



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

D. Hochbau

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

D. Hochbau¹⁾.

I. Langbauten.

a) Erste Anfänge, einfache Hallen mit Balken- und Bogenbindern²⁾.

Bei der starken Bevorzugung, welche das Gußeisen zu Beginn des Eisenbaues vor dem Schmiedeeisen allgemein erfuhr, ist es nicht zu verwundern, daß diese Wertschätzung sich auch im Hochbau lange Zeit bemerkbar machte. In ausgedehntem Maße wurde das Gußeisen zuerst 1801 von Bulton und Watt zu den 4 m freitragenden  förmigen Deckenträgern einer Spinnerei zu Salford in England verwandt. Auch stellte man gußeiserne Träger mit keilförmigem  Querschnitt³⁾ zur Aufnahme von gemauerten Flachkappen her. Sogar ein großes Fabrikgebäude in Soho hat Watt ganz in Eisen gebaut einschließlich Fußboden, Treppe und Dach.

Im Jahre 1804 wurden Baumwollspinnereien in Manchester mit gußeisernen Dachbindern überdeckt, die außen sattelförmig, innen bogenförmig gestaltet waren und in den Zwickeln Kreisfüllungen zeigten, versehen. Diese Dächer waren aber noch verhältnismäßig schwer und kostspielig, und gaben daher Veranlassung zu den verbesserten Konstruktionen von Fairbairn und Lillie, bei denen sich bereits schmiedeeiserne Zugstangen fanden.

Im Jahre 1838 bekam die Kathedrale von Chartres ein vollständiges gußeisernes Dachwerk⁴⁾ und ähnliche Ausführungen entstanden um diese Zeit noch mehrfach. Bei allen diesen Arbeiten wurde jedoch das Eisen lediglich konstruktiv angewandt, ohne daß man selbständige schönheitliche Zwecke damit verbunden hätte; es diente also nur als Ersatz für hölzernes Dachwerk, das man bisher ausschließlich zu verwenden gewohnt war.

Dagegen erhielt bereits im Jahre 1820 die 19 m breite Schwimmhalle des Dianabads⁵⁾ in Wien als erste eiserne Längshalle Österreichs sichtbar liegende gußeiserne Bogenbindern, welche schon in der für die späteren großen Hallen bezeichnenden Eigenart bis zur Fußbodenhöhe heruntergeführt waren und damit die Wand gegenüber der Überdeckung architektonisch zurücktreten ließen. Ferner ließ Labrouste an seiner 1843–50 erbauten Bibliothek Ste. Geneviève zu Paris das tragende Gußeisenwerk, auf welchem Dach und Decke des Lesesaals ruhen, vollständig sichtbar und bildete nicht nur die Stützen künstlerisch durch, sondern schmückte auch die hohen Stege der offengezeigten Deckenbögen mit Durchbrechungen in Gestalt von Rankenornamenten⁶⁾.

Vollständig aus Kunstguß wurde noch 1867 für den Vizekönig Ismael Pascha eine offene Halle auf der Nil-Insel Gezireh bei Kairo ausgeführt.

¹⁾ The Builder 1880, Bd. 1, S. 374, 501.

²⁾ Tabellen über ausgeführte Hallen s. Handb. d. Arch., 4. Teil, 2. Halbbd., Heft 4, S. 332 und 4. Teil, 6. Halbbd., Heft 4 (1906), S. 565. Foerster, Die Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 475. Deutscher Baukal., Teil I. Daub, Die Vergangenheit des Hochbaues, S. 196.

³⁾ Allgem. Bauzeitg. 1841, S. 131.

⁴⁾ Allgem. Bauzeitg. 1849, S. 108, Atlas Bl. 253.

⁵⁾ Allg. Bauzeitg. 1843, S. 115. Atlas Bl. DX.

⁶⁾ Allgem. Bauzeitg. 1852, S. 139, Atlas Bl. 469; 1851, S. 66, Atlas Bl. 386. Gartenpavillon aus Gußeisen ebenda 1852, S. 222, Atlas Bl. 488.

Im Laufe der Zeit konnte man sich jedoch nicht der Wahrnehmung verschließen, wie verschieden sich das Gußeisen gegenüber Zug und Druck verhielt, wie wenig homogen und elastisch es war und wie leicht es daher bei starken Verkehrs- und Belastungsstößen zerbrach. Auch erforderte es verhältnismäßig starke Abmessungen, ergab also beträchtliche Gewichte. Man sah sich daher mehr auf das Schweißeisen hingewiesen, welches in geringem Umfang schon seit längerer Zeit, zunächst in gemischter Bauweise, mit Holz für die Druckstäbe und Eisen für die Zugstäbe, und schließlich als reines Eisengefüge in die Dachkonstruktion eingeführt worden war. So hatten schon zu Ende des 18. Jahrhunderts französische Ingenieure schmiedeeiserne Decken und Dachstühle ausgeführt, z. B. 1780 über dem Grand Salon du Louvre, dann in Boulogne (6,5 m Weite), sowie über dem Théâtre français¹⁾ und über der Börse²⁾ zu Paris. Dabei lag konstruktiv der Gedanke des Holzbaues, vor allem der des Sprengwerks zu Grunde.

Aus der gleichen Anschauung heraus ließ noch 1835 Hesse das schmiedeeiserne Dach der Schickler'schen Zuckersiederei (18,83 m) in Berlin ganz im Sinne hölzerner Drempeldächer mit doppeltem Stuhl entstehen. Allmählich begannen sich aber selbständigere Gedanken zu regen, und man entwarf neue Konstruktions-Systeme, z. B. 1839 den Wiegmann-Polonceau-Binder, den man heute leider nur mit dem letzteren Namen zu bezeichnen pflegt³⁾. Es sind mit ihm zuerst wohl die Stationsgebäude der Eisenbahn Paris–Versailles überdacht worden, dann in Paris der Bahnhof St. Lazare und der Hauptpalast der allgemeinen Industrie-Ausstellung von 1867; ferner der Bahnhof in Neapel⁴⁾ (34,40 m), an dessen Bindern Gitterträger für den Obergurt verwendet wurden, sowie 1869 Schwedlers Retortenhäuser für die Imperial-Continental-Gas-Assoziation in Berlin, nämlich am Hellweg (31,07 m)⁵⁾ am Stralauer Platz (21,34 m), und an der Holzmarktstraße (18,8 und 20,35 m). Das letztere Dach hat Parabelträger im Binder-Obergurt.

Weitere Satteldächer, die übrigens zum Teil nach dem Vorbild amerikanischer Fachwerkkonstruktionen entstanden, sind das deutsche, englische, belgische Dach usw. Unter den zahllosen Anwendungen dieser Systeme seien nur der New Smithfield Market in Manchester (15,24 m), der 7,1 m weite Dachstuhl über den Verkaufshallen der Passage Jouffroy⁶⁾ in Paris (1846) und die älteren englischen Bahnhofshallen hervorgehoben, etwa die London Road- und Victoriastation in Manchester (um 1848). Auch Dach und Dachreiter des Domes zu Köln wurden um 1860 aus Schmiedeeisen hergestellt⁷⁾. Eine transportable Schmiedeeisenkonstruktion, nämlich ein Zeltgerüst für den König von Preußen wird zu Anfang der vierziger Jahre erwähnt⁸⁾.

¹⁾ Rondelet, Kunst zu bauen, Taf. CLIV, Fig. 1.

²⁾ Ebenda, Taf. CLVI.

³⁾ Allgem. Bauzeitg. 1842, S. 267.

⁴⁾ Nouv. annales de la constr. 1875, S. 129.

⁵⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1869, S. 66.

⁶⁾ Allgem. Bauzeitg. 1849, S. 5, Atlas Bl. 235.

⁷⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1862, S. 313, 487. Atlas Bl. 40–43, 63, 64.

⁸⁾ Allgem. Bauzeitg. 1842, S. 345. Über eiserne Häuser s. ebenda 1850, S. 184, 1853, S. 322 N.

Über den reinen Nutzzweck hinaus erkannte Stüler der Eisenkonstruktion eine architektonische Entwicklungs-Möglichkeit zu, aber er bewahrte in seinem 1841–45 errichteten neuen Museum zu Berlin noch eine gewisse Zurückhaltung, indem er für das Eisenwerk eine zierende Umhüllung aus Zinkguß, Bronze usw. vorsah¹⁾.

Eine ähnlich verdeckte Schmiedeeisenkonstruktion sehen wir an der Decke über dem Großen Börsensaal in Berlin, die in den Jahren 1859–63 nach dem Entwurf von Hitzig²⁾ mit 26,8 m Spannweite und 100,8 m Länge entstand. Jeder Binder besitzt ein festes und ein bewegliches Auflager, und die Decke selbst ist in eine Anzahl Felder mit gewölbten Kappenfüllungen geteilt. Mit dem Schmiedeeisen indessen verstand der Künstler noch so wenig anzufangen, daß er die Vertikalen der über der sichtbaren Deckenfläche liegenden schmiedeeisernen Tragekonstruktion über den Untergurt hinaus nach unten verlängerte und hier ein dekoratives, nur scheinbar tragendes Binder-Gerüst aus Gußeisen mit Zierfüllungen aus Zinkguß anhängte.

In der Anwendung des so überaus tragfähigen Metallgefüges bot sich immer mehr die Möglichkeit, alle an einem Bauwerk auftretenden Lasten und Kräfte auf einige wenige, weit voneinander entfernte Stellen zu vereinigen, und damit Raumschöpfungen von noch nicht dagewesenen Abmessungen zu entwerfen. Die zur Umschließung erforderlichen Wände brauchte man nur als leichte, dem Winddruck widerstehende Füllungen zwischen die tragenden Stützen einzuspannen; nahm man zu diesem Zwecke Glas, so knüpfte man auf dem Wege der Eisenkonstruktion dort wieder an, wo die Steinkonstruktion der Gotik aufgehört hatte, als sie, wie an der Ste. Chapelle zu Paris das tragende Mauerwerk auf einzelne Pfeiler zusammenzog und die dazwischen freibleibenden Flächen mit Fenstermalereien ausfüllte. Außerdem war seit der Zeit der Gotik die Glastechnik so weit vorgeschritten, daß sie die Herstellung großer Tafeln gestattete, während man früher darauf angewiesen war, kleine Scheiben zu verwenden, und größere Verglasungen mittels Bleiruten aus einzelnen kleinen Glasstücken mosaikartig zusammen zu setzen.

Es waren somit alle technischen Voraussetzungen zu einer Eisen-Glas-Halle gegeben, als im Jahre 1850 ein Ausstellungsgebäude im Hyde-Park zu London errichtet werden sollte und Paxton dafür den Entwurf zu seinem später so berühmten Kristall-Palast in Vorschlag brachte³⁾ (Abb. 155).

Paxton war nicht Baufachmann, sondern Gärtner von Beruf, und er hatte in dieser Eigenschaft mehrfach mit der Errichtung großer Gewächshäuser aus Eisen und Glas zu tun gehabt, zuletzt in Chatsworth für den Herzog von Devonshire. Von diesen und ähnlichen Bauten⁴⁾ wie dem Pflanzenhaus in Kiew (1848) ausgehend und sie ins Riesenhafte übertragend, gestaltete Paxton den Kristallpalast als eine mehrschiffige, von schlanken Stützen getragene Anlage. Die

Dächer waren eben, nur über dem Querschiff erhob sich mit Rücksicht auf vorhandene Bäume, die in das Gebäude einbezogen werden mußten, ein tonnenförmiges Glasdach, das von armierten Bohlenbögen getragen wurde.

Für die Säulen des völlig eisernen Traggerippes nahm Paxton Gußeisen; die gegliederten Konstruktionen, Diagonalen usw. machte er aus Schmiedeeisen. Die Außenflächen wurden mit Glas geschlossen, das mit der größten damals noch bequem herstellbaren Plattenlänge von 49 Zoll = 1,24 m die Maßeinheit für die gesamte Halle abgab. Das ganze Gebäude wurde mit einfachen Verbindungen aus gleichartigen Teilstücken zusammengesetzt und es wurde dadurch möglich, die Gesamt-Lieferung in viele Einzelaufträge zu zerlegen und so eine rasche Herstellung zu bewirken. Die äußere Erscheinung des Bauwerks war monumental. Im Innern wirkte an Stelle von Körpern und Flächen neben der neuartigen schattenlosen Helligkeit vor allem das Linien-spiel des eisernen Tragwerks mit seiner von Owen Jones im Anklang an die Alhambra zu Granada bestimmten Farbengebung in Rot, Blau und Gelb.

Nach Schluß der Ausstellung mußte das Gebäude zwar wieder abgebrochen werden, aber es hatte solchen Beifall gefunden, daß man es in etwas veränderter und auch beträchtlich vergrößerter Gestalt in Sydenham bei London wieder aufbaute⁵⁾ (Abb. 156). Verschiedentlich ist dies übersehen und das dem Wiederaufbau entsprechende Bild als das der ersten Originalhalle gebracht und besprochen worden. Gelegentlich des Umbaus wurden die Bohlenbinder des Querschiffdachs durch halbkreisförmige eiserne Binder (21,94 m Weite) ersetzt, die aus je zwei konzentrischen Gurten und eingefügten Diagonalen und Vertikalen bestehen.

Für die Folgezeit wurde der Kristallpalast dadurch von besonderer Bedeutung, daß er das erste Beispiel der Anwendung von Eisen auf einen Hochbau größten Maßstabs darstellte, daß mit ihm der Hellraum als neuer Begriff in den Hochbau eingeführt wurde, und daß mit ihm das Schmiedeeisen gegenüber dem Gußeisen als Baustoff für einen Hochbau in ähnlicher Weise in den Vordergrund trat, wie es im Ingenieurbau mit der Britannia-Brücke geschehen war. Diese Bevorzugung des Schmiedeeisens wirkte ihrerseits wieder fördernd auf die Vervollkommenung des Walzverfahrens und der technischen Ausführungsweisen ein, wobei die immer schärfer ausgebildeten Rechenmethoden den Materialverbrauch mehr und mehr einzuschränken gestatteten.

Wie leicht zu verstehen ist, gab das Neuartige des Kristallpalastes mehrfach Anregung zu ähnlichen Bauwerken⁶⁾. Es sei nur des Glaspalastes in München (1853–54) gedacht. Dann wurden gleichartige Bogenbinder wie zu Sydenham auch über den 24 m weit gespannten Seitenschiffen des 1853–54 ausgeführten Industriepalasts zu Paris⁷⁾ mit Erfolg verwendet, wenn es auch, wie die Erbauer dieses Palastes, Barrault und Bridel nachträglich selbst erklärten, besser

¹⁾ Stüler, Das neue Mus. i. Berlin, Taf. 8, 12.

²⁾ Hitzig, Die Börse in Berlin, Bl. XI.

³⁾ Allgem. Bauzeitg. 1850, S. 277. Atlas Bl. 362.

⁴⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1887, S. 67: Gewächshausanlagen in England, Belgien und Holland. Allgem. Bauzeitg. 1837, S. 395, Taf. CLXXIII. Hdb. d. Arch., 4. Teil, 6. Halbbd., 4. Heft, 1906, S. 489, Pflanzenhäuser.

⁵⁾ Allgem. Bauzeitg. 1852, S. 299. Atlas Bl. 506.

⁶⁾ Über Dublin s. Allgem. Bauzeitg. 1853, S. 256 N, Über New-York ebenda, S. 25 (mit Abb.). The Builder 1852, S. 674. Hdb. d. Arch., 4. Teil, 6. Halbbd., 4. Heft (1906), S. 574.

⁷⁾ Zeitschr. f. Bauwesen. 1855, S. 197, Bl. F. Atlas Bl. 30. Nouv. annales de la constr. 1856, S. 19, Taf. 9–10.

gewesen wäre, die 48 m weiten Mittelschiffbögen kräftiger herzustellen, als es geschehen ist.

Entsprechend dem am Kristallpalast entschiedenen Sieg des Schmiedeisen über das Gußeisen wählte Labrouste, der noch 1843–50 die Bibliothek Ste. Geneviève durchweg in Gußeisen errichtet hatte, im Jahre 1861 beim Bau der National-Bibliothek zu Paris das Gußeisen nur noch für die Stützen, während für die verbindenden Bögen nebst den darauf ruhenden Kuppeln und Dächern das Schmiedeisen eintrat¹⁾. Ähnlich verwandte auch Hittorf beide Eisenarten zusammen, indem er die als Blechträger konstruierten Binder-sparren des Nordbahnhofs in Paris (1863–64) mit großen durchbrochen gegossenen Konsolen gegen die Stützen absteifte.

Zu Anfang der fünfziger Jahre kamen an englischen Bahnhofshallen die rein schmiedeisenen Balkenbinder auf, welche meistens einen parabel- oder sichelförmigen Umriss zeigten. Wir finden sie z. B. 1851 mit 46,8 m Spannweite am Bahnhof Lime-Street in Liverpool²⁾. Die Gefache wurden hier mit Ausnahme des gekreuzten Mittelfeldes nur in einer Richtung verstrebt, während bei der 63,4 m weiten Bahnhofshalle zu Birmingham³⁾ (1853–54) Diagonalen in beiden Richtungen angebracht wurden und die Binder besondere Knoten-Formstücke aus Guß- und Schmiedeisen sowie bereits ein festes und ein bewegliches Auflager erhielten. Weiter wurden mit Sichelträgern die Victoria-Station der Chatham-Eisenbahn in London und die Hallen der Niederschlesisch-Märkischen⁴⁾ (1867–69) und der Berlin-Görlitzer Bahn⁵⁾ in Berlin, sowie der österreichischen Nordwest-Bahn⁶⁾ in Wien (1870–73) versehen. Auch der 1867–68 von Gerber mit Parabelbindern erbauten Bahnhofshalle in Zürich sei hier gedacht.

Mit verglasten Sattel- oder Bogendächern wurden verschiedentlich Kauf-Passagen, darunter 1865–67 die Galleria Emanuele in Mailand, 1869–73 die Kaiser-Gallerie in Berlin, dann die Galleria Mazzini in Genua (Abb. 207) und 1887–90 die Galleria Umberto I. in Neapel⁷⁾ überdeckt.

Fachwerk-Binderbögen mit geringerer Konstruktionshöhe im First als in den Kämpfern bekamen das Ausstellungs- und Wintergartengebäude zu Dublin⁸⁾ (1864–65) und das Opernhaus in Wien; mit vollwandigen Bogenbindern, welche durch Längsträger verbunden und mit horizontalen Zugstangen versehen wurden, sehen wir die Bahnhöfe zu Antwerpen (20,3 m)⁹⁾ und Lüttich (32 m), die Paddington-Station der Great-Western-Bahn in London und den 1870–72 errichteten Potsdamer Bahnhof¹⁰⁾ in Berlin (36 m) ausgestattet.

¹⁾ Nouv. annales de la constr. 1869, S. 1, Taf. 1–2, 21.

²⁾ Notizbl. d. Arch.-u. Ing.-Ver. f. d. Königr. Hannover, Bd. 3, 1853/54, S. 191, Taf. Bl. 72.

³⁾ Zeitschr. f. Bauwesen, 1858, S. 447, Atlas B. 50, 51.

⁴⁾ Zeitschr. f. Bauwesen, 1870, S. 151, Atlas Bl. 29.

⁵⁾ Zeitschr. f. Bauwesen, 1872, S. 347, Atl. Bl. 64.

⁶⁾ Heinzerling, Eisenhochbau d. Gegenwart, Heft II, Taf. 2, Fig. 1.

⁷⁾ Esselborn, Lehrb. d. Hochbaues, Bd. II, S. 82.

⁸⁾ Allgem. Bauzeitg. 1866, S. 21. Atlas Bl. 9.

⁹⁾ Zeitschr. d. Arch.-u. Ing.-Ver. f. d. Königr. Hannover 1863, Bd. 9, S. 242.

¹⁰⁾ Zeitschr. f. Bauwesen, 1877, S. 17, Atlas Bl. 11.

Binder mit Zugstangen treten auch an dem 1872–73 von John Fowler erbauten Dache des Zentral-Bahnhofs in Liverpool¹⁾ auf, dessen Zugstange erhöht an geneigten Rundstäben aufgehängt wurde. Auch die 37,28 m weit gespannte Bahnhofshalle zu Courtrai²⁾ aus dem Jahre 1879, verschiedene Bahnhöfe der Berliner Stadtbahn, dann der Hauptbahnhof in München (1876–84) (Abb. 120), die Bahnhofshalle von Brügge³⁾ (1883–84) u. a. m. gehören hierher. Bei der letztgenannten hat sich übrigens die oberhalb des Bogenkämpfers angebrachte Zugstange als nicht ausreichend erwiesen, und es mußte daher noch eine zweite in Höhe des Kämpfers angeordnet werden.

Bei dem im Jahre 1867 zu Paris errichteten Ausstellungsgebäude⁴⁾ war für die Gesamtanordnung hauptsächlich der Gedanke maßgebend, daß man die vorgeführten Produkte in der Längsrichtung nach ihrer sachlichen Ähnlichkeit, in der Querrichtung nach Ländern geordnet erscheinen lassen wollte, um den Besuchern vergleichende Übersichten zu ermöglichen. Es wurde ein ovaler Grundriß gewählt, bei dem sich um einen 40,5 m breiten und 150,5 m langen Garten eine Reihe konzentrischer Schiffe herumzog. Die bedeutendste dieser Hallen war die 35 m breite und bis zum First 25,8 m hohe Maschinengalerie. Um bei ihr sichtbare Zugbänder und gußeiserne Widerlager, wie man sie 1853–54 am Industriepalast zu Paris verwandt hatte, zu vermeiden, wurden ihre Binder als kastenförmige 25,45 m hohe Pfeiler konstruiert, zwischen die sich in einer Höhe von 19 m ein flacher Bogen spannte; die oberen Pfeilerenden wurden zur Aufnahme des Bogenschubs durch eine Zugstange verbunden, die noch über den Scheitel der Bogendecke hinweggriff. Die Form dieser Hallenbinder gab Anregung für die 32,6 m weite Maschinenhalle der Pariser Weltausstellung 1878⁵⁾ und für das gleichzeitige 24,4 m weite Vestibule d'Jéna ebenda.⁶⁾

An der 32,6 m breiten und 52,34 m langen Halle des Palmengartens zu Frankfurt a. M.⁷⁾ sind gußeiserne, durch versteifende Zwischenfüllungen mit dem Binder verknüpfte Pfosten-Aufsätze zur Aufnahme von Fahnenmasten angebracht und verleihen dem Dach des Gebäudes eine leicht bewegte äußerst vorteilhafte Erscheinung (Abb. 175). Die Bogenlinie des Binders steigt nicht unmittelbar vom Boden auf, sondern ist auf senkrechte Pfeiler gestelzt, wodurch der Raum eine stattliche, wirkungsvolle Höhe erhält. Beim ersten Blick könnte man vielleicht vermuten, auch dieser Binder habe die Maschinenhalle zu Paris von 1867 zum Vorbild. Das ist aber nicht der Fall, denn in Paris sind die senkrechten Pfeiler unmittelbar nach oben verlängert, um das Zugband aufzunehmen; in Frankfurt dagegen stellen die erwähnten Aufsätze nicht eine Verlängerung der unteren Pfeiler dar, sondern sie sind selbständig aus dem Binder heraus entwickelt. Überdies endigen sie frei ohne Zugband, ja sie erreichen nicht einmal die Scheitelhöhe des Bogens.

¹⁾ L. Mertens, Eiserne Dächer und Hallen in England, Taf. 14.

²⁾ Vierendeel, Constr. arch., Taf. 49–51.

³⁾ Ebenda, Taf. 70–76. Zentralbl. d. Bauverwiltg. 1887, S. 283, Abb. 3.

⁴⁾ Allgem. Bauzeitg. 1867, S. 112. Atl. Bl. 18.

⁵⁾ Nouv. ann. de la constr. 1878, Taf. 13.

⁶⁾ Vierendeel, Constr. arch., Taf. 42, 43.

⁷⁾ Ebenda, Taf. 25, 26.

Aus dem sich immer mehr geltend machenden Bestreben heraus, ein sichtbares Zugband zu vermeiden, entstand ein interessanter Konstruktionsversuch in dem aus den Jahren 1885–86 stammenden Olympia-Saal zu Kensington¹⁾ in London. Die Unterstützung der Mittelhalle war so gewünscht, daß sie den freien Ausblick von den Seitengängen her möglichst wenig behindern sollte. Es waren also schwere Binderfüße, die den Schub unmittelbar auf das Fundament hätten übertragen können, nicht am Platz. Man half sich so, daß man einen aus Eisenfachwerk gebildeten Winkelhebel anbrachte, auf seinen einen Arm die horizontale Komponente, auf den anderen die Vertikalkomponente des Binderschubs einwirken ließ und damit beide Kräfte wechselseitig im Gleichgewicht hielt. Die teilweise Versperrung des Seitengangs durch den Hebelrahmen wirkt bei der in Frage kommenden Benutzungsweise nicht störend. (Abb. 164).

Eigenartig war das von Bruno Möhring entworfene Gebäude der Gute-Hoffnungs-Hütte auf der Industrie- und Kunstausstellung in Düsseldorf 1902. Seine Front zeigte die Eisenkonstruktion offen in architektonischer Ausgestaltung und beschränkte den Massivbau auf zwei monumentale Eingangstüren²⁾.

Von den herkömmlichen Ausführungsweisen mit Bindern und Längsverbänden wich das Dach der Halle für Manufaktur und Industrie auf der allrussischen Ausstellung in Nishnij-Nowgorod (1896) erheblich ab, indem es als ein Netzwerk aus Profileisen mit Verschraubung an den Kreuzungstellen auftrat³⁾. In derselben Art u. zw. in der Form eines einschaligen aus lauter geraden Stäben gebildeten Hyperboloids wurde, wie hier gleich bemerkt sei, auch ein Wasserturm daselbst konstruiert, dessen Gesamterscheinung sehr an die Gittertürme englischer und amerikanischer Schlachtschiffe⁴⁾ erinnert.

Die Luftschiffhallen⁵⁾ stellen an und für sich keine anderen Anforderungen als jede sonstige große Halle; aber ihre außergewöhnlich großen Tore bereiten nicht unerhebliche konstruktive Schwierigkeiten, deren Überwindung bis jetzt noch nicht einwandfrei möglich geworden ist, zumal auf den Windschutz durch die schräg stehenden Torflügel nicht verzichtet werden kann.

Bis jetzt ist für diese Hallen ausschließlich die Langform angewandt worden, obwohl zahlreiche Vorschläge zu runden, polygonalen oder sonstwie gestalteten Bauwerken vorliegen⁶⁾. Von Ausführungen seien nur einige wenige genannt:

¹⁾ Vierendell, *Constr. arch.*, Taf. 78. L. Mertens, *Eiserne Dächer und Hallen in England*, Taf. 15–18.

²⁾ *Deutsche Bauzeitg.* 1902, S. 305.

³⁾ *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1897, S. 413; 1901, S. 454.

⁴⁾ *Scientific American* 1910, S. 194.

⁵⁾ Über französ. Militär-Ballonhallen s. *Engineering News* Bd. 65, 9. Febr. 1911, S. 166.

Über die amerikanische Ballonhalle in Fort Omaha Nebraska s. *Engineering Record* 1909, S. 637. Innen-Ansicht einer Halle für das Parseval-Luftschiff s. *Scientific American* 13. Aug. 1910, S. 117. Über zerlegbare Luftschiffhallen s. *Der Eisenbau* 1910, S. 442. *Le Génie Civil* 1911, S. 394.

Deutsche Bauztg. 1910, S. 237. *Zeitschr. f. Bauwes.* 1912, S. 571. 1913, S. 27.

⁶⁾ *Der Eisenbau* S. 228.

Die Luftschiffhalle in Tegel¹⁾ ist dreischiffig angelegt und hat 100 m Länge. Die Binder stellen sich in den 5,5 m breiten Seitenschiffen als Portalrahmen mit darüber sich erhebendem Fachwerk dar, welches letztere die Wandflächen und die 25,2 m weiten Zweigelenk-Bogenbinder der Mittelhalle aufnimmt. Ähnlich ist die 150 m lange Halle in Metz, an der das Mittelschiff 40,25 m, jedes Seitenschiff 5,0 m Breite besitzt, sowie die mit einem eigenartigen Giebelverschluß versehene Luftschiffhalle in Straßburg. An der Halle in Belfort²⁾ kamen die noch zu besprechenden Dreigelenkbögen, an der 40 m weiten Halle in Köln sogar Viergelenkbögen zur Anwendung. Die englische Halle in Farnborough (34,5 zu 108 m) besitzt halbkreisförmige Binder, die nach unten in senkrechte Pfeiler übergehen und durch schräge Steifen gegen Wind gesichert sind. Von Bedeutung sind schon durch ihre großen Abmessungen die Luftschiffhallen in Friedrichshafen³⁾, Königsberg⁴⁾ und Hamburg⁵⁾.

b) Gelenkbinder.

Sehr bald übertrug man die im Brückenbau eingeführten Gelenke auch auf die schmiedeeisernen Binder von Hallen und zwar wäre vor allem das von Schwedler im Jahre 1863 für die Berliner Gasanstalt errichtete Retortenhaus⁶⁾ (33 m Spannweite) zu nennen. Die Bögen desselben ruhen allerdings nur an den Kämpfern in Gelenken, während im Scheitel noch ein stumpfer Stoß angeordnet ist. Erst 1865 hat Schwedler einen vollkommenen Dreigelenkbogen an der Eisenkonstruktion des Bochumer Hammers angewandt.

Als im Jahre 1866 die 73 m weite Halle des Bahnhofs St. Pancras (Abb. 127) in London⁷⁾, die größte Bahnhofshalle von Europa errichtet werden sollte, legten Barlow und Ordish der Rechnung einen Dreigelenkbogen zu Grunde. Die Ausführung geschah aber mit steifen Bögen, deren Fußpunkte durch ein kräftiges Zugband miteinander verbunden wurden. Der breit konstruierte und fest verankerte, also eingespannte Bogenfuß greift zur Raumsparung in das anstoßende Umfassungs-Mauerwerk so weit ein, daß er größtenteils verdeckt wird, und nach unten zu schmal auslaufen scheint. Dies dürfte vielfach zu der irrigen Ansicht geführt haben, daß der Binder auf Fußgelenken ruhe⁸⁾.

Die große Spannweite des Pancras-Bahnhofs wurde hauptsächlich gewählt, um den Platz für die sonst erforderlichen Zwischenpfeiler zu ersparen und um Bewegungsfreiheit für künftige Änderungen im Eisenbahn-Verkehr zu lassen. In großem Maßstab wird hier der am Wiener Diana-

¹⁾ Ebenda, S. 229, Abb. 1.

²⁾ *Le Génie Civil*, Tome LX. 1911, S. 1.

³⁾ *Der Eisenbau* 1910, S. 99.

⁴⁾ *Prometheus* 1911, S. 379.

⁵⁾ *Deutsche Zeitschr. f. Luftschiffahrt* XV. Jg., 26. Heft vom 27. Dez. 1911, S. 16. *Die Welt der Technik* 1912, S. 106. *Der Industriebau* 1912, S. 261.

⁶⁾ *Zeitschr. f. Bauwes.* 1872, S. 43. Atl. Bl. 19.

⁷⁾ L. Mertens, *Eiserne Dächer und Hallen in England*, Tafel 1. *Engineering* 1867, Bd. IV, S. 148. *Engineer*, Bd. 23, 1867, S. 540.

⁸⁾ L. Mertens, *Eis. Dächer und Hallen in England*, Taf. 2.

bad aufgekommene Gedanke durchgeführt, Wand und Decke in dem bis zum Fußboden herabgezogenen Bogen zu vereinigen. Im Anschluß an S. Pancras entstand 1877–78 die Halle des Hauptbahnhofs in Manchester¹⁾ (64 m), gleichfalls mit nach unten verankertem Binderfuß, aber ohne Zugband.

Mit wirklichen Dreigelenkbögen wurde 1866–67 die 37,7 m weite Halle des Ostbahnhofs in Berlin²⁾ errichtet. Sie war für die damalige Zeit eine sehr bedeutende Leistung und ist mit ihren Doppelbindern aus einfachem Dreiecksfachwerk und mit ihrer klaren Längsverbindung vorbildlich für manche späteren Bogendächer geworden. Dann findet sich der Dreigelenkbogen 1870–71 an den überhöhten halbkreisförmigen Fachwerk-Doppelbindern des Lehrter Bahnhofs³⁾ in Berlin (42 m), 1878–80 am Anhalter Bahnhof daselbst⁴⁾ (62,5 m) und 1879–80 am Schlesischen Bahnhof sowie an den Bahnhöfen Friedrichstraße und Alexanderplatz (37,1 m)⁵⁾ der Berliner Stadtbahn (Abb. 126, 130). Weiter wäre der 1885–87 erbaute Hauptbahnhof zu Frankfurt a. M.⁶⁾ (Abb. 124) zu erwähnen, dessen Halle drei gleiche, je 56 m weit gespannte und 28,6 m hohe Schiffe besitzt, und bei dem, um Raum zu sparen, die Binderfüße je zweier benachbarter Hallenschiffe vereinigt und mit gemeinsamen Gelenklagern versehen sind. Gelenkbinder weisen auch die Bahnhöfe zu Amsterdam, Köln a. Rh.⁷⁾ (1890–92), Dresden-Altstadt (1895–98) (Abb. 131), Leipzig⁸⁾ (Abb. 149) u. a. m. auf, und zwar haben in Köln die Doppelbögen der Mittelhalle (63,5 m) und die mit Zugstangen versehenen Bogenbinder der Seitenhalle (13,4 m) nur zwei Gelenke, also kein Scheitelgelenk. In Dresden besitzen alle Binder drei Gelenke, wobei die 59 m weite Mittelhalle die inneren Fußgelenke der sich anschließenden zwei Seitenhallen trägt. Der Fußboden liegt in letzteren höher als in der Mittelhalle.

Die Mittelschiff-Bogenbinder des Gebäudes für Chemie und Optik auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung von 1896 sind nur für die Berechnung als Dreigelenkbögen aufgefaßt worden⁹⁾.

Auf der Pariser Weltausstellung von 1889 findet sich der Dreigelenkbogen an der 52,8 m weiten Halle des Kunstpalastes¹⁰⁾, deren Binder zur Gewinnung einer größeren Höhe zunächst nach unten in senkrechte Pfeiler übergehen und so an die Maschinenhalle von 1878 erinnern. Der Binderschub wird von Zugbändern abgefangen, die unter dem Fußboden liegen, so daß die Fundamente nur lotrechte Lasten aufnehmen haben. Bedeutender als das Palais des Beaux-Arts ist die Maschinenhalle¹¹⁾ derselben Ausstellung (Abb. 159, 160). Auch an ihr begegnen wir dem Dreigelenkbogen, aber ein

Zugband ist nicht vorhanden, vielmehr wird der Schub unmittelbar von den Fundamenten aufgenommen. Die Halle erreicht die riesige Spannweite von 114,3 und übertrifft damit die bis dahin größte Halle, die des Bahnhofs S. Pancras in London (73 m) um ein beträchtliches Maß. Überdies vereinigt sie in sich besonders charakteristisch die Eigenschaften der Eisenhalle, nämlich das Vorhandensein einer lichtspendenden Verglasung, das Überwiegen der Breiten-Abmessung, die Größe der Spannweite und die Vereinigung von Wand und Dach durch die mit der Binderkurve vom Boden aufsteigende Hallendeckung. Aber auch als Bahnhof ist die Halle von S. Pancras nicht mehr die größte der Erde geblieben, indem seit 1890–94 in Amerika drei weiter gespannte Bahnhallen entstanden sind, zwei in Philadelphia mit 78,94 und 94,18 m und eine in Jersey City¹⁾ mit 77,11 m Weite, sämtlich mit Dreigelenkbögen und Zugband.

Mit fast genau gleicher Breite wie die Pariser Maschinenhalle, aber mit etwas größerer Höhe wurde im Jahre 1893 der Kunstpalast auf der Weltausstellung in Chicago²⁾ ebenfalls mit Dreigelenkbögen errichtet.

Eine Markthalle mit Dreigelenkbögen entstand 1892 in Hannover (34 m Stützweite) (Abb. 153), eine Industriehalle gleicher Art (29,75 m weit) 1901 auf der Internationalen Ausstellung in Glasgow³⁾, eine Turnhalle (9,78 m) neuerdings an der Schulstraße in Berlin⁴⁾.

Eins der bedeutendsten Berliner Eisenbauwerke zu industriellen Zwecken ist die von Bernhard und Behrens entworfene Halle für die Turbinenfabrik der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft⁵⁾. Sie besteht aus einer 26,5 m weiten Haupthalle mit unsymmetrischen Dreigelenkbögen und hochliegender Zugstange sowie einer zweistöckigen Seitenhalle mit Doppel-Steifrahmen.

Viergelenkbögen haben die bereits erwähnte Luftschiffhalle in Köln, die Bahnhofshalle in Metz (Abb. 142) und die bei den Zentralbauten noch zu besprechende Ausstellungshalle in Frankfurt a. M.⁶⁾

Zu Beginn der Eisenbauweise hatte man die zunächst gewählten vollwandigen Querschnitte bald wieder verlassen, weil in ihnen die Wirksamkeit der Kräfte noch nicht klar erkannt werden konnte und daher die Gitter und Fachwerke als übersichtlicher gelten mußten. Heute dagegen vermag man auch vollwandige Konstruktionen genau zu berechnen und es werden diese daher in der neuesten Zeit wieder bevorzugt. So ist im Jahre 1904 die Bahnsteig-Überdeckung in Aachen⁷⁾ aus Zweigelenk-Vollwandbindern mit Zugband in den beiden äußeren 21,0 und 22,2 m weiten Hallen und aus vollen Dreigelenkbögen in der Mittelhalle (23,2 m) hergestellt worden. Gleichfalls Vollprofil mit Zugstange zeigt die aus vier je 21 m weiten Schiffen bestehende Halle des Oberschle-

¹⁾ Engineering 1880, Bd. 49, S. 124.

²⁾ Zeitschrift f. Bauwesen 1870, S. 3, Atlas Bl. 3.

³⁾ Deutsche Bauzeitg. 1871, S. 212, 305.

⁴⁾ Handb. d. Arch., 4. Teil, 2. Halbbd., Heft 4, S. 343, Abb. 404. Zeitschr. d. Arch- u. Ing.-Ver. z. Hann. 1884, S. 105.

⁵⁾ Foerster, Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 512, Taf. XVII. Zeitschr. f. Bauwesen 1885, S. 319, 482, 493 mit Abb. i. Atlas.

⁶⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1891, S. 83, Atlas Bl. 48.

⁷⁾ Foerster, Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 519, Taf. XIX. Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 343.

⁸⁾ Der Industriebau 1912, S. 167.

⁹⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896, S. 394.

¹⁰⁾ Nouv. ann. de la constr. 1888, Taf. 42.

¹¹⁾ Le Génie Civil 1889, Bd. 15, S. 185.

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

¹⁾ Engineering 1892, S. 404 mit Abb. auf S. 402.

²⁾ Engineering 1892, Bd. 53, S. 194 mit Taf.

³⁾ Engineering 1901, S. 441 mit Abb. auf S. 434, 435 und Tafel-Beilage.

⁴⁾ Foerster, Die Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 512, Taf. XVI.

⁵⁾ Zentralbl. d. Bauverwaltg. 1910, S. 25. Arch. Rundschau 1910, Heft 8. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 1625.

⁶⁾ Der Eisenbau 1910, S. 150.

⁷⁾ Foerster, Die Eisenkonstr. der Ing.-Hochb., S. 508, Taf. XI, XII.

sischen Bahnhofs¹⁾ in Breslau, und der Bahnhof in München-Gladbach, wo die Zweigelenkbögen der Außenhallen einerseits auf Pendelstützen mit Kopf- und Fußgelenk, andererseits auf den Dreigelenkbändern der Mittelhalle aufruhend²⁾. Unter den neueren Ausführungen haben die Kopfhalle des Hauptbahnhofs Kassel, der Bahnhof Kiel (18 m), der 10 m breite Personengang des neuen Bahnhofs in Lübeck und die neue Halle des Hauptbahnhofs Hannover Blechbinder erhalten.

In Amerika hat man öfters von Fußgelenken überhaupt abgesehen, den Binderfuß mit dem Erdboden fest verbunden und nur im Scheitel ein Gelenk angebracht, wofür die Halle der Southern-Pacific-Bahn in Houston ein Beispiel gibt. Dagegen haben die 172 und 183 m weit gespannten Hallen des Süd-Union-Bahnhofs in Boston und des Endbahnhofs in St. Louis trotz ihrer Bogenform keine eigentlichen Bogenträger, vielmehr ruhen ihre Binder auf Zwischensäulen auf, sind also Balken auf mehreren Stützen. Ihre großen Weiten sind in dem echt amerikanischen Bestreben gewählt, alles Gleichartige zu übertrumpfen, sei es auch nur zum Schein. Die breiten flachen Dächer haben aber mehr Nachteil als Vorteil, vor allem nehmen sie viel Schnee und Regen auf und infolge der durch die Kostenfrage bedingten geringen Höhe bieten sie nur unvollkommenen Rauchabzug und schlechte Licht- und Luftzufuhr³⁾.

c) Kragdächer.

Das einseitige Kragdach wird vielfach zu Wagen-Unterfahrten an Bahnhöfen, Hotel- und Repräsentationsgebäuden, Theatern u. dergl. verwandt (Abb. 136). Zweiseitige, ein- oder doppelstielige Kragdächer sind für Mittel-Bahnsteige sehr beliebt (Abb. 138).

Mit Schwebeträgern findet sich das Kragssystem sowohl an durchgehenden Pfetten und dergl., wie an ganzen Dachbindern. Für letztere ermöglicht es die Herstellung von Bögen ohne Zugstange und die Wahl architektonisch wirksamer Bindergestaltungen. Eins der ersten, wenn auch nicht rein durchgeführten Beispiele dieser Art ist die bereits ganz neuzeitlich anmutende gußeiserne Fischhalle des Hungerfordmarktes in London⁴⁾. Dann wäre aus den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Halle des Bahnhofs Liverpool-Street in London⁵⁾ und aus dem Jahre 1893⁶⁾ das Bergbau-Gebäude auf der Weltausstellung von Chicago zu nennen. Neuerdings folgte der Bahnhof Ostende (Quai)⁷⁾ mit drei Hallen von 17,37 m bzw. 16,50 m Weite, bei denen die als vollwandige Ausleger-Bogenträger mit drei Gelenken konstruierten Seitenbinder in die Mittelloffnung hineinragen und hier eine Laterne aufnehmen.

Ein ähnliches Bild bieten die als kontinuierliche Dreigelenkbögen aufzufassenden Fachwerk-Binder der 1905 erbauten sechsschiffigen Bahnhofshalle in Gent (Süd)⁸⁾, vor

die sich außerdem eine Kopfhalle mit hohen Dreigelenkbogenbindern von 15 m Stützweite legt. In Ostende wie in Gent, laufen die Gleise unmittelbar an den Binderfüßen entlang, über denen die Halle nicht eingedeckt ist, um den Rauchabzug zu ermöglichen, während ein senkrecht verglaster pfettenartiger Träger für den Wetter- und Rauchschutz der Bahnsteige sorgt, eine Anordnung, die sich neuerdings auch an der Bahnhofshalle in Darmstadt findet (Abb. 147).

An der Reinigerhalle der Gasanstalt II in Rixdorf und an der Wagenhalle Rudolfstraße der elektrischen Hoch- und Untergrundbahn (32 m) in Berlin¹⁾ bestehen die Binder aus zwei Auslegern, die über den Außenmauern fest, im Raum-Innern durch eine Pendelsäule beweglich gestützt sind, und die zwischen den inneren Kragarmen eine Laterne in Gestalt eines Dreigelenkbogens tragen. Einem ähnlichen Gedanken folgten auf der Weltausstellung in Brüssel 1910 die Kulturhalle und die Kraftmaschinenhalle (Abb. 167) von Behrens²⁾, während an der deutschen Hauptmaschinenhalle³⁾ (Abb. 168) die mit Zugband versehenen Bogenbinder der Mittelhalle als Kragarme über die Auflager in die Seitenschiffe hinein verlängert waren und dort die Seitenschiffbinder mit Gelenk-Anschluß aufnahmen; die Industriehalle daselbst verwandte Hauptbinder und ausgekragte leichtere Nebenbinder⁴⁾.

d) Stufen- und Rahmendächer.

Wieder andere Wege schlagen die eigentlichen Industrie-Hochbauten ein, die als Montage- und Fabrikhallen, Hellinge usw. errichtet werden. Es kommt bei ihnen vornehmlich darauf an, gute Beleuchtung und Lüftung zu schaffen und die Bahnen der oft recht großen und schweren Laufkrane zweckmäßig zu stützen⁵⁾. Für ihre Binderform wird in erster Linie das bereits erörterte einfache Balkendach gewählt, wie es bei Krupp in Essen mit 32 m Spannweite verwandt ist, und dann in neuerer Zeit immer mehr das mansardenartige Stufendach⁶⁾ (Abb. 151, 168). Letzteres wird mit durchgehenden Lichtbändern versehen und ergibt dadurch eine ausgezeichnete Beleuchtung, gestattet außerdem gegenüber den Kasten-Oberlichtern einfache Dichtungen und führt zu statisch und konstruktiv vorteilhaftem Binderumriß. Es eignet sich das Stufendach besonders für mehrschiffige Hallen von ungleicher Höhe. Als Beispiele seien noch die Kaiserliche Werft in Kiel⁷⁾, eine mit vollwandigen Rahmenbindern versehene Ausstellungshalle (Abb. 161) auf der Theresienhöhe in München (1905⁸⁾) und die schon genannte deutsche Industrie-Halle auf der Weltausstellung in Brüssel 1910⁹⁾ angeführt. Die erwähnte Rahmen-

¹⁾ Ebenda, S. 374, Taf. VI.

²⁾ Der Eisenbau 1911, S. 67, 106.

³⁾ Ebenda, S. 73.

⁴⁾ Ebenda, S. 102, Abb. 15.

⁵⁾ Der Eisenbau 1912, S. 165. 1913, S. 1. Der Industriebau 1913, S. 25.

⁶⁾ Stahl und Eisen 1909, S. 1311.

⁷⁾ Hütte 1909, Teil III, S. 768.

⁸⁾ Handb. f. Eisenbetonbau, Ergänzungsband I, S. 116, Abb. 78.

⁹⁾ Der Industriebau 1910, Heft 10, S. 217. Betr. Halle der Maschinen-Bauanstalt Humboldt s. „Der Eisenbau“ 1911, S. 32.

¹⁾ Ebenda, S. 509, Taf. XIII, XIV.

²⁾ Ebenda, S. 511, Taf. XV, XVI.

³⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1416. Handb. d. Arch., 4. Teil, 2. Halbbd., Heft 4, S. 352, Abb. 420, 421.

⁴⁾ Allgem. Bauzeitg. 1838, S. 452. Atlas Bl. CCLIII.

⁵⁾ Vierendeel, Constr. arch., Taf. 63.

⁶⁾ Zentrabl. d. Bauverw. 1893, S. 536.

⁷⁾ Foerster, Die Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 525, Taf. XXII, XXIII.

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

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

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

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

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

II. Zentralbauten.

a) Kuppeln⁵⁾.

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

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

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

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

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

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

¹⁾ Hütte 1909, Teil III, S. 771.

²⁾ Ebenda, S. 772, Abb. 22.

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

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

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

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

⁷⁾ Ebenda, Tafel CLXIII.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹⁾ The Builder 1909, S. 128.

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

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

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

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

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

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

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

⁹⁾ Der Eisenbau 1910, S. 49.

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

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

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

³⁾ Ebenda, 1876, S. 533.

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

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

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

⁷⁾ Deutsche Bauzeitg. 1913, S. 121.

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

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

¹⁰⁾ Ebenda, Taf. 69.

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

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

b) Zeldächer.

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

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

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

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

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

III. Vereinigungen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

⁶⁾ Engineering Record 1909, S. 637.

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

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

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

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

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

²⁾ Ebenda, Atlas Bl. 53.

³⁾ Allgem. Bauzeitg. 1865, S. 100.

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

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

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

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

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

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

Hamburger Hauptbahnhof¹⁾ an die 73 m weite, 35 m hohe und 140 m lange Mittelhalle beiderseits Querhallen von je 30,5 m Stützweite und 19 m Höhe (Abb. 137).

Das bedeutendste Eisen-Bauwerk, welches in neuerer Zeit als Raum-Vereinigung entstand, ist die Ausstellungshalle in Frankfurt a. M.²⁾ (Abb. 163). Sie ist rund 60 × 100 m groß mit leichten Ausbuchtungen in der Mitte der beiden Längsseiten. Der mittlere Kuppelbau von 67 m lichtigem Durchmesser wird von elliptischen Bindern gebildet und schneidet beiderseits an zwei Tonnen von 29 m Länge und 49 m l. W. an, die nach den Giebelwänden zu abgewalmt sind. Die Binder sind Viereckbogen, wie sie nach dem Patent der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.G. im Jahre 1908 an einem eigenen Verwaltungsgebäude der Zweiganstalt Gustavsburg, dann 1908 an zwei Bahnsteighallen in Metz, und 1909 an der 40,3 m weiten Luftschiffhalle in Köln angewandt worden sind³⁾. Bei symmetrischer Belastung geht die Drucklinie durch alle vier Gelenke des Binders, bei einseitiger Last nur durch drei derselben, indem sich das eine Gelenk auf der unbelasteten Seite selbsttätig schließt, also sich selbst ausschaltet. Als Hauptvorteile werden dem Viereckbogen nachgerühmt, daß die Drucklinie sich günstig an die Bogenform anpaßt, daß die Temperatur-Schwankungen und einseitigen Lasten nur geringen Einfluß ausüben, also die Material-Ausnutzung nicht beeinträchtigen und daß die Montage sich ohne große Gerüste bewirken läßt, weil die einzelnen Teilstücke der Bogenbinder in der Werkstatt fertig gestellt werden können⁴⁾. Immerhin läßt sich wohl bezweifeln, ob der theoretisch vorausgesetzte Gelenkschluß sich tatsächlich in der beabsichtigten Weise vollzieht.

An den Bindern und Haupttragepfetten der Frankfurter Ausstellungshalle sind aus schönheitlichen Rücksichten die Gurte durch Querstäbe und verhältnismäßig große Knotenbleche derart miteinander verbunden, daß die verbleibenden Öffnungen lediglich als achteckige Durchbrechungen einer Vollwand-Konstruktion erscheinen. Es bietet sich also ein ähnliches Bild, wie an den Bogenbindern der Galerien in Mailand, Genua (Abb. 207) und Neapel und wie an den von Vierendeel vorgeschlagenen Trägern.

Zuweilen werden Baulichkeiten verschiedener Art aneinander geschlossen, um hauptsächlich für Ausstellungs- und Pflanzenhäuser mannigfaltigeren Raumanforderungen zu entsprechen, also nicht einen großen gegliederten Raum, sondern eine Gruppe verschiedengestaltiger Räumlichkeiten zu schaffen. Dies geschieht z. B. im sog. Fischgrätensystem, das für den von der Rotunde bekrönten Industriepalast in Wien (1873) und für die neuen Pflanzenhallen des Palmgartens in Frankfurt angewandt wurde⁵⁾.

Ebenso entstand als Zusammenstellung interessanter Kuppeln, Zelt- und Trichterdächer 1883 das Gebäude für

die Hygiene-Ausstellung in Berlin¹⁾, wobei besonders sparsame Eisenabmessungen durch öfteres Zusammenfassen von gleichzeitig wirkenden Zug- und Druckkräften in einem und demselben Konstruktionsteil erzielt worden sind; ferner gehört hierher das Hauptgebäude der Berliner Gewerbe-Ausstellung (1896) mit einer Kuppel von 31 m Durchmesser, einer kleinen Kuppelhalle von 20 m und einem quadratischen Pavillon von 25 m Seite und 29 m Gesamthöhe.

Eine reiche Gruppe stellen die Schauhäuser des neuen botanischen Gartens in Dahlem²⁾ bei Berlin dar. Für diese war verlangt, daß das Innere frei von Stützen und Zugankern sein solle. Ferner war mit Rücksicht auf die bauliche Unterhaltung, da der Betrieb niemals unterbrochen werden darf, das tragende Eisengerüst außerhalb der Verglasung anzubringen, d. h. letztere mittels Holzsprossen an die Eisenkonstruktion anzuhängen. Außerdem durften keine schweren schattenbildenden Bauteile vorkommen. Um allen diesen Anforderungen zu genügen, wurde für das große Tropenhaus ein netzartig aufgelöstes eisernes Gitterwerk aus 6,18 m voneinander entfernten flachen, nicht kastenförmigen Dreigelenkbinder und wagerechten Gitterpfetten gewählt. Diagonale Verstrebungen sind nicht vorhanden. An jeder der beiden Schmalseiten ist die Halle mit einer halben Achteckkuppel geschlossen.

Die Eckbauten der in Rede stehenden Schauhaus-Anlage sind über quadratischen Grundriß mit 20 m weiten Flachkuppeln von etwas anderer Anordnung aber ebenfalls leichter und schattenfreier Bildung überspannt. Die Pfosten ihrer 6 m hohen Umfassungswände sind oben durch einen Ring zusammengehalten, unten 1,5 m tief in den Beton eingelassen und hier unsichtbar durch kräftige Gitterträger festgehalten.

Das zugehörige 14 m weite glockenartige Haus für tropische Wasserpflanzen ist ähnlich dem großen Tropenhaus gebildet. Die verbindenden Langhallen haben Satteldächer mit aufgesetzter Firstlüftung nebst Laufgalerie.

E. Sonstige Ausführungen.

Außer den Hauptgebieten der Hallen und Brücken gibt es noch eine ganze Anzahl sonstiger Baubedürfnisse, für deren Erfüllung Eisen in Betracht kommt.

So müssen vielfach Baulichkeiten in einsamer Gegend errichtet werden, wo menschliche Arbeitskräfte schwer zu erhalten sind und alle Möglichkeiten des Lebensunterhalts fehlen; oder man ist aus örtlichen Gründen gezwungen, sehr rasch unter Benutzung einer günstigen Witterungsperiode zu arbeiten. In solchen Fällen ist das Eisen vielfach der einzige brauchbare Baustoff, weil die sämtlichen Einzelteile vorher in der Werkstatt hergestellt und verpaßt werden können, und an Ort und Stelle nur rasch miteinander verbunden zu werden brauchen.

Man hat daher zur Errichtung von Leuchttürmen, dann bei Bauwerken in Kolonien und zu ähnlichen Zwecken vielfach zum Eisen gegriffen. So war schon 1879 auf der Insel

¹⁾ Foerster, Eisenkonstr. d. Ing.-Hochb., S. 520, Taf. XX. Allg. Bauzeitg. 1909, S. 12.

²⁾ Deutsche Bauzeitg. 1909, S. 283, 305, 357. Zentralbl. d. Bauverwalt. 1909, S. 354, 365. Der Baumeister, 7. Jg., S. 139.

³⁾ Der Eisenbau 1910, S. 150.

⁴⁾ Deutsche Bauzeitg. 1909, S. 62.

⁵⁾ Zentralbl. d. Bauverwalt. 1907, S. 283.

¹⁾ Zentralbl. d. Bauverwalt. 1883, S. 57, 121, 346. Deutsche Bauzeitg. 1883, S. 80.

²⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1909, S. 210, Atlas Bl. 27—29.