



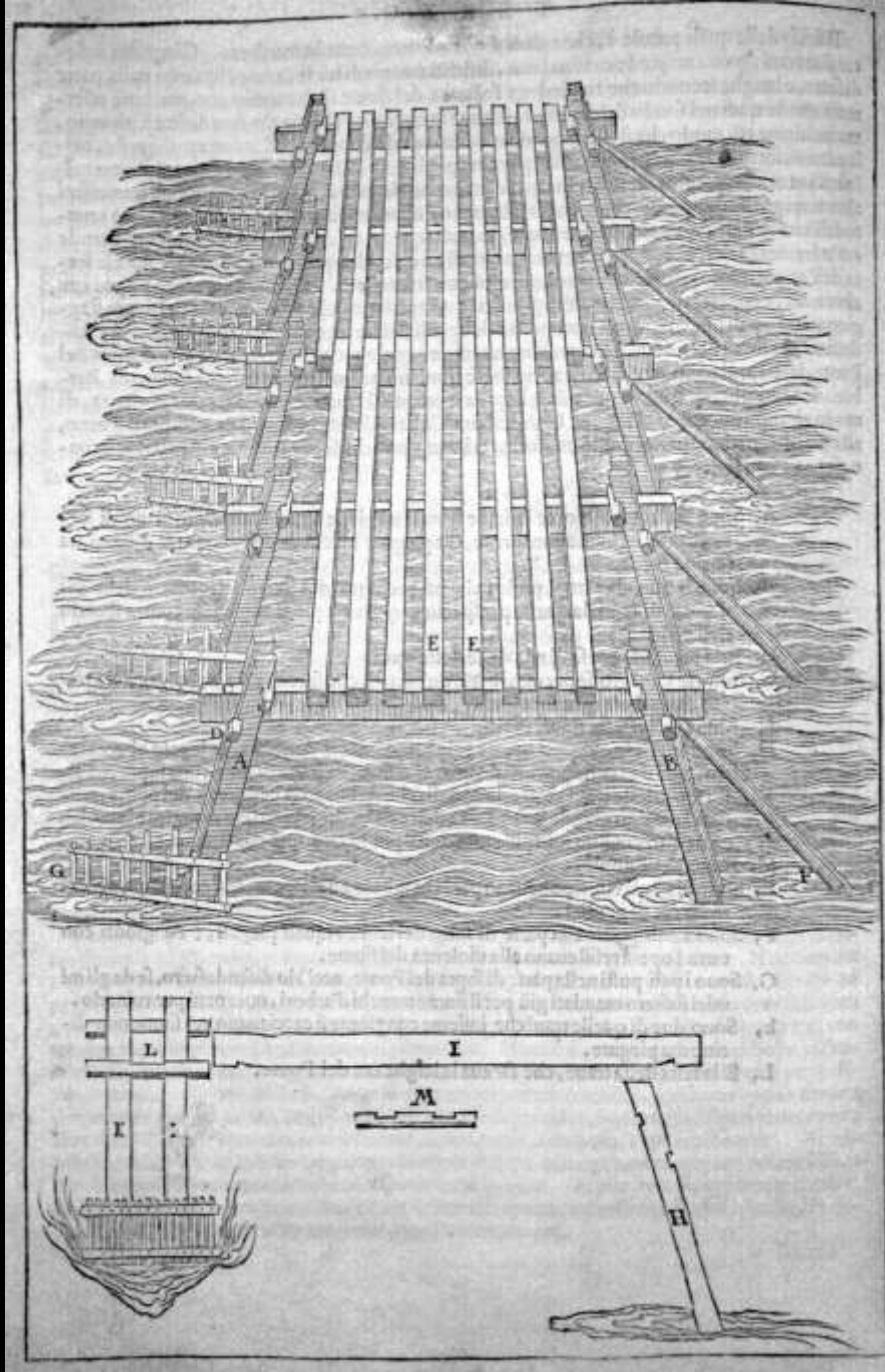
Hölzerne Brücken Systeme und Entwicklungsgeschichte

Stefan M. Holzer, ETH Zürich

Balkenbrücken und Pfahljoche



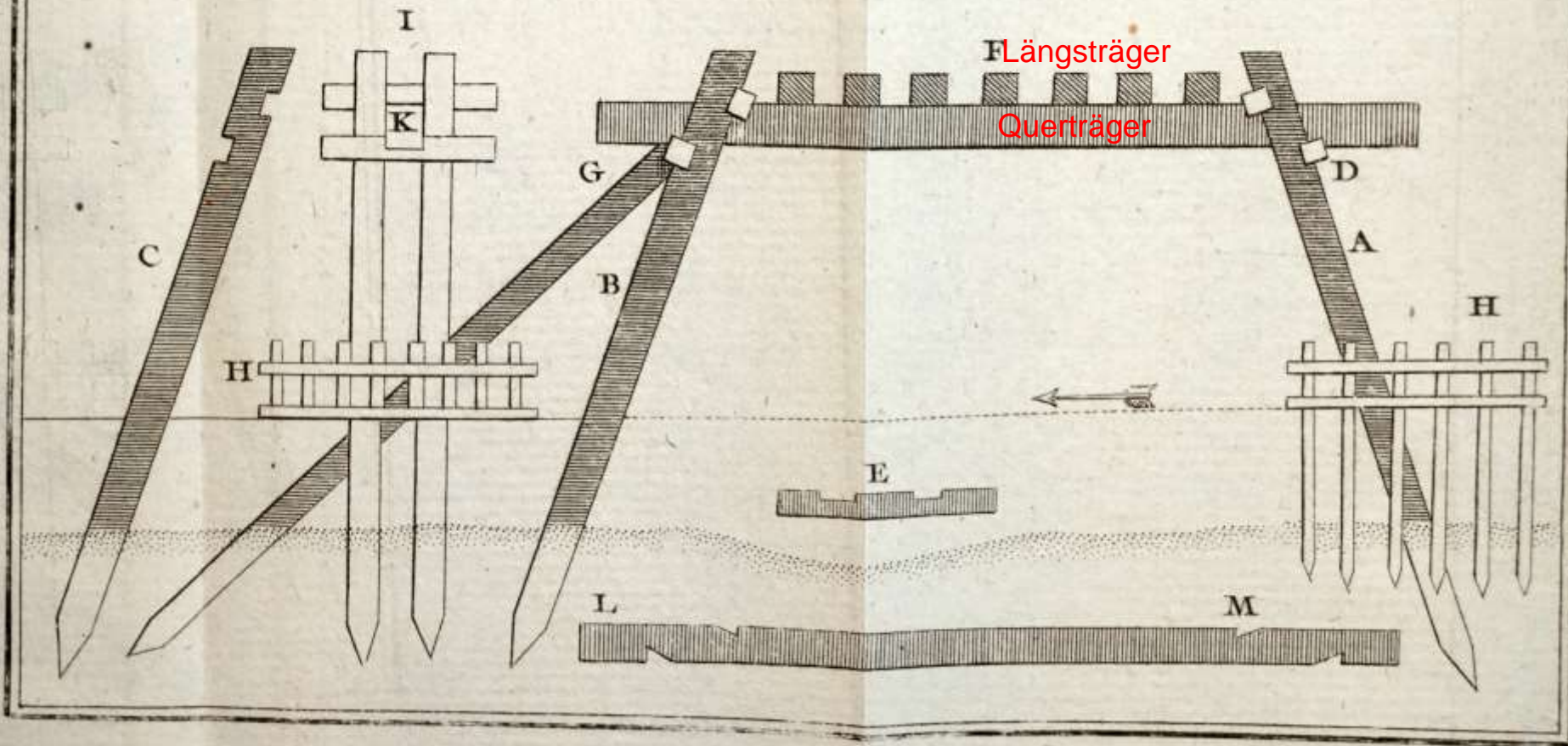
Pfahljochbrücke als Keimzelle einer Stadt
Rheinbrücke Basel (Herrliberger 1761)



Caesars Brücke über den Rhein (55 v. Chr.), nach Caesars Text rekonstruiert von Andrea Palladio 1570

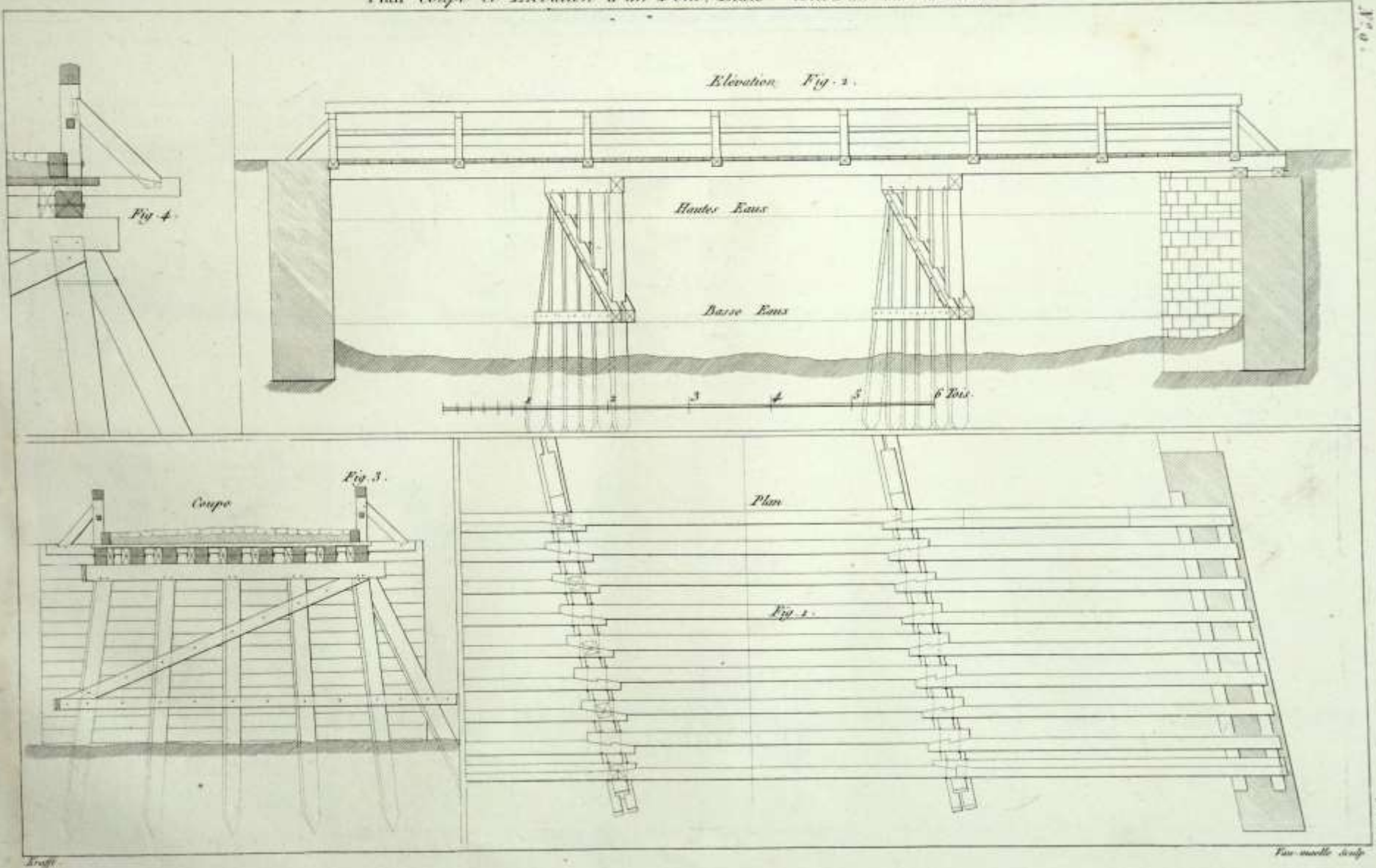
PROFIL DU PONT DE CÆSAR SUR LE RHIN.

PL. XIV.



Caesars Rheinbrücke, Pfahljochkonstruktion (Gautier 1716 nach Palladio 1570)

Plan Coupe et Elevation d'un Pont, Biais Construit sur le Necker



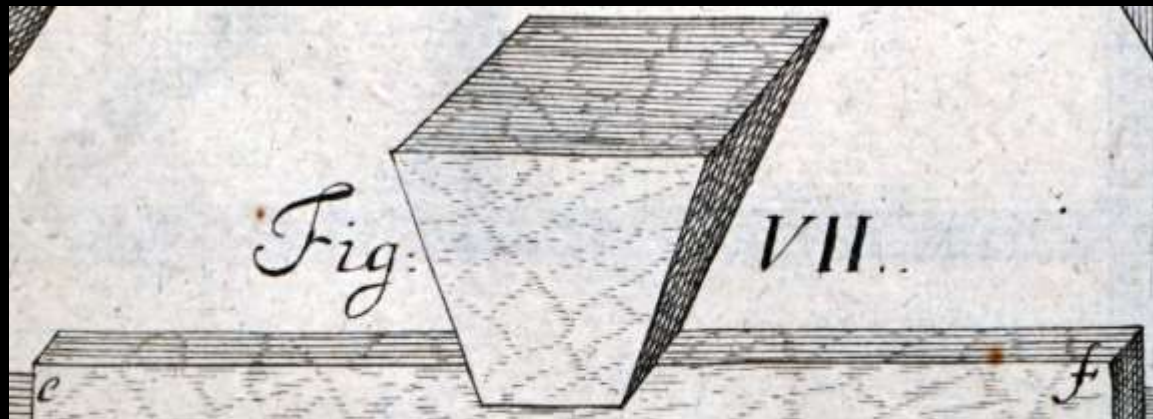
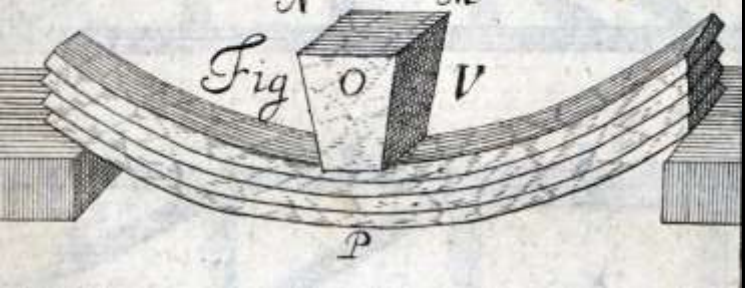
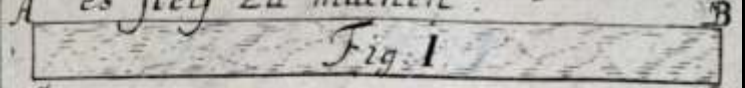
Balkenbrücke auf Pfahljochen über den Necker (Appenzell-Ausserrhoden) (Krafft 1805)



Einsturz einer Brücke (Fidenza, Kathedrale San Donnino, Fassadenrelief, um 1200)

Verstärkte Balken

Warum das Holz sich bieget. bricht
 es steif zu machen.





Verzahnnte Balken (Limmatbrücke Wettingen AG)



Verzahnte und verschraubte Balken (Sitterbrücke im Kubel SG)

Fig. 2.

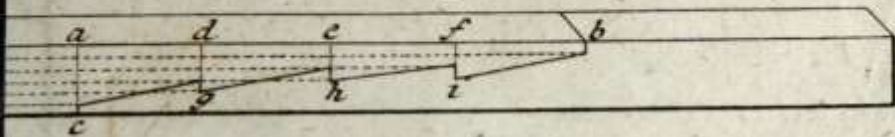


Fig. 3.



6 Fig. 1.

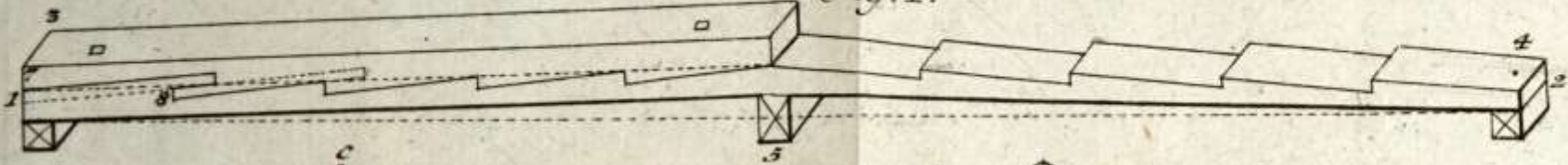
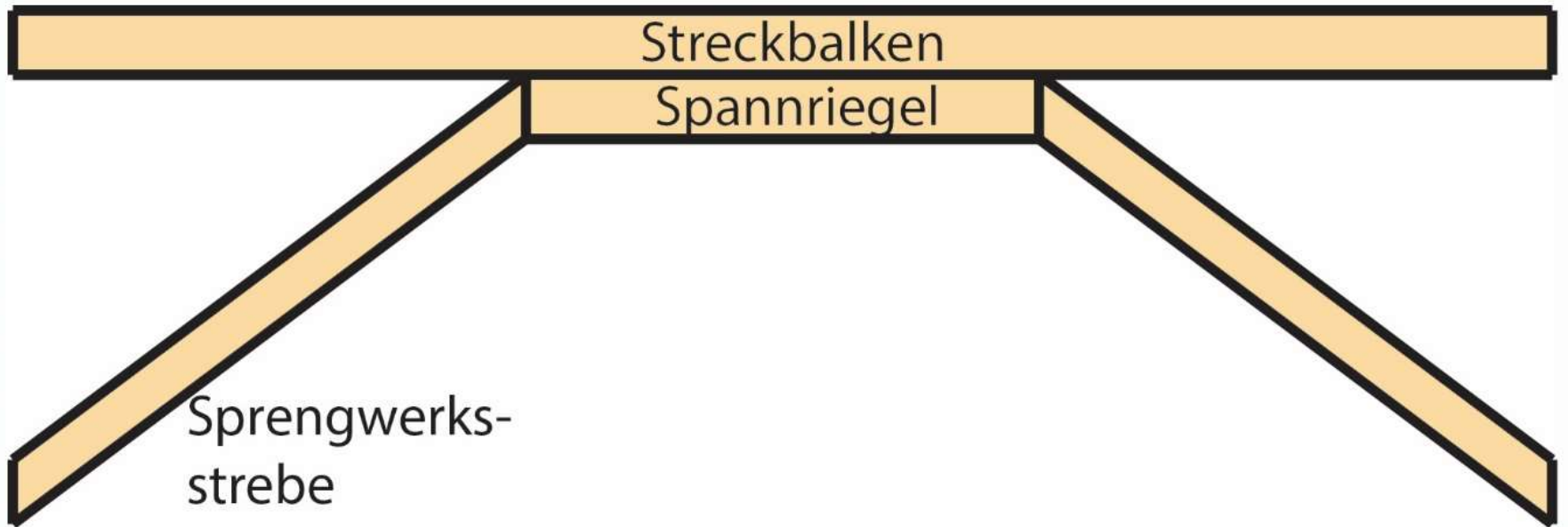


Fig. 6.



Verzahnte Balken (Müstair GR, um 1500)

Tragwerk unter der Fahrbahn:
Sprengwerksbrücken



Unterstützung des Streckbalkens durch ein „doppeltes“ Sprengwerk
Sprengwerk = das Tragwerk liegt *unter* der Fahrbahn

Fig. I.

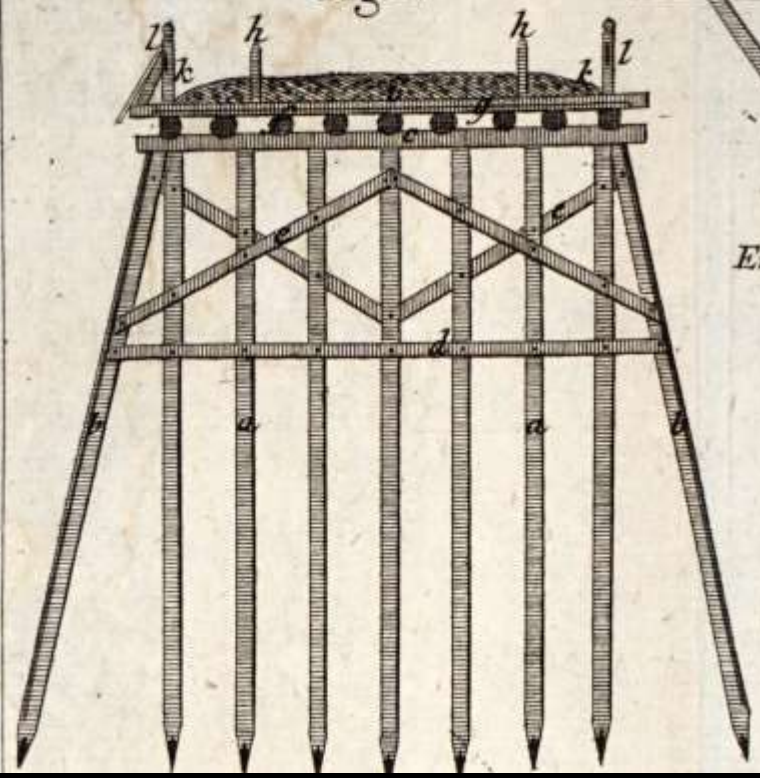
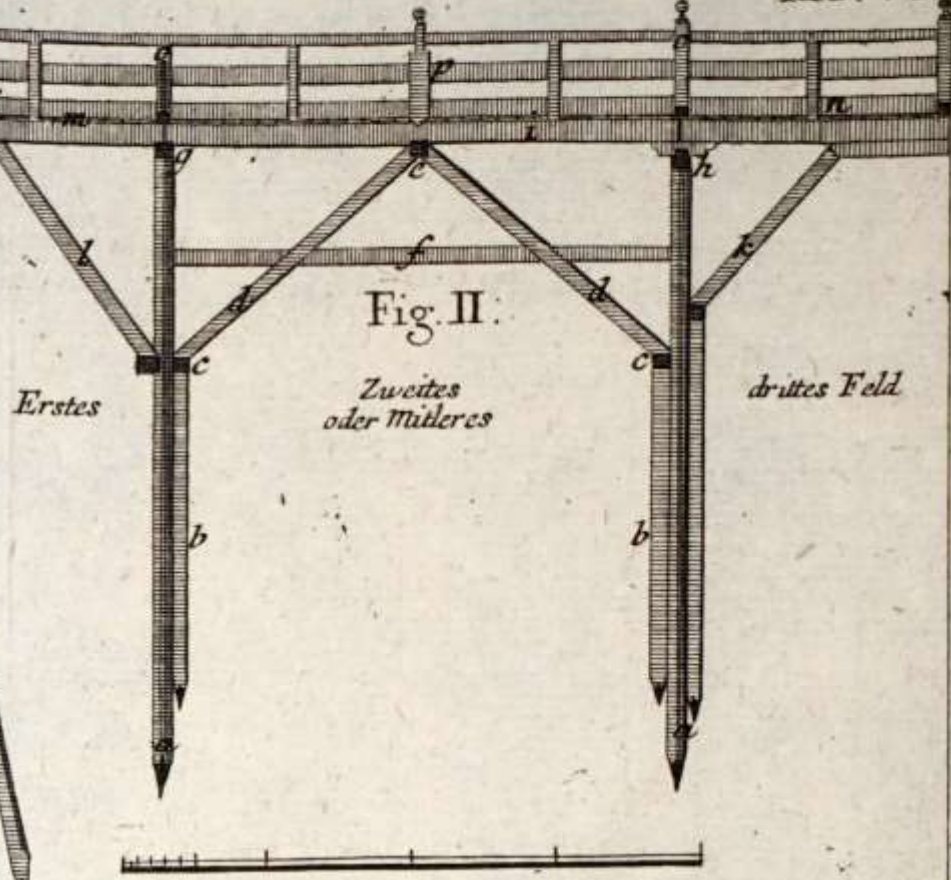



Fig. II.



Unterstützung des Streckbalkens durch ein „einfaches“ Sprengwerk (Walter 1766)

A historical black and white postcard showing the Chevalets bridge in Avignon, France. The bridge is a long, narrow wooden structure supported by a complex lattice of wooden posts and beams. It spans across a wide river. In the background, a building with a dome is visible on the right bank. The text '1174 AVIGNON - Le Pont de Chevalets' is printed in the upper right corner.

1174 AVIGNON - Le Pont de Chevalets

Grande phot. Marseille

Rhonebrücke bei Avignon (Anf. 19. Jh., hist. Postkarte um 1900)



Unterstützung des Streckbalkens durch ein „doppeltes“ Sprengwerk

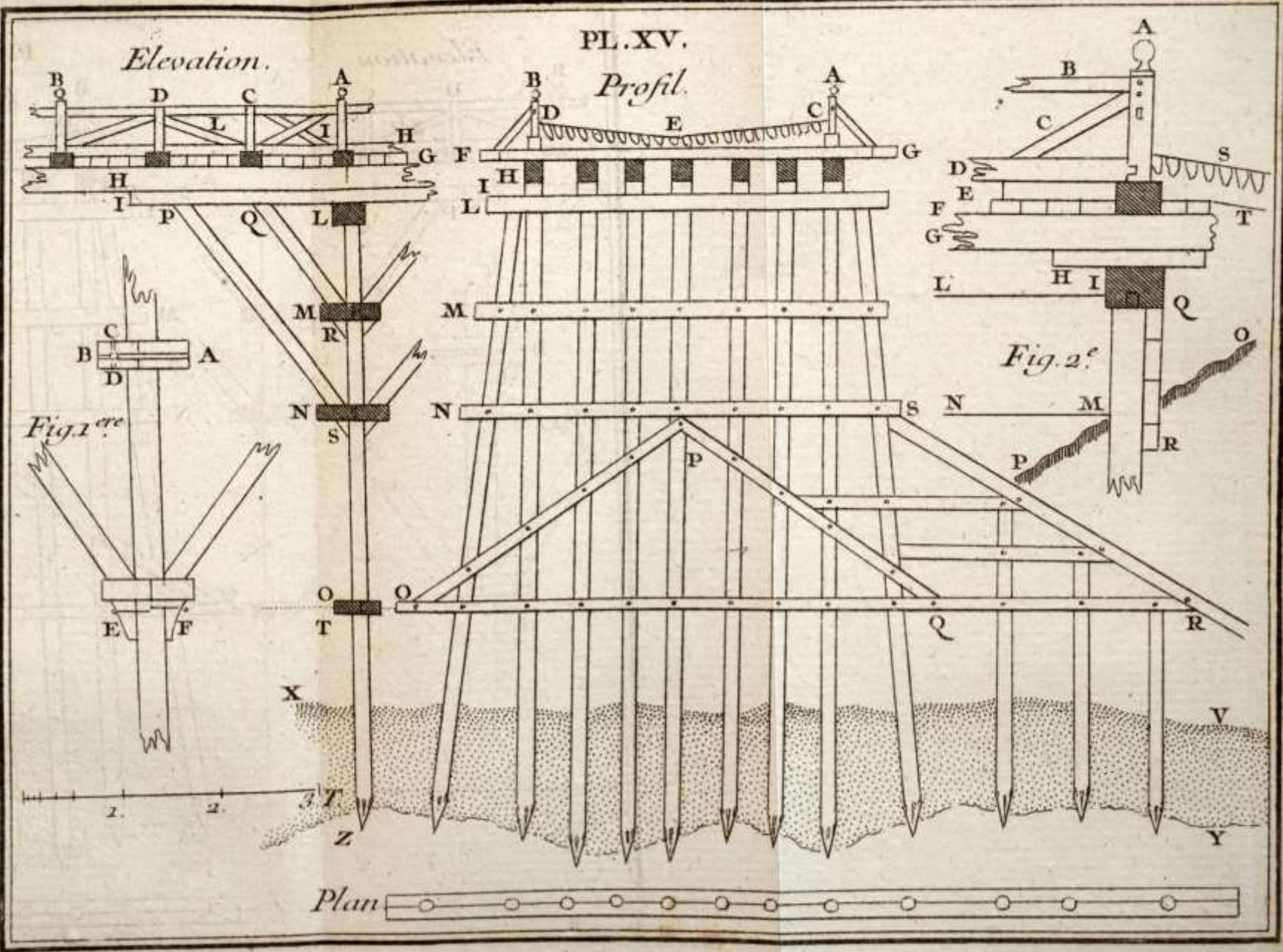
Elevation.

Profil.

Fig. 2^e

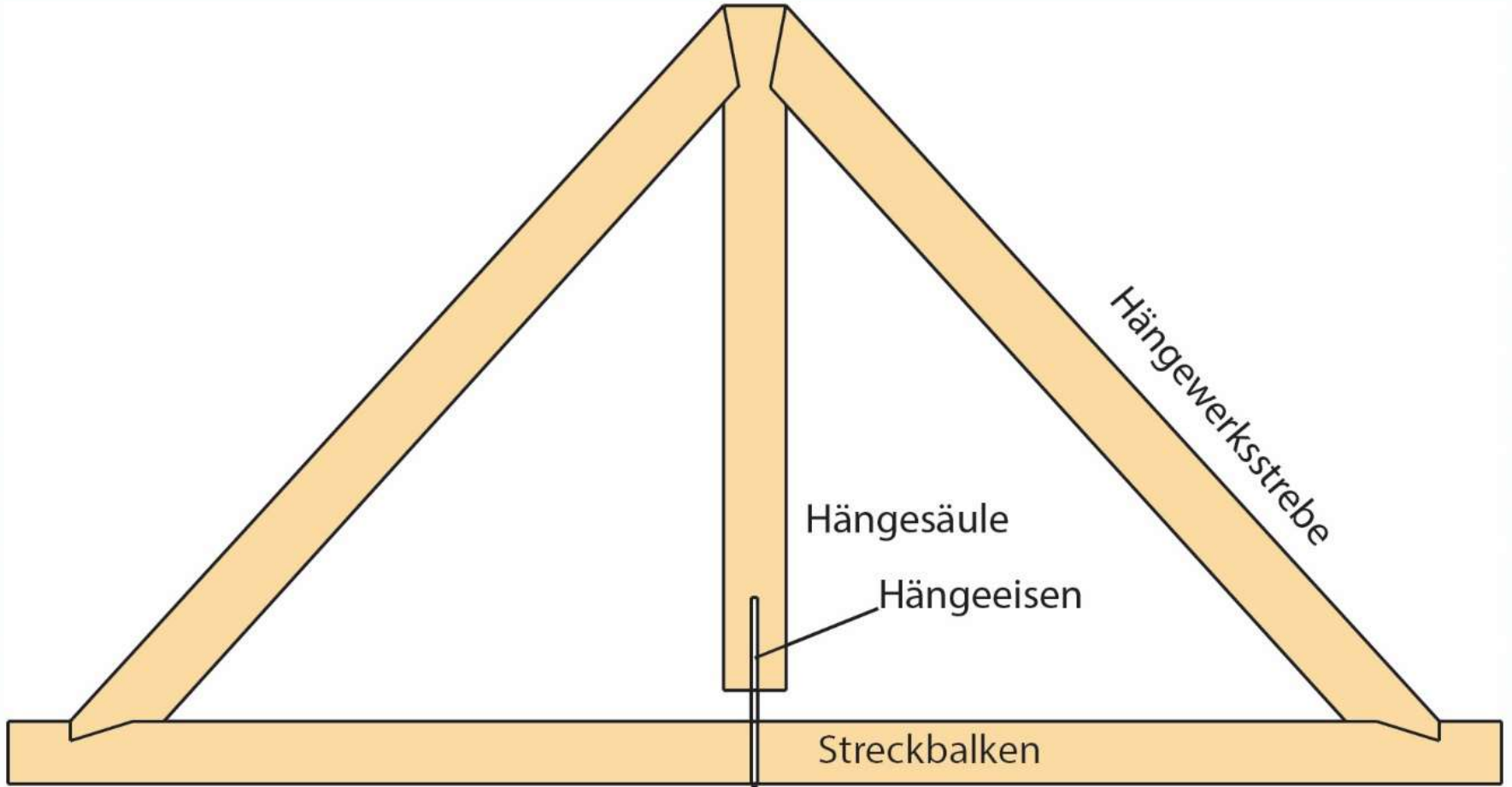
Fig. 1^{ere}

Plan



Pfahljoch aus Rundholz mit Eisbrecher, Sattelholz und Sprengstreben (Gautier 1716)

Brückentragwerk über der Fahrbahn:
Hängewerke
Brücken zwischen zwei „Tragwänden“



„Einfaches Hängewerk“



„Einfaches Hängewerk“ in italienischen Dachkonstruktionen (Rom, San Saba, Dach 1463)



Einfaches Hängewerk (Luzern, Spreuerbrücke, 17. Jh.)

Zugfester Anschluss des unteren Endes der Hängesäule



Doppelbinder, durchgesteckter hölzerner Splint (Rom, Santa Balbina, 1488)



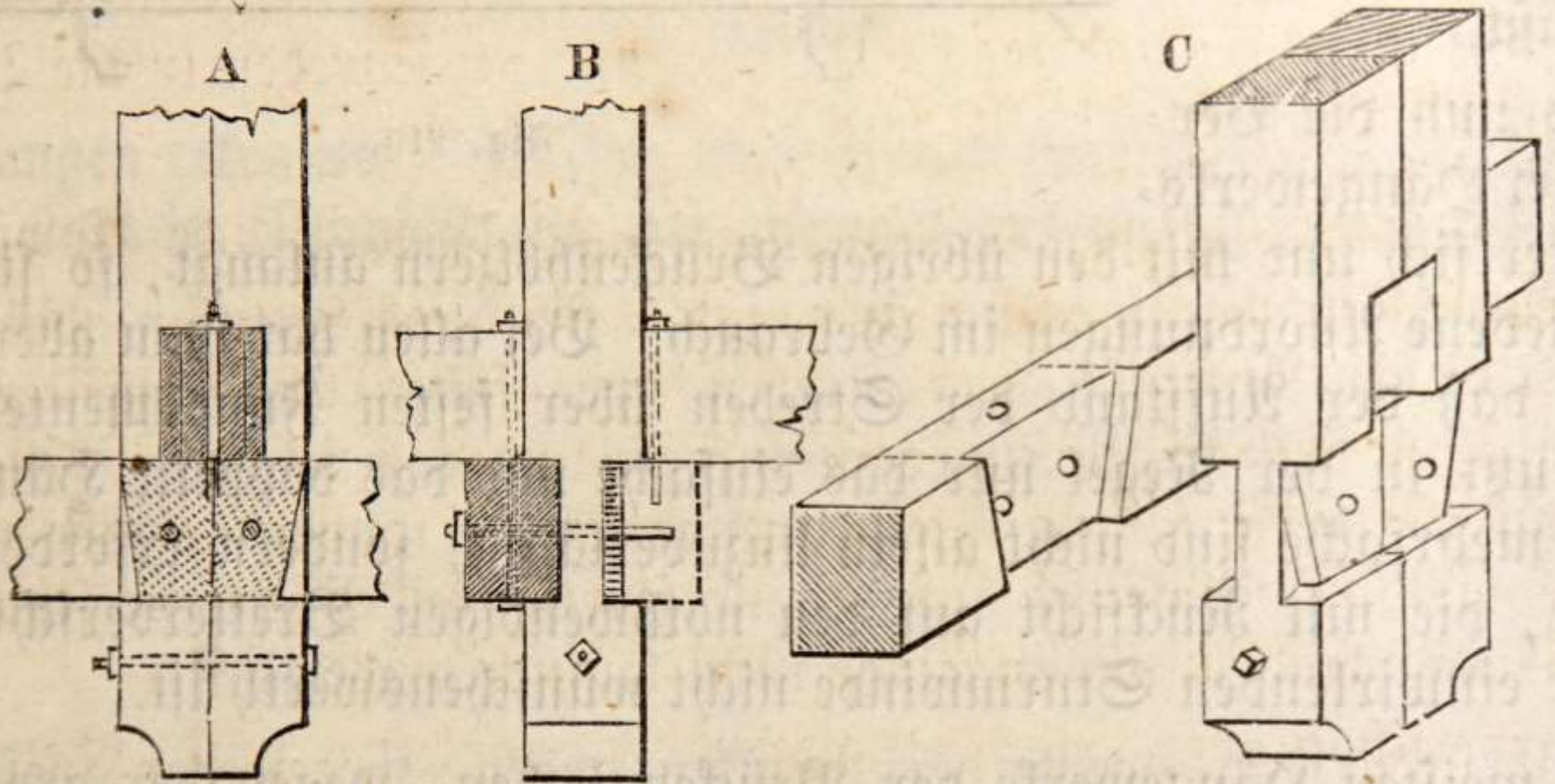
Zapfenschloss (=Durchsteckzapfen mit Splint): Vauvillers (70), Waschhaus (Anf. 19. Jh.)



eiserner Bügel („Hängeeisen“): Rom, Teatro Argentina, 1. H. 18. Jh.



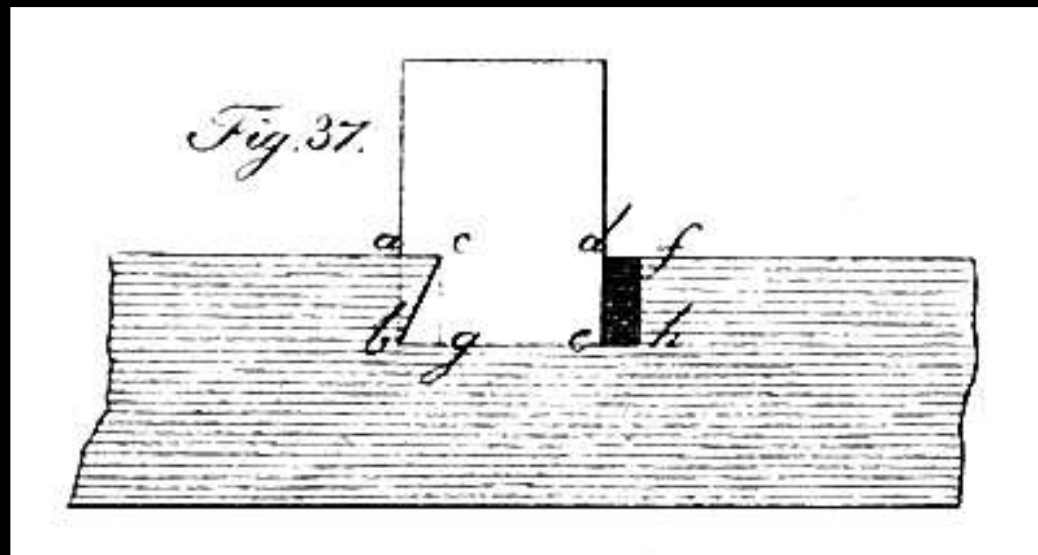
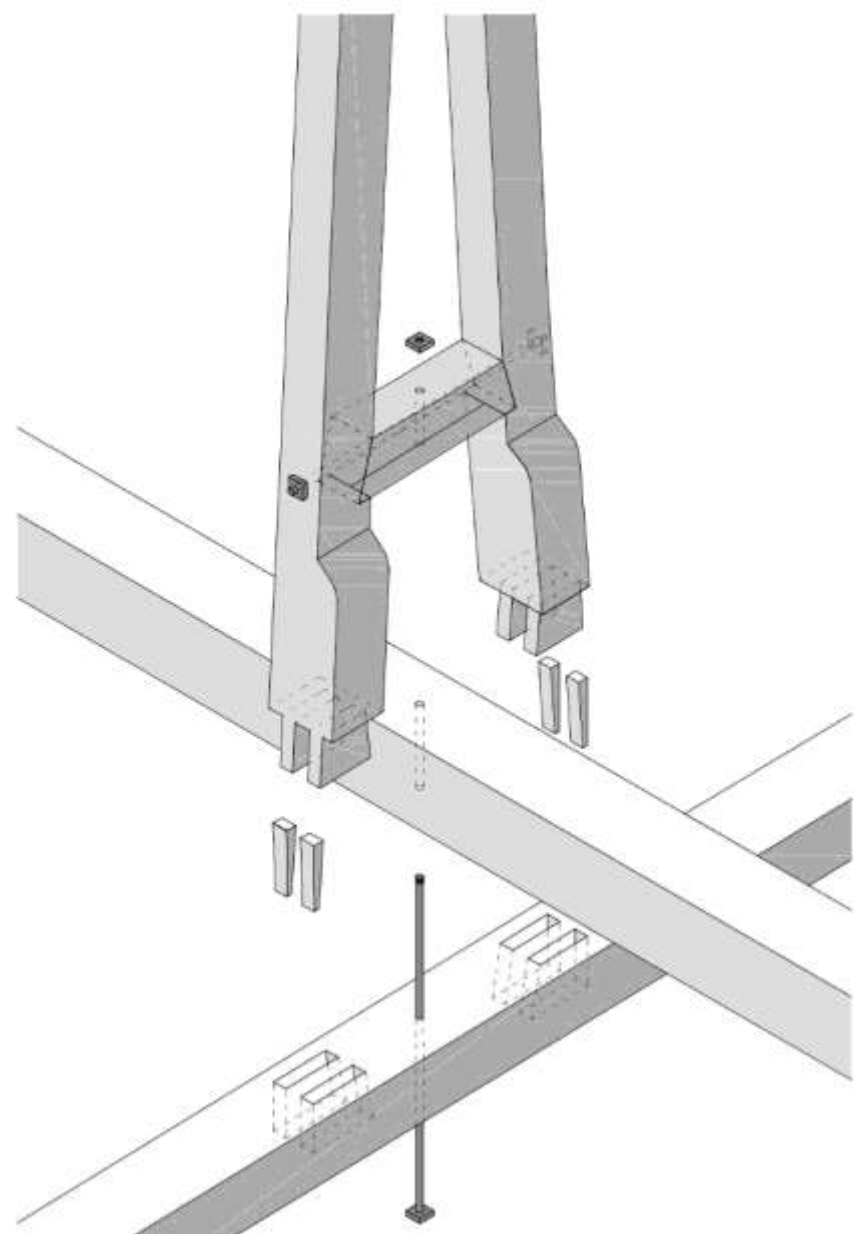
verdoppelte Hängesäule umgreift den Streckbalken zangenartig (Sitterbrücke Spisegg SG)



verdoppelter Balken umgreift die Hängesäule beidseitig (Georg Samuel Hörnig 1862)

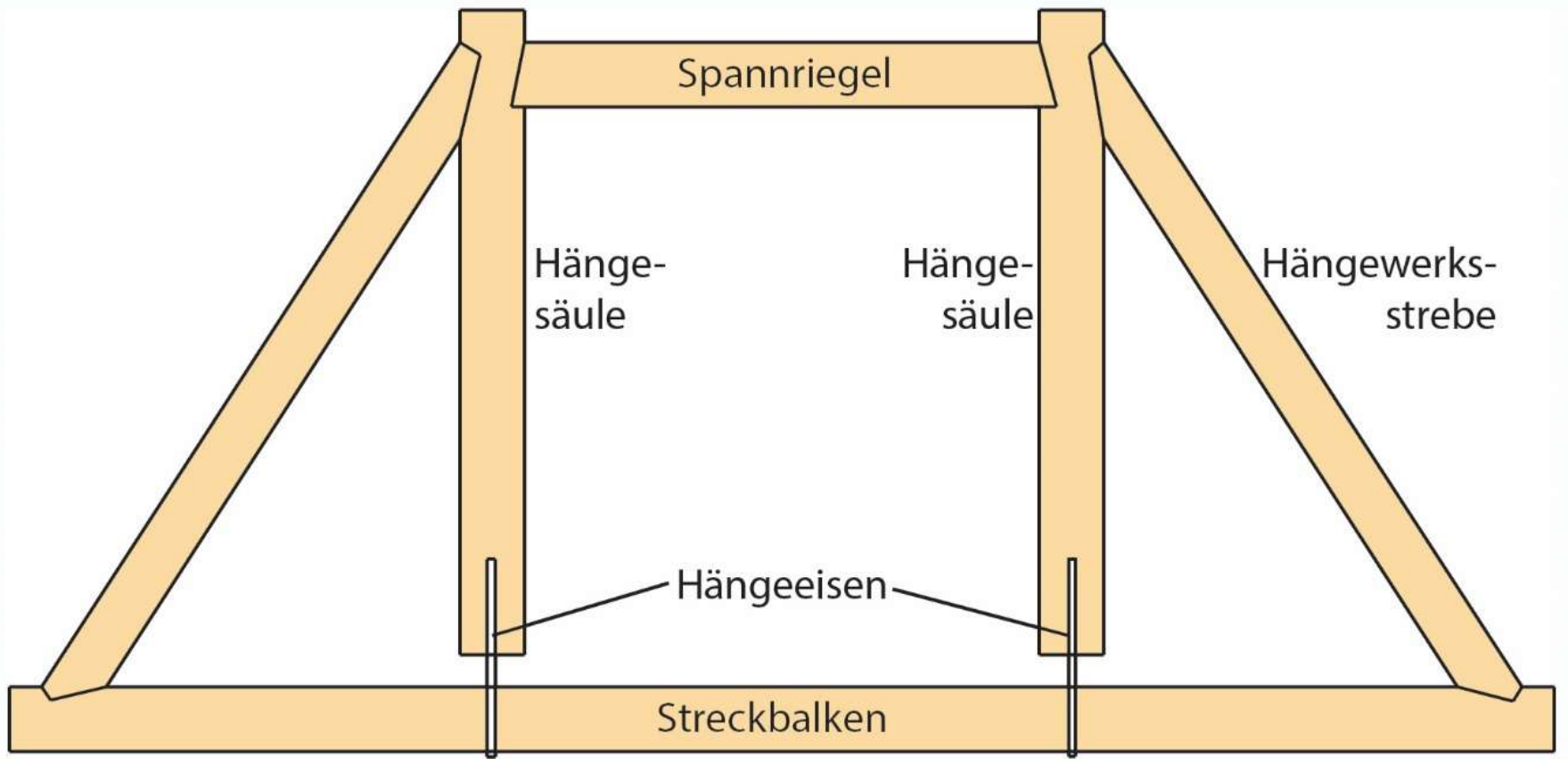


Im Brückenbau gibt es eine Vielzahl von Lösungen (Luzern, Spreuerbrücke, 17. Jh.)



Lösung ohne Eisenteile: der verkeilte Schwalbenschwanzzapfen
 (Dachwerk Kirche Bauma ZH, 1769, aus Diss. Schäfer 2021; Prinzipskizze aus Wolfram 1824)

Das „doppelte Hängewerk“



„Doppeltes Hängewerk“

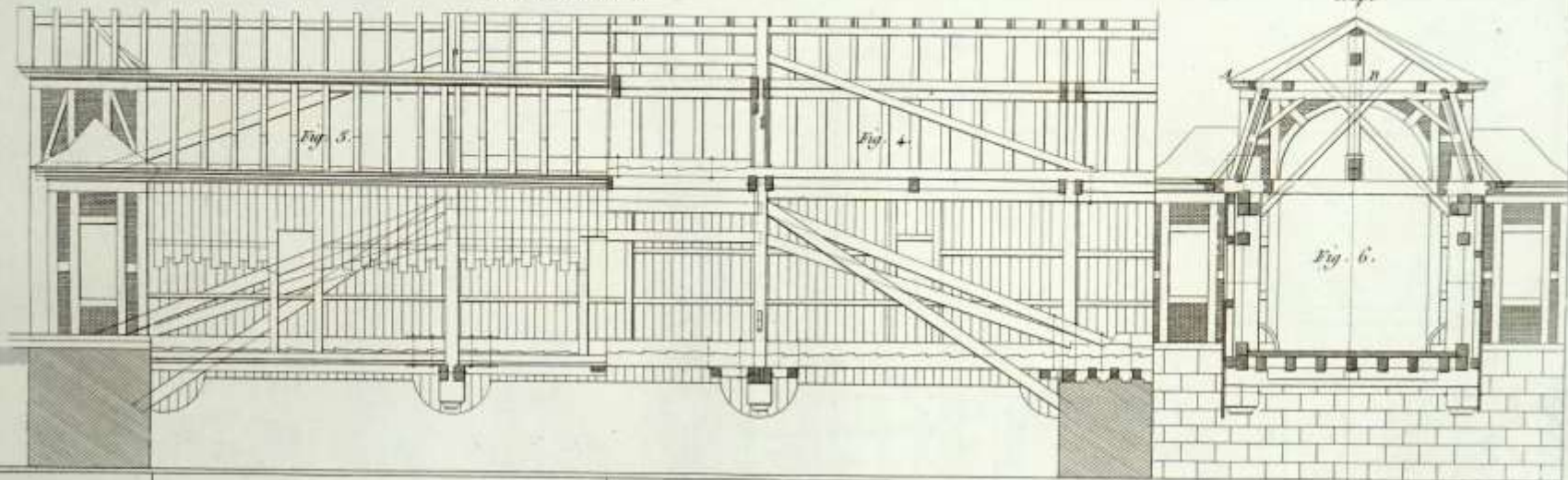


Doppertes Hängewerk im italienischen Dach (Canino VT, San Francesco)

Pont Couvert Construit en Wurtemberg.

Coupe et Elevation

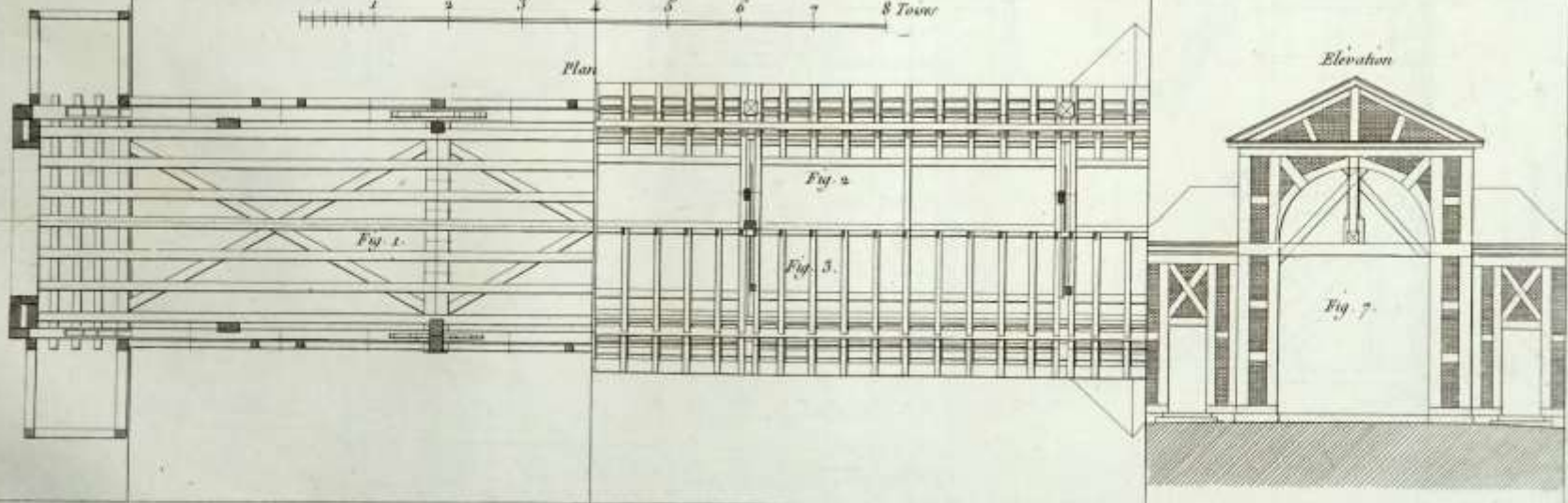
Coupe



1 2 3 4 5 6 7 8 Tour

Plan

Elevation



Van Mecke Sculp.

Brücke mit doppeltem Hängewerk („Trapezhängewerk“) (Krafft 1805)



Luzern, Spreuerbrücke (17. Jh.): links doppeltes, rechts einfaches Hängewerk



Zwingen BL, Schlossbrücke (17. Jh.)



Brunnen SZ, Wylerbrugg (18. Jh.)



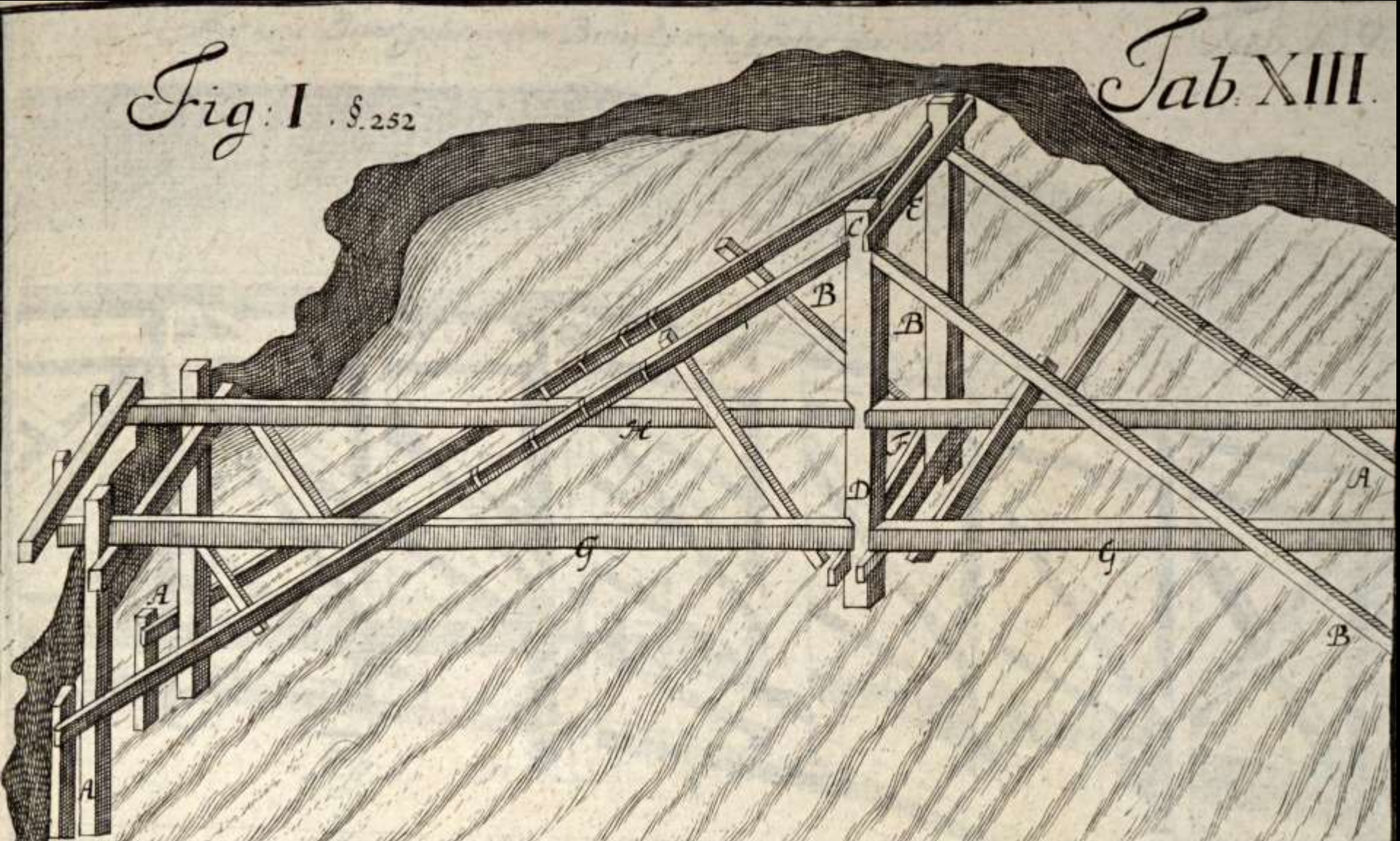
Brunnen SZ, Wylerbrugg (18. Jh.). Fusspunkt der Hängewerksstreben

Hängesprengwerke

Fahrbahn an einem vom Brückenlängsträger unabhängigen Sprengwerk aufgehängt

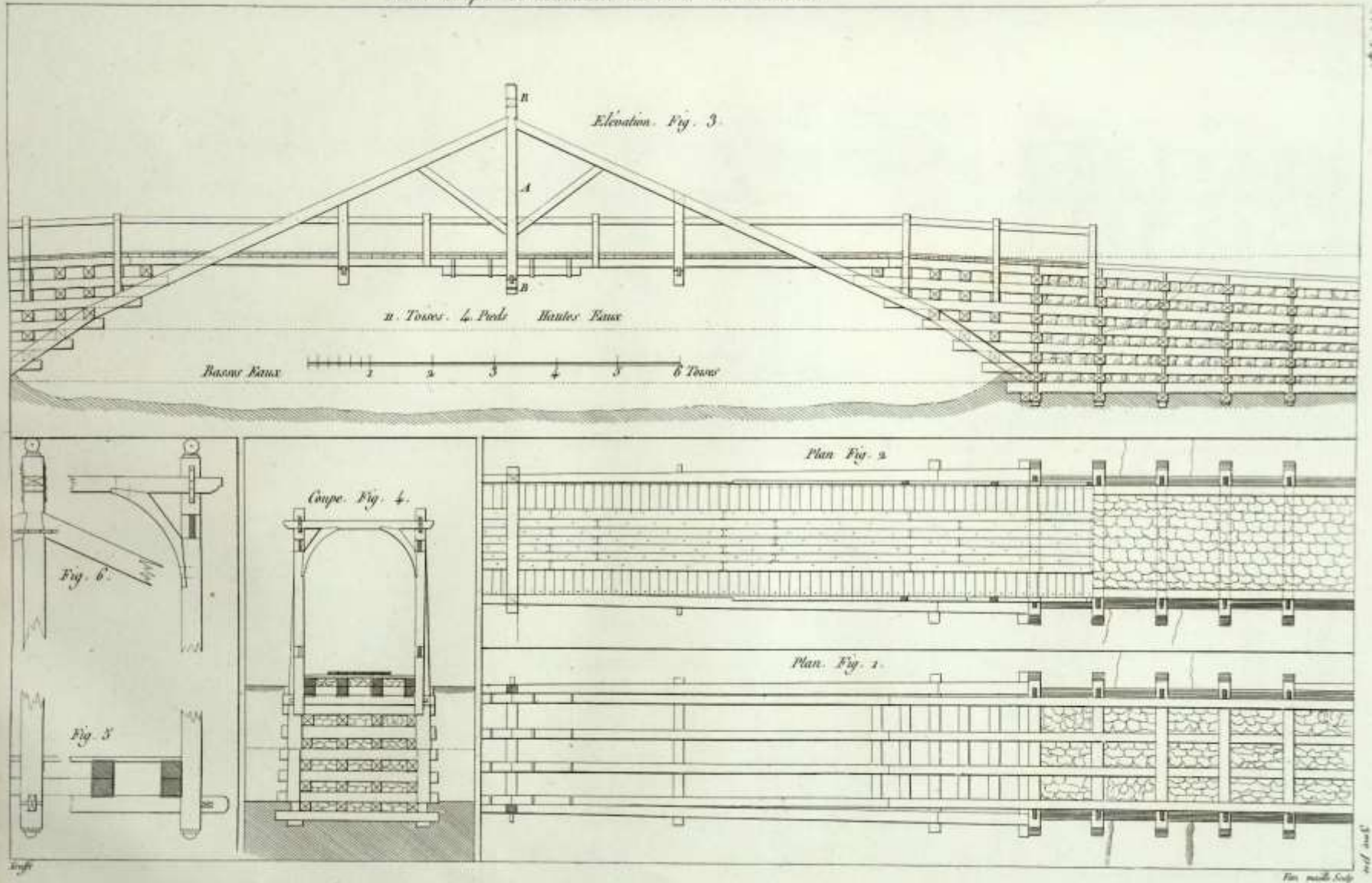
Fig: I . §. 252

Tab. XIII.



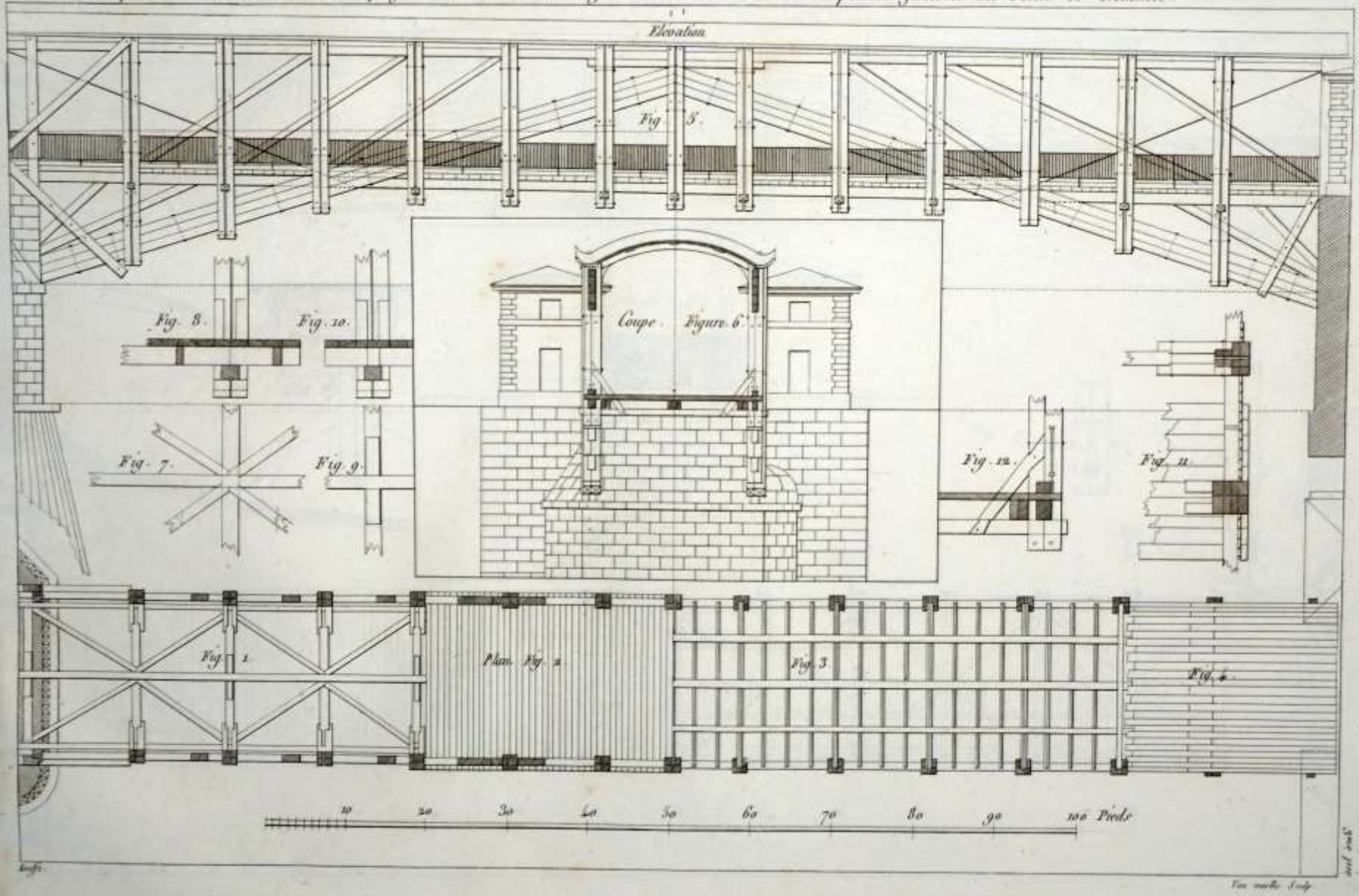
Prinzip des Hängesprengwerks (Jacob Leupold 1726)

Plan. Coupe et Elevation du Pont de Savines.



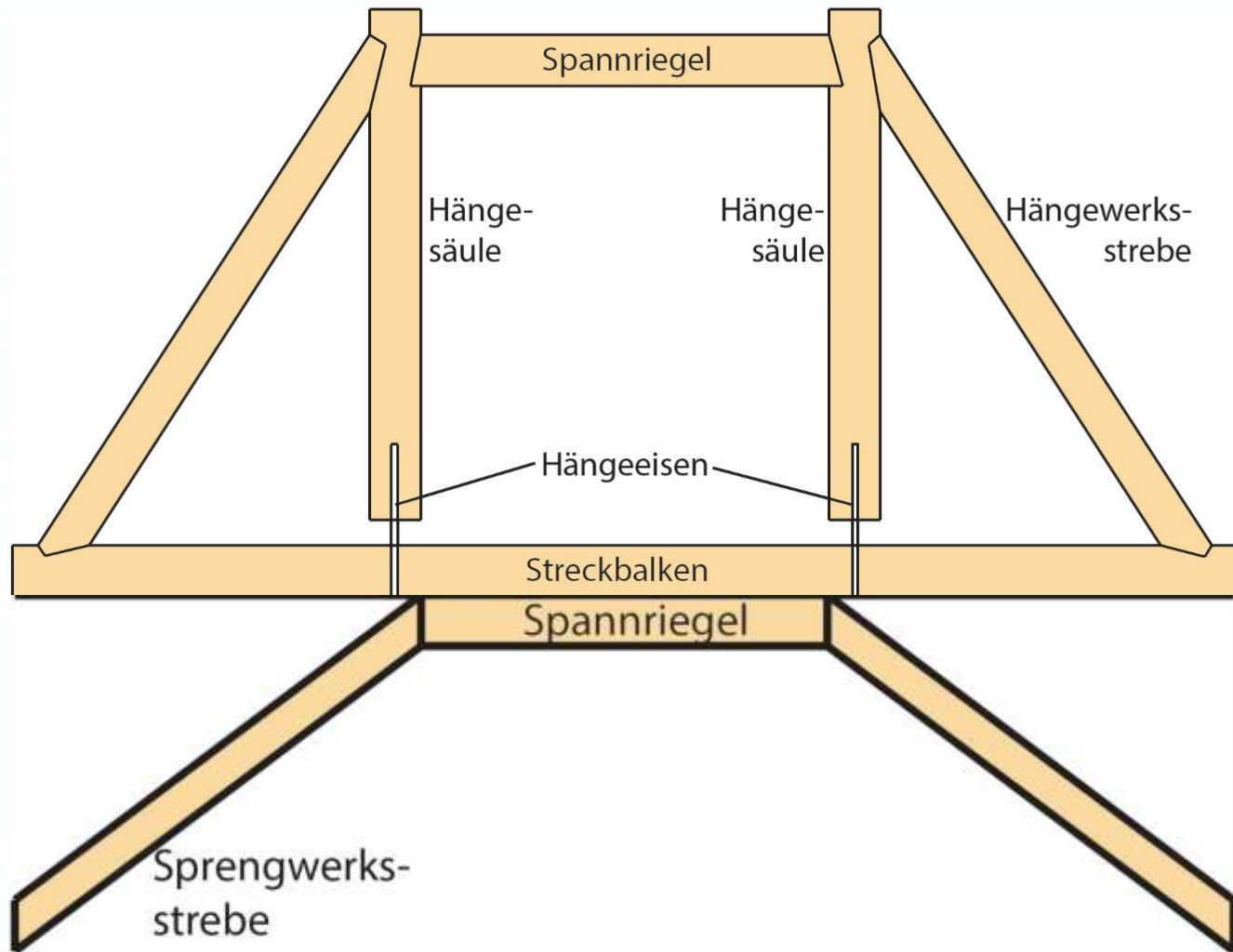
Prinzip des Hängesprengwerks (Krafft 1805)

Plan Coupe et Elevation d'un nouveau Pont projeté et à construire à Lyon système de M. Gauthier Inspecteur général des Ponts et Chaussées.



Brücke als kompliziertes Hängesprengwerk (Jean-Charles Krafft 1805 nach E.-M. Gauthey)

Hängewerk, unterstützt durch Sprengwerk



Kombination von Hänge- und Sprengwerk

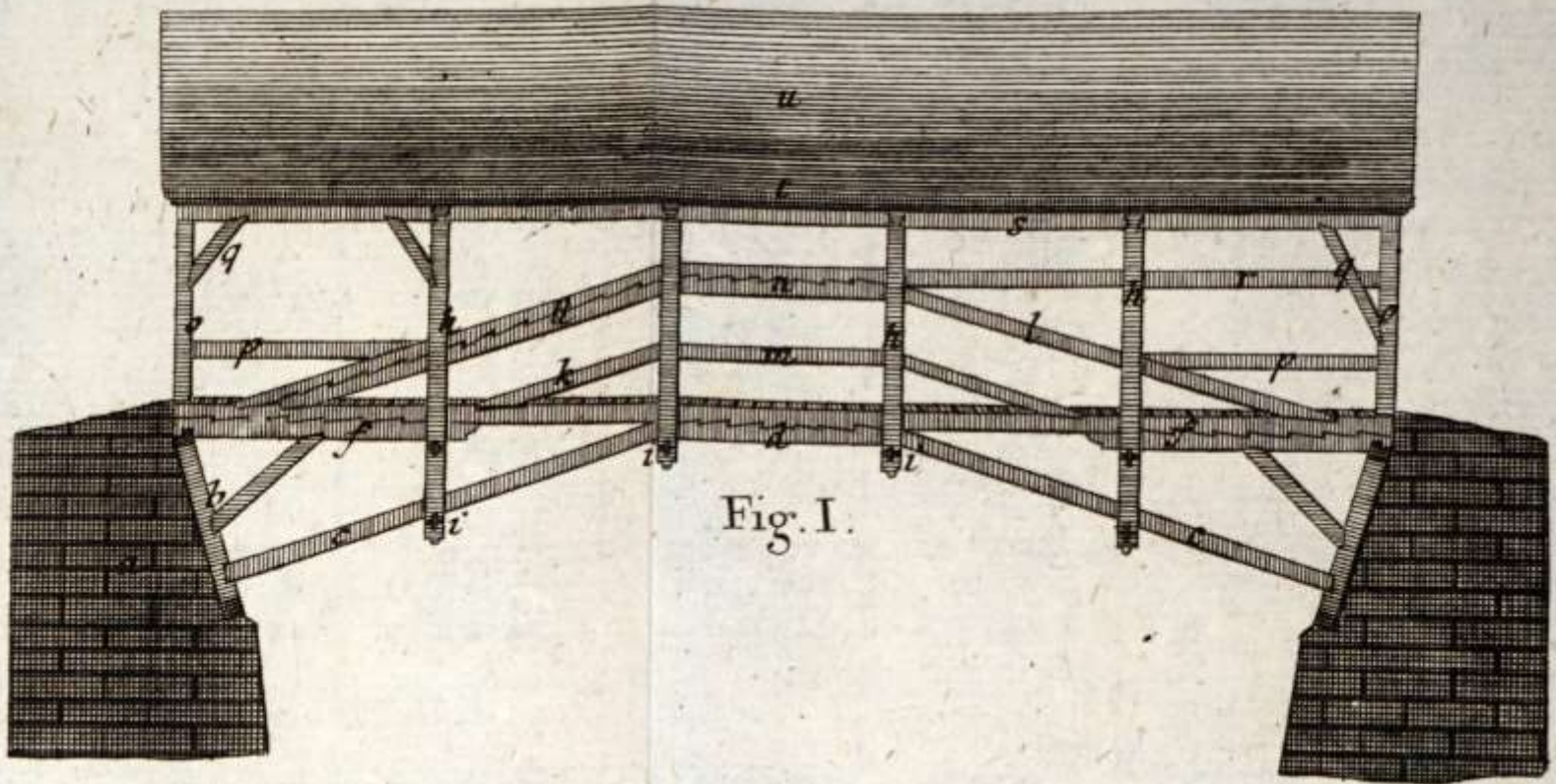


Fig. I.

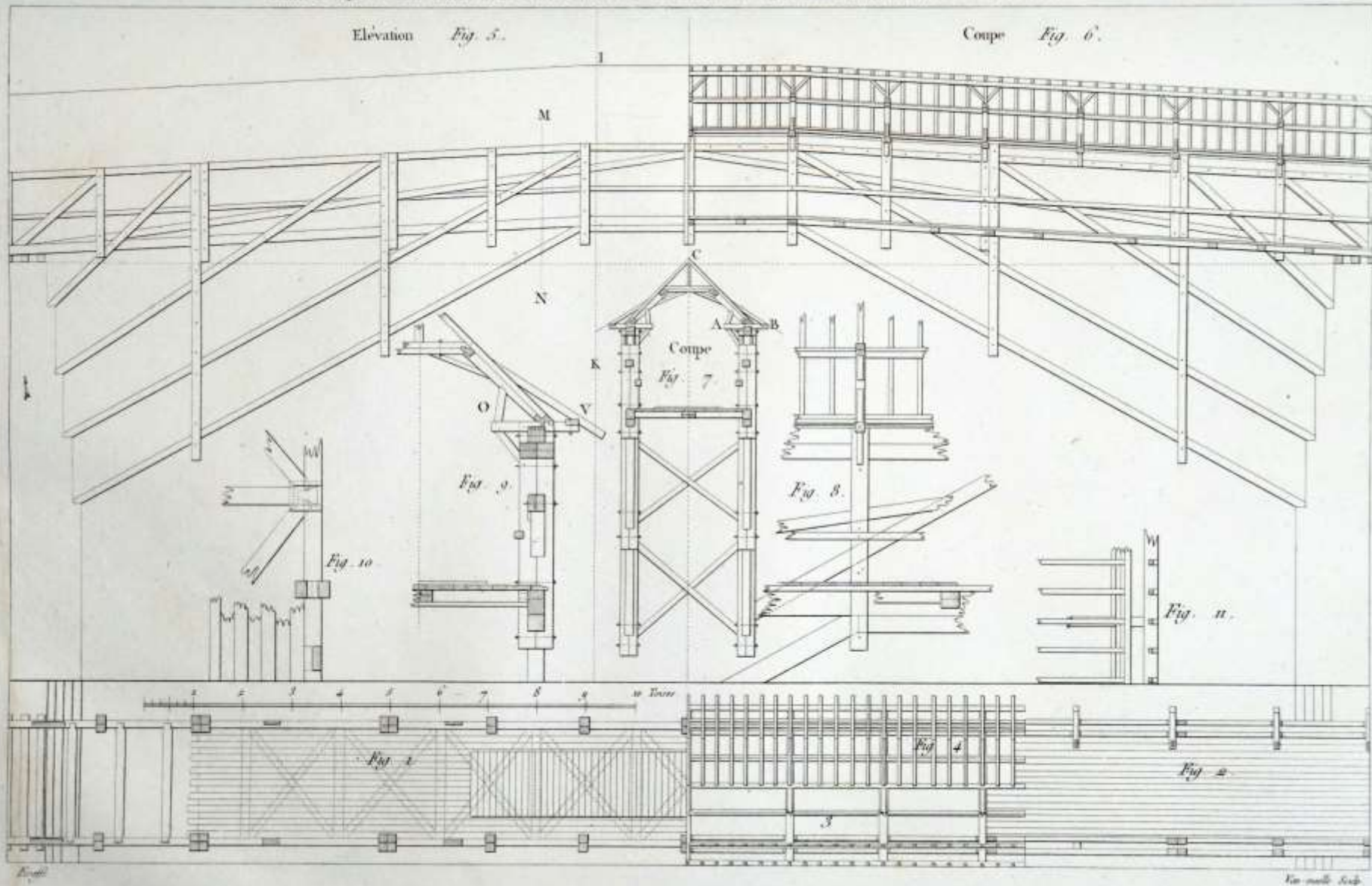


Hängewerk, unterstützt durch Sprengwerk (Brückenmodell, St. Gallen, Ende 18. Jh.)

Plan Coupe et Elevation d'un Pont Couvert construit sur la Kandel Canton de Berne en Suisse.

Elevation Fig. 5.

Coupe Fig. 6.



Sprengwerksbrücke über die Schlucht der Kander bei Wimmis (Krafft 1805)



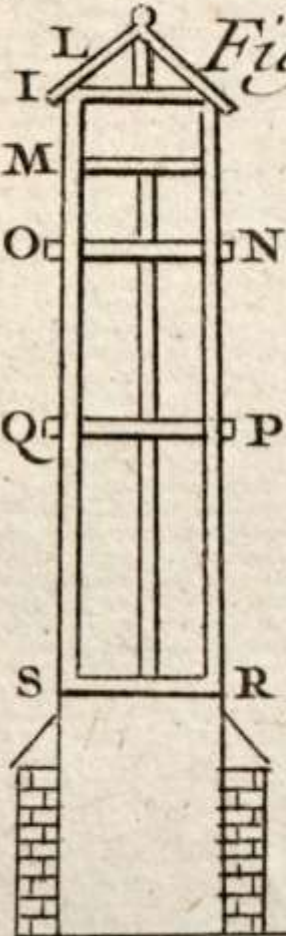
Sprengwerksbrücke über die Schlucht der Kander bei Wimmis (Ansicht von Rothmüller, 1. H. 19. Jh.)

Bögen aus Holz?
Von der Imitation der Steinbrücke zum Bogenhängewerk

Der Bogen unter der Fahrbahn

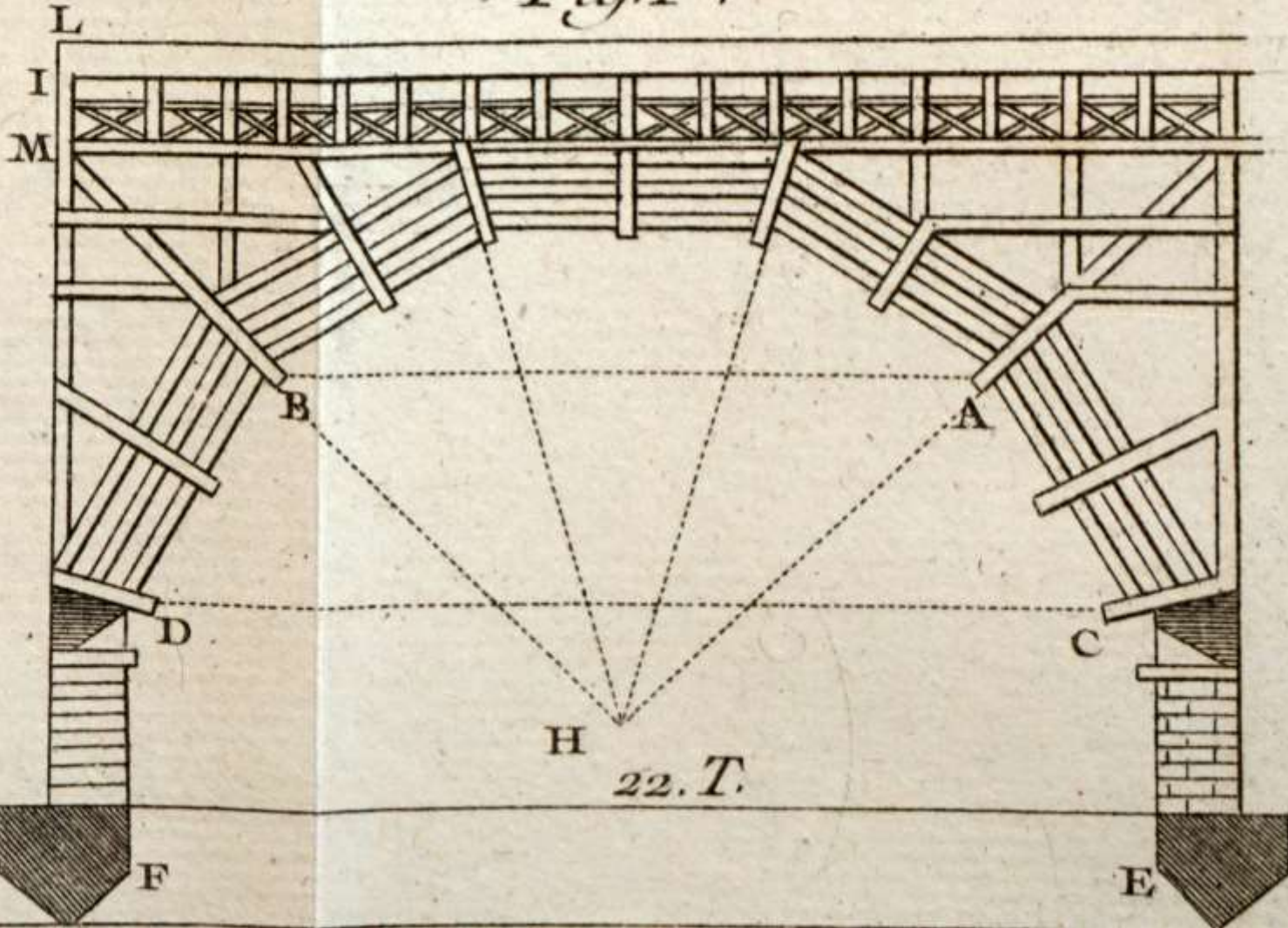
Profil.

Fig. 2.



Elevation.

Fig. 1^{ere}.

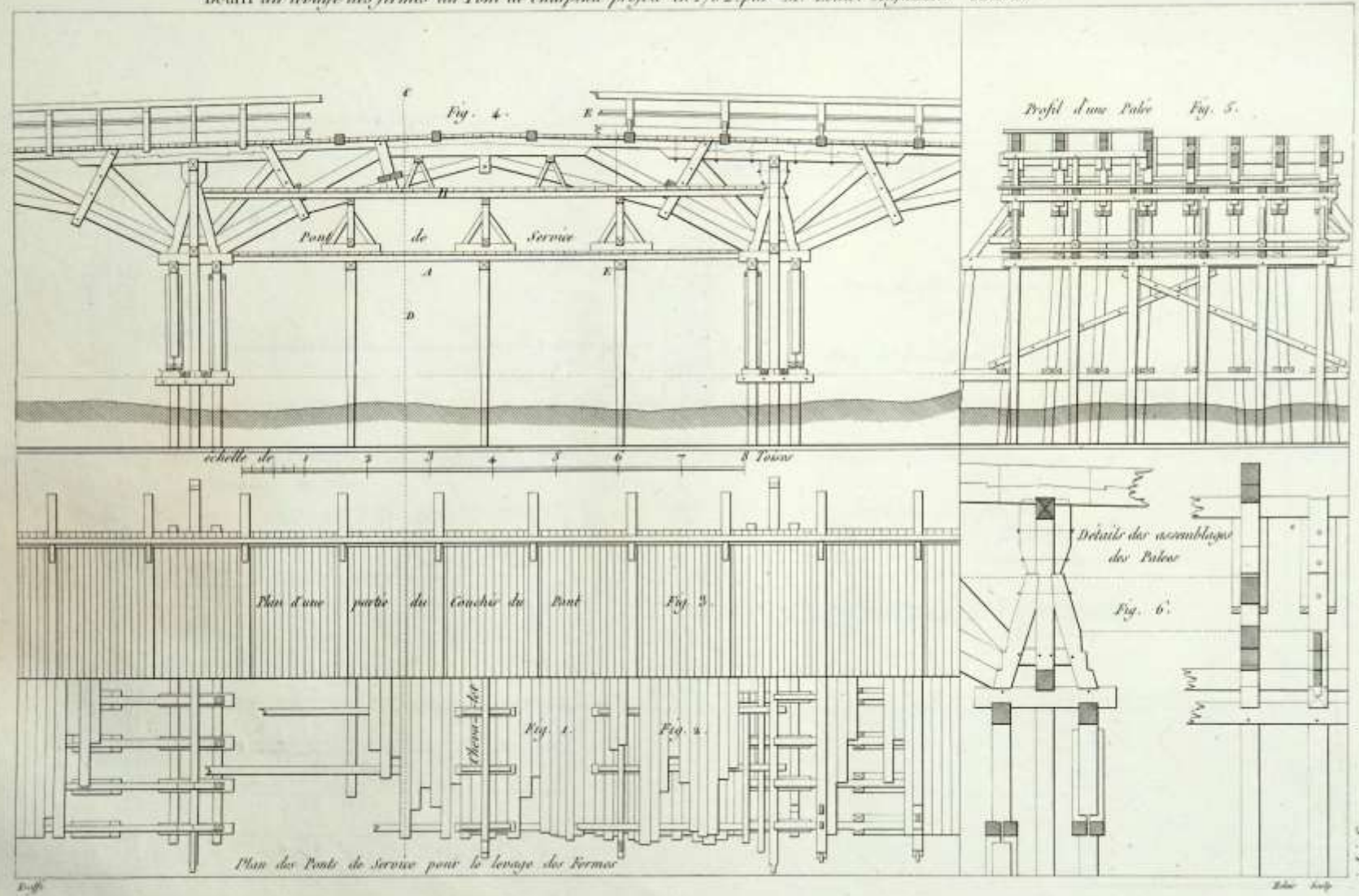




Stabbogen (Rom, Traianssäule: Brücke über die Donau)

Détail du levage des fermes du Pont de Charpente projeté en 1782 par M. Lomet Adjudant Général.

N° 13.

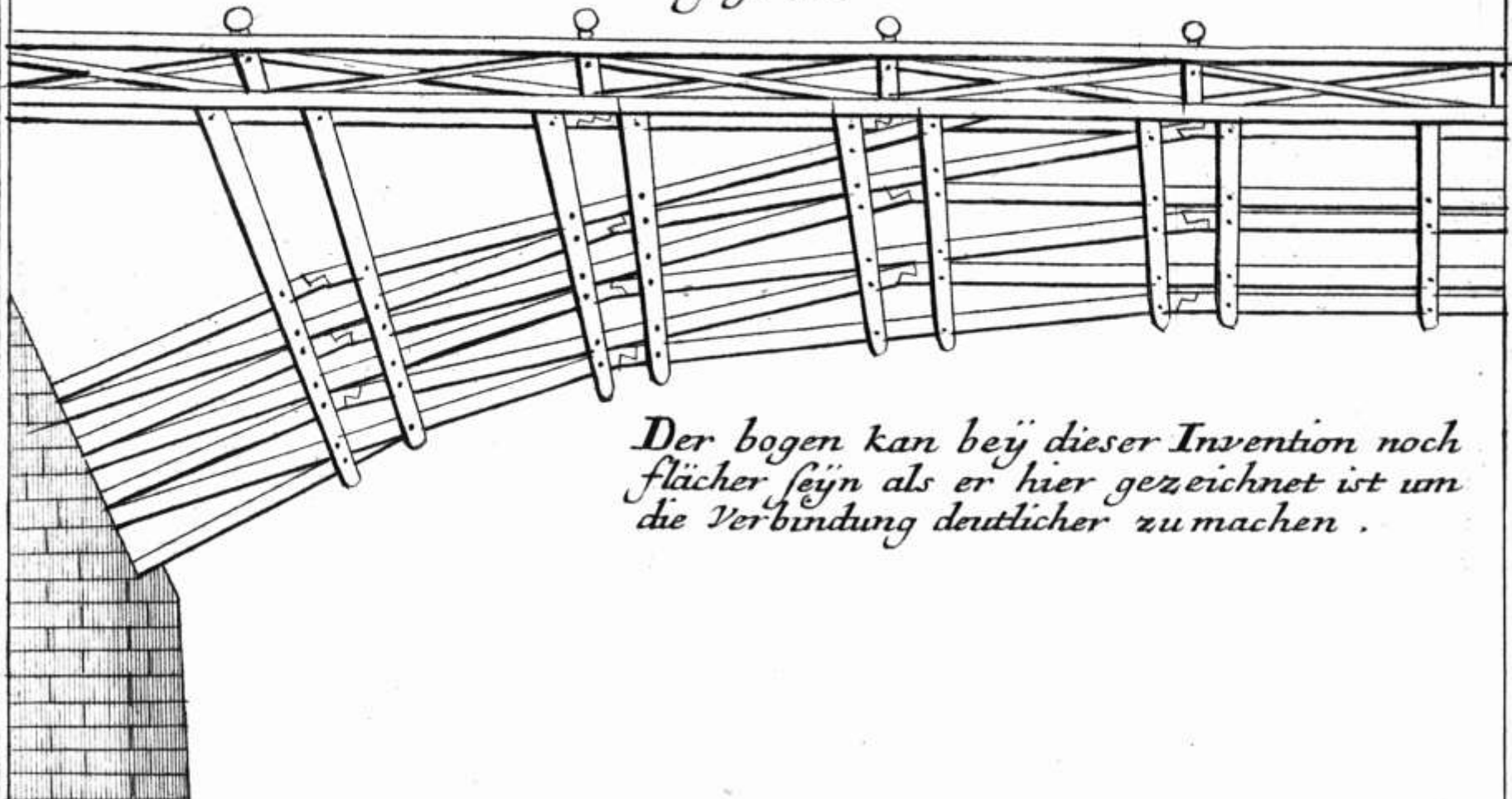


Brücke mit bogenartigem Sprengwerk unter der Fahrbahn (Krafft 1805) – hier mit Aufstellgerüst dargestellt.

*Aufriss der halben Brücke, von
Perraults Invention.*

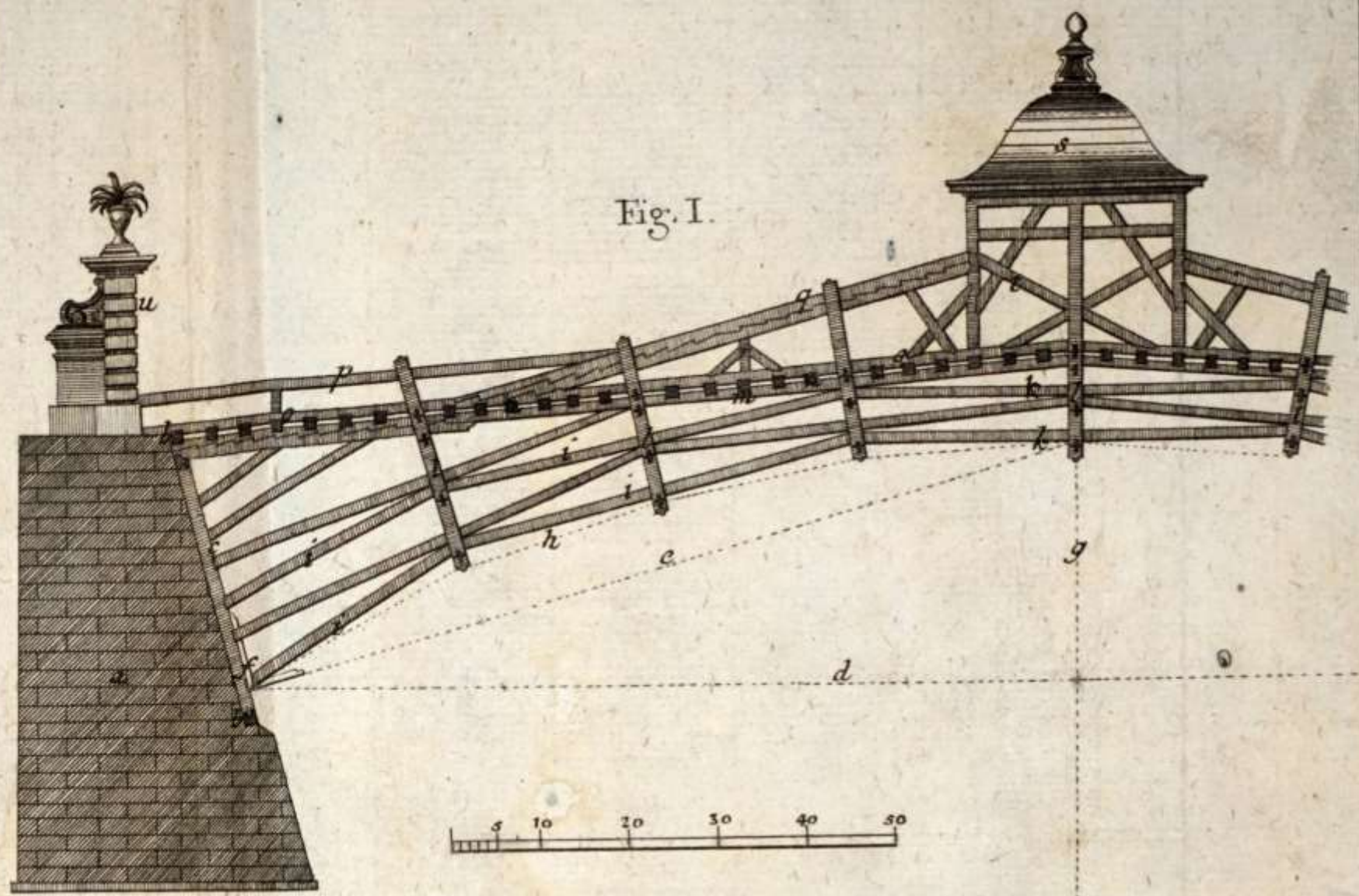
Tab. XXIV.

fig. 1.



*Der bogen kan bey dieser Invention noch
flächer seyn als er hier gezeichnet ist um
die Verbindung deutlicher zu machen .*

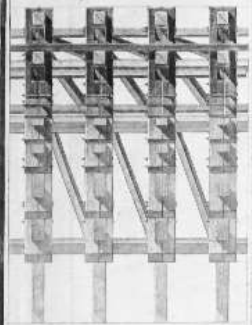
Fig. I.



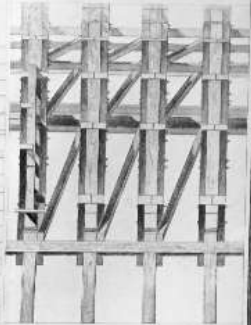
Übereck geschachtelte Polygonalbögen (Caspar Walter 1766)

CONSTRUCTION ET ASSEMBLAGE DES CEINTRES

Coupe de quatre Fermes d'un Centre.



Elevation latérale de quatre Fermes d'un Centre.

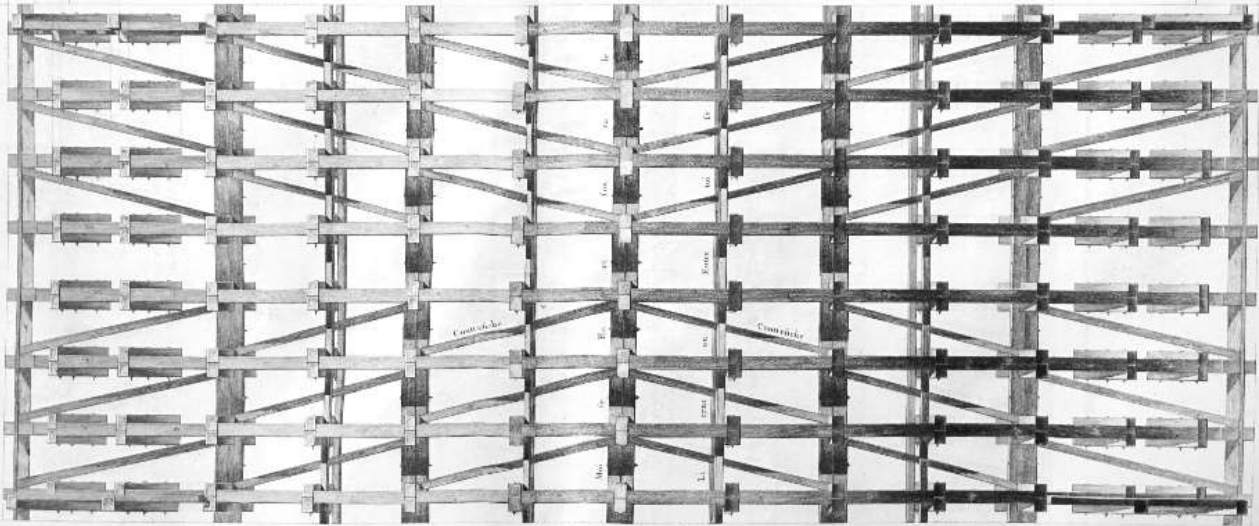


Assemblages des Arbalétriers dans les Moles Verticales.

Moies Horizontale.



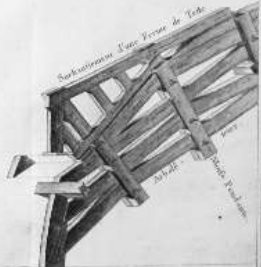
Plan des huit Fermes d'un Centre.



Assemblages des Arbalétriers et Jambes de Forces.

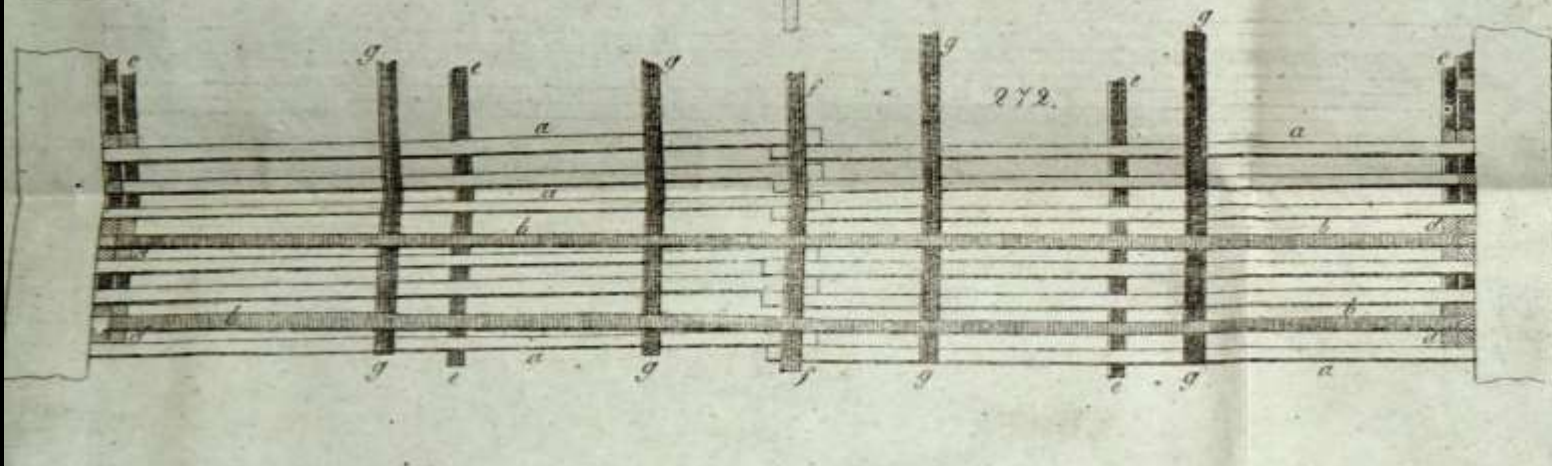
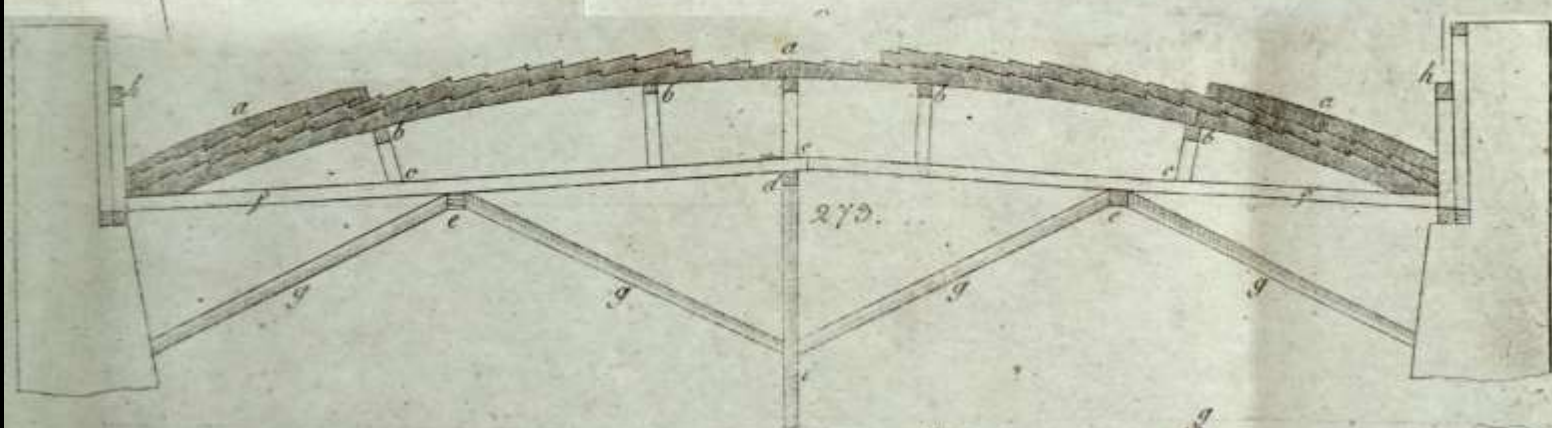
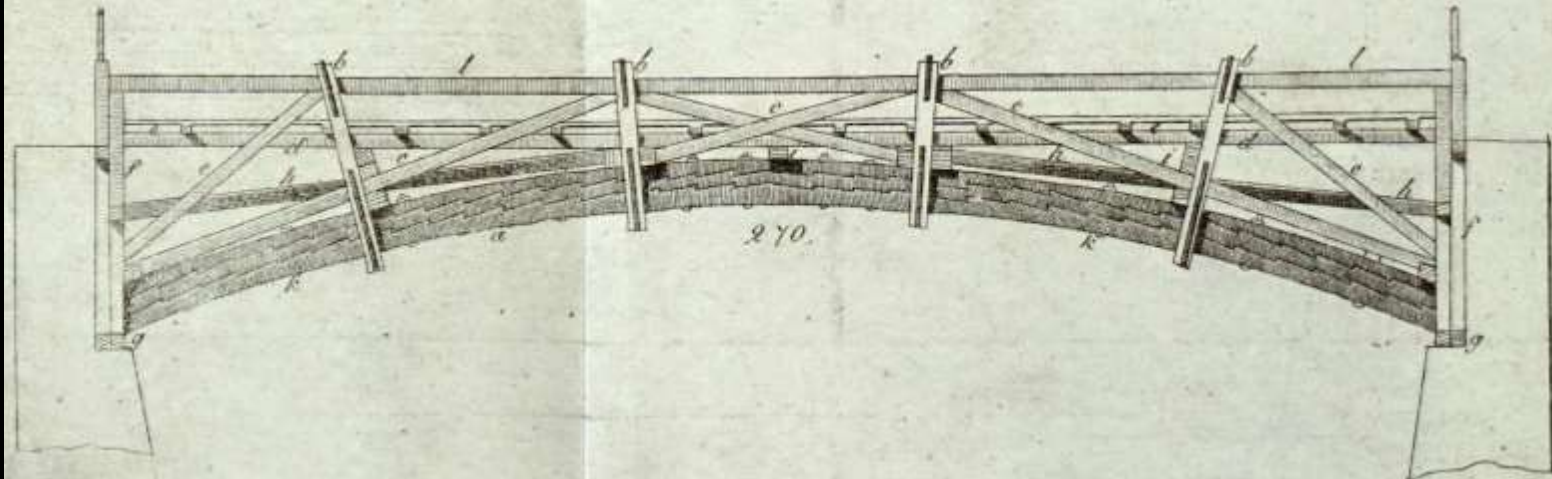


Partie d'une Ferme de Teste Vue par dedans.



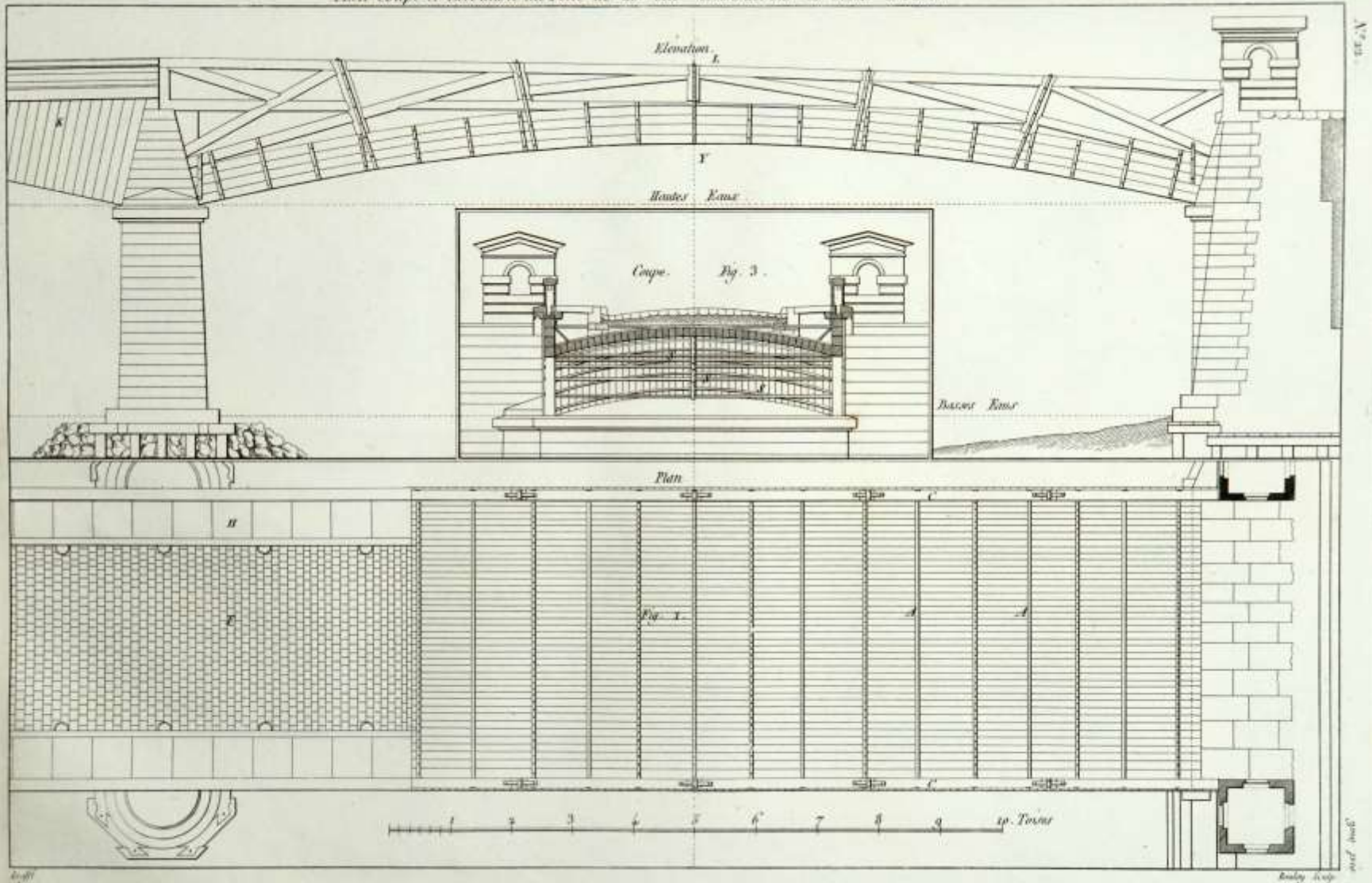
Echelle de dix Toises.





Massives Bogentragwerk unter der Brückenbahn und Herstellung der Verzahnung (Sax 1814)

Plan Coupe et Elevation du Pont de la Cité construit sur la Seine à Paris.



Unverzahrter Holzbogen unter der Fahrbahn – keine gute Lösung! (Pont de la Cité, Paris; Krafft 1805)

Fig. 98

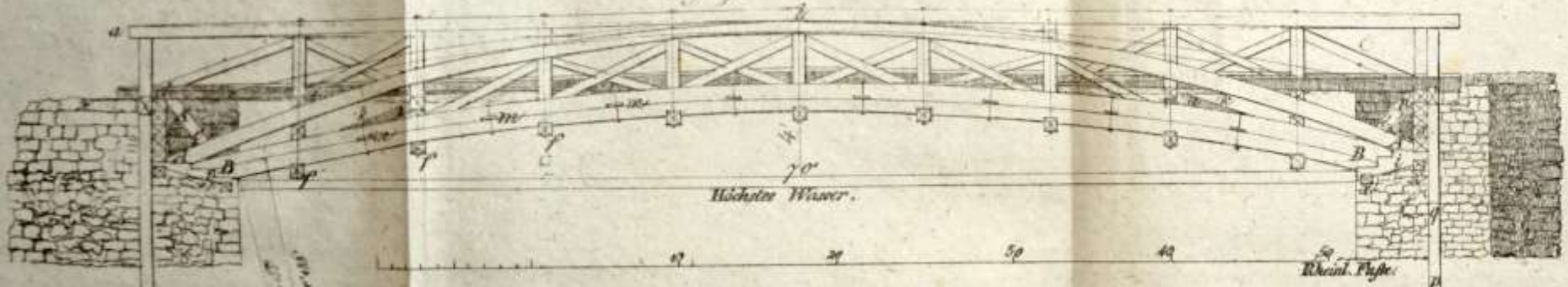
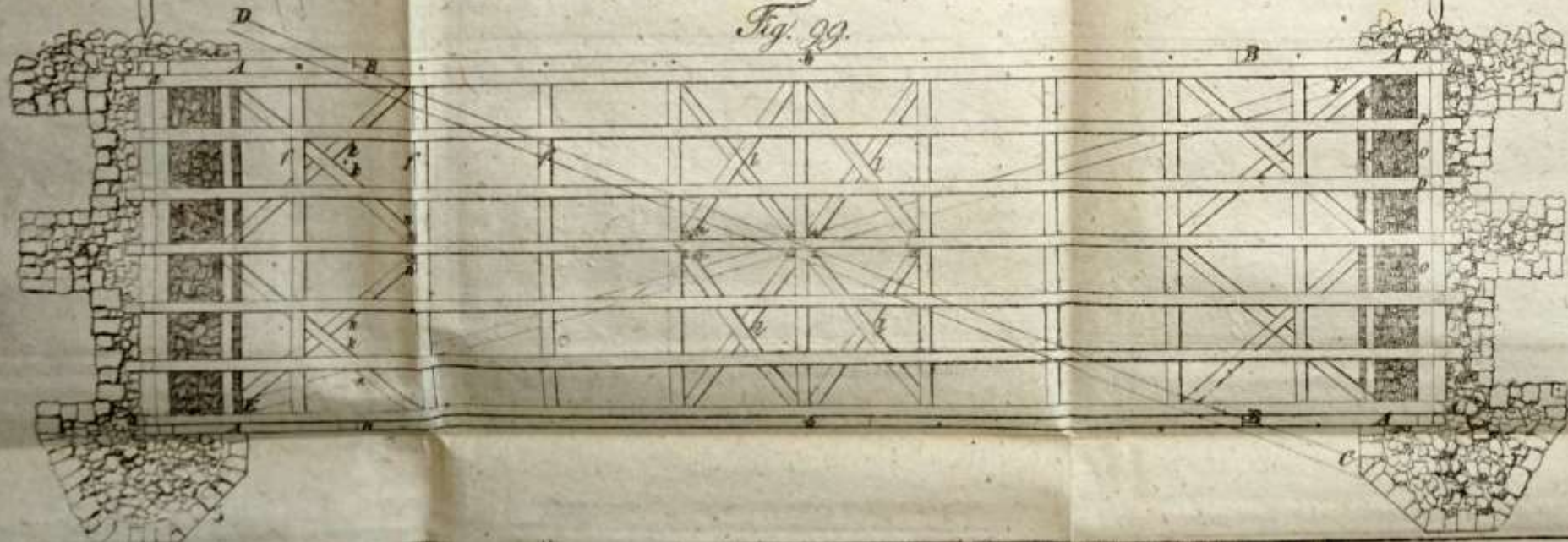
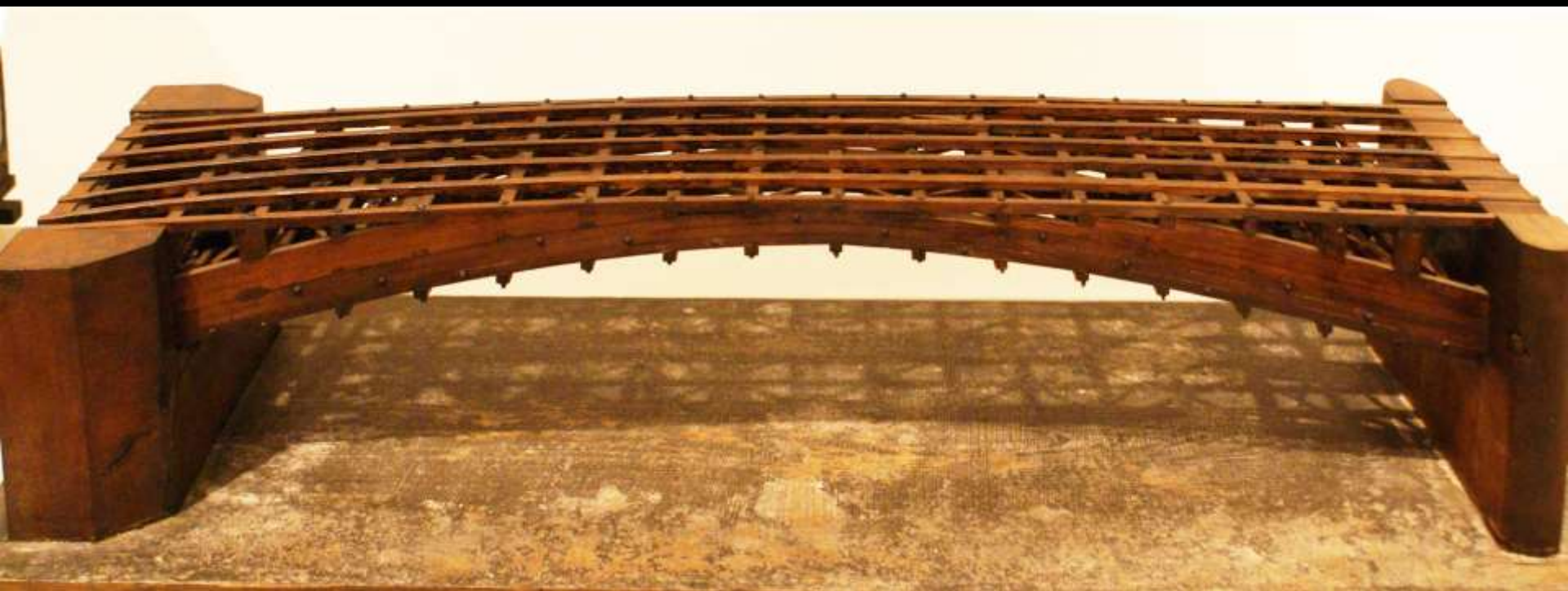


Fig. 99



Verdübelter Bogen (C.L.A. Röder 1821)

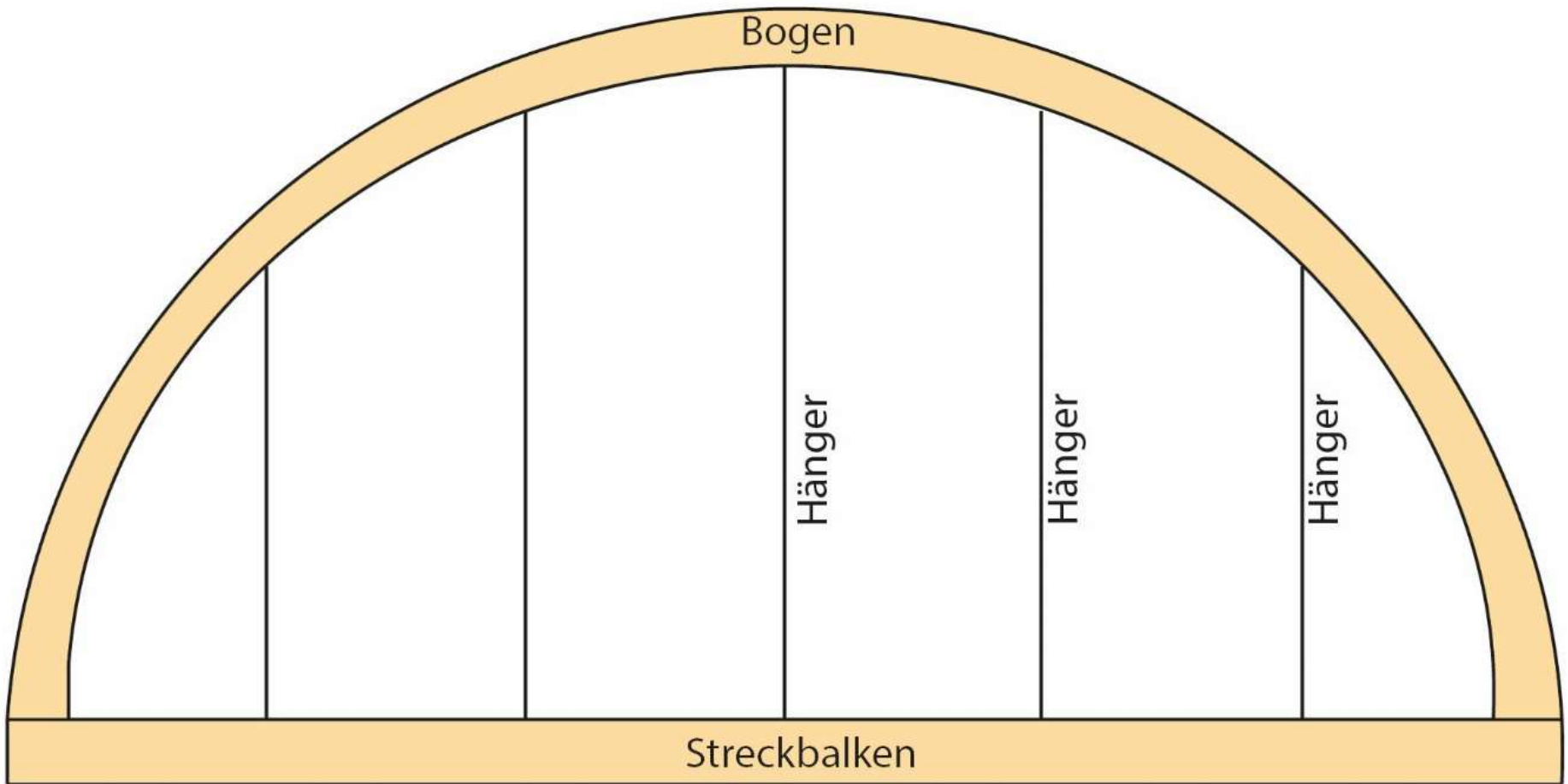


Verdübelter Bogen (Brückenmodell nach Carl Friedrich von Wiebeking 1812, Augsburg, Maximilianmuseum)



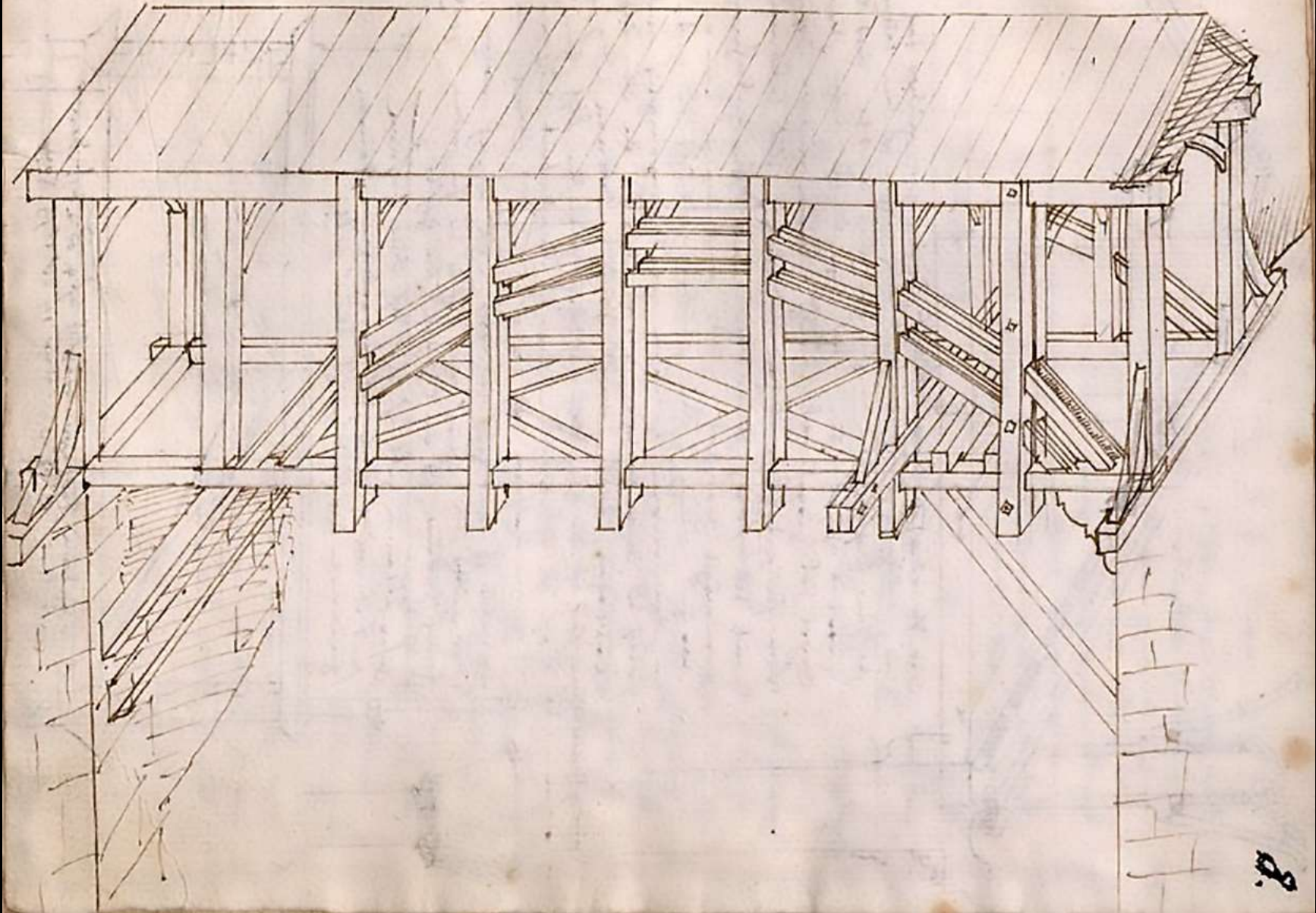
Verdübelter Bogen (Brückenmodell nach Carl Friedrich von Wiebeking 1812, Augsburg, Maximilianmuseum)

Der Bogen über der Fahrbahn
Bogenhängewerke und Bogenhängesprengwerke



Prinzip des Bogenhängewerks

Im Fesset nicht weith von der Claußen, wie mit brüthen gedrehten zugelegten bännen,
In Erbauung zu viel und zu Rißel neubert im Endes.



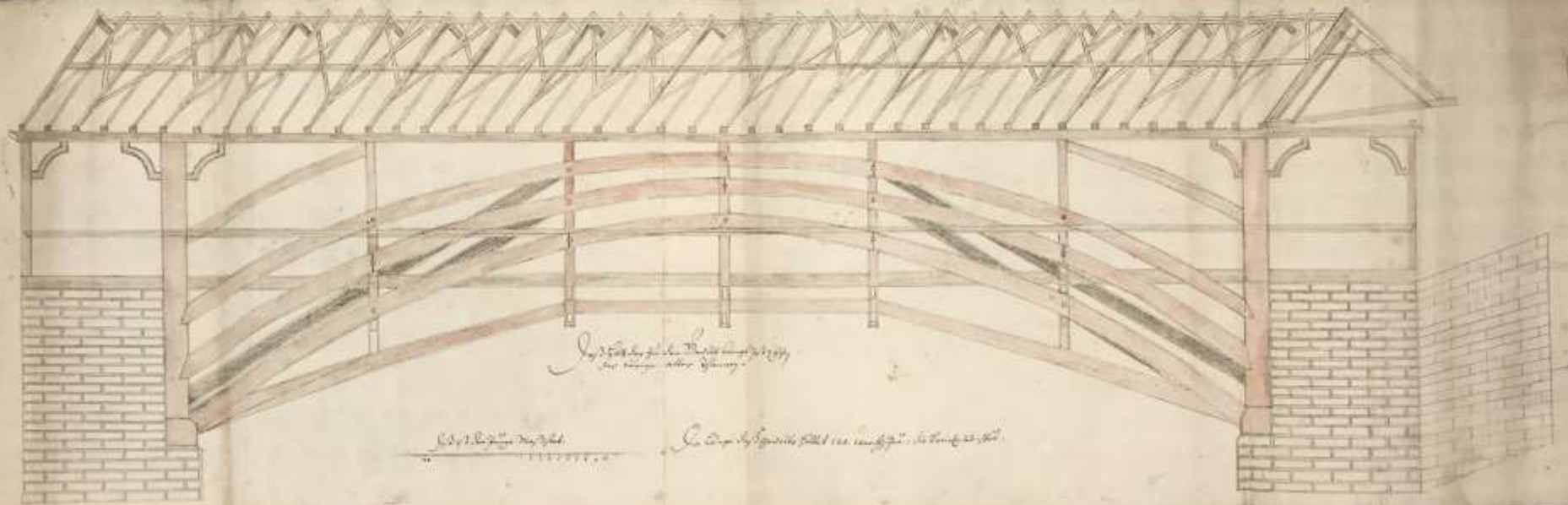
Heinrich Schickhard, *Raiss in Italia*, 1598 (Ms. Cod. hist. qt. 148, WLB Stuttgart): Brücke bei Klausen/Südtirol



Baden (AG), Brücke über die Limmat von Hans Schüep und Michael Egger 1649
(Originalmodell im Museum Baden)
(Spannweite 120 Fuss, damals grösste Holzbrücke Europas!)



Baden (AG), Brücke von Hans Schüep und Michael Egger 1649 (Stich: Scheuchzer 1732, Ausschnitt)



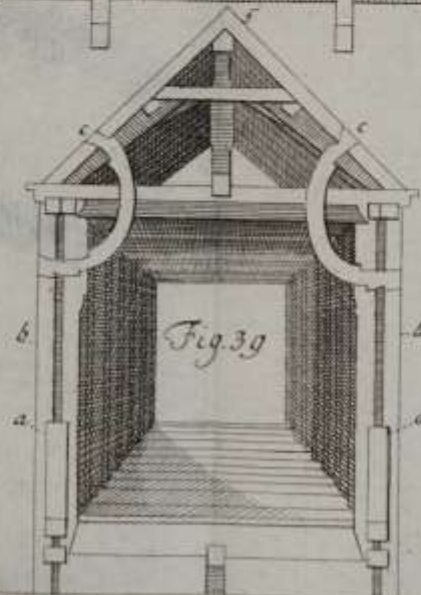
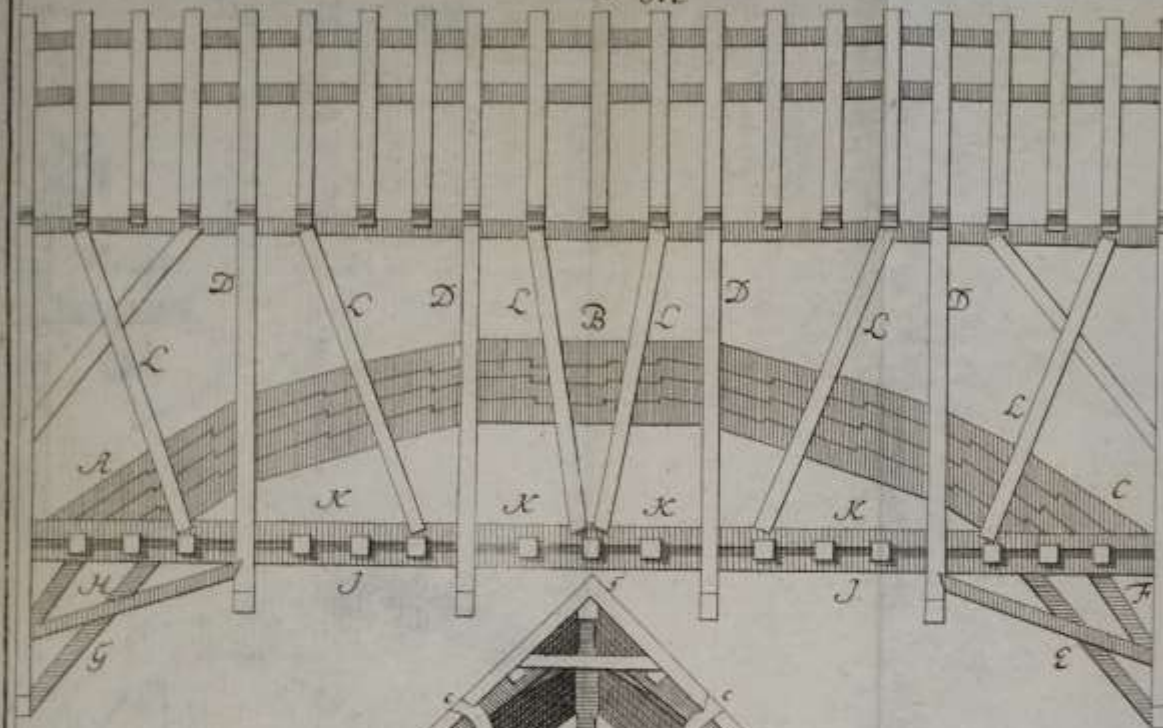
Baden (AG), Brücke von Hans Schüep und Michael Egger 1649
(Originalplan, Saatsarchiv Basel, A 1, 102)



Baden (AG), Brücke von Hans Schüep und Michael Egger 1649
(Originalmodell, vermutlich wie ausgeführt; Brücke ohne Streckbalken!)

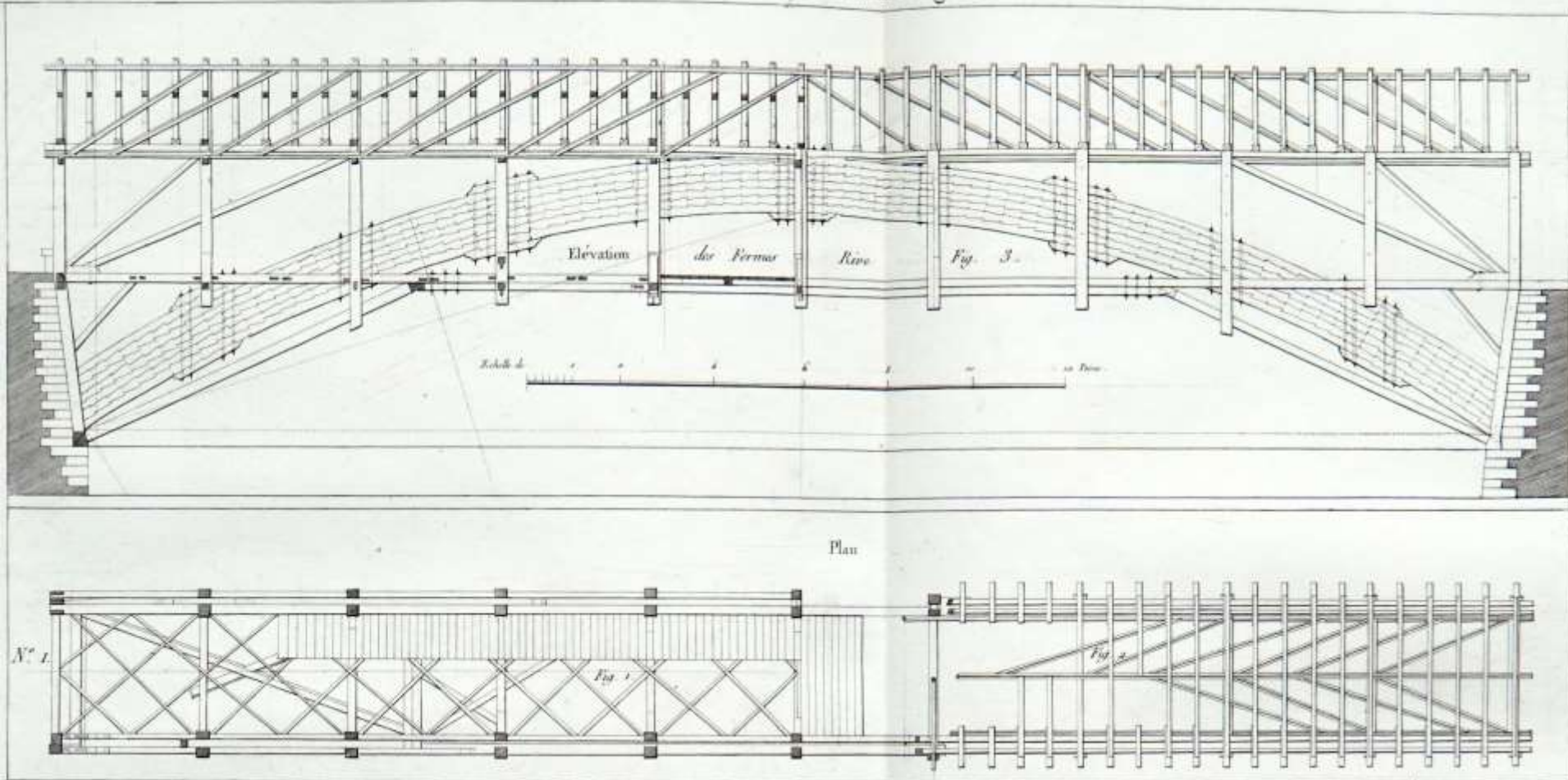


Bogenhängewerk (Brücke über die Urnäsch im Hundwiler Tobel AR)

Fig. 38.
M.

Bogenhängewerk mit verzahntem Massivholzbogen (Johann Esaias Silberschlag 1773)

Plan Coupe et Elevation du Pont de Wittengben en Suisse



Bogenhängewerk mit verzahntem Massivholzbogen

(erste nachweisbar gebaute Brücke dieser Art: Limmatbrücke Wettingen, H.-U. Grubenmann 1765, heute ersetzt)



Wettingen, Limmatbrücke, H.-U. Grubenmann 1765
(originales Entwurfsmodell im Tiefbauamt Aarau)



Verzahrter Bogen (Horben BE, Emmental)



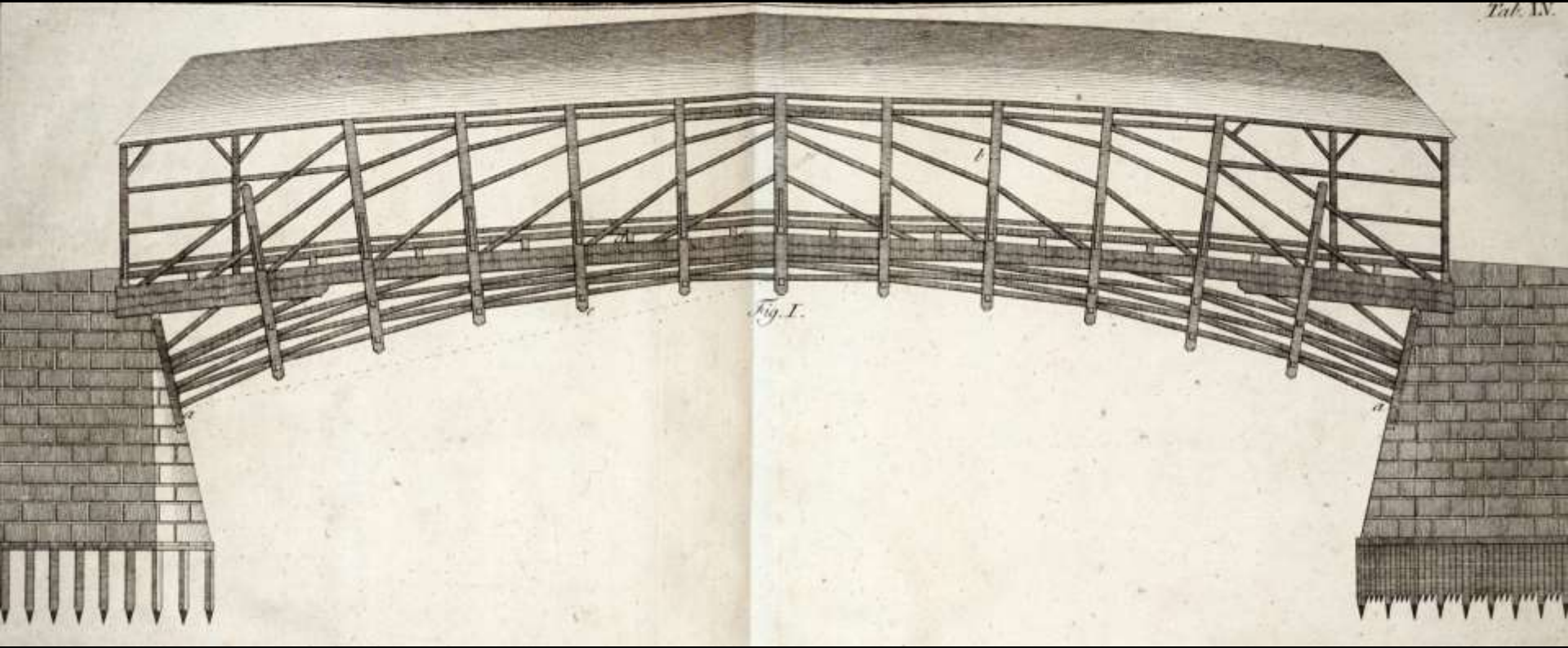
Verzahrter Bogen (Horben BE, Emmental)



Verzahrter Bogen (heute zerstörte Brücke über die Thur in Bischofszell TG; Entwurfsmodell um 1810)
Fortschrittliches System „Bogen mit Zugband“ (Modell im Museum Bischofszell)

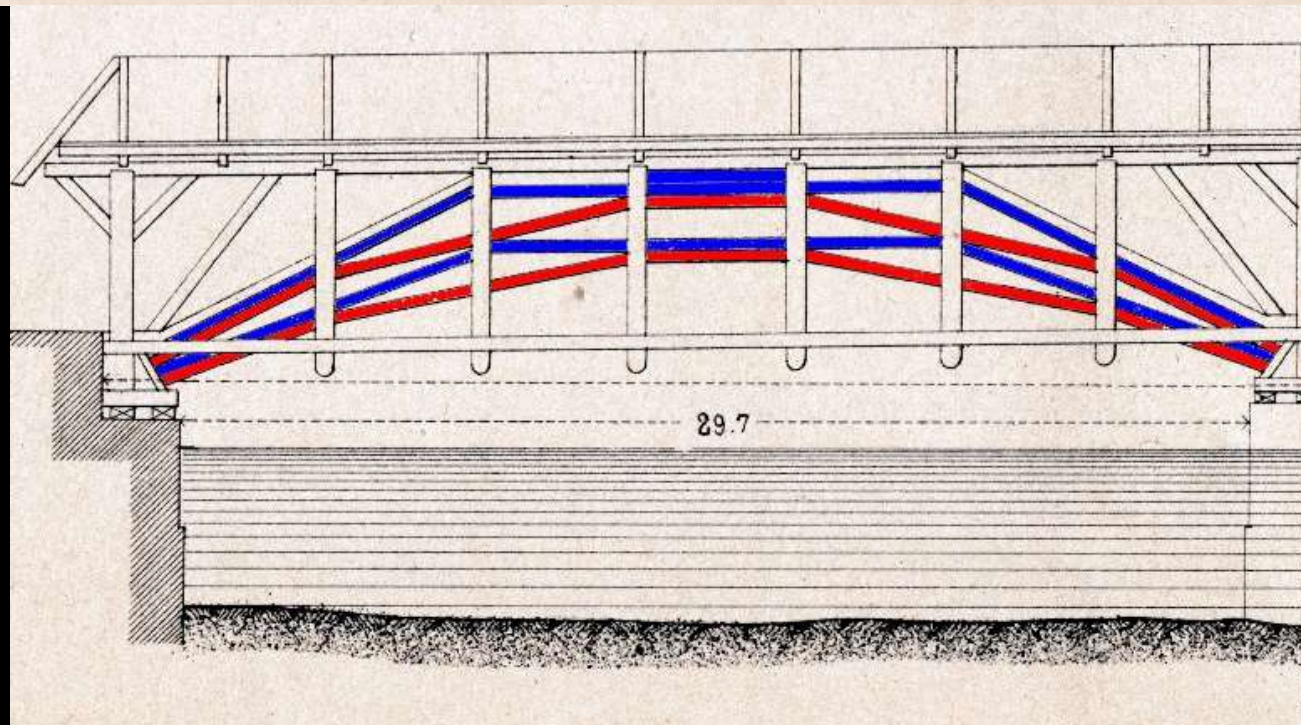
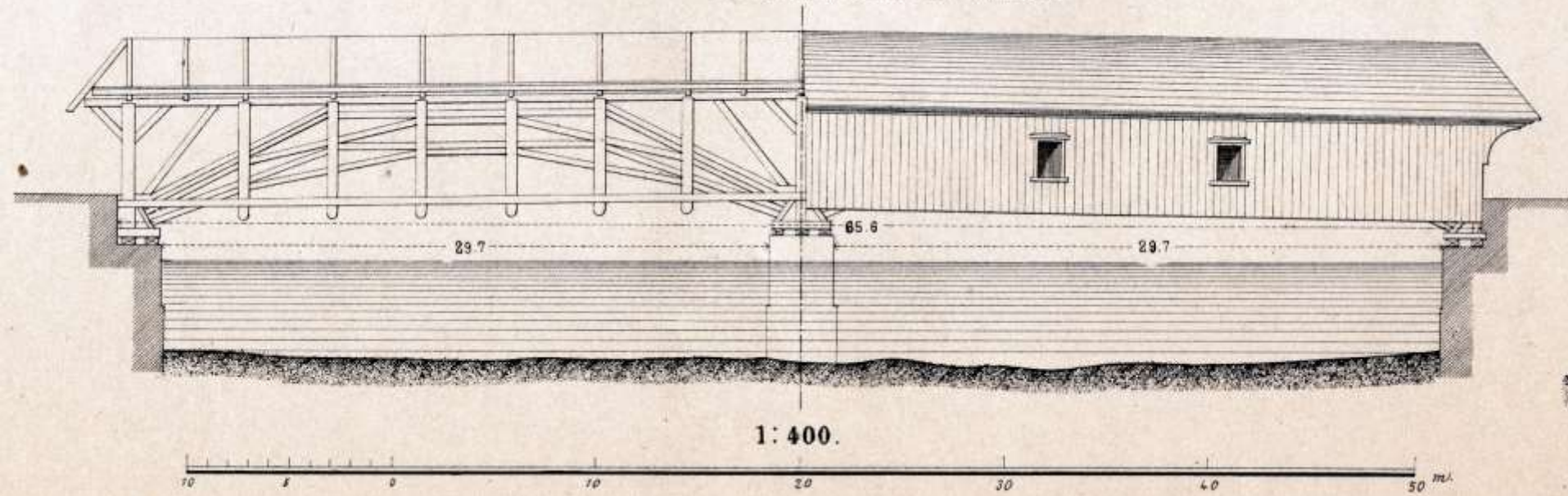


Verzahrter Bogen (heute zerstörte Brücke über die Thur in Bischofszell TG; Entwurfsmodell um 1810)
Detail des Bogens (sechslagig, verzahnt und verkeilt)



Übereck geschachtelte Polygonalbögen und Hängewerke kombiniert (M. Brust 1801)

Thurbrücke bei Andelfingen, erbaut 1813 und 1814



Übereck geschachtelte Polygonalbögen (Thurbrücke Andelfingen TG)



Übereck geschachtelte Polygonalbögen (Thurbrücke Andelfingen TG)



Übereck geschachtelte Polygonalbögen (Sihlbrücke Babenwag/Neuheim-Hirzel; Foto: C. Knobling)



Übereck geschachtelte Polygonalbögen (Sihlbrücke Babenwag/Neuheim-Hirzel; Orthomosaik: W. Potgeter)

Zwei Wände und ein Dach – die „Hüslibruggen“



Urnäschbrücke im Kubel und Viadukt der Toggenburgbahn (SG)



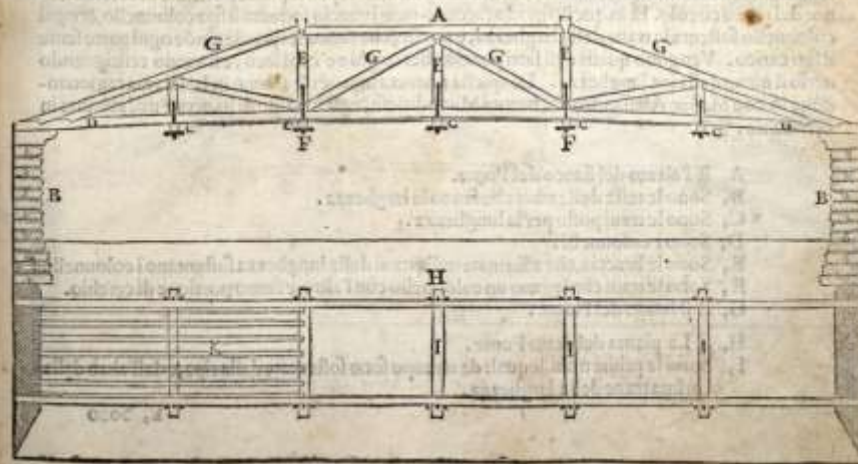
Rheinbrücke Diessenhofen (TG)

Konstruktion der „Tragwand“:
Kombination verschiedener Systeme

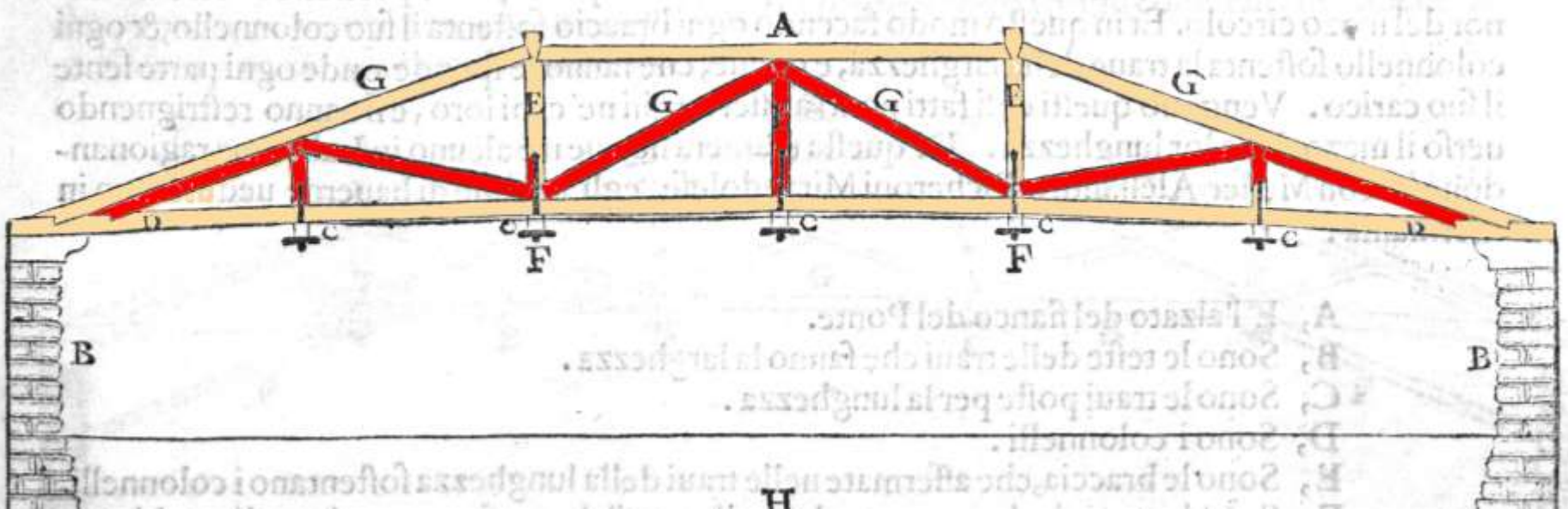
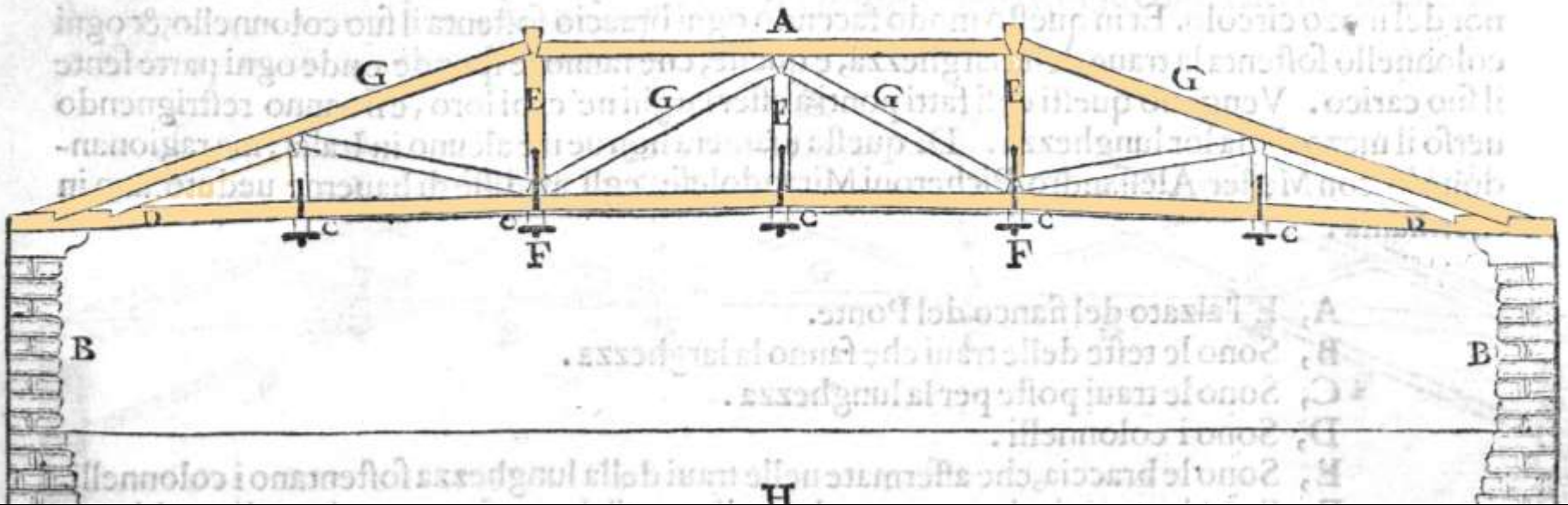
DEL PONTE DEL CISMONE. Cap. VII.



L Cismone è un fiume, ilquale scendendo dai Monti, che diuidono la Italia dalla Germania entra nella Brenta alquanto sopra Bassano; e perche egli è uelocissimo, e per lui i montanari mandano giù grandissima quantità di legnami, si prese risoluzione di farui un Ponte, senza porre altrimenti pali nell'acqua. Percioche le traui, che ui si ficcauano, erano dalla uelocità del corso del fiume, e dalle percoffe de i sassi, e de gli arbori, che da quello continuamente sono portati all'ingiù, mosse, & cauate: Onde faceua bisogno al Conte Giacomo Angaranno, ilquale è patrono del Ponte, rinouarlo ogn'anno. La uentione di questo Ponte a mio giudicio è molto degna di auertimento, perche potrà seruire in tutte le occasioni, nelle quali si hauesero le dette difficoltà; & perche i Ponti così fatti uengono à esser forti, belli, e commodi: forti perche tutte le loro parti scambievolmente si sostentano: belli perche la tessitura de' legnami è gratiosa; & commodi, perche sono piani, e sotto una istessa linea co'l rimanente della strada. Il fiume nel luogo oue si ordinò questo ponte, è largo cento piedi. Si diuise questa larghezza in sei parti eguali, & oue è l'extremità di ciascuna parte (fuor che nelle ripe, lequali si fortificarono con due pilastri di pietra) si posero le traui, che fanno il letto, e la larghezza del ponte; sopra le quali, lasciatoui un poco di spacio nell'estremità loro, si posero altre traui per il lungo, lequali fanno le sponde: sopra queste, al diritto delle prime si disposero dall'una, e l'altra parte, i colonnelli (così chiamiamo uolgarmente quelle traui, che in simili opere si pongono diritte in piedi). Questi colonnelli si incatenano con le traui, lequali ho detto, che fanno la larghezza del ponte, con ferri, che nominiamo Arpici, fatti passare per un bucco fatto à questo effetto nelle teste delle dette traui, in quella parte, che auanza oltre le traui che fanno le sponde. Questi Arpici; perche sono nella parte di sopra à lungo i detti colonnelli diritti, e piani, e forati in più luchi, & nella parte di sotto uicino alle dette traui grossi, e con un sol foro assai grande; furono inchiodati nel colonnello, e ferrati poi di sotto con stanghette di ferro fatte à questo effetto, onde rendono in modo unita tutta l'opera, che le traui, che fanno la larghezza, e quelle delle sponde sono come di un pezzo con i colonnelli, & in tal modo uengono i colonnelli à sostentarle traui, che fanno la larghezza del ponte; e sono poi essi sostentati dalle braccia, che uanno da un colonnello all'altro: onde tutte le parti l'una per l'altra si sostentano, e tale uiene à esser la loro natura, che quanto maggior carico è sopra il ponte, tanto più si stringono insieme, e fanno maggior la fermezza dell'opera. Tutte le dette braccia, e l'altre traui, che fanno la tessitura del ponte non sono larghe più di un piede, ne grosse più di tre quarti. Ma quelle traui che fanno il letto del ponte, cioè che sono poste per il lungo, sono molto più fortile.



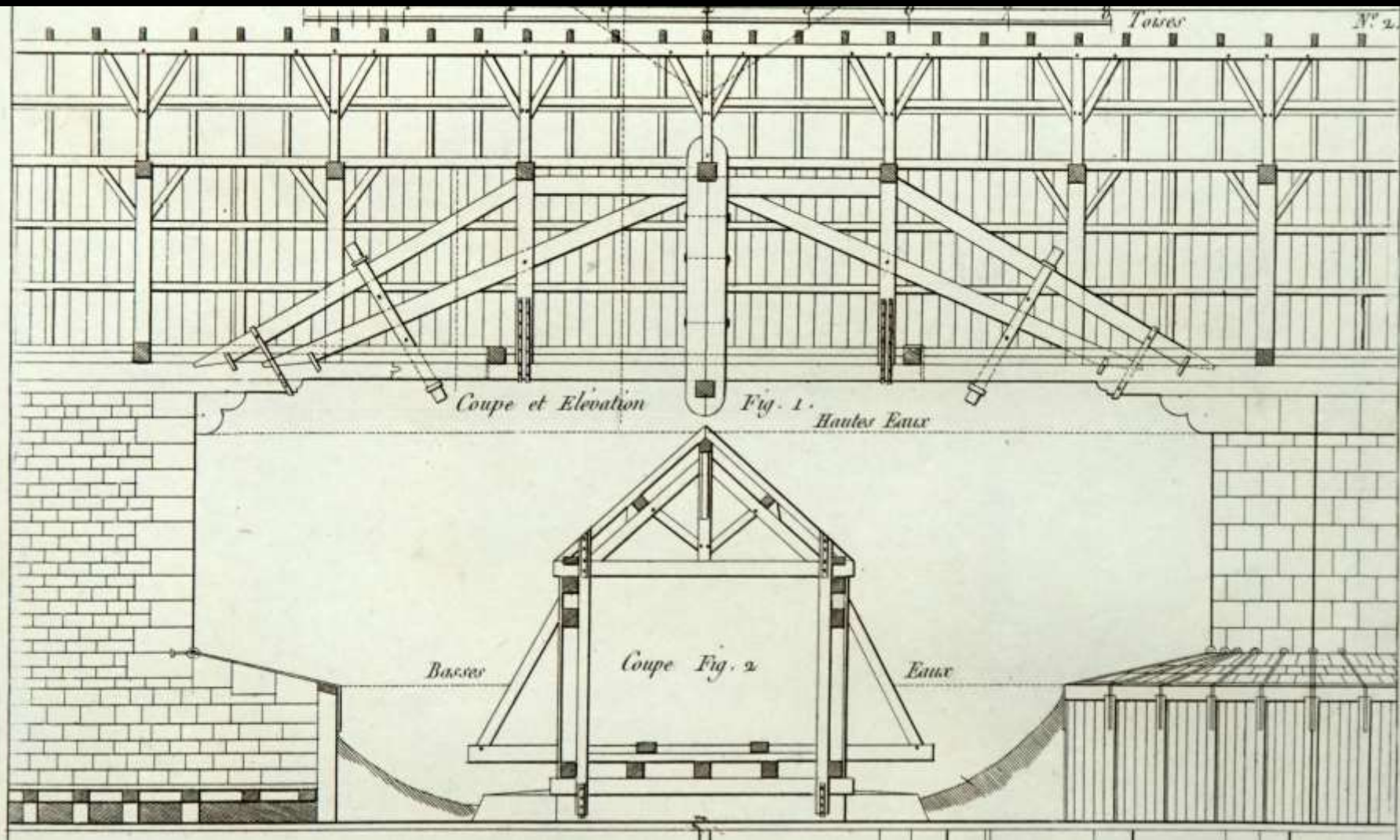
Rekursive „Schachtelung“ der Tragsysteme (Palladio 1570)



Rekursive „Schachtelung“ der Tragsysteme (Palladio 1570) ergibt ein „modernes“ Fachwerk



Ineinander gestellte doppelte Hängewerke (Rheinbrücke Rheinau ZH)



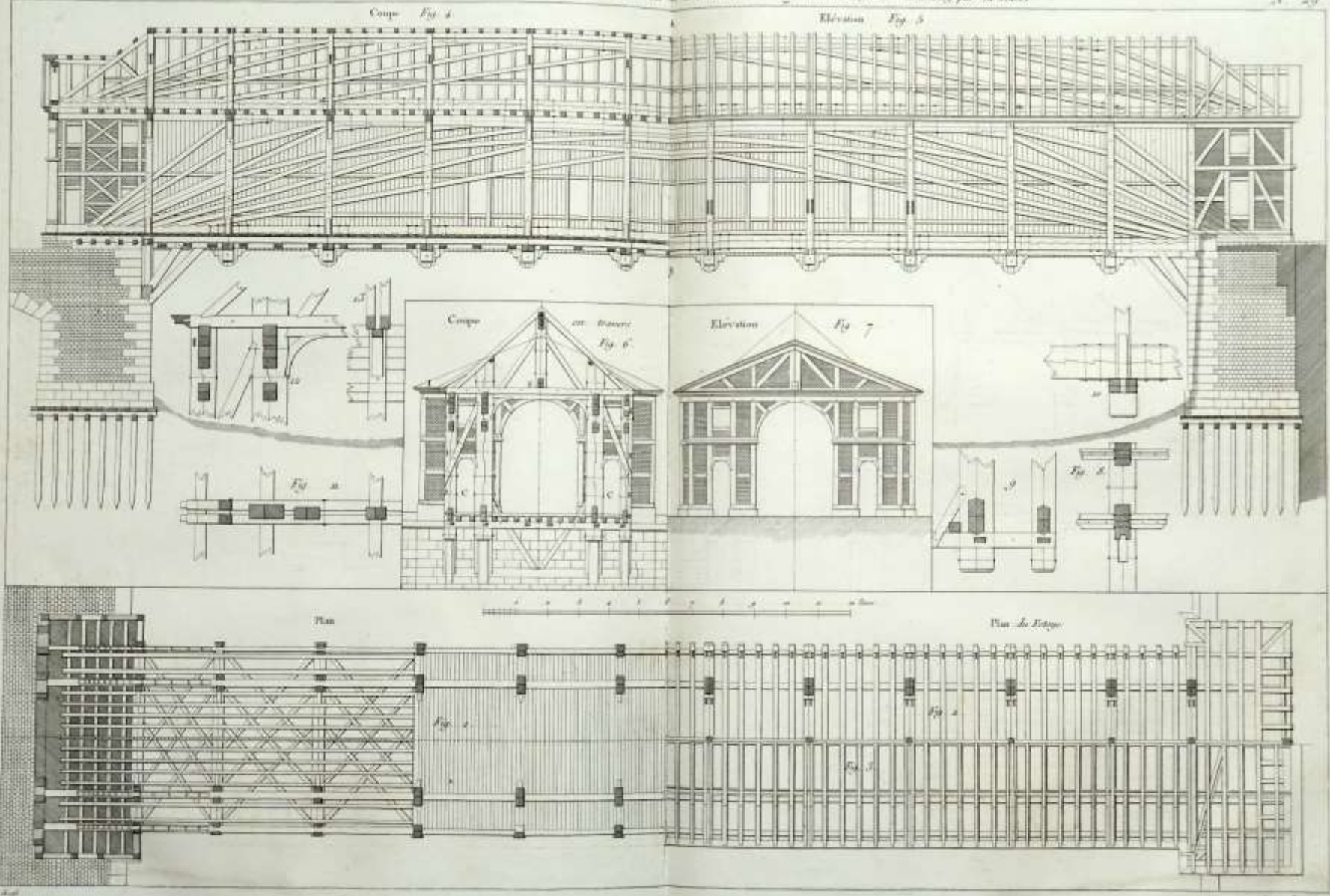
Doppeltes und einfaches Hängewerk, ineinandergeschachtelt (Krafft 1805)



Geschachtelte Hängewerke
Brücke über einen Bach zwischen Schaffhausen und Hemishofen, 1793
(Originalmodell, Gemeindeamt Hemishofen)



Doppeltes Hängewerk mit eingestelltem einfachem Hängewerk (Pont de Berne, Fribourg)

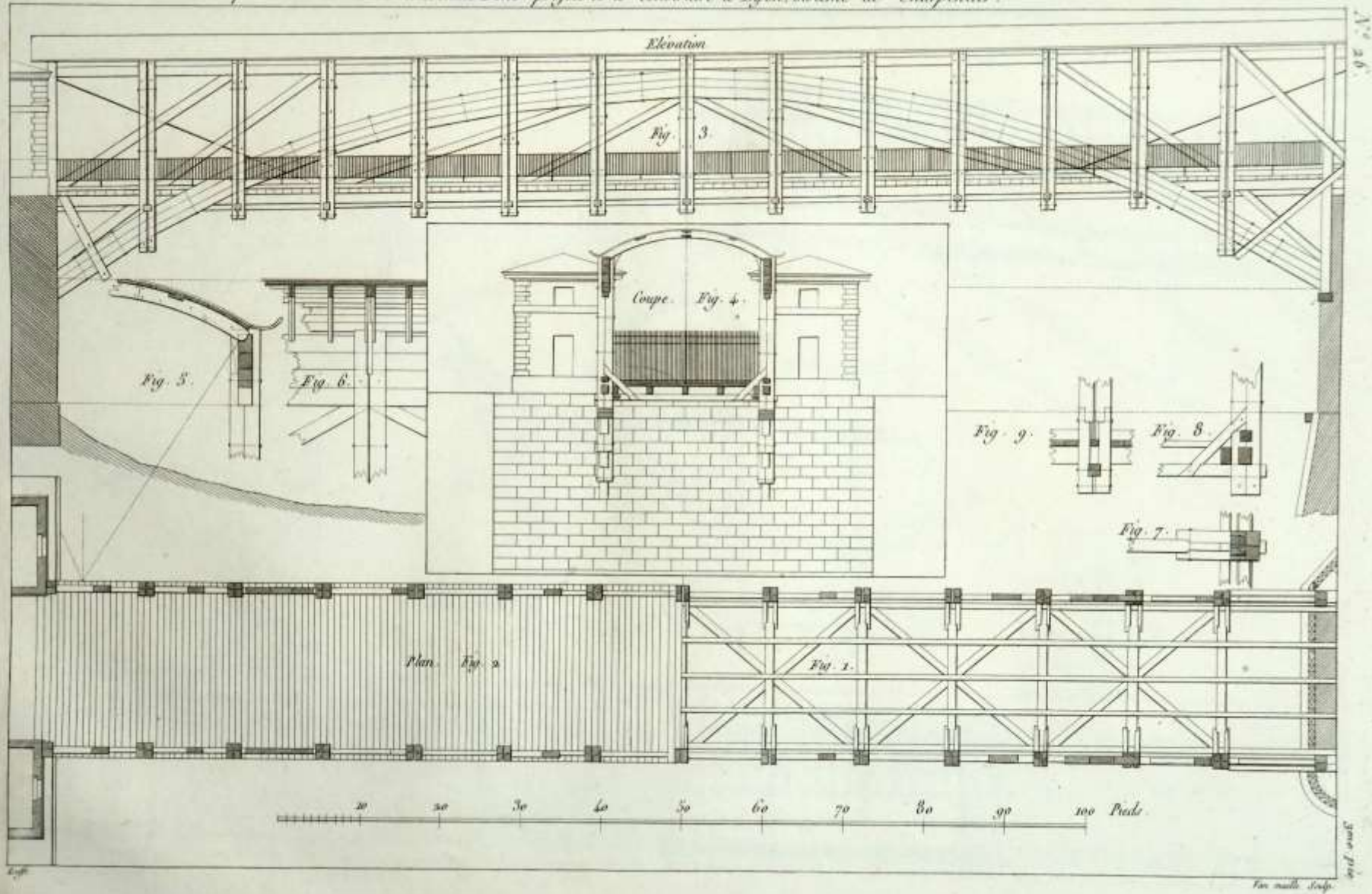


Geschachtelte, bogenartige Hängewerke (Brücke von Plochingen über den Neckar; Krafft 1805)



Geschachtelte Hängewerke und zweischichtige Wand (Föhlschmittenbrücke Neuravensburg)

Plan Coupe et Elevation d'un nouveau Pont projeté et à Construire à Lyon, système de Charpentier.

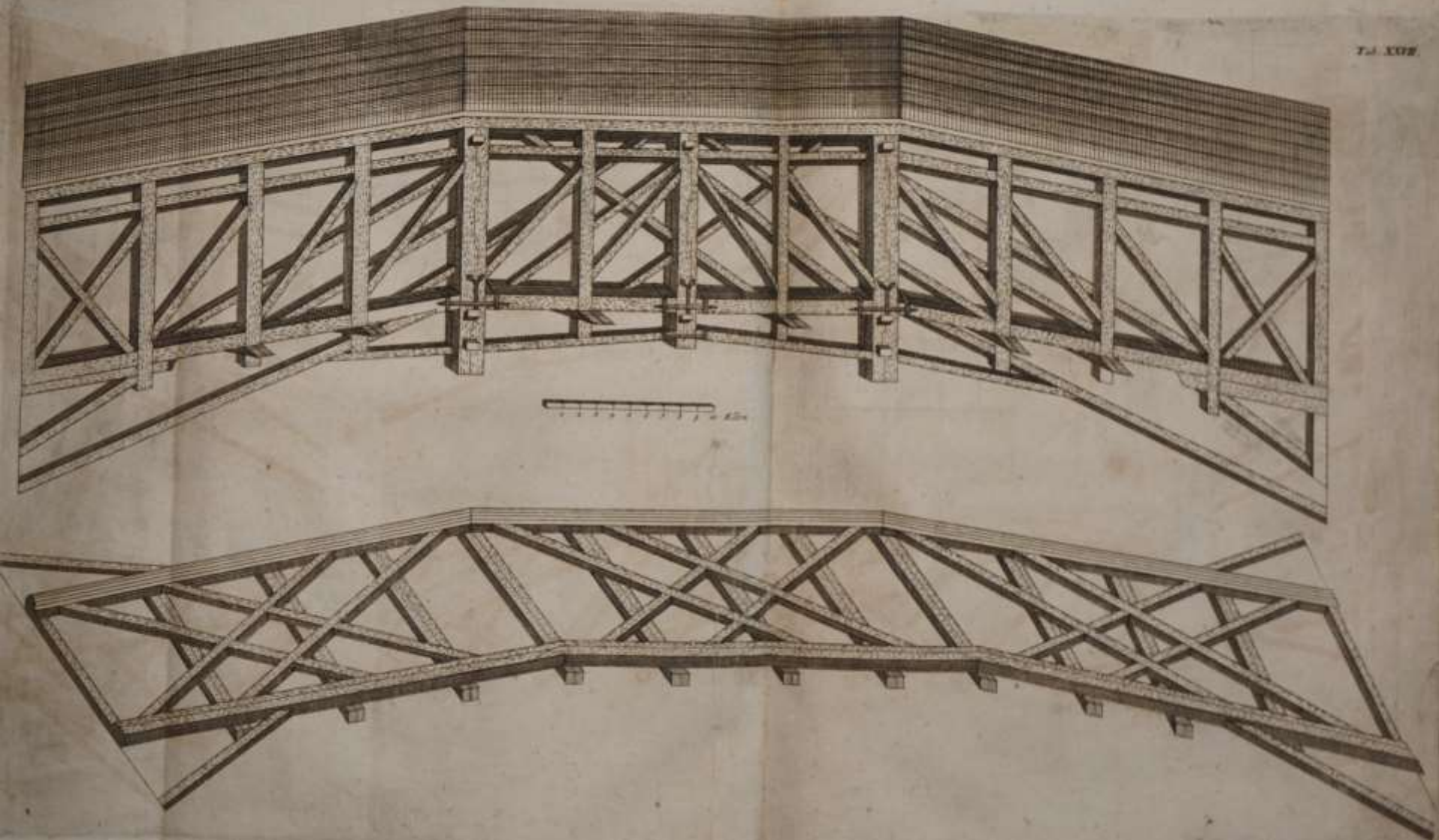


Kombination von Holzbogen und Hängewerk (Krafft 1805)



Zwei unabhängige Tragsysteme in zwei Schichten nebeneinander: Bogen und Hängewerk (Reussbrücke Sins)

Queraussteifung der Brücke gegen seitliche Windlast:
Windverbände



Ein Haus braucht auch einen Boden – Windverband in der Fahrbannebene (Vogel 1708)



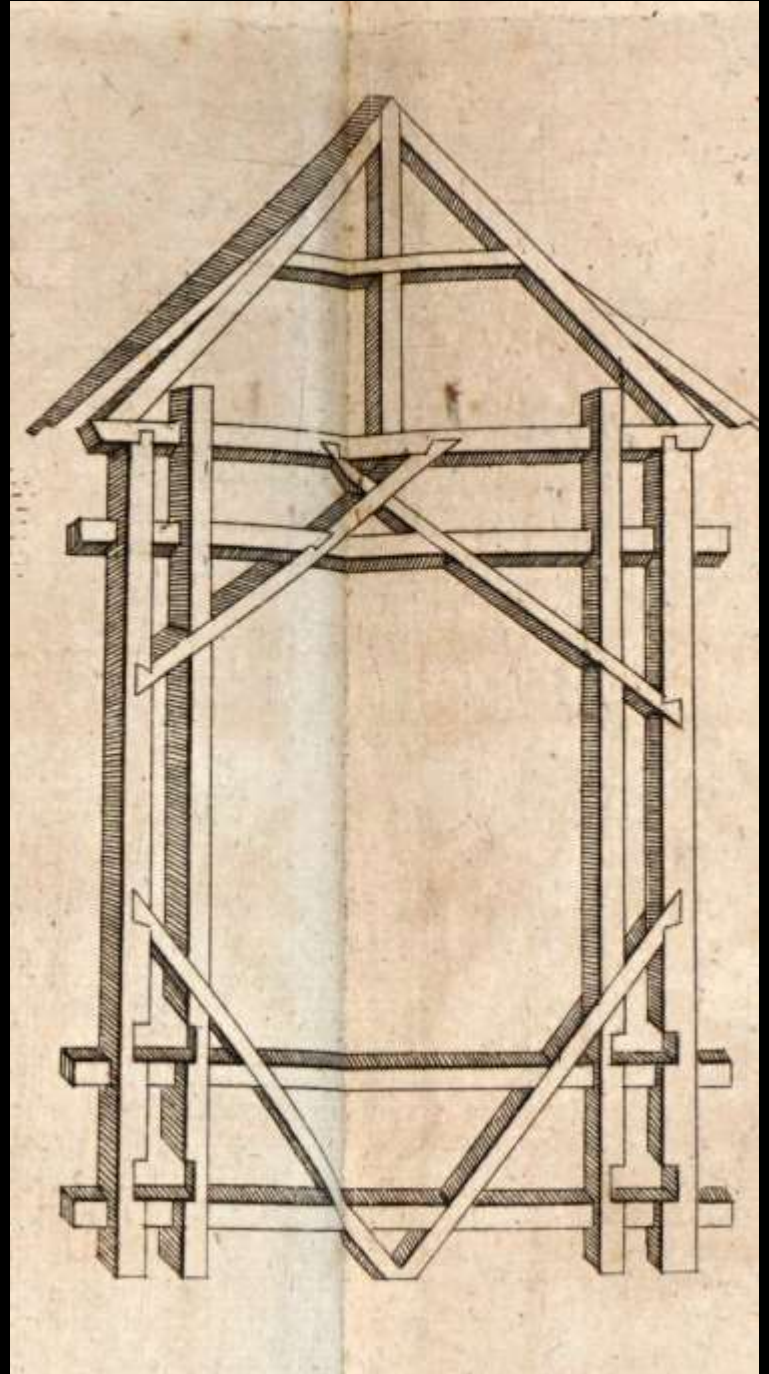
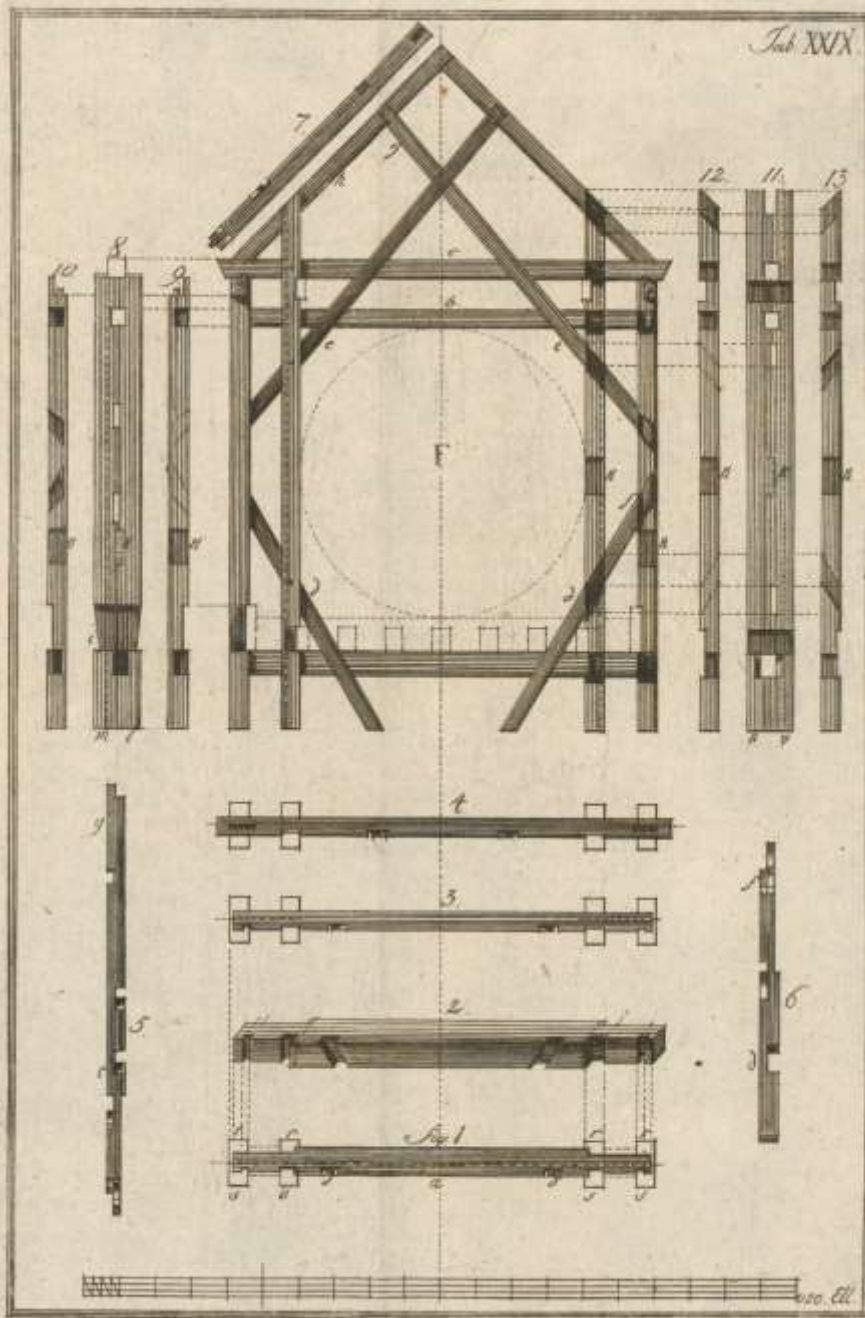
Andreaskreuz-Windverband unter der Fahrbahn (Sitterbrücke Spisegg SG)



Rautenverband unter der Fahrbahn (Föhlschmittenbrücke Neuravensburg)



Windverband in der Dachtraufebene und steife Portalrahmen (Brücke Hiltensweiler)

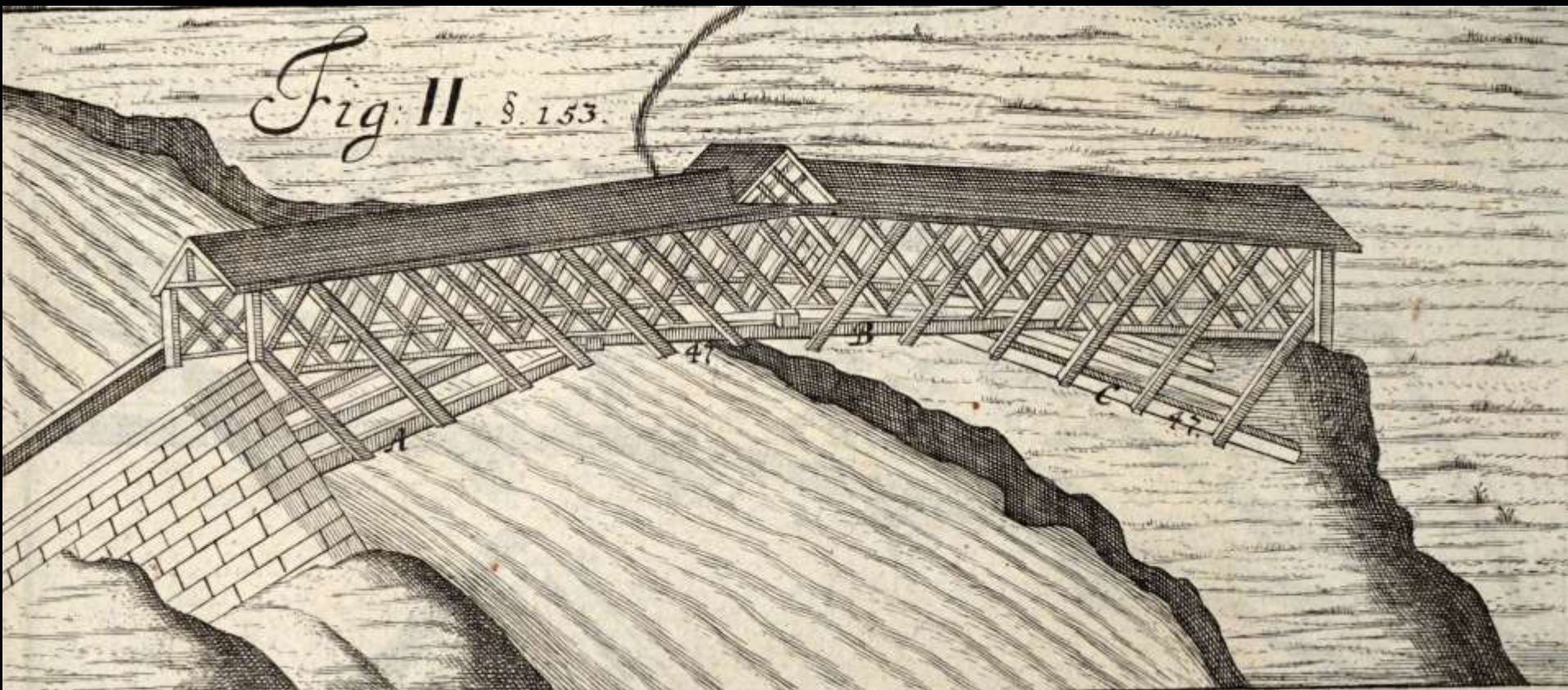


Queraussteifung durch stabile Portalrahmen (Reuss 1764 und Johann Vogel 1708)

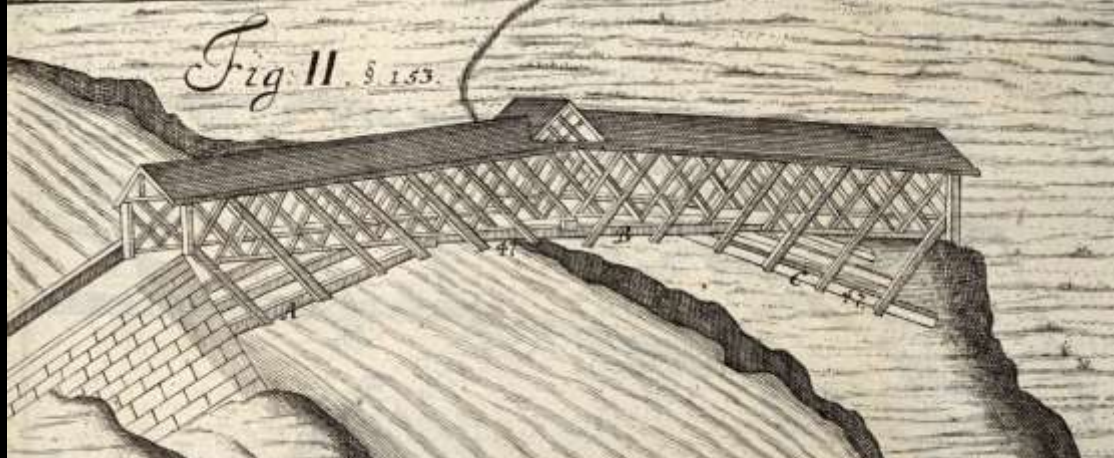


Stabile Portalrahmen (Thurbrücke Lank AI)

Zu neuen Ufern – Einflüsse des amerikanischen Holzbrückenbaus ab 1838



Engmaschiges Gitterwerk als Tragwand (Jacob Leupold 1726)



Engmaschiges Gitterwerk als Tragwand (Brücke über die Sihl bei Langnau am Albis; Stich von C. Meyer 1642!)

No

L. TOWN.

Truss Bridge.

Patented Jan. 28, 1820

Fig. 1.

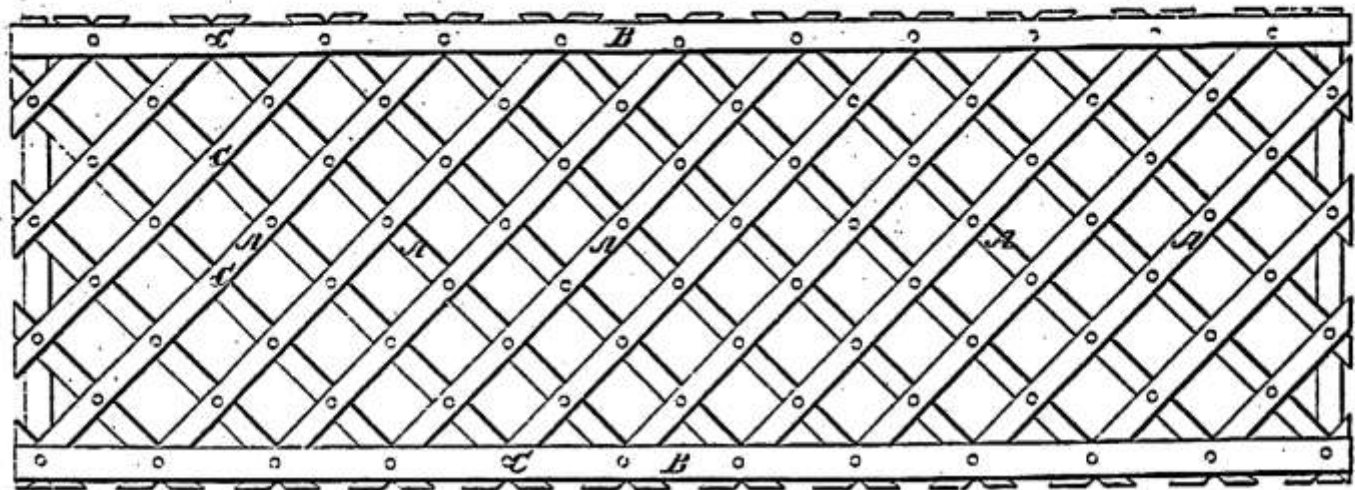


Fig. 2.



Fig. 3.

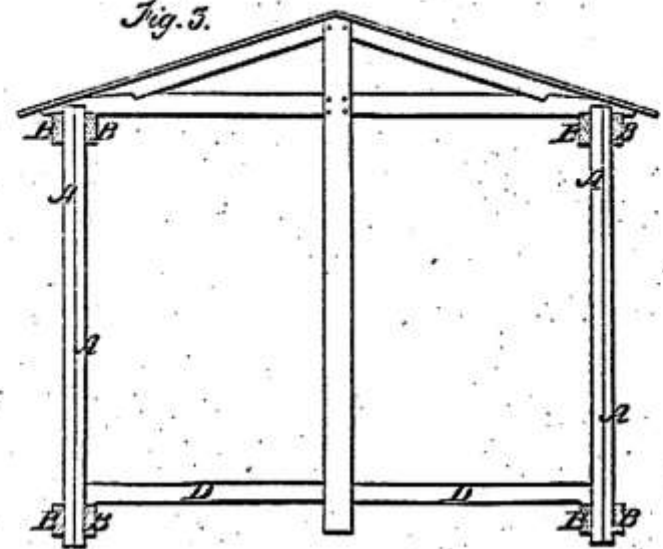


Fig. 1.

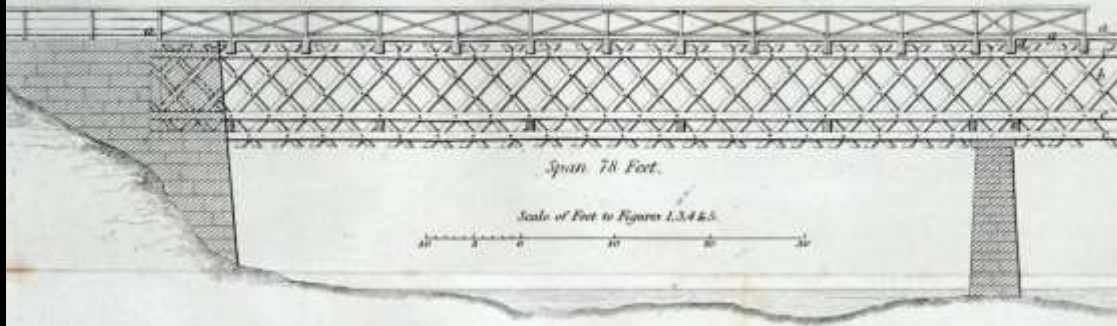


Fig. 2.

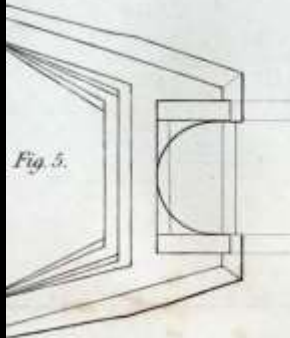
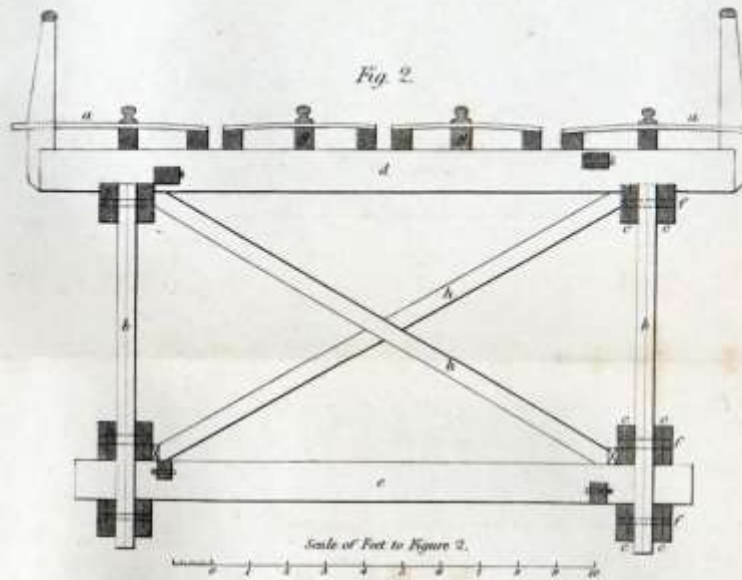


Fig. 5.

Fig. 4.

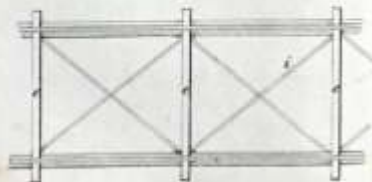
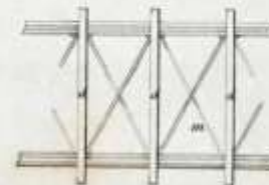


Fig. 3.



Published by John Wats, 501 High Holborn, 1858.

Stevenson's Sketch of the Civil Engineering of North America.

Geo. Edmon. Sculp.

Brücke mit Gitterträger „System Town“ unter der Fahrbahn (Stevenson 1837)



Rotenbrücke Lochmühle (Appenzell-Ausserrhoden) Town'scher Träger *über* der Fahrbahn



N^o 1,711.

W. Howe.
Truss Bridge.

Patented Aug. 3, 1840.

Fig. 1.

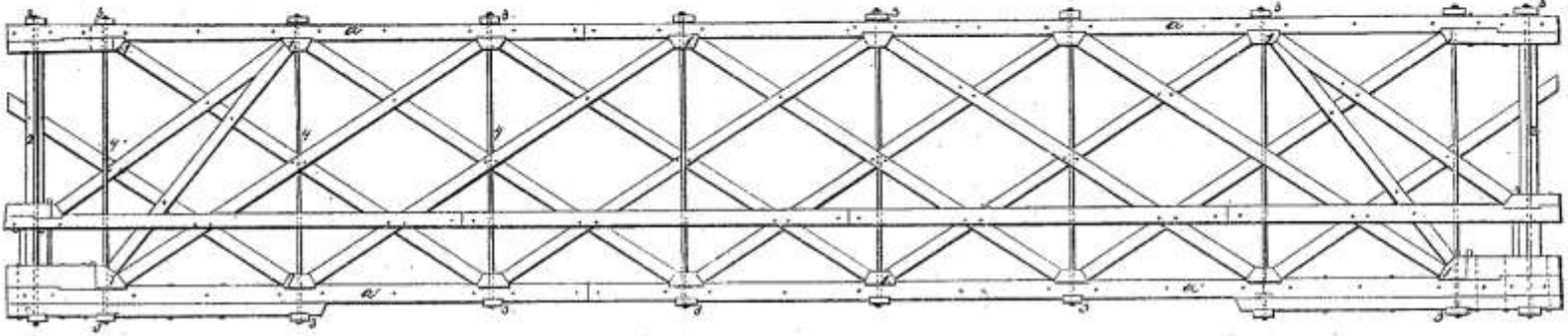


Fig. 2.





Illerbrücke Kempten (1848). Howe'scher Träger unter der Fahrbahn



Illerbrücke Kempten (1848)



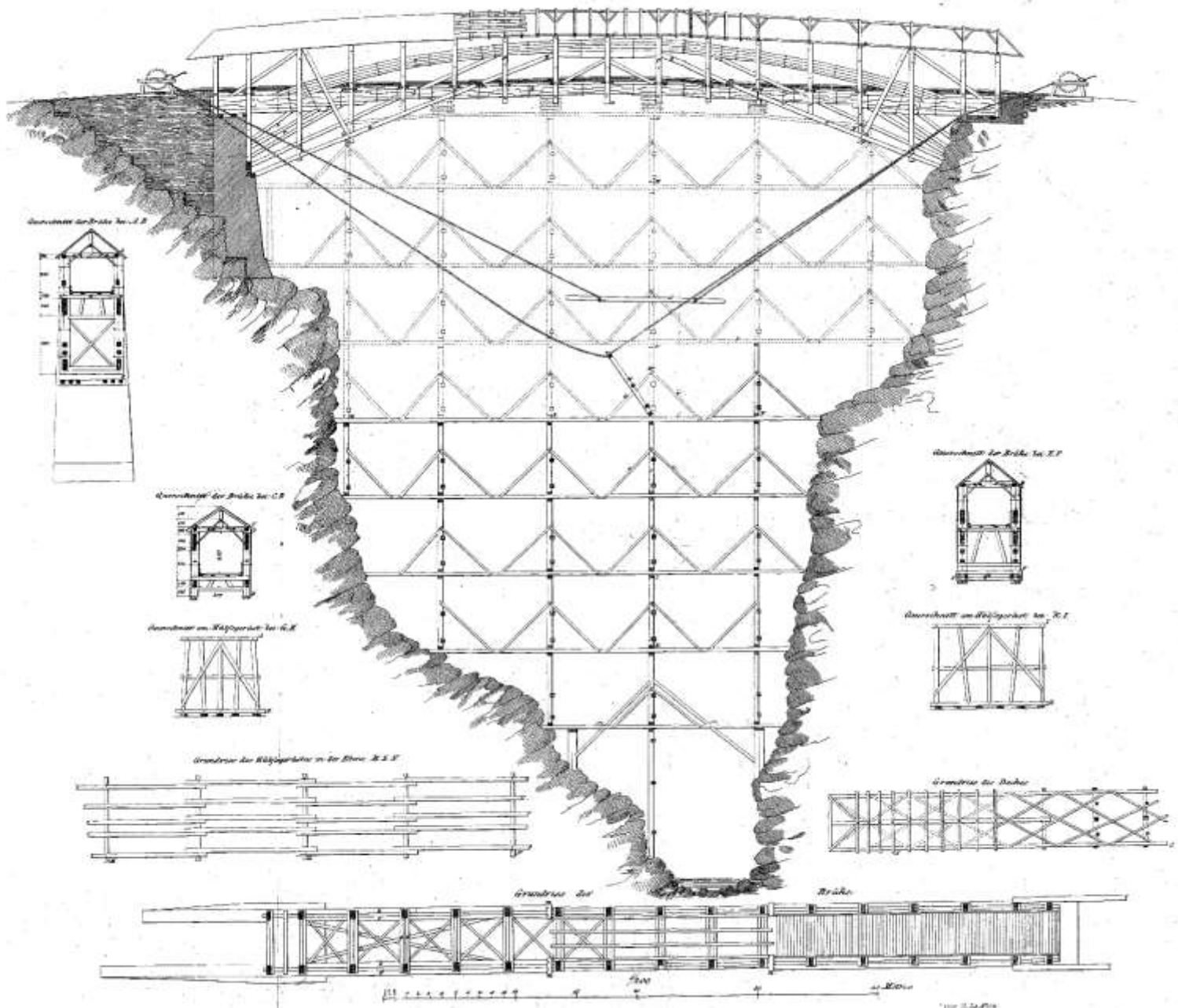
Rheinbrücke Sevelen (SG) – Vaduz (FL). Howe'scher Träger *über* der Fahrbahn



Rheinbrücke Sevelen (SG) – Vaduz (FL)

Aufstellen einer Holzbrücke

PLAN der im Jahr 1828 erbauten Brücke über das Versammer-Tobel.



Aufstellen einer hölzernen Bogenbrücke (Zs. f. d. gesamte Bauwesen 1837)

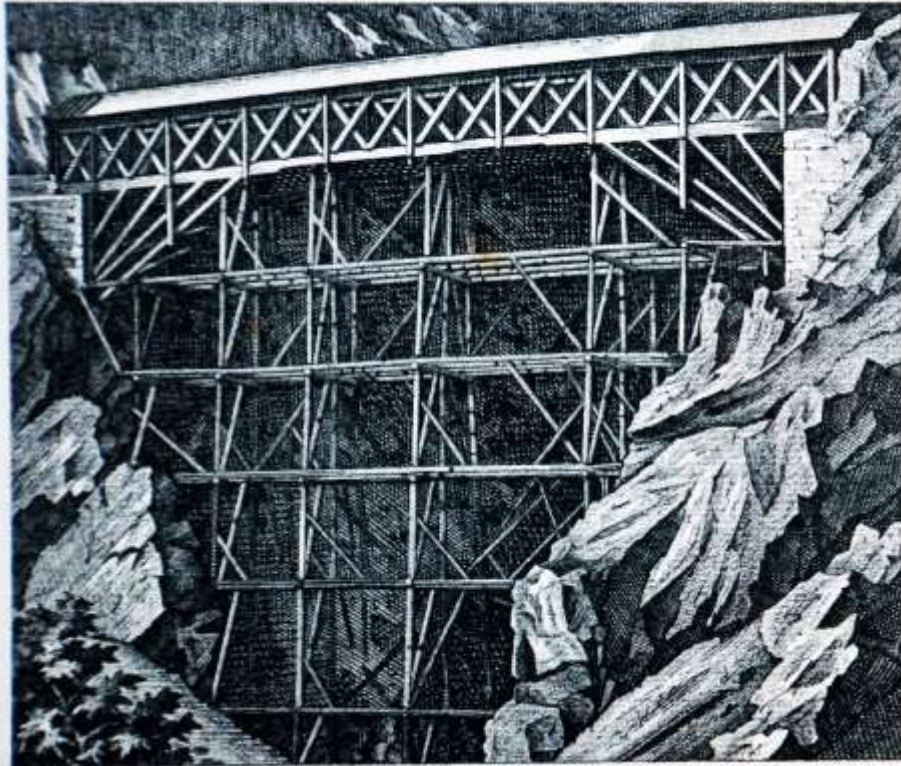


Aufstellen einer hölzernen Bogenbrücke (Stützgerüst der Brücke bei Heiden SG; Bavier 1878)

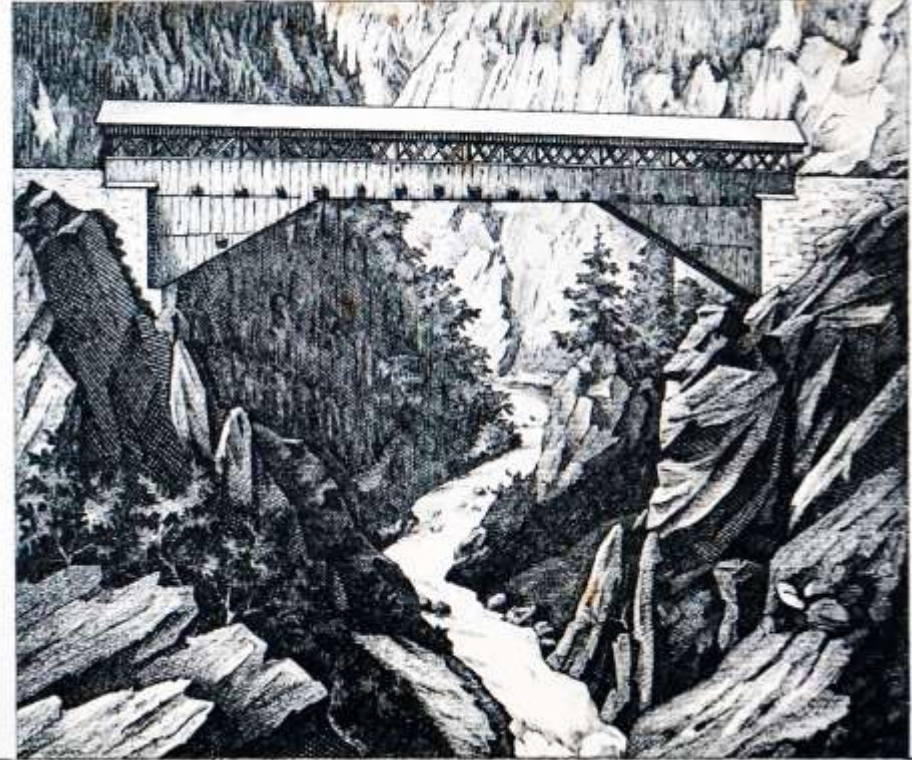


Aufstellgerüst einer Howeschen Brücke der Ludwig-Süd-Nord-Bahn 1853 (Aquarell von Karl Herrle)

Ansicht der Brücke während des Baues im Jahre 1857.



Ansicht der fertigen Brücke.



Lithogr. und Verlag von Orell