



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

II. Zentralbauten

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96352](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96352)

bildung kommt neuerdings bei Eisen wie bei Eisenbeton immer mehr auf und hat vor allem den Vorzug, daß sie unter weitgehender Ausnutzung des Materials die Binder aus Walzprofilen oder Blechträgern von sehr geringen Abmessungen zu gestalten erlaubt.

Die erforderlichen Krane sind zuweilen nach amerikanischem Vorbild doppelt übereinander angebracht, wie bei Humboldt in Kalk¹⁾, oder sie sind zu mehreren nebeneinander angeordnet, wobei, um freien Arbeitsraum zu schaffen, die eine oder andere mittlere Laufbahn mit Vorteil am Dach aufgehängt werden kann, wie in der Brückenbauanstalt der Hilgerswerke in Rheinbrohl²⁾.

Im allgemeinen ist die Gestalt der Längshalle im Gegensatz zur Zentral-Anlage vornehmlich dort geboten, wo sich ein Verkehr oder eine Tätigkeit in einer besonders ausgeprägten Richtung zu betätigen hat, und sie ist demgemäß für Ausstellungsbauten, Werkstätten und Bahnhöfe die gegebene Form.

Eine Mittelstellung zwischen Lang- und Zentralsystem nehmen die beiden durch eine offene Straße getrennten Gruppen der Pariser Markthalle³⁾ ein. Der östliche Teil wurde 1854, der zweite etwas später begonnen. Jede Gruppe besteht aus 4 rechteckigen und zwei quadratischen Pavillons, deren Zwischengänge mit Satteldächern überdeckt und in den Kreuzpunkten mit Aufbauten bekrönt sind. Die Pavillons selbst sind durch Emporheben des Mittelteils basilikal ausgestaltet. Gitterträger stützen die Pultdachflächen und verbinden die inneren Säulen, wobei sie gegen letztere durch schmiedeiserne Kopfbänder versteift sind. Die Außenwände sind im unteren Teil vermauert, darüber verglast. Das Satteldach der überdeckten Zwischenwege ruht auf schmiedeisernen halbkreisförmigen Tragebögen.

Nach dem Vorbild der Pariser Hallen waren auch die ersten Berliner Markthallen in der Karlstraße angelegt⁴⁾.

II. Zentralbauten.

a) Kuppeln⁵⁾.

An einem Zentralbau feierte das Eisen u. zw. als Gußeisen seinen ersten großen Triumph im Hochbau, nämlich im Jahre 1811, als die von Bélanger entworfene 40 m weite Kuppel über der Kornhalle⁶⁾ zu Paris fertiggestellt wurde. Für diese hatte schon Rondelet im Jahre 1803 zum Ersatz der abgebrannten, nach dem System des Philibert de Lorme konstruierten Holzkuppel einen Entwurf in Schmiedeisen aufgestellt, welcher aber nicht verwirklicht worden war⁷⁾. Das Gerippe der ausgeführten Kuppel besteht aus 51 eisernen Sparren, die durch horizontale Ringe verspannt werden. Über die so gebildeten einzelnen Gefache legt sich ein leichtes

schmiedeisernes Gitter, welches die Kupfereindeckung aufnimmt. Das Eisenwerk selbst blieb zwar nach außen hin nicht sichtbar, doch stellte die Kuppel trotzdem einen wichtigen Fortschritt in der Eisenbauweise dar, zumal ihre Einzelteile nicht mehr wie bei den bisherigen kleineren Ausführungen vorwiegend nach dem praktisch-konstruktiven Gefühl bemessen, sondern zum ersten Male rein durch statische Berechnung ermittelt worden waren. Trotz dieses Erfolges begegnete jedoch die rechnerische Vorausbemessung noch sehr lange großem Mißtrauen, ja sogar heftigen Angriffen, und sie konnte sich daher nur Schritt für Schritt ihr Feld erobern. Dann aber trat sie als treue Gehilfin dem entwerfenden Künstlergeist und dem selbständig vorauseilenden statischen Gefühl nachprüfend und regelnd zur Seite, um das vom schaffenden Meister innerlich erschaute Bild in ein zuverlässiges Wirklichkeitsbild zu übersetzen. Dadurch wurde sie zu einer gestaltenden Kraft, die zwar der Phantasie gewisse Grenzen zog, aber andererseits zu einer sachlichen Auffassung vom Wesen des Baues führte, indem sie auf die Eigenschaften des Baustoffs in erhöhtem Maße Bedacht zu nehmen zwang.

Wirkungsvoll und konstruktiv kühn war die freiliegende, verglaste Gußeisenkuppel, mit der 1852–53 der 30,40 m große Lichthof der alten Börse zu Antwerpen überdeckt wurde⁸⁾. Sie trug in der Mitte einen 19 × 14 m großen Laternen-Aufbau, und war mit verstreuten Eisenringen derart umfaßt, daß sie sich ohne Inanspruchnahme des umgebenden Mauerwerks aufrecht erhielt. Leider fiel sie bald einer Feuersbrunst zum Opfer, was um so mehr zu bedauern ist, als die Kuppel eine der letzten größeren Bauausführungen rein aus Gußeisen darstellte: Es wäre aus späterer Zeit (1850) nur noch die gußeiserne Schutzkuppel der Nikolaikirche in Potsdam (Abb 203) zu nennen⁹⁾.

Kuppelkonstruktionen aus Schmiedeisen wurden 1828 von Moller über dem Ostchor des Doms zu Mainz¹⁰⁾ nach dem Vorbild der Pariser Kornhallenkuppel, und von Arnould über dem Mittelteil der Fruchthalle in Alençon¹¹⁾ ausgeführt. Der mit Oberlicht versehene 14,37 m weite Speisesaal des Schlosses zu Wiesbaden¹²⁾ (1839) erhielt sogar eine Doppelkuppel und ebenso über quadratischem Grundriß von 17 m Seitenlänge der Pavillon Denon im Louvre zu Paris¹³⁾.

Wichtig wurde das Eisen für Sternwarten zur Herstellung drehbarer Kuppeln¹⁴⁾, wie sie bereits während der vierziger Jahre in Athen und Berlin entstanden.

Nach neuen konstruktiven Grundsätzen, mit lediglich in die äußere Mantelfläche gelegtem Tragewerk wurden von Schwedler die nach ihm benannten räumlichen Kuppeln¹⁵⁾ praktisch und theoretisch entwickelt. Auf die erste Ausführung dieser Art, die Kuppel über dem Gasbehälter der Holzmarktstraße in Berlin mit 30,9 m Durchmesser (1863) folgten zahlreiche sonstige Gasbehälter, z. B. am

¹⁾ Hütte 1909, Teil III, S. 771.

²⁾ Ebenda, S. 772, Abb. 22.

³⁾ Zeitschr. f. Bauwes. 1853, S. 593. Nouv. annales de la constr. 1856, S. 1, Taf. 1–2.

⁴⁾ Zeitschr. f. Bauwes. 1866, S. 447. 1867, S. 231.

⁵⁾ Betr. Durchmesser der bedeutendsten eisernen Kuppeldächer s. Daub, Die Vergangenheit des Hochbaues, S. 198.

⁶⁾ Rondelet, Kunst zu bauen, Taf. CLXIV.

⁷⁾ Ebenda, Tafel CLXIII.

⁸⁾ Vierendeel, Constr. arch., Taf. 9, 10.

⁹⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1852. Atlas Bl. 31–33.

¹⁰⁾ Heinzerling, Hochb. mit eis. Zelt- u. Kuppeldächern, Heft 3, Taf. 1, Fig. 15–27.

¹¹⁾ Nouv. annales de la constr. 1866, S. 33. Taf. 11–12.

¹²⁾ Allgem. Bauzeitg. 1845, S. 265, Taf. DCLXXXIV.

¹³⁾ Nouv. annales de la constr. 1864, S. 206, Taf. 41–42.

¹⁴⁾ Allgem. Bauzeitg. 1846, S. 130, Atlas Bl. 34.

¹⁵⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1863, S. 151, Atlas Bl. 25. 1866, S. 7, Atlas Bl. 10–13.

Hellweg in Berlin (40,79 m Durchmesser), dann Lokomotivschuppen u. zw. entweder mit einem Mittelraum, der von einem Kreis-Pultdach umzogen war, wie 1863 in St. Johann, 1868 in Görlitz¹⁾ und 1869 in Hannover²⁾, oder mit einheitlich freiem Gesamtraum, wie 1872/73 mit 55 m Weite in Magdeburg³⁾. Die Schwedlerschen Kuppeln gaben u. a. 1871–73 die Anregung zur Überdeckung des Vierordbades in Karlsruhe⁴⁾ (12 m), dann späterhin zu einem Panorama in München (38,4 m Durchmesser), sowie zu Gasbehältern in Erdberg bei Wien (64,52 m) und in der Fichtestraße in Berlin⁵⁾ (54,9 m) (Abb. 187). Ebenfalls nach Schwedler'scher Art wurde 1878 die Turmpyramide der Petrikirche in Hamburg⁶⁾ und neben vielen sonstigen Bauten die Kuppel über dem Zirkus Stosch-Sarrasani in Dresden⁷⁾ ausgeführt.

Durch ihre klare Anlage und ihre großen und eleganten Verhältnisse zeichnet sich die Kuppel des Hippodrome de l'Alma in Paris (1877–78)⁸⁾ aus. Sie erhielt 102,50 m Länge und 66,50 m Breite, und ihr ganzer Mittelteil wurde durch eine bei gutem Wetter leicht zur Seite zu schiebende Laterne überdeckt. Noch selbständiger entwickelte sich das Eisen am königlichen Wintergarten zu Laeken⁹⁾ (1879), der sich in runder Glockenform, ohne senkrechten Unterteil unmittelbar vom Boden erhebt. Der Mittelteil von 41,25 m Durchmesser und 25,65 m Höhe ruht auf einer dorischen Säulenstellung aus Stein, und daran schließt sich ein ringsum laufendes niedriges Seitenschiff von 7,9 m Breite. Der Gesamtdurchmesser beträgt also rund 57 m. Daß äußere Streben nur scheinbar den Mittelteil in einer an das gotische Strebesystem erinnernden Weise abstützen, tatsächlich aber eine Verglasung tragen, während der Schub des Mittelteils durch einen besonderen Fußring abgefangen wird, ist leider ein Mangel an Folgerichtigkeit an dem sonst tüchtigen Bauwerk.

Eigenartig ist die Kuppel der Getreidehalle zu Leeds¹⁰⁾ in England, die in Gestalt eines halben Rotations-Ellipsoids von 39 resp. 26,7 m Achsenlänge durch 19 elliptische Längsbögen und 27 kreisförmige Querbögen gebildet wird.

Bedeutende Abmessungen hat das ursprünglich für die Vorführungen von Barnum bestimmte größte Londoner Konzertlokal, die Albert-Halle¹¹⁾, erhalten, deren Grundriß einer Ellipse ähnelt. Die Konstruktion besteht aus 30 radialen Bindern, die sich gegen einen Fußring und einen Laternenring legen, und oben das Außendach, unten die gewölbte Decke des gänzlich freien imposanten Innenraums tragen.

Neuere zentrale Raum-Überdeckungen finden wir in der glockenförmigen Rundhalle, welche 1894 mit 24,2 m äußerem Gesamtdurchmesser für die Industrie-Ausstellung zu Lyon errichtet wurde¹²⁾, dann in den Kuppeln über der Zirkus Maatschappij-Arena in Amsterdam (34,35 m) sowie

über den Musikhallen in Wigan¹⁾ (34 m) und in Glasgow (42,6 m weit, 18,9 m hoch); letztere wurde im Jahre 1901 für die internationale Ausstellung aus 24 radialen, unter sich verstreuten Sparren erbaut²⁾.

Ähnlich wie an der Albert-Halle hat man vielfach größere Säle, Lichtböfe usw. zum Zweck zentraler Oberlicht-Beleuchtung mit einer doppelt verglasten Kuppel ausgestattet. Die obere Glaseindeckung tritt dabei entweder nach außen architektonisch in die Erscheinung, wie am Reichstagsgebäude³⁾ und an der Kaiserl. Landesbibliothek in Straßburg (Abb. 194), oder sie ist lediglich konstruktiv angeordnet, ohne in der Front-Architektur sichtbar zu werden, wie dies 1877–81 am Kunstgewerbe-Museum in Berlin, an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, im Warenhaus Wertheim⁴⁾ in Berlin u. a. m. geschehen ist. In beiden Fällen dient als eigentliche Raumdecke eine zweite, an der Unterseite des Eisengerüsts angebrachte Verglasung, die dekorativ gemustert oder in Farben gehalten wird, und auch bei Nacht, wenn zwischen beiden Verglasungen elektrische Lampen angebracht werden, als Lichtspender zu dienen vermag. Die Eisenkonstruktion selbst kommt dabei künstlerisch nicht zur Geltung, so daß ein weiteres Eingehen auf sie hier nicht vonnöten ist. Sie wird nur mittelbar von Bedeutung, da große Glasflächen ohne eisernes Tragwerk konstruktiv eben nicht zu denken sind und äußere verglaste Schutzkuppeln schon durch ihre Gestalt einen architektonischen Anspruch erheben dürfen.

Dagegen ist über der großen Halle des Magasins du Printemps in Paris die Glasdecke von unten her sichtbar gestützt, indem die tragenden Teile der Glasdecke mit den Füßen auf Konsolen, im übrigen auf Bogenträgern aufrufen⁵⁾.

Andererseits entstanden vielfach Kuppeln, die ihr Eisenwerk nicht einmal mittelbar nach einem überdeckten Raum zu künstlerisch wirken ließen, sondern die hauptsächlich nur den Zweck hatten zur Unterstützung einer Steinarchitektur einen künstlerischen Gedanken zum Ausdruck zu bringen und durch ihre Form die Gesamterscheinung eines Bauwerks zu beherrschen. Dieser Art sind die rund 13 m weite und 10 m hohe Zwiebelkuppel der Synagoge in Berlin (1863)⁶⁾, die 18,8 m weite Kuppel über der Pfarrkirche in Fünfhaus bei Wien⁷⁾ (1875) und die 34,96 m weite Kuppel der Kirche zu St. Blasien in Baden⁸⁾ (1876); dann aus neuerer Zeit die Kuppeln des Doms in Berlin, und der Kirche auf dem Zentralfriedhof in Wien⁹⁾ sowie die aus Dreigelenkbögen zusammengesetzte 17,5 m weite und 19,5 m hohe Kuppel¹⁰⁾ einer Zigarettenfabrik zu Dresden.

¹⁾ The Builder 1909, S. 128.

²⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 1657. Engineering 1901, S. 570 mit Abb. auf S. 568, 569.

³⁾ Zeitschr. d. Arch.-u. Ing.-Ver. z. Hann. 1895, S. 359. Tafelbeilage Bl. 17.

⁴⁾ Abb. s. Archit. Rundschau 1905, Taf. 92.

⁵⁾ Abb. s. Fortschritte a. d. Geb. d. Arch. Ergänzungsheft Nr. 2 z. Hdb. d. Arch. (Verglaste Decken u. Deckenlichter) S. 44, Fig. 73.

⁶⁾ Zeitschr. f. Bauwesen, 1866, S. 32, Atlas Bl. 14.

⁷⁾ Allgem. Bauzeitg. 1875, S. 59, Taf. 61–64.

⁸⁾ Heinzerling, Hochb. m. eis. Zeit- u. Kuppeld., Heft 3, Taf. 4.

⁹⁾ Der Eisenbau 1910, S. 49.

¹⁰⁾ Foerster, Die Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 607, Taf. XXVI.

¹⁾ Allgem. Bauzeitg. 1868/69, S. 302, Taf. 72.

²⁾ Zeitschr. d. Arch.-u. Ing.-Ver. zu Hannover 1870, S. 355, Abb. Bl. 479–81.

³⁾ Ebenda, 1876, S. 533.

⁴⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1874, S. 123.

⁵⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1876, S. 179.

⁶⁾ Ebenda, 1883, S. 165 und Atlas Bl. 37–39.

⁷⁾ Deutsche Bauzeitg. 1913, S. 121.

⁸⁾ Vierendeel, Constr. arch., Taf. 34, 35.

⁹⁾ Vierendeel, Constr. arch., Taf. 56–59.

¹⁰⁾ Ebenda, Taf. 69.

¹¹⁾ L. Mertens, Eis. Dächer u. Hallen in England, Taf. 5.

¹²⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 525.

b) Zeltdächer.

Unter den ersten schmiedeisernen Zeltdächern sind die Turmspitzen der Werder'schen Kirche in Berlin (1843), die drei Vorderfronttürme der Klosterkirche ebenda¹⁾ (1842—44) und die 17,26 m hohe Spitze der evangelischen Kirche in Eupen²⁾ (1850—54) hervorzuheben. Etwas später, 1864, folgte das Turmdach der Petrikirche in Berlin (33,58 m hoch) und der eiserne Dachstuhl über einem Eingangsturm des von Violet-le-Duc restaurierten Schlosses Pierrefonds³⁾.

Neuere Turmdächer sind an der Marienkirche in Hannover von Müller-Breslau, der Jakobikirche in Stendal und der lutherischen Kirche in Wilhelmshaven zu verzeichnen⁴⁾.

Ein Zeltdach hat auch der neue Gasbehälter in Berlin-Tegel erhalten⁵⁾.

Selbständige architektonische Zwecke im Sinne der künstlerischen Durchbildung eines sichtbar mit Eisen überdeckten Innenraums wurden bei allen diesen Bauwerken aber nicht verfolgt. Ebenso wenig geschah dies noch bei der sehr kühn und in großen Abmessungen, mit 107,8 m Spannweite von Scott Russel entworfenen Rotunde der Wiener Weltausstellung von 1873⁶⁾. Man hätte hier die prächtigste Gelegenheit gehabt, die architektonische Schönheit des Eisens zu offenbaren. Anstatt dessen schämte man sich des Materials und suchte man durch künstliche Verkleidungen und durch Bemalung den Eindruck eines Steinbaues zu erwecken, obwohl sich der unbefangene Beschauer sagen mußte, daß ein Steinbau in dieser Gestalt nicht auszuführen wäre. So fehlte die innere Wahrheit, die nun doch einmal zur Gestaltung eines echten Kunstwerks Bedingung ist, und das Bauwerk vermochte sich trotz seiner großen Abmessungen nicht zu der mächtigen Wirkung aufzuschwingen, die man nach seiner Grundanlage hätte erwarten dürfen.

Offen sichtbar, mit nicht verkennbarem architektonischem Zug blieb dagegen das eiserne Gitterwerk an den Zeltdächern des Zirkus Otto (Renz) in Berlin⁷⁾ (37,33 m) und des 1874—75 erbauten Zirkus Fernando in Paris⁸⁾ (Mittelteil von 22,5 m Durchmesser) sowie an zahlreichen Gewächshäusern z. B. am Palmenhaus in Herrenhausen bei Hannover (1879—80) (Abb. 171).

III. Vereinigungen.

Daß in Anbetracht des oft großen Bedarfs an überdeckter Fläche die einfache Längshalle oder der Zentralraum nicht immer genügen kann, darf uns nicht Wunder nehmen.

Das einfachste Verfahren, größere Räume zu schaffen, ergibt sich im Aneinanderfügen mehrerer gleichartiger Hallen, wie an den Bahnhofen zu Straßburg i. Els.⁹⁾ (Abb. 135), Münster

i. W. (Abb. 121) u. a. O. m. Handelt es sich um Werkstatt- oder Fabrikanlagen, für die nur eine geringe Höhe erforderlich ist, so genügt es einfache Dachbinder mit gelenkiger Verbindung zu mehreren nebeneinander zu schalten und ihnen geeignete Zwischenstützungen zu geben. Auch der Gedanke des Auslegerträgers läßt sich nutzbar machen, wie dies an der Wagenreparatur-Werkstatt Recklinghausen-Ost¹⁾ geschehen ist. Die Teildächer selbst können entweder symmetrische Satteldächer sein oder unsymmetrische Säge-(Shed-)Dächer, wie an der Hauptmarkthalle Friedrichstadt zu Dresden und an dem Lokomotiv-Montierungs-Gebäude der Zentralwerkstätte in Nürnberg²⁾.

Etwas mehr Gliederung des Gesamttraums gibt die Wahl eines großen Mittelschiffs mit gleichlaufenden niedrigeren Nebenhallen, also eine basilikale Anordnung, zu der man den Bahnhof der Dearborn-Straße in Chicago³⁾, den Kunstpalastraselbst (1893), die Hauptbahnhofshallen in Dresden-Alstadt⁴⁾ (1898) (Abb. 131) und Köln a. Rh.⁵⁾ und die Ballonhalle in Fort Omaha (Nebraska)⁶⁾ rechnen kann. In Dresden wird allerdings die Einheitlichkeit der Gesamt-raumwirkung durch die verschiedene Höhenlage des Fußbodens in hohem Maße gestört.

Als große Einräume, die eine Verschmelzung einfacher Raumelemente darstellen, treten uns viele der größeren Gewächshaus-Anlagen, wie in Bonn (Abb. 174), Schönbrunn (Abb. 169) und Herrenhausen bei Hannover (Abb. 171) entgegen; ebenso manche Ausstellungshallen u. dergl., wie das neuerdings beseitigte Pergamon-Museum in Berlin⁷⁾; letzteres war so überdeckt, daß ein auf vier eisernen Säulen gelagerter kräftiger Fachwerksrahmen von außen her bogenförmige Halbbinder aufnahm und über seinem Innern ein Zeltdach von 25,0 × 22,5 m Größe trug. Kreuzgewölbartige Bildungen zeigen die Bahnhofshalle in Hannover und die Endstation für die Pennsylvania-Eisenbahn (Abb. 150) in New-York⁸⁾. Einem großen Gesamttraum, dessen Überdeckung sich aus Kuppeln und Tonnenformen zusammensetzt, begegnen wir u. a. am Vestibule d'Jéna⁹⁾ auf der Pariser Weltausstellung von 1878 und im Jahre 1900 am Grand Palais Des Beaux Arts¹⁰⁾ ebenda. An die großen einschiffigen Jesuitenkirchen mit anschließenden Seitenkapellen erinnerte, ebenfalls auf der Pariser Weltausstellung von 1900, Gautier mit seinen mächtigen spitzbogigen Gewächshallen, an deren Längsseiten sich beiderseits je 7 Halbkreisnischen mit Viertelkugel-Überdeckung schlossen (Abb. 172). Ähnlich fügen sich im neuen

¹⁾ Foerster, Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 812, Taf. XXXII.

²⁾ Ebenda, S. 377, Taf. VII und Fig. 548.

³⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1416.

⁴⁾ Foerster, Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 516, Taf. XVIII, Abb. 1.

⁵⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1898, Bl. 50.

⁶⁾ Engineering Record 1909, S. 637.

⁷⁾ Foerster, Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 635, Taf. XXVII.

⁸⁾ Deutsche Bauzeitg. 1910, S. 845. Scientific American 1910, S. 399. Glasers Annalen f. Gew. u. Bauwes. 1912, S. 67. Zentralbl. d. Bauverwltg. 1906, S. 620, 632.

⁹⁾ Deutsche Bauzeitg. 1878, S. 398, 399. Nouv. ann. de la constr. 1878, S. 2, Taf. 1—2.

¹⁰⁾ Handb. d. Archit. 4. Teil, 6. Halbbd., 4. Heft.

¹⁾ Abb. s. Zeitschr. f. Bauwesen 1860, S. 482, Atl. Bl. 51.

²⁾ Ebenda, Atlas Bl. 53.

³⁾ Allgem. Bauzeitg. 1865, S. 100.

⁴⁾ Brandt, Lehrs. d. Eisenkonstr., S. 639 u. f.

⁵⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1805.

⁶⁾ Zeitschr. d. österr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1873, S. 137. Engineering 1873, Bd. 15, S. 159, 220, Tafelbeilagen.

⁷⁾ Brandt, Lehrs. d. Eisenkonstr. 1876, S. 536. Zeitschr. f. Bauwesen. 1860, S. 7, Atlas Bl. 1—4.

⁸⁾ Nouv. annales de la constr. 1876, S. 137.

⁹⁾ Zentralbl. d. Bauverwaltg. 1883, S. 302, 361.