



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

I. Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Eisenkonstruktionen

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

zwischen den verschiedenen Teilen der Anlage. Wir erkennen deutlich das Walten eines großen Gedankens, einer geistigen Grundstimmung, der sich alle Teile bis ins einzelne unterordnen und einfügen. Bei den heutigen Bauwerken ist eine solche Harmonie selten und auch dann nur in verhältnismäßig geringem Grade vorhanden.

Und somit erhebt sich nun die Frage: Was ist denn eigentlich Harmonie? — Harmonie ist nach einer sehr alten Erklärung „Einheit des Mannigfaltigen“. Wenn mehrere Menschen miteinander harmonieren, dann haben sie in geistiger Beziehung irgend etwas Gemeinsames; es ist also

eine Einheit innerhalb der Mehrheit vorhanden. In ähnlicher Weise zeigt ein Bauwerk „Harmonie“, wenn seine Teile in irgend welcher Hinsicht eine gemeinsame Eigenschaft haben, beispielsweise ähnliche Verhältnisse in ihren Abmessungen. Eine gewisse Verwandtschaft hiermit zeigt der Begriff „Idee“. Nach Plato sind die Ideen das Gemeinsame im Mannigfaltigen, das Allgemeine im Einzelnen, das Eine im Vielen, das Feste und Beharrende im Wechselnden. Man sieht hieraus, wie die beiden Begriffe „Harmonie“ und „Idee“ miteinander nahe verwandt sind, ja nach dem Wortlaut ihrer Erklärung beinahe zusammenfallen.

I.

Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Eisenkonstruktionen.

Vorbemerkungen.

Sämtliche im heutigen Bauwesen verwendeten Eisenkonstruktionen lassen sich in zwei große Gruppen einteilen: Eisenkonstruktionen des Brückenbaues und des Hochbaues. Unter Brücken im weiteren Sinne verstehen wir bei dieser Einteilung sämtliche baulichen Anordnungen, die dazu dienen, eine Öffnung unter irgend einem Verkehrswege freizuhalten, so dass der Verkehr trotz des Vorhandenseins dieser Öffnungen nicht gehindert wird. Zum Brückenbau gehören also auch Unterführungen von Straßen und Eisenbahnen. Der Hochbau dagegen umfasst alle diejenigen Bauwerke, die irgendwie raumabschließend wirken, vornehmlich solche, die Schutz gegen die Witterung gewähren sollen, also beispielsweise Hallen und Dächer.

Abgesehen von dieser allgemeinen Einteilung der verschiedenen Bauwerke in Brücken und Hochbauten können wir noch eine andere Unterscheidung machen hinsichtlich des Zweckes und der Wirkungsweise der einzelnen Bauglieder.

Bötticher teilt in seinen Werken „die Tektonik der Hellenen“ die Formen der Bauglieder ein in „Werkformen“ und „Kunstformen“. Von „Werkform“ spricht er bei solchen Gliedern, die eine statische Aufgabe zu erfüllen haben, von „Kunstform“ dagegen bei solchen Teilen, die nur aus ästhetischen Gründen hinzugefügt sind. Beispielsweise sind bei ihm (nach Vitruv) Säule, Pfeiler, Balken, Epistylon, Zophorus, Corona Werkformen (membra); während Capitell, Spira, Kymation, Abacus, Plinthus, Astragal, Tania, Torus, Trochilus usw. als Kunstformen (ornamenta membrorum) bezeichnet werden.

Bei den Alten wurde nicht nur die Kunstform, sondern auch die Werkform nach künstlerischen Erwägungen gebildet. Diejenigen Glieder, welche eine statische Aufgabe zu erfüllen hatten, erhielten solche Formen, dass sie die statische Aufgabe sinnbildlich ausdrückten.

Wesentlich anders liegt die Sache bei den Baugliedern der heutigen größeren Eisenkonstruktionen. Diese Teile werden bekanntlich unter sparsamer Verwendung des teuren Baustoffes meistens so ausgebildet, dass sie ihre Aufgabe am zweckmäßigsten erfüllen. Hier ist also von einer künstlerischen Behandlung im Sinne der Alten nicht mehr die Rede. — Andere Teile jedoch werden in künstlerischer Ab-

sicht ausgebildet, und zwar gewöhnlich unter Anlehnung an irgend welche überlieferten Stilformen. Solche Teile können eine statische Aufgabe erfüllen, wie z. B. die eisernen Stützen von Hallen und Dächern; sie können aber auch lediglich des Schmuckes wegen hinzugefügt sein, wie etwa Gesimse und Bekrönungen.

Demgemäß wollen wir die Formen der Glieder unserer heutigen Eisenkonstruktionen einteilen in Konstruktionsformen und Schmuckformen. Unter Konstruktionsformen verstehen wir hierbei die Formen derjenigen Teile, die ohne erhebliche Rücksicht auf die ästhetische Wirkung vorwiegend nach konstruktiven Erwägungen (geringen Materialverbrauch, günstige statische Wirkung) ausgebildet werden; unter Schmuckformen dagegen solche Formen, die eine künstlerische Behandlung (im engeren Sinne verstanden) erhalten haben. Man kann diesen Unterschied — in etwas äußerlicher Auffassung — auch so ausdrücken: Die Konstruktionsformen werden vom Bauingenieur, die Schmuckformen vom Architekten entworfen.

Wir werden in dieser Abhandlung das Hauptgewicht auf die Betrachtung der Konstruktionsformen legen, aber auch die Schmuckformen einer allgemeinen Erörterung unterziehen. Die künstlerische Wirkung der Eisenkonstruktionen ist nun in vielen Fällen durch die Zusammenwirkung mit andern Baustoffen bedingt oder gesteigert. Ferner sind die allgemeinen Betrachtungen und Erwägungen über die Schmuckformen des Eisens größtenteils dieselben, mögen sie nun dem Brückenbau oder dem Hochbau angehören.

Demgemäß wollen wir die Übersicht der geschichtlichen Entwicklung einteilen in

- A. Konstruktionsformen des Brückenbaues.
- B. Konstruktionsformen des Hochbaues.
- C. Vereinigung des Eisens mit andern Baustoffen.
- D. Schmuckformen des Eisens und der mit ihm in Verbindung stehenden Baustoffe.

Wenden wir uns zunächst den Konstruktionsformen des Brückenbaues zu. Die eisernen Brücken lassen sich in drei große Klassen einteilen, nämlich

1. Balkenbrücken,
2. Bogenbrücken,
3. Hängebrücken.

Es ist nicht leicht, grundsätzliche Unterscheidungsmerkmale für diese drei Klassen anzugeben. Unter Balkenbrücken versteht man gewöhnlich solche Brücken, bei welchen lotrechte Belastungen nur lotrechte Kraftwirkungen zwischen den Hauptträgern und ihren Stützpunkten hervorrufen, während bei den Bogen- und Hängebrücken auch wagrechte Kräfte zwischen Hauptträgern und ihren Stützpunkten infolge lotrechter Belastungen entstehen, nämlich bei den Bogenbrücken Druckkräfte, bei den Hängebrücken Zugkräfte.

Es gibt jedoch Brücken, deren Hauptträger nur lotrechte Kräfte auf die Stützpunkte ausüben, und die trotzdem gewöhnlich zu den Bogenbrücken gerechnet werden, weil nämlich die Art und Wirkung der inneren Kräfte im übrigen mehr Verwandtschaft mit den Bogenbrücken als mit den Balkenbrücken aufweist.

Da aber die Frage der Klasseneinteilung in bezug auf die ästhetische Wirkung der Brücken ohne große Bedeutung ist, so wollen wir an den allgemein üblichen Bezeichnungen festhalten.

Im Laufe der geschichtlichen Entwicklung sind eiserne Brücken von größeren Abmessungen zuerst als Hängebrücken gebaut worden, etwas später traten die Bogenbrücken auf, während Balkenbrücken erst von der Mitte des vorigen Jahrhunderts ab für größere Stützweiten angewendet wurden. Von diesem Zeitpunkte ab haben sie jedoch die beiden älteren Arten an allgemeiner Verbreitung bei weitem übertroffen.

Wir wollen die geschichtliche Entwicklung der drei großen Gruppen: Balkenbrücken, Bogenbrücken und Hängebrücken in der durch die Zahlen angedeuteten Reihenfolge betrachten. Bei dieser Anordnung des Stoffes werden wir im allgemeinen von den in technischer Beziehung am weitesten verbreiteten zu den selteneren, und von den in ästhetischer Hinsicht weniger bedeutenden allmählich zu den wirkungsvolleren Arten von eisernen Brücken gelangen. Hiermit soll nicht bestritten werden, dass in einzelnen Fällen Balkenbrücken (Auslegerbrücken) sehr wohl an Schönheit mit Bogen- und Hängebrücken wetteifern können.

A. Konstruktionsformen des Eisens im Brückenbau.

1. Entwicklung der Balkenbrücken.

Wie die ersten Eisenbahnen der Welt, so sind auch die ersten eisernen Balkenbrücken in England gebaut worden. Zu jener Zeit war aber die Herstellung des Puddeleisens noch in ihren Anfängen begriffen. Man bildete daher die Träger von Brücken zunächst aus Gußeisen, freilich nur bei kleineren Stützweiten. Schon frühzeitig erkannte man die zur Aufnahme von Biegungsspannungen ungünstigen Eigenschaften des Gußeisens; als deshalb die Herstellung des Walzeisens einige Fortschritte gemacht hatte, ging man zu gewalzten und genieteten Trägern über. Diese erhielten bei kleinen Stützweiten I-Form, später aber bei wachsenden Stützweiten kastenartige Gurtquerschnitte.

Die Entwicklung der eisernen Balkenbrücken ist, wie bereits angedeutet, auf das innigste mit der Entwicklung der Eisenbahnen verknüpft. So ist denn auch die erste eiserne Balkenbrücke mit grossen Stützweiten eine Eisenbahnbrücke,

nämlich die Britanniabrücke über die Menai-Straße im Zuge der Bahnlinie von Chester nach Holyhead. (Abb. 1)¹⁾ Sie wurde 1846—1850 von Robert Stephenson, dem Sohn des Erfinders der Lokomotive, — erbaut. Die Brücke hat im ganzen vier Öffnungen, zwei von 141,73 und zwei von 71,90 m Stützweite.

Ungefähr gleichzeitig mit der Britanniabrücke entstand die Brücke über den Conway-Fluß im Zuge derselben Bahnlinie, deren Urheber gleichfalls Stephenson war (eine Öffnung von 125,57 m Stützweite).

Vollwandige, oben geschlossene Kastenträger (Röhrenbrücken) von der Bauart der Britannia- und Conway-Brücke sind später nur noch bei der Victoriabrücke über den St. Lorenzstrom in Montreal ausgeführt worden.

Dagegen wurden vollwandige Balkenträger (Blechträger) oben offen und mit tief liegender Fahrbahn, oder gänzlich unter der Fahrbahn liegend, für kleine Stützweiten später noch in großer Zahl angewandt, ja sie bilden in solchen Fällen auch heute noch die Regel.

In Deutschland kam man schon während des Baues der Britannia-Brücke auf den Gedanken, bei weitgespannten Balkenbrücken die Tragwände in einzelne Stäbe aufzulösen. So entstanden die sogenannten „engmaschigen Gitterträger“.

Einige der bedeutendsten Brücken mit engmaschigen Gitterträgern sind in der nachfolgenden Zusammenstellung aufgeführt. (S. 5)

Die Hauptübelstände des engmaschigen Gitterwerkes waren die Unsicherheit der Berechnung und die mangelhafte Versteifung gegenüber den in der Wandgliederung wirkenden Druckkräften. Ein wichtiger Fortschritt der Konstruktion bestand nun darin, dass zur Verbindung der beiden Gurtungen an Stelle der zahlreichen, eng beieinander liegenden Gitterstäbe eine erheblich kleinere Zahl weit auseinander liegender Stäbe angeordnet wurde.²⁾ Man bezeichnet die erstere Gliederung gewöhnlich als „Gitterwerk“, die zweite als „Fachwerk“ (in engerem Sinne). Es ist indessen schwer, diese Begriffe scharf zu trennen, wie auch die Anwendung dieser Bezeichnungen schwankend ist.

Bereits 1845 waren durch den belgischen Ingenieur Néville Parallelträger eingeführt, die nach heutiger Bezeichnung als „einteiliges Strebenfachwerk“ ausgebildet waren; anfänglich bestanden sie aus Gußeisen, später aus Schweißeisen. Sodann wurden sie in England durch den Kapitän Warren verbessert, der hierauf ein Patent erhielt.

Eines der ältesten Beispiele für ein sachgemäß ausgebildetes Strebenfachwerk bildet der 1853 nach Plänen der Ingenieure Little und Gordon erbaute Crumlin-Viadukt bei Newport in Südwaales.³⁾

Eine der ersten in Deutschland erbauten Balkenbrücken mit Ständerfachwerk und doppelter Wandgliederung

¹⁾ Allgem. Bauzeitg. 1848, S. 203 und 1849, S. 175. Mehrrens, Eisenbrückenbau I, Seite 218, 523, 550. Dasselbst ist angeführt: Edwin Clark, Resident Engineer, the Britannia and Conway Tubular Bridges Published with the Sanction, and under the Supervision of Robert Stephenson, London 1850.

²⁾ Schon bei den unter Nr. 6 und 7 der Zusammenstellung I S. 16 aufgeführten beiden Talbrücken lagen die Gitterstäbe weiter auseinander als bei den älteren Gitterbrücken.

³⁾ Zeitschrift f. Bauwesen 1858, S. 18.

Zusammenstellung 1. Brücken mit Parallel-Gitterträgern.

	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf—Verfasser		Ausführendes Werk
		Zahl	Stütz- w. (m)	Ingenieur	Architekt	
1. Alte Weichselbrücke bei Dirschau	1850—58	6	130,88	Lentze	Stüler	} Maschinenbauanstalt Dirschau
2. Alte Nogatbrücke bei Marienburg	1850—58	2	103,00	Lentze	Stüler	
3. Boyne-Brücke bei Drogheda	1855	1	81,4	Barton		
		2	43,0			
4. Alte Rheinbrücke bei Cöln	1855—59	4	99,0	Lohse	Strack	Werkstätte Dortmund Gebr. Benkiser, Pforzheim Schneider & Comp. Creusot.
5. Rheinbrücke bei Kehl	1858—61	3	60,0	Keller		
6. Brücke über das Tal der Saane	—62	5	48,8	Schneider		
bei Freiburg in der Schweiz		2	44,92	& Comp.		
7. Guggenloch-Talbrücke bei Lütis- burg in der Schweiz	1869—70	1	57,33	Gubser		
		2	47,24			

Abbildungen im Atlas: Nr. 1. 6 (rechts). Nr. 2. 2. Nr. 5. 12.

Literatur: Zeitschr. f. Bauw. und zwar zu Nr. 1: 1855, S. 446; zu Nr. 2: 1855, S. 454. Zu Nr. 3: 1857, S. 215; zu Nr. 4: 1863, S. 175, und 335; zu Nr. 5: 1860, S. 7. Zu Nr. 6: 1863, S. 169. Zu Nr. 7: 1886, S. 220.

rung ist die Rheinbrücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen.¹⁾

Eine weitere Verbesserung der Balkenträger war die Herstellung gekrümmter Gurtungen. Solche waren bei hölzernen Trägern schon 1829 von dem französischen Ingenieur Débia ausgeführt worden. Später baute Laves ähnliche Träger aus Holz und Eisen.

Eine der ältesten Balkenbrücken großer Stützweite mit gekrümmten Gurtungen ist die 1854—59 von Brunel erbaute Saltash-Brücke über den Tamar. Sie enthält zwei Hauptöffnungen von je 139 m Stützweite.²⁾ Jede Öffnung hat nur einen einzigen Obergurt, der als eine riesige Röhre von flachelliptischem Querschnitt ausgebildet ist.

In der geschichtlichen Entwicklung der eisernen Balkenbrücken haben Erörterungen über die zweckmäßigste Form der gekrümmten Gurtungen eine bedeutsame Rolle gespielt. Schwedler (geb. 1823, gest. 1896) ging hierbei von der Forderung aus, dass die Diagonalen nur Zugspannungen erhalten sollten. Dadurch erzielte er den Vorteil, dass die damals aus Flacheisen ausgebildeten Diagonalen in jedem Felde nur in einer Richtung angeordnet zu werden brauchten. Schwedler leitete nun auf mathematischem Wege eine Gurtungsform ab, die der angegebenen Bedingung genügte.

Die ältesten Brücken dieser Bauart sind die 1867 erbaute Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Tangermünde und die 1869—70 erbaute Straßenbrücke über die Brahe in Bromberg.³⁾ Die Entwürfe zu beiden Brücken sind von Schwedler selbst aufgestellt. Die nach ihm als „Schwedler-Träger“ benannte Form ist bei sehr vielen Brücken, namentlich Eisenbahnbrücken von mittleren Stützweiten ausgeführt worden, und auch heute sind solche Brücken noch auf vielen Eisenbahnlinien vorhanden. Der Schwedler-Träger ist eine in der Entwicklungsgeschichte der eisernen Brücken typische Form geworden. Allerdings ist sie in ästhetischer Hinsicht wenig ansprechend. Aber auch in rein technischer Beziehung bietet diese Form heute keinen erheblichen Vorteil mehr, weil man jetzt sämtliche Diagonalen aus steifen Stäben herstellt.

Einen andern Weg zur Bestimmung der Gurtungsform schlug v. Pauli ein. Er stellte die Forderung auf, daß jede der beiden gekrümmten Gurtungen gleich große Grenzwerte der Spannkraft erhalten solle. Da er beide Gurtungen gekrümmt annahm, so erhielt er eine linsenförmige Gestalt für seine Träger. Wohl die bekanntesten Beispiele dieser Art sind die 1857 erbaute Isarbrücke bei Großhesselohe (Stützweite 52 m) und die 1857—60 erbaute Rheinbrücke der Hessischen Ludwigsbahn bei Mainz¹⁾ (größte Stützweite 105,20 m). Die Entwürfe zu beiden Brücken sind von Pauli und Werder aufgestellt; die Ausführung erfolgte durch die Brückenbauanstalt Gustavsborg (Gerber).

Bei den Schwedler- und Pauli-Trägern laufen die beiden Gurtungen über jedem Auflager zu einem einzigen Knotenpunkte zusammen. Derartige Trägerformen sind aber insofern nicht zweckmäßig, als es hier bei untenliegender Fahrbahn nicht möglich ist, einen oberen wagrechten Verband beider Gurtungen (sogenannten Windverband) bis zu den Auflagern durchzuführen. Andererseits ist aber die Durchführung eines derartigen Verbandes besonders bei größeren Stützweiten sehr erwünscht. Da nun in solchen Fällen — wenigstens in Deutschland — wegen der geringen zur Verfügung stehenden Bauhöhe die Fahrbahn gewöhnlich in der Nähe des Untergurtes angeordnet werden mußte, so erschien eine Trägerform mit lotrechten Endabschlüssen besonders zweckmäßig. Die Endabschlüsse beider Hauptträger wurden gewöhnlich zu einem steifen Portal miteinander verbunden. Der Untergurt war in der Regel geradlinig, der Obergurt in einer nach oben schwach gewölbten Krümmung, meist nach einer Parabel, angeordnet. Man nannte diese Trägerform „Halbparabelträger“ im Gegensatz zu dem Parabelträger, bei dem eine Gurtung (oder beide) nach einer Parabel gekrümmt war und die beiden Gurtungen über den Auflagern zusammenliefen, wie bei den Schwedler- und Pauli-Trägern.

Halbparabelträger oder ähnliche Trägerarten sind in Deutschland (aber auch in andern Ländern) von den sech-

¹⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1869, S. 22.

²⁾ Allgem. Bauzeit. 1857.

³⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1868, S. 518 und 1870, S. 21.

¹⁾ Gerber, Die Isarbrücke bei Großhesselohe. Allgem. Bauzeit. 1859. — Die Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz. 1863 — Über die Berechnung der Brückenträger nach System Pauli. Zeitschr. d. Ver. Deutscher Ingenieure, 1865.

ziger Jahren ab namentlich für größere Stützweiten sehr zahlreich ausgeführt worden. Als Form der oberen Gurtung wurde statt einer Parabel oft auch ein Kreisbogen oder eine Ellipse verwandt; jedoch hat der Unterschied wegen der verhältnismäßig geringen Pfeilhöhe des Bogens weder auf die Konstruktion und den Materialaufwand, noch auf die ästhetische Wirkung des ganzen Bauwerks einen bedeutenden Einfluss gehabt. In der nachfolgenden Zusammenstellung ist eine Reihe der wichtigsten größeren Brücken mit derartigen Trägern aufgeführt.

parallelen Gurtungen verwendet. Sehr oft wurden hierbei die Enden abgeschrägt, indem der erste und letzte Obergurtstab unmittelbar nach dem Auflager geführt wurde (Trapezträger). Diese Anordnung findet sich auch für grössere Träger mit gekrümmten Obergurten namentlich in Amerika. Beispiele hierfür sind die Ohio-Brücke der Cincinnati-Covington-Eisenbahn (erbaut 1887—1889) und die Merchants-Eisenbahnbrücke über den Mississippi bei St. Louis (1889—1890); Abbildungen s. Mehrrens, Vorlesungen über Ingenieurwissenschaften, II. Teil, 1. Band, Seite 638 und 639.

Zusammenstellung 2. Einfache Balkenträger mit polygonalem Obergurt und lotrechten Endabschlüssen.

	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf—Verfasser	Ausführendes Werk
		Zahl	Stütz w.		
1. Brücke über den Leck bei Kullenburg	1863—68	1	150	v. Diesen u. a.	Harkort
		1	80		
		7	57		
2. Elbbrücke bei Meißen	1867	3	55	Schwedler u. a.	
		3	20		
2. Rheinbrücke der Linie Düsseldorf—Neuss	1868—70	4	105,95	Weishaupt, Pichier, Wittmann	Harkort
4. Weichselbrücke bei Thorn	1870—73	5	97,29	Schwedler, Loeffler, Suche	Gutehoffnungshütte
		1	46,5		
		11	36,0		
5. Memelbrücke bei Tilsit	1872—75	5	96,66	Schwedler, Ramm	Union, Dortmund
6. Brücke über d. Zeglin-Fluß b. Stettin	1874—75	1	92,0	Stein	Harkort
7. Elbbrücke bei Barby	1876—77	6	65	Schwedler	
		10	33		
8. Elbbrücke bei Lauenburg	1876—78	3	103,0	Schwedler, Grüttfien, Wiesner	
		3	51,5		
9. Trisana-Viadukt (Arlbergbahn)	1882—84	1	119,96	Österr. Staatsbahn	Österr. Alp. Mont.-Ges.
10. Neue Weichselbrücke bei Dirschau	1889—91	6	129,00	} Schwedler, Mehrrens, Mackersen, Mathes von Bose	Harkort
11. Neue Nogatbrücke b. Marienburg	1889—91	2	103,20		
12. Rheinbrücke bei Roppenheim	1893—94	3	92,0		Harkort
		9	31,1		
13. Brücke über die Argen beim Bodensee	1898—99	1	74,0		Maschinenfabrik Eßlingen

Abbildungen im Atlas: Nr. 4: 97. Nr. 10: 9. Nr. 11: 14. Nr. 12: 101. (Vergl. auch Einschlagtafel I am Schluß des Atlas.)

Literatur: Zu Nr. 2: Z. f. B. 1868, S. 13. Zu Nr. 3: desgl. 1872, S. 237, 369. Zu Nr. 4: desgl. 1876, S. 35 und 197. Zu Nr. 5: desgl. 1878, S. 21, 161, 363, 523. Zu Nr. 6: desgl. 1879, S. 365. Zu Nr. 7: desgl. 1883, S. 296. Zu Nr. 8: Z. d. Arch. u. Ing. - Ver. z. Hannover 1884, S. 394. Zu Nr. 9: Z. d. Ö. Ing. u. Arch. Ver. 1882; Z. d. B. 1882, S. 154; 1884, S. 93. Zu Nr. 10: Z. d. B. 1888, S. 87; 1890, S. 323, 333, 345, 350; Z. f. B. 1895, S. 238 u. 399. Zu Nr. 11: Z. f. B. 1895, S. 541. Zu Nr. 12: Südd. Bauztg. 1896, S. 247.

Bei den älteren dieser Brücken (Nr. 1 und 3 der Zusammenstellung 2) haben die Hauptträger der großen Öffnungen dreiteiliges Ständerfachwerk, die späteren (Nr. 2, 4, 7, 8, 9) zweiteiliges Ständerfachwerk. Seit Anfang der neunziger Jahre trat jedoch das Strebenfachwerk mit gekreuzten Diagonalen mehr und mehr hervor, das übrigens schon bei der Überbrückung des Memeltales bei Tilsit angewandt wurde (Nr. 5, 10, 11, 12 und 13).

Alle diese in der Zusammenstellung 2 aufgeführten Brücken sind Eisenbahnbrücken. Gewöhnlich sind nur die Stromöffnungen durch Hauptträger mit gekrümmtem Obergurt überbrückt, während für die kleineren Flutöffnungen Träger mit parallelen Gurtungen verwandt wurden.

Die Hauptträger der Memelbrücke bei Tilsit (Nr. 5), sowie der neuen Brücken über die Weichsel bei Dirschau und die Nogat bei Marienburg (Nr. 10 und 11) haben auch gekrümmte Untergurte, an welchen die Fahrbahn mittels Hängestangen aufgehängt ist. (Abb. 14.)

Für kleinere Stützweiten hat man, soweit nicht vollwandige Träger ausgeführt wurden, meistens Träger mit

Während in Amerika früher den weiter unten zu behandelnden Auslegerträgern vor den einfachen Balkenträgern der Vorzug gegeben wurde, sind in den letzten Jahren auch dort die einfachen Balkenträger wieder mehr in den Vordergrund getreten. Diesem Beispiele ist man auch in Deutschland bei der neuen Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Ruhrort gefolgt. Eine Beschreibung dieses bemerkenswerten, von Schaper entworfenen Bauwerks ist in der Zeitschrift „der Eisenbau“ 1910, S. 474—479 und in der Zeitschr. für Bauwesen 1911, S. 555—576, 1912, S. 71—96 gegeben. An der zuerst genannten Stelle finden sich auch einige Angaben über einige andere neuere Brücken von ähnlichen Stützweiten mit einfachen Balkenträgern, die in der folgenden Zusammenstellung angeführt sind.

Bei den meisten der bis jetzt betrachteten Balkenbrücken war jeder Hauptträger nur an zwei Stellen aufgelagert. Zwar sind schon bei einigen der ältesten Brücken die Hauptträger mit drei oder mehr Stützpunkten, als sogenannte durchgehende Träger angeordnet, z. B. die Britannia-Brücke, die Boyne-Brücke bei Drogheda, die alte Rheinbrücke bei

Cöln und die Kehler Rheinbrücke. Bei diesen Brücken sind aber die Gurtungen überall parallel und wagerecht, so daß

Zusammenstellung 2a.

Neuere Brücken mit einfachen Balkenträgern und großen Stützweiten.

Nr.	Jahr der Eröffnung	Name und Lage der Brücke	Stützweite m
1	1904	Straßenbrücke über den Miami, Nordamerika	178
2	1909	Straßenbrücke über den Monongahela, Nordamerika	157
3	1909	Eisenbahnbrücke über den Susquehanna, Nordamerika	158
4	1911	Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Ruhrort, Deutschland	186
5	1911	Straßen- und Eisenbahnbrücke über den Mississippi bei St. Louis	204

die Lagerung der Träger in keiner Beziehung zur Gurtform steht. Die Anordnung der durchgehenden Träger wurde aber zunächst wieder verlassen, weil die Grundlagen ihrer Berechnung damals noch unsicher waren.

Die Schwierigkeiten, die sich bei der Berechnung der durchgehenden Träger ergaben, führten aber verhältnismäßig früh zu der Anordnung von Gelenken. Diese wurden zuerst von dem bekannten Oberbaurat Gerber, damals in München, angewandt; er erhielt im Jahre 1866 ein Patent auf die erwähnte Anordnung. Derartige Träger sind seitdem als „Gerberträger“, Gelenkträger, Kragträger, Auslegerträger bekannt und in sehr großem Umfange ausgeführt worden. Wohl die ersten Brücken dieser Bauart sind die von Gerber 1867 ausgeführten Straßenbrücken über die Regnitz bei Bamberg und über den Main bei Haßfurt. Bei der ersteren Brücke waren die Gurtungen noch gleichlaufend, bei der zweiten aber so angeordnet, daß ihr Abstand ungefähr den an jeder Stelle auftretenden größten

Zusammenstellung 3. Große Auslegerbrücken mit wenigstens einer Öffnung von über 100 m Stützweite.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite		
1.	Niagara-Brücke	1883	1	143,25	Schneider, Hayes	Zentralbrückenbau-Werke Buffalo
2.	Poughkeepsie-Brücke über den Hudson	1873—78, 1886—87	2	59,49	Dickinson	American- und Union-Brückenwerke Phoenixville-Werke
			2	152,00		
3.	Needles-Brücke über den Colorado	1889—90	1	158,00		
			2	201,00		
4.	Mississippi-Brücke bei Winona	1894—95	1	50,00	Fowler, Baker, Westhofen	Chicagoer Brückenwerke
			1	61,00		
			1	109,80		
5.	Brücke über den Firth of Forth	1883—90	2	76,25	Saligny	Arrol & Comp., London
			2	521,0		
6.	Donaubrücke bei Czernavoda	1892—96	1	190,0	Feketehazi, Seefehlner	Fives-Lille, Paris
			4	140,0		
7.	Franz Josef-Brücke in Budapest	1894—96	1	175,0	Brückenbauanstalt Gustavsburg, Grün & Bilfinger in Mannheim	Staats-Maschinenfabrik Budapest
			2	79,3		
8.	Rheinbrücke zwischen Ruhrort und Homberg	1904—07	1	88,90	Lindenthal	Brückenbauanstalt Gustavsburg, Grün & Bilfinger in Mannheim
			1	121,60		
			1	203,40		
			1	128,30		
			1	83,60		
9.	Blackwell-Insel-Brücke über den East-River in New York	1902—09	1	143,101	Lindenthal	Pennsylvania Steel Company
			1	360,267		
			1	192,021		
			1	299,918		
			1	139,900		

Abbildungen im Atlas: Nr. 1: 22. Nr. 2: 18. Nr. 3: 19. Nr. 5: 20. Nr. 7: 23 u. 28. Nr. 8: 41.

Literatur: Zu Nr. 1: American engineer 1883, S. 259; Scientific American 1883, S. 335; Z. d. V. d. Ing. 1884, S. 385; Z. d. Arch. u. Ing. Ver. z. Hann. 1884, S. 341, 505; Z. d. B. 1883, S. 374; 1884, S. 56.

Zu Nr. 2: Engineering 1887, S. 163; Railroad and engineering journal 1887, S. 296. Genie civil 1888, S. 129; Scientific American Suppl. Nr. 646, S. 545 u. 593. Engineer 1888, II S. 240—241. Z. d. B. 1887, S. 271 u. 473.

Zu Nr. 4: Engineering record 1895; Z. d. B. 1895, S. 454.

Zu Nr. 5: Engineer 1884, S. 357 u. 388; Engineering 1884, S. 213, 223, 428, 491, 584, 590. Z. d. V. d. Ing. 1882, S. 585; 1884, S. 792; 1885, S. 364 u. 463; 1887, S. 703; 1888, S. 912, 935, 960, 977; 1891, S. 8, 34, 63. Z. d. Ö. Ing. und Arch.-V. 1884, Heft 6. Z. d. B. 1881, S. 265 u. 275; 1882, S. 12; 1883, S. 401.

Zu Nr. 6: Schweiz. Bauztg. 1888, Bd. XII, S. 126, 127 u. 152; 1895, Bd. XXV, S. 145. Z. d. Ö. Ing.- u. Arch.-V. 1890, S. 32; 1895, S. 517. Z. d. B. 1890, S. 175; 1895, S. 420. Annales des travaux publics 1890, S. 165. Glasers Annalen f. Gewerbe und Bauwesen 1896, S. 34. A. B. 1896, S. 25.

Zu Nr. 7: Z. f. Arch. u. Ing. (Hannover) 1898, S. 194. Z. d. B. 1894, S. 235, 325. Z. d. V. d. Ing. 1894, S. 979, 1035, 1897, S. 325. Z. d. Ö. Ing. u. Arch.-V. 1897, S. 124. Génie civil 1897, Bd. 31, S. 17. Engineer 1897, S. 486.

Zu Nr. 8: Z. d. V. d. Ing. 1904, S. 985, 1608 usw.; 1907, S. 725, 885, 933, 1250. Z. d. B. 1904, S. 347 usw. D. Bauzeitg. 1907, S. 629, 645, 657, 721.

Zu Nr. 9: Eisenbau 1910, S. 269 u. 371.

Biegemomenten entsprach. Eine ähnliche Anordnung der Hauptträger zeigt die

Warthebrücke bei Posen (Bahnlinie Posen—Kreuzberg, 1874—75). Sie kann als typisches Beispiel für die Anordnung von Gelenken bei solchen Trägern angesehen werden, die auf mehreren Stützpunkten aufliegen. Die Art der Kraftwirkung zwischen den einzelnen Trägerteilen ist auch für den Nichtfachmann deutlich erkennbar. — Die Weiten zwischen den Stützpunkten der Träger sind so gewählt, daß die Maximalmomente für die einzelnen Träger annähernd gleich werden und sind abgerundet auf 31 m für die Träger auf freien Stützen, auf 36 m für die Träger auf festen Stützen, auf 7 m für die überstehenden Enden.¹⁾

In Amerika haben die Auslegerträger unter der Bezeichnung „Cantilever-Träger“ bald eine sehr große Verbreitung gefunden. Vermutlich ist dies dem Umstande zuzuschreiben, daß diese Trägerart leichter als die einfachen Balkenträger die Aufstellung ohne feste Gerüste gestattet, und dieser Vorteil war namentlich in Amerika bei vielen reißenden Flüssen und tiefen Schluchten ausschlaggebend für die Verwendung dieser Trägerart. In der Zusammenstellung 3 (vor. S.) sind einige der bedeutendsten in Amerika, England und dem europäischen Festlande ausgeführten Auslegerbrücken angegeben.

Die bei den einfachen Balkenträgern erwähnten verschiedenen Arten der Wandgliederung kommen größtenteils auch bei Auslegerbrücken vor. Besonders bemerkenswert ist die namentlich bei amerikanischen Brücken beliebte Einschaltung besonderer Glieder, durch welche die Entfernung je zweier Hauptträgerknotenpunkte und damit die Stützweite der Zwischen-Längsträger um die Hälfte verringert wurde (Poughkeepie-Brücke und Brücke bei Winona über den Mississippi; Needles-Brücke über den Colorado; Nr. 2, 3, 4 der Zusammenstellung 3, Seite 7). Auch in Deutschland sind derartige Anordnungen später ausgeführt worden,

wie z. B. bei der Saarbrücke bei Saarbrücken. Die Zusammenstellung der damals eingereichten Wettbewerb-Entwürfe gibt ein deutliches Bild über die damals in Deutschland üblichen Formen von Balkenbrücken (Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1893, S. 257 u. Bl. 10).

Auch für mittlere Stützweiten sind die über mehreren Stützen durchlaufenden Träger — mit oder ohne Gelenke — in Deutschland innerhalb der letzten 10 bis 20 Jahre gegenüber den einfachen Balkenbrücken mehr als früher in Aufnahme gekommen. Hierbei haben vermutlich auch ästhetische Rücksichten mitgewirkt. Indem man sich bemühte, diesen Trägern gefällige Formen zu geben, erzielte man auch meist bessere Wirkungen als mit den einfachen Balkenträgern. Namentlich ist hervorzuheben, daß bei Ausbildung dieser Träger mit konkaver Krümmung und nicht zu schroffem Wechsel derselben ein mehr organischer Zusammenhang des eisernen Tragwerkes erzielt wurde.

Als Beispiele solcher Träger sind die in der nachfolgenden Zusammenstellung 4 aufgeführten Brücken zu nennen.

Besondere Beachtung verdienen auch die Ausführungen von Gelenkträgern oder durchgehenden Trägern in Verbindung mit eisernen Stützen (Nr. 6 der Zusammenstellung 4). In einigen solchen Fällen hat man den Untergurt der Balkenträger bogenförmig in die eisernen Stützen übergeführt und so in günstiger Weise einen organischen Zusammenhang beider Teile erzielt. Das bedeutendste Beispiel dieser Art bietet wohl der Viadukt der elektrischen Hochbahn in Berlin. (Abb. 32) Es sind dort im wesentlichen 4 verschiedene Stützweiten, nämlich von 12, 15, 16,5 und 21 m ausgeführt worden. Dieser Viadukt zeigt, wie auch alle sonstigen Bauten der elektrischen Hochbahn, überall das Bestreben, die Anordnungen nicht nur zweckmäßig, sondern auch künstlerisch wirkungsvoll zu gestalten. — Es wäre übrigens m. E. sowohl in praktischer, als auch in ästhetischer Hinsicht besser gewesen, die Viadukt-Träger nicht gegliedert, sondern vollständig auszuführen, etwa wie einige Unterführungen der zu Anfang dieses Jahrhunderts ausgeführten Umgebungsbahn bei

¹⁾ Zeitschr. für Bauwesen 1877, S. 41.

Zusammenstellung 4. Neuere in Deutschland ausgeführte Brücken mit Auslegerträgern und durchgehenden Trägern. Stützweiten unter 100 m.

	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
		Zahl	Stützweite		
1. Straßenüberführung auf dem Bahnhof Dresden	1891	1	46,0	Generaldirektion der Sächs. Staatsbahnen	Klönne in Dortmund
2. Weidendammer Brücke in Berlin	1895—97	1	25,0	Städt. Baudeputation Berlin (Brückenbau-bureau)	
		2	42,73		
3. Straßenbrücke über die Oder in Ohlau	1897—98	1	16,3	Königl. Regierung	Beuchelt & Co. in Grünberg (Schlesien)
		2	63,6		
4. Straßenbrücke über die Oder in Ratibor	1903—04	1	43,0	Beuchelt & Co.	Beuchelt & Co.
		2	60,5		
5. Glienicker Brücke bei Potsdam	1905—07	1	30,25	Ministerium der öffentlichen Arbeiten	Harkort in Duisburg
		2	74,0		
6. Brücke über den Argentobel bei Grünenbach	1905—07	1	37,0	Brückenbauanstalt Gustavsborg	Brückenbauanstalt Gustavsborg
		2	84,0		
		1	48,0		
			24,0		

Abbildungen im Atlas: Nr. 4: 42. Nr. 5: 29. Nr. 6: 40.

Literatur: Zu Nr. 2: Die Straßenbrücken der Stadt Berlin S. 158.

Zu Nr. 5: Z. d. B. 1907, S. 624.

Zu Nr. 6: Z. d. B. 1907, S. 178. D. Bauztg. 1907, S. 179.

Mainz. Ein derartiges Bauwerk wirkt in ästhetischer Hinsicht entschieden günstiger als eine Anordnung mit gegliederten Trägern. Es ist besonders bei verhältnismäßig kleinen Abmessungen sehr schwierig, die Wandgliederung bei dem Anschluß an die Stütze ruhig und regelmäßig zu gestalten.

In ästhetischer Hinsicht ist noch von größerer Bedeutung eine besondere Gruppe von Auslegerbrücken, die eine Art von Mittelglied zwischen den reinen Balkenbrücken und den später noch zu betrachtenden Hängebrücken bildet, nämlich die Auslegerbrücken mit Hängegurt, die man auch wohl „Auslegerbrücken in Form von Hängebrücken“ nennen kann. Diese Trägerart hat mit den bisher betrachteten Auslegerbrücken das Gemeinsame, daß lotrechte Belastungen in beiden Fällen nur lotrechte Kräfte zwischen den Trägern und ihren Stützpunkten hervorrufen, daß die Gelenke grundsätzlich wie bei den Auslegerbrücken angeordnet sind und daß demgemäß auch die Berechnung der Auflagerkräfte genau ebenso wie bei allen übrigen Auslegerbrücken erfolgt. Mit den Hängebrücken hat die genannte Trägerart gemeinsam einen sogenannten „Hängegurt“, nämlich eine Gurtung, an der nur lotrechte Stäbe befestigt sind, also nur lotrechte Kräfte angreifen. Der Hängegurt ist durch diese lotrechten Stäbe mit einem besonderen Balkenträger verbunden, dessen Obergurt im mittleren Teile der Mittelöffnung und in der Nähe der Endauflager sich mit dem Hängegurt vereinigt. (Diese Trägerart wird gewöhnlich für drei Öffnungen ausgeführt). Es sind also in der Nähe der Mittelstützen jeweils drei, in der Mitte der Hauptöffnung und an beiden Enden des Trägers jedoch nur zwei Gurtungen vorhanden.

In der folgenden Zusammenstellung sind einige bemerkenswerte Auslegerbrücken dieser Bauart angeführt.

erbauten Kettenbrücke, die den Mannheimern in der öden Gegend der Neckarvorstadt gleichsam als Wahrzeichen galt, zu gestalten.

Ein Bauwerk von besonders eigenartiger ästhetischer Wirkung ist schließlich der Kaisersteg über die Spree bei Oberschönweide (1897—1898). (Abb. 24—26.) Das System ist von Müller-Breslau für den vorliegenden Zweck eigens erfunden und wird von ihm als „Auslegerbalken mit einem Mittelgelenk und eingefügtem Spannbogen“ bezeichnet. Die Stützweiten betragen 43,0, 86,0 und 43,0 m.¹⁾

2. Entwicklung der Bogenbrücken.

a) Die gußeisernen Bogenbrücken.

Wie die ersten Balkenbrücken, so bestanden auch die ersten Bogenbrücken aus Gußeisen. Während jedoch in der Entwicklung der Balkenbrücken das anfänglich verwendete Gußeisen sehr schnell durch das Schweißeisen (und dieses späterhin durch das Flußeisen) verdrängt wurde, hat die Herstellung gußeiserner Bogenbrücken sich auf einen Zeitraum von über 100 Jahren erstreckt, nämlich vom letzten Viertel des achtzehnten bis gegen das Ende des neunzehnten Jahrhunderts. Freilich sind diejenigen gußeisernen Bogenbrücken, die in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts noch gebaut wurden, nur als vereinzelte Ausläufer jener ersten Entwicklung anzusehen.

Die ersten Bogenbrücken entstanden in der Zeit vor dem allgemeinen Aufschwung der Eisenbahnen. Damals war die Technik des Walzeisens noch in ihrer Entstehung begriffen; zu dem Bau der in jener Zeit vorzugsweise in Betracht kommenden Straßenbrücken verwandte man daher das Gußeisen, dessen Bearbeitung verhältnismäßig ge-

Zusammenstellung 5. Auslegerbrücken mit Hängegurt.

	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
		Zahl	Stützweite		
1. Friedrich-Brücke über den Neckar in Mannheim	1890	1	92,8	Gorber, v. Rieppel, Thiersch ¹⁾	Brückenbauanstalt Gustavsburg
2. Große Weserbrücke in Bremen	1894—95	1	66,1	Rehbock, Billing ¹⁾	Harkort
		2	35,5		
3. Salzachbrücke in Salzburg	1901—02	1	52,0	Melan, Swoboda	Gridl in Wien
		2	26,0		
4. Salzachbrücke zwischen Oberndorf und Laufen	1902	1	78,288	Haberkalk, Lipold, Koch ¹⁾	
		1	39,14		
		1	48,93		
5. Überführung der Swinemünderstraße über den Bahnhof Gesundbrunnen in Berlin	1903—04	1	108,0	Hedde, Möhring ¹⁾	Beuchelt & Co., Grünberg i. Schlesien
		2	60,0		

¹⁾ bezeichnet den Architekten.

Abbildungen im Atlas: Nr. 1: 27. Nr. 2: 21. Nr. 5: 37.

Literatur: Zu Nr. 1: Z. d. B. 1887, S. 430 usw. Z. d. Arch. u. Ing.-V. z. Hann. 1888, S. 142.

Zu Nr. 2: Z. d. B. 1894, S. 119.

Zu Nr. 3: Allgem. Bauzeitg. 1904, S. 1.

Zu Nr. 4: Allgem. Bauztg. 1902, S. 17.

Die älteste Brücke dieser Bauart ist die Friedrichbrücke über den Neckar in Mannheim (Nr. 1 der Zusammenstellung, Abb. 27). Die Anordnung der Hauptträger war aus dem Wunsche hervorgegangen, das Gesamtbild der Brücke ähnlich der alten, 1845 von dem Hannoverschen Baurat Wendelstadt

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

ringere Schwierigkeiten machte. Als aber später der allgemeine Aufschwung der Eisenbahnen begann, hatte schon die Behandlung des Walzeisens erhebliche Fortschritte ge-

¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1900, S. 65.

macht. Zu dem Bau der vielen Eisenbahnbrücken verwandte man daher lieber das zähe Schweißeisen als das spröde Gußeisen. Dies hatte wohl zum Teil auch darin seinen Grund, daß bei den Eisenbahnbrücken die durch den Verkehr entstehenden Erschütterungen einen viel größeren Einfluß haben als bei den Straßenbrücken; es erschien deshalb besonders erwünscht, zur Aufnahme dieser Erschütterungen einen möglichst zähen und dehnbaren Baustoff zu verwenden.

Dagegen wurden Straßenbrücken noch längere Zeit in größerer Zahl aus Gußeisen hergestellt, als schon die Technik des Walzeisens bis zu einer ziemlich hohen Stufe vorgeschritten war. Diese Tatsache, die man aus dem Vergleich mit der Entwicklung der Balkenbrücken (Eisenbahnbrücken) erkennt, erklärt sich wohl hauptsächlich aus zwei Gründen. Zunächst sind bei den Straßenbrücken die vom

Verkehr herrührenden Erschütterungen nicht so bedeutend wie bei den Eisenbahnbrücken. Es erschien also bei Straßenbrücken weniger bedenklich, das spröde Gußeisen zu verwenden. Sodann haben auch wohl ästhetische Rücksichten auf die Entwicklung eingewirkt. Bei der Bearbeitung des Gußeisens herrscht nämlich ein höherer Grad von Freiheit in der Gestaltung der Formen als bei der Herstellung des Walzeisens. Und so war man bei den alten gußeisernen Bogenbrücken — unter sonst gleichen Verhältnissen — wohl eher imstande, künstlerische Wirkungen zu erzielen, als bei den neueren schweißeisernen und flußeisernen Brücken. Andererseits kam es nun gerade bei Straßenbrücken, und namentlich bei den in großen Städten erbauten, mehr als bei den Eisenbahnbrücken auf eine künstlerische Wirkung an. Abgesehen von diesem Unterschiede zwischen Straßen-

Zusammenstellung 6. Bemerkenswerte gußeiserne Bogenbrücken.

Nr.	Stadt (Land) — Brücke	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Pfeilhöhe	Pfeilverhältnis	Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Weite				
1.	Coalbrookdale (Engld.), Severnbrücke	1776—79	1	32,0	12,2	1 : 2,6	Reynolds und Darby	Eisenwerk Coalbrookdale
2.	Sunderland (Engld.), Wearbrücke	1793—96	1	72,0	10,4	1 : 6,7	Wilson	Eisenhütte Walkers in Rotherham
3.	Laasan (Schles.), Brücke über das Striegauer Wasser	1794—96	1	13,0	2,9	1 : 4,5		Eisenhütte Malapane
4.	Berlin, Brücke über den Kupfergraben	1796—97	1	6,0	2,0	1 : 3,0	Königl. Bauverw.	Eisenhütte Malapane
5.	Paris, Ponts-des-Arts über die Seine	1801—03	9	17,3	3,25	1 : 5,3	Cessart u. Dillon	Gesellschaft der drei alten Brücken
6.	Paris, Austerlitzbrücke über die Seine	1801—05	5	32,5	3,25	1 : 10	Beaupré u. Lamendé	
7.	Carnarvonshire, Waterloo-Brücke über den Conway-Fluß	1815	1	32,0	3,5	1 : 9,2	Telford, Hazledine	
8.	London, Vauxhallbrücke ü. d. Themse	1811—16	9	23,8	4,3	1 : 5,5	Rennie u. Walker	
9.	Chepstow (Engld.), Brücke über d. Wye	1815—16	2	10,4	1,9	1 : 5,5		Rastrick & Co.
			2	21,4	3,35	1 : 6,4	Hazledine	Shrewsbury & Bridge-
			1	34,0	4,24	1 : 8,0		north
10.	London, Southwarkbrücke über die Themse	1815—19	1	73,0	7,3	1 : 10	Rennie	
			2	64,0	6,4	1 : 10		
11.	Berlin, Friedrichbrücke ü. d. Spree	1822—23	7	6,33—9,21	1 : 4,6	1 : 4,6	Königl. Bauverw.	
12.	Berlin, Weidendammerbrücke	1824—26	5	7,82—9,25	2,75	1 : 2,3 bis 1 : 3,4	desgl.	
13.	Paris, Carousselbrücke ü. d. Seine	1831—34	3	47,7	4,9	1 : 9,7	Polonceau	
14.	Windsor, Victoriabrücke ü. d. Themse	1848—51	1	36,6	6,0	1 : 6,1	Page	
15.	London, Neue Westminster-Brücke über die Themse ¹⁾	1854—65	2	29,0	4,86	1 : 6,0	Page	
			2	31,6	5,35			
			2	35,0	5,90			
			1	36,5	6,10			
16.	Paris, Solferinobrücke über die Seine	1858—59	9	40,0	3,55	1 : 11,2	Romany, Laga,	
					4,02	1 : 10,0	Cisserie, Martin	
					3,55	1 : 11,2		
17.	Paris, St. Louisbrücke ü. d. Seine	1860—62	1	64,0	5,85	1 : 11,0	Savarin, Martin, Romany	
18.	Paris, Sullybrücke über die Seine	1874—76	1	42,3	4,88	1 : 8,7		Joret & Co.
			1	46,0	5,45	1 : 8,4	Brosselin u. Vaudrey	
			1	49,6	5,66	1 : 8,8		
19.	London, Batterseabrücke über die Themse	1886	2	34,5	2,60	1 : 13,2		
			2	42,5	4,00	1 : 10,6	Bazalgette	
			1	49,5	5,50	1 : 9,0		
20.	Belfast (Irland), Albertbrücke über den Lagan	1888—90	3	28,0			Bretland	Andrew Handyside & Co.

Literatur: Mehrtens, Vorlesungen über Ingenieurwissenschaften, II. Teil, I. Band, § 7; ferner:

Zu Nr. 8: Z. f. B. 1856, S. 166.

Zu Nr. 10: desgl. 1856, S. 64.

Zu Nr. 13: A. B. 1838, S. 285 u. f.; 1840, S. 51; 1845, S. 73 u. f.

Zu Nr. 14: A. B. 1854.

Zu Nr. 15: Z. f. B. 1857, S. 221.

¹⁾ Atlas Abb. 47.

und Eisenbahnbrücken hat noch eine Ursache die Verwendung von gußeisernen Bogenbrücken zu einer Zeit begünstigt, als man schon Balkenbrücken aus Schweißeisen baute. Diese Ursache liegt wohl in dem Vorherrschen der Druckspannungen bei den Bogenbrücken. Wenn auch Biegungsspannungen nicht ganz vermieden werden können, so lassen sie sich doch (im Vergleich zu den Balkenbrücken) ohne sehr großen Materialaufwand in mäßigen Grenzen halten. Das beweisen ja auch die steinernen Brücken. Man brauchte also bei den Bogenbrücken die für das Gußeisen gefährlichen Zugspannungen nicht so sehr zu fürchten wie bei den Balkenbrücken.

In der vorstehenden Zusammenstellung 6 ist eine Reihe der geschichtlich und ästhetisch bemerkenswertesten gußeisernen Bogenbrücken aufgeführt.

Die tragenden Bögen waren meistens vollwandig (nicht gegliedert) ausgebildet.

In ästhetischer Beziehung besonders bemerkenswert ist die Ausbildung der Bogenzwikel. Es sind hier namentlich folgende Anordnungen zu erwähnen:

- a) Oberhalb der eigentlich tragenden Bögen wurden noch zwei andere angeordnet. In einigen Fällen, wie z. B. bei der Severbrücke bei Coalbrookdale (Nr. 1) und bei der Austerlitzbrücke in Paris (Nr. 6) sind die oberen Bögen nahezu gleichlaufend (konzentrisch) mit dem unteren Bogen; gewöhnlich jedoch ist jeder obere Bogen etwas flacher als die unteren, wobei im Scheitel sämtliche Bögen unmittelbar aufeinander liegen. Andere kürzere Stäbe sind meist rechtwinklig zu diesen Gliedern zum Zwecke der Versteifung angebracht. Diese Anordnung findet sich bei vielen älteren Bogenbrücken (Nr. 3, 4, 9, 11, 17, 18 der Zusammenstellung).
- b) Gußeiserne Ringe, die nach dem Scheitel zu allmählich kleiner werden. (Nr. 2, 3, 4, 13 der Zusammenstellung.)
- c) Fachwerkartige Ausfüllung der Bogenzwikel, wie z. B. bei der Southwarkbrücke in London (Nr. 10). Nach dem Vorbilde dieses bedeutenden Bauwerks wurden in England noch zahlreiche eiserne Bogenbrücken gebaut.
- d) Ausfüllung der Bogenzwikel durch Gußornament (Nr. 7, 14, 15, 19, 20 der Zusammenstellung).
- e) Einfache Anordnung lotrechter Stäbe zur Übertragung der Lasten von der Fahrbahn auf die tragenden Bögen (Nr. 8, 16, 17, 18).

Verhältnismäßig selten sind Eisenbahnbrücken als gußeiserne Bogenbrücken ausgeführt worden. Am häufigsten findet sich diese Bauart in Frankreich. Ein Beispiel ist die 1851–52 erbaute Rhonebrücke bei Tarascon (7 Öffnungen von 60 m Stützweite. Entwurf von Talabot.¹⁾)

Im Bezirke der Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen befindet sich noch bei Ars eine im Jahre 1849 erbaute gußeiserne Eisenbahnbrücke über die Mosel mit vier Öffnungen von etwa 35 m Stützweite. Die Bogenzwikel sind hier durch eine fachwerkartige, gleichfalls aus Gußeisen bestehende Versteifung ausgefüllt.

¹⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1855, S. 67. Annales des ponts et chaussées. 1854, Mai-Juni.

b) Bogenbrücken aus Schweißeisen oder Flußeisen.

Obgleich die gußeisernen Bogenbrücken im neunzehnten Jahrhundert eine weite Verbreitung gefunden haben, mußte doch schließlich die Entwicklung der Technik dahin führen, daß auch bei den Bogenbrücken das Gußeisen durch das Schweißeisen und dieses späterhin durch das Flußeisen verdrängt wurde. Die erste aus Schweißeisen hergestellte Bogenbrücke wurde bereits im Jahre 1808 von Bruyère bei St. Denis über den Crou erbaut. Sie hatte eine Lichtweite von nur 12 m. Es vergingen aber fast 50 Jahre, bis weitere Versuche zur Verwendung des Schweißeisens für Bogenbrücken gemacht wurden.

Von entscheidendem Einflusse auf das Gesamtbild der Brücke ist die Lage der Hauptträger zur Fahrbahn. Wir können hier drei Fälle unterscheiden, nämlich:

1. die Hauptträger liegen gänzlich oder doch nahezu gänzlich unter der Fahrbahn;
2. die Hauptträger liegen teilweise unter, teilweise über der Fahrbahn;
3. die Hauptträger liegen vollständig oder größtenteils über der Fahrbahn.

In der ersten Zeit der Entwicklung war die unter 1 erwähnte Anordnung bei weitem vorherrschend. Bei den gußeisernen Bogenbrücken lagen die Hauptträger meistens unter der Fahrbahn; nur einzelne Brücken machten hiervon eine Ausnahme.¹⁾ Auch bei den aus Schweißeisen erbauten Bogenbrücken waren die Hauptträger zunächst fast regelmäßig unter der Fahrbahn angeordnet. Erst im Laufe der weiteren Entwicklung mehrten sich die oben unter 2 und 3 erwähnten Fälle. Es hat sich somit das Verwendungsgebiet der Bogenträger allmählich erweitert.

Ferner ist von großem Einfluß auf die ästhetische Wirkung die Art der Versteifung zur Aufnahme der namentlich bei einseitiger Belastung entstehenden Biegemomente. Wir haben hier folgende Anordnungen zu unterscheiden:

- a) Vollwandige Bögen. Die Bogenträger sind so ausgebildet, daß sie allein die Biegemomente aufzunehmen vermögen. In den Zwikeln sind nur lotrechte Stäbe zur Übertragung der Lasten von der Fahrbahn nach den Hauptträgern vorhanden. Diese Anordnung findet sich vorwiegend bei kleineren und mittleren Stützweiten, neuerdings auch bei größeren.
- b) Gegliederte Bögen. Auch hier werden die Biegemomente durch den Bogen selbst aufgenommen; dieser ist aber nicht vollwandig, sondern in Gurtungen und Füllungsstäbe gegliedert. Diese Anordnung kommt bei großen Stützweiten am häufigsten vor.
- c) Zwischen der Bogengurtung und der Fahrbahn, in deren Höhe noch eine weitere Gurtung angeordnet ist, befindet sich eine fachwerkartige Versteifung. Diese Bauart war früher längere Zeit sehr beliebt, wird aber jetzt seltener ausgeführt.
- d) Der Bogen nimmt nur Druckkräfte auf; die Versteifung ist durch einen in Höhe der Fahrbahn liegenden,

¹⁾ Solche Beispiele sind dargestellt in dem Werke: Mehrtens, Vorl. über Ing. Wiss. Brückenbau, S. 313, 314, 317, 328, 329.

meist gegliederten Balkenträger bewirkt. Diese Anordnung findet sich vorwiegend bei solchen Brücken, deren Hauptträger oberhalb der Fahrbahn liegen.

Die nachfolgenden Zusammenstellungen geben einen Überblick über einige namentlich in ästhetischer Hinsicht hervorragende Bogenbrücken aus Schweißisen und Flußeisen.

In den ersten Abschnitten der Entwicklung, etwa bis Anfang der neunziger Jahre verwandte man für kleinere Stützweiten entweder vollwandige Bogenträger, oder solche mit Fachwerkaussteifung in den Zwickeln; die letzteren auch namentlich für mittlere Stützweiten. Die vollwandigen kleinen Bogenträger zeigen in ihrer äußeren Erscheinung wenig Abwechselung. Sie haben gewöhnlich zwei Kämpfergelenke, aber kein Scheitgelink. Das Pfeilverhältnis beträgt etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{7}$, doch finden sich auch kleinere und größere Werte. Bei den Bogenträgern mit Fachwerkausstei-

Brücke in Dresden haben nur die mittleren Bögen Fachwerkaussteifung in den Zwickeln, an den äußeren Bögen fehlt diese, und es ist statt ihrer ein besonderer Parallel-Fachwerkträger unter der Fahrbahn angeordnet. Man hat also damals erkannt, daß die Versteifung durch Fachwerk in den Zwickeln in ästhetischer Beziehung nicht besonders günstig wirkt. Diese Anordnung ist daher in neuerer Zeit bei Straßenbrücken seltener ausgeführt worden; und es scheinen die einfachen vollwandigen Bogenträger auch für mittlere und selbst für größere Stützweiten mehr als früher Verbreitung zu finden. Ein Beispiel hierfür ist die neue Neckarbrücke in Mannheim (Zusammenstellung 7, Nr. 12).

Fachwerk-Aussteifung in den Zwickeln ist dagegen auch in neuerer Zeit bei solchen Bogenträgern mehrfach ausgeführt worden, die über mehrere Öffnungen durchlaufen. Wohl das bedeutendste Beispiel für diese Anordnung ist die

Zusammenstellung 7. Brücken mit vollwandigen Bogenträgern unterhalb der Fahrbahn.

Nr.	Stadt — Brücke	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite		
1.	Olten (Schweiz), Brücke über die Aare	1853—54	3	31,5	Stehlin, Etzel, Riggenbach	
2.	London, Blackfriars-Brücke	1867—69	5	54,9		
3.	Berlin, Brücke über den Kupfergraben	1878—80	2	26,4	Dircksen	
4.	Berlin, Marschallbrücke	1881—82	2	15,52	Städtisches Brückenbaubureau, Berlin	
5.	Berlin, Jannowitzbrücke	1881—83	2	18,5	desgl.	
6.	Berlin, Lützowbrücke	1883—84	1	23,2	desgl.	
7.	New York, Washington-Brücke	1886—89	2	155,0	Hutton u. A.	Passaic-Werke
8.	Stuttgart, König-Karls-Brücke	1891—93	2	45,51	Kübler	Maschinenfabrik Eßlingen
			2	48,00		
			1	50,48		
9.	Berlin, Ebertsbrücke	1893—94	1	30,0 ¹⁾		
10.	Berlin, Potsdamer Brücke	1897—98	1	21,85	Städtisches Brückenbaubureau Berlin	
			1	26,68		
11.	Berlin, Lessing-Brücke	1902—04	1	30,0 ²⁾		
12.	Mannheim, Neckarbrücke	1906—08	1	113,0 ³⁾	Werk Gustavsburg	Lucan in Mannheim.

Abbildungen im Atlas: Nr. 4: 53. Nr. 12: 75.

Literatur: Zu Nr. 3—6 und 9—11: Die Straßenbrücken der Stadt Berlin, herausgegeben vom Magistrat.

Zu Nr. 7: Engineering News 1886—88. Z. d. V. d. Ing. 1889, S. 1120. Z. d. B. 1886, S. 136.

Zu Nr. 8: Z. d. V. d. Ing. 1892, S. 839—843, 1895, S. 153 — 158. Annalen f. Gew. u. Bauw. 1892, II, S. 96. Z. f. B. 1895, S. 61.

Zu Nr. 9: Z. d. B. 1895, S. 376.

Zu Nr. 12: D. B. 1901, S. 249, 261, 269, 273, 285; 1908, S. 266. Z. d. V. d. Ing. 1901, S. 845, 883, 1055, 1129.

¹⁾ Dazu zwei gewölbte Öffnungen von 10,5 m Lichtweite

²⁾ „ „ „ „ „ 10,0 „ „

³⁾ „ „ „ „ „ 59,5 „ „

fung in den Zwickeln kommen hauptsächlich zwei Anordnungen vor, nämlich das Strebenfachwerk mit gekreuzten Diagonalen (Beispiel: Moselbrücke bei Güls, Zusammenstellung 9, Nr. 5), vorwiegend jedoch das einfache Ständerfachwerk (Nr. 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 der Zusammenstellung 9). Bemerkenswert ist, daß man bei einigen dieser Brücken, auf deren äußere Erscheinung besonderer Wert gelegt wurde, die aussteifenden Diagonalen möglichst zu verdecken suchte. Bei der Kronprinzen-Brücke in Berlin und der oberen Rheinbrücke in Basel hat man die zwischen der Gurtung der Stirnbögen und der Fahrbahn entstehenden Zwickel mit gußeisernen Rahmen verkleidet, deren mittlere Teile durch netzartig angeordnete Stäbe ausgefüllt sind. Bei der Carola-

Viaur-Talbrücke in Frankreich (Zusammenstellung 9, Nr. 10). In viel kleinerem Maßstabe sind derartige Brücken zur Überführung von Straßen oder Eisenbahnen über Kanäle ausgeführt worden, beispielsweise bei dem Bau des Elb-Trave-Kanals und des Teltow-Kanals (Zusammenstellung 9, Nr. 12 Abb. 76). — Eine ähnliche Anordnung, jedoch mit viel kleinerem Pfeilverhältnis, zeigt die Mirabeau-Brücke in Paris (Zusammenstellung 9, Nr. 9).

Die gegliederten Bogenträger (Zusammenstellung 8) sind vorwiegend für große Stützweiten (100 m und darüber) ausgeführt worden. Bei dieser Gattung haben sich im Laufe der Entwicklung keine erhebliche Veränderungen der Bauart gezeigt.

Bei denjenigen Bogenträgern, deren Gurtungsabstand in der Nähe der Kämpfer größer oder ungefähr ebensogroß ist wie im Scheitel, kommen bezüglich der Auflagerung zwei Anordnungen vor. Entweder sind derartige Bogenträger ganz ohne Gelenke ausgeführt (Schwarzwasser-Brücke, Müngstener-Brücke, Kornhausbrücke in Bern), oder es sind Kämpfergelenke angeordnet und die Gurtungen des Bogens sind an dessen Enden nach den Gelenken zusammengeführt. (Neuere Rheinbrücke bei Coblenz). In dem letztgenannten Falle hat man zuweilen mit Rücksicht auf die äußere Erscheinung zu beiden Seiten des durch die zusammenlaufenden Gurtungen gebildeten Dreiecks noch besondere zwickelartige Teile gebildet, welche die kreisförmigen Begrenzungen des Bogens bis zum Mauerwerk fortsetzen (Alte Rheinbrücke bei Coblenz und Hochbrücke bei Levensau.) Hierbei kann der Bogen nach vollendeter Aufstellung bezüglich der Wirkung der Verkehrslast nachträglich in einen Bogen ohne Gelenke umgewandelt werden.

Die Mehrzahl der großen Bogenträger ist jedoch als Zweigelenkbogen ausgebildet. Nur in einzelnen Fällen

finden sich Scheitलगelenke bei Bogen über 100 m Stützweite, z. B. bei der Mirabeau-Brücke in Paris, der Viala-Talbrücke und der neuen Neckarbrücke in Mannheim.

Bei den größeren Bogenbrücken kommen folgende Arten der Wandgliederung vor:

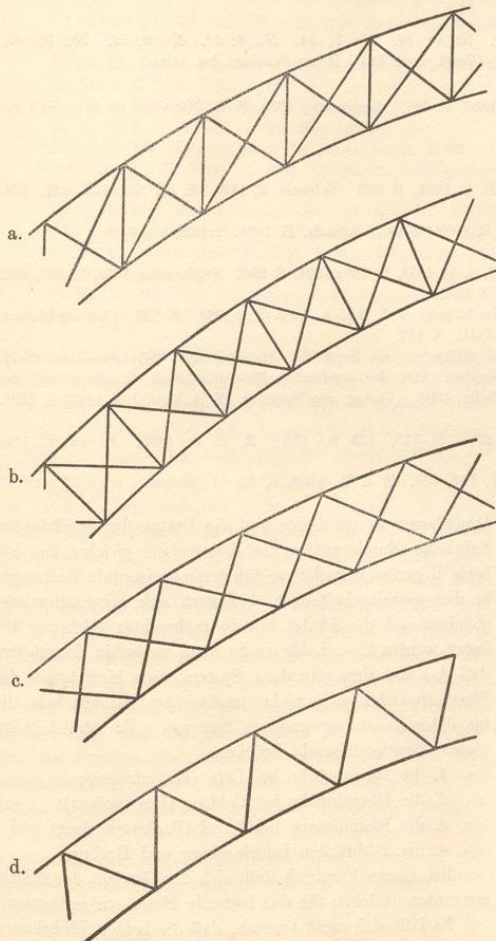
- 1) Das Ständerfachwerk mit gekreuzten Diagonalen (Abb. 1 a oder b) bei der alten Rheinbrücke bei Coblenz, der Douro-Brücke bei Porto, den alten Elbbrücken nach System Lohse (Zusammenstellung 12, Nr. 1 und 2), der Hochbrücke bei Levensau, der Straßenbrücke bei Mainz, der Kornhausbrücke in Bern und anderen.
- 2) Das Strebenfachwerk mit gekreuzten Diagonalen (Abb. 1 c) bei der neueren Rheinbrücke bei Coblenz, der Grüentaler Hochbrücke, der Straßenbrücke bei Worms und anderen.
- 3) Das Strebenfachwerk mit einfachen Diagonalen, aber ohne zwischengeschaltete Vertikalen (Abb. 1 d) bei der Schwarzwasser-Brücke, der Sprebrücke am Schiffbauerdamm in Berlin und der neuen Alsenbrücke in Berlin.
- 4) Das Ständerfachwerk mit einfachen Diagonalen bei den Rheinbrücken bei Bonn und Düsseldorf (Zusammenstellung 10, Nr. 4 und 5) sowie bei fast allen neueren Brücken mit hochliegenden Hauptträgern (Zusammenstellung 12, Nr. 3 bis 15, Abb. s. dort.)

Der Unterschied der beiden Anordnungen c und d besteht darin, daß bei der letzteren eine Schar der Füllungsstäbe genau lotrecht gerichtet ist, während bei Anordnung c beide Scharen schräg gerichtet sind und (wenigstens in der Nähe des Scheitels) ungefähr gleiche Winkel mit den Gurtungen bilden.

Diese vier Anordnungen sind im großen und ganzen ungefähr nach der durch die Buchstaben angedeuteten Reihenfolge zeitlich aufeinander gefolgt; indessen werden auch heute noch die älteren Arten zuweilen angewandt.

In der Entwicklung der eisernen, in Deutschland erbauten Bogenbrücken lassen sich etwa folgende Abschnitte unterscheiden. Der erste Abschnitt reicht vom Beginn des neunzehnten Jahrhunderts bis zum Anfang der sechziger Jahre. In diese Zeit fällt die weite Verbreitung der gußeisernen Bogenbrücken und der Beginn der Entwicklung der schweißeisernen Bogenbrücken in den fünfziger Jahren. Es wurden aber nur einige wenige Brücken mit kleineren Stützweiten gebaut.

Der zweite Abschnitt beginnt mit der Erbauung der älteren Coblenzer Rheinbrücke (1862–64), der ersten großen in Deutschland erbauten Bogenbrücke. (Abb. 48.) Es ist sehr lehrreich, die Erwägungen zu verfolgen, die damals zur Wahl einer Bogenbrücke geführt haben und bei denen auf die ästhetische Wirkung, namentlich mit Rücksicht auf das schöne Landschaftsbild bei Coblenz, damals schon ein großes, ja geradezu ausschlaggebendes Gewicht gelegt wurde¹⁾. — Obgleich das fertige Bauwerk den damals gehegten Erwartungen im großen und ganzen vollauf entsprach, wurden doch während der nächsten zwei Jahrzehnte in Deutschland nur sehr wenige Bogenbrücken von ähnlichen Abmessungen ge-



1. Fachwerkgliederungen von Bogenbrücken.

¹⁾ Vergl. Zeitschr. f. Bauwesen 1864, S. 392 und 397.

Zusammenstellung 8. Brücken mit gegliederten Bogenträgern unterhalb der Fahrbahn.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite		
1	Alte Rheinbrücke bei Coblenz	1862—64	3	96,7	Hartwich, Sternberg	Harkort u. Kölnische Maschinenbau-A.-G.
2	Mississippi-Brücke bei St. Louis	1868—74	1	158,50	Eads, Flead, Pfeiffer	Keastone Brückenwerke
			2	153,00		
3	Douro-Brücke bei Porto	1876—78	1	160,0	Seyrig, Lopez	Eiffel, Paris
4	Neuere Rheinbrücke bei Coblenz	1876—79	2	107,0	Hilf, Altenloh, Dörrenberger	Gutehoffnungshütte
5	Sprebrücke am Schiffbauerdamm, Berlin	1879—81	1	49,68	Dirksen, Sarre	
6	Schwarzwasserbrücke bei Bern	1881—82	1	114,0	Röthlisberger, Probst	Ott & Co. in Bern
7	Kirchfeldbrücke bei Bern	1882—83	2	80,7	Röthlisberger, Probst, Simon	Ott & Co. in Bern
8	Straßenbrücke über den Rhein bei Mainz	1882—85	2	86,25	Lauter, Bilfinger, Thiersch	Benkiser, Pforzheim
			2	98,1		
			1	102,08		
9	Garabit-Viadukt	1883—85	1	165,0	Eiffel	Eiffel
10	Adda-Talbrücke bei Paderno	1887—89	1	150,0	Röthlisberger	Savigliano-Werke
11	Talbrücke bei Müngsten	1893—97	1	170,0	v. Rieppel	Gesellschaft Nürnberg
12	Kornhausbrücke in Bern	1895—98	1	114,90	v. Bonstetten, Krohn,	Gutehoffnungshütte
			5	34,40	v. Fischer	
13	Alsen-Brücke in Berlin	1898—99				
14	Straßenbrücke über den Rhein bei Worms	1898—1900	1	105,6	Werk Gustavsburg	Werk Gustavsburg
			2	94,4		

Abbildungen im Atlas: Nr. 1: 48. Nr. 4: 49. Nr. 5: 50. Nr. 6: 54. Nr. 7: 51. Nr. 8: 52. Nr. 9: 56. Nr. 10: 57. Nr. 11: 59. Nr. 12: 60. Nr. 13: 69. Nr. 14: 66. (Vergl. auch Tafel II am Schlusse des Atlas.)

Literatur: Zu Nr. 1: Z. f. B. 1864, S. 386, 529.

Zu Nr. 3: Z. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hann. 1879, S. 539; 1884, S. 603. Engineering 1886, S. 7. Mémoires de la société des ingénieurs civils 1878, S. 38—79. Schweiz. B. 1886, S. 99, 103, 111.

Zu Nr. 4: Z. f. B. 1881, S. 87, 200, 317, 441.

Zu Nr. 5: Z. f. B. 1884, S. 125.

Zu Nr. 6: Z. f. B. 1886, S. 354; Z. d. V. d. Ing. 1885, S. 876. D. B. 1884, S. 512. Schweiz. B. 1884, S. 12, 23, 141, 147, 158. Z. d. B. 1890, S. 407.

Zu Nr. 7: Z. f. B. 1886, S. 360. Z. d. V. d. Ing. 1884, S. 684. D. B. 1883, S. 480. Schweiz. B. 1884, S. 129.

Zu Nr. 8: Z. d. B. 1881, S. 46 usw. Z. d. Ver. d. Ing. 1881.

Zu Nr. 9: Wochenschr. des ö. Ing.- u. Arch. Ver. 1884, S. 159. Z. d. B. 1881, S. 120; 1884, S. 200. Engineering 1885, S. 549, 593. Génie civil 1888, S. 220—221, 230. (Bd. XIII.) Z. d. V. d. Ing. 1886, S. 630.

Zu Nr. 10: Nouvelles annales de la constr. 1888, S. 120—121. Wochenschr. d. ö. Ing.- u. Arch.-Ver. 1888, S. 283. (Auszug hiervon in Z. d. Arch. u. Ing.-Ver. z. Hann. 1889, S. 329). Schweiz. B. 1889, Bd. XIII, S. 137.

Zu Nr. 11: Die Kaiser-Wilhelms-Brücke über die Wupper bei Müngsten im Zuge der Eisenbahnlinie Solingen—Remscheid. Mit Genehmigung der Königl. Eisenbahndirektion Elberfeld heraus gegeben von der vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G. Bearbeitet von Dietz Berlin, 1904. Verlag von Springer. Z. d. V. d. Ing. 1897, S. 1321, 1373, 1421. Z. d. B. 1895, S. 161; 1897, S. 149.

Zu Nr. 12: Schweiz. B. 1894, Bd. 24, S. 101; 1896, Bd. 28, S. 113, 133 u. 135. Z. d. B. 1895, S. 76 u. 116; 1898, S. 397, 412. Z. d. V. d. Ing. 1897, S. 193; 1898, S. 767, 1289.

Zu Nr. 14: Z. d. Ver. d. Ing. 1896, S. 333, 396 usw.; 1897, S. 61, 106, 497. Z. d. B. 1896, S. 38, 51, 56 usw.

baut, wie die neuere Rheinbrücke bei Coblenz (Zusammenstellung 8, Nr. 4) und die älteren Elbbrücken bei Hamburg (Zusammenstellung 12, Nr. 1). Die letzteren bedeuten einen geschichtlich interessanten Versuch Lohses, Bogenträger auch in solchen Fällen auszuführen, wenn sie gänzlich oberhalb der Fahrbahn liegen mußten.

Eine eingehende Begründung des für jene Brücken gewählten Systems findet sich in der Veröffentlichung Zeitschrift f. Bauwesen 1885. Lohse ging, ähnlich wie der Erbauer der ersten Coblenzer Rheinbrücke, Hartwich, von der Erwägung aus, daß die bis zu jener Zeit ausgeführten Balkenbrücken in ästhetischer Hinsicht wenig befriedigten. Eine Konstruktion wie die der Coblenzer Rheinbrücke, deren Wirkung allgemein anerkannt wurde, ließ sich jedoch bei den Hamburger Brücken infolge ihrer besonderen technischen Verhältnisse nicht anwenden. So kam denn Lohse auf den Gedanken, „den Zugbogen einer Hängebrücke mit einem darübergestellten, ebenso konstruierten und tragfähigen

Druckbogen zu verbinden und die Lasten der angehängten Fahrbahn durch senkrechte Hängeisen gleichmäßig auf beide Bögen zu verteilen, so daß deren horizontale Wirkungen in den gemeinschaftlichen Auflagern sich gegenseitig ausgleichen und die Pfeiler nur in senkrechter Richtung belastet werden“. — Lohse sucht dann weiterhin darzulegen, daß das von ihm erfundene System auch hinsichtlich des Eisenaufwandes sich nicht ungünstiger verhalte als die bis dahin sonst verwendeten Systeme. Er vergleicht zu diesem Zwecke folgende Brücken:

1. die Rheinbrücke bei Cöln (Gitterträger);
2. die Rheinbrücke bei Coblenz (Bogenträger);
3. die Rheinbrücke bei Wesel (Fachwerkträger) und
4. die Elbbrücken bei Hamburg und Harburg.

Bei diesem Vergleich stellt sich das Gewicht der zuletzt genannten Brücken für das laufende Meter am geringsten.

Es läßt sich nicht leugnen, daß die beiden Elbbrücken einen eigenartigen Eindruck machen und daß sie in ästhe-

Zusammenstellung 9. Brücken mit Bogenträgern unter der Fahrbahn. Fachwerksausteiung in den Zwickeln.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite		
1	Arcole-Brücke in Paris	1855	1	79,12	Oudry	
2	Theiß-Brücke zu Szegedin	1856—58	8		Cezanne	
3	Brücke über die Lahn in Ems	1863	2	27,0	Schmick	
4	Unterspreetbrücke der Verbindungsbahn Berlin	1864—65	2	12,71		
			1	16,40		
5	Moselbrücke bei Güls	1876—79	3	65,5	Hilf, Altenloh, Dörrenberger	
6	Kronprinzenbrücke in Berlin	1877—79	2	15,48	Städt. Baudeputation	
			1	18,68		
7	Obere Rheinbrücke in Basel	1877—79	1	64,0	Zanter	Holzmann in Frankfurt, Benkiser in Pforzheim
			1	67,0		
			1	58,0		
8	Königin Carola-Brücke in Dresden	1892—95			Pressprith, Pasdirek	Marienhütte Cainsdorf
9	Mirabeau-Brücke über die Seine in Paris	1896—97	1	99,34		
			2	37,05	Résal	
10	Brücke über das Vieur-Tal	1896—1902	2	95,0		
			1	221,3	Bodin	Gesellschaft Batignolles
11	Brücke über den Elb-Travekanal	1899				Union, Dortmund
12	Brücke über den Teltow-Kanal	1907—08	2	16,0	Havestadt & Contag	Steffens & Nölle
			1	48,0		

Abbildungen im Atlas: Nr. 7: 44. Nr. 8: 115. Nr. 12: 76.

- Literatur: Zu Nr. 1: Z. f. B. 1856, S. 126. Génie civil 1889, Bd. XIV. S. 170 u. 171. Wochenschr. d. ö. Ing.- u. Arch.-Ver. 1888, S. 113. Z. d. B. 1888, S. 116.
- Zu Nr. 2: Annales des ponts et chaussées 1859. Z. f. B. 1861, S. 654.
- Zu Nr. 3: Z. f. B. 1865, S. 106.
- Zu Nr. 4: Z. f. B. 1866, S. 267. Annalen f. Gew. u. Bauw. 1887, S. 75. D. B. 1887, S. 37 u. 49.
- Zu Nr. 5: Z. f. B. 1881, S. 87, 569; 1882, S. 81.
- Zu Nr. 6: Die Straßenbrücken der Stadt Berlin, S. 63.
- Zu Nr. 7: Z. f. B. 1886, S. 360; Festschrift, herausg. vom Baudepartement der Stadt Basel. (Auszug hieraus in der „Eisenbahn“ Bd. X, 1879, S. 137).
- Zu Nr. 8: Z. f. Arch. u. Ing. (Hannover) 1897, S. 314—338.
- Zu Nr. 9: Ann. d. trav. publ. 1892, S. 184. Eng. news 1896, II., S. 317. Z. d. B. 1897, S. 241 u. 257. Schweiz. B. 1897, Bd. 30, S. 39.
- Zu Nr. 10: Génie civil Bd. XV, S. 514; 1903, Bd. 43. (Auszug in Z. d. Arch. u. Ing.-Ver. z. Hannover, 1890, S. 283). Engineer 1890, I S. 529. Z. d. B. 1891, S. 115.
- Zu Nr. 11: Mehrtens, Brückenbau im 19. Jahrhundert (Denkschrift) S. 30.
- Zu Nr. 12: Z. d. B. 1908, S. 350.

tischer Hinsicht den gleichzeitig erbauten Balkenbrücken entschieden überlegen sind. Jedoch ist dieser Vorzug durch die ziemlich umständliche und nicht gerade einfache Konstruktion erkauft worden. Die Folgezeit hat den Ausführungen Lohses insofern nicht recht gegeben, als das von ihm erfundene System nur noch einmal, nämlich bei der 1884—87 von dem Hamburgischen Staat erbauten Straßenbrücke über die Nordereibe¹⁾ ausgeführt worden ist. Diese neuere Brücke befindet sich 244 m oberhalb der alten Eisenbahnbrücke; es lag somit nahe, das erwähnte System auch bei der neueren Brücke wieder zu verwenden. (Abb. 55)

In dem oben erwähnten zweiten Abschnitte entstanden in anderen Ländern einige Brücken von erheblich größeren Abmessungen als die erwähnten deutschen Brücken²⁾.

Der dritte Abschnitt in der Entwicklung der Bogenbrücken beginnt anfangs der achtziger Jahre etwa mit dem Bau der Straßenbrücke über den Rhein bei Mainz (Zusammenstellung 8, Nr. 8, Abb. 52). Bei diesem Bauwerke läßt sich ein beträchtlicher Fortschritt bemerken in der überaus sorgfältigen Bearbeitung des Entwurfes in allen Abmessungen, Verhältnissen und Einzelheiten, sowohl in technischer als auch in ästhetischer Beziehung. Die übrigen bedeutendsten Bauwerke dieses Zeitraumes waren in Deutschland die beiden Brücken über den Kaiser-Wilhelm-Kanal bei Grünental und Levensau und die Talbrücke bei Münstgen; in der Schweiz die Schwarzwasserbrücke bei Bern und die Kornhausbrücke in Bern. Der wichtigste technische Fortschritt war die Einführung des Flußeisens an Stelle des bis dahin üblichen Schweißeisens. Diese Änderung vollzog sich im wesentlichen zu Anfang der neunziger Jahre.

Der vierte und letzte Abschnitt beginnt mit dem Bau der Bonner und der Düsseldorfer Rheinbrücke (Zusammenstellung 10, Nr. 4 und 5). Namentlich die Bonner Brücke, (Abb. 61) die für eine Reihe anderer Brücken vorbildlich geworden ist, bedeutet einen Markstein in der Geschichte des deutschen Brückenbaues. Besonders beachtenswert sind die bei der Aufstellung des allgemeinen Entwurfes angestellten Erwägungen, die der Verfasser Krohn in einem Vortrage mitgeteilt hat; (vergl. Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1897, S. 193, sowie auch die Seite 16 erwähnte Festschrift). Während bei den Kanalbrücken bei Grünental und Levensau das Durchschneiden des Bogens durch die Fahrbahn nicht sonderlich günstig gewirkt hatte, entschloß man sich bei der Bonner Brücke, den Obergurt des mittleren Bogens gänzlich oberhalb der Fahrbahn, dagegen die Bogenträger der beiden Seitenöffnungen gänzlich unterhalb der Fahrbahn anzuordnen. Diese Bauart ist, wenn auch in

¹⁾ Zusammenstellung 12, Nr. 2.

²⁾ Zusammenstellung 8, Nr. 2 und 3.

Zusammenstellung 10. Brücken, deren Hauptträger teils unterhalb, teils oberhalb der Fahrbahn liegen.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite		
1	Brücke über die Etsch bei Verona	1883—84	1	88,8	Biadego	Werk Gustavsborg (M. A. N.) Gutehoffnungshütte
2	Brücke ü. den Kaiser-Wilh.-Kanal bei Grünental	1891—92	1	156,5	Greve, Eggert	
3	Brücke ü. d. Kaiser-Wilh.-Kanal bei Levensau	1893—94	1	163,4	Lauter, Muthesius	"
4	Rheinbrücke bei Bonn	1897—99	2	93,6	Krohn, Schneider, Möhring	
			1	187,2		
			1	32,5		
5	Rheinbrücke bei Düsseldorf	1896—98	2	181,25	Krohn	"
			1	63,36		
			1	57,02		
			1	50,67		
			1	60,36		
6	Treskowbrücke bei Oberschönweide	1903—04	2	37,50	Bernhard	Beuchelt in Grünberg (Schlesien)
			1	78,00		
7	Stubenrauchbrücke bei Oberschönweide	1907—08	1	60,0	Bernhard	Jucho in Dortmund
8	Baumgartenbrücke bei Potsdam	1908	2	25,20	Jucho in Dortmund	
			1	50,40		
9	Havelbrücke im Zuge der Döberitzer Heerstraße bei Berlin	1909	1	63,00	Bernhard	Steffens & Nölle in Berlin
			1	32,74		
			1	30,26		
			2	18,90		

Abbildungen im Atlas: Nr. 2: 58. Nr. 4: 61. Nr. 6: 82. (Vergl. auch Tafel II am Schlusse des Atlas.)

Literatur: Nr. 1: Engineering 1885. — Z. d. B. 1885, S. 239. Z. d. V. d. Ing. 1886, S. 629.

Zu Nr. 2: Z. f. B. 1898, S. 726. Z. d. B. 1891, S. 214. (Auszug in Z. d. Arch. u. Ing.-V. z. Hannover 1892, S. 83).

Zu Nr. 3: Zeitschr. f. Bauw. 1899, S. 99.

Zu Nr. 4: Die Bonner Rheinbrücke, Festschrift zur Eröffnungsfeier am 17. Dez. 1898, herausgeg. von der Stadt Bonn (Bonn 1898, Emil Strauß). Z. d. V. d. Ing. 1895, S. 361, 393, 457, 527, 685, 710, 794, 883; 1897, S. 190 (Vortrag von Krohn) 1899, S. 309. D. B. 1898 S. 645. Z. d. B. 1895, S. 21, 41, 49, 57, 69, 87, 92, 102, 110, 125; 1898, S. 617, 632.

Zu Nr. 5: Z. d. V. d. Ing. 1897, S. 195; 1898, S. 1311; 1899, S. 320. Z. d. B. 1898, S. 557, 572.

Zu Nr. 6: Z. d. V. d. Ing. 1905, S. 1141, 1243, 1268.

Zu Nr. 7: Z. d. Ver. d. Ing. 1908, S. 1942, 1987. D. B. 1908, S. 470 u. 477. Z. d. B. 1908, S. 365.

Zu Nr. 8: Z. d. V. d. Ing. 1910, S. 1222, 1312, 1361.

etwas anderen Formen, später noch bei einigen kleineren Brücken wieder verwendet worden (Zusammenstellung 10, Nr. 6—8.)

Neu war bei der Bonner Brücke vor allem der Umstand, daß Bogenträger von so bedeutenden Abmessungen nahezu vollständig oberhalb der Fahrbahn lagen. Diese Anordnung wurde in der Folgezeit bei sehr vielen anderen Brücken verwendet.

Bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts hatte man in denjenigen Fällen, in welchen die Hauptträger wegen der geringen zur Verfügung stehenden Bauhöhe größtenteils über der Fahrbahn liegen, vorwiegend Balkenträger verwendet. Ausnahmen sind bereits auf Seite 11 und 14 erwähnt worden. Nunmehr wurde aber auch dann, wenn die Hauptträger größtenteils über die Fahrbahn hinausragen, sehr oft Bogenträgern der Vorzug gegeben, und zwar nament-

lich in solchen Fällen, in denen eine besonders eindrucksvolle und monumentale Wirkung erwünscht war. Diese Wandlung haben wohl in erster Linie die ästhetischen Vorzüge der Bogenträger gegenüber den Balkenträgern herbeigeführt.

Da die Aufnahme des Bogenschubes durch die Mauerkörper oft eine erhebliche Verstärkung der letzteren erfordert hätte, und da außerdem bei unsicherem Baugrunde ein Nachgeben der Widerlager und damit eine Änderung der Spannkkräfte gegenüber den Berechnungsannahmen zu befürchten war, so versah man gewöhnlich den Bogen mit einem ungefähr in der Höhe der Fahrbahn liegenden Zugband, welches den Schub des Bogens aufnahm. So erhalten die Widerlager infolge lotrechter Belastungen nur lotrechte Kräfte. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß der Ersparnis an Mauerwerk (und der größeren Sicherheit hinsichtlich des tatsächlichen Verhaltens der Auflagerwirkung) ein

Zusammenstellung 11. Brücken mit Stabbogen oberhalb der Fahrbahn; versteift durch einen in Höhe der Fahrbahn liegenden Balkenträger.

Nr.		Jahr der Erbauung	Öffnungen		Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk.
			Zahl	Stützweite		
1	Ferdinandbrücke über die Mur in Graz	1881	1	67,8	Langer	Union in Dortmund
2	Immebrücke Hannover-Linden	1889	1		Müller-Breslau	
3	Überführung des Kurfürstendamms über den Bahnhof Halensee	1892	1		Müller-Breslau	

Zu Nr. 1: Mitt. d. polyt. Klubs in Graz, 1882, S. 1—25. Z. d. Arch. u. Ing. V. z. Hann. 1883, S. 552.

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	Gustavsburg	Werk Gustavsburg (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	Gustavsburg und Union	Werk Gustavsburg 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		
13	„ „ „ Fulda in Kassel	1907—08	1	84,40	Eilers in Hannover	Eilers in Hannover
14	Südbrücke über den Rhein bei Cöln (Eisenbahnbrücke)	1906—10	1	165,00	Königl. Eisenbahndirektion	Union in Dortmund
			2	101,50	Cöln und Geh. Baurat	
			3	56,00	Schwechten	
15	Hohenzollernbrücke über den Rhein bei Cöln (Eisenbahn- u. Straßenbrücke)	1907—11	1	118,88	desgl.	Harkort und Werk Gustavsburg (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.

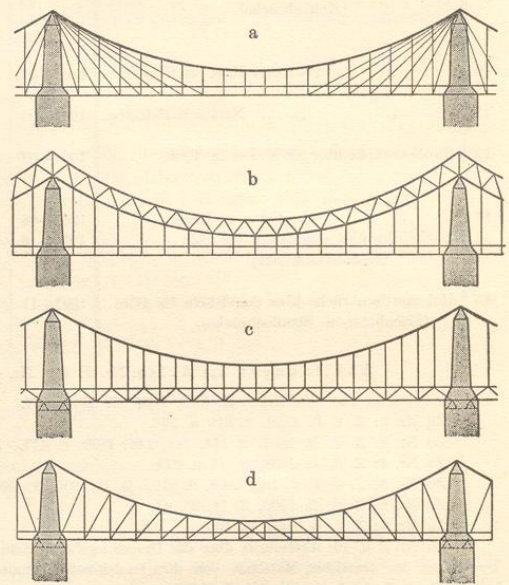
Die älteren, in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts erbauten Ketten- und Drahtkabelbrücken sind vorwiegend sogenannte unverteifte Hängebrücken, während in der zweiten Hälfte fast nur noch versteifte Brücken gebaut wurden. Diese Unterscheidung ist jedoch nicht ganz scharf. Denn bei den besser 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.

- Schrägketten oder Schrägkabel, die von den Pylonen nach einzelnen Punkten der Fahrbahn geführt sind;
- 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);
- Versteifungsträger, die ungefähr in der Höhe der Fahrbahn angeordnet sind;
- 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-

hunderts in Frankreich ausgeführt. Wie im Brückenbau, so wurde auch im Hochbau zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts zunächst Gußeisen verwendet. Ein hervorragendes Beispiel einer gußeisernen Dachkonstruktion bietet die im Jahre 1820 von Foerster und Etzel erbaute Halle des Dianabades in Wien.¹⁾ Die meisten Eisenkonstruktionen in der ersten Zeit der Entwicklung waren Nachbildungen der bis dahin üblichen hölzernen Dachstühle und ähnlicher Bauten, namentlich der Hänge- und Sprengwerke.

Aus derartigen Anfängen entstanden die ersten Ausführungen einfacher Fachwerke in England etwa um 1830. Die gedrückten Stäbe bestanden damals vielfach aus Holz, die gezogenen aus Schmiedeeisen.

Ähnlich wie bei den Brücken unterscheidet man im Hochbau nach der Stützungsart der Hauptträger: Balkendächer und Bogendächer. Bei den Balkendächern ruhen lotrechte Belastungen der Hauptträger (Binder) nur lotrechte Auflagerdrücke hervor, während bei den Bogendächern auch aus lotrechten Belastungen wagerechte Auflagerkräfte entstehen können. Bei vielen Dächern werden diese wagerechten Kräfte durch besondere auf Zug beanspruchte Glieder (Zugstangen) aufgenommen, um die unterstützenden Teile nicht in ungünstiger Weise zu beanspruchen. Gleichwohl zählt man auch derartige Dächer zu den Bogendächern, weil ihre Anordnung und die Wirkung der inneren Kräfte im wesentlichen denjenigen Bogendächern entspricht, die zur Aufnahme des Horizontalschubes keine Zugstange haben.

Obgleich die mit Eisen gedeckten und die ganz aus Eisen bestehenden Längshallen verhältnismäßig einfache Gesamtformen aufweisen, zeigt sich doch bei näherer Betrachtung der einzelnen Bauwerke eine große Verschiedenheit der Formen und Bauarten. Sieht man von allen Einzelheiten ab, so lassen sich etwa folgende Anordnungen unterscheiden:

- a) Hallen mit einfachen Satteldächern und Balkenbindern mit gradlinigen Gurtungen.
- b) Hallen mit flachgewölbten Dächern, die durch flache Balken- oder Bogenbinder getragen werden. Diese sind entweder auf durchgehenden Längswänden, oder auf eisernen Stützen gelagert.
- c) Hochgewölbte Bogendächer, deren Binder ungefähr in Fußbodenhöhe gelagert sind und in stetiger Krümmung aus den stützenden in die tragenden Teile übergehen.
- d) Hallen, deren Binder zwischen den Anordnungen b und c die Mitte halten.

Diese Hallenformen sind im allgemeinen in der durch die Buchstaben gekennzeichneten Reihenfolge nacheinander aufgetreten, wenn auch die ältere Anordnung unter b) stellenweise noch in den letzten Jahren ausgeführt wurde. Auch gehören einige der ältesten überhaupt ausgeführten Hallen zu der unter d) zusammengefaßten Gruppe.

In den beiden ersten Dritteln des neunzehnten Jahrhunderts hatten die meisten mit Eisenkonstruktionen gedeckten Hallen einfache Satteldächer, die durch Balkenbinder unterstützt waren. Als die beiden wichtigsten Anordnungen derartiger Binder unterscheidet man bekanntlich den englischen und den „französischen“ oder Polonceau-Dachbinder.

¹⁾ Allgem. Bauzeitg. 1843, S. 115—121.

Die Anordnungen der englischen Dachbinder wurden bei den Bahnhofshallen der ersten englischen und auch deutschen Bahnen in großer Zahl ausgeführt.

Die gewöhnlich unter dem Namen „französisches Dach“ oder „Polonceau-Dach“ bekannte Konstruktion ist nach Förster, Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten 1909¹⁾ S. 323 zuerst von einem Deutschen, dem Professor Wiegmann der Düsseldorfer Akademie, und zwar auch in der mehrfachen Anordnung desselben Grundgedankens vorgeschlagen worden (in demselben Jahre aber etwas später von Polonceau). Es wäre deshalb richtiger, diese Binder-art „Wiegmann-Polonceau-Dach“ zu nennen.

Ein einfaches Beispiel für diese Bauart ist die ältere kleine Halle des Lyoner Bahnhofes in Paris. Die Stützweite beträgt etwa 24 m.²⁾

Ein Beispiel für eine größere, mit einfachem Satteldach gedeckte Halle ist die 1876 erbaute Halle des Bahnhofes in Budapest mit 41 m Stützweite. Der allgemeine Entwurf ist von dem Ingenieur A. de Serres aufgestellt; die Konstruktion wurde ausgeführt von der Firma Eiffel in Paris.³⁾

Für die oben unter b, c und d erwähnten Anordnungen sind Beispiele in den nachfolgenden Zusammenstellungen 15, 16 und 17 angegeben.

Die flachgewölbten Hallendächer sind entweder mit Balken- oder mit Bogenbindern versehen. Von den in der Zusammenstellung 15 aufgeführten 17 Hallen haben fünf von den ältesten (Nr. 2, 3, 4, 5 und 14) sichelförmige Balkenbinder, alle übrigen aber Bogenbinder und zwar fast regelmäßig mit einer an dem Bogen aufgehängten Zugstange. Nr. 1 kann als Mittelglied zwischen Balken- und Bogenbinder betrachtet werden. Die Binder der Halle Nr. 17 (Homburg v. d. Höhe) haben keine Zugstange. Die meisten der Bogenbinder sind vollwandig und haben zwei Kämpfergelenke. Nur bei der Halle des Hauptbahnhofes in Liverpool (Nr. 7) und des Anhalter Bahnhofes in Berlin (Nr. 9) sind die Bogenträger gegliedert; bei der letztgenannten Halle ist außer den beiden Kämpfergelenken noch ein Scheitелgelenk vorhanden.

Die Binder sind bei den meisten älteren Hallen auf den massiv gemauerten Längswänden gelagert (Nr. 1, 3, 4, 5, 6 und 9), bei den neueren Hallen dagegen vorwiegend auf eisernen Stützen (Nr. 10, 12, 13, 15, 16). In manchen Fällen ist auch das eine Auflager der Binder durch die massive Wand des an die Halle anstoßenden Empfangsgebäudes, das andere Auflager durch je eine eiserne Säule gebildet (Nr. 2, 7, 8, 11). Auch die Ausbildung der Säulen selbst hat sich mit der Zeit geändert. Während bei allen älteren Hallen die Säulen regelmäßig aus Gußeisen hergestellt und mit irgend welchen antiken oder Renaissance-Kapitellen und Basen geschmückt wurden, sind diese Säulen bei einigen der neuesten Hallen ebenso wie die Bogenbinder aus Flußeisen und mit ganz ähnlichen Querschnittsformen wie diese ausgebildet (Nr. 12, 16 und 17). Recht deutlich ist dieser Entwicklungsgang auf dem Bahnhof Düsseldorf zu sehen, wo an die im Jahre 1901 erbaute Halle mit Gußeisen-Kapitellen später eine neuere

¹⁾ Diesem Werke sind die vorstehenden geschichtlichen Angaben größtenteils entnommen.

²⁾ Allgem. Bauzeitg. 1851, S. 354; Z. f. B. 1854.

³⁾ Allg. Bauztg. 1883, S. 3 und 13.

Zusammenstellung 15. Hallen mit flachen Balken- oder Bogendächern. (Binder auf Mauerwerk oder eisernen Stützen gelagert.)

Nr.		Jahr der Erbauung	Hallen		Länge	Entwurf—Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite			
1	Paris, Straßburger Bahnhof	1854		30,45			
2	Birmingham, Hauptbahnhof	1853—55		63,0		Cowper	Fox, Henderson & Co.
3	London, Carnon-Street-Bahnhof			58,64	199,0		
4	Berlin, Niederschles.-Märkischer Bahnhof	1867—69					
5	Berlin, Görlitzer Bahnhof	1870					
6	Berlin, Potsdamer Bahnhof	1869—71			171,8	Döbner, Sillich	
7	Liverpool, Hauptbahnhof	1872—73		50,0	134,12	Fowler	
8	Magdeburg, Hauptbahnhof						
9	Berlin, Anhalter Bahnhof	1878	1	62,5	168,0		
10	Hannover, Hauptbahnhof	1876—79	2	37,12	167,5		
11	Straßburg, Hauptbahnhof	1879—83	2	28,9	128,0	Kriesche, Jakobstal	Benkiser, Pforzheim
12	Halle a. Saale, Hauptbahnhof	1887—90	2	20,15		Nitschmann, Königer	
			2	18,00			
13	Düsseldorf, Hauptbahnhof	1890—91	2	21,4			
			2	18,35	150,6		
14	London, Empress-Theater	1895		67,06	66,14	A. O. Collard,	Handyside & Co. in Derby
15	Essen a. d. Ruhr, Hauptbahnhof	1902	2	21,0	130,0	Eisenbahndirektion Essen u. Klönne i. Dortmund	Klönne
16	Crefeld, Hauptbahnhof	1907	3	15,7—24,0		Jucho in Dortmund	Jucho in Dortmund
17	Homburg v. d. Höhe, Hauptbahnhof	1907					Werk Gustavsburg

Abbildungen im Atlas: Nr. 10: 128 u. 129. Nr. 11: 135. Nr. 17: 139.

Literatur: Zu Nr. 1: Z. f. B. 1854.
 Zu Nr. 2: Z. f. B. 1858, S. 447.
 Zu Nr. 3, 7, und 14: Mertens, Eiserner Dächer und Hallen in England. Berlin 1899. (S. 13, 14 und 11).
 Zu Nr. 4: Z. f. B. 1870.
 Zu Nr. 5: Z. f. B. 1872, S. 551.
 Zu Nr. 6: Z. f. B. 1877, S. 17.
 Zu Nr. 8: Z. f. B. 1879.

Zu Nr. 9: Z. d. A.- u. Ing.-Ver. z. Hannover 1884, S. 105.
 Zu Nr. 10: Z. d. Arch.- u. Ing.-Ver. z. Hann. 1886, S. 191.
 Zu Nr. 11: Z. d. B. 1883, S. 302 und 360.
 Zu Nr. 12: Z. f. B. 1893, S. 346.
 Zu Nr. 13: Z. f. B. 1894, S. 198.
 Zu Nr. 14: (s. oben zu Nr. 3).
 Zu Nr. 15:
 Zu Nr. 16: Z. f. B. 1908.

Halle mit flüßisernen Stützen ganz ohne jede Verzierung angebaut wurde. Die Gurtungen derartiger Balken- oder Bogenbinder sind gewöhnlich nach einem Kreisbogen oder einer Parabel geformt.

Das gemeinsame Merkmal dieser und ähnlicher Hallen besteht also in einer flachen, gewölbten Decke, die durch lotrechte, aus Stein oder Eisen bestehende Stützen getragen wird. Einen wichtigen Unterschied gegenüber derartigen Anordnungen bilden die hochgewölbten Bogendächer mit einheitlich vom Fußboden bis zum Scheitel verlaufenden Binderformen. Bemerkenswerte Beispiele dieser neueren Anordnung sind in Zusammenstellung 16 angeführt.

Die älteste und wohl am meisten bekannte dieser Hallen ist die des St. Pancras-Bahnhofes in London (Nr. 1 der Zusammenstellung 16, Abb. 127). Sie ist heute noch die weitest gespannte Bahnhofshalle in Europa und wird an Stützweite und Länge nur von sehr wenigen anderen Hallen übertroffen. Bemerkenswert ist die Spitzbogenform der Binder. Da das den südlichen Kopfabluß der Halle bildende riesige Midland Grand Hotel in gotischem Stile erbaut ist, so liegt die Vermutung nahe, daß die Erbauer der Halle die Gesamtform dem gotischen Stile anpassen wollten und aus diesem Grunde einen Spitzbogen gewählt haben. Zwei andere, etwa 10 Jahre später in England erbaute Hallen (Nr. 2 und 3 der Zusammenstellung 16) zeigen ähnliche Binderformen, aber ohne Spitzbogen.

In Deutschland wurden die ersten Hallen der neueren

Bauart etwa zwölf Jahre später erbaut. Den Übergang zu dieser zeigt die Halle des Schlesischen Bahnhofes in Berlin (Nr. 6 der Zusammenstellung 16, Abb. 130). Ihre Anordnung erinnert insofern an jene ältere Bauart, als auf der einen Seite eine nur lotrechte Kräfte übertragende Pendelstütze vorhanden ist, die in statischer Beziehung als besonderer Konstruktions- teil wirkt. Dagegen zeigt sich in den Umrisslinien des Binders schon vollständig die neuere Form. Der Untergurt läuft ungefähr von Fußbodenhöhe bis zum Scheitel in einer einzigen, stetig gekrümmten Linie, wenn auch der Krümmungshalbmesser an einzelnen Stellen verschieden ist. Ebenso wie bei diesem Bauwerk findet sich noch bei einigen ähnlichen, ungefähr gleichzeitig mit diesen erbauten großen Hallen eine Zugstange zur Aufnahme des Horizontalschubes, bei neueren Hallen von derartigen Abmessungen dagegen nur noch sehr selten.

Die beiden andern großen, etwa gleichzeitig erbauten Hallen der Berliner Stadtbahn unterscheiden sich nicht unwesentlich von der Halle des Schlesischen Bahnhofes. Auch hier ist der Binder ein Dreigelenkbogen; die Zugstange ist jedoch fortgelassen und beide Kämpfergelenke liegen ungefähr in der Höhe der Bahnsteige. Die Binderform zeigt, wie bei der Halle des St. Pancras Bahnhofes, den Spitzbogen; jedoch ist die Gesamtform etwas anders ausgebildet. (Abb. 127.)

Eine ähnliche Form wie die erwähnten beiden Berliner Hallen zeigt die Halle des Bahnhofes Frankfurt a. M. (Nr. 7

Zusammenstellung 16. Hochgewölbte Bogendächer. (Binder in Fußbodenhöhe gelagert.)

Nr.		Jahr der Erbauung	Hallen		Länge	Entwurf—Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite			
1	London, St. Pancras-Bahnhof	1866—68	1	73,15	210,3	Barlow u. Ordish	Butterley-Comp.
2	Glasgow, St. Enoch-Bahnhof	1875—76		60,35	159,0	Blair u. Ordish	Britannia Ironwork Derby
3	Manchester, Hauptbahnhof	1877—78		64,01	160,0	Moorsom	Handyside & Comp. Derby
4	Berlin, Bahnhof Friedrichstraße	1879—81	1	34—37,2	144,7		
5	Berlin, Bahnhof Alexanderplatz	1879—81	1	37,1	164,1		
6	Berlin, Schles. Bahnhof (Neuere Halle)	1878—82	1	54,35	207		
7	Frankfurt a. M., Hauptbahnhof	1886—87	3	56,0	186,4	Schwedler, Franz	
8	Bremen, Hauptbahnhof	1888—89	1	59,3	131,0	Eisenbahndir. Hannover (Schwering)	Union in Dortmund
9	Dresden, Hauptbahnhof	1892	1	30,75	240,5	Generaldirektion der sächs. Staatsbahnen	Klönne in Dortmund
			1	59,0	174,0		
			1	32,0	240,5		
10	Cöln Hauptbahnhof,	1892—93	1	63,9	254,0	Grüttefien	Union in Dortmund
11	Chicago, Industrie-Halle der Weltausstellg. 1893	1892	1	112,16	390,56	Shankland	Brückenbaugesellsch. Edge Moor
12	Hamburg, Bahnhof Dammtor	1902—04	1				

Abbildungen im Atlas: Nr. 1: 127. Nr. 4: 126. Nr. 6: 130. Nr. 7: 124. Nr. 8: 152. Nr. 9: 131.

Literatur: Zu Nr. 1, 2 und 3: Mertens, Eiserner Dächer und Hallen in England. Berlin 1899. (S. 9, 13 und 12).

Zu Nr. 4: Z. f. B. 1885, S. 493.

Zu Nr. 5: Z. f. B. 1885, S. 482.

Zu Nr. 6: Z. f. B. 1885, S. 319.

Zu Nr. 7: Z. d. B. 1881, S. 135. Z. f. B. 1891, S. 326. Z. d. Ver. d. Ing. 1881 (sehr bemerkenswert sind die auf Tafel 38—43 dargestellten Wettbewerbs-Entwürfe).

Zu Nr. 8: Z. d. Arch. u. Ing.-Ver. z. Hannover 1892, S. 254, 379, 431, 522.

Zu Nr. 10: Z. d. B. 1892, S. 343 und 355.

Zu Nr. 11: A. B. 1893, S. 28. Z. d. B. 1893, S. 189 und 205.

Zu Nr. 5, 7, 9, 10: Förster, die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten (Leipzig 1909). 4. Auflage, S. 512—520. Ausführliche Beschreibung und Darstellung auch der Konstruktions-Einzelheiten. Dasselbst S. 508—512 und 520—526 sind noch einige andere Hallen beschrieben (Aachen, Breslau, München-Gladbach, Ostende, Gent, sowie Hamburg-Hauptbahnhof, vergl. Zusammenstellung 17, Nr. 10).

der Zusammenstellung 16, Abb. 124). Nur ist hier die Höhe im Vergleich zur Stützweite geringer.

Eine der flachsten Hallen dieser Bauart ist die des Hauptbahnhofs in Cöln (Nr. 10 der Zusammenstellung 16). Eine derartige niedrige Anordnung wurde hier gewählt, weil das Bauwerk in unmittelbarer Nähe des Domes liegt und weil man befürchtete, daß eine hochragende und zugleich lang gestreckte Halle das Stadtbild und namentlich die künstlerische Wirkung des Domes beeinträchtigen könne. Um dieses zu vermeiden, wurde der Halle eine verhältnismäßig geringe Höhe gegeben (vergl. Zentralbl. d. Bauverw. 1888, S. 396). Man darf wohl behaupten, daß diese Erwägungen durch die Ausführung bestätigt sind. Auch diese Halle hat (wie Nr. 4 und 5, sowie auch 7 der Zusammenstellung 16) die Form eines stumpfen Spitzbogens.

Bei zwei anderen, ungefähr gleichzeitig erbauten Hallen dieser Bauart (Bremen und Dresden, Nr. 8 und 9 der Zusammenstellung 16, Abb. 152 u. 131) wurde die Spitzbogenform beinahe ganz verlassen; es zeigen sich nur noch ganz schwache Anklänge an diese. Im ganzen nähert sich die Binderform dem Halbkreis. In Bremen sind die Binder Zweigelenkbogen, in Dresden (Altstadt) dagegen sind sie teils als einfache Dreigelenkbogen, teils als ein über 4 Stützen durchlaufendes Bogensystem ausgebildet, das durch Einlegen von Gelenken statisch bestimmt gemacht ist. Auch bei diesen Hallen spitzen sich die Binderfüße nach den Kämpfergelenken erheblich zu.

Im großen und ganzen sind die unter Nr. 4—10 der Zusammenstellung 16 aufgeführten Hallen ziemlich gleichartig ausgebildet. Die Wandgliederung der Binder zeigt das Ständerfachwerk mit gekreuzten Diagonalen, die Ständer liegen hierbei stets rechtwinklig zur Gurtung. Bei diesen Hallen sind ferner die Binder stets paarweise angeordnet und zu einem räumlichen System miteinander vereinigt. Die Abstände je zweier zusammengehöriger Binder betragen hierbei gewöhnlich 1 bis höchstens 2 m. Gemeinsam ist diesen Hallen die Art der Eindeckung. Der obere Teil der Halle (etwa ein Siebentel bis ein Drittel der ganzen Bogenlänge) ist durch Oberlichter gedeckt, die im Längenschnitt sägenförmig verlaufen und je etwa 1 m hoch sind. Der weiter unten liegende Teil ist mit Wellblech gedeckt.

Von besonderer Wichtigkeit ist ferner der räumliche Abschluß der Halle in ihrem untersten Teile. Die meisten der angeführten Hallen sind hier durch eine mehr oder weniger monumental ausgebildete Wand aus Mauerwerk lotrecht abgeschlossen (Nr. 4, 7, 8, 9). Diese Wand wird durch regelmäßig angeordnete Fenster durchbrochen. Die Binder sind entweder einfach neben die Mauer gestellt, ohne daß diese vor- oder zurückspringt (Dresden); oder sie greifen teilweise in Nischen des Mauerwerks ein (Friedrichstraße, Berlin); oder aber es ist jedem Binder entsprechend ein Pfeilervorsprung der Wand angeordnet (Frankfurt a. M., Bremen). Die letztere Anordnung erscheint in ästhetischer Hinsicht als die gün-

Zusammenstellung 17. Hallen mit Bogendächern, die zwischen den Formen der Zusammenstellung 15 und 16 vermitteln.

Nr.	Stadt	Jahr der Erbaueung	Hallen		Länge	Entwurf — Verfasser	Ausführendes Werk
			Zahl	Stützweite			
1	London, Kings-Croß-Bahnhof	1851—53				Lewis Cubitt	
2	London, Paddington-Bahnhof	1858	1	21,4			
			1	31,3		Brunel u. Wyatt	Fox, Henderson & Co. (Birmingham)
			1	20,9			York
3	Paris, Weltausstellung 1855	1853—55	2	24,0	254,0	Viel, Barrault und Bridel	
			1	48,0	192,0		
4	Berlin, Bahnhof der Ostbahn	1866—67					
5	London, Olympia-Halle, Kensington	1885—86	1	51,8	114,0	Am Ende, Walms- ley, Mertens	Handyside & Co., Derby
			2	12,2	134,1		
6	Paris, Weltausstellg. 1889, Maschinenhalle	1887—88	1	110,6	423,0	Dutert	Société anonyme des anciens établisse- ments Cail & Co. de Fives-Lille
			2	18,0			Eilers, Hannover
7	Hannover, Markthalle	1891	1	34,06	81,0	Müller-Breslau und Rowald	
			2				
8	Kiel, Hauptbahnhof	1897	2	18,0	160,0	Eisenbahndirektion Altona	Klönne in Dortmund
9	Paris, Weltausstellung 1900, Maschinenhalle	1899		30,0			
10	Hamburg, Hauptbahnhof	1902—04	1	73,0	173,0	Eisenbahndirektion Altona	Flender in Benrath
			1	20,5			
			1	26,5			
11	Straßburg, Bahnhof Straßburg-Neudorf	1905	1	10,0	153,0	Generaldirekt. der Ei- senb. Elsaß-Lothr.	Wolf, Netter und Jacobi, Straßburg
12	Colmar, Bahnhof	1906	4	10,0	179,6		Werk Gustavsborg (M. A. N.)
13	Metz, Hauptbahnhof	1908	1	32,6	204,0	Werk Gustavsborg	
			1	40,0	164,5		
			1	32,6	164,5		
14	Lübeck, Hauptbahnhof	1906	1	23,0	127,0	Direktion der Lü- beck-Büchener Ei- senbahn-Gesellsch.	Breest & Co, Berlin N.
			1	4,5			
			2	19,5			
			1	21,0			

Abbildungen im Atlas: Nr. 5: 158. Nr. 6: 159 u. 160. Nr. 7: 153. Nr. 9: 157. Nr. 10: 137. Nr. 13: 140—142. Nr. 14: 144.

Literatur: Zu Nr. 1: Z. f. B. 1859, S. 309.

Zu Nr. 2: Z. f. B. 1859, S. 307.

Zu Nr. 3: A. B. 1856, S. 111—117.

Nr. 4: Z. f. B. 1870.

Zu Nr. 5: Mertens, eiserne Dächer und Hallen in England, S. 15.

Zu Nr. 6: Z. d. V. d. Ing. 1889, S. 623.

Zu Nr. 7: Z. d. Arch.- u. Ing.-Ver. z. Hannover 1894, S. 111 u. f.

Zu Nr. 9: D. B. 1900.

Zu Nr. 110: Förster, die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten. 4. Aufl. 1909, S. 520—525.

stigste. In den meisten Fällen verläuft die äußere Binder-
gurtung in ihrem untersten Teile lotrecht, so daß der Binder
mit seiner Außenseite sich der Abschlußwand anschmiegt.
Häufig haben die Binder auf ihren oberen Gurtungen Auf-
sattelungen erhalten, wodurch der erwähnte lotrechte Teil
ihres äußeren Abschlusses noch etwas erhöht wird. Am
größten sind diese Aufsattelungen bei der Halle in Cöln.

Etwas abweichend von diesen Anordnungen ist die Halle
des Bahnhofes Alexanderplatz (Berlin) in ihrem unteren
Teile ausgebildet. Hier verläuft die äußere Gurtung des
Binders beinahe bis zum Kämpfergelenk in stetiger Krüm-
mung, indem sie sich ganz allmählich der inneren Gurtung
nähert. Die Wellblechdecke folgt der äußeren Bogengurtung
bis zu dem gemauerten Sockel (etwa 2 m über Schienen-
unterkante). In die so gebildete tonnenförmige Wand ist nun
zwischen je zwei Bindern ein großes Fenster, oben halbkreis-
förmig begrenzt, stichkappenartig aus Blech vorgebaut.

Eine diesen Hallen ähnliche Binderform zeigt die
Industriehalle der Weltausstellung Chicago (Zusammen-
stellung 16, Nr. 11), die größte Halle der Erde. Auch hier
ist die äußere Gurtung in ihrem unteren Teile lotrecht an-
geordnet.

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

In verhältnismäßig kleinen Abmessungen sind der-
artige Hallen auch späterhin noch häufig ausgeführt worden.

Als typisch für die in Zusammenstellung 16 aufgeführten
und ähnliche Hallen ist also eine Anordnung zu bezeichnen,
bei der die Binder unmittelbar über dem Fußboden (den Bahn-
steigen) gelagert sind und wobei die innere Gurtung vom
Stützpunkte bis zum Scheitel in stetiger Krümmung ver-
läuft. Hierbei können natürlich an verschiedenen Stellen
der Gurtung verschiedene Krümmungshalbmesser vorhanden
sein, es ist aber wichtig, daß die Richtung sich überall stetig
ändert.

Außer den beiden zuletzt erwähnten Gruppen von
Hallengibt es nun noch zahlreiche Bauwerke, die als Mittel-
glieder anzusehen sind (vergl. unter d, Seite 22). Beispiele
hierfür sind in der Zusammenstellung 17 (s. oben) auf-
geführt.

Bei den älteren dieser Hallen (Nr. 1—5) ist zwar ein
grundsätzlicher Unterschied vorhanden zwischen dem in
Bogenform angeordneten Binder einerseits und seinen geraden,
lotrechten Stützen andererseits; beide Teile stehen jedoch
insofern miteinander in Beziehung, als der Bogen (wenig-
stens die innere Gurtung) am unteren Ende lotrecht ver-

läuft und sich somit an die lotrechte Richtung der Stütze anschmiegt.

Bei der Halle des Kings-Croß-Bahnhofes (Nr. 1 der Zusammenstellung) bestehen die Binder aus Holz, die Eindeckung jedoch aus Wellblech. Dieses Beispiel ist insofern interessant, als es den Übergang von den hölzernen zu den eisernen Hallen kennzeichnet. Die Binder sind auf Konsolen gelagert, die aus den steinernen Umfassungs- oder Zwischenwänden vorspringen. Eine ähnliche Anordnung zeigen manche ältere Hallen mit Bindern aus Schweißeisen, beispielsweise die Halle der Königlichen Ostbahn in Berlin (Nr. 4 der Zusammenstellung 17). Auch hier sind die Binder auf Konsolen gelagert; die innere Gurtung verläuft zuletzt nahezu lotrecht und geht erst allmählich in den flacheren Teil über. Bemerkenswert ist die auch im übrigen sehr gelungene Binderform. Zu bedauern ist nur, daß das an die Stirn der Halle anschließende Empfangsgebäude in keinerlei organische Beziehung zu der Hallenform gesetzt worden ist.

Bei anderen Hallen stützen sich die Binder auf gußeiserner Säulen, und es ist wiederum der Bogen oder wenigstens die innere Gurtung am unteren Ende lotrecht angeordnet (Nr. 2, 3, 5 der Zusammenstellung 17). — Die Olympia-Halle in London-Kensington (Nr. 5) ist bemerkenswert wegen der glücklichen Wahl der Gesamtanordnung wie auch der geschickten Ausbildung der Einzelheiten. (Abb. 158.) Nach Mertens (vergl. die angegebene Quelle) „fällt besonders die große Leichtigkeit der Konstruktion auf, die hauptsächlich dadurch erzielt ist, daß man alle vollwandigen Teile soviel wie irgend möglich vermied und durch Gitterwerk ersetzte, ferner der Rechnung der mehrfach statisch unbestimmten Struktur große Sorgfalt zuwandte und alle Stärken dem Ergebnisse derselben scharf anpaßte.“ Ein derartiges Verfahren war wohl am Platze, da es sich um einen geschlossenen, nur zu Ausstellungs- oder Vergnügungszwecken bestimmten Raum handelte. Bei einer Bahnhofshalle, die der Witterung und vor allem dem Lokomotivrauch ausgesetzt ist, dürfte es sich empfehlen, einfachere und nicht zu knapp bemessene Konstruktionsteile zu wählen.

Zu den neueren Hallen dieser Gruppe gehören die unter Nr. 6, 7, 9, 10, 13, 14 der Zusammenstellung 17 aufgeführten Bauwerke. Bei diesen ist der untere Teil der Binder zunächst ungefähr lotrecht gerichtet, wendet sich dann in einer ziemlich scharfen Krümmung in eine flach geneigte Lage und verläuft dann in dieser Richtung entweder vollkommen geradlinig oder schwach gekrümmt. Als das Kennzeichen dieses Typus kann man also die Satteldachform (oder wenigstens eine Annäherung an diese) und die bogenförmige Überleitung aus der lotrechten Richtung des unteren Teiles in die obere flachgeneigte bezeichnen.

Zum ersten Male ist diese Form bei der Maschinenhalle der Pariser Weltausstellung 1889 aufgetreten. (Abb. 159 u. 160.) Dieses Bauwerk übertraf an Länge und Stützweite alle bis dahin erbauten älteren Hallen und wird nur noch durch die oben erwähnte große Halle der Weltausstellung in Chicago 1893 übertroffen.

Da bei dem Übergang vom lotrechten zu dem schrägen Teil des Binders ein ziemlich großer Krümmungshalbmesser gewählt wurde und da der Abstand der Gurtungen überall

nahezu derselbe ist, so sind auch bei der Pariser Halle Aufstellungen auf den Obergurten der Binder angeordnet, die den unteren Teil der schrägen Dachfläche tragen und zugleich den Anschluß der beiden Seitenschiffe vermitteln.

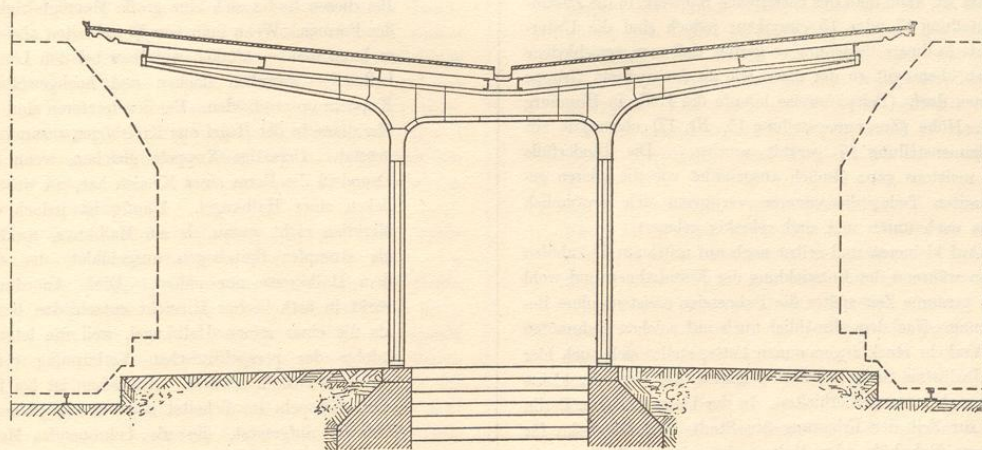
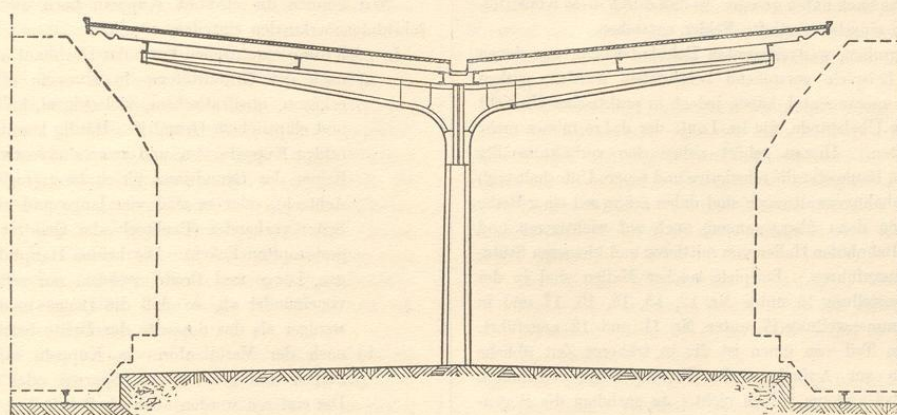
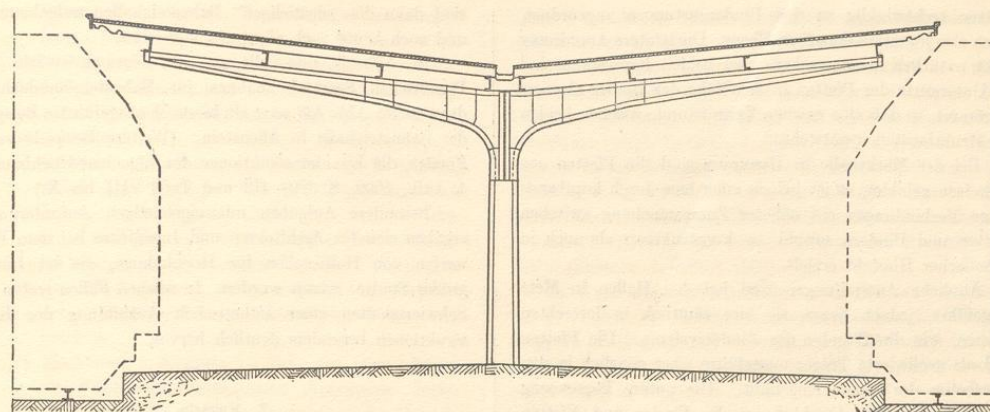
Denselben Grundgedanken, wie die Querschnittanordnung dieses gewaltigen Bauwerks zeigt die Binderform der großen Halle des neuen Hamburger Hauptbahnhofs (Zusammenstellung 17, Nr. 10, Abb. 137). Hier ist jedoch der untere geradlinige, ungefähr lotrechte Teil der Binder weit höher als bei der Pariser Halle; er nimmt sogar mehr als die Hälfte der ganzen Binderhöhe ein. Da die Binderfüße verhältnismäßig sehr hoch ausgebildet sind, waren Aufstellungen, wie bei den meisten älteren Hallen, hier nicht erforderlich.

Ähnlich den beiden zuletzt angeführten großen Bauwerken ist die Querschnittsanordnung der Markthalle in Hannover (Nr. 7 der Zusammenstellung 17, Abb. 153).

Die Hallen des neuen Personenbahnhofs in Metz (Nr. 13 der Zusammenstellung 17, Abb. 140—142) haben gleichfalls ziemlich hohe lotrechte Binderfüße. Die innere Gurtung ist bei dem Übergang aus dem lotrechten Teile stärker, im oberen Teile etwas schwächer gekrümmt. Die äußere Gurtung ist im oberen Teile ziemlich flach angelegt und schwach gekrümmt; in der Nähe des Scheitels geht sie in die Form eines Satteldaches über. Die Binderhöhe ist im oberen Teile etwa doppelt so groß als im unteren. Die Wandgliederung ist als Ständerfachwerk mit einfachen Diagonalen ausgebildet; jeder Binder ist einteilig angeordnet.

Besondere Beachtung verdient bei dieser Halle die Art der Dachdeckung und die Anordnung der Oberlichter. Bei den bis jetzt erwähnten älteren Bahnhofshallen (und selbst noch bei der Hamburger) besteht die Eindeckung fast regelmäßig aus Wellblech, soweit nicht die Dachfläche durch Oberlichter eingenommen wird. Bei den neuen Hallen in Metz ist die Dachhaut aus Bimsbeton mit Eiseneinlagen gebildet. Diese Art der Dachdeckung scheint sich bei derartigen Hallen in neuerer Zeit mehr und mehr einzubürgern; sie hat den Vorzug größerer Haltbarkeit gegenüber den Einwirkungen der Lokomotivgase und wirkt auch in ästhetischer Beziehung erheblich besser als Wellblech. Bei den Metzger Hallen ist zwischen je zwei Bindern nur ein einziges, etwas größeres Oberlicht im mittleren Teile jedes Feldes angeordnet. Auch hier läuft der First des Oberlichtes rechtwinklig zum Hallenfirst; es ist jedoch zu beiden Seiten jedes Binders ein ziemlich breiter, mit Bimsbeton gedeckter Streifen der Dachhaut frei geblieben, der nicht von den Oberlichtern eingenommen wird.

Auch die Ausbildung der Pfetten weicht bei den erwähnten neueren Hallen nicht unerheblich von den älteren Konstruktionsarten ab. Bei der Halle der Pariser Weltausstellung und bei der des Hamburger Hauptbahnhofs sind die Pfetten als gegliederte Träger mit Ständerfachwerk und einfachen Streben ausgebildet. Bei dem ersteren Bauwerk liegen sämtliche Pfetten in lotrechten Ebenen, die Pfosten der Binder sind dagegen rechtwinklig zu der Gurtung, also schräg angeordnet. Diese Verschiedenheit in der Richtung solcher Glieder, die in naher räumlicher Beziehung zu einander stehen, wirkt ungünstig. Bei der Hamburger Halle sind dagegen sowohl die Pfosten der Binder als auch die



3. Normale für Bahnsteigüberdachung der Preußischen Staatsbahn 1902.
Maasstab 1 : 75.

Pfetten rechtwinklig zu den Bindergurtungen angeordnet, liegen also jeweils in derselben Ebene. Die letztere Anordnung wirkt natürlich harmonischer. Bei beiden Bauwerken sind die Untergurte der Pfetten in der Nähe der Binder abwärts gekrümmt, so daß eine gewisse Vermittlung zwischen beiden Konstruktionsteilen entsteht.

Bei der Markthalle in Hannover sind die Pfetten aus Walzeisen gebildet, es ist jedoch auch hier durch kopfbandartige Verbindungen ein näherer Zusammenhang zwischen Pfetten und Bindern sowohl in konstruktiver als auch in ästhetischer Hinsicht erzielt.

Ähnliche Aussteifungen sind bei den Hallen in Metz ausgeführt, jedoch liegen sie hier sämtlich in lotrechten Ebenen, wie die Ständer des Bindersystems. Die Pfetten sind als gegliederte Träger ausgeführt, aber gänzlich in den Bimsbeton der Decke eingehüllt. Die untere Begrenzung derselben ist zum Abschluß an die Binder und Pfetten voutenartig nach unten gezogen, so daß durch diese Konstruktionsteile einzelne vertiefte Felder entstehen.

Die großen, weitgespannten Bahnhofshallen, von denen mehrere Beispiele vorstehend beschrieben wurden, wirken zwar sehr monumental, haben jedoch in praktischer Hinsicht erhebliche Übelstände, die im Laufe der Jahre immer mehr hervortraten. Hierzu gehört neben den verhältnismäßig sehr hohen Baukosten die schwierige und teure Unterhaltung¹⁾. Die Eisenbahnverwaltungen sind daher schon seit einer Reihe von Jahren dazu übergegangen, auch auf wichtigeren und größeren Bahnhöfen Hallen von mittleren und kleineren Stützweiten auszuführen. Beispiele solcher Hallen sind in der Zusammenstellung 15 unter Nr. 12, 13, 15, 16, 17 und in der Zusammenstellung 17 unter Nr. 11 und 12 angeführt. Bei einem Teil von ihnen ist die in früherer Zeit übliche Zugstange zur Aufnahme des Bogenschubes beibehalten worden, bei anderen jedoch nicht. Je nachdem die Bogenfurtung mehr oder weniger stetig in die lotrechte Stütze überleitet ist, kann man das betreffende Bauwerk in die Zusammenstellung 17 oder 15 einreihen; jedoch sind die Unterschiede in dieser Beziehung so gering, daß man verschiedene Hallen ebensogut zu der einen wie zu der anderen Gruppe rechnen darf. (Beispielsweise könnte die Halle in Homburg v. d. Höhe (Zusammenstellung 15, Nr. 17) ebensogut zur Zusammenstellung 17 gezählt werden. Die Binderfüße sind meistens ganz ähnlich ausgebildet wie die oberen gekrümmten Teile; die ersteren verjüngen sich gewöhnlich etwas nach unten und sind gelenkig gelagert.

Auf kleineren und selbst noch auf mittleren Bahnhöfen waren während der Entwicklung der Eisenbahnen und wohl noch geraume Zeit später die Bahnsteige meistens ohne Bedachung. Nachdem allmählich auch auf solchen Bahnhöfen der Verkehr stark zugenommen hatte, stellte sich auch hier das Bedürfnis nach Bedachung heraus, die aber nur kleine Breitenabmessungen erhielten. In der Umgegend von Berlin war zur Zeit der Erbauung der Stadt- und Ringbahn für kleinere Bahnhöfe oder Haltepunkte eine Hallenkonstruktion sehr beliebt, die aus gußeisernen Säulen in Verbindung mit einem einfachen hölzernen Tragwerk bestand. Später

sind dann die „einstieligen“ Bahnsteighallen aufgekommen und auch heute noch allgemein verbreitet.

In Abb. 3 sind die neueren Normalentwürfe der Preussischen Staatseisenbahnen für Bahnsteigüberdachung dargestellt; Abb. 138 zeigt ein hiernach ausgeführtes Beispiel, die Bahnsteighalle in Allenstein. (Weitere Beispiele vergl. Förster, die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten, 4. Aufl., 1909, S. 389—412 und Tafel VIII bis X.)

Besondere Aufgaben mit eigenartigen Anforderungen ergaben sich für Architekten und Ingenieure bei dem Entwerfen von Haltestellen für Hochbahnen, die im Innern großer Städte erbaut wurden. In solchen Fällen traten die Schwierigkeiten einer ästhetischen Ausbildung der Konstruktionen besonders deutlich hervor.

2. Kuppeln.

Wir können die eisernen Kuppeln nach zwei Unterscheidungsmerkmalen einteilen, nämlich:

I. nach der geometrischen Form der Dachhaut und zwar:

- a) nach der Grundrißform in Kuppeln mit rechteckigem, quadratischem, vieleckigem, kreisrundem und elliptischem Grundriß. Häufig kommen achteckige Kuppeln vor, und zwar sind entweder alle Seiten des Grundrisses gleich lang (regelmäßiges Achteck), oder es sind vier lange und vier kurze Seiten vorhanden (Rechteck oder Quadrat mit abgestumpften Ecken). Die beiden Hauptabmessungen, Länge und Breite, weichen nur selten stark voneinander ab, so daß die Länge in der Regel weniger als das Doppelte der Breite beträgt.
- b) nach der Meridianform in Kuppeln mit geradlinigen und gekrümmten Sparren oder Bindern. Die ersteren werden auch als Zeltdächer, die letzteren als Kuppeln in engerem Sinne bezeichnet. Bei diesen findet sich eine große Mannigfaltigkeit der Formen. Wenn man von Einzelheiten absieht, so kann man — ähnlich wie oben bei den Längshallen — zwischen flachen und hochgewölbten Kuppeln unterscheiden. Bei den letzteren sind die Meridiane in der Regel aus Kreisbögen zusammengesetzt. Derartige Kuppeln gleichen, wenn der Grundriß die Form eines Kreises hat, im wesentlichen einer Halbkugel. Häufig ist jedoch der Meridian nicht genau als ein Halbkreis, sondern als stumpfer Spitzbogen ausgebildet, der sich dem Halbkreise nur nähert. Diese Anordnung wirkt in ästhetischer Hinsicht entschieden besser als die einer reinen Halbkugel, weil die letztere infolge der perspektivischen Verkürzung etwas gedrückt aussehen würde. Außerdem ist bei fast allen Kuppeln im Scheitel noch eine sogenannte Laterne aufgesetzt, die als bekrönendes Motiv von besonderer Wichtigkeit ist.

Kuppeln, die in ihrer Gesamtform sich einer Halbkugel nähern (abgesehen von der Laterne) sind namentlich bei Kirchen häufig ausgeführt worden. Als Beispiele seien erwähnt die Nikolai-kirche in Potsdam und der neue Dom in Berlin;

¹⁾ Vergl. Z. d. B. 1899, S. 460 und 1906, S. 249.

ferner die Jung St. Peter-Kirche in Straßburg i. E. und die Kirche in St. Blasien.

II. Außerdem lassen sich die Kuppeln nach ihrer Konstruktion, die indessen zum Teil nicht unabhängig von der geometrischen Gesamtform ist, in folgenden Gruppen einteilen:

- a) Zentrale Anordnung mehrerer Balkenbinder, wobei ihre Auflager auf der Umfassungswand liegen, während die Gurtungen sich in der Mitte entweder in je einem Punkte oder an einem kreisförmigen oder polygonalen Ringe vereinigen.
- b) Zentrale Anordnung mehrerer gleichartig ausgebildeter Bogenbinder in derselben Weise wie unter a.
- c) Flechtwerk - Kuppeln. Bei der von Föppl als Flechtwerk bezeichneten Anordnung liegen sämtliche Stäbe und Knotenpunkte in der Mantelfläche. Der Innenraum bleibt somit frei von allen Konstruktionsgliedern.

Die von Schwedler eingeführte und nach ihm benannte Bauart ist ein besonderer Fall des Flechtwerks. Bei dieser wird die Konstruktion durch Meridiane und Parallelkreise gebildet, zwischen denen in den einzelnen trapezförmigen Feldern Diagonalverstrebrungen eingelegt sind. Es fallen somit je zwei Dreiecke in eine Mantelfläche.

Bei den Föpplschen Netzwerkkuppeln fehlen die Meridiansparren und die Fläche zwischen zwei Parallelkreisen wird durch einen einteiligen Strebenzug ausgefüllt. Hier liegt also jeweils nur ein Dreieck in einer Ebene.

- d) Bei rechteckigem oder quadratischem Grundriß wurde die unter b) erwähnte Anordnung häufig so abgeändert, daß die (in der Regel als Bogenbinder ausgebildeten) Gratsparren in Verbindung mit einem Fußring und einem Scheitelring die Hauptteile der Konstruktion bilden, während andere Teile, wie Schiffsparren und weitere Parallelringe die Aufgabe haben, sämtliche Lasten auf die Knotenpunkte der Hauptkonstruktion zu übertragen. Häufig findet sich diese Anordnung bei einem rechteckigen Grundriß mit abgestumpften Ecken. Die Gratsparren sind dann paarweise angeordnet.
- e) Zimmermannsche Kuppeln. Diese Bauart wurde von Zimmermann erfunden und zuerst bei der Kuppel des Reichstagsgebäudes in Berlin angewandt. Das räumliche Fachwerk dieser Kuppeln hat zwei in wagerechten Ebenen liegende Ringe, einen unteren achtseitigen und einen oberen rechteckigen. Die schrägen Stäbe, welche die Ecken des unteren und des oberen Ringes miteinander verbinden, bilden abwechselnd ein Dreieck und ein Trapez, und in dieser Anordnung beruht wohl der Grundgedanke der Zimmermannschen Kuppel.

In der geschichtlichen Entwicklung sind diese Bauarten im wesentlichen in der durch die Buchstaben angedeuteten Reihenfolge aufgetreten; jedoch wurden Kuppeln von der

unter b) erwähnten Bauart neuerdings sogar noch häufiger ausgeführt als in den Anfängen der Entwicklung.

Schwedlersche Kuppeln wurden hauptsächlich über kreisrundem oder regelmäßig-vieleckigem Grundriß für Lokomotivschuppen, Gasbehälter und ähnliche Nutzbauten ausgeführt (vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1866, S. 7 u. f.). Die meisten dieser Kuppeln haben eine flache Wölbung; der Meridian ist gewöhnlich nach einer kubischen Parabel geformt. Eine Ausnahme macht z. B. die gleichfalls von Schwedler entworfene und 1863 erbaute Kuppel der Synagoge in Berlin (Zeitschr. f. Bauw. 1866). (Abb. 212.)

Im Gegensatz zu den in früheren Abschnitten behandelten Bauwerken, wie Brücken und Bahnhofshallen, hat bei den Kuppeln für die ästhetische Betrachtung die Bauart in den meisten Fällen keine Bedeutung, weil die Konstruktion von außen durch die Dachhaut und von innen durch eine darunter angebrachte Decke den Blicken des Beschauers in der Regel vollständig entzogen wird. In anderen Fällen ist zwar die Konstruktion von innen sichtbar, kommt aber wegen der Bestimmung des Bauwerkes für die Öffentlichkeit nicht in Betracht.

Verhältnismäßig selten sind diejenigen Kuppeln, bei denen die wichtigsten Teile der Konstruktion von innen sichtbar sind und zugleich auf die künstlerische Wirkung des für die Öffentlichkeit bestimmten Raumes einen wesentlichen Einfluß ausüben. Es sind dies hauptsächlich folgende Bauwerke, die sämtlich zu der oben unter II b) erwähnten Bauart gehören.

1. Der große Wintergarten im Königl. Garten zu Laeken bei Brüssel. Erbaut 1878 von Balat (vergl. Handb. d. Arch. IV, 6, 4. [1906] S. 524 und Meyer, Eisenbauten, S. 132).
2. Das Hauptgebäude der Ausstellung in Lyon 1894. Das ganze Bauwerk ist im Grundriß kreisförmig angeordnet. Der mittlere Teil wird durch eine Kuppel von 110 m Durchmesser und 55 m Höhe überspannt. Die 16 Hauptbinder sind gegliederte Bogenträger, sie haben die Form eines stumpfen Spitzbogens, ähnlich den Bindern von großen Bahnhofshallen. Um diesen mittleren Teil schließen sich zwei ringförmige äußere Hallen, die durch ein riesiges flaches Kegeldach überspannt sind (C. d. B. 1893, S. 525—527).
3. Die Ausstellungs- und Festhalle in Frankfurt a. M. (Erbaut 1908, Abb. 163.) Die Binder sind hier nicht wie bei den meisten Hallendächern, von ähnlichen Abmessungen gegliedert, sondern vollwandig mit achteckigen Ausschnitten. In ihrem oberen Teile stützen sich die radial angeordneten Kuppelbinder gegen einen Druckring von ungefähr 12 m Durchmesser, über dem sich ein stärker gewölbtes Oberlicht erhebt. Außerdem sind noch drei weitere wagrechte Ringe von elliptischem Grundriß und ähnlicher Konstruktion wie die Binder vorhanden. Der Entwurf dieses hervorragenden Bauwerks ist von Prof. v. Thiersch in München gemeinsam mit der Maschinengesellschaft Augsburg-Nürnberg (Werk Gustavsburg) aufgestellt (C. d. B. 1909, S. 354 und 365).

Auf die Konstruktionsarten der Kuppeln soll hier nicht näher eingegangen werden, weil sie auf die ästhetische Wirkung nur selten Einfluß gehabt haben. Eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Kuppel-Bauarten findet sich in dem oben erwähnten Werke von Förster „Die Eisenkonstruktionen der Ingenieurhochbauten“. Dasselbst sind auch Angaben über die geschichtliche Entwicklung der Kuppelbauten enthalten (4. Aufl. S. 586–589) sowie über die auf diesem Gebiete vorhandene Literatur (S. 613 bis 615).

3. Hallenkomplexe.

Schon in dem Abschnitt „Längshallen“ wurden verschiedene Beispiele erwähnt, bei denen das ganze Bauwerk aus mehreren einzelnen Hallen besteht. Der einfachste Fall einer zusammengesetzten Anlage zeigt die parallele Anordnung mehrerer Hallen, die gleiche oder ungefähr gleiche Breite haben. Beispiele hierfür sind die Bahnhofshallen in Straßburg, Halle a. d. Saale, Düsseldorf, Essen, Homburg v. d. Höhe (Zusammenstellung 15, Nr. 11, 12, 13, 15, 17) in Frankfurt a. M. (Zusammenstellung 16, Nr. 7) und in Metz (Zusammenstellung 17, Nr. 13).

In anderen Fällen sind drei Hallen nebeneinander angeordnet, von denen die mittlere etwas breiter und höher ist, als die beiden seitlichen, die unter sich ungefähr gleiche Abmessungen haben. Beispiele hierfür sind die Hallen der Paddington-Station in London (Zusammenstellung 17, Nr. 2) und der Bahnhöfe in Dresden (Zusammenstellung 16, Nr. 9) sowie in Crefeld (Zusammenstellung 15, Nr. 16). In solchen Fällen sind entweder die unteren Teile der Binder von zwei aneinandergrenzenden Hallen gemeinsam, oder sie liegen so dicht beieinander, daß sie als ein einziges Konstruktionsglied erscheinen.

Zuweilen ist auch die mittlere von drei zusammengehörigen Hallen erheblich größer und höher als die beiden seitlichen, so daß diese als untergeordnete Nebenteile der ganzen Anlage gegenüber der Haupthalle stark zurücktreten. Beispiele von derartigen Anordnungen sind: die Bahnhofshalle in Cöln (Zusammenstellung 16, Nr. 10), die Industriehalle der Weltausstellung Chicago 1893 (Zusammenstellung 16, Nr. 11), die Halle der Pariser Ausstellung 1855 und der Olympia in London sowie die Markthalle in Hannover (Zusammenstellung 17, Nr. 3, 5 und 7).

Da das Mittelschiff die Seitenschiffe hier erheblich überragt, so haben wir eine Anordnung, die, wenn auch vielfach in etwas rohen Formen, dem Grundgedanken der Basilika entspricht. In den meisten Fällen ist der über die Seitenschiffe hinausragende Teil des Mittelschiffes lotrecht angeordnet und verglast, um dem letzteren Licht zuzuführen.

Bei der Industriehalle in Chicago bestehen die beiden seitlichen Teile der ganzen Anlage wiederum aus drei kleineren zusammengehörigen Schiffen, von denen jeweils das mittlere an Höhe und Weite vorherrscht.

Eine eigenartigere Anordnung findet sich bei der Maschinenhalle der Weltausstellung in Paris 1889 und der Halle des Hamburger Hauptbahnhofes (Zusammenstellung 17, Nr. 6 und 10). Hier bestehen die Seitenteile der Anlage aus vielen kleinen Querhallen, die stichkappenartig an die lotrechte Wand des Hauptschiffes angegliedert sind.

Die Aufgabe, mehrere nebeneinander liegende Hallen zu einem größeren organischen Ganzen zu vereinigen, hat man in Amerika zuweilen dadurch gelöst, daß die obere Gurtung der für sämtliche Hallen gemeinsamen Binder als eine einzige flache und stetig verlaufende Kurve ausgebildet wurde. Eine der größten derartigen Anlagen ist die 1892 erbaute Halle des Bahnhofes in St. Louis. Sie besteht aus fünf einzelnen Schiffen von 27,63; 42,4; 43,1; 42,4 und 27,63 m Stützweite. Die Gesamtbreite beträgt somit 183,2 m; die Länge ist ungefähr ebenso groß. Die Binder der äußersten Hallen haben gerade Obergurte und nach Parabeln gekrümmte Untergurte; die drei mittleren Hallenbinder sind fischbauchartige Träger. Die Konstruktion dieser Hallen ist beeinflusst durch die Absicht, so niedrig als möglich zu bauen, um den architektonischen Eindruck des Empfangsgebäudes nicht zu beeinträchtigen. Allerdings ist diese Auffassung bezeichnend für den relativen Wert, den man der künstlerischen Wirkung der Halle und des „architektonischen“ Empfangsgebäudes beigemessen hat. (Allg. Bauzeitg. 1905, S. 52). —

Eine Anlage von ähnlicher Art ist die des Südbahnhofes in Boston (erbaut 1897). Hier liegen drei Hallen nebeneinander mit Stützweiten von 51,5; 69,5 und 51,5 m; die Länge beträgt 214 m ausschließlich einer Nebenhalle für Gütergleise.¹⁾

Die oben erwähnte basilikale Anordnung eines Hallenkomplexes findet sich verhältnismäßig selten bei Bahnhofshallen, dagegen sehr oft bei Gewächshäusern und Markthallen. Dieser Umstand findet wohl hauptsächlich in der Zweckbestimmung sowie in der Art des Verkehrs dieser verschiedenen Anlagen seine Erklärung. (Handbuch der Architektur, IV. Teil, 3. Halbband, 2. Heft 1891, S. 213. Dort finden sich weitere Angaben über Markthallen und Beschreibungen ausgeführter Beispiele.)

Eines der ältesten und großartigsten Bauwerke für Großmärkte sind die Zentralhallen in Paris.²⁾ Der gesamte Plan ist von Baltard und Callet aufgestellt. Ein Teil dieser Anlage wurde schon 1857 mit sechs Hallen dem Verkehr übergeben; bis 1878 waren 10 Hallen vollendet. Die Gesamtlänge beträgt 435, die Breite 125 m.

Eine ähnliche Bauart zeigen verschiedene französische Markthallen sowie auch die Zentralhalle in Brüssel. Diese wurde 1872–75 erbaut und besteht aus zwei Hauptteilen von je 85 m Länge und 32 m Breite sowie einer 10 m breiten überdeckten Mittelstraße. (Abb. 206)

Verhältnismäßig spät hat man in Deutschland mit dem Bau von Markthallen begonnen. Eine der ältesten deutschen Anlagen ist die Markthalle in Frankfurt a. M.³⁾ Sie wurde 1877–78 von Behnke erbaut. Die Eisenkonstruktion ist von Ingenieur B. Löhr, die architektonischen Einzelheiten sind von L. Ende entworfen. Die Länge der Halle beträgt 116,8 m, ihre Breite 34,0 m. (Abb. 192)

In Berlin entstanden die ersten Markthallen Ende der achtziger Jahre. Bemerkenswert ist von diesen die Halle auf dem Magdeburger Platz wegen ihrer gefälligen Anord-

¹⁾ D. Bauzeitg. 1897, S. 89 und Z. d. B. 1900, S. 53.)

²⁾ Allgem. Bauztg. 1859, S. 233–243, und Handb. d. Arch. a. a. O.).

³⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 13).

nung des Querschnittes (Handb. d. Arch. IV, 3,2; 1891, S. 253).

Die 1891 erbaute Markthalle in Hannover wurde bereits unter dem Abschnitt „Längshallen“ erwähnt (Zusammenstellung 17, Nr. 7). Auch hier ist eine basilikale Anordnung vorhanden.

Von neueren Markthallen ist bemerkenswert die Hauptmarkthalle in Cöln (erbaut 1902–1904). Der Gesamt-Entwurf ist im Städtischen Hochbauamt unter Oberleitung des Stadtbaurates Heimann durch den Stadtbauspektor Schilling und die Architekten Müller und Teipel aufgestellt, der Entwurf der Eisenkonstruktion von Prof. Boost. Die Lieferung und Aufstellung erfolgte durch die Maschinen-A.-G. Cöln-Bayental.¹⁾

Ein basilikaler Aufbau findet sich ferner sehr häufig auch bei Gewächshäusern²⁾. Dieser Umstand ist leicht dadurch erklärlich, daß man oft Pflanzen von sehr verschiedener Höhe in demselben Gebäude unterzubringen hat. Namentlich Palmen verlangen einen hohen Mittelraum; es liegt dann nahe, diesem niedrigeren Räume für kleinere Pflanzen anzugliedern.

Mit Glas gedeckte Räume zur Unterbringung von Pflanzen sollen schon im Altertum und Mittelalter vereinzelt vorgekommen sein. Aber erst mit der Vervollkommenheit der Technik und der Naturkunde während des siebzehnten Jahrhunderts erhielten die Gewächshäuser eine weitere Verbreitung und zwar zuerst in Frankreich, sodann in Belgien,

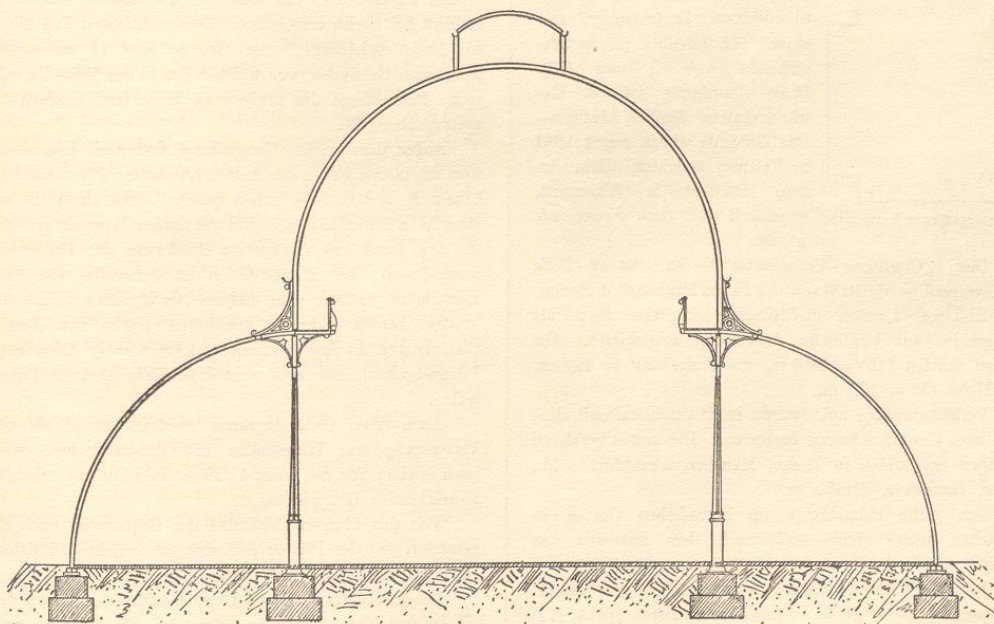
Holland und namentlich in England. Berühmt waren auch die im achtzehnten Jahrhundert in Schönbrunn bei Wien gebauten Gewächshäuser. Das Gerüst aller dieser Bauten bestand jedoch bis gegen die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts vorwiegend aus Holz. Ein bemerkenswertes Beispiel einer älteren derartigen Anlage bietet das 1837–1841 erbaute „Conservatory“ im Park des Herzogs von Devonshire zu Chatsworth.

Abgesehen von den eisernen Säulen bestand auch hier das Haupttragwerk aus Holz. Der Erbauer dieses Gewächshauses war Paxton, ein Gärtner, der später durch den Bau des Londoner Kristallpalastes berühmt geworden ist.¹⁾

Während des neunzehnten Jahrhunderts fanden die Gewächshäuser wohl die meiste Verbreitung in England. Dieser Umstand ist erklärlich durch den dort angesammelten Reichtum, die zahlreiche begüterte Aristokratie, die vielen Beziehungen zu den Kolonien und vor allem durch den raschen Aufschwung der Technik. Wenn auch das Eisen für die Konstruktion von Pflanzenhäusern einige Nachteile hat, so sind doch anderseits seine Vorteile so groß, daß es wenigstens für die Hauptkonstruktion größerer Gewächshäuser bald ausschließlich verwendet wurde.

Ein bemerkenswertes Beispiel einer älteren, vorwiegend aus Eisen und Glas erbauten Anlage ist das 1848 vollendete Palmenhaus im Königlichen Botanischen Garten in Kew bei London. (Siehe unten Abb. 4). Die Gesamtlänge beträgt ungefähr 110 m. Der Mittelbau hat eine Länge von 41 m, eine Breite von 30 m und eine Höhe von 20 m. Der Entwurf ist aufgestellt vom Architekten Burton; die Eisenkonstruktion wurde ausgeführt von den Hammersmith-

¹⁾ Meyer, Eisenbauten, S. 58.



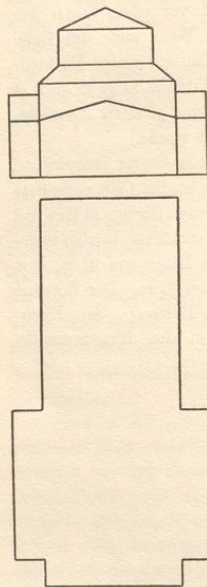
4. Palmenhaus im botanischen Garten in Kew bei London (Querschnitt).
Maasstab 1 : 190.

¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1906, S. 209.

²⁾ Literatur über Gewächshäuser vergl. Handb. d. Arch., IV. Teil, 6. Halbb., 4. Heft.

Werken in Dublin (Turner). Während dieses Palmenhaus durchweg gekrümmte Dachflächen hat, zeigt das gleichfalls in Kew-Gardens befindliche Kalthaus nur gerade Dachflächen.

Die ganze Anlage und der Aufbau dieser beiden Gewächshäuser in Kew hat vermutlich eingewirkt auf die Gestaltung des großen Palmenhauses in Schönbrunn bei Wien. (Abb. 169.) Auch hier ist die Anlage langgestreckt und besteht aus drei Teilen: einem großen Mittelbau und zwei seitlichen Flügeln. Die gekrümmte Form sämtlicher Dachflächen ist ähnlich wie bei dem Palmenhaus in Kew, jedoch ist die Gesamtwirkung unvergleichlich günstiger einerseits durch die reichere Gruppierung und sodann durch die jeweils zwischen den gekrümmten Dachflächen angeordneten lotrechten Wände. Weitere Beispiele von englischen Gewächshäusern sind die folgenden:



5. Wintergarten in Yarmouth.

Der Winterpalast in Dublin wurde 1864 bis 1865 erbaut. Der Entwurf ist von dem Architekten A. G. Jones in Dublin und den Ingenieuren Ordish und Le Feuvre in London aufgestellt. Das Eisenwerk ist ausgeführt von den Gebr. Benkin in Liverpool.¹⁾

Der Wintergarten in Southport wurde 1873 von den Architekten Maxwell und Tuke aus Manchester erbaut.

Der große Wintergarten in Yarmouth zeigt die Verbindung einer durch eine Kuppel überdeckten Zentralanlage mit einer Längshalle (s. nebenstehende Abb. 5 und 173). Diese Anordnung ist bei Gewächshäusern ziemlich häufig. — Das Gebäude wurde zuerst 1883 in Torquay errichtet, dann von dem Stadtrat in Yarmouth angekauft und dort wieder aufgebaut.

Das „Gladstone - Conservatory“ im Staney - Park zu Liverpool wurde 1899 von der Firma Mackenzie & Moncur in Edinburgh, London und Glasgow errichtet. Es ist als Längshalle mit basilikaler Anordnung ausgebildet. Die Länge beträgt $116' = 35,4$ m, die Breite $55' = 16,8$ m, die Höhe $45' = 13,7$ m.

Verhältnismäßig spät wurde in Deutschland mit dem Bau von Gewächshäusern begonnen. Die ersten größeren Anlagen entstanden in Berlin, München, Frankfurt a. M., Bonn, Hannover, Straßburg.

Das große Palmenhaus im Botanischen Garten in München wurde 1860—1865 nach dem Entwurfe von v. Voit erbaut.

Eine ähnliche Anordnung zeigt das 1875 von Baurat Neumann erbaute große Palmenhaus in Bonn. (Abb. 174)

¹⁾ Allg. Bauztg. 1866, S. 21—22.

Es ist 35 m lang, 17 m hoch und 11 m breit. Auch hier ist der Mittelbau durch eine Kuppel gekrönt, die aber erheblich höher über die Seitenhallen hinausragt, als bei dem Palmenhaus in München. Das Gebäude wurde aufgeführt von der Firma Schaubach & Krämer in Coblenz.

Das Palmenhaus im Königlichen Garten zu Herrenhausen bei Hannover (Abb. 177) wurde 1879—1880 von dem Hofbauinspektor Auhagen umgebaut. Die Länge beträgt 33,70 m, die Breite 29,25 m und die Höhe des mittleren Teiles 31 m.

Eine neuere große Anlage wurde 1905 im Städtischen Palmengarten in Frankfurt a. M. von der Firma Ph. Holzmann in Verbindung mit anderen Firmen ausgeführt. Die neuen Gewächshäuser dienen als Schauhäuser im Gegensatz zu den früher errichteten kleineren Kulturhäusern. Die ganze Anlage besteht aus einer großen, 61,4 m langen, 13 m breiten und 8 m hohen Mittelhalle, die in der Mitte durch eine Kuppel gekrönt ist, und eine Reihe von kleineren Schauhäusern, die in rechtem Winkel an die große Halle angegliedert sind.¹⁾ (Abb. 176).

Eine ähnliche, aber etwas kleinere Anlage wurde auf dem Nordfriedhofe der Stadt Cottbus von der Firma Mehlhorn in Schweinsburg a. d. Pleiße ausgeführt.

Neuerdings sind auch für Privatleute vielfach Gewächshäuser von kleinerem und selbst von mittlerem Umfang errichtet worden. Ein bemerkenswertes Beispiel ist der von derselben Firma für den Rittergutsbesitzer Puricelli in Rheinböllerhütte-Bingen erbaute Wintergarten. Das Gebäude besteht aus einem im Grundriß rechteckigen Mittelbau, an den sich beiderseits niedrigere Seitenhallen anschließen.

Wohl die bedeutendste neuere Gewächshausanlage ist in den Jahren 1899 bis 1909 im Königlichen Garten zu Dahlem bei Berlin entstanden. Den wichtigsten Teil bilden die „Pflanzenhäuser“, eine Gruppe von 14 zusammenhängenden Gebäuden, von welchen das in der Mitte liegende große Palmenhaus die übrigen an Höhe und Umfang bei weitem übertrifft.

Außer dem großen Tropenhaus sind noch bemerkenswert die in den Ecken der Anlage errichteten Pflanzenschauhäuser M und C. Sie haben quadratischen Grundriß von etwa 20 m Seitenlänge und sind mit flachen Kuppeln gedeckt, die sich durch eine eigenartige Gliederung des Tragwerkes auszeichnen. Die Konstruktion ist entworfen von Prof. Hertwig in Aachen; eine nähere Beschreibung findet sich in dem bereits mehrfach erwähnten Werke von Förster (Eisenkonstr. der Ing.-Hochbauten 1909, S. 605). Die übrigen Pflanzenschauhäuser sind verhältnismäßig niedrige Längshallen.

Auch diese Gebäudegruppe erscheint somit als eine Vereinigung von Längshallen mit Zentralräumen, wenn auch in einer von den sonst üblichen Anordnungen erheblich abweichenden Gruppierung.

Von den übrigen Gebäuden des Gartens ist noch das gesondert von den Pflanzenschauhäusern errichtete Kalthaus für subtropische Gewächse zu erwähnen.

Die Entwürfe zu diesen Gewächshäusern sind von dem Königlichen Baurat Koerner aufgestellt. Die Eisenkonstruk-

¹⁾ Z. d. Bauv. 1907, S. 283—287.

tion des großen Palmenhauses wurde von der Firma Belter & Schneevogl in Berlin ausgeführt, die kleineren Eisenkonstruktionen von den Firmen Wehner & Co. und Paul Kuppler in Britz-Berlin. Die ganze Anlage ist ausführlich beschrieben in der Zeitschr. f. Bauw. 1909 (Sonderabdr. bei Wilh. Ernst & Sohn).

Wie die angeführten Beispiele zeigen, sind größere Gewächshäuser in der Regel als Zusammenstellung mehrerer Längshallen angelegt. Sehr oft findet sich eine basilikale Anordnung von Längshallen mit parallelen Achsen. Ziemlich häufig ist auch die Vereinigung einer Längshalle mit einem Zentralraum, der durch eine Kuppel gekrönt ist. Verhältnismäßig am seltensten ist bei Gewächshäusern die Anordnung vollkommen zentral angeordneter Räume. Wohl das hervorragendste Beispiel hierfür ist der bereits im vorigen Abschnitt erwähnte große Wintergarten im Königlichen Garten zu Laeken bei Brüssel. Dieses Pflanzenhaus wurde 1878 im Auftrage des Königs von Belgien durch Balat erbaut und ist zur Abhaltung von Hoffestlichkeiten bestimmt.

In demselben Parke befindet sich auch eine nach Art der Gewächshäuser in Eisenkonstruktion erbaute Kirche, gleichfalls ein Zentralbau mit basilikaler Anordnung. An das äußere Schiff sind noch mehrere kleine Kapellen in reizvoller Weise angegliedert.

Eine in ihrem Grundgedanken ähnliche Anlage, aber bedeutend kleiner als der Wintergarten in Laeken ist das Palmenhaus im Sefton-Park zu Liverpool. Es wurde 1895 von der Gesellschaft Mackenzie & Moncur in Edinburgh errichtet.

Hallen-Komplexe, die aus mehreren Längshallen bestehen, finden sich auch häufig bei Ausstellungsbauten.

Das älteste und in seiner Art einzig dastehende Ausstellungsgebäude war der Kristall-Palast der Londoner Weltausstellung im Jahre 1851. (Abb. 155). Um einen Entwurf für das Ausstellungsgebäude zu erlangen, wurde 1850 ein internationaler Wettbewerb ausgeschrieben, bei dem 245 Entwürfe eingingen. Von diesen war aber keiner für die Ausführung geeignet. Da machte der (bereits oben erwähnte) Gärtner Paxton in Chatsworth den Vorschlag, das Gebäude nach Art der Gewächshäuser in Eisen, Glas und Wellblech zu errichten. Der Entwurf Paxtons wurde angenommen und von der Firma Fox, Henderson & Cie. in der kurzen Zeit von 6 Monaten ausgeführt.

Das Gebäude hatte insgesamt 124 m Breite und 563 m Länge mit einem Anbau von 285 m Länge und 15 m Breite. In der Mitte war ein Querschiff von 22 m Breite und 33 m Höhe angelegt. Der Aufbau des Ganzen war stufenartig angeordnet, indem die mittleren Teile die höchsten und die seitlichen die niedrigsten waren.

Im Jahre 1852 wurde das Ausstellungsgebäude, das zuerst im Hyde-Park errichtet war, abgebrochen und in Sydenham bei London in ähnlicher Anordnung wieder aufgebaut (Abb. 156).¹⁾

Am häufigsten finden sich bei Ausstellungsbauten Längshallen in Verbindung mit Zentralräumen, die durch

Kuppeln gekrönt sind. Als Beispiele dieser Anordnung seien erwähnt:

Das Hauptgebäude der Weltausstellung in Wien 1873 war im Grundriß nach dem sogenannten Fischgrätensystem angelegt, bei dem eine Haupthalle durch eine Reihe von Querhallen rechtwinklig gekreuzt wird. Die ganze Anlage hatte eine Länge von 907 m und eine Breite von 206 m. In der Mitte befand sich ein Zentralraum, die sogenannte Rotunde, die für längere Dauer errichtet wurde und heute noch besteht. Sie ist durch ein riesiges Zeltdach von 104 m Durchmesser gekrönt.

Das Hauptgebäude der Weltausstellung in Paris 1878 hatte eine rechteckige Grundform mit einer Länge von 706 m und einer Breite von 346 m. Es bestand aus mehreren Längs- und Querhallen; die vier Eckpunkte der ganzen Anlage waren mit Kuppeln gekrönt; außerdem befand sich über der Mitte der Hauptfassade eine breitere und etwas niedrigere Kuppel. Durch besonders eigenartige Gestaltung zeichnete sich die in der Mitte der Hauptfront liegende Eingangshalle aus. Im Äußeren zeigte das ganze Gebäude eine aus Glas, Eisen und Majolika gebildete Konstruktion.

Auch bei der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1889 bediente man sich der Kuppelbauten, um einzelne besonders wichtige Gebäudeteile hervorzuheben. Die gewaltige Bauanlage dieser Ausstellung war sehr klar und übersichtlich angeordnet.

Auf der Weltausstellung in Chicago 1893 spielten in dem Gesamtbilde der verschiedenen Gebäude und sonstigen Anlagen Kuppelbauten gleichfalls eine wichtige Rolle. Das Verwaltungsgebäude war gewissermaßen im Schwerpunkt der ganzen Anlage errichtet. Seine einzelnen Räume gruppierten sich um einen großen Zentralbau, der durch eine Kuppel abgedeckt war.

Das Gebäude der Gartenbauausstellung bestand aus zwei Längshallen, die in der Mitte durch einen Zentralraum, und an beiden Enden durch Querbauten verbunden waren. Der Zentralraum war durch eine halbkugelförmige Kuppel gekrönt. Auf der Frontseite waren ihr rechts und links vom Haupteingang niedrigere Kuppeln vorgelagert. Im Gegensatz zu dem Verwaltungsgebäude, bei dem die Höhenentwicklung die Hauptrolle spielt, macht die Gartenbauhalle einen ziemlich niedrigen und flachgestreckten Eindruck.

Von der Pariser Weltausstellung 1900 sind namentlich die beiden Kunstpaläste zu erwähnen. Auch hier waren Kuppeln ein wirksames Mittel zur Bekrönung von Langbauten. Im allgemeinen bedeutet die Pariser Weltausstellung vom Jahre 1900 eher einen Rückschritt als einen Fortschritt gegenüber ihren Vorläuferinnen, soweit die Architektur in Frage kommt. Es sei von dieser Ausstellung nur noch eine Gebäudegruppe von mäßigem Umfang erwähnt, die zunächst nur für Ausstellungszwecke errichtet war, dann aber nach Schluß der Ausstellung wegen ihrer feinen künstlerischen Wirkung dauernd erhalten blieb. Es sind dies die von Gautier erbauten Gartenbauhallen am Seine-Ufer, nahe der Invalidenbrücke (Abb. 172).¹⁾

¹⁾ Allg. Bauztg. 1850 und 1852; Zeitschr. f. Bauw. 1852, S. 38.

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

¹⁾ Deutsche Bauztg. 1900. S. 610; C. d. Bauverw. 1900, S. 383; Meyer, Eisenbauten S. 123.

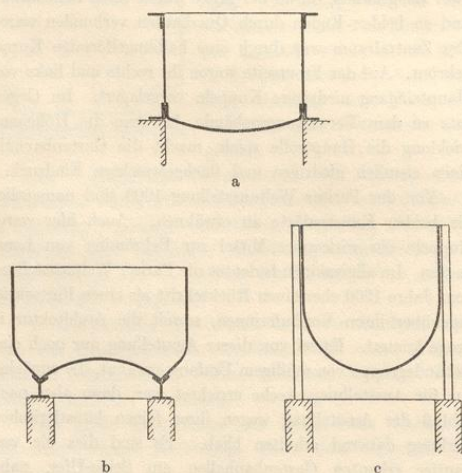
Eine Längshalle, die in ihrem mittleren Teil durch eine mächtige Kuppel gekrönt ist, zeigt das Hauptgebäude der Düsseldorfer Ausstellung vom Jahre 1902. Die Länge beträgt rund 400 m bei einer größten Tiefe von rund 80 m. Der Gesamtentwurf ist mit allen Einzelheiten von Leitholf bearbeitet.¹⁾

Eine besonders eigenartige Vereinigung eines Zentralbaues mit Längshallen zeigt schließlich die bereits oben Seite 29 erwähnte Ausstellungs- und Festhalle in Frankfurt a. M. Der Grundriß ist als ein Rechteck von 112 m Länge und 49 m Breite mit bogenförmigen Erweiterungen an den beiden Langseiten ausgebildet. Dieser Raum ist in der Mitte durch eine ellipsoidische Kuppel und an beiden Enden durch kurze, an den Stirnseiten abgewalmte Längshallen überdeckt. Der gewaltige Zentralraum gibt im Verein mit den beiden angegliederten Längshallen eine überaus machtvolle Wirkung (Abb. 163). Alle Verhältnisse des Ganzen sowie auch der einzelnen Konstruktionsteile sind mit feinem Verständnis abgewogen. Dieses Bauwerk gehört zu den gewiß seltenen Fällen, in denen man gewagt hat, die Eisenkonstruktion als raumbildendes Mittel einer Festhalle unverhüllt zu zeigen.

4. Türme.

Für eine kulturgeschichtliche Betrachtung, die in der Neuzeit und ihrer Baukunst ästhetisch entwicklungsfähige Keime sucht, sind vielleicht solche Turmbauten besonders beachtenswert, die vollkommen neuzeitlichen Bedürfnissen dienen, wie Wassertürme, Leuchttürme, Aussichtstürme.

Über die technische Entwicklung von Hochbehältern für Flüssigkeiten finden sich Mitteilungen in einem Aufsatz von Barkhausen.²⁾ Diesem Aufsatz sind die nachstehenden Angaben zum Teil entnommen.



6. Konstruktionen eiserner Behälter.

¹⁾ Z. d. Bauverw. 1902, S. 263 und 625.

²⁾ Zeitschr. d. Vereins deutscher Ing. 1900, S. 1594 und 1681.

Die ersten größeren Wasserbehälter wurden von den Eisenbahnverwaltungen erbaut. Bis in die siebziger Jahre verwendete man rechteckige Behälter mit ebenem Boden, denen aber verschiedene Mängel anhafteten.

Der erste wesentliche Fortschritt in der Gestaltung dieser Behälter wurde durch die Anordnung von kreisrunden Grundrissen erzielt. Bald darauf ging man auch dazu über, den Boden als Kugelabschnitt auszubilden. So entstanden die Behälter von nebenstehend angedeuteter Form a, wie sie längere Zeit fast ausschließlich angewendet wurden. Bei kleineren Abmessungen, etwa bis 300 cbm Inhalt, dürften sie heute noch allen Anforderungen genügen.

Ein Beispiel für einen Behälter von ähnlicher Bauart und größerem Inhalte zeigt der Wasserturm in Mannheim. (Abb. 177). Er wurde 1887–89 nach dem Entwurfe des Architekten Halmhuber in Stuttgart erbaut. Der technische Teil des Entwurfes ist von der Firma Smrecker in Mannheim aufgestellt, die auch die Eisenkonstruktion ausgeführt hat.¹⁾

Dieser Wasserturm ist bemerkenswert deshalb, weil man hier wohl zum ersten Male gewagt hat, ein derartiges Bauwerk an einer bevorzugten Stelle einer größeren Stadt zu errichten. Mannheim war damals noch sehr arm an künstlerisch wertvollen Bauwerken. Man stellte den Turm nicht wie sonst in eine entlegene Gegend, sondern in die Nähe der Kreuzung zweier wichtiger, damals neu angelegter Straßen, um damit dem neu entstehenden wohlhabenderen Stadtteile ein monumentales Bauwerk und zugleich ein gewisses Wahrzeichen zu geben.

Behälter von ähnlicher Bauart wurden von der Firma Klönne in Dortmund in den Jahren 1896 und 1898 für die Wasserwerke in Markranstädt und Oels geliefert. Bemerkenswert ist bei diesen Türmen die Auskragung der Turmwand im oberen Teile. Dieser war durch die Anordnung eines Umganges um den eisernen Behälter entstanden.

Als im Laufe der Entwicklung die verschiedensten Zwecke allmählich immer größere Behälter erforderten, wurde ihre Ausbildung schwieriger. Dieser Umstand führte zu einem weiteren Fortschritte in der Entwicklung der Behälter, nämlich zu der sogenannten Intze-Form (nach ihrem Erfinder Intze in Aachen genannt). Der Grundgedanke dieser Anordnung beruht darin, daß der Auflagering nicht mehr am äußersten Rande, sondern etwas innerhalb angeordnet wird. Hierdurch ist es möglich, die nunmehr von innen und außen auf den Druckring wirkenden wagerechten Kräfte gegeneinander auszugleichen und so den Ring selbst in verhältnismäßig kleinen Abmessungen zu halten. (Abb. 6 b.)

Ein Beispiel eines Intze-Behälters zeigt der Wasserturm der chemischen Fabriken vorm. Weiler ter Meer in Uerdingen (Abb. 180). Der Behälter hat einen Inhalt von 750 cbm und wurde von der Firma Klönne in Dortmund geliefert.

Außer der oben dargestellten einfachsten Form der Intze-Behälter werden bekanntlich auch verwickeltere Formen des Bodens ausgeführt, die namentlich eine günstigere Ausnutzung des Raumes bezwecken. Auch die Intze-Behälter hatten indessen noch gewisse Übelstände.

¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1892, S. 141–144.

Die in konstruktiver Hinsicht günstigste Lösung hat Barkhausen vorgeschlagen. Bei dieser besteht der Behälter aus einem kugelförmigen Boden mit aufgesetzter Zylinderwand. Die Höhe der letzteren soll nach der Untersuchung von Barkhausen wenigstens $\frac{2}{3} r$ betragen, wenn r den Halbmesser der Kugel bedeutet. In diesem Falle treten in der ganzen Behälterwand überall nur Zugkräfte auf. Ferner kann bei dieser Anordnung die Zylinderwand zu einem wirksamen Träger ausgebildet werden. Die Schwierigkeiten in der Ausbildung des Lagerringes, wie sie bei der Intze-Form hervortraten, fallen hier fort und die Auflagerung wird die denkbar einfachste. (Abb. 6 c.)

Solche Behälter sind namentlich von der Firma Klönne in Dortmund, und zwar vorzugsweise mit eisernem Unterbau ausgeführt worden. Bei den älteren Ausführungen dieser Art sind die zur Unterstützung des Behälters dienenden Pfosten vollkommen senkrecht. Diese Anordnung ist sehr einfach in der Herstellung und wahrscheinlich auch sehr billig.

Einer der ersten Hochbehälter dieser Bauart ist der Wasserturm der Zeche „Minister Stein“ (Beschreibung in dem oben angeführten Aufsatz von Barkhausen). Dieser Behälter ist auf eisernem Unterbau gelagert und von der Firma Klönne in Dortmund ausgeführt.

Diese Bauart hat sich rasch eingeführt. Da aber die Intze-Konstruktion lange Zeit das Gebiet des Behälterbaues beherrschte und sich Behörden wie Privatwerke an sie gewöhnt hatten, so wurde gegen die von Barkhausen empfohlene und von Klönne ausgeführte Bauart der Vorwurf erhoben, daß der Unterbau einen zu großen Durchmesser habe. Allerdings ist bei dieser Anordnung ein größerer Durchmesser erforderlich, als bei den Intze-Behältern, doch sind die Gesamtkosten der ersteren wegen der geschilderten Vorzüge doch geringer als die der letzteren.

Neuerdings hat die Firma Klönne eine Bauart ausgeführt, bei welcher der Unterbau ähnlich wie bei den Intze-Behältern kleineren Durchmesser hat, als der Behälter selbst, im übrigen aber die Kugelform des Bodens beibehalten ist. Bei dieser Anordnung sind also sämtliche technischen Vorzüge der älteren Konstruktionen vereinigt.

Zusammenstellung 19.
Bemerkenswerte Wasserbehälter, ausgeführt von der Firma Klönne in Dortmund.

Aufstellungsort	Jahr der Erbauung	Fassungsraum cbm	Höhe m
1. Urdingen (Weiler ter Meer)		750	34
2. Markranstädt	1896	350	30
3. Oels	1898	350	30
4. Leipzig (Probstheida)	1905	1500	35
5. Unna	1905	2000	57
6. Leutzsch bei Leipzig		300	40
7. Homburg	1906	1000	43
8. Plankstadt	1906	250	35
9. Hamm	1906	1000	25
10. Cassel	1907	1200	22
11. Berlin, Anhalter Bahnhof	1907	300	27

Abbildungen im Atlas:

Nr. 1: 180. Nr. 4: 179. Nr. 7: 181. Nr. 9: 184. Nr. 11: 182.

Einige besonders bemerkenswerte Wassertürme dieser neuesten Bauart sind in der vorstehenden Zusammenstellung enthalten (Nr. 7—11). Von diesen sind auf steinerne Unterbau die Nr. 8, 9, 10 und von den älteren die Nr. 1—4 ausgeführt, während bei den übrigen auch der Unterbau aus einer Eisenkonstruktion besteht. Die meisten dieser Türme sind für städtische Wasserwerke erbaut, nämlich Nr. 2—7; die drei letzteren sind auf Bahnhöfen errichtet.

Einen der größten neueren Wasserbehälter besitzt das städtische Wasserwerk in Bremen (Abb. 183). Dieser Wasserturm wurde 1905 von der Dampfkessel- und Gasometerfabrik vorm. A. Wilke & Co. in Braunschweig erbaut. Der Entwurf für die äußere Gestaltung des Bauwerks wurde bei Gelegenheit eines Preisausschreibens von Architekt Hugo Wagner und dem Zivilingenieur O. Ruhl, beide in Bremen, aufgestellt. Der Inhalt des Hochbehälters beträgt 3000 cbm, die Höhe bis zum Wasserspiegel 38,4 m. Einige weitere Mitteilungen über den Wasserturm sind im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1907 von dem Direktor Götze des Städtischen Wasserwerkes in Bremen gemacht.

Von den Eisenbahnverwaltungen und städtischen Wasserwerken werden für Wasserbehälter im allgemeinen steinerne Unterbauten wegen der geringeren Unterhaltungskosten bevorzugt, während Privatwerke meist eiserne Unterbauten wegen der billigeren und auch wohl schnelleren Herstellung wählen.

Von Turmbauten, die in ihrem Äußeren einen neuzeitlichen Charakter zeigen, sind ferner die Leuchttürme zu erwähnen. Wegen der technischen Schwierigkeiten der Ausführung ist z. B. bekannt der Leuchtturm auf dem roten Sande vor der Wesermündung. Er wurde 1883—84 von der Firma Harkort in Duisburg erbaut. Die äußere Hülle des Turmes besteht ganz aus Eisen; der untere Teil ist zur Erzielung der erforderlichen Standfestigkeit ganz mit Beton ausgefüllt.¹⁾

Eine weitere Gattung von Türmen, die ihre Entstehung in größerer Zahl einem eigentlich erst in der Neuzeit entstandenen Bedürfnis verdanken, bilden die Aussichtstürme. Ihre Entwicklung beruht wohl hauptsächlich auf dem besonders im neunzehnten Jahrhundert erstarkten Interesse für die Natur. Von den jetzt bestehenden Aussichtstürmen ist die größte Zahl erst im neunzehnten Jahrhundert erbaut. Anfangs begnügte man sich für solche Zwecke mit einfachen Holzgerüsten; später fing man auch bei solchen Bauwerken an, auf eine gefällige Ausführung Wert zu legen. In vielen Fällen wählte man daher einen Steinbau, seltener eine Eisenkonstruktion. Und doch erscheint besonders bei Aussichtstürmen die Herstellung in Eisen das einfachste und billigste Mittel, um mit geringen Kosten ein verhältnismäßig dauerhaftes Bauwerk zu errichten, das trotz einfacher Gestaltung doch ein gefälliges Äußere zeigt.

Ein Beispiel mit bescheidenen Abmessungen hierfür bietet der etwa im Jahre 1900 für den Verschönerungsverein Vallendar (am Rhein) von der Aktien-Gesellschaft für Verzinkerei und Eisenkonstruktion (vormals Hilgers) in Rheinbrohl erbaute Aussichtsturm. (Abb. 188). Von derselben

¹⁾ Z. d. Bauverw. 1883, S. 195.

Firma wurde ein gleicher Turm im Jahre 1903 für Herrn Schoelkopf in Hannover geliefert. Die Höhe dieser Türme beträgt 20 m. Die Eisenkonstruktion ist im großen und ganzen einfach und schmucklos bis auf die Konsolen der Plattform und die Bekrönung der Mitte derselben.

Der größte Aussichtsturm und zugleich das höchste Bauwerk der Erde ist der für die Weltausstellung 1889 in Paris von Eiffel erbaute Turm von 300 m Höhe. (Abb. 178). Dieses gewaltige Bauwerk wurde in einem Zeitraum von 2 Jahren mit einem Kostenaufwande von 6½ Millionen Franken errichtet. Im großen und ganzen zeigt der Eiffelturm die nackte, lediglich dem praktischen Zweck dienende Eisenkonstruktion. Nur an einzelnen Stellen sind einige ornamentale Glieder vorhanden, so z. B. die kapellenartigen Aufbauten der ersten Plattform.

Es ist sehr interessant, die Wandlungen zu verfolgen, welche der Eiffelturm in der öffentlichen Wertschätzung durchgemacht hat. Im Jahre 1887 wurde an den Direktor der öffentlichen Arbeiten von angesehenen Männern eine Eingabe gerichtet, in der es heißt: „Wir Schriftsteller, Maler, Bildhauer, Architekten, wir, die wir die bisher makellose Schönheit unserer Stadt Paris bewundern und lieben, wir legen im Namen des französischen Geschmacks, im Geist unserer nationalen Kunst und Geschichte nachdrücklich und empört Verwahrung ein gegen die Errichtung dieses unnützen, monströsen Eiffelturmes!“ — Eiffel selbst suchte schon vor der Errichtung seines Turmes jene Angriffe durch die Worte zu entkräften: „Ich glaube fest, daß mein Turm seine eigenartige Schönheit haben wird. Stimmen die richtigen Bedingungen der Stabilität nicht jederzeit mit denen der Harmonie überein? Die Grundlage aller Baukunst ist, daß die Hauptlinien des Baues vollkommen seiner Bestimmung entsprechen. Welches aber ist die Grundbedingung bei meinem Turm? Seine Standfähigkeit gegen den Wind! Und da behaupte ich, daß die Kurven der 4 Eckpfeiler, so wie sie der statischen Berechnung gemäß von der gewaltigen Massigkeit ihrer Basen an in immer luftigere Gebilde zerlegt zur Spitze emporsteigen, einen mächtigen Eindruck von Kraft und Schönheit machen werden. Birgt doch auch die Kolossalität, die absolute Größe an sich, einen eigenen Reiz.“

Die Folgezeit hat diesen Ausführungen im wesentlichen Recht gegeben. Heute wird nicht nur der Eisenkonstrukteur, sondern auch der gebildete Nichtfachmann die eigenartige Schönheit dieses gewaltigen Bauwerkes erfassen, sofern er überhaupt im Geist unserer Zeit lebt und denkt. Eine eingehende Würdigung des künstlerischen Eindrucks findet sich in dem Werke von Meyer, Eisenbauten, S. 81—91. Und Naumann behauptet gar in seinem Buche „Form und Farbe“, daß der Eiffelturm zu dem Schönsten zähle, was er überhaupt auf seinen weiten Reisen gesehen habe (S. 199).

C. Vereinigung des Eisens mit anderen Baustoffen.

Wie aus den angeführten Beispielen hervorgeht, spielt die Verwendung des Eisens im heutigen Bauwesen eine sehr wichtige Rolle. Es kommt jedoch eigentlich niemals vor, daß ein Bauwerk ganz aus Eisen besteht; fast stets sind wenigstens die unterstützenden Teile aus Mauerwerk ge-

bildet. Sehr häufig findet sich auch die Vereinigung des Eisens mit Beton, sowie mit Glas, Terracotta und anderen Stoffen.

Bei den Strom- und Flußbrücken bestehen regelmäßig die Pfeiler aus Stein. Diese Mauerkörper zeigen meistens sehr einfache Formen. Gewöhnlich findet sich die in der Architektur übliche Dreiteilung in Sockel, Schaft und Bekrönung. Der Sockel liegt zumeist unter Wasser, kommt also nicht zur Erscheinung. Dagegen tritt sehr oft eine weitere Teilung des Schaftes dadurch ein, daß der unterhalb der Hochwasserlinie liegende Teil des Pfeilers nach beiden Seiten spitze oder halbkreisförmig begrenzte Verlängerungen (Vorköpfe) erhält. Häufig ist auch der untere Teil in der Richtung der Brückenachse stärker ausgebildet als der obere, über dem Hochwasser liegende. Bei Bogenbrücken ergibt sich eine solche Verjüngung nach oben ganz von selbst durch die geneigte Richtung der Widerlagerflächen. Oft ist die wagerechte Schicht, welche die obere Grenze der Vorköpfe bildet, durch ein um den ganzen Pfeiler laufendes Gesims bezeichnet, und gewöhnlich ist auch der ganze Pfeiler durch ein oberes bekrönendes Gesims abgeschlossen. Zuweilen fehlen auch die Gesimse gänzlich. Auch die Widerlager, die den Abschluß des Erdkörpers und zugleich eine Stütze der Eisenkonstruktion bilden, zeigen meist eine gewisse Gliederung in den Hauptteil und die sogenannten Flügel.

In der Behandlung dieser Mauerkörper, die im wesentlichen nur zu konstruktiven Zwecken dienen, läßt sich im Laufe der Entwicklung hauptsächlich nur eine Änderung verfolgen. Die Sichtflächen wurden früher verhältnismäßig sehr fein bearbeitet, heute dagegen läßt man sie viel rauher. Namentlich geschieht dies bei Eisenbahnbrücken und bei solchen Straßenbrücken, die nicht in unmittelbarer Nähe der Städte liegen. Diese Änderung ist wohl hauptsächlich auf die richtige Erwägung zurückzuführen, daß im Zusammenhang mit den einfachen und schlichten Formen der Eisenkonstruktionen eher eine gewisse Urwüchsigkeit, als eine besonders feine Bearbeitung des Mauerwerks am Platze ist.

Eine besonders wichtige Rolle spielen in der Gesamterscheinung vieler großer Brücken die Portale. Schon bei den ältesten großen Eisenbrücken finden sich künstlerisch hervorragende Portalbauten, so bei der Britannia-Brücke über die Menai-Straße (Abb. 1) und den beiden alten Gitterbrücken über die Weichsel bei Dirschau und die Nogai bei Marienburg. (Abb. 11 und 2.) Die Pfeiler und Widerlager der Britannia-Brücke sind noch über die eisernen Träger hinaus nach oben verlängert und mit ganz einfachen, etwas an ägyptische Bauwerke anklingenden Formen gekrönt. Die Pfeiler sind erheblich schlanker und auch höher als die Widerlager.

Bei den Gitterbrücken über die Weichsel und Nogai sind auf den Pfeilern Turmbauten in gotischem Stil errichtet. Offenbar ist die Ausbildung dieser Türme und namentlich der Endportale beeinflusst durch die Erinnerung an die in der Nähe jener Brücken liegende Marienburg.

Ein ähnliches Beispiel von stilistischer Einwirkung eines naheliegenden historischen Baudenkmals findet sich in England bei der Kettenbrücke über den Conway-Fluß. In unmittelbarer Nähe dieser Brücke liegt die malerische

Ruine des 1284 von Eduard I. erbauten Schlosses. Die Pfeiler der Kettenbrücke sind in ähnlichen Formen wie die Schloßtürme errichtet und fügen sich so dem Landschaftsbilde in glücklicher Weise ein.

Auch ein neueres englisches Bauwerk, die Tower-Brücke in London (Abb. 88) zeigt den stilistischen Einfluß eines naheliegenden Baudenkmales, des berühmten Tower. Die Mittelpfeiler dieser Brücke sind, obwohl in Eisen konstruiert, doch mit gotischen Steinformen ummantelt. Wenn auch in dieser Verwendung eines anderen Materials und alter Stilformen eine gewisse Täuschung liegt, so gibt das ganze Bauwerk doch ein eigenartiges Stimmungsbild ab.

Wie die oben angeführten Beispiele zeigen, wurde besonders in der ersten Entwicklungszeit der eisernen Brücken großer Wert auf eine künstlerische Ausbildung der Portale gelegt. Es ist dies wohl erklärlich, weil die Erbauer jener Brücken das Gefühl hatten, daß es sich hier um neue, besonders monumentale Bauwerke handle, die einer künstlerischen Behandlung vorzugsweise würdig seien.

In der Folgezeit, von den sechziger bis zu den achtziger Jahren zeigte sich bei der Ausbildung der steinernen Portale eine gewisse Nüchternheit. Als Beispiele dieses Abschnittes seien genannt die alte Rheinbrücke bei Cöln, die Rheinbrücke der Bahnlinie Düsseldorf—Neuß, die Elbbrücken bei Barby und Lauenburg, die alte Rheinbrücke bei Coblenz und die Eisenbahn-Elbbrücken bei Hamburg.

Die etwas nüchterne Behandlungsweise ist wohl dadurch erklärlich, daß zu jener Zeit die wichtigsten großen Eisenbahnlinien gebaut wurden und daß die rein technischen Aufgaben fast alle Kräfte beanspruchten. Auch war damals der Bau einer eisernen Brücke nicht mehr in dem Maße wie bei den ältesten Brücken ein Ereignis, das die öffentliche Meinung beschäftigte. So ist es verständlich, daß jene Portale im allgemeinen ziemlich nüchtern aussehen. Etwas mehr Eigenart zeigen die Portale der Weichselbrücke bei Thorn (Abb. 97) und der neueren Rheinbrücke bei Coblenz. (Abb. 49). Bemerkenswert ist auch die Straßenbrücke über die Norderelbe bei Hamburg. Während sonst die erwähnten Bauteile regelmäßig in Haustein ausgeführt wurden, sind bei jener Elbbrücke die Portale in Ziegelmauerwerk unter Anlehnung an die niederdeutsche Backsteingotik errichtet.

Antike und Renaissance-Formen finden sich verhältnismäßig selten. Ein merkwürdiges Beispiel für antike Behandlung von Brückenportalen findet sich bei der Rheinbrücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen (1865—1868). Da die Brücke für den Straßen- und Eisenbahnverkehr dient, und die Fahrbahnen verschiedene Breiten haben, so mußten auch die Öffnungen in den Portalen verschiedene Breiten erhalten. Das bei dieser Aufgabe gewählte Mittel — gleiche Anordnung der Bögen, ungleiche Weiten der unteren Teile — ist aber als unglücklich zu bezeichnen, weil es den Versuch macht, den Beschauer über die tatsächlich vorhandene unsymmetrische Anlage hinwegzutäuschen (Zeitschr. f. Bauw. 1869).

Brückenportale oder Pfeilertürme in Renaissance-Formen zeigen die alte Kettenbrücke in Budapest (1839—45), (Abb. 87) die Rheinbrücke bei Düsseldorf (1896—98) und die Straßenbrücke über die Elbe bei Harburg (1897—99); die

Straßenbrücke über die Memel bei Tilsit (1904—07) ist mit Portalen in Barockformen versehen.

Für die ästhetische Wirkung des ganzen Bauwerkes ist nun sehr wichtig die Beziehung zwischen dem Eisenwerk und dem Steinkörper. Bei den größeren Brücken ist die Eisenkonstruktion meistens lotrecht abgeschlossen; unmittelbar neben dem Endpfosten des eisernen Überbaues erhebt sich dann das steinerne Portal. Diese Anordnung findet sich in der Regel bei Balken- und Bogenbrücken mit hochliegenden Hauptträgern. Die großen Überbauten der Strombrücke liegen gewöhnlich oberhalb der Fahrbahn, dagegen die kleinen Überbauten der Flutöffnungen oft unterhalb der Fahrbahn; in diesem Falle bilden die massigen Portalbauten einen Abschluß des höher liegenden Teiles der Eisenkonstruktion gegenüber dem niedrigeren. An den Enden der ganzen Brücke sind dann noch häufig niedrige, aber breite Turmbauten zu beiden Seiten der Fahrbahn errichtet.

Bei den Bogenbrücken, deren Hauptträger unterhalb der Fahrbahn liegen, befindet sich zuweilen gleichfalls je ein größeres Portal über den Abschlußpfeilern der Strombrücke oder auch an den Enden der ganzen Brücke (Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Coblenz und Straßenbrücke bei Worms Abb. 66). Die ästhetische Beziehung zwischen dem Eisenwerk und dem Portal ist dann weniger deutlich als bei den Brücken mit untenliegender Fahrbahn. Bei den meisten städtischen Straßenbrücken, deren Bogenträger unter der Fahrbahn liegen, sind an den Enden überhaupt keine Portale vorhanden. Dagegen sind zuweilen als Abschluß der Brücke an beiden Enden große Steinobelisken errichtet, z. B. bei der König-Karlsbrücke zwischen Stuttgart und Cannstadt (1891—93) und bei der Alexander-Brücke in Paris (1899 bis 1900, Abb. 65). Oft finden sich solche Obelisken, aber in kleineren Abmessungen, auch über den Mittelpfeilern, wie z. B. der Straßenbrücke über den Rhein bei Mainz (1882—85).

Bei manchen Brücken sind die mittleren und größeren Öffnungen durch Eisenkonstruktion, die seitlichen und kleineren Öffnungen durch Steingewölbe, neuerdings auch durch Betongewölbe überspannt. Als älteres Beispiel dieser sehr häufig vorkommenden Anordnung sei die Rheinbrücke der Bahnlinie Düsseldorf—Neuß angeführt (Seite 6). Hier sind die Hauptträger der großen Öffnungen Balkenträger. Günstiger wirkt diese Vereinigung beider Bauarten, wenn die Eisenkonstruktionen durch Bogenträger gebildet sind, wie z. B. bei den beiden Rheinbrücken bei Coblenz.

Verhältnismäßig am günstigsten ist die Gesamtwirkung bei symmetrischer Anordnung von drei Öffnungen, von denen also die beiden seitlichen gleich groß sind. Als Beispiele hierfür seien genannt die Eberts-Brücke und die Lessing-Brücke in Berlin, die Neckarbrücke in Mannheim (Abb. 75) und die Stubenrauch-Brücke in Oberschönweide bei Berlin.

Besonders wichtig für die ästhetische Wirkung des ganzen Bauwerkes ist die Wahl und das Verhältnis der Baustoffe bei T a l b r ü c k e n. Bei diesen gibt es drei Arten der Ausführung: entweder ist der Viadukt ganz aus Stein oder nahezu ganz aus Eisen, oder es bestehen die Pfeiler aus Stein, die Überbauten aus Eisen. Zuweilen sind auch — ähnlich wie bei Flußbrücken — die Pfeiler und Gewölbe

der seitlichen Öffnungen aus Stein, die Überbauten der Mittelöffnung aus Eisen hergestellt.

Bemerkenswerte ältere Beispiele für vorwiegend aus Eisen erbaute Talbrücken sind der Eisenbahn-Viadukt über das Saane-Tal bei Freiburg und der Guggenloch-Viadukt bei Lütisburg, beide in der Schweiz. Hier sind zwar nicht nur die Überbauten, sondern auch die Pfeiler größtenteils aus Eisen hergestellt, die steinernen Unterbauten sind jedoch ziemlich hoch, so daß sie namentlich in der Gesamterscheinung der Brücke über das Saanetal eine nicht unwichtige Rolle spielen. Überhaupt sind bei diesem Bauwerk die Verhältnisse recht glücklich gewählt.

In neuerer Zeit hat man bei größeren eisernen Talbrücken die Pfeiler sehr oft als sogenannte Gerüstpfeiler ausgebildet, so z. B. auf der im Jahre 1908 eröffneten Strecke Metz—Vigy—Anzingen (Abb. 75). Näheres über diese Talbrücken findet sich in dem Aufsatz von Regierungs- und Baurat Storm i. d. Zeitschrift für Bauwesen, 1909, S. 523 u. f.

Ein älteres Beispiel einer Talbrücke mit Steinpfeilern ist der Viadukt der badischen Höllentalbahn über die Ravensnaschlucht (erbaut 1884—1885 nach dem Entwurfe von Engesser und Hauger); ein neueres der Viadukt der Strecke Fentsch—Deutsch-Oth in Lothringen. Die Überbauten dieser Talbrücken sind mit Balkenträgern versehen. Zuweilen verwendet man auch bei eisernen Bogenträgern Steinpfeiler wie z. B. bei der Kornhausbrücke in Bern (S. 14, Abb. 60 u. 105). Ein Beispiel für eine Talbrücke, deren Öffnungen teils durch Gewölbe, teils durch Eisenkonstruktionen überspannt sind, ist der Trisana-Viadukt der Arlbergbahn.

In neuerer Zeit ist bei Ingenieurbauten an die Stelle des Mauerwerks aus natürlichen Steinen oft die Ausführung in Beton getreten. Dieser Baustoff hat bekanntlich große technische Vorzüge, namentlich sehr oft den Vorteil billiger Herstellung. Er kann in denselben Fällen, in denen sonst Mauerwerk verwendet wurde, als Stütze, Pfeiler, Widerlager von Eisenkonstruktionen ausgebildet werden. Auch Gewölbe von Brücken sind bekanntlich in neuerer Zeit aus Beton hergestellt worden. So sind beispielsweise bei der neuen Neckarbrücke in Mannheim (S. 47—48) die Seitenöffnungen mit Betongewölben versehen, während die Mittelöffnung durch eiserne, vollwandige Bogenträger überspannt ist. (Abb. 75).

Eine ganz besonders wichtige Rolle spielt bekanntlich heutzutage der Eisenbeton, auch armerter Beton genannt, eine Bauweise, bei der die Druckspannungen durch Beton, die Zugspannungen dagegen durch die eingebetteten Eisenteile, meist Rundeseisen, aufgenommen werden. Eisenbeton ist sowohl für Balken- wie namentlich für Bogenbrücken schon sehr oft verwendet worden. Ein näheres Eingehen auf diese Bauweise würde jedoch den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten.¹⁾ Es sei hier nur die Stubenrauch-Brücke in Oberschönweide bei Berlin erwähnt, bei der die Seitenöffnungen durch Eisenbetongewölbe überspannt sind, während die Mittelöffnung eiserne über der Fahrbahn liegende Bogenträger erhalten hat.

¹⁾ Vergl. das Werk von v. Mecenseffy, Die künstlerische Gestaltung der Eisenbetonbauten. Berlin, Ernst & Sohn.

Noch mannigfaltigere Formen als im Brückenbau zeigt die Vereinigung des Eisens mit Stein und anderen Baustoffen im Hochbau. Zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts verwandte man das Eisen nur für Decken- und Dachkonstruktionen. Man betrachtete in dieser ersten Zeit der Entwicklung das Eisen fast ausschließlich als Konstruktionsmittel, nicht als ästhetisch verwertbares Bauglied. Demgemäß wurde es zunächst als technisch leistungsfähiges Ersatzmittel für das Holz verwendet.

Bei den älteren Bahnhofshallen lassen sich, wie oben gezeigt wurde, in konstruktiver Beziehung zwei Hauptteile scharf unterscheiden, nämlich die lotrechten, aus Mauerwerk gebildeten Umfassungswände einerseits und das durch eiserne Binder unterstützte, verhältnismäßig flache Dach andererseits. Beispiele dieser Bauart sind in der Zusammenstellung 15 unter Nr. 1, 3, 4, 5, 6 und 9 angeführt. In ästhetischer Beziehung sind von diesen besonders bemerkenswert die Hallen des Potsdamer und Anhalter Bahnhofes in Berlin. Bei diesen beiden Hallen ist die Steinarchitektur als Ziegelrohbau in Renaissance-Formen ausgebildet. Aber während die Gesamtanordnung in beiden Fällen ziemlich ähnlich ist, zeigt doch das neuere Bauwerk (Anhalter Bahnhof) bemerkenswerte Fortschritte. Nicht nur sind die Abmessungen, hauptsächlich Weite und Höhe, bedeutend größer, sondern es ist auch in der Ausbildung der Einzelheiten dem monumental Charakter des ganzen Gebäudes weit mehr Rechnung getragen. Die Schmuckformen sind auf ein verhältnismäßig geringes Maß beschränkt, dafür aber die Hauptlinien des Baues energisch betont. Diese Überlegenheit des Anhalter Bahnhofes gegenüber älteren derartigen Ausführungen offenbart sich ganz besonders bei der Ausbildung der an die Bahnsteighalle angrenzenden Stirnwand des Empfangsgebäudes. Der Anhalter Bahnhof bedeutet somit einen Höhepunkt in der Entwicklung monumentaler Steinarchitektur von Bahnhofshallen.

Auch die neueren Hallen mit bogenförmigen Bindern, die vom Fußboden bis zum Scheitel in einheitlicher Krümmung verlaufen, sind in ihrem unteren Teile zuweilen durch massive Wände abgeschlossen, beispielsweise die unter Nr. 4, 7, 8, 9 der Zusammenstellung 16 aufgeführten Hallen. In solchen Fällen nehmen jedoch die lotrechten Umfassungswände meistens nur einen verhältnismäßig kleinen Bruchteil der Gesamthöhe des Bauwerkes ein; wenn sie auch jetzt noch vielfach monumental ausgestaltet werden, treten sie für die Gesamtwirkung der Innenansicht, gegenüber dem Eisenwerk, erheblich an Bedeutung zurück.

Bemerkenswert ist bei der Frankfurter Halle die Ausbildung der Umfassungswände. Diese sind auf den drei geschlossenen Seiten überall bis zu einer Höhe von etwa 10,5 m ziemlich gleichmäßig in monumentaler Weise ausgeführt. Auf den beiden Langseiten befindet sich oberhalb der massiven Wand noch eine ziemlich niedrige Eisenwand, die durch große halbkreisförmige Fenster durchbrochen wird.

Bei den neueren Bahnhofshallen zeigt sich noch mehr das Bestreben, die massiven Umfassungswände auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken und sie durch solche aus Eisen und Glas gebildete zu ersetzen, beispielsweise bei den Hallen in Hamburg und Metz.

Die Aufgabe, ein günstiges Zusammenwirken beider Baustoffe zu erzielen, ist in eigenartiger Weise bei dem Neubau des Bahnhofes in Leipzig gelöst worden. Während sonst die Bahnsteige in der Regel durch eine Eisenkonstruktion überdacht sind, das Empfangsgebäude dagegen in massiver Bauart ausgeführt ist, wurde bei dem neuen Bahnhofe in Leipzig der Kopfbahnsteig durch eine Querhalle in Eisenbeton überspannt. Die Zungenbahnsteige haben weitgespannte Hallendächer von normaler Bauart. Es ist also hier zwischen beide Bauteile ein vermittelndes Glied eingeschaltet, das vermöge seiner gewaltigen Abmessungen und der monumentalen Gestaltung wohl den bedeutendsten Eindruck der ganzen Anlage macht.

Schon frühzeitig hat man Eisenkonstruktionen zur Deckenbildung auch bei solchen Bauwerken benutzt, die nicht so ausgesprochenen praktischen Zwecken dienen wie Bahnhofshallen und bei denen somit auf die ästhetische Ausbildung in höherem Grade Wert gelegt wurde. Als ältere Beispiele solcher Deckenkonstruktionen seien folgende Bauwerke erwähnt.

Bei der Erbauung des neuen Museums in Berlin benutzte Stüler 1841 flache gußeiserne Bögen, die auf gußeisernen Säulen ruhten, zur Unterstützung der Deckengewölbe. Die gußeisernen Teile sind aber durch gestanztes Messingblech und Gußzink verkleidet. Eine ähnliche Konstruktionsart zeigt der große Saal der in den sechziger Jahren erbauten Berliner Börse. Auch hier ist das tragende Eisengerüst durch ziemlich durchbrochenes Zink- und Bronze-Ornament verdeckt.

Ungefähr gleichzeitig mit Stülers neuem Museum entstand in Paris die Bibliothek St. Geneviève (erbaut 1843 bis 1850 von Labrousse). Der große Lesesaal dieses Gebäudes ist eine zweischiffige Halle von etwa 82 m Länge und 20 m Breite. Die beiden tonnenförmigen Deckengewölbe werden durch gußeiserne durchbrochene, halbkreisförmige Bögen und schlanke gußeiserne Säulen getragen. Die zur Aufnahme des Gewölbeschubes erforderlichen Strebe Pfeiler befinden sich im Innern des Gewölbes und bilden tonnenförmige Nischen, die den halbkreisförmigen Fenstern entsprechen.¹⁾ Dieses Bauwerk bildet einen der ersten Versuche, Schmuckformen des Eisens ohne Verkleidung zur architektonischen Gestaltung von Innenräumen zu verwenden.

Eine noch bedeutsamere Raumwirkung als dieses Bauwerk zeigt eine andere Schöpfung desselben Baukünstlers, nämlich die Bibliothèque Nationale (früher Imperiale) zu Paris. Der große Lesesaal derselben ist im wesentlichen ein im Grundriß quadratischer Raum mit einer ungefähr halbkreisförmigen Nische. Der erstere, welcher für das Publikum bestimmt ist, wird durch schlanke gußeiserne Säulen in neun kleinere Quadrate zerlegt. Über den Säulen erheben sich halbkreisförmige gegliederte Gurtbögen aus Schmiedeeisen, die zur Unterstützung der über den neun Quadraten errichteten Kuppeln dienen. Diese Kuppeln werden durch ein Gerüst eiserner, sich kreuzender Parallelkreise und Meridiane gebildet, während die Felder zwischen diesen mit Gewölbemauerwerk ausgefüllt ist. Über der Mitte jeder Kuppel befindet sich ein flaches, kegelförmiges Oberlicht.

¹⁾ Allg. Bauzeitg. 1851, S. 66 und 1852, S. 139.

Einen weiteren Versuch, das Eisen zur Deckenbildung von monumentalen Gebäuden künstlerisch zu verwerten, zeigt die von Baltard erbaute Kirche St. Augustin in Paris. Auch hier sind die Gewölbe von durchbrochenen eisernen Gurtbögen getragen, die sich auf schlanke gußeiserne Säulen stützen.

In diesen Fällen wurde also das Eisen vorwiegend zur Deckenbildung, nicht zur Raumabschließung benutzt. Das baugeschichtlich Interessante dieser Beispiele besteht darin, daß man die Funktion des Eisens als Träger der Decke deutlich zeigte, zugleich aber auch bemüht war, ihm künstlerische Formen zu geben und diese mit der Steinarchitektur der umschließenden Wände in Einklang zu bringen. Diese älteren Versuche haben jedoch selten Nachahmung gefunden. Wenn wir von solchen Bauwerken absehen, die lediglich praktischen Zwecken dienen, wie Bahnhofe und Markthallen, dann wird das Eisen als Deckenkonstruktion zwar sehr oft verwendet, aber gewöhnlich durch irgendwelche andere Stoffe verkleidet und so den Blicken des Beschauers entzogen. Namentlich geschieht dies bei solchen Räumen, die ihrer Bestimmung nach ein festliches Gewand zu tragen und eine festliche Stimmung zu erzeugen berechtigt sind.

Ausnahmen hiervon machen jedoch hauptsächlich diejenigen Räume, die eine Beleuchtung von oben erhalten und deshalb teilweise oder ganz mit Glas gedeckt sind. Obgleich auch in solchen Fällen die Eisenteile vielfach durch andere Stoffe verkleidet sind, tritt der Charakter des Eisenbaues hier doch deutlicher zutage als bei andern Deckenbildungen, weil die tragenden Teile verhältnismäßig dünn sind und sich von den lichten Glasflächen scharf abheben. Solche von oben beleuchtete Räume finden sich namentlich in Schulen, Museen, Bibliotheken, Verwaltungsgebäuden, Banken und Börsen.

Beispielsweise sind größere Lichthöfe vorhanden in dem Universitätsgebäude zu Straßburg und in dem Gebäude der technischen Hochschule zu Charlottenburg. In beiden Fällen sollten diese Räume gleichsam einen Zentral- und Sammelpunkt für die Besucher des Gebäudes darstellen. Während die sonstigen Säle nach Geschossen gegliedert sind, nehmen die Lichthöfe die ganze Höhe des Gebäudes vom Erdgeschoß bis zum Dachraume ein. Die einzelnen Geschosse sind durch Galerien begrenzt, die durch Säulenstellungen getragen werden. Der ganze Raum ist durch ein großes, farbig verglastes Oberlicht bedeckt. Das hierdurch gedämpfte Licht erzeugt eine feierliche Stimmung.

Ein großer Oberlichtsaal befindet sich in dem Kgl. Museum der schönen Künste zu Brüssel. Das Obergeschoß öffnet sich auch hier in einer durch Säulen gestützten Galerie, die gleichfalls durch Oberlichter gedeckt ist, nach dem Hauptsale. Das Museum wurde von Balat erbaut und 1880 eingeweiht.

Eine größere Zahl derartiger Lichthöfe ist abgebildet im Handbuch der Architektur IV. Teil, 6. Halbband, 4. Heft (1906). Als Beispiele seien hier erwähnt der Oberlichtsaal im Museum für Naturgeschichte in Paris (ebendort Seite 427) der durch die eigenartige Eisenarchitektur der Galerien bemerkenswert ist, und im Kunstgewerbemuseum in Berlin (ebendort Seite 393). Bei dem letzteren zeigt die Glasdecke eine flache Wölbung.

Ein kleineres Beispiel für einen durch Oberlicht erhellen und monumental ausgestatteten Raum ist im Erweiterungsbau der Königlichen Hauptbank in Nürnberg vorhanden. Der Kassenhof dieses Gebäudes ist im Grundriß ein Rechteck von 13×15 m Seitenlänge. Die Architektur zeigt in einer ringsum laufenden Säulenstellung 18 Bogenfelder und zwar je 5 auf den beiden längeren, je 4 auf den beiden kürzeren Seiten. Die große Glasdecke hat die Form eines Spiegelgewölbes, dessen Form überhaupt zur Ausbildung von Oberlichtern in derartigen Fällen sehr oft benutzt wird. Der Entwurf des Gebäudes stammt von dem Königl. Bauamtmanne Förster.¹⁾

Deckenbildungen aus Eisen und Glas finden sich auch vielfach bei sogenannten Passagen, wie sie zu Geschäftszwecken und zugleich als bedeckte Verkehrswege zuweilen in großen Städten angelegt worden sind. Eines der älteren Beispiele solcher Durchgänge ist die 1846–47 nach Plänen von Cluysenaar in Brüssel erbaute Galerie St. Hubert. Sie ist 212 m lang, 8 m breit und 18 m hoch.

Bekannter ist die Galleria Vittorio Emanuele in Mailand, — die 1865–67 am dortigen Domplatz von Mengoni erbaut wurde. Diese Passage ist im Grundriß kreuzförmig angeordnet. Jeder der beiden rechtwinklig sich kreuzenden Gänge hat eine Breite von 14,5 m; die Länge beträgt 195 bzw. 105 m. Die im Schnittpunkt errichtete Glaskuppel hat einen Durchmesser von 39 m und eine lichte Höhe von 50 m.

Eine ähnliche etwas neuere Anlage zeigen die „Handelsreihen“ in Moskau (erbaut 1893). Das ganze Grundstück ist hier durch drei Längs- und drei Quergassen in 16 Blöcke geteilt. Die beiden mittleren Gassen sind etwa 10 m breit, die seitlichen etwas schmaler. Der Entwurf dieser Anlage ist von Pomeranzew in St. Petersburg aufgestellt.²⁾

Die Eisenkonstruktion besteht bei derartigen Anlagen gewöhnlich aus einer großen Zahl nahe beieinander liegender Bogenbinder, die durch Pfetten miteinander versteift sind. Da alle diese Teile meist sehr dünn ausgebildet sind, so wirkt das Ganze wie ein großes Spinnennetz. Es war aber wohl die Absicht der Erbauer, die Decke im Gegensatz zu den monumentalen Häuserfronten als ein möglichst leichtes und lichtdurchlässiges Gebilde erscheinen zu lassen.

Die bis jetzt erwähnten Beispiele aus dem Eisenhochbau zeigten hauptsächlich die Verwendung des Eisens zur Deckenbildung, während die stützenden und raumabschließenden Wände massiv ausgebildet waren. Nicht ganz so häufig sind die Fälle, in denen das Eisen als Konstruktionsmittel zur Wandbildung verwendet wurde. Es gab auch hier wieder zwei Möglichkeiten. Entweder wurde das Eisen durch Mauerwerk oder Beton vollständig umhüllt, oder es war die Wand ungefähr ebenso stark wie die Eisenteile, so daß diese in ihren Seitenflächen sichtbar blieben. Die letztere Bauart, das sogenannte Eisenfachwerk, wurde vorwiegend für Nutzbauten, namentlich auf Bahnhöfen, für kleinere Gebäude und Aufenthaltsräume verwendet. Als Beispiele hierfür seien erwähnt das Empfangsgebäude der Berliner Stadt- und Ringbahn auf dem Potsdamer Bahnhof

(erbaut anfangs der achtziger Jahre) und die Wartehalle auf dem Hauptbahnsteig des Personenbahnhofes in Cöln (erbaut 1893), ferner ein Wasserturm auf dem Hauptbahnhof in Straßburg (erbaut etwa 1881). Bei dem letzteren sind die unteren Geschosse in Hausteinen ausgeführt, während in dem oberen Geschos, das den Wasserbehälter aufnimmt, die umkleidende Wand aus Eisenfachwerk besteht.

Verhältnismäßig am häufigsten findet sich Eisenfachwerk bei solchen Bauten, deren Wände größtenteils in Fensterflächen aufgelöst sind und nur zum kleineren Teile durch Mauerwerk verkleidet wurden. Sehr oft sind die Längswände von Bahnhofshallen in dieser Bauart ausgebildet, wie z. B. die Halle des Schlesischen Bahnhofes in Berlin. Ein neueres Beispiel zeigt die Halle des Bahnhofes Dammtor in Hamburg (erbaut 1904 nach dem Entwurfe von Schwarz)¹⁾. (Abb. 200).

Als ein kleines, aber in seiner Art sehr gelungenes Beispiel für die Anwendung von Eisenfachwerk sei ein Stellwerksgebäude auf dem Bahnhofe Straßburg-Neudorf erwähnt. (Architekt: Regierungsbaumeister Stahl). (Abb. 208).

Abgesehen von Bahnhöfen ist der Eisenfachwerkbau verhältnismäßig selten für größere, dem öffentlichen Verkehr zugängliche Gebäude verwendet worden. Dies geschah z. B. bei der Markthalle in Hannover. Auch hier sind freilich die zwischen den Eisenteilen liegenden Flächen größtenteils durch Verglasung abgeschlossen. Nur der untere, unmittelbar über dem Hausteinsockel liegende Teil der Umfassungswände, sowie die Seitenflächen der Ecktürme sind in Ziegelmauerwerk ausgeführt. Immerhin trägt diese, wenn auch sparsame Verwendung des in Hannover beliebten Ziegelrohbaues nicht unwesentlich dazu bei, dem ganzen Gebäude ein im Vergleich mit anderen derartigen Hallen bestimmteres Gepräge zu verleihen.

Einen etwas gesuchten Eindruck macht dagegen das von Victor Horta in Brüssel erbaute sozialistische Vereinshaus („Maison du peuple“). Die Gesamtanlage erscheint verfehlt; dazu wirkt auch die Fassade sehr unruhig. Immerhin stellt dieses Gebäude einen interessanten Versuch dar, dem Eisenfachwerk auch bei derartigen, dem öffentlichen Verkehr dienenden Bauten zu seinem Rechte zu verhelfen.

Nicht selten ist das Eisen mit anderen Baustoffen derart vereinigt, daß einzelne größere Bauteile in Haustein ausgeführt sind, während im übrigen die Umfassungswände vorwiegend aus Eisen und Glas bestehen. Namentlich sind solche Teile monumental in Steinbau errichtet, die nach der Absicht der Architekten als besonders wichtig hervortreten sollten, wie Eck- oder Mittelteile größerer langgestreckter Anlagen. Auch der Sockel ist regelmäßig in Werkstein hergestellt, selbst wenn das ganze übrige Gebäude aus Eisen und Glas besteht. Diese Art der Vereinigung verschiedener Baustoffe läßt sich vergleichen mit einer in der Architektur sehr oft verwendeten Bauweise, bei der die Gliederungen anders ausgeführt werden, als die Wandflächen, etwa die Gliederungen in Haustein, die Wandflächen in Putzbau oder in Ziegelrohbau. Man darf wohl behaupten, daß in solchen Fällen diejenigen Teile durch ihre größere Masse oder durch das wertvollere Material vor den andern hervortreten, die ent-

¹⁾ Deutsche Bauztg. 1900, S. 281 und 289.

²⁾ Z. d. Bauverw. 1895, S. 396–397.

¹⁾ Z. d. Bauverw. 1904, S. 357, 405, 414.

weder konstruktiv die wichtigsten sind, oder auch für den Verkehr oder die sonstige Benutzung des Gebäudes die größere Rolle spielen.

Ähnlich verhält es sich nun mit jener oben angedeuteten Vereinigung von Haustein, Eisen und Glas. Diejenigen Teile, die in Haustein ausgeführt sind, zeigen offenbar mehr Masse, als die übrigen und erscheinen darum wichtiger und bedeutsamer; sie geben gleichsam den Rahmen für die übrigen Flächen ab. Die aus Eisen und Glas gebildeten Wände treten dagegen etwas zurück, wenn sie auch nicht ohne Wirkung sind.

Bei der Markthalle in Frankfurt a. M. (Abb. 192) sind die Eckbauten und der Sockel in Haustein ausgeführt; während die übrigen Wände ganz aus Eisenkonstruktion mit großen Glasflächen besteht. Bei dem oben erwähnten Empfangsgebäude des Bahnhofes Dammtor ist dagegen der mittlere Teil ein Hausteinbau, während die beiden Flügel die Eisenkonstruktion zeigen. Hier erschien es berechtigt, den Mittelbau besonders hervorzuheben, weil er die Schalterhalle enthält.

Denselben Grundgedanken zeigt auch die Haltestelle Bülowstraße der elektrischen Hochbahn in Berlin. (Abb. 133). Auch dieses Gebäude ist im wesentlichen als Längshalle in Eisenkonstruktion ausgebildet. Die beiden Eingänge werden jedoch besonders gekennzeichnet durch vorspringende Teile, die in Haustein ausgebildet sind, über die sonstige Halle etwas hinausragen und durch Quergiebel abgedeckt wurden. Die Längshalle wird außerdem noch gegliedert durch drei schmalere Pfeiler aus Haustein, auf denen im unteren Teile die Eisenkonstruktion gelagert ist, während im oberen Teile die Flucht etwas über die Glaswand vorspringt. Die Bekrönungen dieser Pfeiler ragen erheblich über die Traufe der Halle hinaus. (Architekt: Bruno Möhring.)

In ähnlicher Weise ist die Haltestelle Nollendorfplatz derselben Hochbahn ausgebildet. Dieser Platz bildet einen wichtigen Knotenpunkt mehrerer Straßen im Westen Berlins. Aus diesem Grunde ist wohl die Haltestelle mit einem Kuppelbau versehen, an den sich eine Längshalle angliedert. Die Kuppel ist aus Eisen konstruiert und wird durch Steinpfeiler getragen, die wie Brückenpfeiler rechtwinklig zur Bahnlinie liegen. Auch sind sie mit Vorköpfen versehen, die mit ihrem energisch vorspringenden Unterbau an Brückenpfeiler erinnern. Auf den Vorköpfen, an den vier Eckpunkten des Kuppelbaues, stehen vier schlanke, kühn in die Höhe strebende Eckpfeiler als Bekrönungen. Ähnliche Pfeiler sind auch an den Enden und in der Mitte der Längshalle errichtet. Auch diese bilden die Bekrönungen des steinernen Unterbaues, auf dem die Eisenkonstruktion gelagert ist. Der Grundgedanke der Konstruktion zeigt demnach wiederum die Vereinigung von Eisen und Stein (Architekten: Cremer und Wolfenstein).

Bemerkenswert ist auch die Haltestelle Hallesches Tor. Wegen der geringen Breite der Königgrätzer Straße war es hier notwendig, die Gleise und Bahnsteige möglichst weit über die Uferlinie des Landwehrkanals vorkragen zu lassen. Wohl aus diesem Grunde wurden hier auch die Stützen der Halle aus Eisen hergestellt. Im ganzen ist durch die architektonische Ausbildung ein monumentaler Eindruck

erzielt worden, namentlich ist auch hier zu beachten, daß die wichtigste Stelle des Gebäudes, der Eingang an dem der Belle-Alliance-Brücke zugekehrten Ende, durch eine Steinarchitektur gekennzeichnet wurde, während der übrige an Ausdehnung bei weitem überwiegender Teil aus Eisen und Glas besteht (Architekt: Bruno Möhring)¹⁾.

Sehr häufig, in neuerer Zeit fast regelmäßig, findet sich die Vereinigung von Eisen und Stein zur Wandbildung bei den Schalterhallen größerer Bahnhöfe. Gewöhnlich ist diese durch ein gewaltiges Bogenfenster gekennzeichnet, dessen Leibung ein Steinbogen bildet, während die Wandfläche durch Glas und Eisenkonstruktion geschlossen ist. Als älteres Beispiel sei erwähnt der Nordbahnhof in Paris; neuere Beispiele finden sich in Frankfurt a. M., Dresden, Hamburg (Dammtor), Metz, Wiesbaden, Kiel, Danzig.

Eine nicht unbedeutende Rolle spielt die Vereinigung von Eisen und Stein bei Ausstellungsbauten. In den meisten derartigen Fällen ist zwar die Eisenkonstruktion mit Gips, Stuck, Zement und anderen Materialien so verkleidet worden, daß sie wenigstens für die Außenansicht vollkommen verschwand. In andern Fällen ist das ganze Gebäude bis auf den Sockel aus Eisen und Glas konstruiert, wie z. B. der Londoner Kristallpalast. Zuweilen ist jedoch auch die massive Bauweise bei solchen Gebäuden teilweise zur Geltung gekommen.

Das Hauptgebäude der Ausstellung für Hygiene und Rettungswesen in Berlin wurde 1882–83 erbaut. Der Grundriß ist eine schachbrettartige Zusammenstellung von 25 gleich großen Quadraten von je 19 m Seitenlänge. Im Innern befinden sich vier offene Höfe. Die Gesamtanlage erscheint somit als eine Kreuzung von drei Längs- und drei Querhallen. Der Schwerpunkt der architektonischen Ausbildung ist auf das mittlere Längsschiff und zwar auf die vorderste Zelle gelegt, die als Hauptvestibül ausgebildet und mit einer Kuppel gekrönt ist. Die übrigen Zellen sind mit kleineren flachen Kuppeln überdeckt, die einen breiten Laternenaufsatz tragen. Der untere Teil der Umfassungswand ist in Haustein ausgeführt, etwa bis zur halben Höhe der lotrechten Wände der niedrigen Zellen. Die Portale sind dagegen ganz in Haustein gehalten, und zwar ist das mittlere Portal in der Hauptachse des Gebäudes erheblich höher und breiter als die beiden seitlichen. Die oberen Teile sind ganz aus Eisen und Glas hergestellt. Der erste Entwurf dieser Anlage stammt von Pröll und Scharowsky, er wurde in architektonischer Beziehung von Kyllmann und Heyden weiter bearbeitet. Das Gebäude wurde in den Jahren 1886 und 1891 umgebaut und dient seither ständig für die jährlichen großen Kunstausstellungen in Berlin.²⁾

Ein erheblich größeres Beispiel ist das Palais du Cinquantenaire in Brüssel. (Abb. 197.) Es wurde zur fünfzigjährigen Jubelfeier des Bestehens der Belgischen

¹⁾ Über die Haltestellen der Berliner Hochbahn vergl. Z. d. Bauverw. 1899, S. 489; 1902, S. 54, 78, 127, 238. — Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1902, S. 265 u. f. — Deutsche Bauzeitg. 1901, S. 595.

²⁾ Deutsche Bauztg. 1883, S. 80; Z. d. Bauverw. 1883, S. 57, 121, 346.

Konstitution (1880) errichtet und für die Weltausstellung 1897 erweitert.

Die Vereinigung von Eisen und Stein findet sich auch zuweilen bei Gebäuden, wie sie in Badeorten zu Vergnügungs- und Erholungszwecken errichtet wurden, namentlich in Wandelhallen, Kursälen usw.

Ein bemerkenswertes Beispiel dieser Art ist die bei dem Kochbrunnen in Wiesbaden errichtete Anlage. (Abb. 191.) Sie besteht aus mehreren Räumlichkeiten von wechselnder Größe, die zu verschiedenen Zwecken dienen und mehr oder weniger lose aneinander gereiht sind. Die Anlage wurde im Jahre 1888 durch Architekt Bogler in Renaissance-Formen ausgeführt.

Zu einem ähnlichen Zwecke dient die „Marienbader Kolonnade“, die in den Jahren 1896–97 von den Architekten Miksch und Niedzielski errichtet wurde. (Abb. 198.) Sie war ursprünglich als größere Anlage geplant, doch wurde nur der eine Flügel ausgeführt. Dieser besteht aus einer Längshalle, an deren Enden kleinere Kuppeln errichtet sind. Der mittlere Teil, sowie die abschließenden Pavillons sind in Steinarchitektur ausgeführt. Im übrigen bestehen die Hallengänge aus Eisenkonstruktion; die Wände sind im oberen Teile mit Glas abgeschlossen. Das ganze Bauwerk ist reich dekoriert und im Barockstil gehalten. Das Eisen wurde mit Rücksicht auf die Umgebung ziemlich licht elfenbeinartig behandelt, während der Holzplafond der Decke in warmen Tönen gebeizt wurde. Das Bestreben, die Stilformen von Stein und Eisen in Einklang zu bringen, ist bei diesem Bauwerk besonders gelungen.¹⁾

Die Vereinigung von Stein und Eisen findet sich auch bei Gewächshäusern, und zwar namentlich bei solchen, die ihrer Anlage nach zugleich zu Vergnügungszwecken dienen, beispielsweise bei dem oben (Seite 32) erwähnten Wintergarten in Southport.

Ein bemerkenswertes Beispiel aus Deutschland ist das Gewächshaus der „Flora“ in Köln. Die ganze Anlage gehört zu den ältesten ihrer Art. Das Gewächshaus ist vorwiegend in Ziegelrohbau ausgeführt und durch ein großes Bogendach aus Eisen und Glas mit halbkreisförmigem Querschnitt abgedeckt, das in der Mitte durch ein Querschiff unterbrochen wird. Die Stirnflächen des Bogendaches zeigen eine Eisenarchitektur, die mit dem übrigen Charakter des Bauwerkes gut harmonisiert.

Als ein neueres Beispiel sei noch das große Palmenhaus im Leipziger Palmengarten erwähnt (Abb. 199). Es wurde von der Firma Franz Mosenthin in Leipzig-Eutritzsch entworfen und im Jahre 1899 ausgeführt. Die niedrigen Umfassungswände der Längshalle bestehen aus massivem Mauerwerk. Auf der Stirnseite befindet sich ein mächtiger Steinbogen, der der Wölbung der Dachfläche folgt und für diese gewissermaßen einen Rahmen bildet. — Auch hier ist der architektonisch wichtigste Teil, der Zentralraum, vorwiegend massiv ausgeführt, während bei der Längshalle die Eisenkonstruktion vorherrscht.

Eisenkonstruktionen spielen ferner eine wichtige Rolle in Form von Kuppeln als bekronende Glieder von großen monumentalen Gebäuden.

¹⁾ Allg. Bauztg. 1897, S. 13.

Mit derartigen Bauwerken sind aber die Verwendungsarten des Eisens in Verbindung mit anderen Baustoffen noch keineswegs erschöpft. Sehr häufig findet man einzelne eiserne Teile und auch ganze Eisenkonstruktionen an den heutigen Geschäfts- und Warenhäusern. Der Zweck solcher Anordnungen ist leicht einzusehen. Für die Schauläden braucht man große und weite, ungeteilte Fenster im Erdgeschoß, die nur durch ganz schmale Pfeiler unterbrochen werden sollten, um den zur Verfügung stehenden Raum möglichst auszunutzen. Es erscheint deshalb sowohl für die stützenden Pfeiler, als auch für die Bedeckung der weiten Fensteröffnungen die Verwendung von Eisenteilen sehr zweckmäßig. Bei älteren Geschäftshäusern verfuhr man gewöhnlich so, daß die Pfeiler als gußeiserne Stützen hergestellt und dem sonstigen Stil des Gebäudes entsprechend mit Schmuckformen versehen wurden, während die wahren Balken meistens aus Schmiedeeisen hergestellt und gewöhnlich durch Mauerwerk oder andere Materialien verkleidet sind. In neuerer Zeit wird für die Konstruktionsteile einschließlich der Stützen regelmäßig Walzeisen (Flußeisen) verwendet, und man zieht es jetzt vor, diese Teile mit Mauerwerk oder Beton zu verkleiden.

Überhaupt hat in den letzten Jahren der Eisenbetonbau auf verschiedenen Gebieten des Hochbaues immer mehr an Verbreitung gewonnen. Hierbei tritt vom Eisen nichts mehr in die Erscheinung, weil alle Eisenteile von dem Beton umhüllt sind. Mittelbar hat aber das Eisen auch hier einen nicht unerheblichen Einfluß auf die künstlerische Wirkung insofern, als sämtliche Konstruktionsteile erheblich schlanker gehalten werden können als bei der Ausbildung in Mauerwerk.

Aus den angeführten Beispielen geht auch hervor, welche bedeutende Rolle die Vereinigung des Eisens mit Glas im heutigen Bauwesen spielt. Bei den Gewächshäusern sind ja die gesamten Wand- und Dachflächen aus Glas gebildet. Aber auch bei vielen anderen Bauwerken schwinden im Laufe der Entwicklung die Mauermassen und die nur durch dünne Eisenstäbe gegliederten Glasflächen erreichen eine früher nicht gekannte Ausdehnung. Wenn auch eine große Lichtfülle in die so geschaffenen Räumlichkeiten strömt, ist doch mit dieser zugleich oft eine gewisse Nüchternheit wenigstens in der Wirkung der Innenräume verbunden. Aus diesem Grunde ist die Verwendung farbigen Glases ein häufig vorkommendes Mittel, um die Gesamtstimmung des betreffenden Raumes nach irgend welcher Richtung zu beeinflussen. Namentlich geschieht dieses bei Oberlichtern.

Zur Ausfüllung der Flächen, die durch den Rahmen der Eisenkonstruktion gebildet wurden, sind zuweilen außer den bis jetzt genannten Baustoffen gebrannte Tonplatten (Terracotta) verwendet worden. Schon bei der Bibliothèque Nationale zu Paris wurden die Eisengerüste der Kuppeln über dem Lesesaal mit blau glasierten Fliesen ausgefüllt. In noch größerem Umfange wurde diese Art der Flächenbildung bei dem Hauptgebäude der Weltausstellung zu Paris 1878 verwendet. Hier erhielten namentlich die Eck- und Mittelpavillons einen farbenprächtigen Wandschmuck aus Terracotta-Platten.

D. Schmuckformen des Eisens (und der mit ihm in Verbindung stehenden Baustoffe).

Während die bis jetzt behandelten Konstruktionsformen des Eisens erst im neunzehnten, frühestens gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts entstanden sind, hat es bereits in viel früheren Zeiten eine künstlerische Behandlung einzelner Schmuckformen des Eisens gegeben.

Die Technik des Schmiedens ist bekanntlich schon mehrere tausend Jahre alt. Lange Zeiten hindurch wurde aber das Schmiedeeisen nur für Waffen und Geräte verwendet. Bei den Griechen und Römern war dasjenige Metall, das im Bauwesen fast allein benutzt wurde, die Bronze. Die erste nennenswerte Ausbildung des Schmiedeeisens zu künstlerischen Zwecken im Bauwesen fällt in das Mittelalter, und zwar in die romanische Zeit. Es waren vor allem die Beschläge von Kirchentüren, die eine künstlerische Gestaltung im Stile der damaligen Periode erhielten. In der Gotik und Renaissance erweiterte sich das Anwendungsgebiet des Eisens; es wurden neben den Türbeschlägen noch ähnliche Gegenstände, wie Schlösser, Türklopfer, Beleuchtungseinrichtungen, Firmenschilder und später auch Gittertore aus Schmiedeeisen in künstlerischen Formen ausgeführt. In der Barock- und Rokokozeit waren namentlich die zahlreichen, zum Teil sehr prunkvollen Schloß- und Parktore bedeutende Erzeugnisse einer hoch entwickelten Schmiedekunst. Jedes dieser Zeitalter hat es verstanden, eine eigene Formsprache des Eisens zu erzeugen, die mit den Steinformen der betreffenden Periode mehr oder weniger im Einklang war.

Zu Ende des achtzehnten und zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts geriet das gesamte Kunstgewerbe, vor allem die einst so blühende Schmiedekunst in Verfall. Dieser Niedergang war wohl zum Teil in den politischen Kämpfen jener Zeit begründet, hatte aber in ihnen wohl nicht seine einzige, und vielleicht nicht einmal seine wichtigste Ursache. Zunächst ist zu bedenken, daß jene Zeit in anderen Künsten, vor allem in der Dichtkunst und Musik das Größte geleistet hat. Sodann ist es sehr merkwürdig, daß eben jener Niedergang des Kunstgewerbes zeitlich fast genau mit den ersten Anfängen einer neuen Technik des Eisens zusammen fiel. Wir dürfen diese Tatsache dahin deuten, daß jene Zeit ihre besten Kräfte zur Entwicklung der neuen Eisentechnik verwendete, und daß vor allem aus diesem Grunde die alte Kunst wenig Beachtung und Förderung erhielt, ja sogar eine Zeitlang gänzlich in Verfall geriet.

Ein besonderer und sehr wichtiger Zweig der neueren Technik war die Gießerei. Wie bereits oben geschildert wurde, bestanden die ersten eisernen Brücken, namentlich aber die Bogenbrücken, größtenteils aus Gußeisen. Und so wurde damals auch in den Schmuckformen das Schmiedeeisen vom Gußeisen verdrängt. Die meisten Schmuckformen von Eisenkonstruktionen aus der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts bestanden aus Gußeisen. In künstlerischer Beziehung standen jene Formen lange Zeit unter dem Einflusse des Klassizismus, der ja in Deutschland namentlich durch Schinkel vertreten war. Als Beispiele von Bauwerken, die solche Kunstformen zeigen, seien die folgenden erwähnt.

Die eiserne Laufbrücke über den Stadtkanal in Potsdam wurde zur Verbindung der Kaiserstraße mit dem Wilhelmsplatz 1842 nach einem Entwurfe von Persius erbaut. Die

Hauptträger sind linsenförmige Balkenträger. Bemerkenswert sind die reich gehaltenen gußeisernen Geländer und die an beiden Enden aufgestellten Kandelaber.¹⁾

Stüler verwandte bei dem Bau des neuen Museums in Berlin gußeiserne Säulen und Bogenbinder als Traggerüst der gewölbten Decken, wobei freilich die Gußeisenglieder durch Messingblech und Gußzink verkleidet wurden. Die äußeren Formen stehen auch hier unter dem Einflusse der klassischen Kunst. In ähnlicher Weise, aber in größeren Verhältnissen sind die Säulen des großen Börsensaales in Berlin ausgebildet.²⁾

Der Einfluß des Klassizismus hat bei den Berliner Bauwerken noch lange nachgewirkt, er ist beispielsweise noch an den meisten aus Gußeisen hergestellten Säulen der Berliner Stadtbahn zu erkennen.³⁾ Auch viele gußeiserne Säulen von Bahnhofshallen zeigen derartige Stilformen, namentlich von solchen Hallen, wie sie in der Zusammenstellung 15, S. 23 aufgeführt sind.

Auch in Frankreich zeigte sich derselbe Einfluß historischer Stilformen, doch war man hier von vornherein bestrebt, in der Behandlung des Eisens eine freiere Auffassung geltend zu machen. Dies läßt sich beispielsweise schon aus den oben erwähnten Schöpfungen von Labrouste, der Bibliothèque Geneviève und Nationale erkennen. Bei der ersteren sind die Steinformen noch ziemlich streng gehalten; die Eisenformen, namentlich die gußeisernen durchbrochenen Bögen, zeigen dagegen ein freieres Spiel der Phantasie unter Anklängen an orientalische Bauten. Auch bei der Kirche St. Augustin in Paris sind die durchbrochenen gußeisernen Bögen ziemlich frei behandelt.

Schon frühzeitig kamen aber auch vereinzelte Fälle vor, in denen man den Einfluß der historischen Formen gänzlich oder nahezu ganz vermeiden wollte.

Als Beispiel hierfür sei zunächst die Halle des Paddington-Bahnhofes in London erwähnt.⁴⁾ Besonders bemerkenswert ist ferner der große Saal im naturhistorischen Museum in Paris. Die gußeisernen Säulen, Bögen, Kragträger und Gesimse zeigen durchaus das Bestreben, neue Formen zu erfinden. Im einzelnen betrachtet, sehen diese etwas fremdartig aus, aber im großen und ganzen ist der Eindruck doch sehr wirkungsvoll.⁵⁾

Eine noch eigenartigere Eisenarchitektur war an dem Hauptgebäude der Pariser Weltausstellung 1878 vorhanden. Die Hauptkonstruktionsteile waren aus Schmiedeeisen, die Schmuckformen dagegen aus Gußeisen hergestellt. Die Gesamtordnung ist bereits oben Seite 33 beschrieben. Die Vorderseite der Eisenpfeiler war durch breite lotrechte Randbleche eingerahmt; die dazwischen liegenden Flächen waren mit emaillierten Tontafeln in buntem Ornament bekleidet. Die Träger der Dachrinne waren ebenso wie die Hauptpfeiler aus Schmiedeeisen hergestellt. Dagegen bestanden die Bekrönung des Hauptgesimses und der über dieses

¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1852, S. 397. Mehrrens, Vorl. über Ing. Wiss. Eisenbrücken, Bd. I, S. 557.

²⁾ Meyer, Eisenbauten S. 112—113.

³⁾ Näheres über diese Säulen vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1884, S. 357.

⁴⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1859, S. 307.

⁵⁾ Handbuch der Arch. IV. Teil, 6. Halbb., 4. Heft, S. 427 und III. Teil, 2. Bd., 2. Heft 1891, S. 318.

hinausragenden Pfeiler, sowie auch die das Hauptgesims scheinbar stützenden Konsolen aus Gußeisen. Der Gesamteindruck war auch hier fremdartig, da die Einzelformen von allen hergebrachten Stilarten durchaus abwichen. Dies gilt nicht nur von der hier beschriebenen Ausbildung der Längshallen, sondern namentlich auch von den mit Kuppeln gekrönten Eck- und Mittelbauten.¹⁾

Abgesehen von solchen Ausnahmen war aber doch im ganzen bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in den Einzelformen die historische Stilauffassung vorwiegend. Diese zeigt sich auch häufig bei den eisernen Brückenportalen. Gewöhnlich wurden zwar die Portale in Haustein errichtet, doch finden sich auch nicht selten eiserne Portale, und zwar besonders bei Hängebrücken und solchen Trägerarten, die in ihren Umrißlinien den Hängebrücken ähnlich sind.

Eines der bekanntesten Beispiele für die historische Stilrichtung bieten die Portale der 1861 vollendeten Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Kehl (vergl. oben Seite 5 und Abb. 12). Sie sind aus Gußeisen in gotischem Stil unter getreuer Nachahmung der Steinformen ausgeführt. Jedes Portal ist seitlich durch zwei zierliche gotische Türmchen gekrönt. Ähnliche, aber niedrigere Türmchen erheben sich über den Mittelpfeilern.

Gleichfalls in gotischem Stil sind die eisernen Türme über den Mittelpfeilern des Kettensteges in Frankfurt a. M. errichtet. Bei diesen beiden Brücken war wohl die Erinnerung an bedeutende Bauwerke der Vergangenheit für die Verwendung gotischer Stilformen maßgebend; bei der Kehler Rheinbrücke die Anknüpfung an das in der Nähe befindliche Straßburger Münster, bei dem Frankfurter Kettensteg die Beziehung zu dem malerischen Städtebild am Mainufer mit seinen alten Bauten.

In freierer Behandlung finden sich Anklänge an mittelalterliche Formen bei den Portalen der 1894–95 erbauten großen Weserbrücke in Bremen (Abb. 27). Die etwas trutzigen Dächer dieser Portale haben eine gewisse Ähnlichkeit mit alten Stadttoren. Auch diese Anknüpfung war wohl durch die Umgebung der Brücke mit ihren zahlreichen historischen Baudenkmalern veranlaßt.

Bei der 1890 erbauten Friedrichbrücke in Mannheim sind die Pfeilerportale unter ziemlich getreuer Nachbildung der Renaissance-Steinformen ausgeführt (Abb. 27). Je zwei zusammengehörige Pfeiler sind durch einen großen Torbogen miteinander verbunden, der durch ein Gesims oben abgegrenzt ist. Obelisk bilden die Bekrönung der Pfeiler.

Die Portale der 1896 erbauten Straßenbrücke über den Rhein bei Kehl zeigen gleichfalls Renaissance-Formen, die den Steinbauten in etwas modernerer Auffassung nachgebildet sind.

Bemerkenswert ist ferner die Brücke der Berliner elektrischen Hochbahn über den Landwehrkanal und die Anhalter Bahn (Abb. 31). Der Überbau ist mit Trapezträgern von 71,5 m Stützweite ausgeführt. An den einzelnen Knotenpunkten des Obergurtes sind farbig emaillierte Eisenplatten angebracht. Der Schwerpunkt des Schmuckes ist auf die Endportale gelegt, die ähnlich der großen Weserbrücke in Bremen

Anklänge an mittelalterliche Stadttore, aber in freierer Behandlung zeigen. Seitlich sind sie durch Türmchen gekrönt. Das östliche Portal ist durch die Wappen der Städte Berlin, Schöneberg, Charlottenburg geschmückt.¹⁾

Eine wesentliche andere Art der Ausbildung hat der 1889–90 erbaute Schlütersteg in Berlin erfahren (Abb. 100). Hier ist jedes Portal durch zwei massige Steinobelisken gebildet, die in ihrem oberen Teil durch eine zierliche Schmiedearbeit in Barockformen verbunden sind. Die Hauptträger sind sogenannte Linsen- oder Fischbauchträger.

Bei dem oben Seite 9 erwähnten Kaisersteg in Oberschönweide sind an den Portalen über den Mittelpfeilern gleichfalls leichte Schmiedearbeiten (in gotischen Zierformen) angebracht (Abb. 24).

Die bisher erwähnten eisernen Portale zeigen sämtlich mehr oder weniger deutliche Anklänge an irgend welche historische Stilformen der Steinarchitektur oder der alten Schmiedekunst. In einigen Fällen wurde jedoch der Versuch gemacht, die Portale ganz frei von solchen geschichtlichen Erinnerungen auszubilden und ihre Erscheinung so gut als möglich mit der Konstruktionsart der Hauptträger in Einklang zu bringen. Dieses Bestreben läßt sich namentlich an den beiden neueren Budapester Brücken erkennen, nämlich bei der Franz-Joseph-Brücke und des Elisabethbrücke. Die erstere wurde 1896, die zweite 1903 vollendet (vergl. oben Seite 7 und 20, Abb. 28 und 108). Beide Portale zeigen einen gewissen Materialstil, der die Eigenart des Eisens besonders eindringlich hervorheben soll. Bei der Franz-Joseph-Brücke ist auch die Bedeutung der Portale als Bekrönungen der Mittelpfeiler und als wichtigste Punkte des ganzen Bauwerkes gut ausgedrückt.

Ähnlich wie bei den oben erwähnten Portalen war auch bei der Ausbildung der Geländer von Straßenbrücken die historische Stilauffassung vorwiegend. In den meisten Fällen wurden diese Geländer aus Gußeisen ausgeführt. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fing aber auch die in Vergessenheit geratene Schmiedekunst wieder an, aufzublühen, und so finden wir etwa von den siebziger Jahren ab zuweilen auch schmiedeeiserne Geländer. Als Beispiele hierfür seien erwähnt die Marschall-Brücke und die Lützow-Brücke in Berlin, die anfangs der achtziger Jahre erbaut wurden. Die Geländer zeigen Renaissance-Formen, die damals überhaupt im Kunstgewerbe wie in der Architektur sehr beliebt waren.

Verhältnismäßig selten wurden im Hochbau Schmiedearbeiten zur Ausbildung von Schmuckformen bei größeren Eisenkonstruktionen verwendet. Als eigenartiges Beispiel hierfür sei die 1869–72 von Schadde erbaute Halle der Börse in Antwerpen erwähnt. Die Decke ist im allgemeinen nach drei Seiten eines Sechsecks gebildet und wird durch einen schmiedeeisernen Dachstuhl getragen. Dieser erinnert in seiner Konstruktion an die reichgeschmückten Holzdächer mit ihren kühnen Hänge- und Sprengwerken, wie sie viele englische Kirchen seit dem 15. Jahrhundert zeigen. Das reiche Laub und Blütenwerk, das sich über die Binderzwickel und Längsverbindungen hinwegrankt, ist in kunstvoller Weise als Handschmiedearbeit hergestellt.²⁾ Ebenso wie dieses

¹⁾ Deutsche Bauztg. 1001, S. 589; Z. d. Bauverw. 1912, S. 240.

²⁾ Handbuch der Arch. IV. Teil, 6. Halbb., 4. Heft 1906, S. 589 und 590; sowie III. Teil, 2. Bd., 2. Heft 1891, S. 296 und 297.

²⁾ Z. d. Bauverw. 1888, S. 153–156 und Zeitschr. f. Bauw. 1898, S. 161.

Bauwerk zeigt auch die gleichfalls von Schadde entworfene Bahnhofshalle in Brügge in ihren schmiedeeisernen Kunstformen Anklänge an den spätgotischen Stil.¹⁾

Stilgeschichtlich sind ferner besonders bemerkenswert die Gesimse größerer Eisenbauten. Hier sind hauptsächlich zwei Richtungen zu unterscheiden: entweder werden einzelne Konstruktionsglieder, wie z. B. die vorkragende Dachrinne, als Abschluß verwendet, dabei aber nur an

einigen, besonders hervorstechenden Stellen mit Ziergliedern versehen, oder aber es werden die Hausteine-Formen auf das Eisen übertragen. Die erstere Art der Ausbildung findet sich hauptsächlich bei Gesimsen aus Schmiedeeisen (neuerdings Flußeisen), die zweite bei Gesimsen aus Gußeisen. Zahlreiche Beispiele für beide Arten finden sich im Handbuch der Architektur III. Teil, 2. Band, 2. Heft, Kapitel 21, S. 285—343.

II.

Kritische Würdigung.

A. Kritik der Konstruktionsformen.

Es ist uns die Aufgabe gestellt, die in verschiedenen Kulturländern ausgeführten Eisenkonstruktionen, soweit sie in ästhetischer Hinsicht von Bedeutung sind, einer kritischen Würdigung zu unterziehen, d. h. wir sollen sie ihrem künstlerischen Werte nach beurteilen, gleichsam sie wägen, einen Maßstab an sie anlegen. Das ist zunächst möglich auf dem Wege des Vergleichs. Womit sollen wir aber unsere Eisenkonstruktionen vergleichen? Offenbar weichen sie von den aus Holz und Stein errichteten Bauwerken oder Bauteilen so wesentlich ab, daß es sehr schwer, ja fast unmöglich ist, für die ästhetische Bewertung dieser verschiedenen Bauarten gemeinsame Vergleichspunkte zu gewinnen. Es ist daher der beste Weg, wenn wir die verschiedenen Arten von Eisenkonstruktionen unter sich vergleichen. Die übrigen Bauweisen wollen wir nur so weit in Betracht ziehen, als sie irgendwie mit dem Eisen in räumlichen und konstruktiven Zusammenhang gebracht worden sind, und auch nur insoweit, als es sich um die ästhetischen Beziehungen zwischen den Eisenkonstruktionen und den aus anderen Stoffen bestehenden Bauteilen oder Bauwerken handelt.

1. Brückenbau.

a) Allgemeines.

Im Brückenbau haben wir die drei großen Gruppen: Hängebrücken, Bogenbrücken, Balkenbrücken unterschieden. Die beiden erstgenannten Arten von Brücken sind offenbar den Balkenbrücken weit überlegen. Man vergleiche beispielsweise die Rheinbrücken bei Coblenz, Mainz, Bonn, Düsseldorf, Worms mit den etwas älteren Balkenbrücken: Rheinbrücken bei Mannheim und Düsseldorf, Elbbrücken bei Barby und Lauenburg, dann fällt sogleich die große Überlegenheit der Bogenbrücken ins Auge. Es fragt sich nun, aus welchem Grunde wir den Bogenbrücken den Vorzug geben. Ich erblicke diesen Grund darin, daß bei den Bogen- und Hängebrücken ein einziger, sehr einfacher Grundgedanke das ganze Bauwerk gewissermaßen beherrscht, nämlich die mehr oder weniger gekrümmte Linie. Haben wir eine einzige Bogen- oder Hängegurtung, dann ist das Vorherrschen der krummen Linie ohne weiteres klar, denn wir haben außer ihr nur die im wesentlichen gerade Fahrbahn, im übrigen

aber ein System von lotrechten Stäben, das zur Übertragung der Lasten auf die gekrümmte Gurtung dient. Haben wir aber zwei als verschiedene Linien hervortretende Gurtungen, dann ist die krumme Linie erst recht stark betont, indem die beiden Gurtungen in sehr naher räumlicher Beziehung zueinander stehen. In sehr vielen derartigen Fällen läßt sich auch behaupten, daß das bereits in der Einleitung erwähnte Gesetz der Harmonie vielleicht unbewußt angewendet sei, insofern als nämlich eine und dieselbe Art von krummen Linien unter verschiedenen Bedingungen mit wechselndem Abstand der Gurtungen angewendet worden ist. Wir haben also hier eine „Einheit des Mannigfaltigen“. Wie dem auch sei, jedenfalls ist bei den Bogen- und Hängebrücken die krumme Linie der das ganze Bauwerk beherrschende Gedanke, der ihm seinen Charakter verleiht.

Ganz anders liegt die Sache bei den Balkenbrücken. Zwar sind auch bei diesen gekrümmte Gurtungen oft angewandt, aber diese Krümmungen sind nicht derart tonangebend, wie bei den Bogen- und Hängebrücken. Zumeist haben die Gurtungen bei den Balkenbrücken einen großen Abstand voneinander und die so gebildete breite Fläche ist durch ein System von Stäben ausgefüllt, das dem Auge in den meisten Fällen wenig Erfreuliches oder Interessantes bietet. Dieses System, die „Wandgliederung“ überwiegt für die ästhetische Betrachtung so stark, daß ihm gegenüber die gekrümmte Gurtung nicht genügend zur Geltung kommt.

Die Bogen- und Hängebrücken wirken also in ästhetischer Hinsicht deshalb günstiger als die Balkenbrücken, weil bei den ersteren ein sehr einfacher Grundgedanke vorherrscht, der es dem Beschauer ermöglicht, sich leicht in das ganze Bauwerk hineinzudenken, oder besser gesagt — sich hineinzufühlen, sich hineinzuleben. Bei den Balkenbrücken ist ein solches Sichhineinfühlen sehr viel schwieriger.

b) Balkenbrücken.

Trotzdem bietet auch die Entwicklung der Balkenbrücken in ästhetischer Hinsicht manches Beachtenswerte.

Vollwandige Balkenträger von sehr großen Abmessungen wirken zwar ruhiger als gegliederte Träger, aber zugleich auch etwas eintönig, weil den langen und breiten Flächen die Abwechslung fehlt. Die in großen Abständen angebrachten lotrechten Versteifungswinkel treten viel zu wenig in die Erscheinung, als daß sie eine bemerkenswerte Gliederung der Ansichtsflächen hervorbringen könnten.

¹⁾ Z. d. Bauverw. 1887, S. 282 und Handb. d. Arch. III, 2, 1891, S. 307.