



Das lange 19. Jahrhundert (1780–1914)
Teil II: 1850–1914

Stefan M. Holzer, ETH Zürich

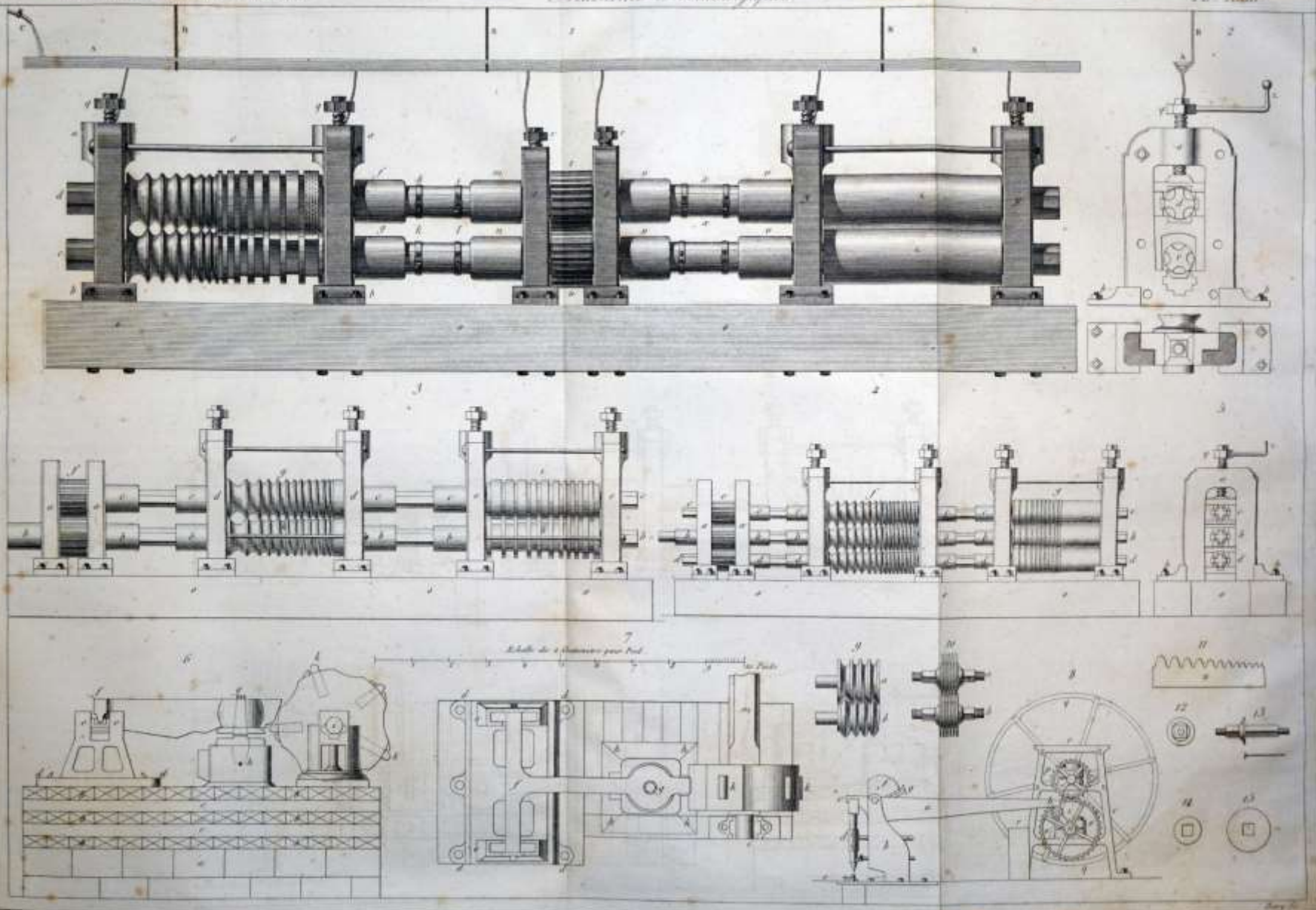
Siegeszug des Schmiedeeisens:
Umformen durch Walzen (ca. 1830–1850)

Stahl (historisch „Schmiedeeisen“ genannt):

- in rotglühendem Zustand formbar durch Schmieden
- Stabeisen und Blech durch Walzen herstellbar, ab letztes Drittel 18. Jh.
- zäh, auch kalt verformbar (Drahtziehen!)
- mechanisches Verhalten ähnlich wie bei Holz, aber viel höhere Zug- und Druckfestigkeit

Formgebung von Stahl: Auswalzen eines Eisenstabs zu einem flachen Profil
(Encyclopédie 1765)

Stahl = Schmiedeeisen

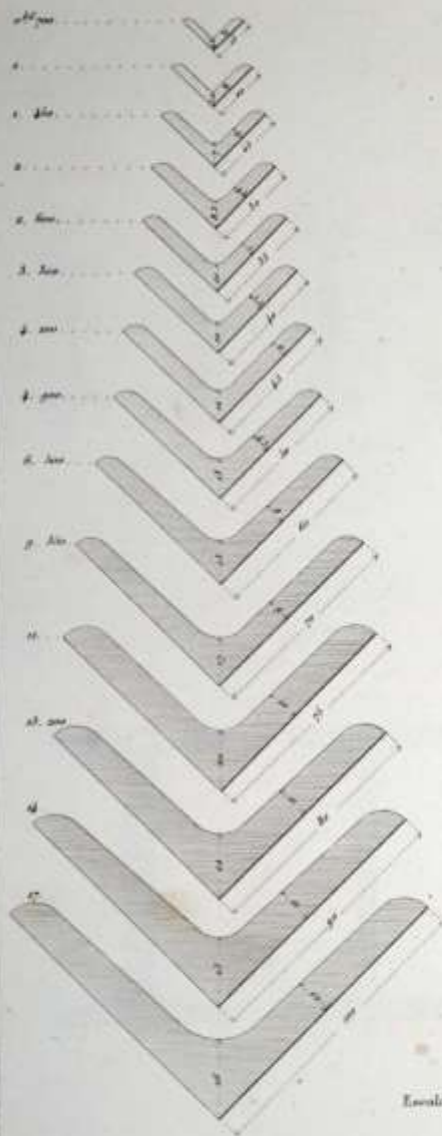


Kaliberwalzen zur Produktion dünner Eisenstäbe
(Flachat 1835)

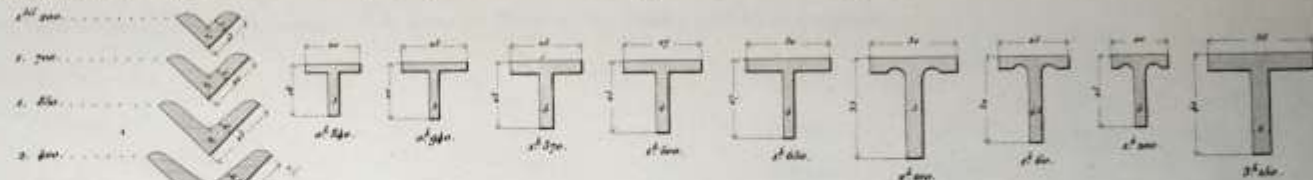


Kaliberwalze, 1840
(zeitgenöss. Modell, Paris, Conservatoire des Arts et Métiers)

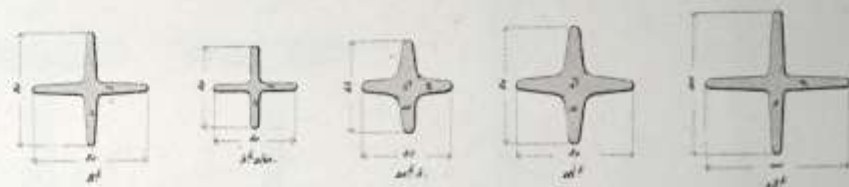
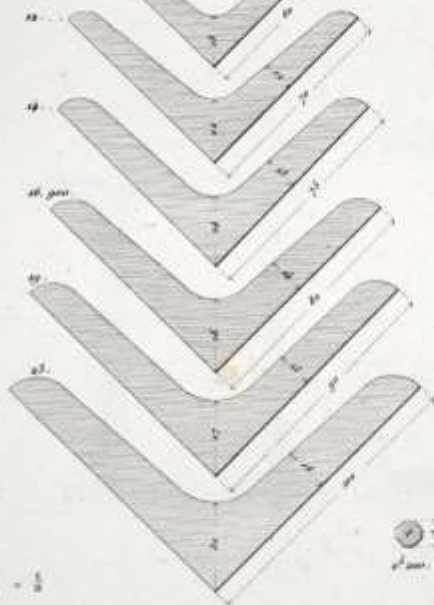
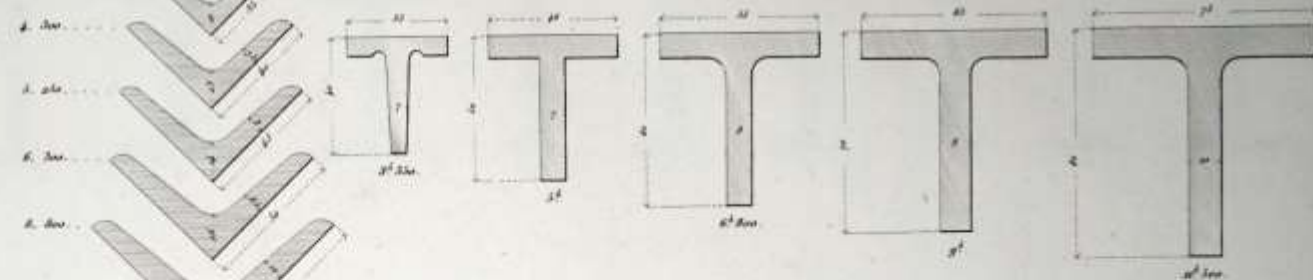
Las dimensiones expresan milímetros, y el peso es dado en kilogramos por m^3 de longitud.



Escala = $\frac{1}{2}$



Escala = $\frac{1}{2}$

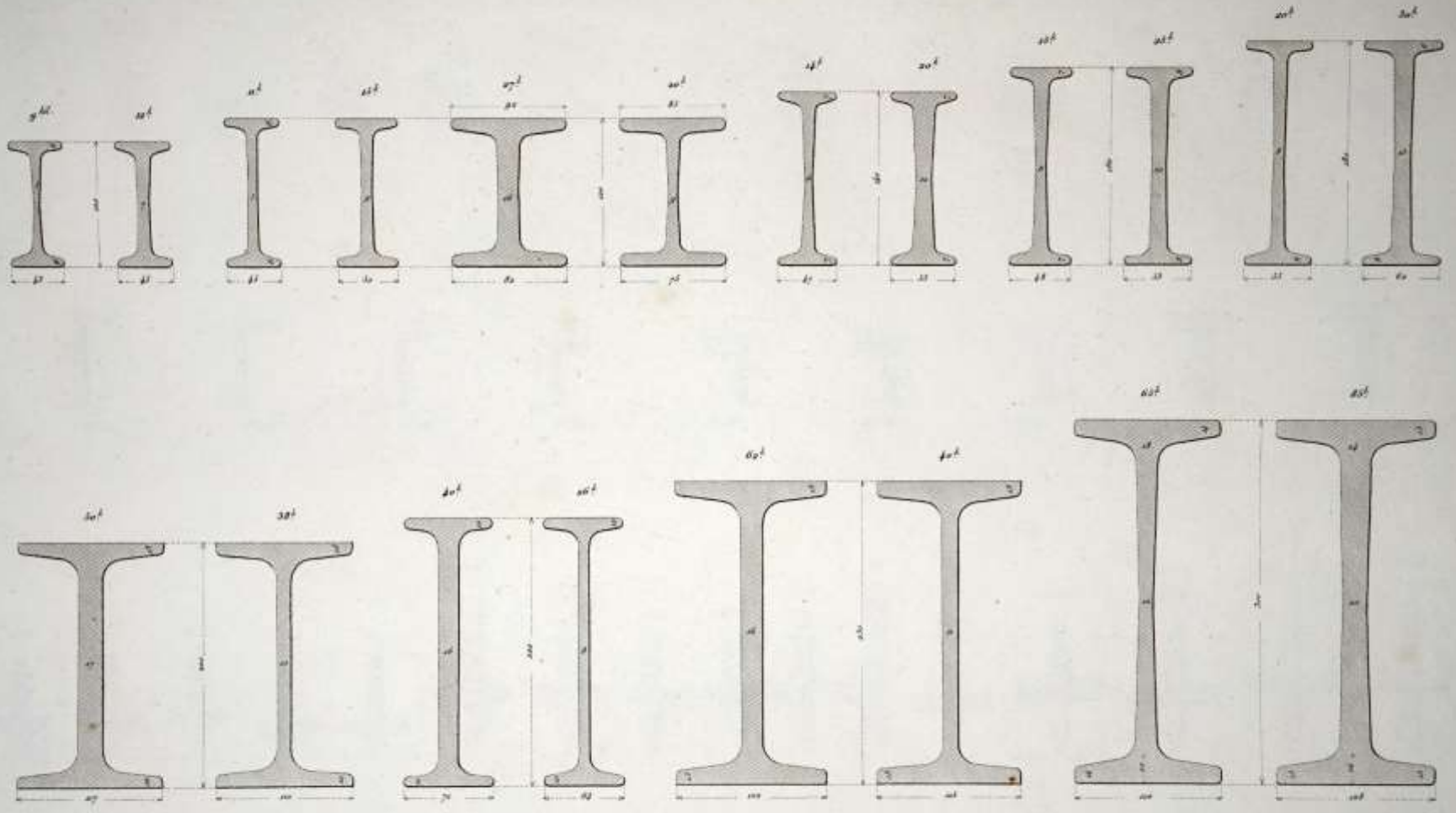


Escala = $\frac{1}{2}$



Um 1850: Walzen von Profilen (Valdés 1859)

Las dimensiones expresan milímetros, y el peso es dado en kilogramos por m^3 de longitud.



Escala = $\frac{1}{4}$

gewalzte Profile (bis etwa 300 mm Profilhöhe)
(Valdés 1859)

ATLAS

VON

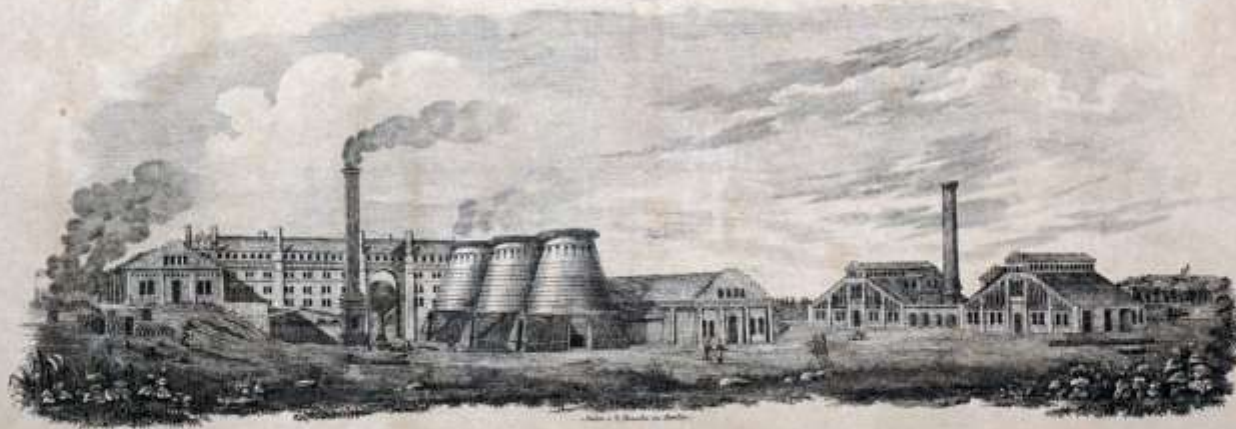
LXIII Kupfertafeln

ZUR

EISENHÜTTENKUNDE

VON

Dr. C. F. B. Karsten.



Berlin bei G. Reimer,
1841.

Eisenhütte um 1840. Antrieb von Gebläsen, Hämmern und Walzen durch Dampfmaschinen
(Karsten 1841)

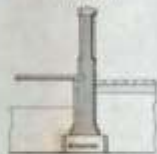
Bauen mit gewalzten Profilen und Gusseisenstützen

LONDON AND BIRMINGHAM RAILWAY EUSTON STATION

ELEVATION OF FENCE WALL A



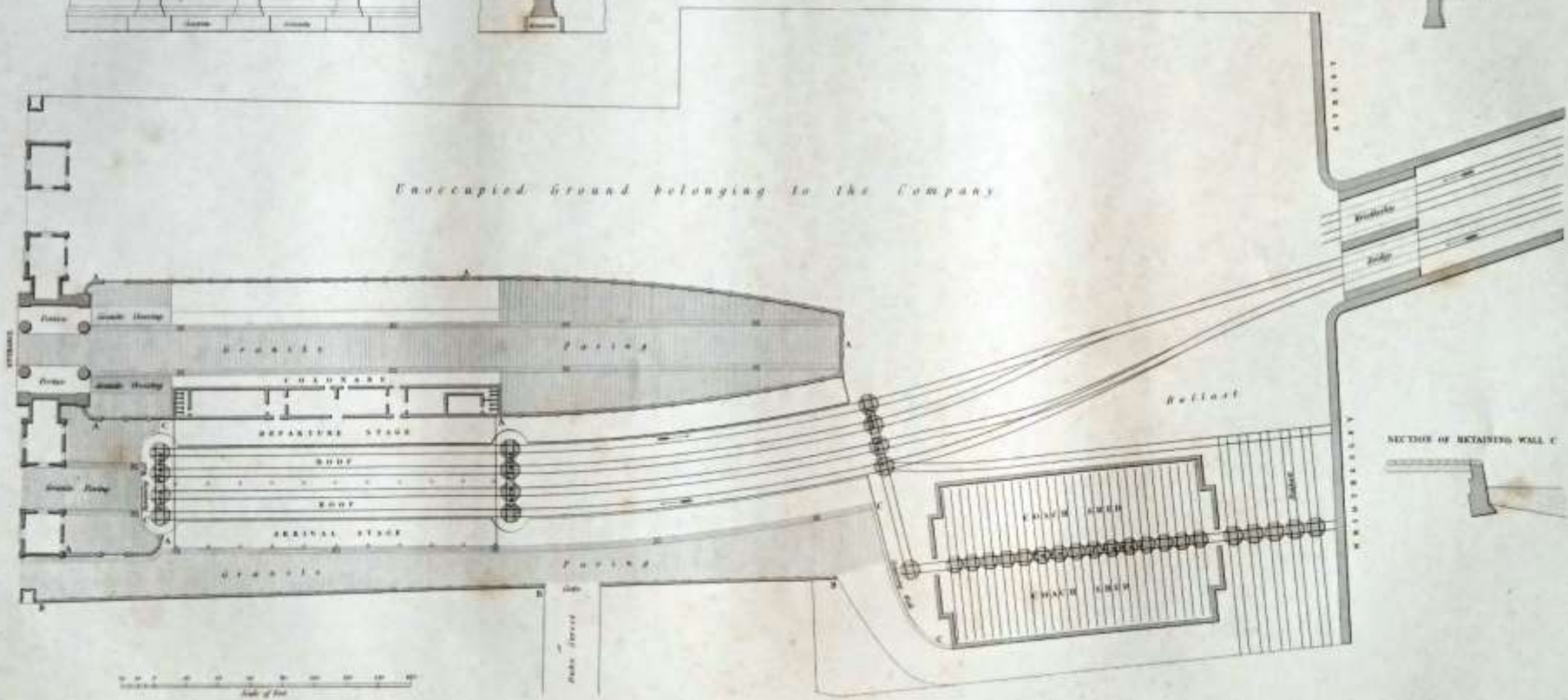
SECTION



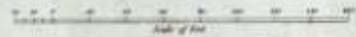
SECTION OF FENCE WALL B



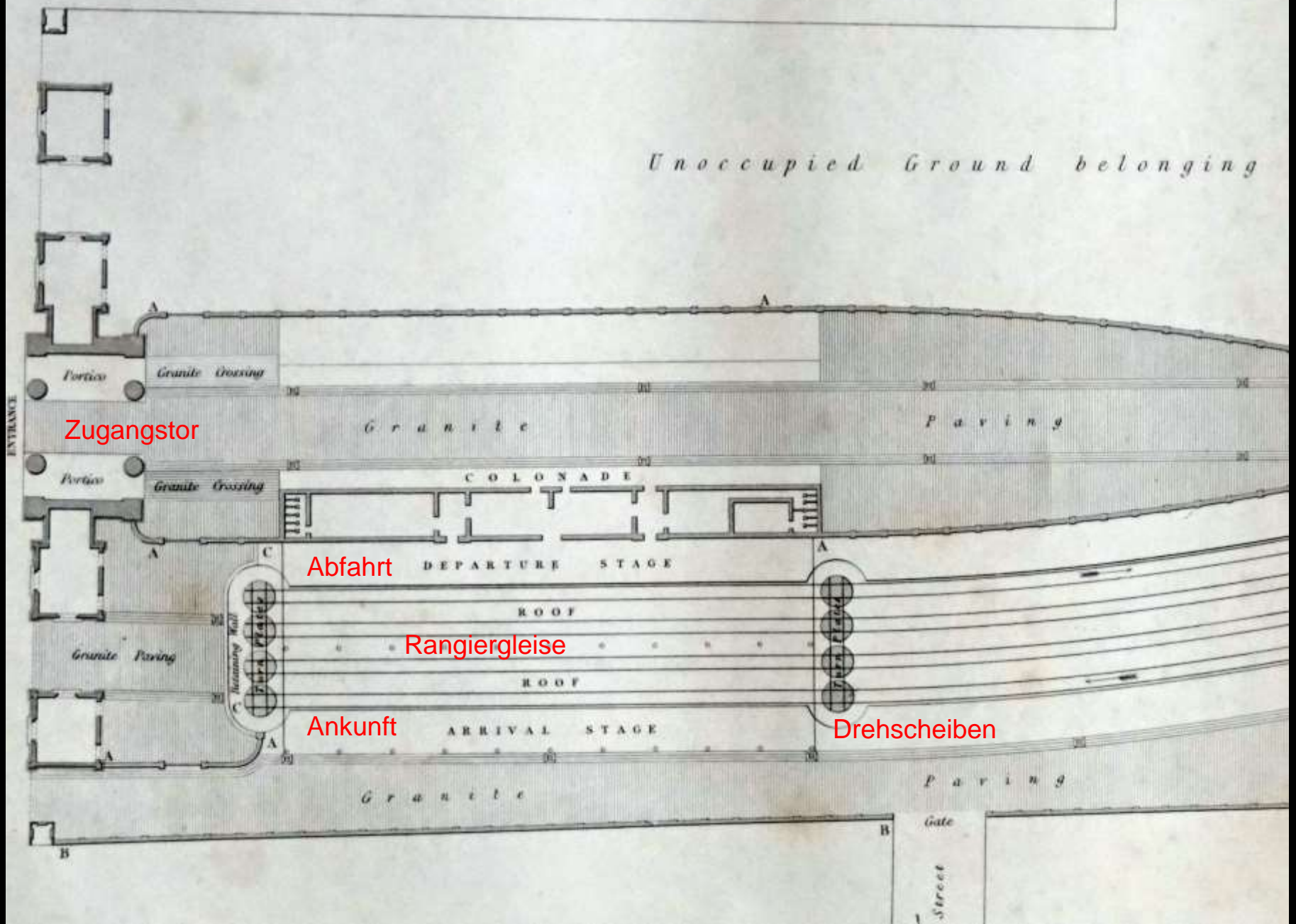
Unoccupied Ground belonging to the Company



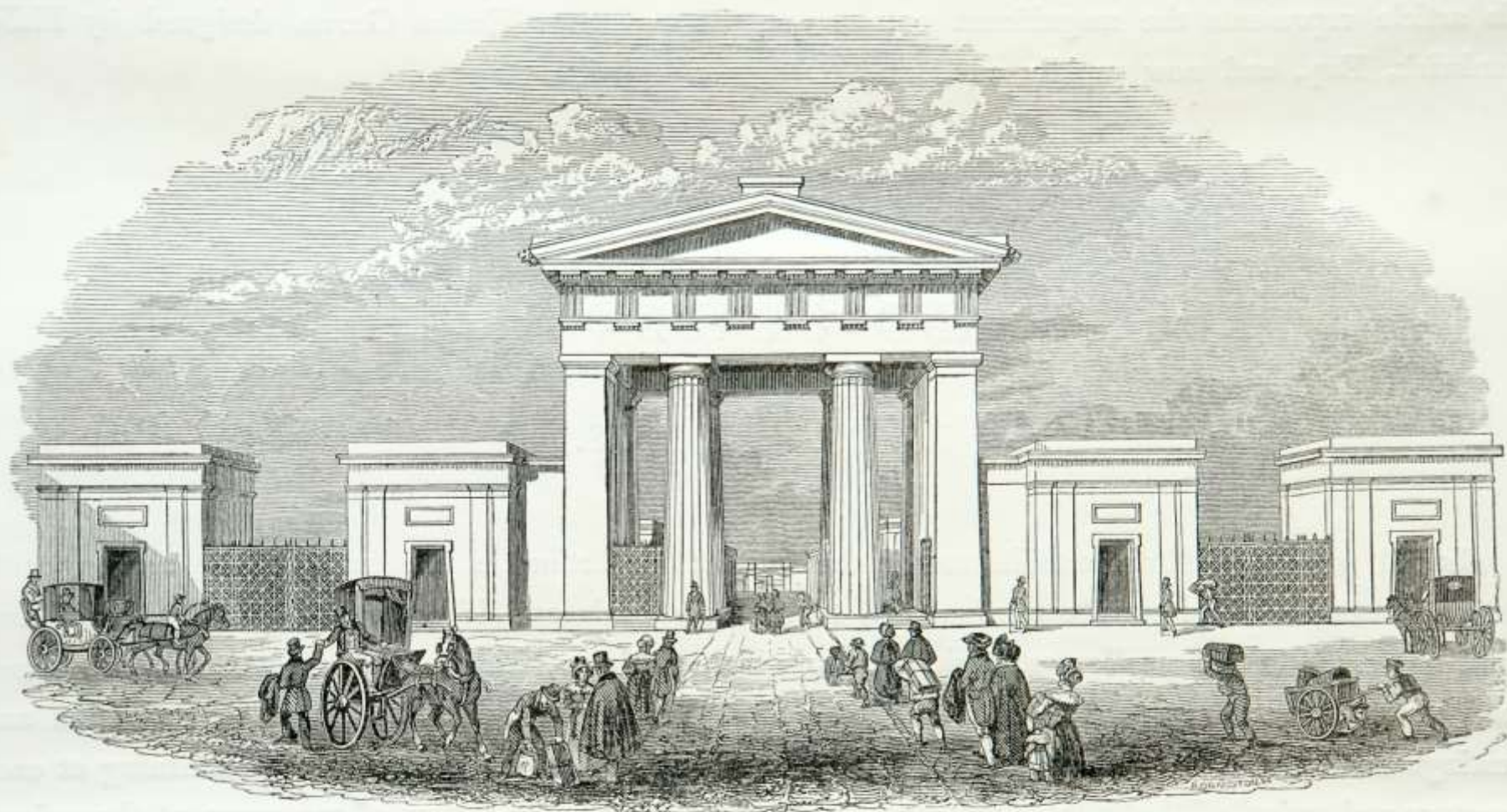
SECTION OF RETAINING WALL C



London-Birmingham (1838), Euston Station in London, Gesamtanlage (Simms 1838)



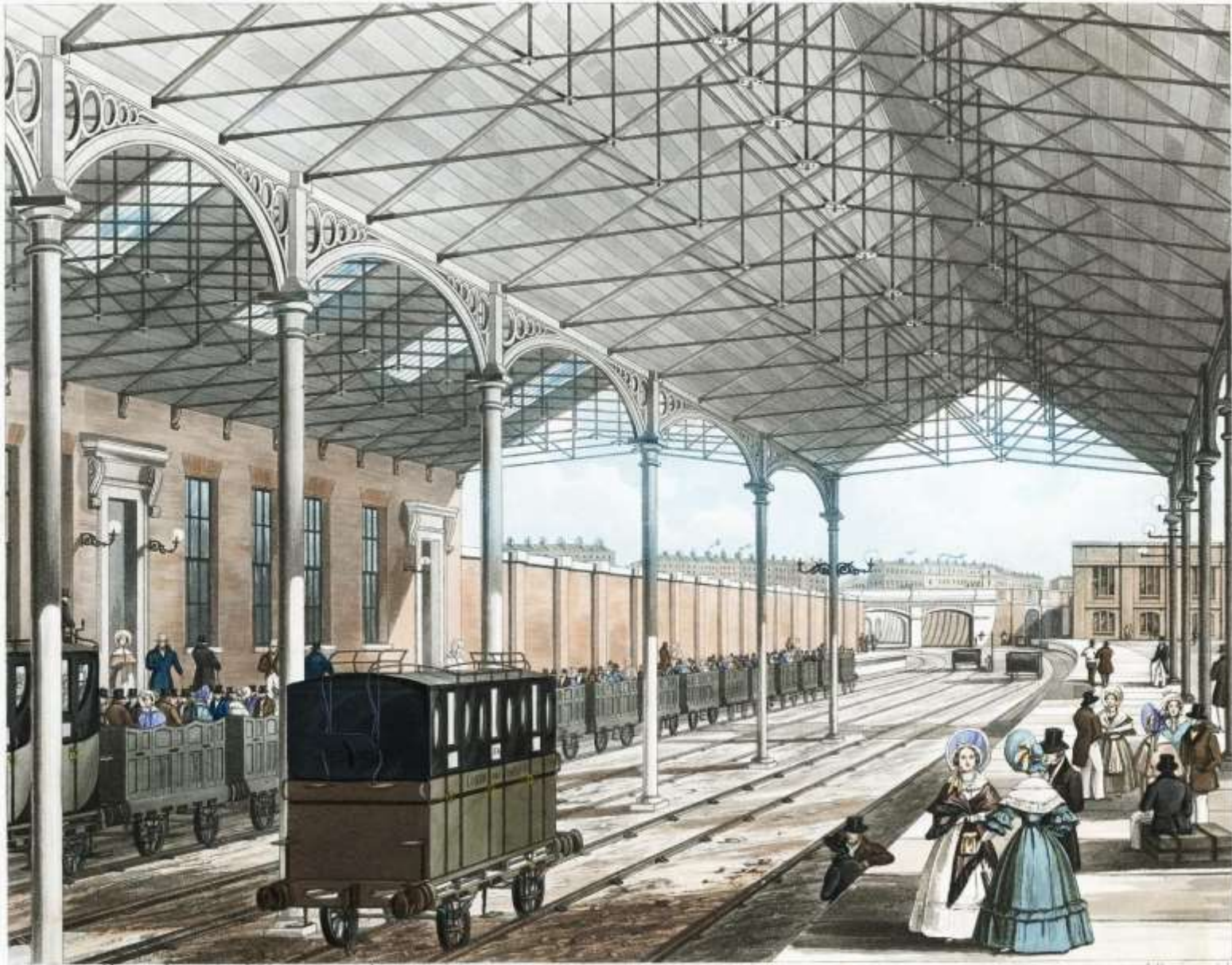
London-Birmingham (1838), Euston Station, Gesamtanlage und Funktionalität des Kopfbahnhofes (Simms 1838)



ENTRANCE TO THE STATION AT THE LONDON TERMINUS.

LONDON AND BIRMINGHAM RAILWAY.

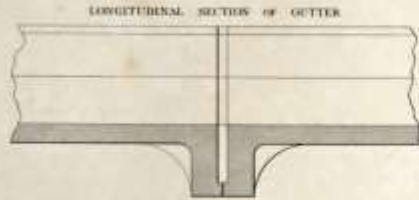
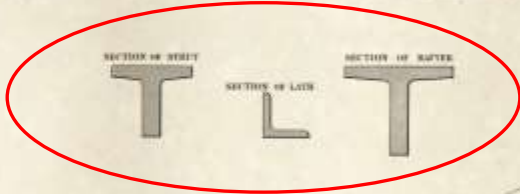
London-Birmingham (1838), Euston Station, Zugang zum Abfahrtshof
(Simms 1838)



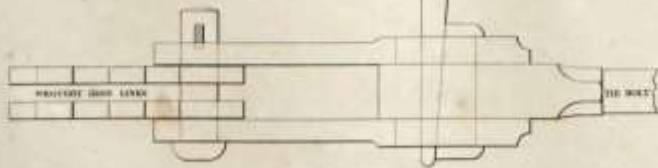
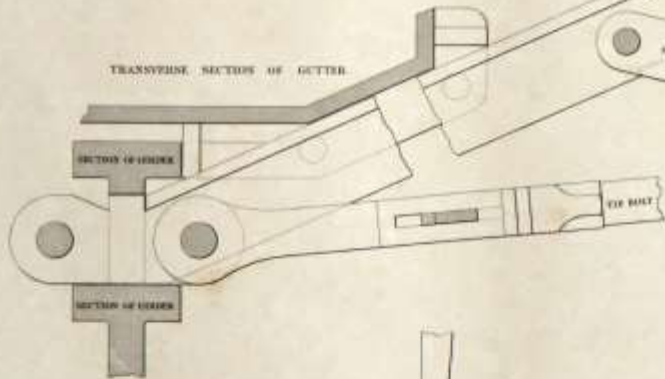
THE STATION AT EUSTON SQUARE.

London, London-Birmingham Railway, Euston Station (1836). Gusseisensäulen und Schmiedeeisendach (Aquatinta-Radierung von Talbot Bury, 1837; Science Museum, London, BY-NC-SA)

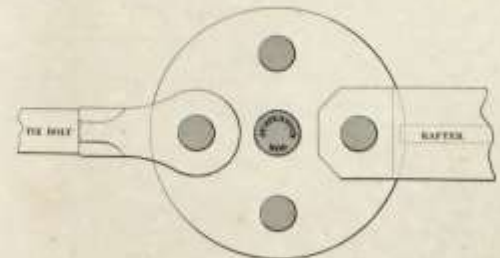
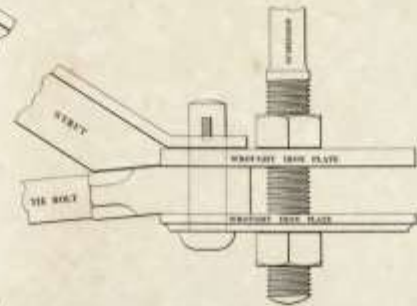
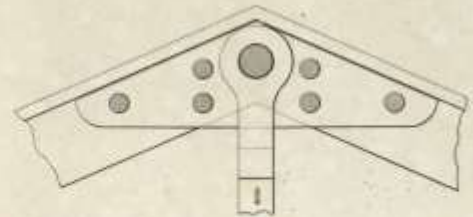
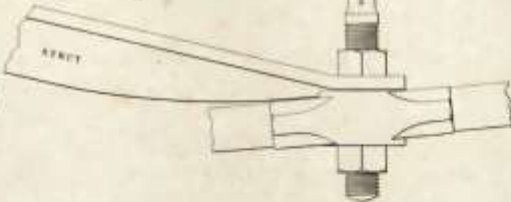
LONDON AND BIRMINGHAM RAILWAY
PASSENGER ROOF, EUSTON STATION



TRANSVERSE SECTION OF GUTTER



Scale of 1/4 inch = 1 foot



London, London-Birmingham Railway, Euston Station (1837). Eine der ersten Dachkonstruktionen aus gewalzten Profilen. Gelenkig ausgebildete Anschlüsse mit Bolzen (Simms 1838)

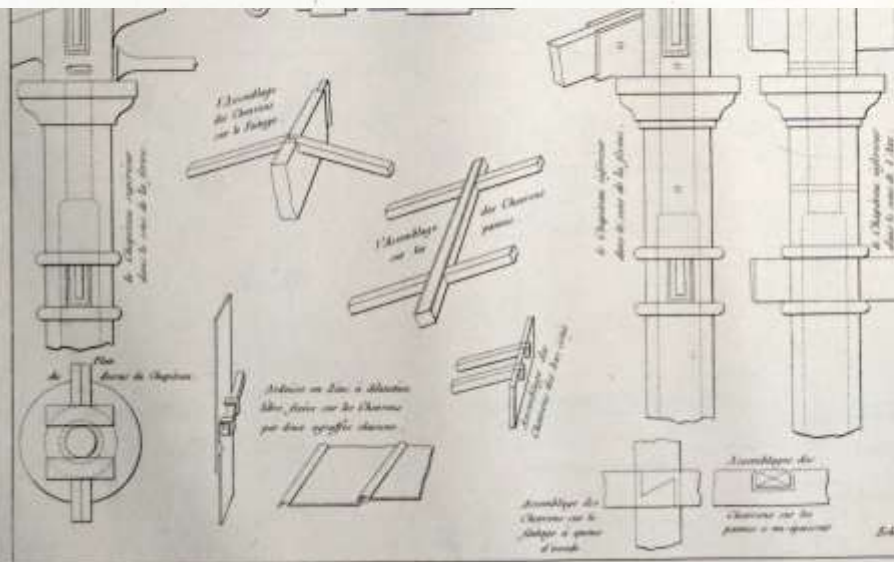
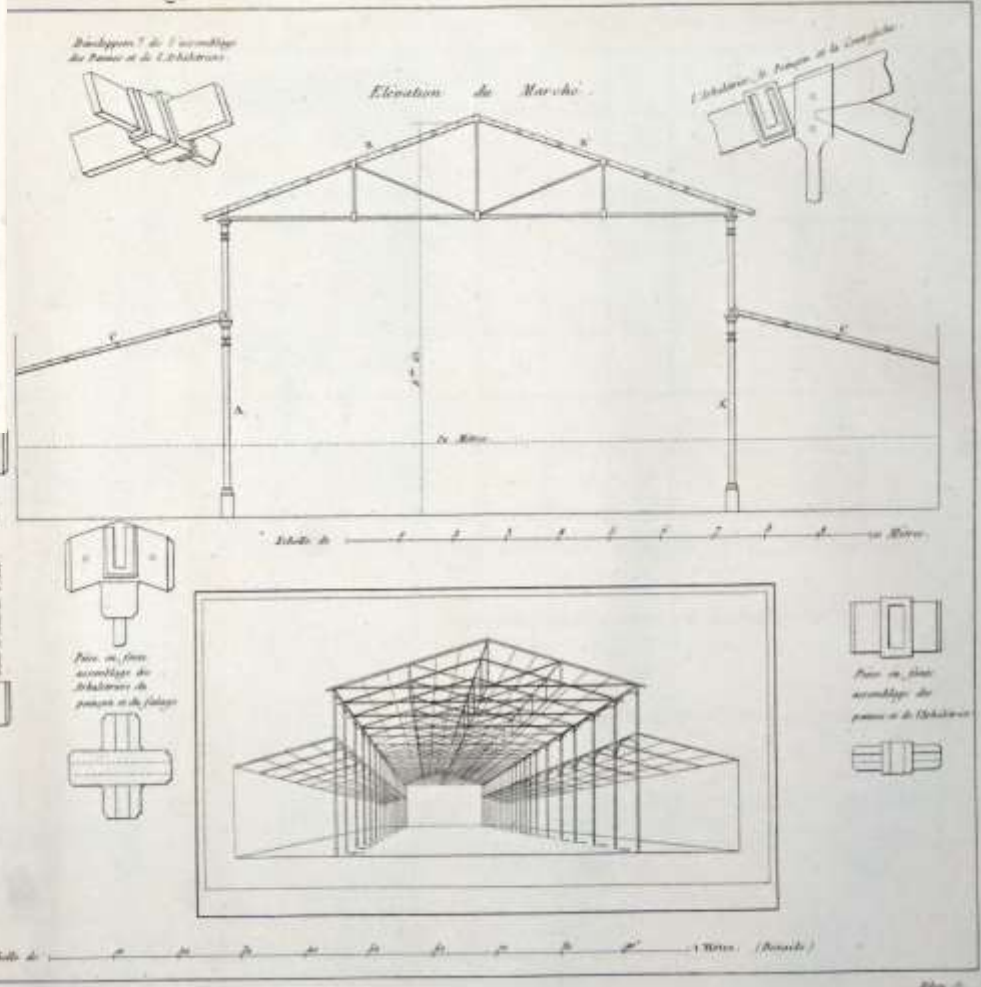


THE STATION AT EUSTON SQUARE.

J. H. Sturt, sculp.

(M^r Vengny aîné Architecte.)

Pl. 50.

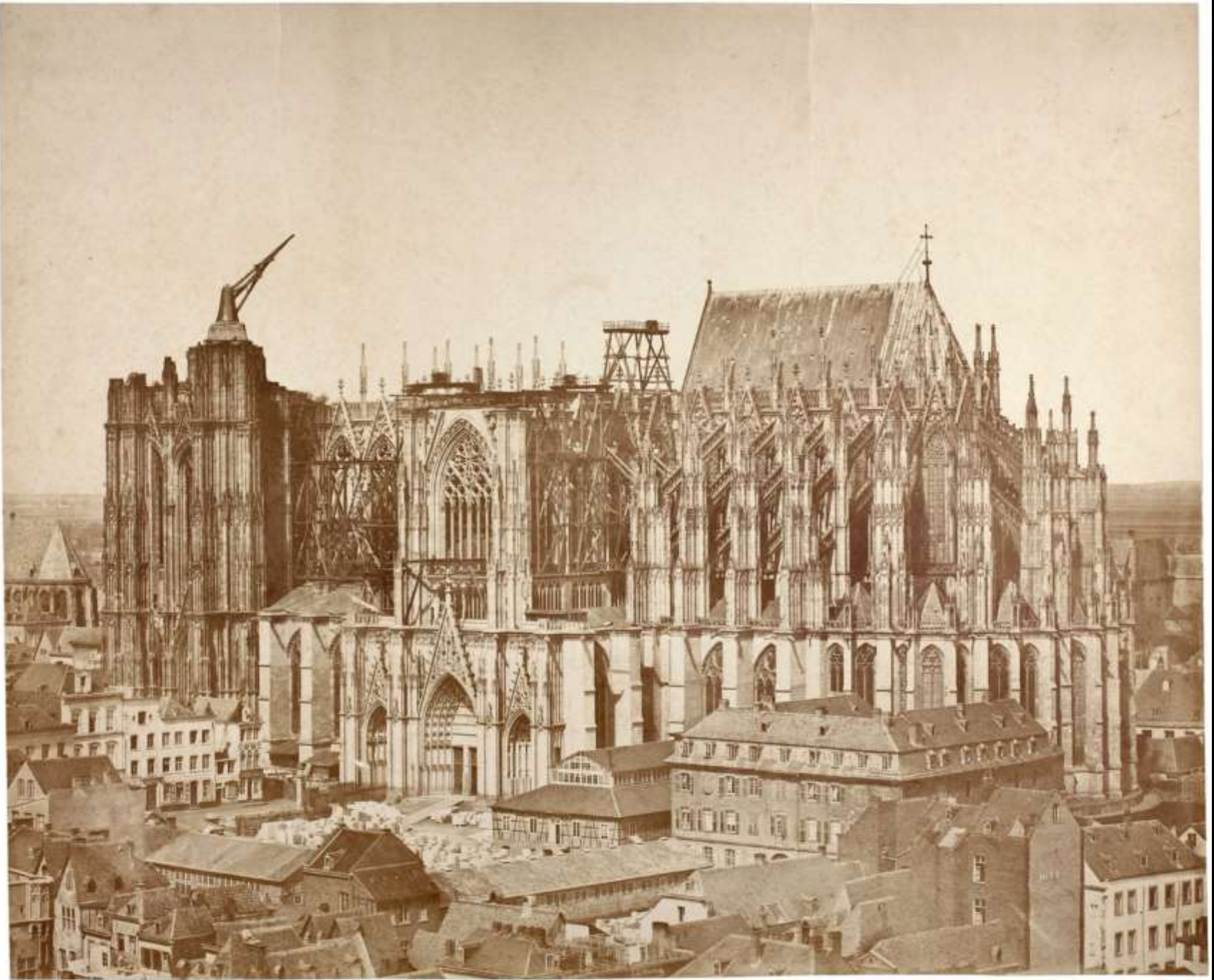


Ferronnerie par M^r Gomet.

Marché de la Madeleine, Paris, und Euston Station, London, im Vergleich

Eisenbau und Neugotik:

Unsichtbare moderne Technologie in mittelalterlicher Hülle



Weiterbau und Vollendung des Kölner Doms (1842–80) – wichtigstes Monument der Neugotik

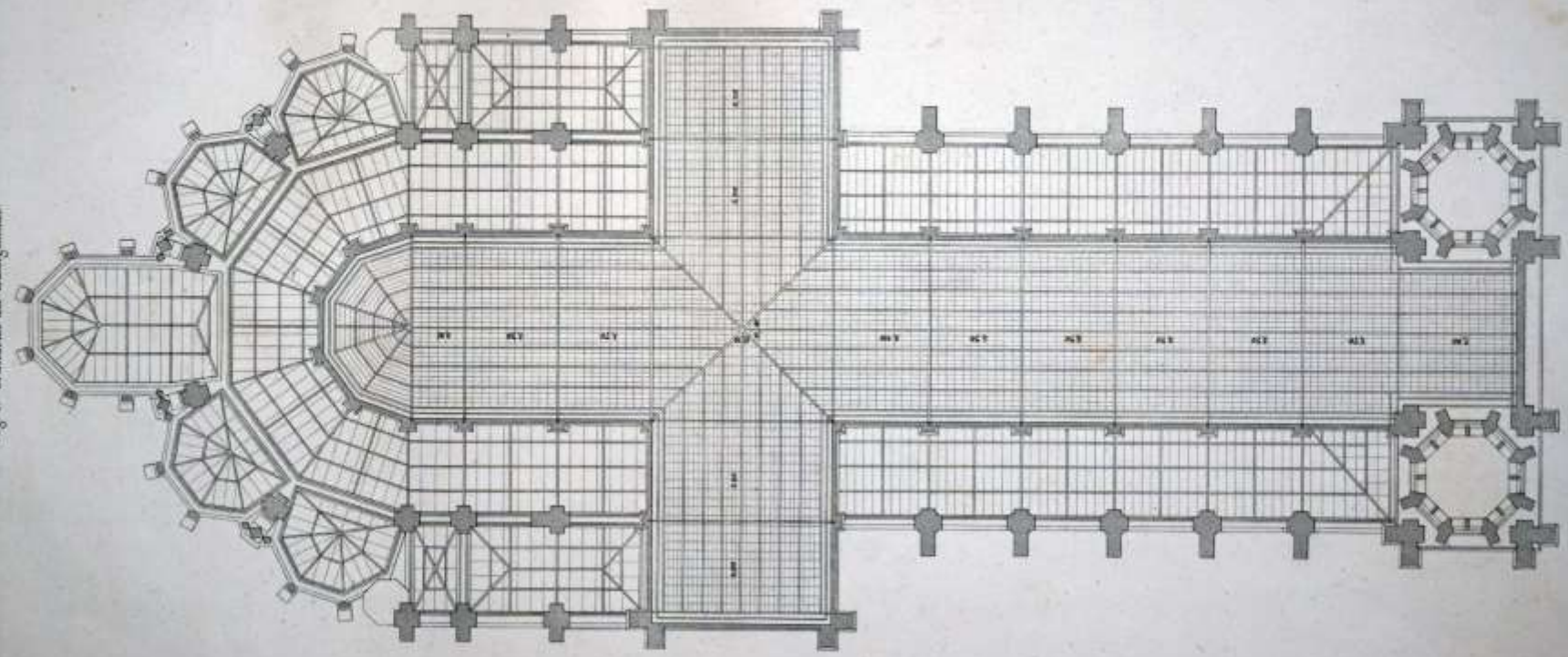


Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57). Neubau im Stil einer gotischen Kathedrale.

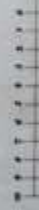


Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57)

Fig. 1 Grundriss der Dachgehölze.

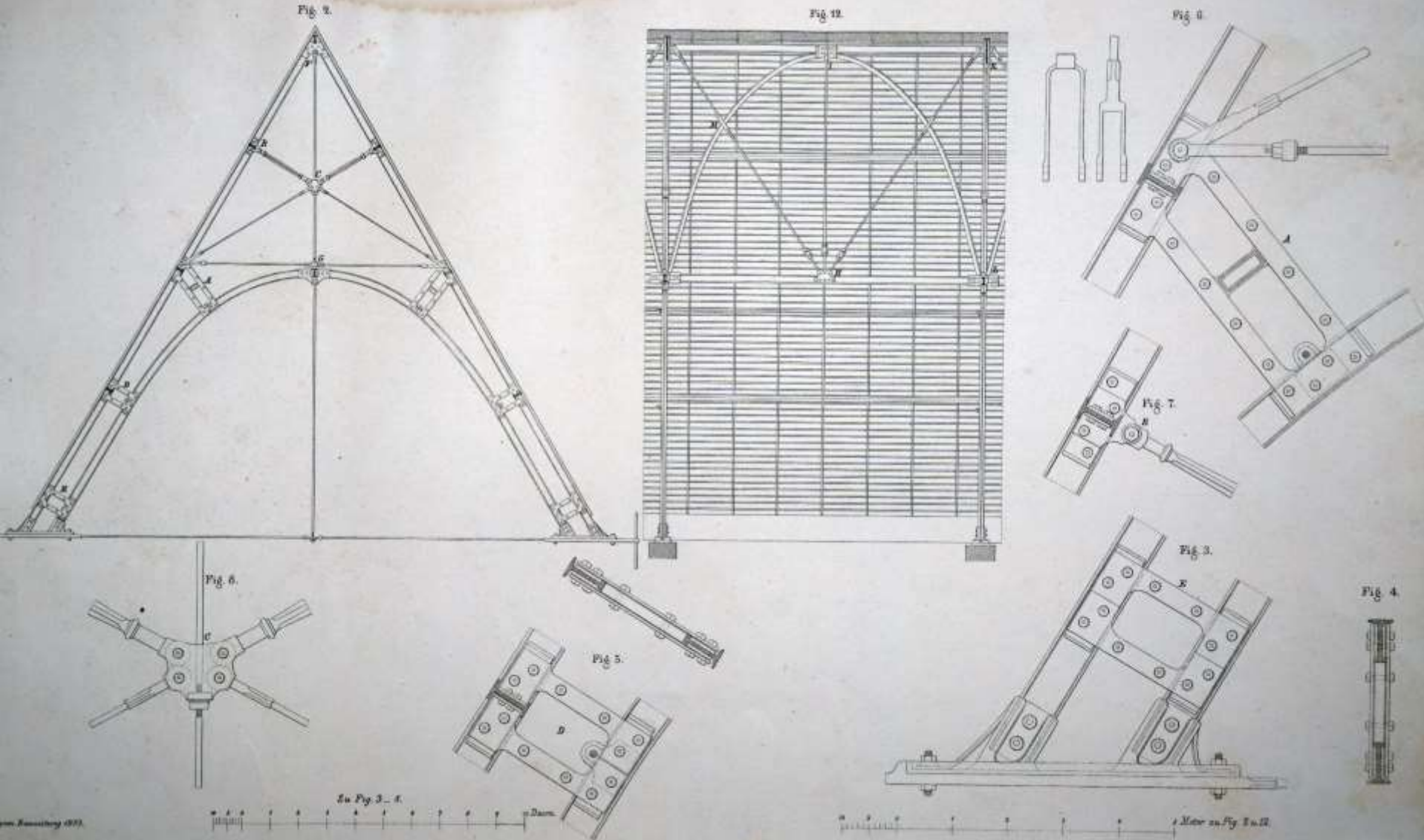


in Meter

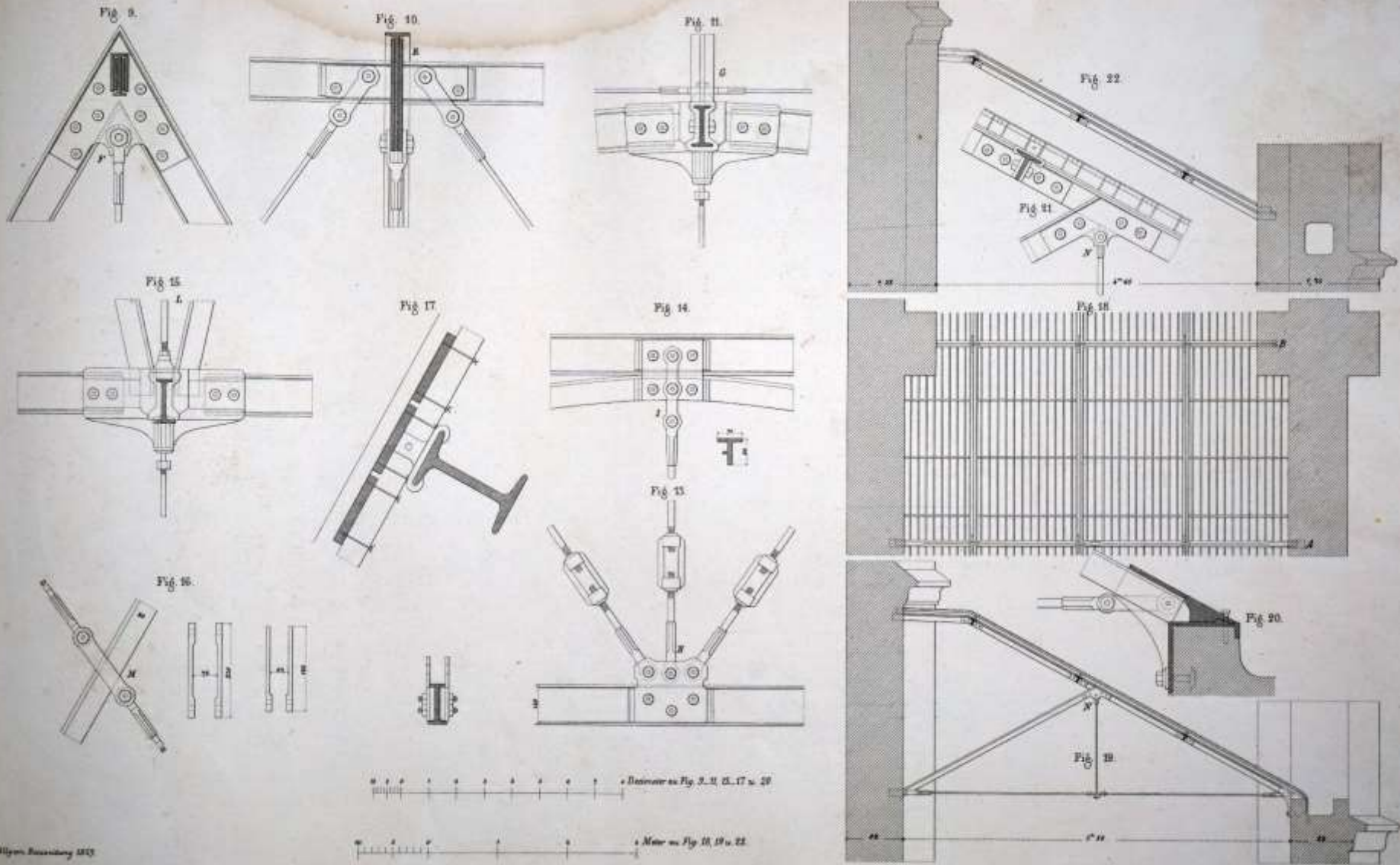


Alfred Rohnberg 427

Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57)
Dachwerk (Allgemeine Bauzeitung 1859)



Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57)
Dachwerk (Allgemeine Bauzeitung 1859)



Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57)
Dachwerk (Allgemeine Bauzeitung 1859)



Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57)



Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57)



Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57). Gewalzte I-Profile



Paris, Sainte-Clotilde (Franz Christian Gau 1846-57). Anschlüsse mit Sechskantschrauben

Die Baustatik wird anwendungsreif

(1808 – 1848)

Moderne statistische Analyse
Deutschland

Moderne statistische Analyse
Frankreich

Johann Albert Eytelwein
Handbuch der Statik
1808 (rechnerische Statik)

Pierre Varignon
Nouvelle Mécanique ou Statique
1725 (graphische Statik)

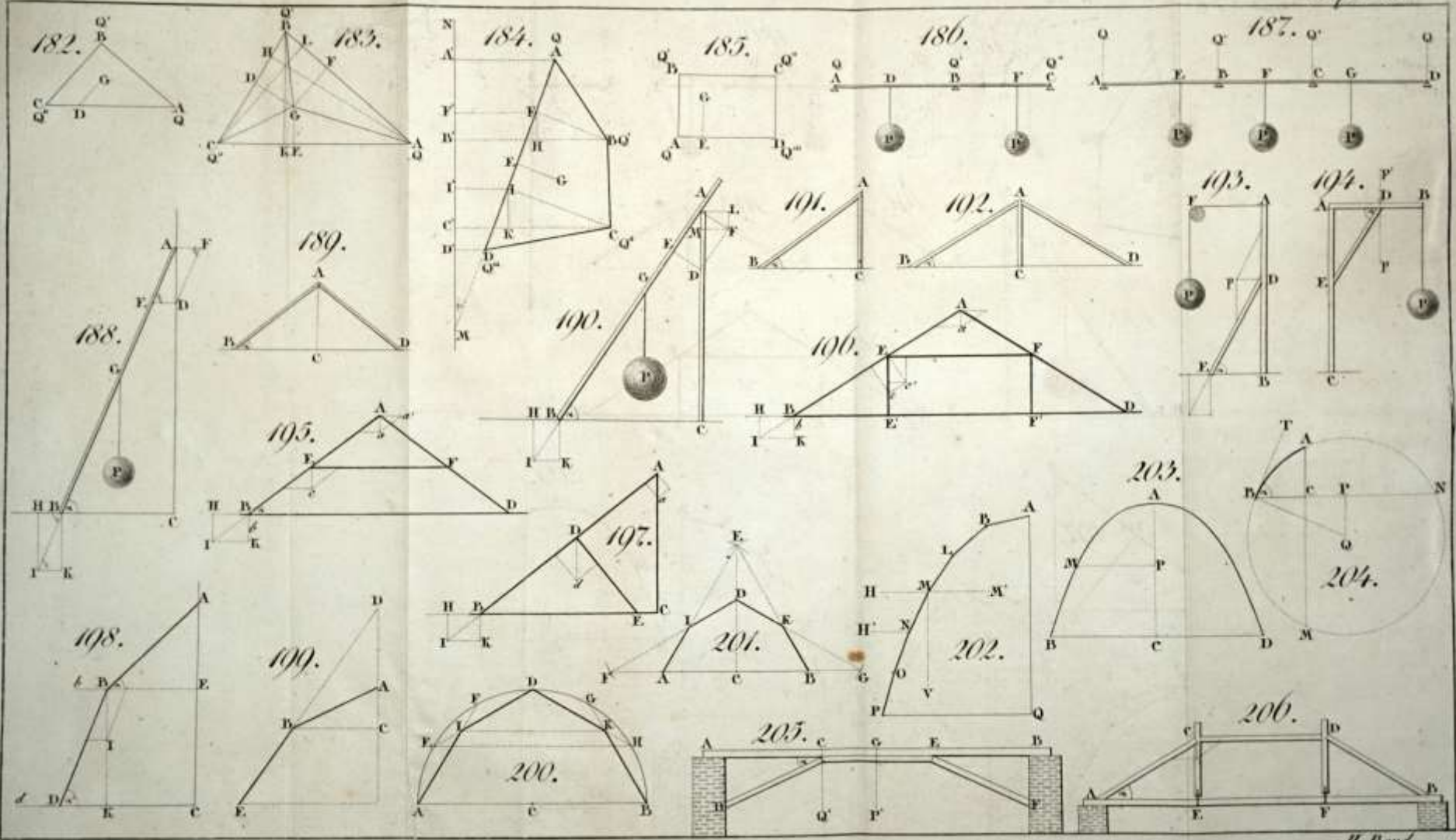
C.H.A. Kayser
Handbuch der Statik
1836

Claude Louis Marie Henri Navier
*Résumé des leçons sur l'application
de la mécanique*
1826, 1833 (rechnerische Statik)

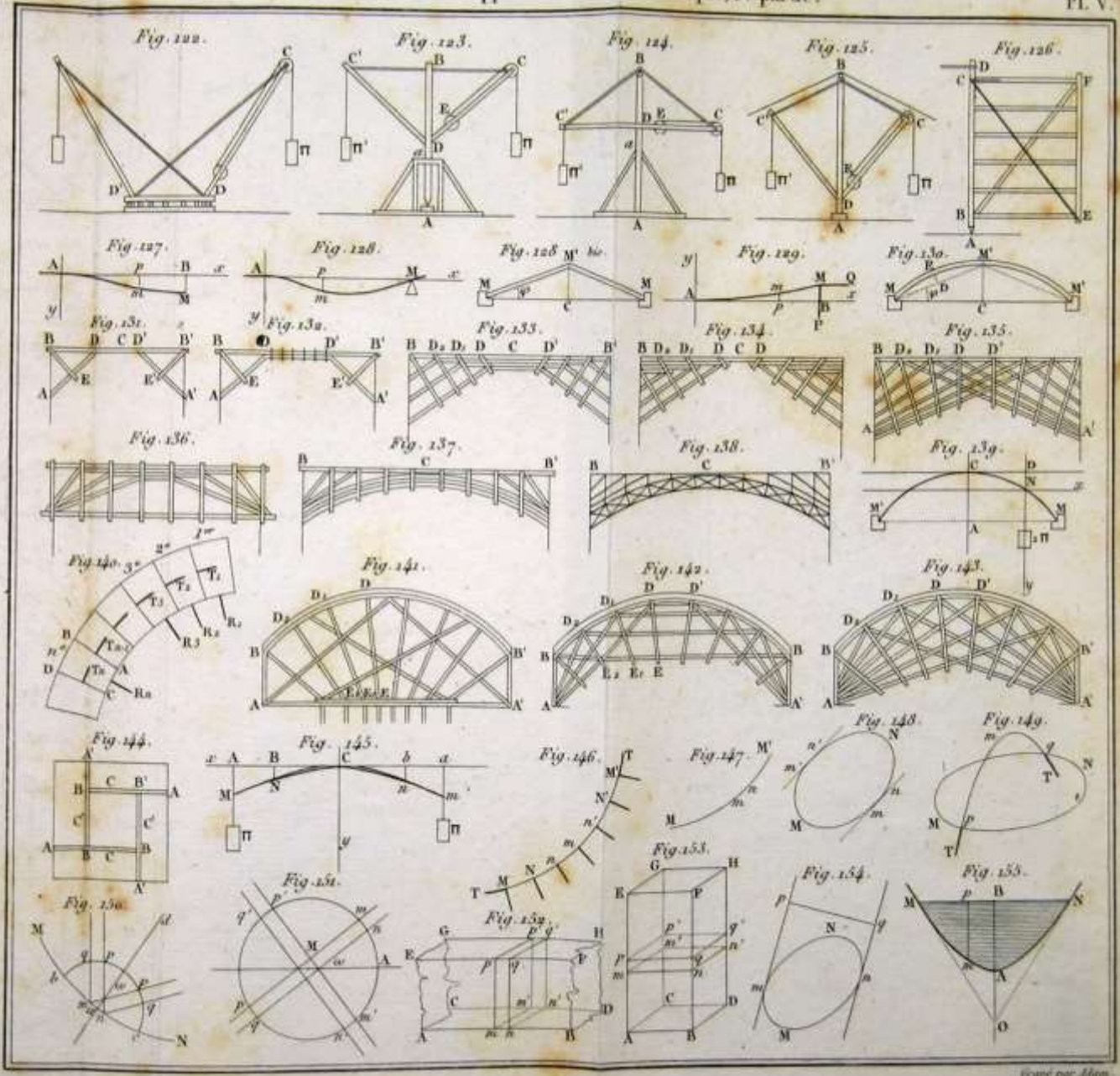
Julius Weisbach
*Lehrbuch der Ingenieur- und
Maschinen-Mechanik*
1846

Paul Ardant
*Études théoriques et expérimentales sur
l'établissement des charpentes a grande portée*
1840

Pierre Félix Michon
Stabilité des constructions
1848



Statik: Bauakademie Berlin
(Johann Albert Eytelwein, *Handbuch der Statik*, 1808)



dessiné par M. Navier.

Statik: École des Ponts et Chaussées, Paris
(Claude Louis Marie Henri Navier, *Résumé des leçons sur l'application de la mécanique*, 1826)

Lehrbuch
der
**Ingenieur- und Maschinen-
Mechanik.**

Ohne Anwendung des höhern Calculs
für den
Unterricht an technischen Lehranstalten
sowie zum
Gebrauche für Techniker
bearbeitet

von
Julius Weisbach,
Professor an der Königlich Sächsischen Bergakademie zu Freiberg.

In zwei Theilen.

Zweiter Theil.
Praktische Mechanik.

Mit gegen 1000 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn
1846.

Staatsarchiv Bern
Ausgeschloden

Stabilité des Constructions.

INSTRUCTION

SUR LA RESISTANCE DES MATERIAUX

Suivie d'applications aux pièces droites
et aux fermes de charpente des bâtimens

PAR
Le Capitaine du Génie,

MICHELON

Professeur à l'École d'Application
de l'ARTILLERIE et du GENIE.

Janvier 1848.

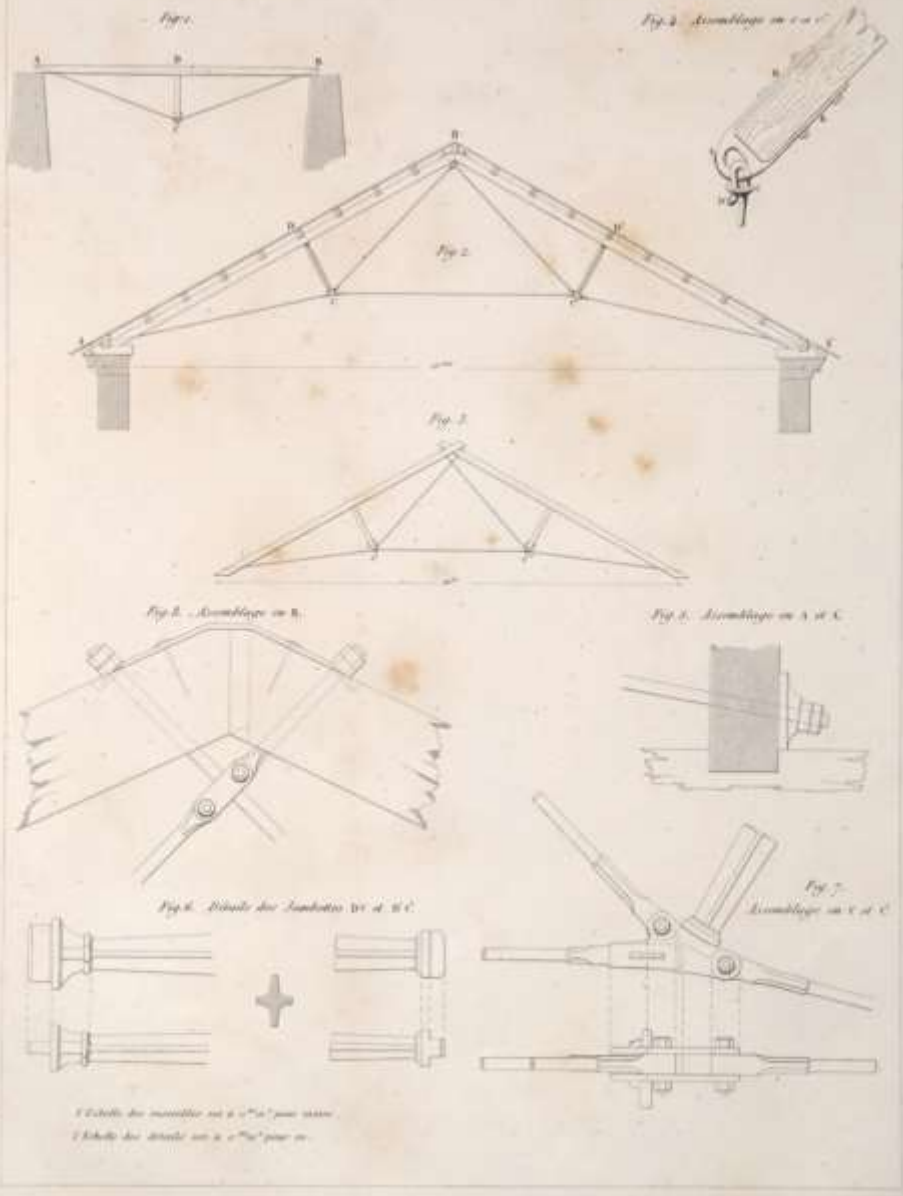
Lithogr. de l'École d'Application de l'Artill. et du Génie

Statik und Bemessung

(Julius Weisbach, 1846, Bergakademie Freiberg/Sachsen; Pierre-Félix Michon, 1848, Militärakademie Metz)

Das Polonceau-Dach (erfunden 1840)

Optimiertes Tragwerk – Material und Beanspruchung

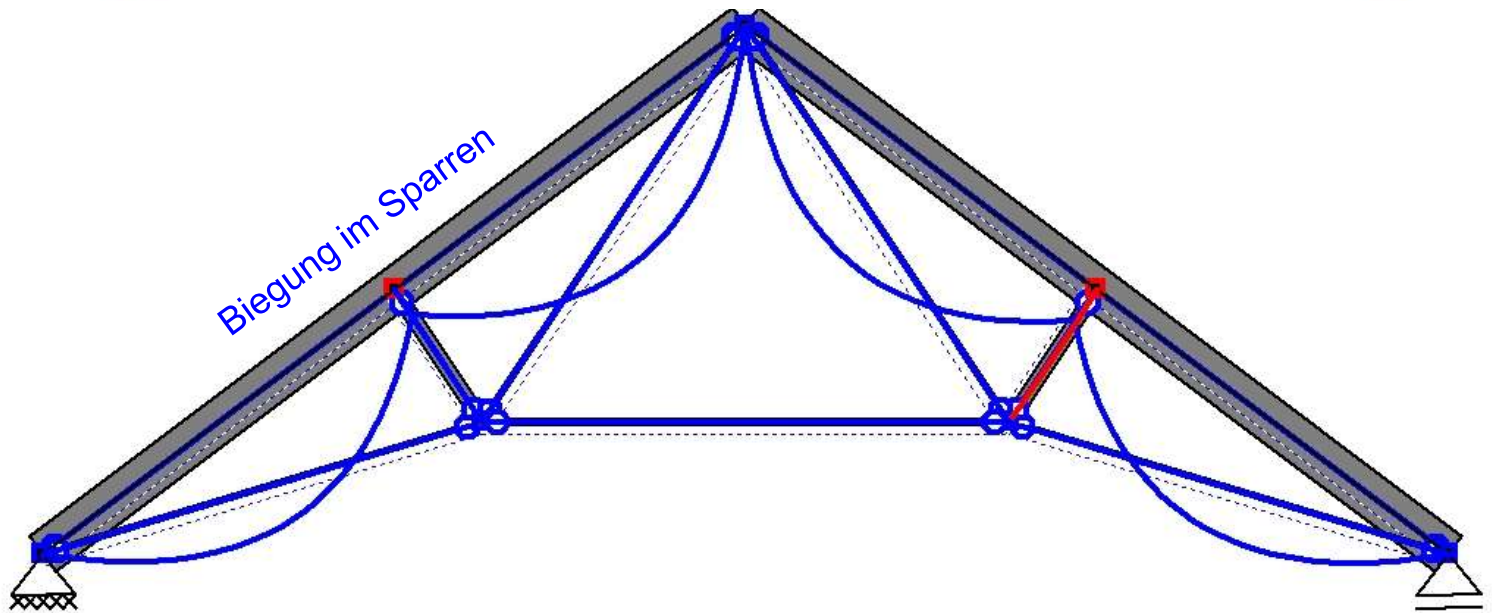
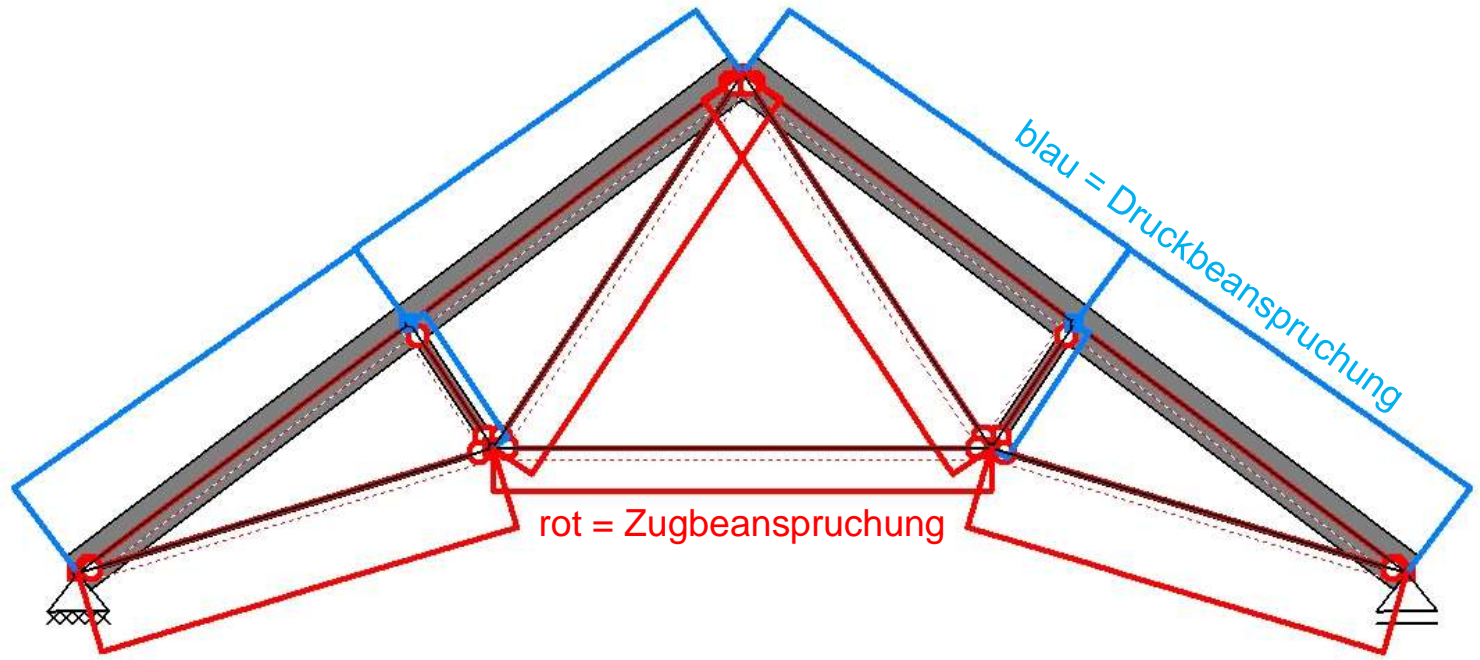


CHARPENTE EN BOIS ET EN FER.

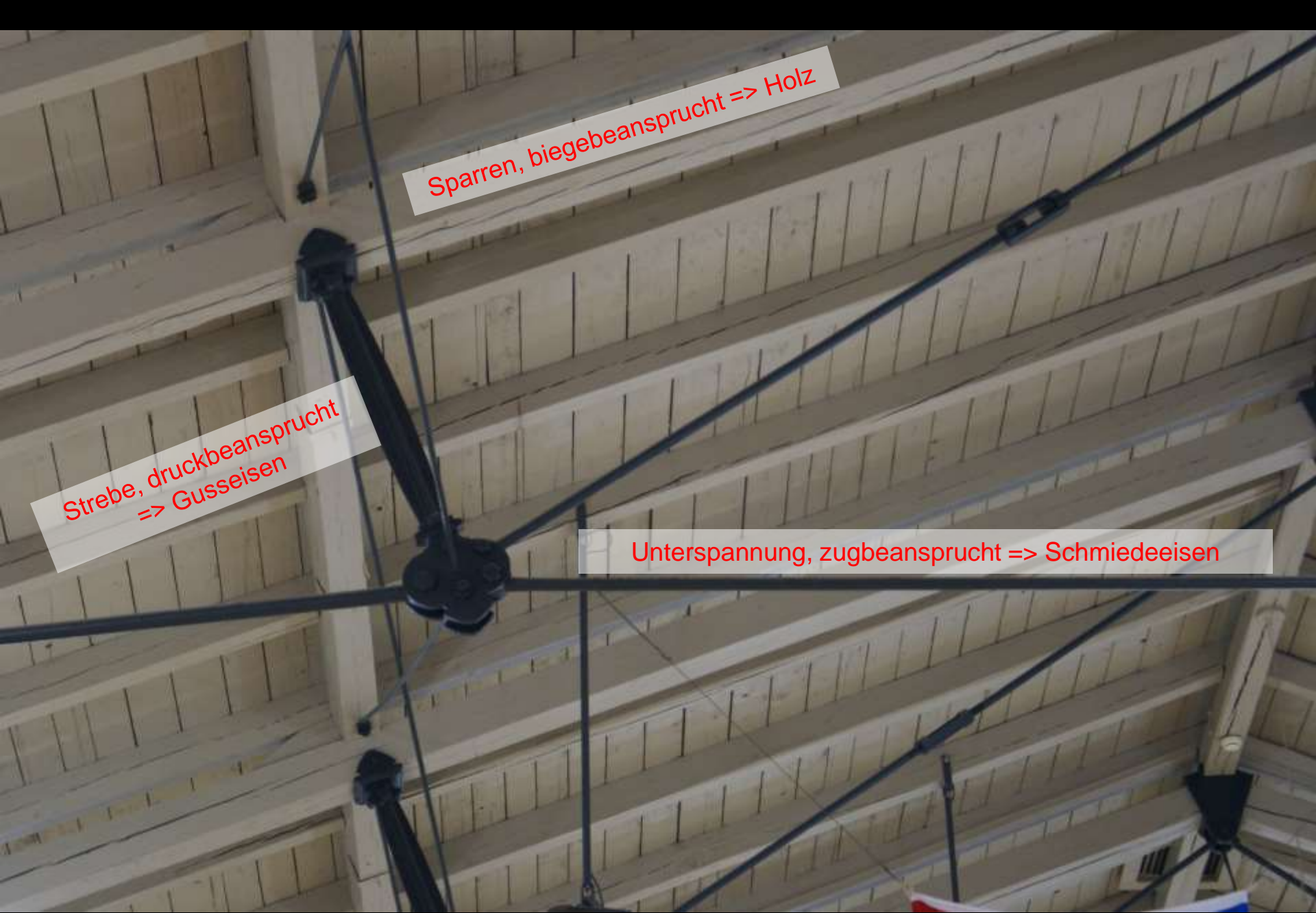
Das „System Polonceau“: Erfindung von Camille Polonceau und Rudolf Wiegmann, 1840
Dächer der linksufrigen Paris-Versailles-Bahn (C. Polonceau in *Revue Générale de l'Architecture*, 1840)



Das „System Polonceau“, Camille Polonceau und Rudolf Wiegmann, 1840
(hier späteres Beispiel, Exerzierhalle Dresden, 1879)



Das „System Polonceau“
Beanspruchungen in den einzelnen Elementen

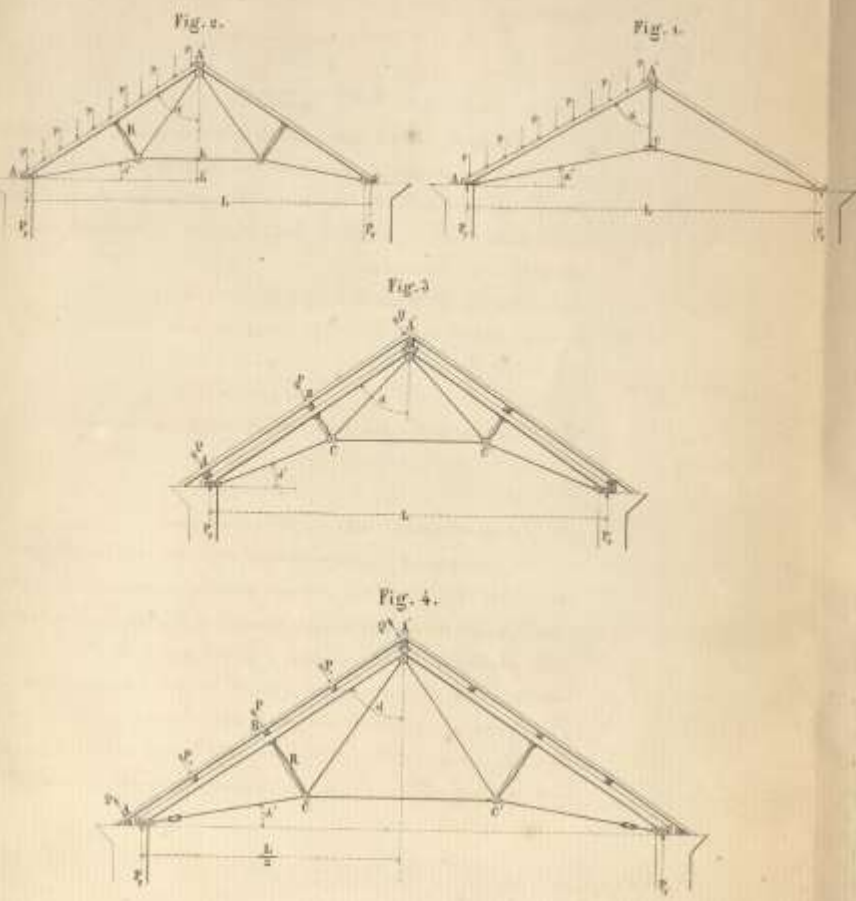


Sparren, biegebeansprucht => Holz

Strebe, druckbeansprucht
=> Gusseisen

Unterspannung, zugbeansprucht => Schmiedeeisen

Das „System Polonceau“, Camille Polonceau und Rudolf Wiegmann, 1840
(hier späteres Beispiel, Exerzierhalle Dresden, 1879)



L'angle de l'arbalétrier et du tirant sera de $90^\circ - (\alpha + \alpha')$
 et on aura :

$$X = \frac{L}{2 \sin \alpha}$$

$$P_{\frac{1}{2}} = pX = \frac{pL}{2 \sin \alpha}$$

Si on suppose que le système est en équilibre, le point d'arc-boutement des deux arbalétriers est un point fixe et tous les effets agissant sur l'un d'eux, doivent se faire équilibre autour de ce point, on aura donc en désignant par T la tension du tirant,

$$T X \cos (\alpha + \alpha') = P_{\frac{1}{2}} \frac{L}{2} - pX \frac{L}{2}$$

et en mettant pour $P_{\frac{1}{2}}$ et pX leurs valeurs,

$$T = \frac{pL}{4 \cos (\alpha + \alpha')}$$

Si on avait $\alpha' = 0$ ou le tirant horizontal, il viendrait

$$T = \frac{pL}{4 \cos \alpha}$$

Tension du tirant

Tension T_1 de CA' $T_1 = t'_0 + t_0 = T_0 \frac{\sin \alpha'}{\sin (2\alpha + 2\alpha')} + \frac{5}{32} \frac{pL}{\cos (\alpha + \alpha')}$

Tension T'' de CA $T'' = t''_0 + t_0 = T_0 \frac{\sin (2\alpha + \alpha')}{\sin (2\alpha + 2\alpha')} + \frac{5}{32} \frac{pL}{\cos (\alpha + \alpha')}$

Pour $\alpha' = 0$ les tensions se simplifient et l'on a :

$$T_0 = \frac{pL}{4 \cos \alpha}$$

$$T_1 = \frac{5}{32} \frac{pL}{\cos \alpha}$$

$$T'' = \frac{13}{32} \frac{pL}{\cos \alpha}$$

Équarrissage des tirants D'après la remarque du N° 3, les tirants ne supportant pas de surcharges, on déterminera leur équarrissage par la formule $P = \frac{T}{\Omega}$ (T représentant la tension qu'ils supportent).

Compression d'équarrissage de l'arbalétrier 7. En se reportant à la table 2, N° 9, on voit que la section dangereuse de l'arbalétrier suppose d'une seule pièce et en B. Or, la compression en ce point est :

$$C = T'' \sin (\alpha + \alpha') + \frac{P_{\frac{1}{2}} \cos \alpha}{2}$$

$$C = T'' \sin (\alpha + \alpha') + \frac{pL}{4} \cot \alpha$$

Systematische Bemessung eines Polonceau-Dachwerkes
 (Pierre-Félix Michon 1848)



Prinzip „*fully stressed design*“ – jedes Element ist so bemessen, dass es die erwartete Beanspruchung (incl. Sicherheitsfaktor) aufnehmen kann – statisch optimiertes Tragwerk

Zweimal 1850

Architektur und Ingenieurbau gehen getrennte Wege



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève
(Henri Labrouste, 1801–75)

Sichtbare Eisenkonstruktion im innerstädtischen Raum



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)



Rimini, Tempio Malatestiano
(L. B. Alberti um 1450)



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)

Fig. 1. Querschnitt

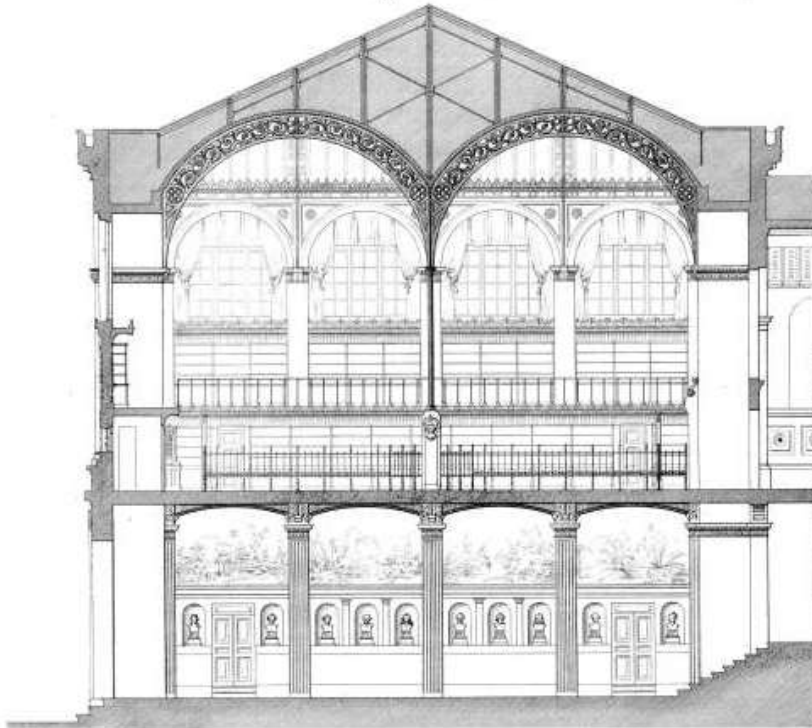


Fig. 2. Seiten-Ansicht.

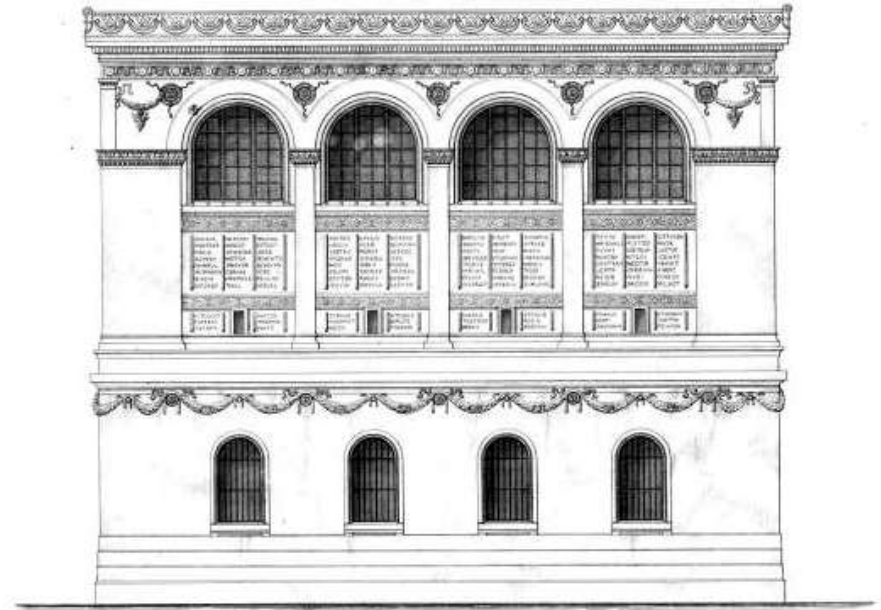
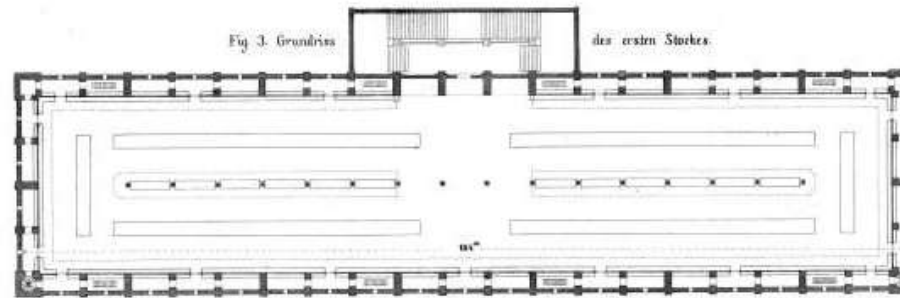
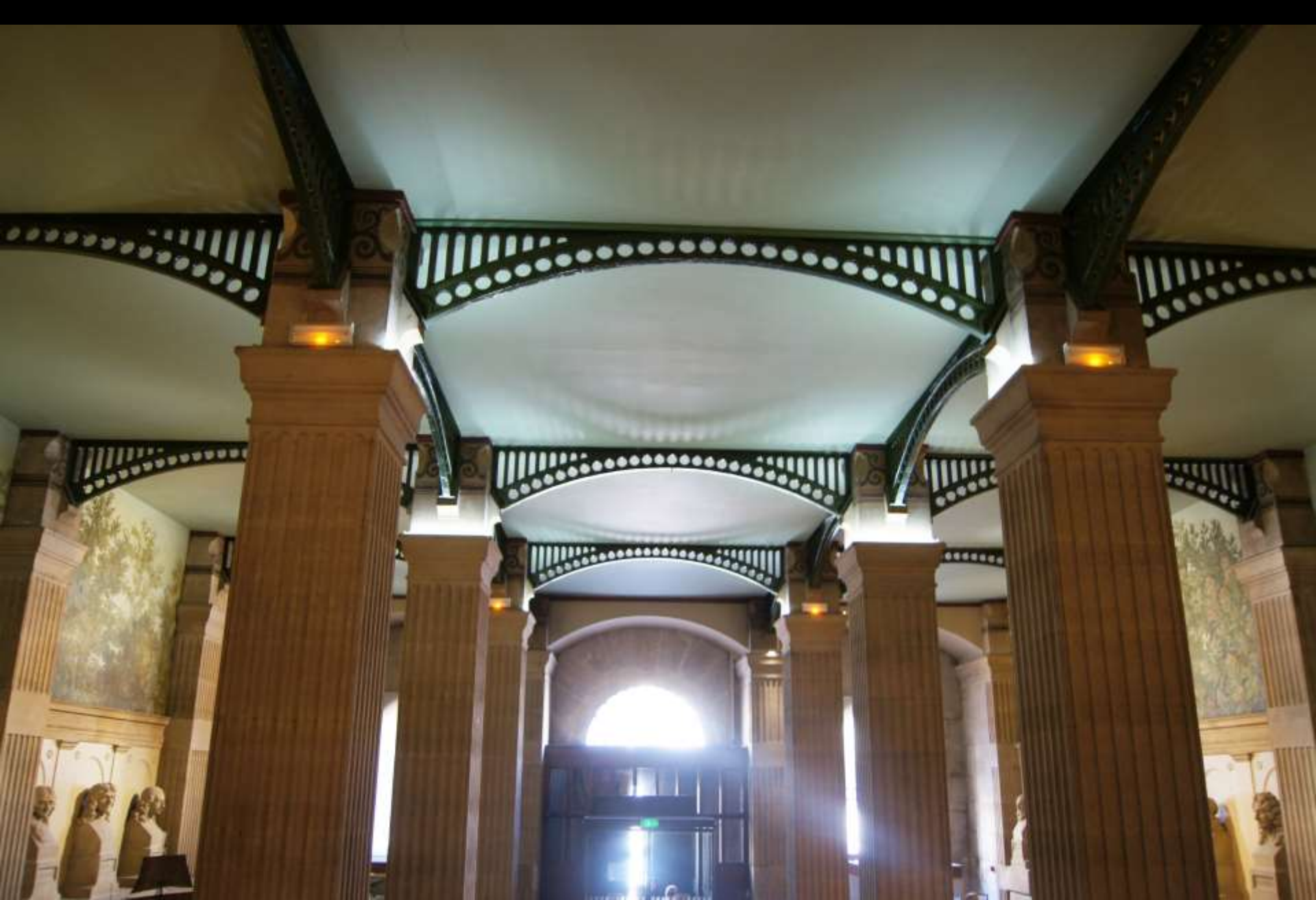


Fig. 3. Grundriss

des ersten Stockes.



50 Meter zu Fig. 1 u. 2
50 Meter zu Fig. 3.



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Eingangshalle im Erdgeschoss mit gusseisernen Deckenträgern



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Treppenaufgang zum Lesesaal



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Gestaltung der sichtbaren Konstruktion in Gusseisen



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Sichtbare Konstruktions Elemente in Gusseisen



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Detail der Gusseisenkonstruktion



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Detail der Gusseisenkonstruktion



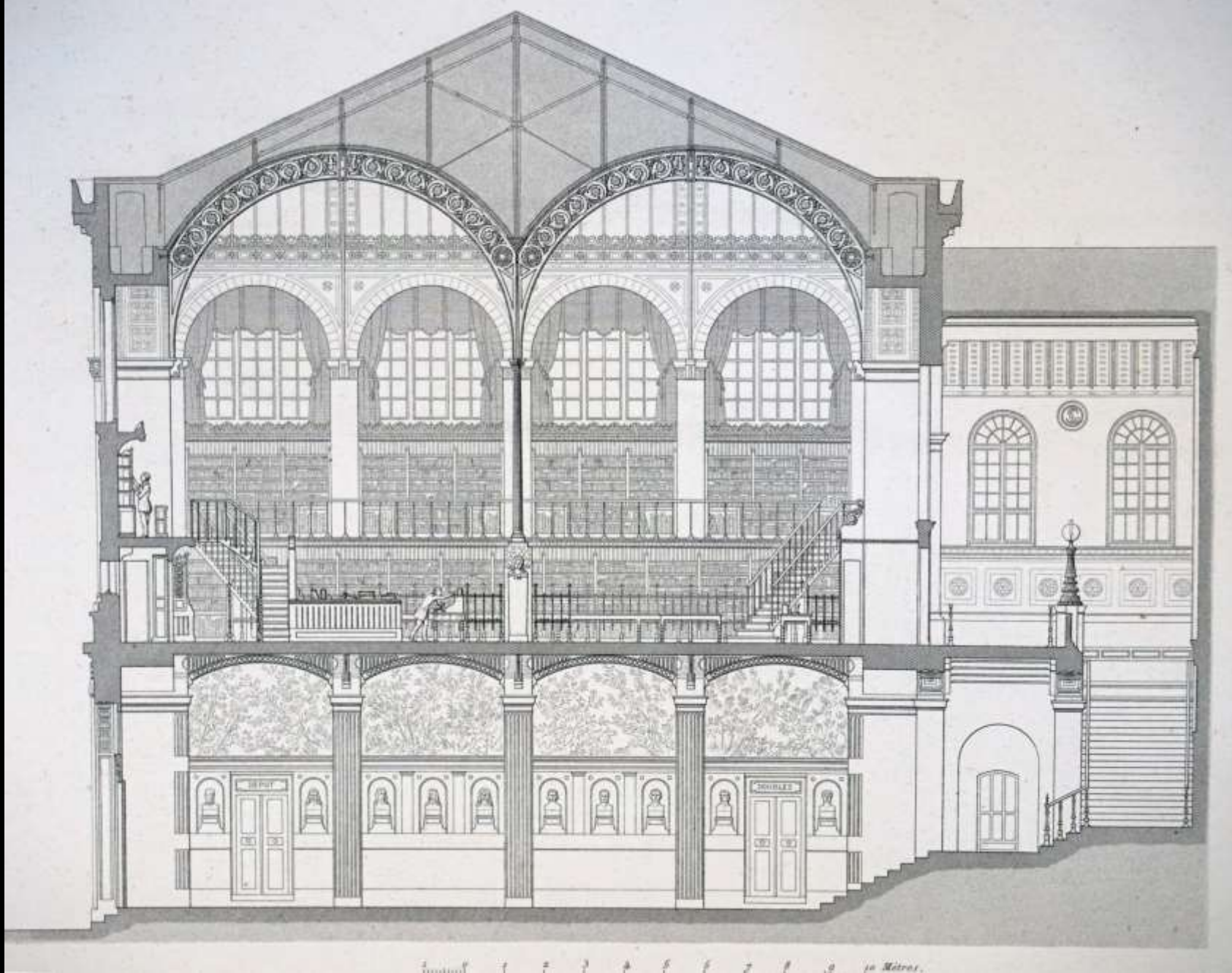
Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Gewölbe



Paris, Refektorium von Saint-Martin-des-Champs, 13. Jh.
Umnutzung zur Bibliothek, Léon Vaudoyer 1845–52



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève
Henri Labrouste 1843–50



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
(Revue Générale de l'Architecture, 1852)



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Schmiedeeiserne Dachkonstruktion aus gewalzten Stabeisen, Anschlüsse mit Quadratmuttern



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Dachkonstruktion mit Anschlüssen über Viereckmuttern



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Oberseite des Drahtgitter-Putz-Gewölbes



1850

Die Conway- und Britannia-Bridge
(Robert Stephenson, William Fairbairn; Eaton Hodgkinson)

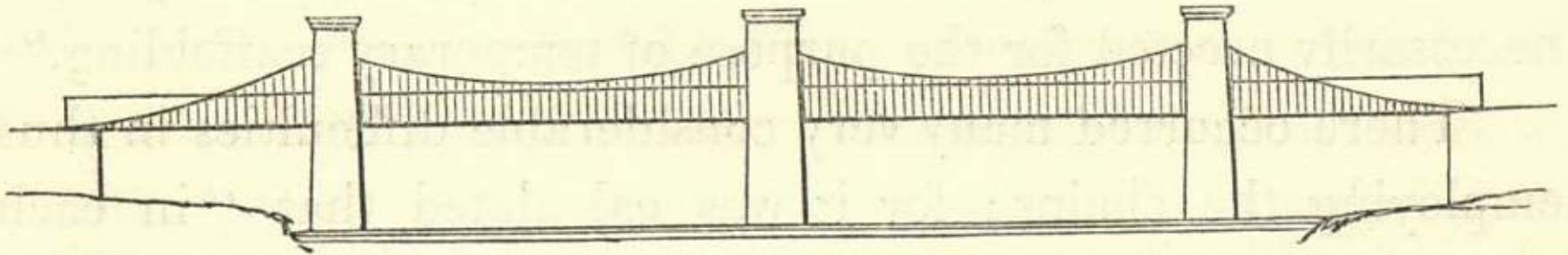
Erfindung des genieteten Blechträgers

EISERNE BRÜCKEN IN ENGLAND UND AMERICA.

Britannia-Brücke.

Fig. 1.

Bl. 480.



Erste Planungen von Robert Stephenson für die Britannia-Brücke über die Menai-Meerenge auf der Eisenbahn Chester-Holyhead, um 1845

(Allgemeine Bauzeitung Wien, 1852; Clark, The Britannia and Conway tubular bridges, 1850)



Britannia-Röhrenbrücke.

Britannia Bridge über die Menai-Meerenge. Durchlaufträger über vier Felder (70/140/140/70 m Spannweite)
Robert Stephenson, William Fairbairn, 1846-50 (Koch 1854)



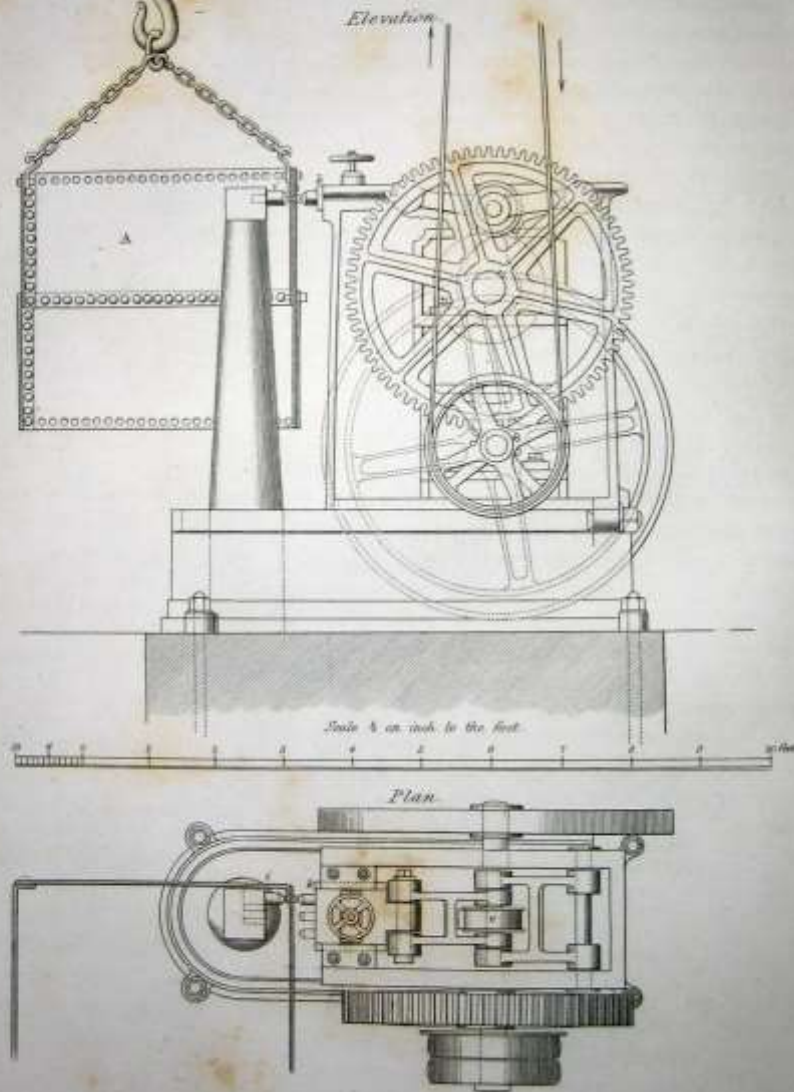
Die kleine Schwester der Britannia Bridge: Conway Bridge, 1849
Robert Stephenson, William Fairbairn (Foto: Monika Heim)



Conway Bridge, 1849. Länge der Röhren 129 m.
Robert Stephenson, William Fairbairn (Foto: Monika Heim)

Fig. 3.

RIVETING MACHINE.



William Fairbairn, Nietmaschine
(Fairbairn 1850)

PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS

OF THE

ROYAL SOCIETY

OF

LONDON.

FOR THE YEAR MDCCCL.

PART II.

LONDON:

PRINTED BY RICHARD AND JOHN E. TAYLOR, RED LION COURT, FLEET STREET.

MDCCCL.

[677]

XXXV. *An Experimental Inquiry into the Strength of Wrought-Iron Plates and their Riveted Joints as applied to Ship-building and Vessels exposed to severe strains.*

By WILLIAM FAIRBAIRN, Esq.

Communicated by the Rev. HENRY MOSELEY, F.R.S.

Received April 25.—Read June 13, 1850.

THE experiments herein recorded were instituted early in the spring of 1838, and before the close of the following winter most of them had been completed; owing however to a long series of professional engagements they have stood over (with the exception of some additions made in the following year) to the present time. The object of the inquiry was twofold—first, to ascertain by direct experiment the strength of wrought-iron plates and their riveted joints in their application as materials for ship-building; and secondly, to determine their relative value when used as a substitute for wood. On these two points it cannot be expected that our knowledge should be far advanced, as a very few years have elapsed since it was asserted that iron, from its high specific gravity, was not calculated for such a purpose, and that the greatest risk was likely to be incurred in attempting to construct vessels of what was then considered a doubtful material. Time has however proved the fallacy of these views, and I hope, in the following experiments, to show that the iron ship, when properly constructed, is not only more buoyant, but safer, and more durable than vessels built of the strongest English oak.

At the commencement of the experiments I felt desirous of conducting them upon a scale of such magnitude as would supply sound practical data, and at the same time establish a series of results calculated to ensure confidence as well as economy in the use of the material. My views were ably carried out by Mr. HODGKINSON, who conducted the experiments under my direction, and from whom I received valuable assistance.

In conducting the investigation I found it necessary to divide the subject into four distinct parts:—

1st. The strength of plates when torn asunder by a direct tensile strain in the direction of the fibre, and when torn asunder across it.

2ndly. On the strength of the joints of plates when united by rivets as compared with the plates themselves.

3rdly. On the resistance of plates to the force of compression, whether applied by a dead weight or by impact.

TABLE VI.

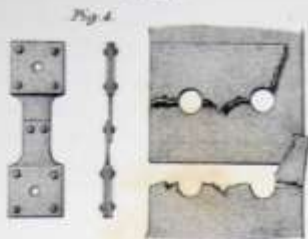


TABLE VII.

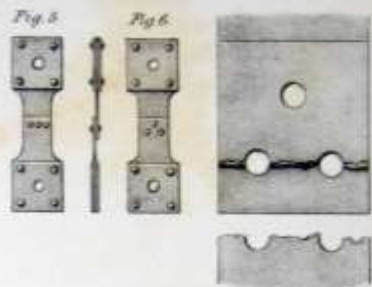


TABLE VIII.

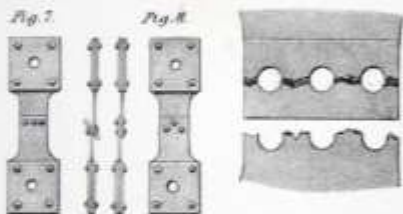


TABLE IX.

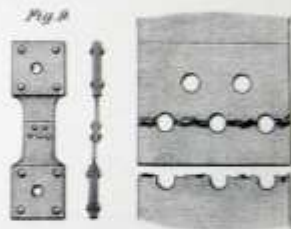


TABLE X.

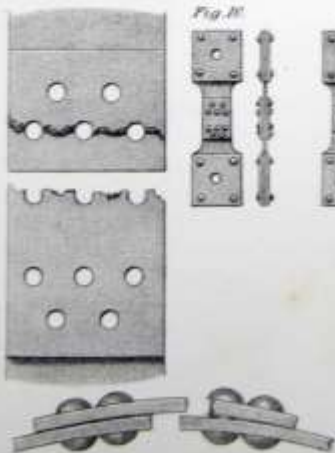


TABLE XI.



TABLE XII.

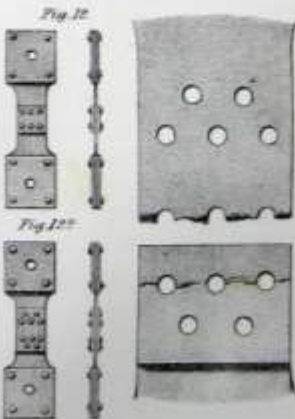


TABLE XXI.



TABLE XXII.



TABLE XXIII.

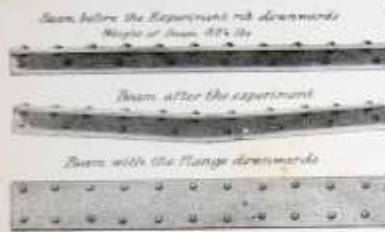


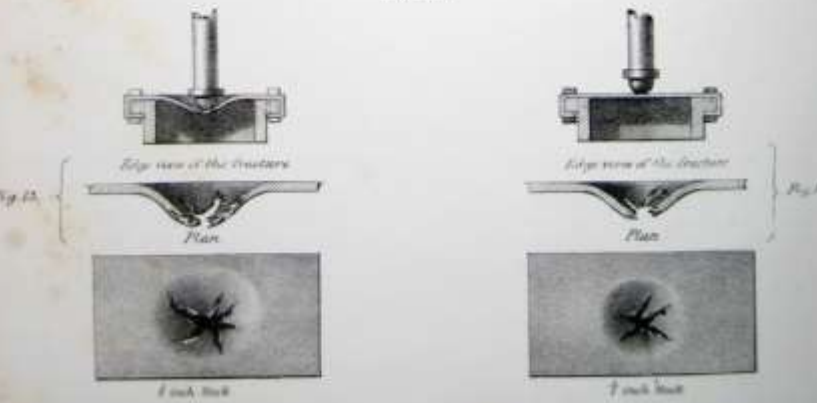
TABLE XXIV.



TABLE XXV.



TABLE XXVI.



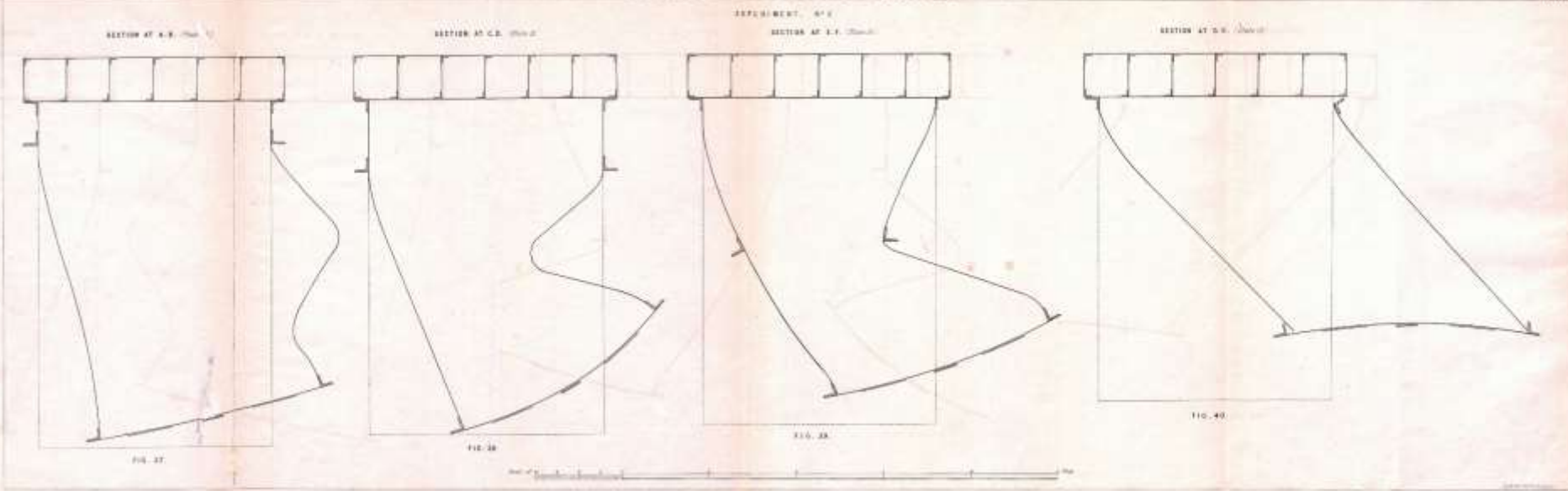
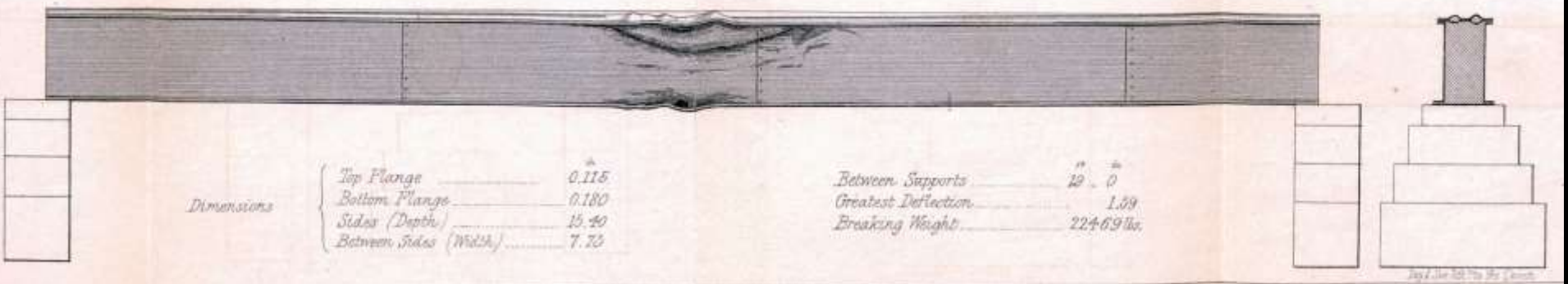


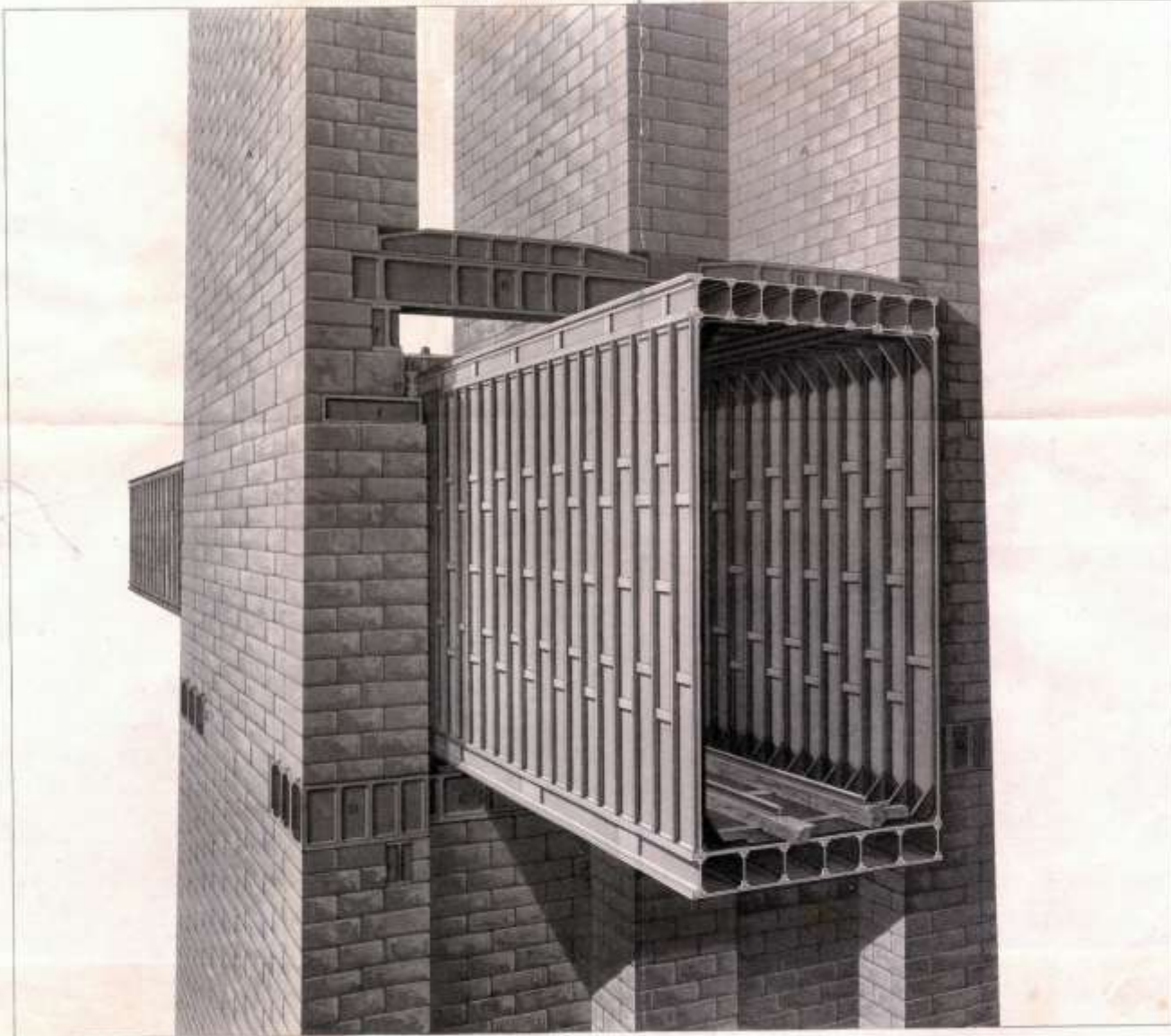
FIG. 27.



William Fairbairn, Tragverhalten des Kastenträgers der Britannia-Bridge
(Fairbairn 1849)

PERSPECTIVE VIEW OF A PORTION OF THE BRITANNIA TUBES
RESTING UPON THE CENTRE TOWER IN THE MIDDLE OF THE MENAI STRAIT.

PLATE III.



J. Dixon del.

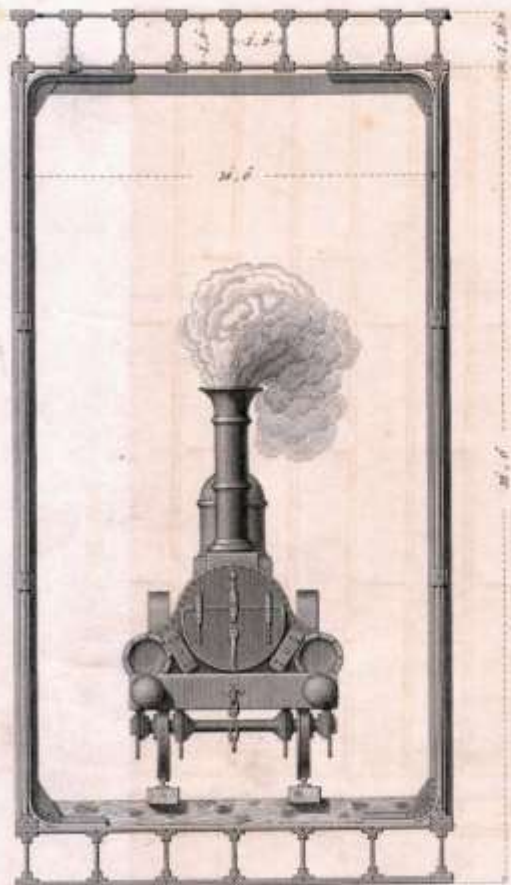
ROBT STEPHENSON AND W^o FAIRBAIRN ENGINEERS.

Published by John Wain, 27 Abchurch Lane, London, E.C. 4.

Britannia Bridge über die Menai-Meerenge
Robert Stephenson, William Fairbairn, 1846-50 (Fairbairn 1849)

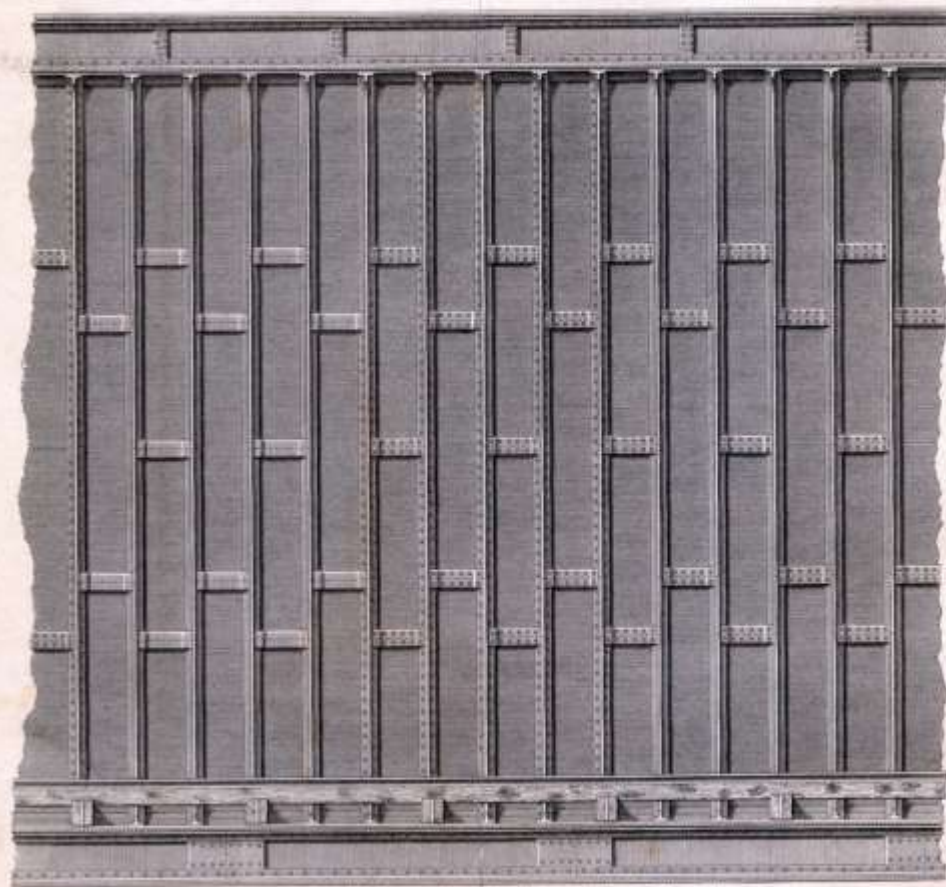
BRITANNIA TUBULAR BRIDGE.

Fig. 1.

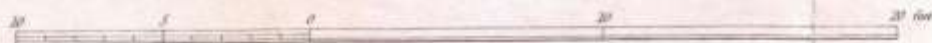


Transverse Section through the middle of the Tube.

Fig. 2.



Longitudinal Section through the middle of the Tube.



Britannia Bridge über die Menai-Meerenge
Robert Stephenson, William Fairbairn, 1846-50 (Fairbairn 1849)



Konstruktion des Blechträgers als ausgesteifter Kasten
(links: Britannia Bridge, Clark 1850; rechts: Conway Bridge, Foto: Monika Heim)



BRITANNIA BRIDGE.
PLATE I. THE TRUSS IN POSITION ON THE PIER, SEPTEMBER, 1850.

Herstellung der Blechträger an Land
(Clark 1850)



CONWAY BRIDGE.
GENERAL BRIDGE, TRAIL, LOWER BRIDGE.

Conway Bridge: Einschwimmen der Blechträger
(Clark 1850)



Moulins, „Pont Noir“ über die Allier (1858)



Moulins, „Pont Noir“ (1858)

Ingenieur des Ponts-et-Chaussées. M^r PRÉMAUX.
Ingenieur de Ponts-et-Chaussées. M^r MARSAD.

PONT A PILES TUBULAIRES SUR LIAIER.
Chemin de fer de Moulins à Montluçon.

PRIX TOTAL CRÉDIT
PRIX PAR MÈTRE COURANT 2657

Fig. 1. Elevation générale à 0 003 p^m
Longueur totale 2570



Fig. 5. Elevation et Coupe dans l'axe à 0 011 pour l^m

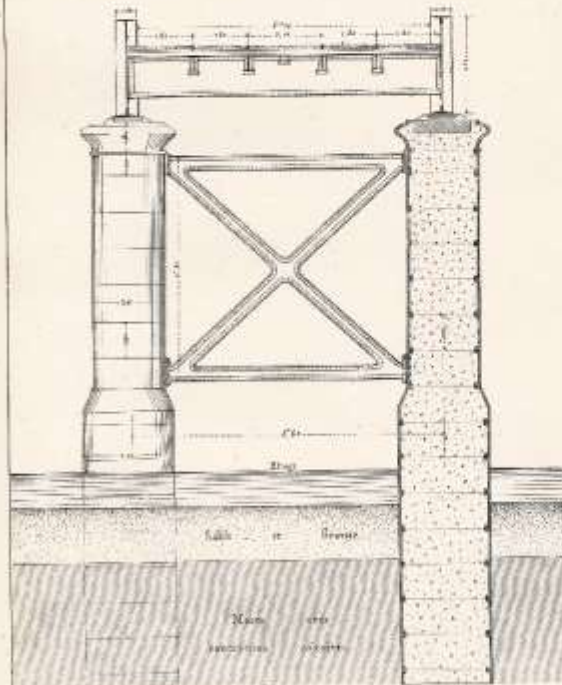


Fig. 2. Elevation longitudinale à 0 011 p^m

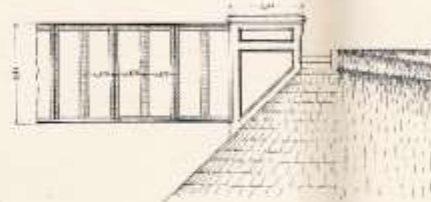


Fig. 3. Coupe suivant AB à 0 011 p^m

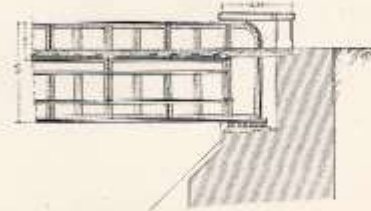


Fig. 4. Coupe suivant CD à 0 011 p^m



Fig. 6. Coupe d'une pile à 0 011 pour l^m

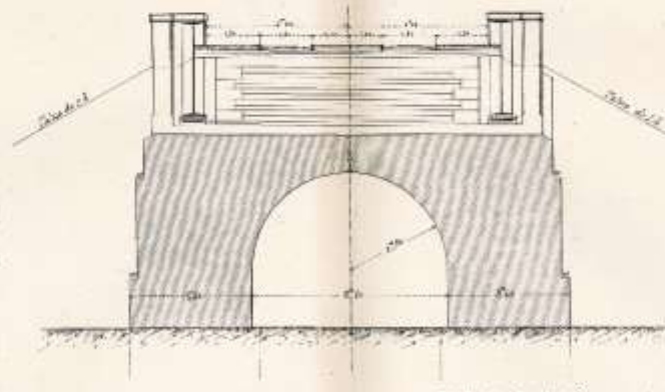
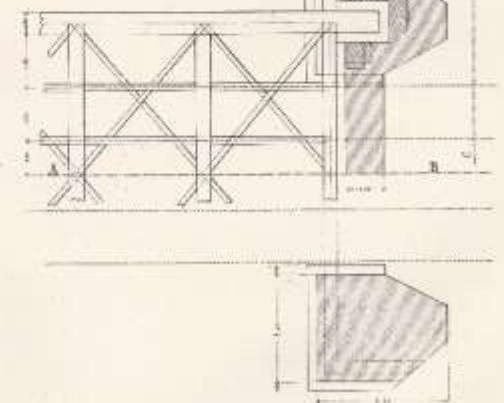


Fig. 7. Plan et fondation d'une pile à 0 011 p^m



Echelle des Details à 0 011 pour 1 mètre.

1/3 reproduction de l'ouvrage de M. de la Roche-Art.

30 à 50 PLANCHES avec 12 Livres de TEXTE pour 15 F. par an.
De l'édition chez DEBODT, Editeur, Rue 48, aux Arts Anglaises à Paris.

Dep. Seine, 1857, Paris
C-126.

Moulins, „Pont Noir“ (1858)
(Nouvelles Annales de la Construction, 1859)



Moulins, „Pont Noir“ (1858). Blechbalkenträger



Moulins, „Pont Noir“ (1858). Verstärkung an einer Stütze



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859; letztes erhaltenes Beispiel!)
Gitterträger statt Blechträger – aus der Not wird eine Innovation

METALLBRÜCKE ÜBER DEN ROYAL - CANAL BEI DUBLIN.
(Dublin - Drogheda - Eisenbahn.)

Fig. 1. Aeuere Ansicht der Brücke.

Fig. 2. Längenschnitt nach A. B.

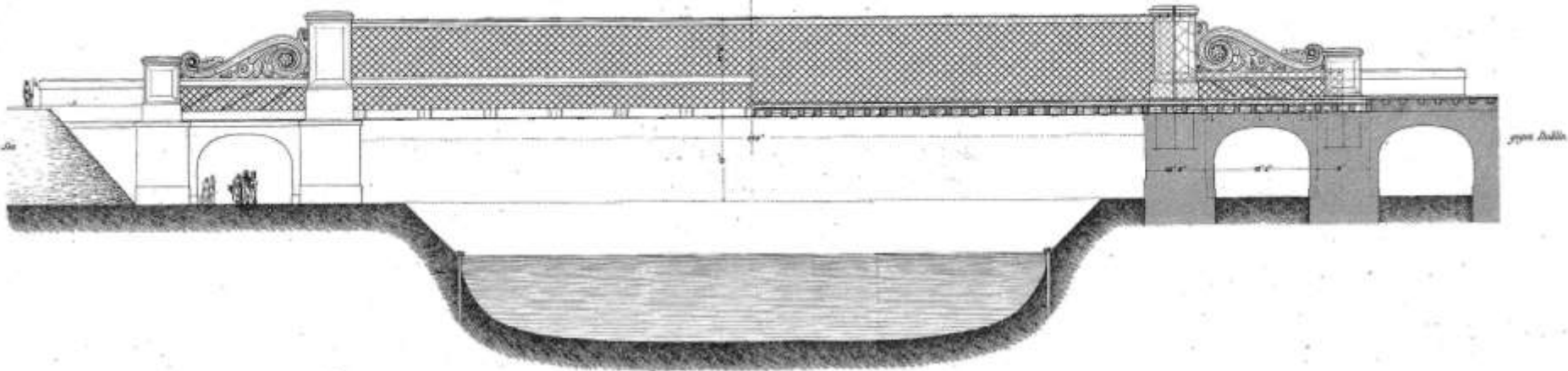


Fig. 4. Grundriss der Brücke von oben nach unten gesehen.

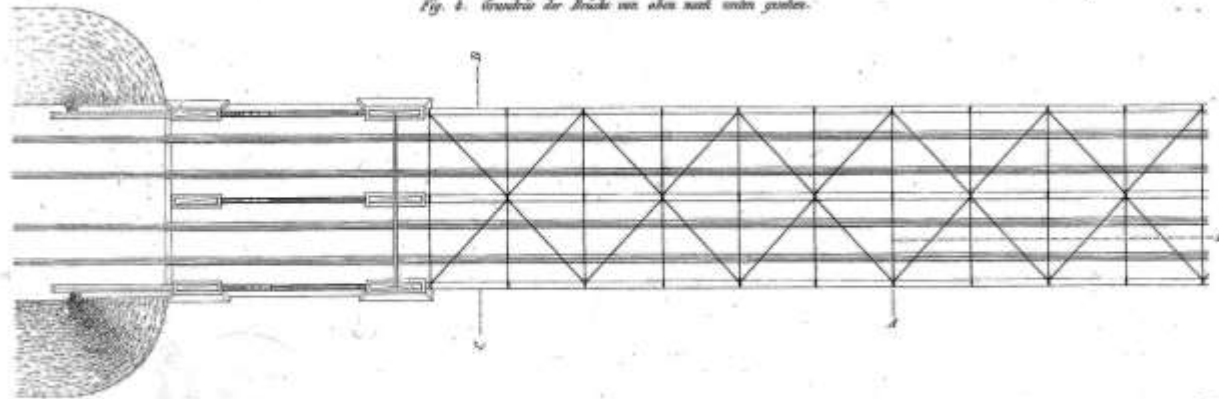
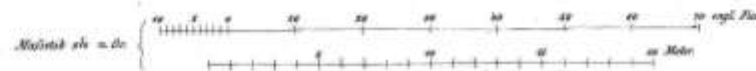
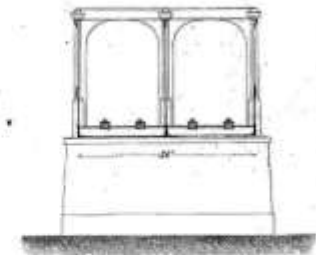


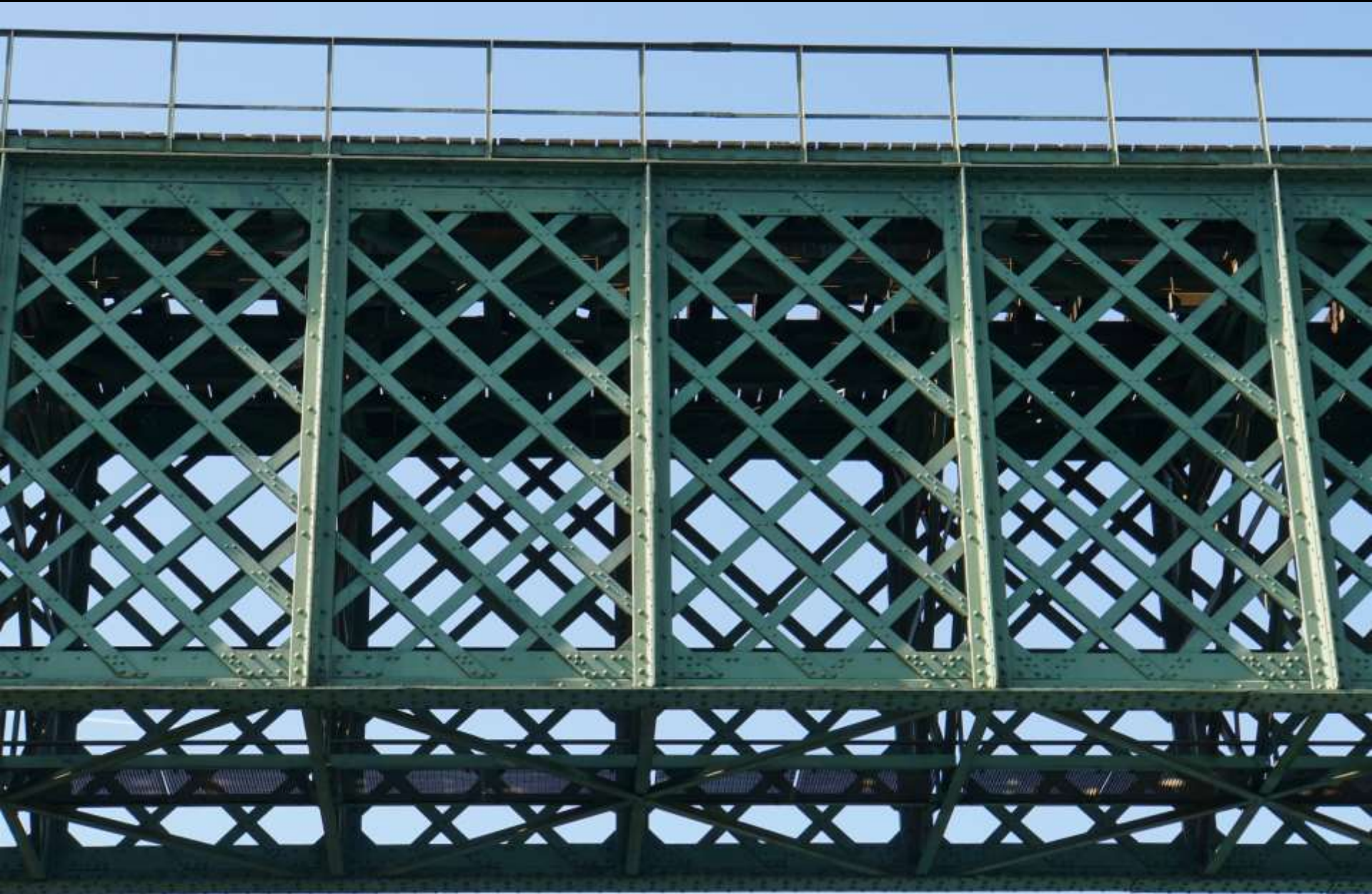
Fig. 3. Querschnitt nach C. D.



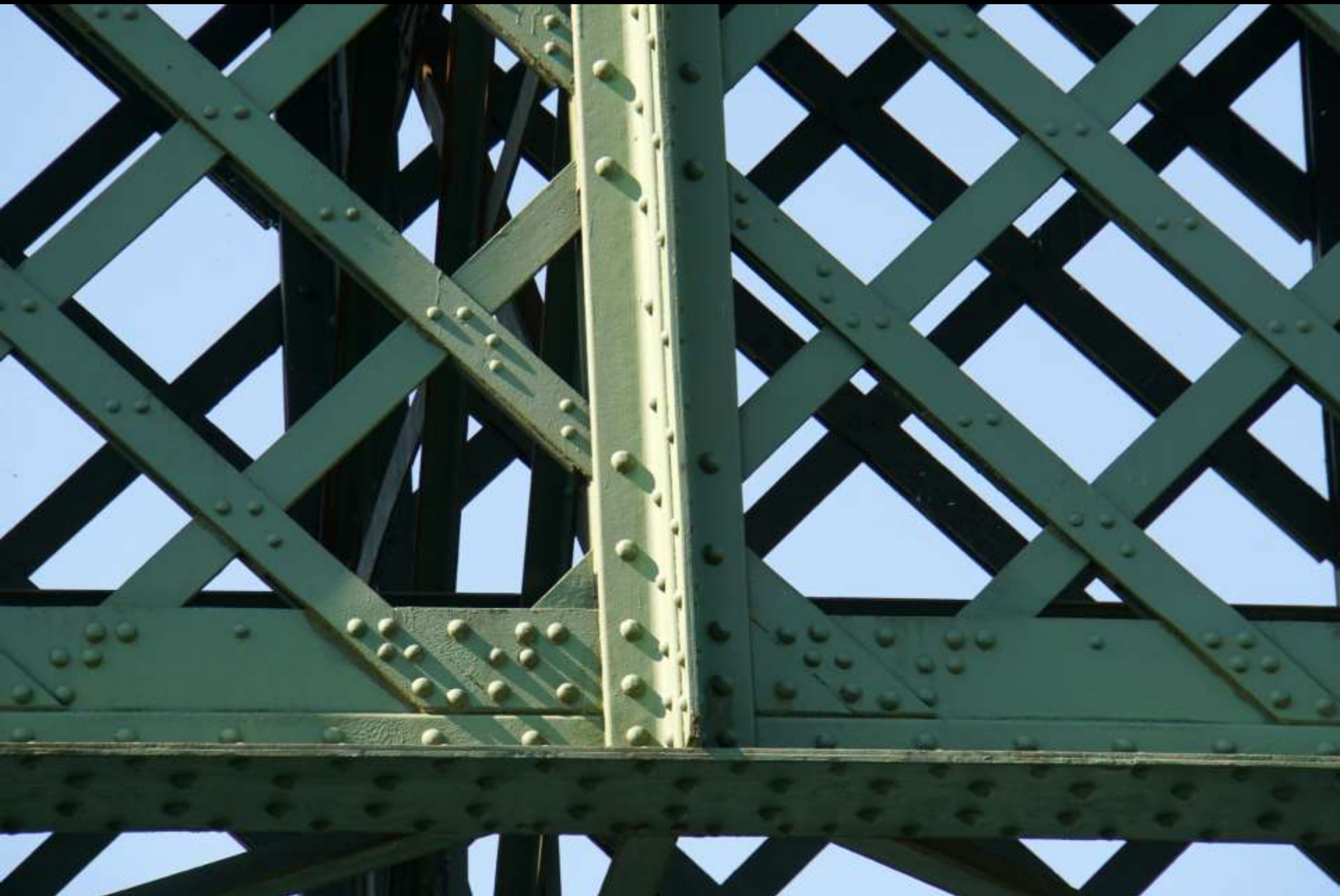
Brücke der Eisenbahn Dublin-Drogheda über den Royal Canal (1844). Erste eiserne Gitterträgerbrücke (Allgemeine Bauzeitung 1848)



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859). Erfolgsmodell Gitterträgerbrücke mit ausgesteifter Tragwand



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859). Ausgesteifter Gitterträger



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859)



Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems



Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Spannweite 40 m (Armand und Flachet).

Armadura de palastro. (Estacion del Oeste, Paris)

Espesores de tornos y gresaca calculados
para una carga de 60⁰ por m²

Tornos	f. c.	7447.25
	d. c.	6448.45
	a. g.	5281.17
	f. c.	3268.68
	a. g.	4647.07
	d. c. h. g.	7278.89
Dornos	a. g.	7278.89
	d. g.	5204.70

Lon. de la armadura	40 ^m
Longitud de la casa	103 ^m
Numero de varillas	14
Espesor entre cada dos	3 ^m
Numero de viguetas	22
Dist. de una varilla	2237.40
Dist. de la columna entre cada dos varillas	430.5

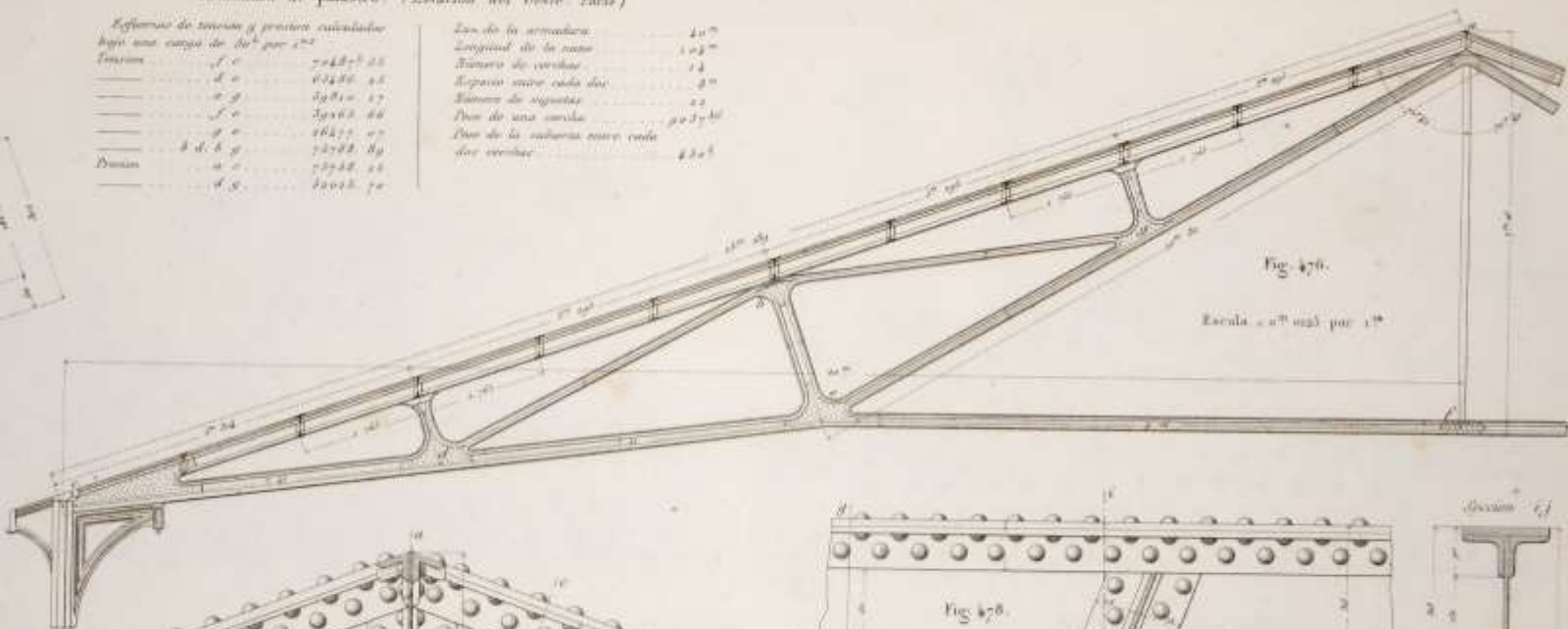


Fig. 476.

Escala = 1^m cada 1^m

Seccion a b

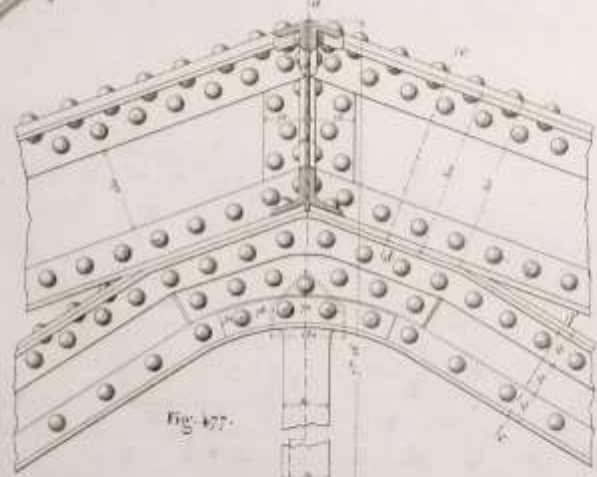


Fig. 477.

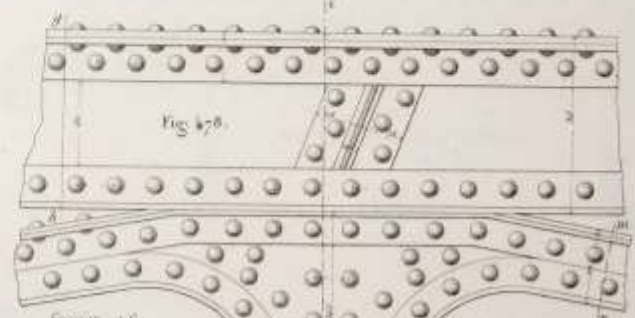
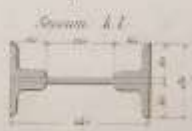


Fig. 478.

Escala 1^m por 1^m



Seccion e f

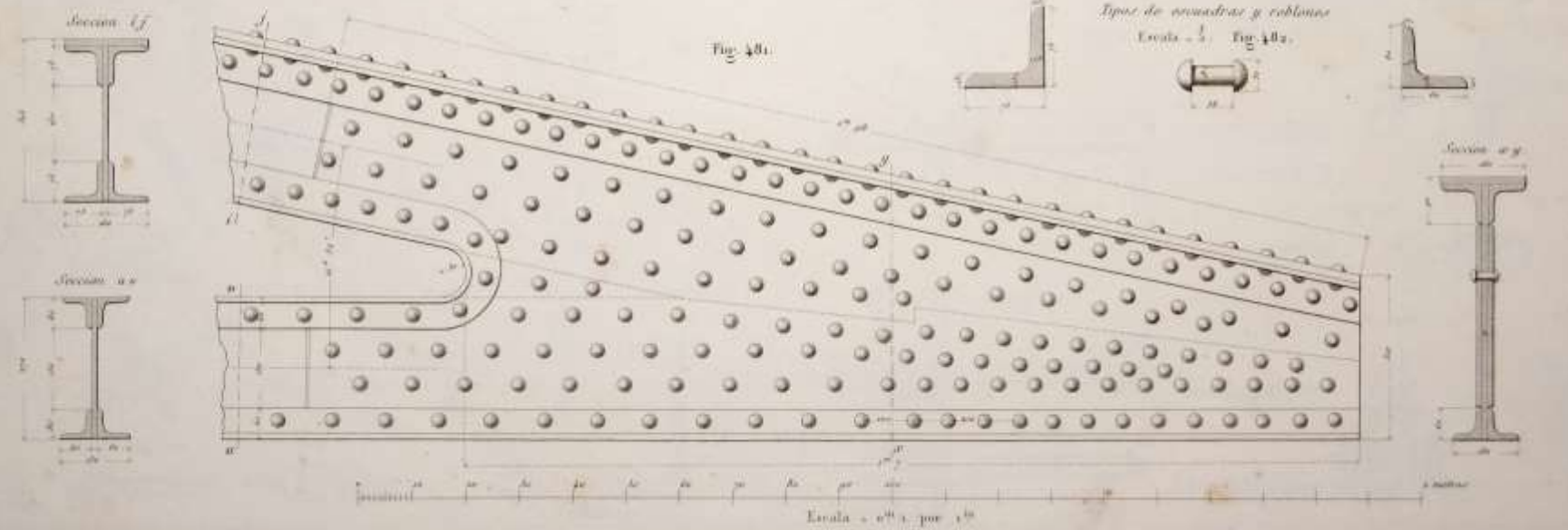
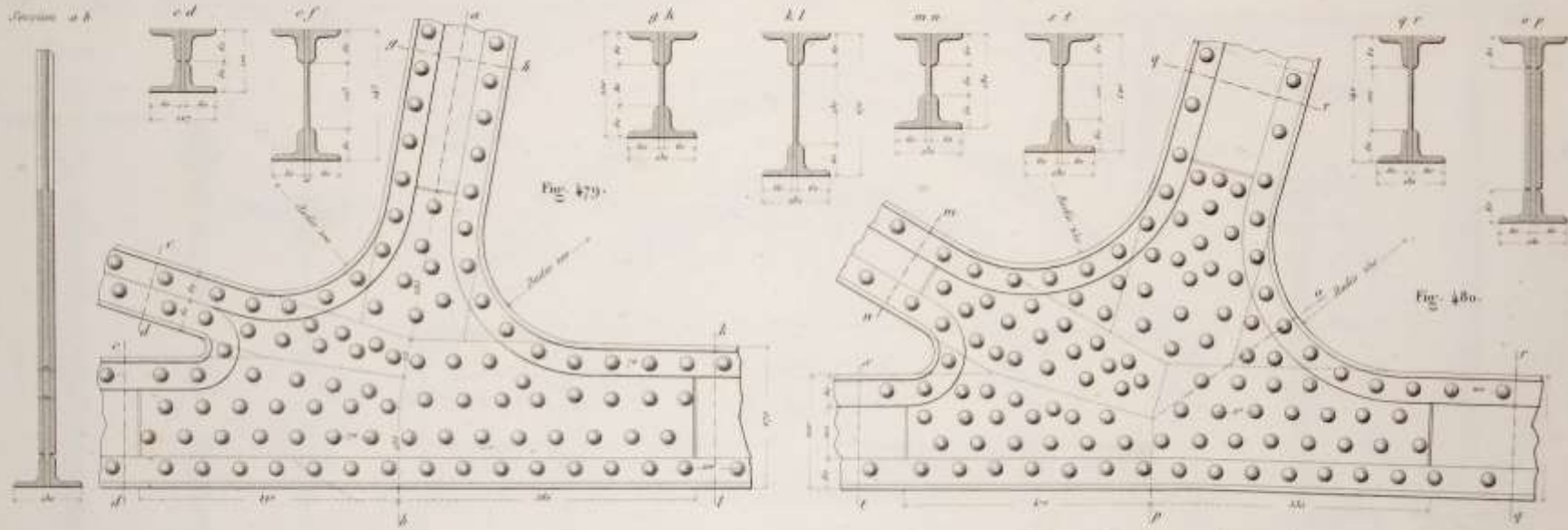


Transformation: Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems (Valdès 1859)



Transformation: Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems

Detalles de la armadura de la estacion Oeste (Paris).



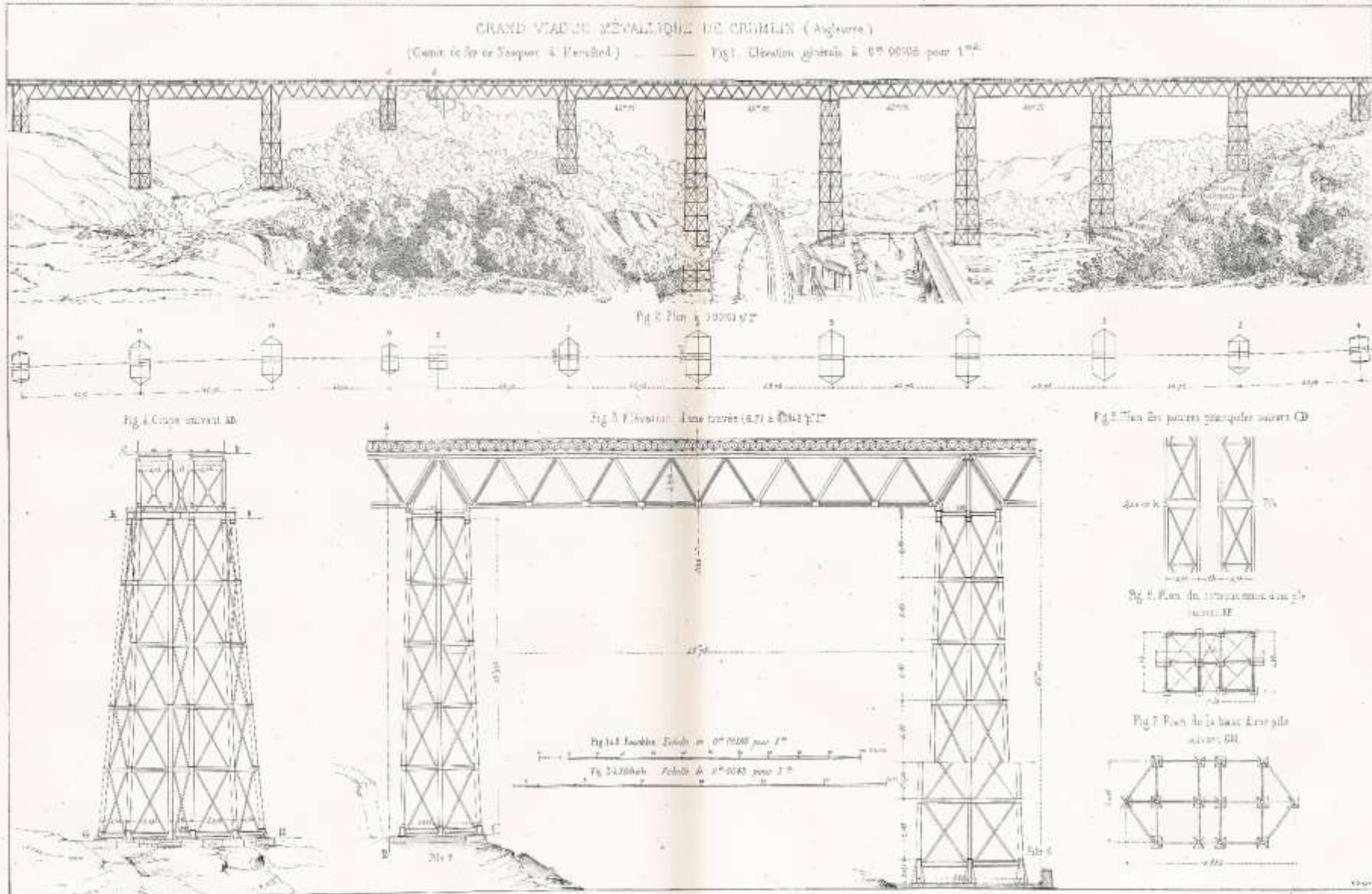
J. Durand, Libraire Editeur del Emperador, Paris.

Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems (Valdès 1859)



Transformation: Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietetete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems

Siegeszug des Fachwerks
1851–1914



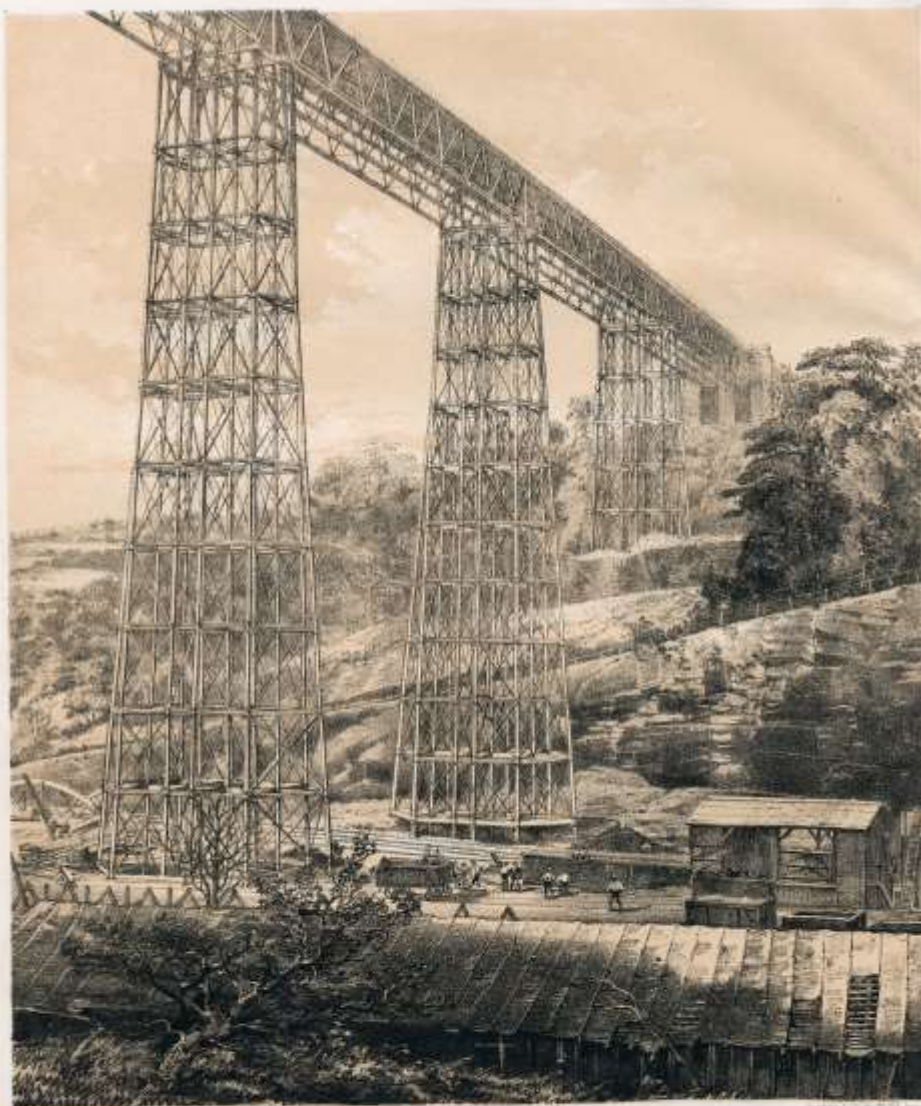
C.A. Goussier, Directeur J.A. des Travaux Arts

SE à 60 PLANCHES avec 18 traverses de TEXTE pour 18 T. par an.
On s'adresse chez M LUNO, Éditeur, N. 42, quai des Augustins à Paris.

Exp. d'Aut. de M. 1855

C. 515

Crumlin-Viaduct (Wales; 1853–57) mit „Neville-Warren-Fachwerk“
(Nouvelles Annales de la Construction 1859)



CRUMLIN VIADUCT.

TAFF VALE EXTENSION.

NEWPORT, ABERGAVENNY & HEREFORD RAILWAY.

Crumlin-Viaduct (Wales; 1853–57)
(Humber 1857)

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES
ARCHITECTEN-VEREINS ZU BERLIN.

BEDIGERT

VON

CARL HOFFMANN,

LEHRER AM INSTITUT FÜR ARCHITECTUR UND BAUKUNST, DIRECTOR DER VEREINIGTEN ANSTALTEN.

JAHRGANG I.

MIT 24 KUPFERN UND VIELEN HOLZSCHNITTEN.

BERLIN, 1851.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(FRÜHER: ERNST & SOHN.)

Theorie der Brückenbalkensysteme,

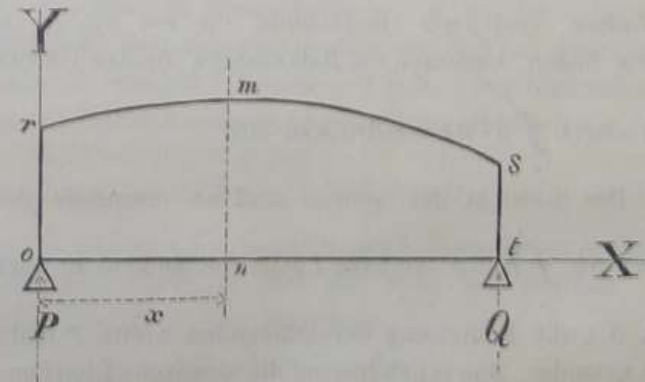
vom

Bauführer *F. W. Schwedler.*

§. 1.

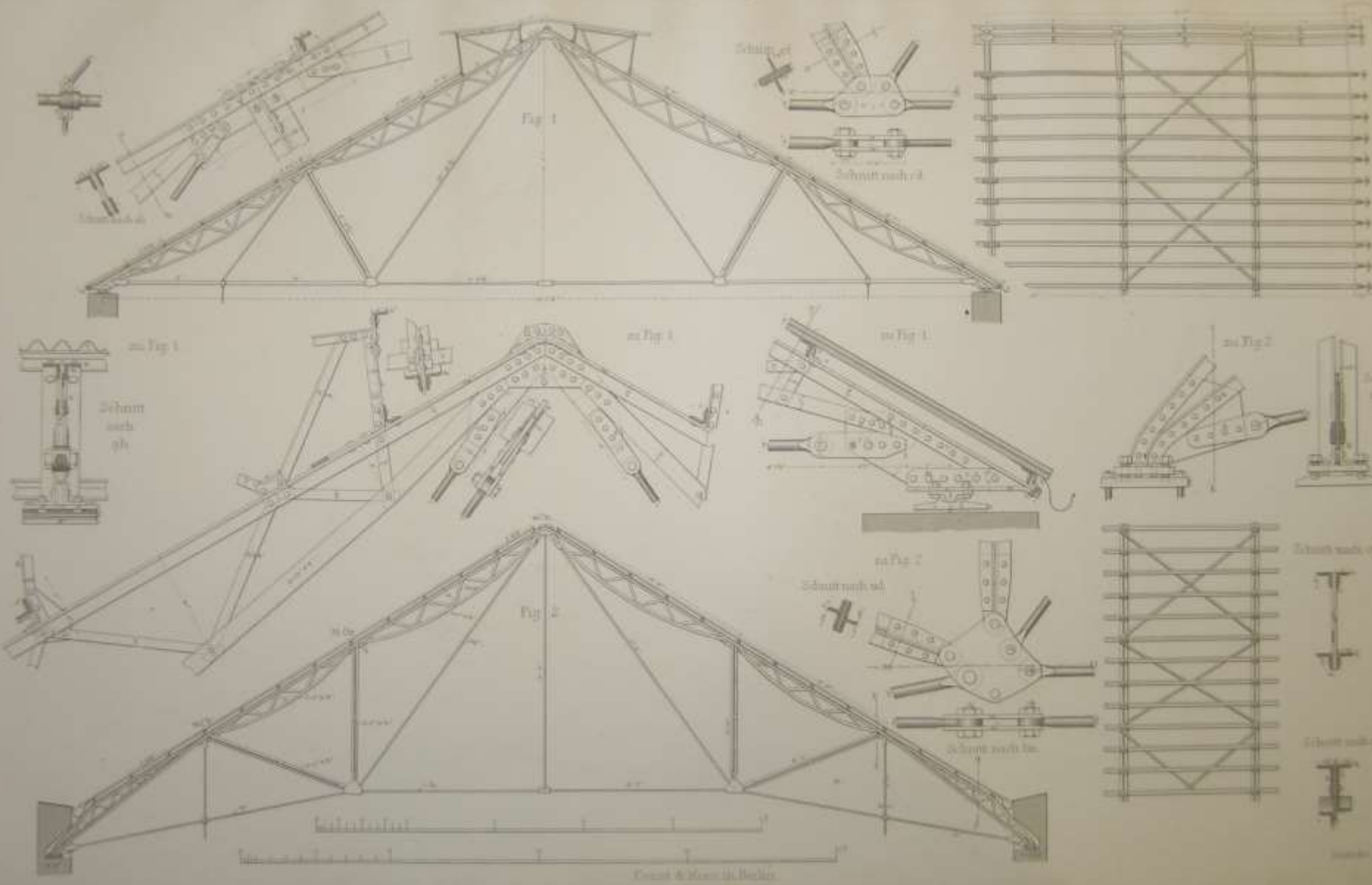
Gleichgewicht eines einfachen an beiden Endpunkten unterstützten und beliebig belasteten Balkens.

Stelle Figur 1 einen einfachen, an beiden Enden unterstützten und beliebig belasteten Balken dar. Die Breite desselben wird constant angenommen, damit die Gesetze des Gleichgewichts in der Ebene darauf angewendet werden können.



Die beiden Stützpunkte sollen mit Pu und Qu gedrückt werden, und können als zwei Kräfte P und Q gedacht werden, die eine der Schwerkraft entgegengesetzte Richtung haben. Das Gesamtgewicht des Balkens incl. seiner Belastung wäre hiernach $P+Q$. Durch den Angriffspunkt o der Kraft P lege man rechtwinklige Coordinaten: x , horizontal, kann mit der untern Kante des Balkens zusammenfallen, y vertikal. Das Ganze bildet ein freies System materieller Punkte, auf welches zweierlei Kräfte wirken, äußere und innere.

8



Dachkonstruktionen mit Fachwerk-Sparren (Schwedler 1869)



Statisch optimierter Fachwerkträger (Sitterviadukt der Bodensee-Toggenburg-Bahn bei St. Gallen, 1909)

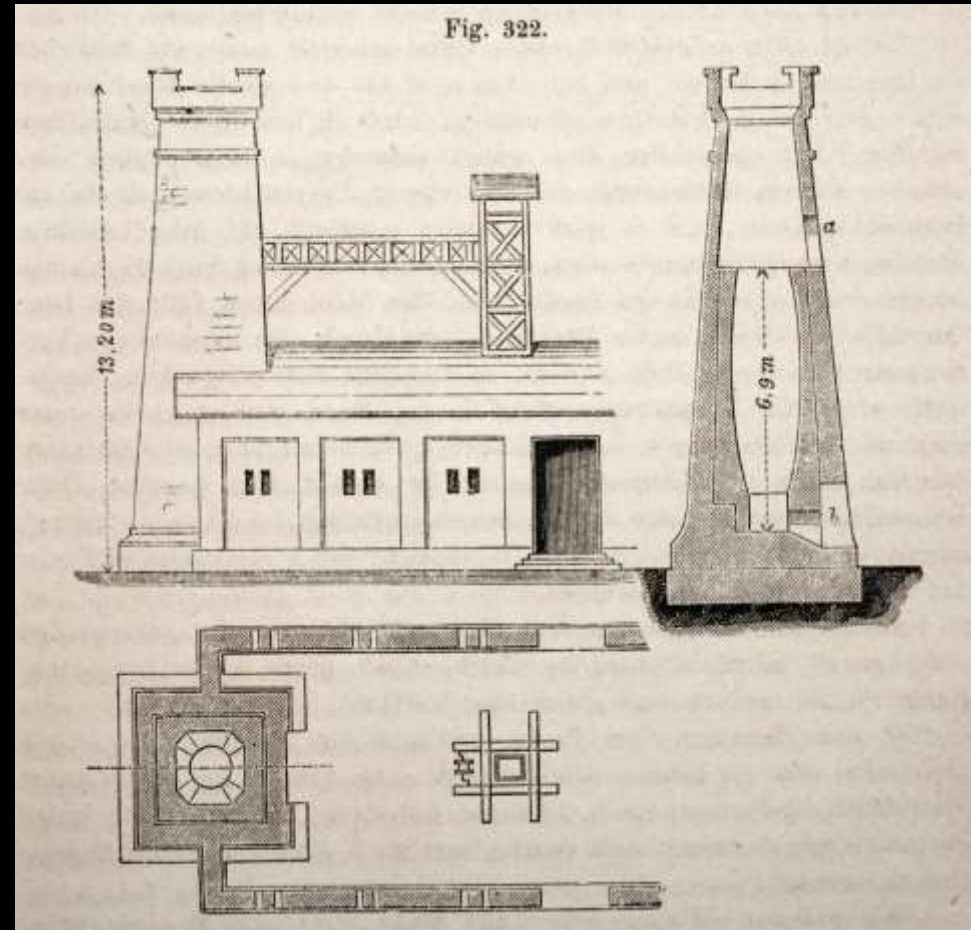


Epilog:

Eisenbeton
1867–1914

Vom hydraulischen Kalk zum Portlandzement:

- 1791 John Smeaton:
Publikation der Untersuchungen zum natürlichen hydraulischen Kalk beim Bau des Leuchtturms Eddystone 1756
- ab 1818 Louis Vicat und Johann Nepomuk John:
gezielte Untersuchung der Zusammensetzung von natürlichem hydraulischem Kalk, Herstellung künstlicher hydraulischer Kalke
- 1824 John Aspdin:
Patent für einen künstlichen hydraulischen Kalk unter dem Namen „Portland cement“
- ab 1843 William Aspdin und Isaac Charles Johnson:
bis zur Sinterung gebrannter Zement („Portlandzement“)
- 1855 Hermann Bleibtreu:
erste deutsche Portlandzementfabriken in Stettin und Oberkassel
- 1863 Wilhelm Gustav Dyckerhoff:
Portlandzementfabrik Amöneburg b. Wiesbaden
- 1878 deutsche Normen für Zement



hochofenartiger Brennofen für Portlandzement
(Gottgetreu 1875)



Beton ohne Eisen („Stampfbeton“, „béton aggloméré“)

François Coignet (1814-88): Der Vanne-Aquädukt zur Trinkwasserversorgung von Paris, 1869-73 (Belgrand 1882)

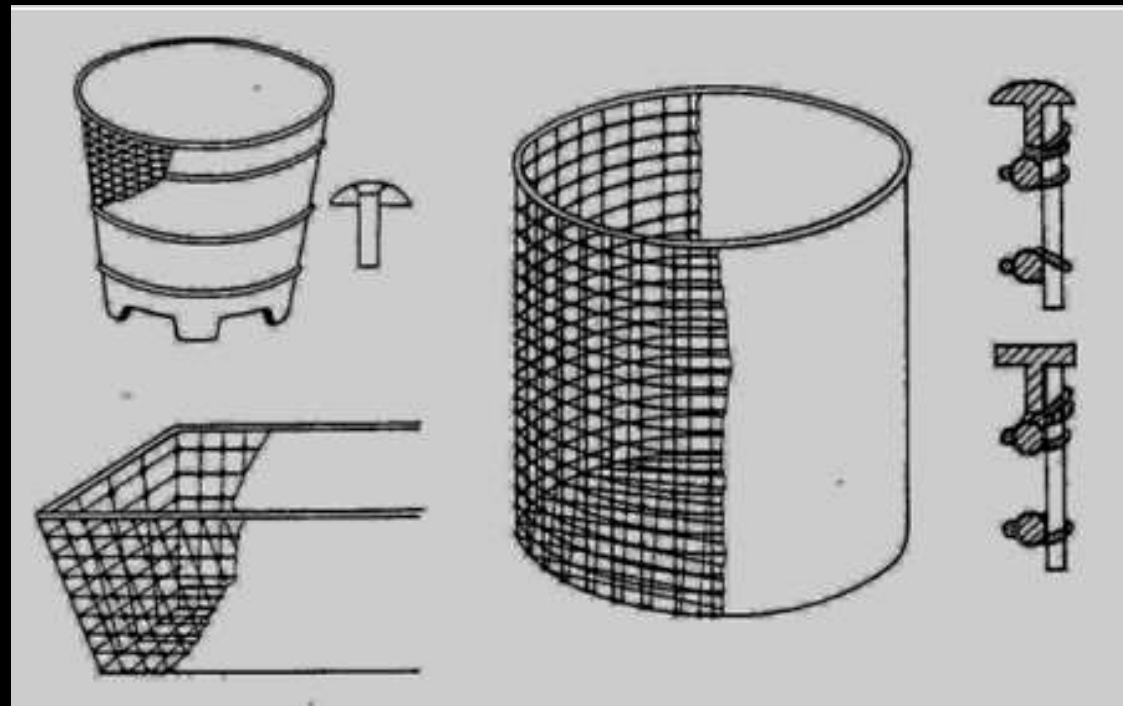


Beton ohne Eisen („Stampfbeton“, „béton aggloméré“)

François Coignet (1814-88): Der Vanne-Aquädukt zur Trinkwasserversorgung von Paris, 1869-73

Eisen im Beton

- vor 1848 Bandeisen in der Fundamentplatte der Nikolaikirche Hamburg
- 1855 Ausstellung des Lambotschen Betonbootes auf der Weltausstellung in Paris
- 1867 François Coignet zeigt auf der Weltausstellung in Paris bewehrte Betonröhren
- 1867 Joseph Monier: Patent auf bewehrte Blumenkübel



Erste Versuche zur Kombination von Zementmörtel und Eisen: Lambot und Monier

Il n'y aura un maximum brevet de quinze ans
pris le 16 juillet
par le J. Monier

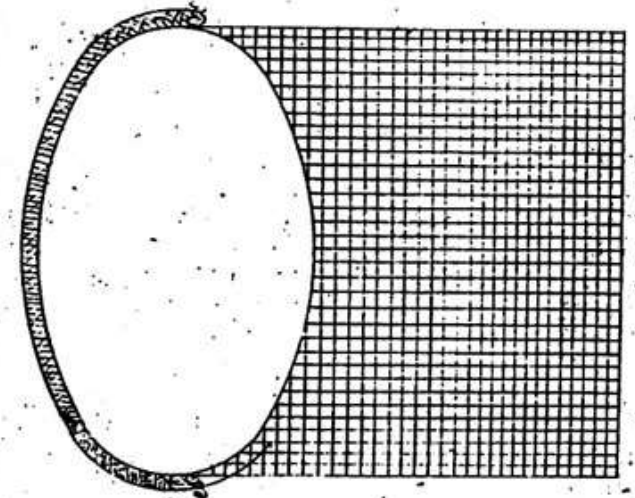
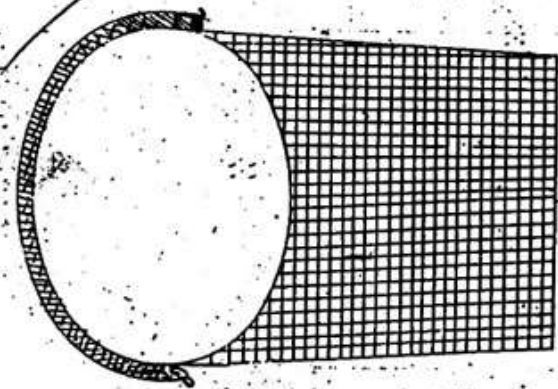
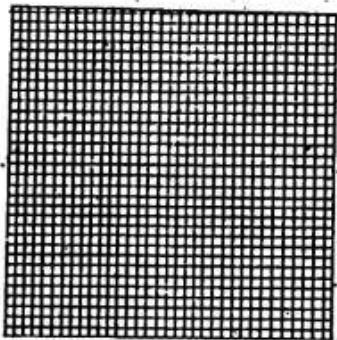
77.165 4

Original

Paris le 21 Septembre 1867.
Le Ministre Secrétaire d'Etat au Département
de l'Agriculture du Commerce et des Travaux publics
Par le Ministre
Le Directeur délégué.



Monier



N° 2 caisse carrée

N° 1 caisse-ronde

N° 3 Barjins coals

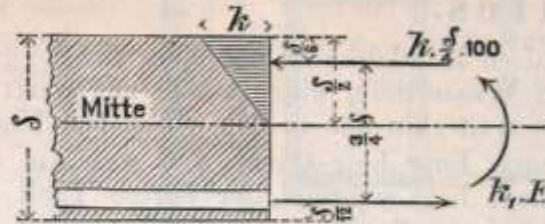
J. Monier



Eisen im Beton: Deutschland und Österreich

- 1884 Freytag & Heidschuch und Martenstein & Josseaux kaufen die deutschen Patentrechte von Monier
- 1885 G.A. Wayss übernimmt die Patentrechte für Deutschland und Österreich
- 1894 Monier-Patente werden in Deutschland frei

Für die Berechnung der Stärke der Monierschen Cementplatten mit Eiseneinlage, welche auf Biegung in Anspruch genommen werden, gewinnt man ein angenähertes Verfahren, wenn man die inneren Kräfte, welche das Widerstandskräftepaar ergeben, in der hierneben angedeuteten Weise in Ansatz bringt, wobei auf die Zugspannung des Cementmörtels verzichtet ist. Drückt man die Plattendicke δ in cm, die zulässige Druckspannung k des Cementmörtels und die gestattete Zugspannung k_1 des Schmiedeeisens in kg f. d. qcm, den Eisenquerschnitt F f. d. m Plattenbreite in qcm aus, so berechnen sich δ und F aus den beiden Gleichgewichtsbedingungen:



$$1) \quad k_1 F = k \frac{\delta}{4} \cdot 100$$

$$2) \quad k \frac{\delta}{4} \cdot 100 \cdot \frac{3}{4} \delta = M_{max}$$

worin M_{max} das größte angreifende Biegemomente bezeichnet. Für den Cement, dessen Mischung mit kiesigem Sand im Verhältniß 1:1 genommen werden muß, kann man bei mehr als zehnfacher Sicherheit $k = 20$ setzen; mit $k_1 = 750$ wird dann (abgerundet)

$$I) \delta = \frac{1}{20} \sqrt{M_{max}}; \quad II) F = \frac{2}{3} \delta.$$

Z. B. wird für eine Platte von 1,2 m Spannweite, gleichmäßig verteilter Belastung von 600 kg f. d. qm, $\delta = \frac{1}{20} \sqrt{\frac{600 \cdot 1,2 \cdot 120}{8}} = 5,2$ cm;

$F = \frac{2}{3} \cdot 5,2 = 3,5$ qcm, also bei 6 cm Theilung der Eisendrähte Draht-

durchmesser aus Gleichung $\frac{100}{6} \frac{\pi d^2}{4} = 3,50$, woraus $d = 0,52$ cm.

Die durch die Zugkraft angestrebte Verschiebung der Eisenstäbe innerhalb der Platte wird durch die bedeutende Flächenanziehung zwischen Cement und Eisen verhindert.

Das System Monier

(Eisengerippe mit Cementschüttung)

in seiner Anwendung
auf
das gesammte Bauwesen.

Unter Mitwirkung namhafter Architekten und Ingenieure

herausgegeben von

G. A. Wayss

Ingenieur

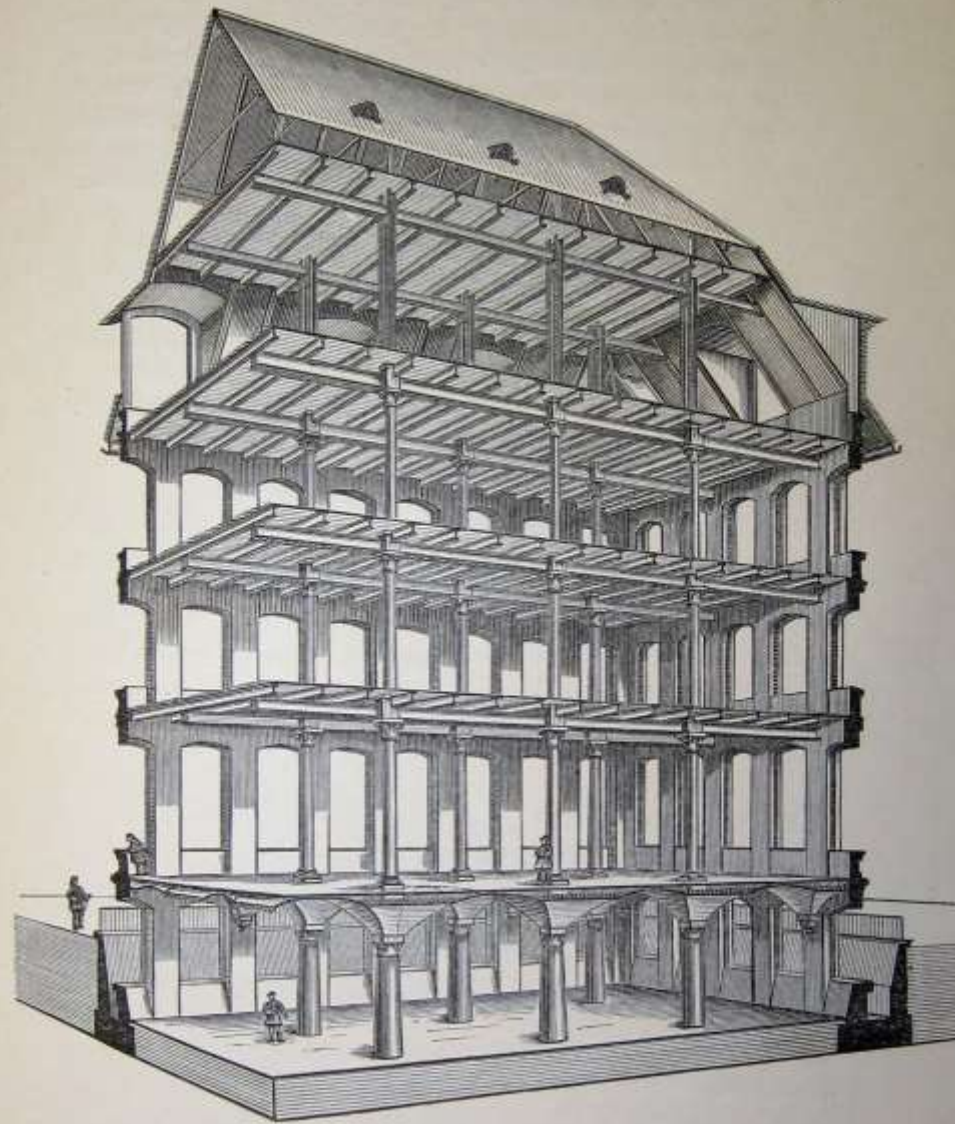
Inhaber des Patentes „Monier“

Berlin N.W., Alt-Moabit 97.



Berlin 1887.

Druck von A. Seydel & Cie., Friedrichstrasse 178.



Lagerhaus mit Monier-Zwischendecken und Dach.

1887: Matthias Koenen tritt in die Firma Wayss & Freytag ein
Die „Monierbroschüre“ erscheint, u.a. mit Anwendungsbeispielen für Deckenplatten aus Eisenbeton

Das System Monier

(Eisengerippe mit Cementumhüllung)

in seiner Anwendung
auf
das gesammte Bauwesen.

Unter Mitwirkung sämmtlicher Architekten und Ingenieure

vermessen von

G. A. Wayss

Ingenieur

Inhaber des Patentes „Monier“

Berlin NW., Alt-Moabit 87.

Berlin 1887.

Verlag von G. Reimer & Co., Berlin, Unter den Linden 10.

Beispiele

VON

Bauausführungen in Cement mit Eisen

und

Konstruktionsvorschläge für die gemeinsame Anwendung
beider Materialien.

I. Anwendung der Monier'schen Konstruktionsweise im Hochbau.

A. Gerade Decken.

Mit Rücksicht auf die Verminderung der Konstruktionshöhe, Ersparung der Widerlager, Schnelligkeit der Herstellung und die durch alles dieses bedingte Billigkeit der Bauausführung wird in einfachen Wohnhäusern und Fabrikgebäuden allgemein den geraden Decken vor anderen der Vorzug gegeben. Unter diesen ist wiederum der freitragende Monierfussboden auf eisernen Trägern, zugleich eine durchgehende flache Decke bildend, wohl ohne Widerspruch als unübertroffen an Einfachheit, Leichtigkeit und Dauerhaftigkeit anzusehen. Vergleiche Abb. 1.

Abb. 1. Freitragender Fussboden, an Ort und Stelle angefertigt.



Spannweite 0,80—3,00 m — Tragfähigkeit 400—5000 kg/qm
je nach Eiseneinlage und Plattendicke.

Ueber Plattenstärken und Gewichte siehe die Tabelle auf Seite 68—71; über die Art der Eiseneinlage für besondere Zwecke das Protokoll auf Seite 51 und 55.

In allen Fällen, wo es mehr auf grosse Tragfähigkeit, Feuer-sicherheit und Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit ankommt, als

System „Monier“: bewehrte Deckenplatten
(Wayss 1887)

Das System Monier

(Eisengerippe mit Cementumhüllung)

in seiner Anwendung
auf
das gesamte Bauwesen

Unter Mitwirkung zahlreicher Architekten und Ingenieure

vermehrt um

G. A. Wayss

Inhaber des Patentes „Monier“

Berlin NW., Alt-Moabit 87.

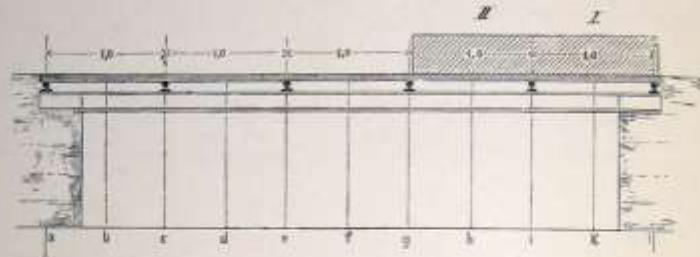
Berlin 1887.

Verlag von G. A. Wayss & Freytag, Berlin, Wilhelmstr. 10.

Sechstes Versuchs-Objekt.

Freiliegender Fussboden mit Geflecht.

Stärke = 0,05 m.



Bei 4988 kg a. d. qm nicht gebrochen.

Flechtwerk.



Querschnitt 1 : 4.

Belastungsergebnisse.

Belast. in kg	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	Bemerkungen.
Feld I	Feld II											
902,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-1	.	
902,5	953,5	.	.	.	.	.	.	-1,5	.	-1,5	.	
1082,5	1361	.	.	.	.	.	.	-1,5	.	-2	.	(Haarisse über den Stützen.)
1633,5	1361	.	.	.	.	.	.	-2,5	.	-3	.	
2100	1796,5	.	.	.	.	.	.	-4,5	.	-4,5	.	(Haarisse in der Mitte der Felder.)
2100	2226	.	.	.	.	.	.	-6,5	.	-4,5	.	
2578,5	2641,5	.	.	.	.	.	.	-8	.	-6	.	
2992,5	2641,5	.	.	.	.	.	.	-8,5	.	-6,5	.	

+ = Hebung; - = Senkung (in Millimeter).

Feld I. $1,0 \times 0,6 = 0,6$ qm Belastung 2992,5 kg.

1887: „Monierbroschüre“, Belastungsversuche von bewehrten Betonplatten (Wayss 1887)

WAYSS & FREYTAG A. G.

NEUSTADT a. d. Haardt, BERLIN, MUNCHEN, DÜSSELDORF,
FRANKFURT a. M., STRASSBURG, STUTTGART, LUXEMBURG.

Der Betoneisenbau, seine Anwendung und Theorie.

Theoretischer Teil bearbeitet von
Regierungsbaumeister E. MÖRSCH

Vorstand des Technischen Bureaus der Firma WAYSS & FREYTAG A. G.

Im Selbstverlag der Firma.
Mai 1902.

Nachdruck verboten.
Gesetz vom 11. Juni 1870.
Alle Rechte vorbehalten.



Abb. 33. Lagerhaus in Strassburg während des Baues.



Abb. 34. Lagerhaus in Strassburg.

1902: erstes Lehrbuch zur Monier-Bauweise von Emil Mörsch, Wayss & Freytag
(1904–1908 Professor an der ETH Zürich, ab 1916 an der Technischen Hochschule Stuttgart)

PLUS D'INCOUDRE DESA STREDO

PLUS D'INCOUDRE



LE BÉTON ARMÉ

ORGANE
des Agents et Concessionnaires
DU SYSTÈME HENNEBIQUE

PARAÎSSANT DE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTION ET RÉDACTION :
1, Rue Danton, Paris (VI^e arrondissement).

Toutes les communications et envois doivent être adressés
au Bureau de la Rédaction
1, RUE DANTON, PARIS (VI^e arrond.).






Plus d'incendies désastreux

BÉTONS ARMÉS système HENNEBIQUE

à l'approuvé de feu, brevets S. G. D. G.

ÉTUDES, PLANS ET DEVIS SUR DEMANDE

BUREAU TECHNIQUE CENTRAL

PARIS, 1, Rue Danton (VI)

TÉLÉPHONE 420-47
TÉLÉGRAMME : Hennebique-Paris

RELEVÉ

DES

TRAVAUX EXÉCUTÉS

ANNÉE 1903



Les listes de 1899-1900, 1901 et des renseignements gratuitement à soit à notre bu à nos différents dont les adresses

Nombre
TRAVAUX EXÉCUTÉS

En 1893 . . .	6
En 1894 . . .	11
En 1895 . . .	62
En 1896 . . .	127
En 1897 . . .	290
En 1898 . . .	473
En 1899 . . .	827
En 1900 . . .	1129
En 1901 . . .	1229
En 1902 . . .	1341
En 1903 . . .	1501
En 1904 . . .	1721

Ces chiffres peuvent fournir étude. Les ingénieurs calculs et de la sérieux dans ce

Dans l'année Prague, V^e

Le développement de bureaux ne que nous dispos les plus sérieux

Les personnes désignées de nos directement à. remise de projets frais ni engage pouvant servir à

Nombre
TRAVAUX EXÉCUTÉS

En 1893 . . .	6
En 1894 . . .	11
En 1895 . . .	62
En 1896 . . .	127
En 1897 . . .	290
En 1898 . . .	473
En 1899 . . .	827
En 1900 . . .	1129
En 1901 . . .	1229
En 1902 . . .	1341
En 1903 . . .	1501
En 1904 . . .	1721

Hennebique-Zeitschrift Le Béton Armé, 1904 mit Pariser Centrale 1, Rue Danton

Le Béton Armé, Bauausführungen Hennebique

MAISON RUE CLAUDE-CHAHU

MM. KLEIN et Fils, Architectes.



FIG. II. — Vue extérieure après achèvement.

MAISON RUE CLAUDE-CHAHU

M. ROQUERBE, Entrepreneur.

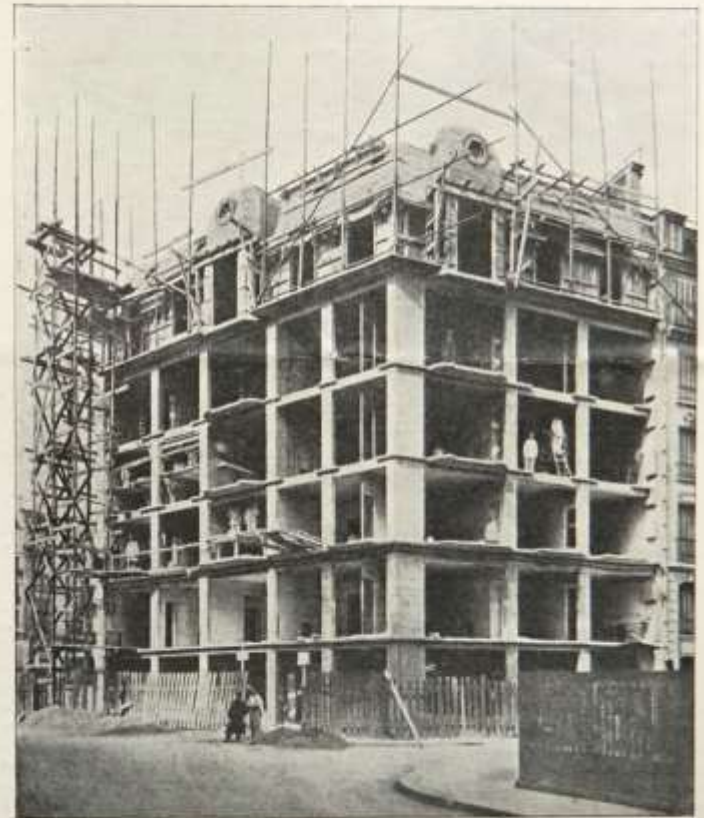


FIG. I. — Ouverture en Béton Armé.

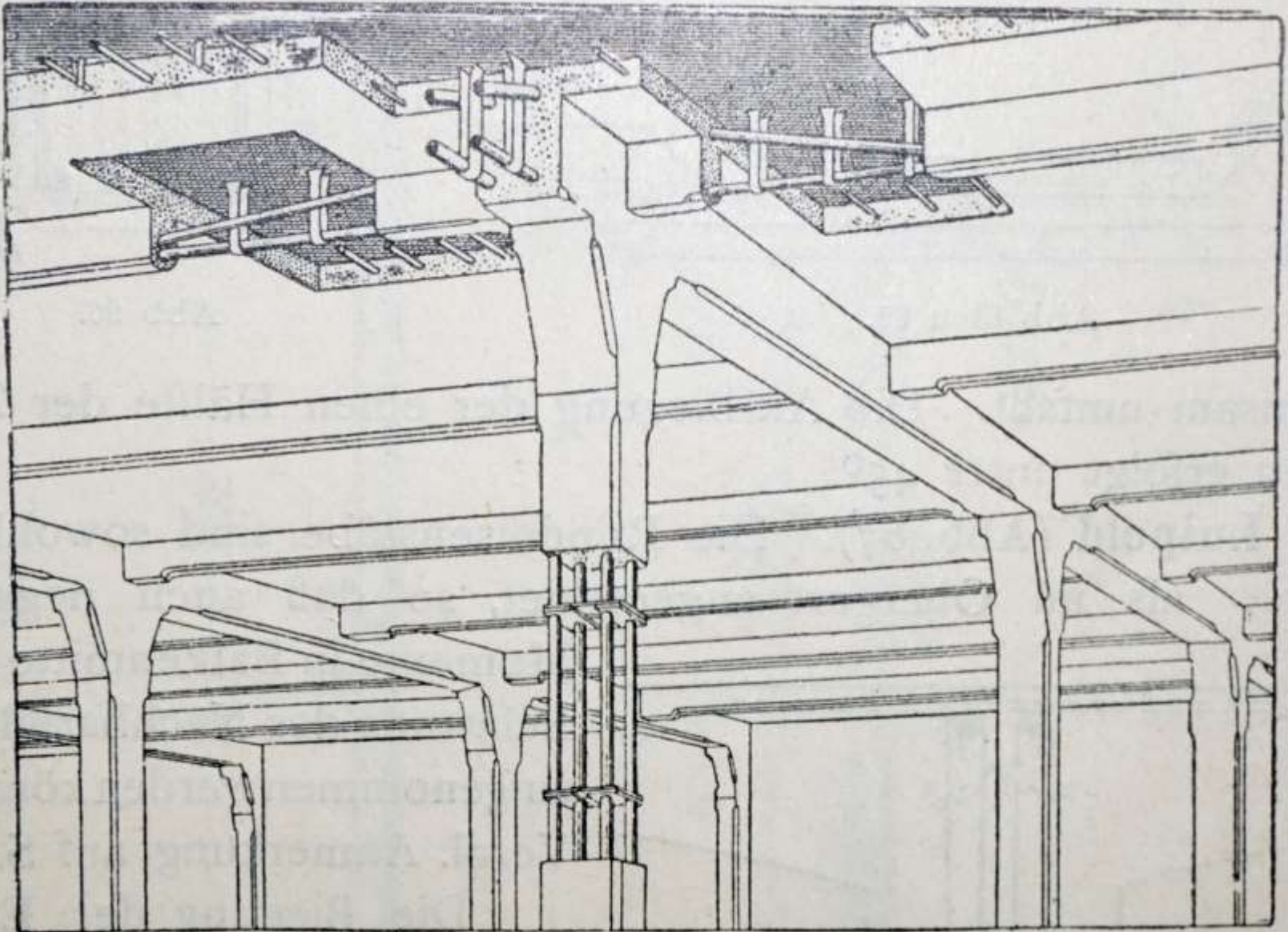


Abb. 63.

Monolithisches Stahlbeton-Gesamtsystem von François Hennebique in Frankreich und Belgien
(Patente von François Hennebique ab 1892)
(Kersten 1908)

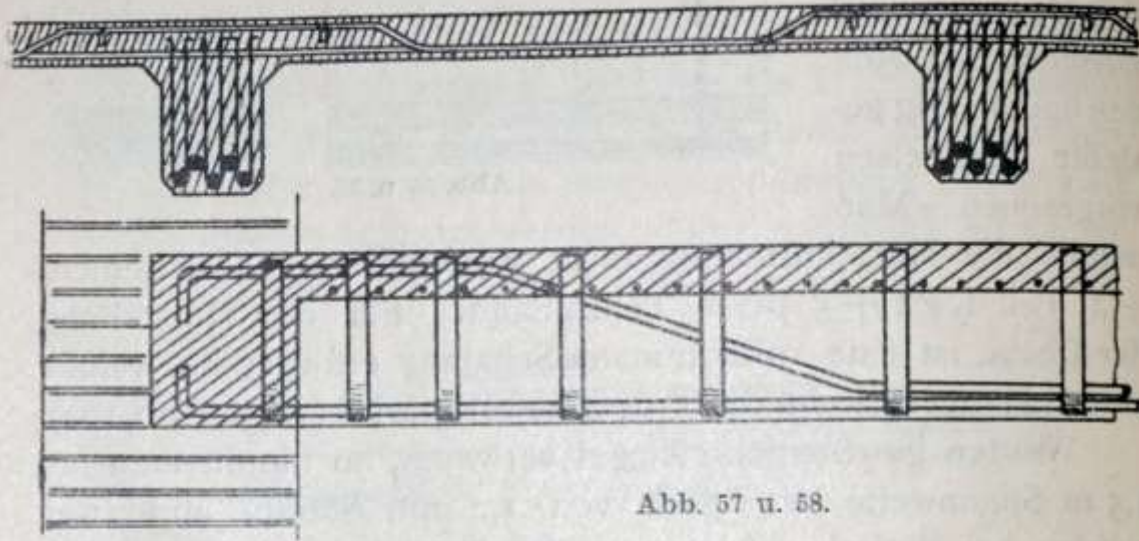


Abb. 57 u. 58.

Auftreten von Rissen an der unteren Rippenfläche verhindern. Die Abbiegung der Eisen beginnt zweckmäßig in ungefähr $l/3$ m Entfernung vom Auflager.

Bei besonders hohen Belastungen kann auch der Druckgurt bewehrt werden. Die Stäbe werden an ihren Enden, um eine gute Verankerung im Beton zu erzielen, umgebogen oder geißfußartig gespalten (Abb. 59 bis 61).

Für die Aufnahme der horizontalen Schub-

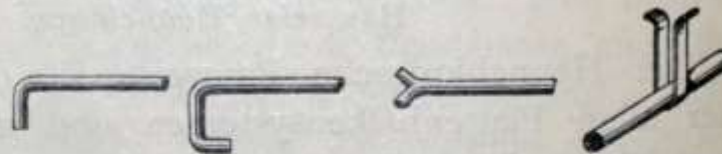


Abb. 59 bis 61.

Abb. 62.

kräfte sind Flacheisenbügel vorgesehen (Abb. 62), die nach den Auflagern hin, entsprechend der Zunahme der Schubkräfte, enger zusammengelegt werden müssen. Solche Bügel bieten



Hennebique: System Stütze-Unterzug-Platte
Lagerhaus Thurn & Taxis, Brüssel (1904-06)



Breslau, Markthalle (Plüddemann/Küster, 1906-08)



Breslau, Markthalle (Plüddemann/Küster, 1906-08). System Monier.



Breslau, Markthalle (Plüddemann/Küster, 1906-08)