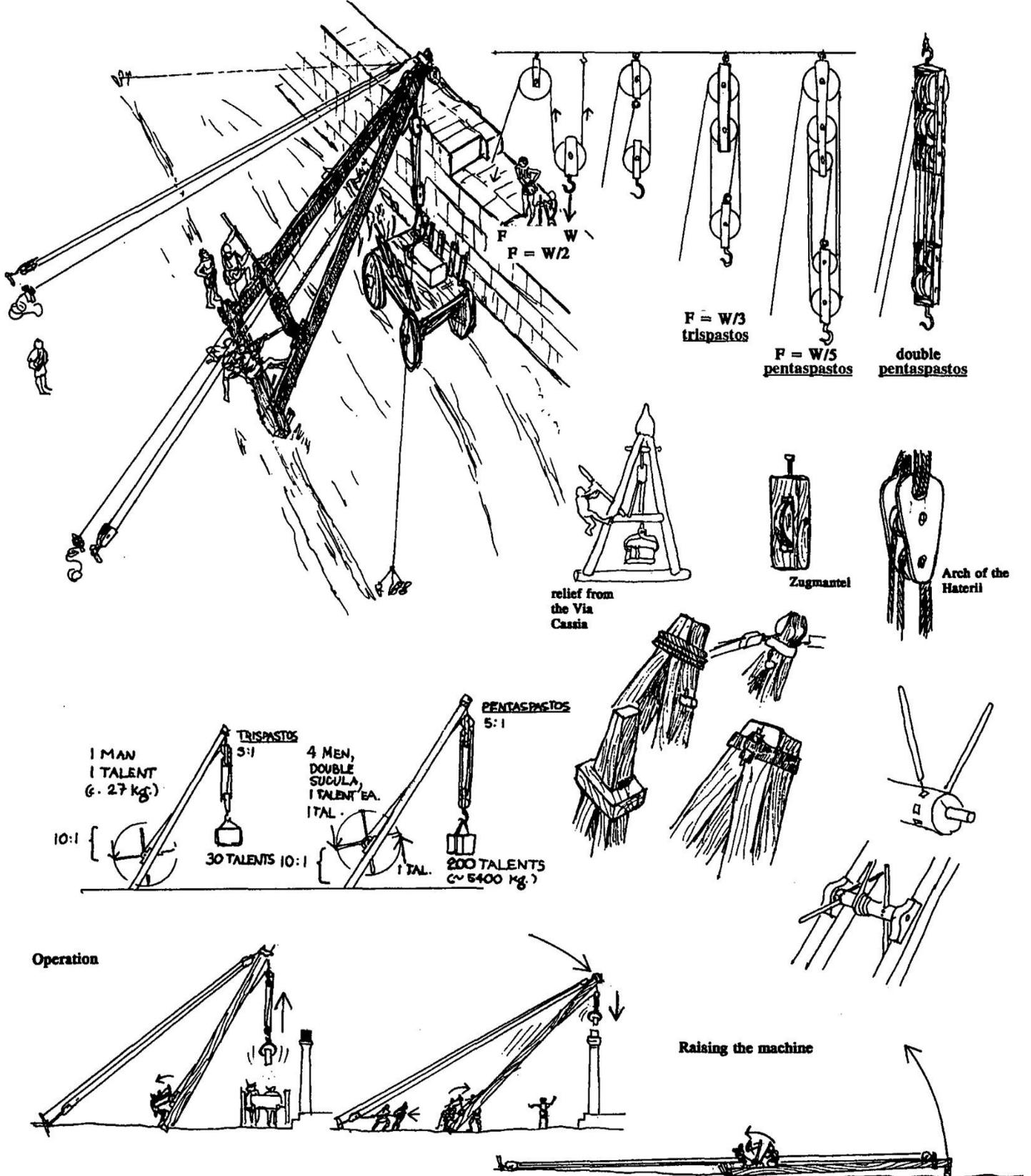


Abbildung 2



Tafel 10

CRANES: TRISPASTOS/PENTASPASTOS (10.2.1-4)



Cranes: Trispastos/Pentaspastos (10.2.1-4).

## Tafel 11

Abbildung 1 – experimentalarchäologisch

Zugramme auf dem rekonstruierte Zugramme

Abbildung 2 –

Ehrenbreitstein



River Tyne, England. Auf dem Floß errichtete Pfahlramme mit Korb zur Aufnahme des Rammgewichts. Darunter die Führung für den Pfahl. Foto: H. Fehr.



Tafel 12

Abbildung 1 – *machina* nach Vorschlag Fehr 2011

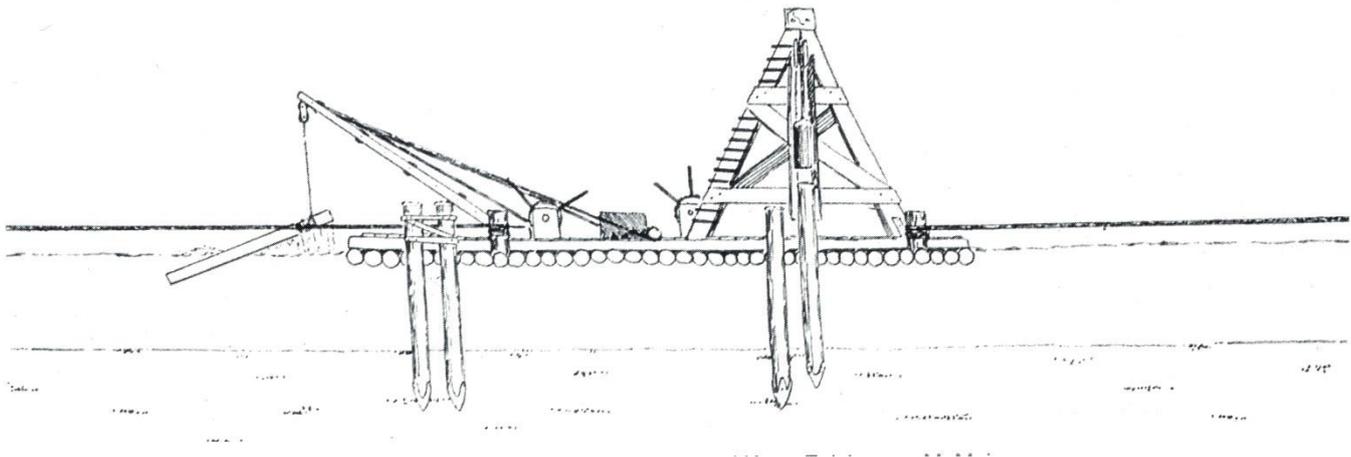
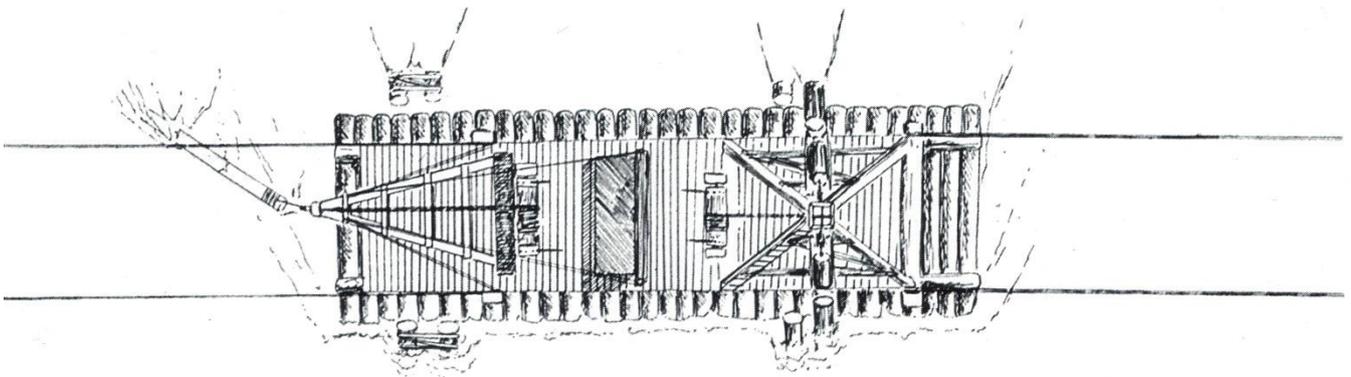
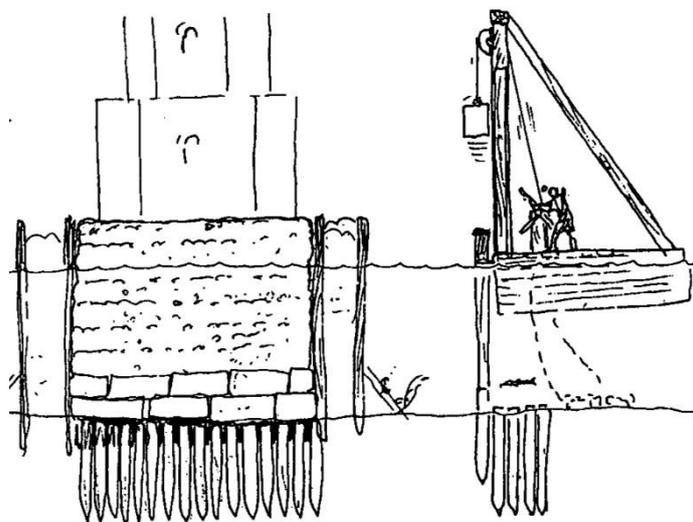


Abbildung 2 – Zugramme auf einem Floß zum einrammen senkrechter Pfähle (*sublicae*)

6. IF SOFT GROUND: pilings, ashlar, concrete



Tafel 13

Abbildung 1 – Ispordings Fundstellen

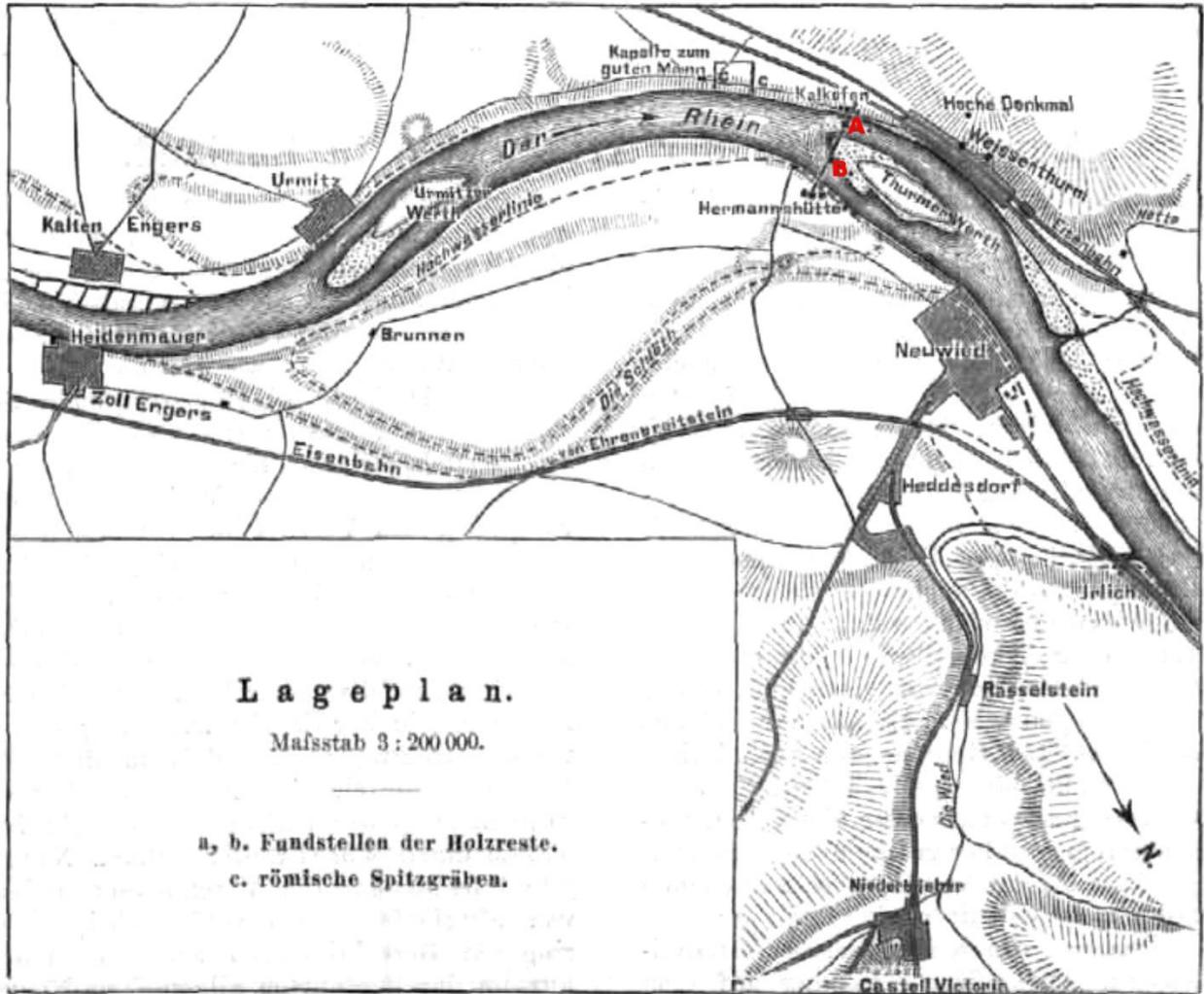
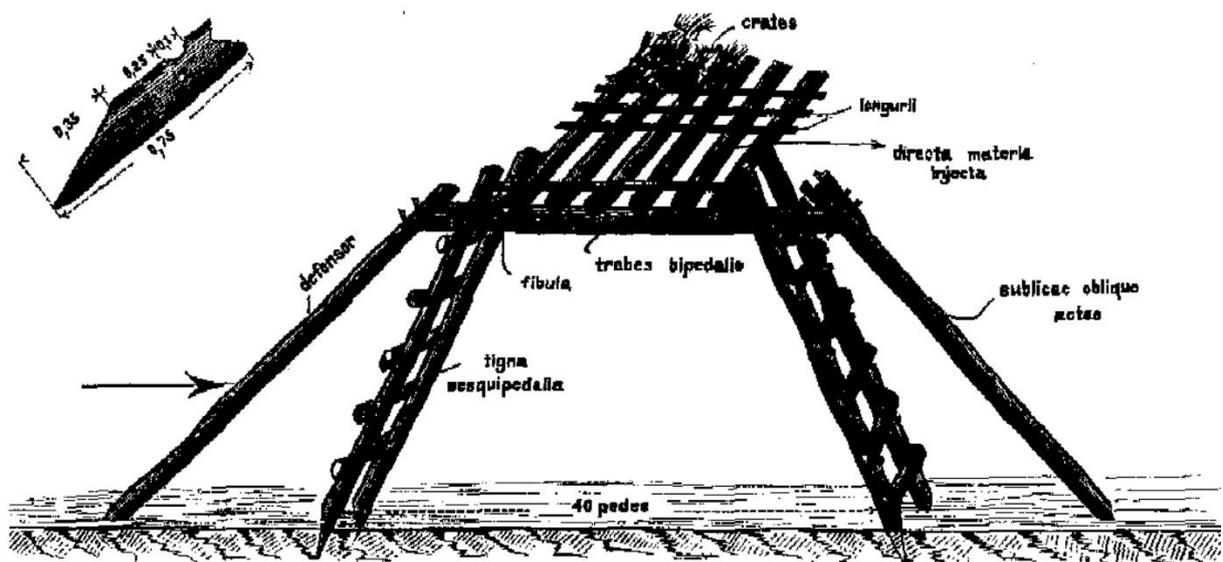
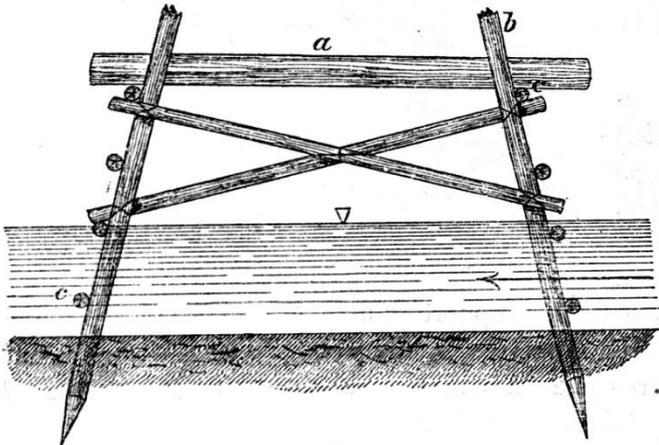


Abbildung 2 – Ispordings Pfahl



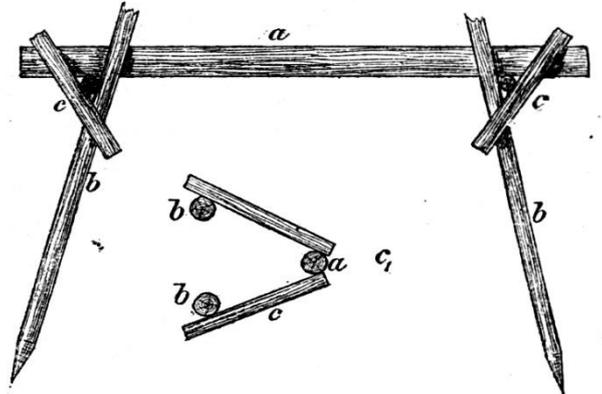
Tafel 17

(Napoleon III.)



$a$  = Holm,  $b$  = Bockbeinpaar,  
 $c$  = Diagonalverstreibungen (*fibulae*).

(Dr. Rheinhard.)



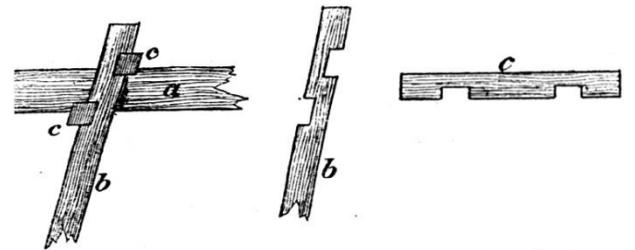
$a$  = Bockholm,  $b$  = Bockbeine,  $c$  = *fibulae*,  
 $c_1$  zeigt eine *fibula* von oben gesehen.

(Kraner.)



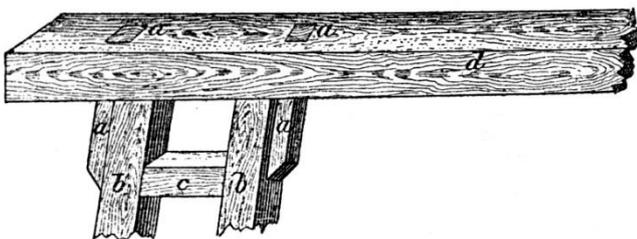
Bock von oben gesehen.  
 $a$  = Bockholm,  $b$  = Sprossen,  $c$  = Bockbeine,  $d$  = *fibulae*,  
eiserne Stifte.

(v. Göler.)



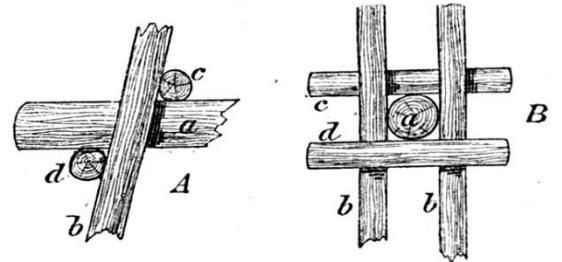
$a$  = Holm,  $b$  = Bockbein,  $A$  = Bockbein mit den  
Ausschnitten für den Spannriegel,  $c$  = Spannriegel.

(Maurer-Noiré.)



$a$  = *fibulae*, Keile,  $b$  = Bockbein (hintereinander stehend),  
 $c$  = Sprossen,  $d$  = Holm.

(v. Cohausen.)



$A$  = Vorderansicht.  $B$  = Seitenansicht.  
 $a$  = Holm,  $b$  = Bockbein,  $c$  = innere *fibula*,  
 $d$  = äußere *fibula*.

Diverse *fibulae*-Vorschläge gesammelt vom Zimmerhaekel 1899