



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

3. Entwicklung der Hängebrücken

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

Zusammenstellung 12. Brücken mit gegliederten Bogenträgern oberhalb der Fahrbahn.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite		
1	Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Hamburg	1868—72	7	99,0	Lohse	Harkort in Duisburg
2	Straßenbrücke über die Norderelbe bei Hamburg	1884—87	3	101,0	Meyer, Gleim, Engels	Harkort
3	„ „ „ Süderelbe bei Harburg	1897—99	4	100,96	Gustavsborg	Werk Gustavsborg (M. A. N.)
4	„ „ „ Mosel b. Traben-Trarbach	1898—99	6	31,70	Harkort, Schneider, Möhring	Harkort
5	Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms	1898—1901	2	64,35	Harkort, Schneider, Frenzen	Harkort
			2	54,45		
			1	116,80		
			2	102,20		
			17	34,50		
6	Straßenbrücke über die Elbe bei Magdeburg	1899—1901	1	135,00	Union, Eberlein	Union in Dortmund
7	„ „ „ Weser bei Beverungen	1901	2	64,4	Klönne in Dortmund	Klönne in Dortmund
			1	69,0		
8	„ „ „ Havel bei Spandau	1901—03	2	65,87	Harkort, Schneider	Harkort
			1	75,28		
9	Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz (Kaiserbrücke)	1902—03	2	116,80	Gustavsborg und Union	Werk Gustavsborg und Union in Dortmund
			2	107,20		
			1	93,80		
			6	39,20		
10	„ „ über den Main bei Hochheim	1902—03	2	80,0	Harkort	Harkort
			2	57,0		
11	„ „ „ Neckar b. Heidelberg	1904—06	3	49,68		
			1	70,56	Lucas	Klönne
12	Straßenbrücke über die Memel in Tilsit	1904—07	1	27,72		
			3	105,60	Kersjes, Tincauzer, Anderson	Beuchelt & Co., Grünberg
			1	49,28	Eilers in Hannover	Eilers in Hannover
13	„ „ „ Fulda in Kassel	1907—08	1	84,40	Königl. Eisenbahndirektion Cöln und Geh. Baurat Schwechten	Union in Dortmund
14	Südbrücke über den Rhein bei Cöln (Eisenbahnbrücke)	1906—10	1	165,00		
			2	101,50		
			3	56,00		
15	Hohenzollernbrücke über den Rhein bei Cöln (Eisenbahn- u. Straßenbrücke)	1907—11	1	118,88	desgl.	Harkort und Werk Gustavsborg (M. A. N.)
			1	167,75		
			1	122,56		

Abbildungen im Atlas: Nr. 2: 55. Nr. 4: 74. Nr. 5: 67. Nr. 6: 68. Nr. 8: 83. Nr. 9: 73.

Literatur: Zu Nr. 1: Z. f. B. 1885, S. 79 u. 177.

Zu Nr. 2: Z. f. B. 1890, S. 219 u. 333.

Zu Nr. 3: Z. d. B. 1897, S. 134, 142, 158; 1899, S. 477. Z. d. V. d. Ing. 1897, S. 616, 1101, 1185, 1385, 1410, 1439.

Zu Nr. 4: Z. d. B. 1898, S. 71 u. 219.

Zu Nr. 5: Z. d. V. d. Ing. 1900, S. 216. D. B. 1900, S. 585. Z. d. B. 1896, S. 366, 375, 401, 426.

Zu Nr. 6: Z. d. B. 1900, S. 14, 25, 41.

Zu Nr. 8: Z. f. B. 1904, S. 65.

Zu Nr. 9 u. 10: Festschrift über die Umgebungsbahn Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines; bearbeitet unter Benutzung des amtlichen Materials von dem bauleitenden Beamten Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor Merkel in Mainz. Auszug hieraus Z. d. B. 1904, S. 221. D. B. 1903.

Zu Nr. 11: D. B. 1907, S. 378, 385, 402, 407, 418.

Zu Nr. 12: Z. d. B. 1907, S. 573. D. B. 1907.

Zu Nr. 13: Z. d. B. 1907, S. 65. D. B. 1907, S. 50 u. 70.

Zu Nr. 14 u. 15: Die Rheinbrücken bei Cöln. Nach amtlichen Quellen bearbeitet von Regierungs- und Baurat Beermann.

nicht unerheblicher Mehraufwand an Eisen, nämlich für das Zugband, entgegensteht. — Wie dem auch sein mag, jedenfalls ist der Bogenträger mit aufgehobenem Horizontalschub etwa seit Beginn des neuen Jahrhunderts für den deutschen Brückenbau tonangebend geworden, wenigstens soweit größere Bauwerke in Frage kommen, bei denen man auf eine gewisse ästhetische Wirkung Wert legen zu müssen glaubte. Beispiele der genannten Trägerart sind in der Zusammenstellung 12 aufgeführt (Nr. 3—15).

In einigen Fällen hat man neuerdings derartige Bogenträger über mehrere Öffnungen durchlaufend angeordnet und hierbei an geeigneten Stellen Gelenke eingelegt. Diese Bauart ist zuerst von der Gesellschaft Harkort in Duisburg

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

bei dem Wettbewerb um die neue Neckarbrücke in Mannheim vorgeschlagen worden, ausgeführt dagegen erst bei der Havelbrücke bei Spandau (Zusammenstellung 12, Nr. 8).

3. Entwicklung der Hängebrücken.

Die Bauart der Hängebrücken ist ihrem Grundgedanken nach uralt. Wahrscheinlich sind die ältesten Brücken, die es überhaupt gegeben hat, als Hängebrücken gebaut; wenigstens gehören alle in vorgeschichtlicher Zeit erbauten Brücken, von denen wir Kenntnis haben, zu dieser Klasse. Die ersten Übergänge zwischen weiten und tiefen Schluchten wurden mit Hilfe von Seilen hergestellt, auf denen die Bahn für Fußgänger und Lasttiere unmittelbar befestigt war. Die Seile waren zuerst aus Pflanzenfasern gebildet. Eiserner

Ketten wurden für Brücken zuerst in China und Tibet verwendet.

Wesentliche Fortschritte gegenüber diesen noch sehr kunstlosen Anfängen zeigten die in Nordamerika gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts erbauten Hängebrücken. 1796 stellte James Finley eine Kettenbrücke von etwa 22 m Weite her und erhielt 1801 ein Patent auf die von ihm erfundene Bauart. Nach diesem Patent sollen bis 1808 40 Brücken erbaut sein. Später verwandte man anstatt der Ketten Drahtseile.

Weitere Fortschritte im Bau von Kettenbrücken wurden in England zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts gemacht. Der Ingenieur Samuel Brown führte an Stelle der gewöhnlichen Kettenglieder einfache Stäbe von ovalem oder rechtwinkligem Querschnitt ein, die an ihren Enden Augen hatten und durch Kuppelstücke und Bolzen oder sonstwie miteinander verbunden wurden. Er erhielt 1818 ein Patent auf seine Erfindung. Die größte von ihm ausgeführte Brücke war die im Jahre 1818 erbaute Brücke über den Tweed bei Norhamford, als Verbindungsglied zwischen England und Schottland, „Unionbrücke“ genannt.

In Deutschland wurde die erste Kettenbrücke in den Jahren 1823–24 von dem Ingenieur Schnirch über einen Arm des Marchflusses bei Straßnitz gebaut. Bald darauf folgten die Sophienbrücke über den Donaukanal in Wien (1825) und die Egerbrücke bei Saaz in Böhmen (1827).

Drahtkabel wurden zuerst in Nordamerika für Hängebrücken verwendet. Wohl das erste derartige Bauwerk ist der 1816 von White und Hazard erbaute Hängesteg über den Schuylkillfall bei Philadelphia (124 m Weite).

Die erste europäische Drahtkabelbrücke ist die Brücke von St. Antoine in Genf, die 1822–1823 durch den Oberstleutnant Dufour erbaut wurde. Sie enthält zwei Öffnungen von 40 m Stützweite. Bald darauf erbaute Seguin 1824 bis 1825 die Brücke über die Rhone zwischen Tain und Tournon, die zwei Öffnungen von je 85 m Weite besaß. In wenigen Jahren (bis 1830) entstanden sieben weitere Kabelbrücken über die Rhone. Bei diesen fehlten noch Längs- und Querverbände, obgleich schon Seguin den Zweck und die Wirkung des Versteifungsbalkens richtig erkannt hatte.

Die Drahtkabelbrücken fanden nach diesen Anfängen rasch Verbreitung in Frankreich und der Schweiz.

In Paris entstanden 1833–1842 die ersten Kabelbrücken über die Seine. Die meisten dieser Bauwerke hatten aber nur eine kurze Lebensdauer.

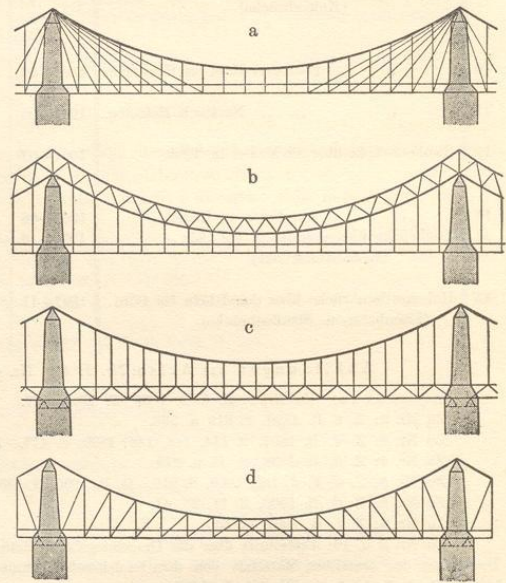
Die älteren, in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts erbauten Ketten- und Drahtkabelbrücken sind vorwiegend sogenannte unverteifte Hängebrücken, während in der zweiten Hälfte fast nur noch versteifte Brücken gebaut wurden. Diese Unterscheidung ist jedoch nicht ganz scharf. Denn bei den besser ausgebildeten und größeren von jenen älteren Brücken waren zum Teil schon Vorkehrungen getroffen, um die bei einseitiger Verkehrsbelastung eintretenden Formänderungen der an biegsamen Kabeln oder Ketten aufgehängten Fahrbahn möglichst zu vermindern und unschädlich zu machen. Solche Mittel waren kräftige, hohe Geländer und starke durchgehende Fahrbahn-Längsträger.

Die nachfolgende Zusammenstellung 13 (S. 19) enthält

einige der bedeutendsten Ketten- und Drahtkabelbrücken aus der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts.

Kettenbrücken sind in diesem Zeitraume hauptsächlich in Großbritannien, Österreich und Rußland gebaut worden, Drahtkabelbrücken dagegen zunächst vorwiegend in Nordamerika. Diese Bauart wurde dann durch Seguin den Älteren in Frankreich eingeführt, wo sie schnell eine sehr weite Verbreitung erhielt. In Deutschland sind Hängebrücken überhaupt nur in sehr geringer Zahl gebaut worden.

Die Mängel, die an den zahlreichen älteren unverteiften oder unzureichend versteiften Hängebrücken sich fast regelmäßig gezeigt hatten, führten allmählich zur Einführung besonderer und nachhaltiger wirksamer Mittel zur Versteifung der Fahrbahn. In der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts wurden zu diesem Zwecke folgende Anordnungen ausgeführt:



2. Versteifte Hängebrücken.

- a) Schrägketten oder Schrägkabel, die von den Pylonen nach einzelnen Punkten der Fahrbahn geführt sind;
- b) Anordnung zweier übereinander liegender Ketten oder Gurtungen, die durch Füllungsstäbe verbunden und so zu mehr oder weniger steifen Fachwerken ausgebildet wurden (Doppelketten oder Versteifungsbalken als Hängegurtung);
- c) Versteifungsträger, die ungefähr in der Höhe der Fahrbahn angeordnet sind;
- d) Hängefachwerk, d. i. eine Bauart, bei der eine Hängegurtung und eine in Höhe der Fahrbahn liegende Gurtung vorhanden ist. Beide sind durch Füllungsstäbe zu fachwerkartigen Scheiben miteinander verbunden.

Die unter a–d genannten Arten der Versteifung sind ungefähr in der durch die Buchstaben angedeuteten Reihenfolge ausgeführt worden; sie sollen auch in dieser Reihen-

Zusammenstellung 13. Ältere „unversteifte“ Ketten- und Drahtkabelbrücken aus der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts.

Nr.	Brücke	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Pfeilverhältnisse	Entwurf-Verfasser
			Zahl	Grösste Stützweite		
1	Brücke über die Menai-Meerenge bei Bangor	1819—26	1	176,5	1 : 13,5	Telford
2	Brücke üb. d. Conway-Fluß bei Schloß Conway	1822—26	1	98,0	1 : 14,6	Telford
3	Hammersmithbrücke üb. die Themse b. London	1824—27	3	128,7	1 : 14,3	Clark
4	Brücke üb. den South-Esk-Fluß bei Montrose in Schottland	1828—29	1	122,0	1 : 7	Buchanan
5	Dordognebrücke bei Cubzac ¹⁾	1827—39	5	109,0	1 : 10	Martin, de Verges, Quénot
6	Brücke über das Saane-Tal bei Freiburg in der Schweiz	1832—34	1	273,0	1 : 14,1	Chaley
7	Brücke über die Gotteron-Schlucht bei Freiburg in der Schweiz	1834—40	1	227,0		Chaley
8	Maria Theresa-Brücke über den Po in Turin	1840	1			Lebaitre
9	Brücke über die Ruhr in Mühlheim	1842—44	3	97,6	1 : 14	Malberg
10	Brücke über die Donau in Budapest	1839—45	3	202,4	1 : 14	Clark
11	Clifton-Brücke über den Avon bei Bristol	1840—64	1	214,0	1 : 14	Brunel und Hawkshaw

Abbildungen im Atlas: Nr. 1: 86. Nr. 10: 87. Nr. 11: 89.

¹⁾ Allgemeine Bauzeitung 1845, S. 91. Nr. 1—4, 9—11 sind Kettenbrücken, Nr. 5—8 Drahtkabelbrücken.

folge besprochen werden, wenn auch in einzelnen Fällen ältere Bauarten noch später angewandt wurden.

Die Anordnung der Schrägketten oder Schrägseile ist ihrem Grundgedanken nach sehr alt; sie war schon 1784 in einer Schrift von Imanuel Löscher in Freiburg vorgeschlagen worden. Ausgeführt ist sie zuerst von Samuel Brown bei der Kings-Meadow-Brücke über den Tees bei Peebles 1817 und bei der von John und William-Smith 1817—18 erbauten Fußgängerbrücke über den Tweed bei Dryburg-Abbey.

In etwas eigenartiger Weise wurde der Grundgedanke der Schrägketten von Ordisch und Lefevre bei der Franz-Josef-Brücke über die Moldau in Prag angewandt. Alle derartigen älteren Ausführungen haben sich jedoch nicht bewährt.

Eine sehr wichtige Rolle spielten schräge, von den Pylonen nach der Fahrbahn gespannte Verbindungen bei den Drahtkabelbrücken Nordamerikas. Dort war nach den ersten oben erwähnten Anfängen im Bau derartiger Brücken ein Stillstand eingetreten. In den vierziger Jahren wurden jedoch die inzwischen bei den vielen französischen Brücken gemachten Erfahrungen durch den Franzosen Charles Ellet nach Amerika übertragen. Sein bedeutendstes Werk war die 1847 erbaute Drahtkabelbrücke über den Ohio bei Wheeling. Sie wurde 1854 durch einen Sturm zerstört, aber 1856 wieder aufgebaut. Die Weite der Mittelloffnung beträgt 308 m. Später baute er die erste Kabelbrücke über die Niagarafälle (1849). Über beide Brücken vergl. allgem. Bauzeitg. 1852, S. 208 und 215.

Eine Reihe der großartigsten Drahtkabelbrücken Nordamerikas stammt von John Röbling (geboren den 12. Juni 1806 in Mühlhausen in Thüringen).

Röblings Brücken unterscheiden sich von dem französischen System in drei Punkten:

1. An Stelle der vielen kleinen, getrennten Kabel vereinigte er diese zu einer möglichst geringen Zahl großer zusammenhängender Kabel.
2. Er sah ein, daß Kabel, welche am Ufer in einer ge-

raden, oder beinahe geraden Linie hergestellt und dann in einer Kurve aufgehängt werden, mangelhaft sein müßten, weil die gleichmäßige Verteilung der Spannungen nicht gewährleistet wurde. Er erfand deshalb das „Luftspinnverfahren“.

3. Er versteifte die Brückenbahn mittelst „stays“ d. h. Tauen, die diagonal von dem oberen Ende der Pfeiler nach verschiedenen Punkten der Brückenbahn gestreckt werden. Die zuletzt erwähnte Anordnung ist jedoch wie oben erwähnt, bereits bei einigen älteren Brücken ausgeführt worden.

Die bedeutendsten Bauwerke Röblings sind in der nachfolgenden Zusammenstellung aufgeführt:

Zusammenstellung 14. Bedeutendste Drahtkabelbrücken Röblings.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Pfeilverhältnisse
			Zahl	Stützweite	
1	Niagarabrücke	1851—55	1	250,0	1 : 15,2
2	Ohio-Brücke in Cincinnati	1856—57	1	322,0	1 : 11,9
3	Erste Eastriverbrücke	1870—83	1	487,7	1 : 10,0
			2	283,7	

Die unter Nr. 1 erwähnte Niagarabrücke war eine der wenigen Eisenbahnbrücken, die als Hängebrücken gebaut sind. Sie besaß zwei Fahrbahnen, die obere für den Eisenbahnverkehr, die untere für den Straßenverkehr. Zwischen beiden lagen Versteifungsträger aus Holz mit eisernen Zugstreben. Trotz einer erheblichen Verstärkung konnte sie auf die Dauer den wachsenden Anforderungen des Eisenbahnbetriebes nicht genügen und wurde deshalb 1897 durch eine eiserne Bogenbrücke ersetzt.

Auch die Ohio-Brücke zwischen Cincinnati und Covington (Nr. 2 der Zusammenstellung) hatte schon ursprünglich Versteifungsträger in der Höhe der Fahrbahn. Sie wurde

1895–99 durch Hildenbrand umgebaut und erhielt hierbei hohe, kräftige Versteifungsträger.

Die alte Eastriverbrücke (Nr. 3 der Zusammenstellung) war z. Zt. ihrer Entstehung die größte Brücke der Erde. Sie dient für den Verkehr von Straßenbahnen, Fußgängern und Straßenfuhrwerken. Auch diese Brücke hat Versteifungsträger in der Höhe der Fahrbahn.

Die Bedeutung der Rölblingschen riesenhaften Bauwerke beruht hauptsächlich in der Kühnheit der Entwürfe, der Tatkraft ihrer Ausführung und den oben Seite 19 unter 1 und 2 erwähnten Neuerungen.

Die Wiedereinführung der schräggespannten Versteifungsteile (stays) erwies sich jedoch als wenig zweckmäßig; diese Anordnung wurde daher später nicht mehr beibehalten.

Das zweite der oben Seite 18 erwähnten Mittel zur Versteifung von Hängebrücken bestand in der Anordnung von sogenannten Doppelketten, die durch Diagonalverbindungen zu einem mehr oder weniger steifen Fachwerk verbunden waren.

Doppelketten sind zuerst 1836–39 bei dem Bau der Kettenbrücke über die Weser bei Hameln durch den Hannoverischen Baurat Wendelstadt ausgeführt worden. Einige andere Brücken, bei denen diese Bauart angewendet wurde, sind: Aspernbrücke über den Donaukanal in Wien (1863–1864), Brücke im Zuge der siebenten Straße in Pittsburg (1884), Brücke im Zuge der Grand Avenue in Pittsburg (1890).

Auch diese Bauart scheint nur noch geschichtliches Interesse zu haben und wird gegenwärtig kaum mehr ausgeführt.

Der bei der Anordnung von Doppelketten zu Grunde liegende Gedanke, die Versteifung in unmittelbare Verbindung mit der Hängegurtung zu bringen, ist jedoch in etwas anderer Form bei der Point-Brücke über den Monongahela in Pittsburg ausgeführt. Diese wurde 1875–77 von Hemberle erbaut. Sie hat eine Öffnung von 244 m Stützweite und 26,84 m Pfeilhöhe; zur Versteifung dienen zwei einfache sichelförmige Balkenträger, die in der Mitte durch ein Gelenk mit einander verbunden sind.¹⁾

Ein Bauwerk, dessen Trägeranordnung auf einem ähnlichen Grundgedanken beruht, das aber in seiner äußeren Erscheinung gleichwohl ein gänzlich anderes Bild bietet, ist die 1886–94 erbaute Tower-Brücke in London. (Abb. 88.) Sie liegt von allen über der Themse erbauten festen Brücken am weitesten unterhalb. Da der Groß-Schiffahrtsweg seit Jahrhunderten an der alten, oberhalb liegenden Londonbrücke erst seine Grenze gefunden hatte, durfte er durch die Towerbrücke nicht gestört werden. Andererseits gestattet die Höhenlage der beiderseits anschließenden Straßen nicht, die Fahrbahn in einer für die Durchfahrt der Seeschiffe geeigneten Höhe anzuordnen. Man entschloß sich daher, für die Mittelöffnung eine bewegliche Brücke auszuführen. Die Seitenöffnungen sind durch statisch bestimmte steife Kettenfachwerke überbrückt, deren Züge durch ein zwischen den Mittelpfeilern angeordnetes Zugband aufgenommen werden. In der Höhe dieses Zugbandes liegt eine feste Brücke für den Fußgängerverkehr. Die Lichtweite der beiden Seiten-

öffnungen beträgt 82,30 m, die der Mittelöffnung 61 m. In den beiden Türmen führen Treppen und Aufzüge für den Fußgängerverkehr hinauf.

Der Entwurf ist von Sir Horace Jones und J. Wolfe Barry aufgestellt.¹⁾

Zweckmäßiger als derartige Ausführungen von versteiften Ketten ist die Anordnung von Versteifungsbalken in der Nähe der Fahrbahn (vergl. oben Seite 18 unter c). Diese Bauart ist bei größeren Kettenbrücken nur einmal ausgeführt, nämlich bei der 1898–1903 erbauten Elisabethbrücke über die Donau in Budapest (Stützweite 290 m).²⁾

Es gibt auch versteifte Hängebrücken, deren obere Gurtung nicht durch gelenkige Ketten, sondern durch gelenklose gekrümmte Stäbe, ähnlich wie die Gurtungen von Balkenbrücken gebildet sind. Als Beispiel hierfür sei erwähnt die Mühlentor-Brücke über den Elb-Trave-Kanal bei Lübeck. (Abb. 90.) Der Entwurf wurde von dem Oberbaudirektor Rehder in Lübeck aufgestellt; das Bauwerk wurde 1899 von der Gesellschaft Harkort in Duisburg ausgeführt. Es enthält drei Öffnungen; die mittlere hat eine Stützweite von 41,79 m, die beiden seitlichen von 19,66 m. Die Versteifungsträger liegen unter der Fahrbahn.

Von Drahtkabelbrücken mit Versteifungsträgern seien zunächst die oben Seite 19 angeführten, von Rölbling erbauten drei Brücken erwähnt. Außer diesen haben noch verschiedene Drahtbrücken Versteifungsträger erhalten. Wohl das bedeutendste unter den neueren Bauwerken dieser Art ist die Williamsburg-Brücke über den East-River in New York. (Abb. 91.) Der Entwurf ist von Buck aufgestellt; die Ausführung erfolgte 1896–1903 unter Leitung von Hildenbrand. Die Brücke enthält eine Hauptöffnung von 487,7 m Stützweite und zwei Seitenöffnungen von 181,1 m Stützweite. Eine Beschreibung findet sich in der Schrift von Hildenbrand „Die Hängebrücken von der ältesten bis zur neuesten Zeit“, New York 1905 (Vortrag). Das bei der Aufstellung angewandte Verfahren ist beschrieben in der Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1901, S. 317. Ein Bauwerk von ähnlichen Abmessungen ist die 1901–1910 gleichfalls nach einem Entwurfe von Buck erbaute Manhattan-Brücke über den East-River in New York. Die Stützweite der Mittelöffnung beträgt hier 448 m, die der beiden Seitenöffnungen 221 m.³⁾

Verhältnismäßig am seltensten von den oben Seite 18 erwähnten Hilfsmitteln zur Versteifung von Hänge-

¹⁾ Engineer 1889, I, S. 511 und 518; II, S. 138, 140, 179, 202, 212, 326, 329, 336. Engineering 1892, II, S. 380; 1894, I, S. 852. Eng. news 1894, I, S. 43. Builder 1894, S. 500. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1894, S. 410, (Aus diesem Artikel sind die vorstehenden Angaben entnommen.) 514 u. 544. Zentralbl. der Bauverw. 1882, S. 400; 1884, S. 505, 1886, S. 57, 73. Stahl und Eisen 1892, S. 1037–1040. Génie civil 1897, Bd. 31, S. 273, 337.

²⁾ Zentralbl. der Bauverw. 1894, S. 234, 295, 305, (322, 325, 342, 357, 361, 377, 436, 445) — Zeitschr. des österr. Ing. und Arch. Ver. 1904, S. 261, 277. — Schweiz. Bauzeitg. 1904, Bd. 44, S. 1. — Deutsche Bauzeitg. 1904, S. 97. — Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1894, S. 979, 1035, 1119, 1238; 1900, S. 558. — Zeitschr. des ungarischen Ing. u. Arch. Ver. 1895. — Die Eisenkonstruktion der Elisabethbrücke in Budapest. Ausgeführt in den Jahren 1898 bis 1903 von der Maschinenfabrik der Königl. ungarischen Staatsbahnen in Budapest. Budapest 1904.

³⁾ Eisenbau 1911, S. 157 und 205.

¹⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 378.

brücken ist das sogenannte „Hängefachwerk“ ausgeführt worden. Wohl die älteste Ausführung dieser Bauart ist die 1862 von Barlow erbaute Lambethbrücke über die Themse in London. Sie ist als Kabelbrücke ausgebildet und hat drei Öffnungen von je 82 m Stützweite.

Die meisten durch Hängefachwerk versteiften Brücken besitzen keine gelenkigen Ketten oder Kabel, sondern sind mit durchlaufenden steifen Gurtungen versehen, ähnlich denjenigen der Balkenbrücken. Ein in ästhetischer Hinsicht besonders bemerkenswertes Beispiel für diese Bauart ist der 1869 nach dem Entwurf von Schmick ausgeführte Kettensteg zwischen Frankfurt a. M. und Sachsenhausen.

In Deutschland scheint man dem Bau von Hängebrücken in neuester Zeit mehr Aufmerksamkeit als früher zuzuwenden. Ein bemerkenswertes Bauwerk, dessen Abmessungen im Vergleich mit den erwähnten amerikanischen Brücken freilich bescheiden sind, ist die 1908–1910 erbaute Kaiserbrücke in Breslau. (Abb. 94.) Sie hat biegsame Flacheisenketten mit unteren Versteifungsträgern. Die Stützweite der letzteren beträgt 114,00 m, die der Ketten 126,60 m. Der Entwurf ist von Regierungsbaumeister Dr. Ing. Weyrauch und Regierungsbaumeister Mayer aufgestellt. Der eiserne Überbau wurde von der Firma Beuchelt & Co., Grünberg in Schlesien, ausgeführt.¹⁾

Bei dem Wettbewerb für eine feste Straßenbrücke über den Rhein bei Köln im Jahre 1911 zeigte die überwiegende Mehrzahl der preisgekrönten und angekauften Entwürfe die Anordnung von Hängebrücken.²⁾

B. Konstruktionsformen des Eisens im Hochbau.

Die Verwendung des Eisens im Hochbau läßt sich nach verschiedenen Unterscheidungsmerkmalen einteilen, nämlich:

- a) Nach dem Zwecke, den die betreffenden Bauwerke zu erfüllen haben. Es kommen hier in Betracht: Bahnhofshallen, Markthallen, Ausstellungsgebäude, Fabrikgebäude, Pflanzenhäuser, Wassertürme, Aussichtstürme; ferner: Bibliotheken, Museen, Theater, Parlamentsgebäude, Schulen, Kirchen, Warenhäuser, Geschäftshäuser, Badeanstalten, Börsen, gedeckte Räume in Badeorten zur Erholung oder Vergnügung, schließlich neuerdings auch Luftschiffhallen.
- b) Nach der räumlichen Gestaltung teilt Meyer in dem Werke „Eisenbauten“ die Eisenhochbauten ein in 1. Längshallen, ungeteilt oder geteilt; 2. Zentralhallen und 3. den aus beiden zusammengesetzten Hallen-Kuppel-Komplex. Bei den Zentralhallen unterscheidet er wieder

a) Kuppel, β) Zelt und γ) Glocke.

Die Unterscheidungsmerkmale der drei zuletzt genannten Unterarten sind aber nicht sehr stark; namentlich sind die Begriffe „Kuppel“ und „Glocke“ kaum voneinander zu trennen.

- c) Außer diesen Unterscheidungsgrundsätzen fallen aber noch sehr große Verschiedenheiten der unter a ge-

¹⁾ vergl. Eisenbau 1911, S. 45 und 118.

²⁾ Vergl. z. B. Z. d. B. 1911, S. 413, 429 u. f., D. B. 1911, S. 611, 621 u. f.; Eisenbau 1911, S. 399, 455, 500 u. f.; Z. d. V. d. Ing. 1911 u. 1912.

nannten Gebäudegruppen ins Auge hinsichtlich der Art der Verwendung des Eisens. Nicht überall spielt das Eisen dieselbe Rolle. Einige jener Gebäude sind ganz aus Eisen hergestellt; bei anderen wieder ist zwar das Eisen der wichtigste Baustoff, gleichsam das Gerippe, während die den Raum bildenden Flächen aus anderen Stoffen hergestellt sind. Schließlich gibt es zahlreiche Fälle im Hochbau, in denen das Eisen zwar eine konstruktiv nicht unwichtige Rolle spielt, beispielsweise zur Deckenbildung, in denen aber die Eisenteile für die ästhetische Wirkung sehr stark zurücktreten und eigentlich nur für den Fachmann zur Geltung kommen. Es ist also der Grad der ästhetischen Bedeutung, den das Eisen als Baustoff für das ganze Bauwerk bekommt, in den verschiedenen Fällen außerordentlich verschieden. Beispielsweise hat bei sehr vielen Bahnhofshallen auch der Nichtfachmann sofort den Eindruck, daß das ganze Gebäude aus Eisen besteht; andererseits sind viele steinerne Bauwerke mit einem eisernen Dach versehen, wobei durch die Eindeckung von außen und durch die darunter liegende Balkendecke von innen die Eisenteile völlig den Augen entzogen sind. In solchen Fällen ist eben das Eisen nur Mittel zur Konstruktion, ohne Bedeutung für den ästhetischen Eindruck. Dementsprechend ist auch die Art der ästhetischen Behandlung, die dem Eisen seitens der Architekten oder Ingenieure zuteil wurde, sehr verschieden.

Bei der großen Mannigfaltigkeit der zahlreichen in Betracht kommenden Gebäude- und Konstruktionstypen ist es sehr schwierig, eine einzige übersichtliche Einteilung zu finden. Der folgenden Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Eisenhochbauten soll die nachfolgende Einteilung zu Grunde gelegt werden:

1. Längshallen. Zu diesen zählen hauptsächlich die Bahnhofshallen und ähnliche Bauwerke, wie Markthallen und Ausstellungsbauten.
2. Kuppelbauten. Solche Zentralbauten, die durch eine einzige Kuppel gedeckt sind, finden sich verhältnismäßig selten. In der Mehrzahl aller Fälle ist die Kuppel als bekrönender Abschluß auf ein im Grundriß irgendwie gegliedertes Gebäude gesetzt worden. Es soll in diesem Abschnitt vorwiegend die Entwicklung der Konstruktionsformen der Kuppeln an sich unter besonderer Beachtung der ästhetischen Wirkung behandelt werden.
3. Hallen-Komplexe. Hierunter verstehen wir die Vereinigung mehrerer einzelner Längshallen und Zentralbauten zu einer größeren Anlage, und zwar entweder die Vereinigung von Längshallen miteinander oder die Vereinigung von Längshalle und Zentralraum, der durch eine Kuppel gekrönt ist.
4. Türme, im besonderen Wassertürme.

1. Längshallen.

(Bahnhofshallen, Markthallen, Ausstellungshallen.)

Die ersten Decken- und Dachkonstruktionen aus Schmiedeeisen wurden bereits Ende des achtzehnten Jahr-