



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

I. Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen von Hermann Jordan.

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

I.

DIE KÜNSTLERISCHE GESTALTUNG
VON EISENKONSTRUKTIONEN

VON

HERMANN JORDAN

VOM NÜTZLICHEN DURCH DAS WAHRE ZUM SCHÖNEN

DIE KÜNSTLERISCHE GESTALTUNG

VON EISEN/KONSTRUKTIONEN

VON

HERMANN JORDAN

Einleitung.

Die Frage der ästhetischen Ausbildung von Ingenieurbauten, besonders von Eisenkonstruktionen, ist während der letzten Jahre in weitesten Kreisen der Architekten und Ingenieure durch Vorträge und Abhandlungen erörtert worden. Man darf wohl behaupten, daß es sich hierbei in gewissem Sinne um eine Zeitfrage handele, d. h. um eine Frage, die vornehmlich und mehr als viele anderen Aufgaben die Teilnahme und das Nachdenken zahlreicher Fachgenossen unserer Zeit beschäftigte.

Wenn wir die Bedeutung dieser Frage würdigen und verstehen wollen, müssen wir die Entwicklung des Eisenbaues im Rahmen der gesamten Kulturentwicklung des 19. Jahrhunderts betrachten und namentlich diejenigen Tatsachen und Umstände ins Auge fassen, die jene Entwicklung hervorgebracht und weiterhin gefördert haben.

Hierzu gehört in erster Linie die Entstehung vollständig neuer Arten der Technik, namentlich eine neue Technik des Eisens. Die Verwendung des Eisens in der menschlichen Kultur ist ja uralte, sie zählt bereits nach Jahrtausenden. Aber während die Eisentechnik in früheren Zeitaltern oft Jahrhunderte lang keine merklichen Fortschritte gemacht hatte, erhielt sie im neunzehnten Jahrhundert ganz neue Formen und Methoden und nahm dadurch einen ungeheuren Aufschwung. Zwar hatte schon das achtzehnte Jahrhundert auf diesem Gebiete vorgearbeitet, aber erst im neunzehnten war die Technik des Eisens so weit fortgeschritten, daß es in großen Massen für Bauzwecke verwendet werden konnte. Die Namen: Gußeisen, Schmiedeeisen oder Schweißeisen, Flußeisen und Flußstahl bezeichnen die einzelnen Abschnitte in der Entwicklung der Eisentechnik im neunzehnten Jahrhundert. In seiner zweiten Hälfte waren namentlich die Erfindungen des Bessemer-Verfahrens (1855) und des Thomas-Verfahrens (1878) von weittragender Bedeutung. Für die verschiedensten Bauzwecke hat zuerst das Gußeisen, sodann aber vorwiegend das Walzeisen eine außerordentlich wichtige Rolle gespielt.

Die zweite bedeutende Kulturmacht in der Geschichte des neunzehnten Jahrhunderts war der ungeheure Aufschwung des Verkehrs und vor allem die Entstehung und Entwicklung der Eisenbahnen.

Aber auch die Landstraßen und Wasserwege waren durch die neuen technischen Hilfsmittel außerordentlich verbessert

worden, so daß auch auf diesen Wegen der Verkehr trotz des Wettbewerbs der Eisenbahnen gewaltig zugenommen hatte. Dazu kam noch das sprunghafte Anwachsen der größeren Städte, die in ihrem Innern und zur Verbindung mit den Vororten neue Verkehrsmittel erforderten und erhielten.

Die Entwicklung der Eisenerzeugung und der Eisenbauten steht nun in engstem wechselseitigem Zusammenhange mit jener Verkehrsentwicklung. Der weitaus größte Teil aller eisernen Bauwerke ist durch unmittelbare Bedürfnisse des Verkehrs entstanden oder steht doch mittelbar in irgend einem ursächlichen Zusammenhange mit ihm. Schon dieser Umstand macht es begreiflich, daß in der ersten Entwicklungszeit der eisernen Bauwerke im großen und ganzen eine etwas nüchterne Behandlung, ein Vorwiegen der rein praktischen und wirtschaftlichen Erwägungen zu Tage getreten ist. Indem nun aber der Verkehr im Laufe der Zeit eine immer größere Rolle im öffentlichen Leben spielte, indem er die Stätten der Kultur untereinander und mit den Stätten der Naturschönheit verband, nahm er gewissermaßen Teil an den geistigen Werten, die er durch seine Dienste vermittelte. Dem gegenüber konnten die Verkehrsanstalten nicht vollkommen teilnahmslos bleiben, und das ist dann auch in der Mehrzahl derjenigen Bauten zum Ausdruck gekommen, welche dem Verkehr dienen; vor allem in den Bahnhofsbauten.

Mit Recht ist das neunzehnte Jahrhundert sehr oft ein Zeitalter der Wissenschaft genannt worden. Jener große Aufschwung des Verkehrs und der Technik war ja nur möglich auf Grund der stillen, aber intensiven und fruchtbaren Naturforschung. Im besonderen steht die ganze Entwicklung der Eisenbauten in innigem Zusammenhang mit den Fortschritten der Statik, sowie auch mit Forschungen auf dem Gebiete der angewandten Chemie.

Besonders kennzeichnend für unsere ganze gegenwärtige Kultur ist ferner die fortgeschrittene Arbeitsteilung. — Zur Zeit der Renaissance gab es bekanntlich Meister, die gleichzeitig Architekten, Ingenieure, Maler, Bildhauer, ja sogar Dichter waren. Heutzutage ist das nicht mehr denkbar. Wie auf vielen anderen Gebieten, so hat sich auch im Bauwesen die Arbeitsteilung während des neunzehnten Jahrhunderts immer weiter entwickelt. Es entstand in dieser Zeit

vor allem der Unterschied zwischen Ingenieuren und Architekten.

Wenn nun in neuerer Zeit das Interesse für die ästhetische Ausbildung von Ingenieurbauten in der Öffentlichkeit stark hervortrat und in lebhaftem Austausch der Meinungen sich kundgab, so ist dieser Umstand durch verschiedene Ursachen hervorgerufen oder begünstigt worden, von denen als wichtigste etwa die folgenden bezeichnet werden dürfen:

1. die zunehmende Teilnahme für künstlerische Werte überhaupt. Ästhetische Fragen sind innerhalb der letzten Jahre in weiten Kreisen erörtert worden, sie haben Künstler von Fach und Philosophen, aber auch das gebildete Publikum überhaupt beschäftigt. Überall erhob sich der Ruf nach Kunst. Das allgemeine Ziel aller solcher Bestrebungen ist eine „ästhetische Kultur“. Diese umfaßt die Betätigung auf allen Kunstgebieten von seiten der Künstler und Dilettanten, andererseits aber die harmonische Durchdringung aller Lebensäußerungen — auch bei solchen Personen, die keinerlei Kunst ausüben. Darum sollte auch der Ingenieur einer so großen und allgemeinen Kulturbewegung nicht fernbleiben.
2. Der große Umschwung, der sich gegen Ende des alten und zu Beginn des neuen Jahrhunderts in den Anschauungen und Bestrebungen verschiedener Künste geltend machte. Die bildende Kunst hatte im größten Teile des neunzehnten Jahrhunderts einen historischen, wissenschaftlichen, rückwärts blickenden Charakter. Man suchte die Formen irgend einer früheren Stilperiode mehr oder weniger getreu nachzuahmen, also im Sinne und Geiste der Vergangenheit zu schaffen. Aber in den neunziger Jahren trat auf diesen Gebieten eine tiefgreifende Änderung ein. Die Kunst sollte nunmehr der sichtbare Ausdruck unseres Zeitalters werden, sie sollte das geistige Leben unserer Zeit möglichst wahr und treu widerspiegeln.

Trotz dieser Bestrebungen zeigte sich doch sehr oft, daß es für die Architekten schwer war, sich von dem Geist der Vergangenheit frei zu machen. Vorwiegend handelt es sich um eine Weiterbildung der alten Stilformen, weniger um einen neuen Stil oder um eine neue Formensprache.

Demgegenüber erscheinen die Eisenbauten als derjenige Zweig der Baukunst, der vielleicht am ehesten, unbeeinflusst von der Tradition, als der klarste sichtbare Ausdruck unseres Zeitalters gelten könnte.

3. Weite Verbreitung der Ingenieurbauten. Die Schöpfungen der Ingenieure, aber auch die Bauten, bei deren Entstehung nur die Mithilfe der Ingenieure erforderlich ist, nehmen einen allmählich immer breiteren Raum in dem Gesamtbilde der heutigen Kulturländer ein. Und wenn die äußere Erscheinung dieser Länder seit etwa hundert Jahren ein wesentlich anderes Gepräge erhalten hat, so ist das in erster Linie auf die Tätigkeit der Ingenieure zurückzuführen. Freilich erhebt sich nun die Frage, ob dieses Kulturbild — im großen Ganzen wie im einzelnen betrachtet — künstlerischen Anforderungen gerecht wird. —

4. Die neueren Anschauungen über die Arbeitsteilung zwischen Architekten und Ingenieuren. Als im neunzehnten Jahrhundert die Scheidung zwischen Architektur und Bauingenieurwesen sich vollzogen hatte, glaubte man hiermit allen praktischen Aufgaben gerecht werden zu können. Die Architekten sollten diejenigen Bauten entwerfen und ausführen, bei denen auf künstlerische Gestaltung Wert gelegt wird, die Ingenieure dagegen nur „reine Nutzbauten“, gegen deren äußere Erscheinung man oft gleichgültig war, die jedoch ein höheres Maß von konstruktiven oder wissenschaftlichen Fähigkeiten erforderten.

Heute aber nimmt die öffentliche Meinung schon einen wesentlich anderen Standpunkt ein. Der Gegensatz zwischen „reinen Nutzbauten“ und künstlerisch ausgebildeten Bauwerken scheint sich mehr und mehr zu verwischen. Wenn natürlich die Höhe der Mittel, die für künstlerische Zwecke ausgegeben werden, bei den verschiedenen Bauwerken je nach dem Zweck und dem Umfang sehr verschieden sind, verlangt man doch heute von jedem Bauwerk, daß seine äußere Erscheinung wenigstens befriedige. So legt man allmählich selbst bei Fabrikgebäuden und Arbeiterwohnhäusern Wert auf ein wohlthuendes Äußere. Unsere ganze Baukunst ist wie das allgemein öffentliche Leben demokratischer geworden; sie steigt herab auch in Gebiete, denen sie lange Zeit ferngeblieben war.

Und so ist denn die Forderung der neuen Zeit begreiflich, daß auch der Ingenieur in gewissem Sinne eine künstlerische Tätigkeit ausüben soll, soweit es sein Arbeitsgebiet und dessen Bedeutung für das öffentliche Leben zuläßt oder bedingt.

Unsere Aufgabe, die sich aus diesen Betrachtungen ergibt, zerfällt in 3 Hauptteile:

- I. Eine Darstellung der geschichtlichen Entwicklung solcher Eisenkonstruktionen, die in ästhetischer Hinsicht Beachtung verdienen;
- II. eine kritische Würdigung des bisher auf diesem Gebiete Geleisteten; und
- III. eine Erörterung der weiteren Entwicklungsfähigkeit des Eisenbaues in ästhetischer Beziehung.

Wer heute mit offenen Augen und offenem Sinne die bedeutendsten Kulturländer bereist, der findet besonders auf dem Gebiete der Ingenieurbauten, aber auch auf den ihnen verwandten Architekturgebieten eine reiche Fülle von interessanten, anregenden und zum Teil auch bewundernswerten Leistungen. Wohl selten hat eine Zeit eine solche Tatkraft in den verschiedenen Zweigen des Bauwesens entwickelt wie die unsrige. Und beim Schauen solcher Erzeugnisse scharfsinniger Berechnung und emsigen Fleißes haben wir wohl Ursache uns zu freuen, daß wir Menschen des zwanzigsten Jahrhunderts sind.

Aber wenn wir ganz unbefangen diese heutigen Bauwerke mit den Schöpfungen früherer Zeiten vergleichen, dann fällt doch fast regelmäßig ein Unterschied deutlich ins Auge. Bei denjenigen Bauten, die aus einer der vergangenen Blütezeiten der Baukunst stammen, gewahren wir stets einen hohen Grad von Harmonie, von Übereinstimmung

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,	Harkort
11. Neue Nogatbrücke b. Marienburg	1889—91	2	103,20	Mackensen, Mathes	
12. Rheinbrücke bei Roppenheim	1893—94	3	92,0	von Bose	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	Chicagoer Brückenwerke	Chicagoer Brückenwerke
			1	61,00		
			1	109,80		
5.	Brücke über den Firth of Forth	1883—90	2	76,25	Fowler, Baker, Westhofen	Arrol & Comp., London
			2	521,0		
6.	Donaubrücke bei Czernavoda	1892—96	1	190,0	Saligny	Fives-Lille, Paris
			4	140,0		
7.	Franz Josef-Brücke in Budapest	1894—96	1	175,0	Feketehazi, Seefehlner	Staats-Maschinenfabrik Budapest
			2	79,3		
8.	Rheinbrücke zwischen Ruhrort und Homberg	1904—07	1	88,90	Brückenbauanstalt Gustavsburg, Grün & Bilfinger in Mannheim	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	Lindental	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,

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.

wie z. B. bei der Saarbrücke bei Saarbrücken. Die Zusammenstellung der damals eingereichten Wettbewerbs-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

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 Scheitelgelenke 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:

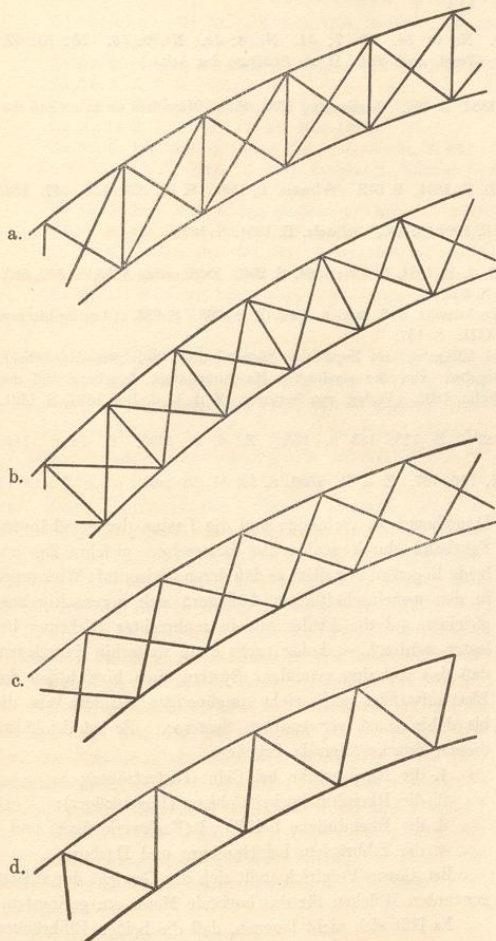
- 1) Das Ständerfachwerk mit gekreuzten Diagonalen (Abb. 1 a oder b) bei der alten Rheinbrücke bei Coblenz, der Douro-Brücke bei Porto, den alten Elbbrücken nach System Lohse (Zusammenstellung 12, Nr. 1 und 2), der Hochbrücke bei Levensau, der Straßenbrücke bei Mainz, der Kornhausbrücke in Bern und anderen.
- 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 Spreerbrücke 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	Kirchenfeldbrücke 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 Gustavsborg	Werk Gustavsborg
			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 Gustavsburg (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	Gustavsborg	Werk Gustavsborg (M. A. N.)
4	„ „ „ Mosel b. Traben-Trarbach	1898—99	6	31,70	Harkort, Schneider, Möhring	Harkort
5	Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms	1898—1901	2	64,35	Harkort, Schneider, Frenzen	Harkort
			2	54,45		
			1	116,80		
			2	102,20		
			17	34,50		
6	Straßenbrücke über die Elbe bei Magdeburg	1899—1901	1	135,00	Union, Eberlein	Union in Dortmund
7	„ „ „ Weser bei Beverungen	1901	2	64,4	Klönne in Dortmund	Klönne in Dortmund
			1	69,0		
8	„ „ „ Havel bei Spandau	1901—03	2	65,87	Harkort, Schneider	Harkort
			1	75,28		
9	Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz (Kaiserbrücke)	1902—03	2	116,80	Gustavsborg und Union	Werk Gustavsborg und Union in Dortmund
			2	107,20		
			1	93,80		
			6	39,20		
10	„ „ über den Main bei Hochheim	1902—03	2	80,0	Harkort	Harkort
			2	57,0		
11	„ „ „ Neckar b. Heidelberg	1904—06	3	49,68		
			1	70,56	Lucas	Klönne
12	Straßenbrücke über die Memel in Tilsit	1904—07	1	27,72		
			3	105,60	Kersjes, Tincauzer, Anderson	Beuchelt & Co., Grünberg
			1	49,28		
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 Gustavsborg (M. A. N.)
			1	167,75		
			1	122,56		

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

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

3. Entwicklung der Hängebrücken.

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

Ketten wurden für Brücken zuerst in China und Tibet verwendet.

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

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

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

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

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

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

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

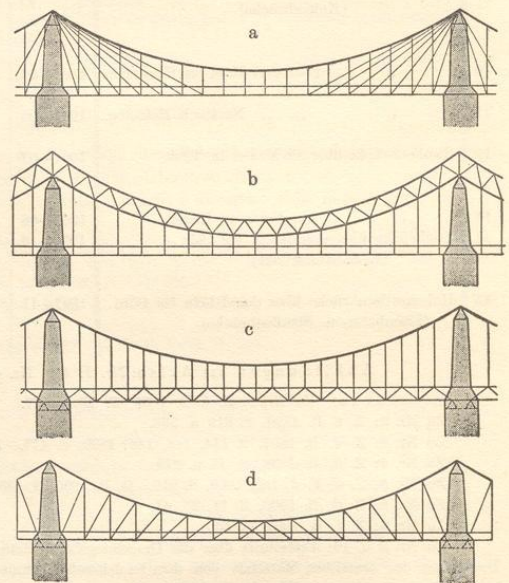
Die älteren, in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts erbauten Ketten- und Drahtkabelbrücken sind vorwiegend sogenannte unverteifte Hängebrücken, während in der zweiten Hälfte fast nur noch versteifte Brücken gebaut wurden. Diese Unterscheidung ist jedoch nicht ganz scharf. Denn bei den besser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

Die nachfolgende Zusammenstellung 13 (S. 19) enthält

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

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

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



2. Versteifte Hängebrücken.

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

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

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

Nr.	Brücke	Jahr der Erbauung	Öffnungen		Pfeilverhältnisse	Entwurf-Verfasser
			Zahl	Grösste Stützweite		
1	Brücke über die Menai-Meerenge bei Bangor	1819—26	1	176,5	1 : 13,5	Telford
2	Brücke üb. d. Conway-Fluß bei Schloß Conway	1822—26	1	98,0	1 : 14,6	Telford
3	Hammersmithbrücke üb. die Themse b. London	1824—27	3	128,7	1 : 14,3	Clark
4	Brücke üb. den South-Esk-Fluß bei Montrose in Schottland	1828—29	1	122,0	1 : 7	Buchanan
5	Dordognebrücke bei Cubzac ¹⁾	1827—39	5	109,0	1 : 10	Martin, de Verges, Quénot
6	Brücke über das Saane-Tal bei Freiburg in der Schweiz	1832—34	1	273,0	1 : 14,1	Chaley
7	Brücke über die Gotteron-Schlucht bei Freiburg in der Schweiz	1834—40	1	227,0		Chaley
8	Maria Theresa-Brücke über den Po in Turin	1840	1			Lebaitre
9	Brücke über die Ruhr in Mülheim	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 Mülhausen 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 flüßeisernen 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, Eisenerne 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 Hauptbahnhofes 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 Erbauung	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 Gustavsburg (M. A. N.)
13	Metz, Hauptbahnhof	1908	1	32,6	204,0	Werk Gustavsburg	
			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 Schweiß-eisen, 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 Auf-sattelungen auf den Obergurten der Binder angeordnet, die den unteren Teil der schrägen Dachfläche tragen und zugleich den Anschluß der beiden Seitenschiffe vermitteln.

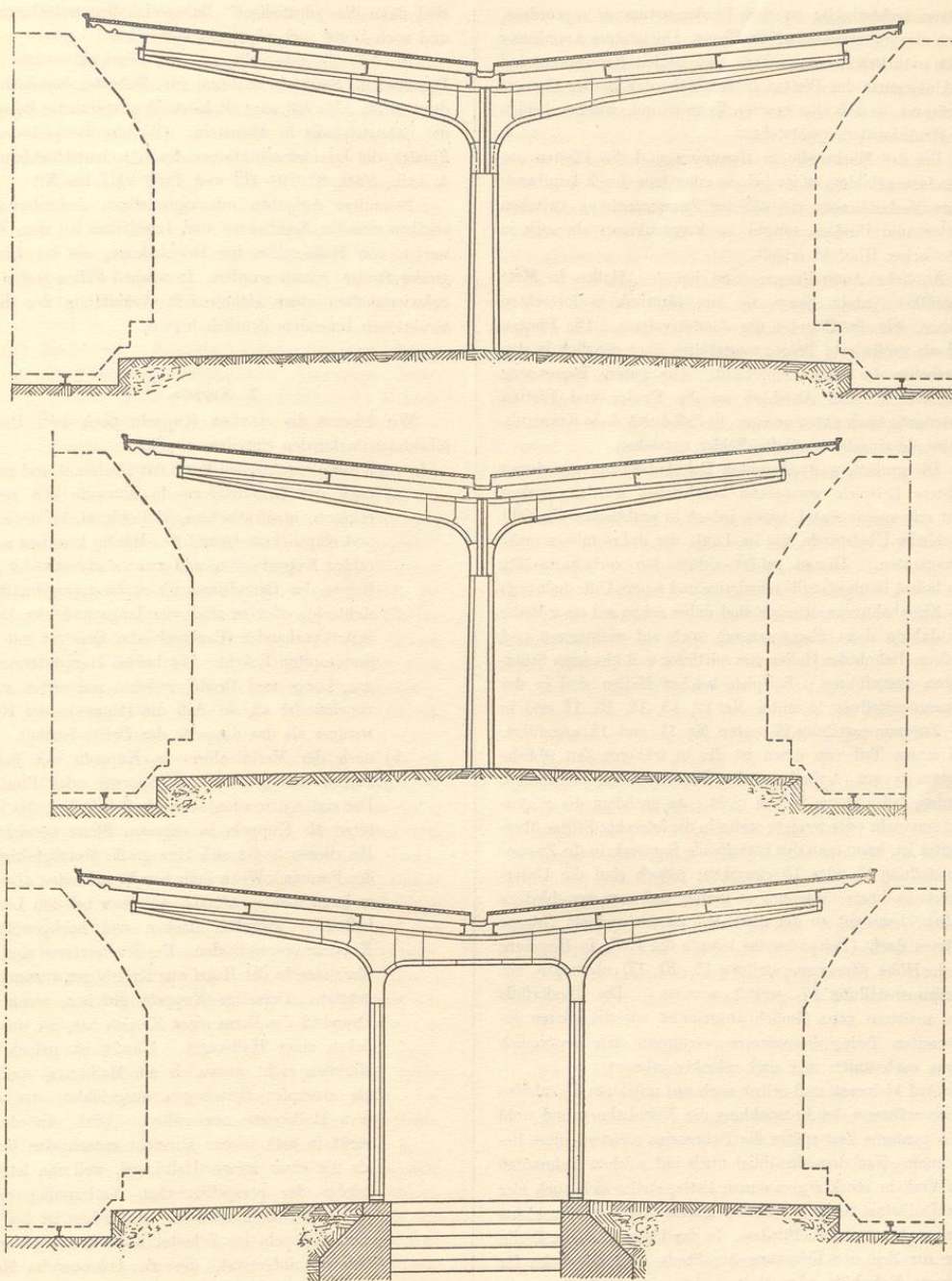
Denselben Grundgedanken, wie die Querschnittanordnung dieses gewaltigen Bauwerks zeigt die Binderform der großen Halle des neuen Hamburger Hauptbahnhofs (Zusammenstellung 17, Nr. 10, Abb. 137). Hier ist jedoch der untere geradlinige, ungefähr lotrechte Teil der Binder weit höher als bei der Pariser Halle;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

4*

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 Föppl'schen 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,

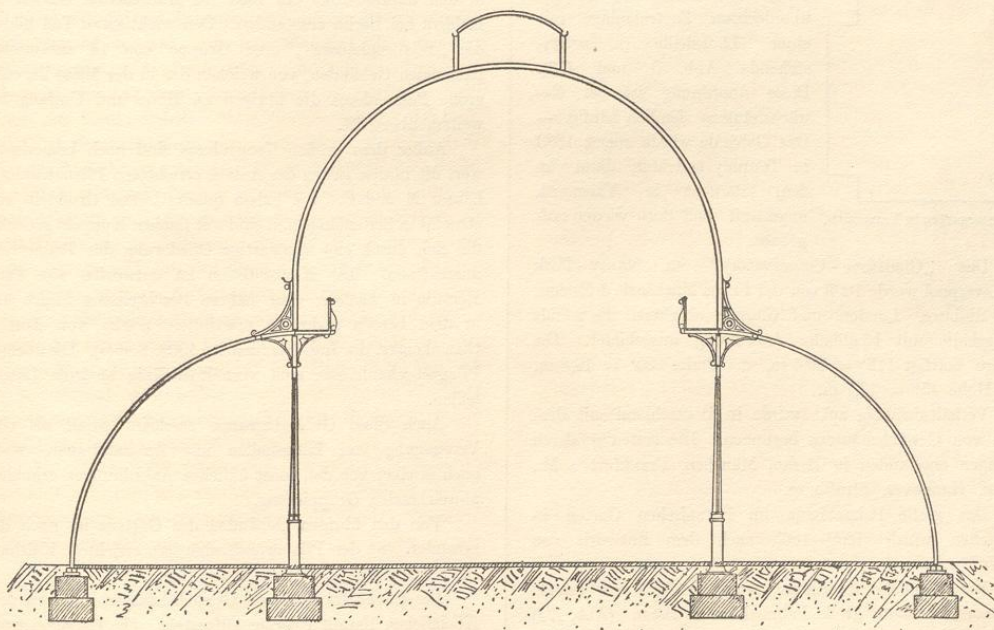
Holland und namentlich in England. Berühmt waren auch die im achtzehnten Jahrhundert in Schönbrunn bei Wien gebauten Gewächshäuser. Das Gerüst aller dieser Bauten bestand jedoch bis gegen die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts vorwiegend aus Holz. Ein bemerkenswertes Beispiel einer älteren derartigen 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.



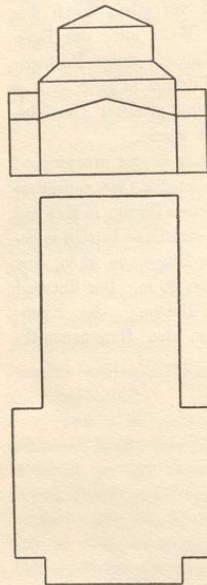
4. Palmenhaus im botanischen Garten in Kew bei London (Querschnitt).
Maasstab 1 : 190.

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.

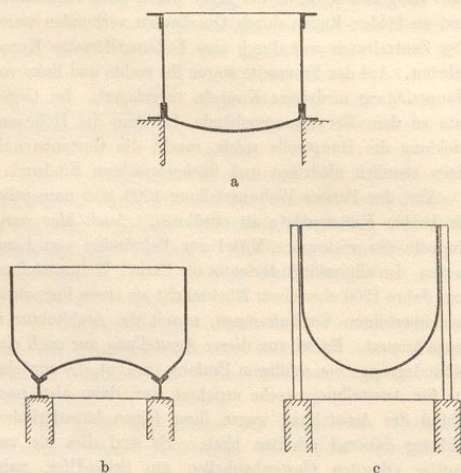
Eine Längshalle, die in ihrem mittleren Teil durch eine mächtige Kuppel gekrönt ist, zeigt das Hauptgebäude der Düsseldorfer Ausstellung vom Jahre 1902. Die Länge beträgt rund 400 m bei einer größten Tiefe von rund 80 m. Der Gesamtentwurf ist mit allen Einzelheiten von Leitholf bearbeitet.¹⁾

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 Rundisen, 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 Geschloß, 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 bedeutender; 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⁾ 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.

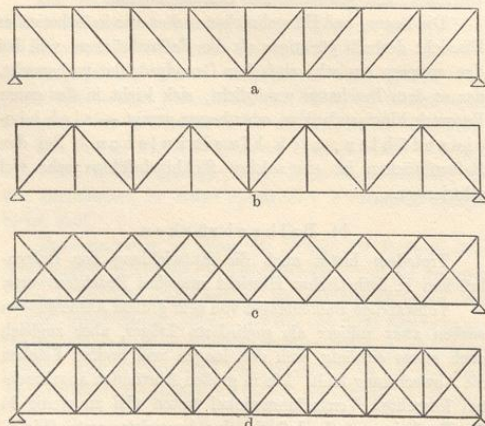
¹⁾ Z. d. Bauverw. 1887, S. 282 und Handb. d. Arch. III, 2, 1891, S. 307.

Vollwandige Träger von so großen Stützweiten wie die der Britanniabridge (Seite 4) werden jedenfalls heute nicht mehr ausgeführt, weil der Mehraufwand an Eisen gegenüber den gegliederten Trägern zu groß wäre. In den letzten 10–20 Jahren machten sich aber Bestrebungen geltend, das Anwendungsgebiet der Blechträger wieder mehr zu erweitern, wobei technische Rücksichten (einfache Herstellung, billige Unterhaltung) wohl in erster Linie maßgebend waren. Aber auch in ästhetischer Hinsicht ist dieser Vorgang nicht ohne Bedeutung. Wenn auch die breiten Flächen der vollwandigen Träger etwas einförmig sind, so wirken sie doch bei größerer Länge des Bauwerkes sehr monumental.

Inwieweit jedoch bei neuen Bauwerken vollwandige Träger den Vorzug verdienen, darüber lassen sich allgemeine Regeln schwer geben. Soweit überhaupt ästhetische Rücksichten in Frage kommen, sind namentlich drei Punkte hier zu beachten, nämlich das Verhältnis des Bauwerkes zu seiner Umgebung, ferner das Verhältnis von Stütze zur Last, von Pfeiler zu Träger und schließlich die farbige Behandlung der Trägerflächen.

In der geschichtlichen Entwicklung bedeutet der Übergang von den vollwandigen Trägern mit großen Stützweiten zu den engmaschigen Gitterträgern zwar in technischer Hinsicht einen Fortschritt, in ästhetischer Beziehung aber eher einen Rückschritt. Während die ganz vollwandigen Träger etwas einförmig aussehen, wirken die eng beieinanderliegenden Diagonalstäbe der Gitterwände namentlich deshalb sehr unruhig, weil die in der perspektivischen Ansicht einander naheliegenden Gitterstäbe beider Hauptträger an verschiedenen Stellen der Brücke verschiedene gegenseitige Lage haben und deshalb ganz verschiedene Bilder zeigen. Es ist mir dieser Umstand namentlich bei der alten Kölner Rheinbrücke aufgefallen.

Im Laufe der weiteren Entwicklung machte sich bekanntlich immer mehr das Bestreben nach einfacher, übersichtlicher Gliederung der Tragwände, sowie nach großen Abständen der einzelnen Glieder geltend. Diese Änderung bedeutet einen großen Fortschritt nicht nur in technischer, sondern auch in ästhetischer Hinsicht.



7. Fachwerkgliederungen einfacher Balkenträger.

Von den neueren Trägeranordnungen verdienen namentlich das Ständer- und Strebenfachwerk mit einfachen und mit gekreuzten Diagonalen Beachtung. Das etwa bis Mitte der neunziger Jahre bei kleineren und mittleren Stützweiten vorzugsweise verwendete einfache Ständerfachwerk (Abb. 7a), wirkt ruhiger als das Strebenfachwerk (Abb. 7b) weil bei dem ersteren und bei parallelen Gurtungen die Richtung der Diagonalen stets dieselbe bleibt. Auch bei den gewöhnlich schwachen Krümmungen der Obergurte einfacher Balkenträger ändert sich die Richtung der Diagonalen eines Ständerfachwerks nur wenig. Bei dem Strebenfachwerk ändert sich dagegen die Richtung der Diagonalen von Feld zu Feld; diese Anordnung wirkt also unruhiger. Es ist aber in vielen Fällen gerade sehr erwünscht, durch die Wandgliederung den Gesamteindruck etwas zu beleben, namentlich bei Parallelträgern und bei Trägern mit schwach gekrümmtem Obergurt, deren Umrißlinien einfach, aber auch etwas eintönig sind. Wohl aus diesem Grunde wird neuerdings dem einfachen Strebenfachwerk zumeist der Vorzug gegeben. Der Materialaufwand ist in beiden Fällen ungefähr gleich groß.

Noch etwas unruhiger und bewegter wirkt das Strebenfachwerk mit gekreuzten Diagonalen (Abb. 7c), weil hier die beiden Strebenzüge sich in jedem Felde schneiden. Diese Anordnung hat aber den Vorzug, daß jedes Feld für sich eine symmetrische Figur bildet. Ist die Feldweite ungefähr gleich der Trägerhöhe, dann wirken somit die gekreuzten Diagonalen oft günstiger als die einfachen. Ist aber die Feldweite erheblich kleiner, als die Trägerhöhe, dann zeigen die gekreuzten Diagonalen doch ein etwas zu unruhiges Bild. Beispielsweise gilt dieses von den unter Nr. 5, 10, 11 und 12 der Zusammenstellung 2 aufgeführten Bauwerken (Seite 6 und Einschlagtafel I im Atlas). Immerhin ist der Gesamteindruck erheblich günstiger als bei den älteren Wandgliederungen mit doppeltem oder dreifachem Ständerfachwerk (N. 1–4, 7–9 der Zusammenstellung 2, Seite 6).

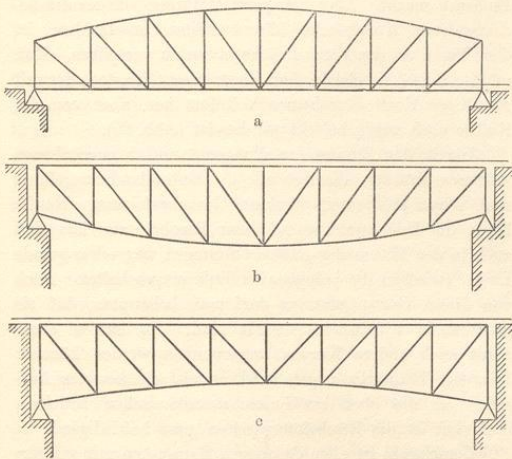
Das Ständerfachwerk mit gekreuzten Diagonalen (Abb. 7d) wurde in neuerer Zeit seltener ausgeführt, als früher, kommt aber doch zuweilen vor. Es wirkt etwas ruhiger, als das Strebenfachwerk mit gekreuzten Diagonalen, weil durch die eingefügten Pfosten zwischen je zwei Feldern eine gewisse Trennung gebildet wird und somit die einzelnen Felder sich mehr als geschlossene Teile des Ganzen voneinander abheben. Diese Anordnung eignet sich namentlich für Träger mit großer Höhe und Feldweite. Nur bei einer sehr großen Zahl von Feldern wirkt sie etwas einförmig.

Bei Trägern mit großen Stützweiten (von etwa 80 m ab) entsteht bekanntlich die Schwierigkeit, daß mit Rücksicht auf die Trägerhöhe eine große, mit Rücksicht auf die Ausbildung der Fahrbahn jedoch eine kleinere Feldweite erwünscht ist. In früherer Zeit (etwa bis Mitte der achtziger Jahre) hat man diese Schwierigkeit gewöhnlich durch die mehrfachen Systeme beseitigt (vergl. Nr. 1–4, 7–9 der Zusammenstellung 2). Diese Anordnung zeigt aber neben technischen Nachteilen ein ungünstiges Aussehen. Die zahlreichen, schiefwinkligen Überschneidungen der Pfosten und Schrägstäbe wirken unruhig und wegen ihrer unsymmetrischen Anordnung nicht vorteilhaft.

Die in neuerer Zeit bei großen Stützweiten und Träger-

höhen vielfach verwendeten Zwischenkonstruktionen verhalten sich sowohl in technischer, wie auch in ästhetischer Hinsicht erheblich günstiger. Dieses Hilfsmittel ist bei dem einfachen Ständerfachwerk wie bei dem einfachen Strebenfachwerk verwendet worden. Die letztere Anordnung zeigt aber mehr Symmetrie und wirkt deshalb entschieden vorteilhafter als die ersteren.

Einen weiteren erheblichen Fortschritt in technischer und zugleich auch in ästhetischer Hinsicht bedeutet die Einführung gekrümmter Gurtungen an Stelle der wagrechten geraden und deshalb eintönigen Begrenzungslinien. Bei den Trägern mit einem geraden und einem gekrümmten Gurt ist in der Regel der ungefähr in gleicher Höhe mit der Fahrbahn liegende Gurt gerade, der andere gekrümmt ausgeführt, so daß bei obenliegender Fahrbahn der Obergurt, bei untenliegender Fahrbahn der Untergurt gerade verläuft. Diese beiden Anordnungen verhalten sich in ästhetischer Hinsicht sehr verschieden.



8. Einfache Balkenträger mit gekrümmten Gurtungen.

Zunächst ist zu beachten, daß im allgemeinen die Bauart mit untenliegenden Hauptträgern und mit hochliegender Fahrbahn in technischer und in ästhetischer Beziehung sich günstiger verhält als die umgekehrte Anordnung. Abgesehen von diesem Umstande ist jedoch bei den oben erwähnten Trägerarten die Wirkung des Trägerbildes an sich vorteilhafter, wenn die Obergurte der Hauptträger nach oben konvex gekrümmt sind. Der Beschauer hat somit den Eindruck, daß der Bogen der Last entgegenwirkt (Abb. 8a). Liegt aber die Fahrbahn oberhalb der Hauptträger und ist der Untergurt gekrümmt, so verläuft diese Krümmung nach unten konvex. Der Beschauer hat alsdann den Eindruck, als ob der Bogen der Last nachgäbe (Abb. 8b). Um diesen Eindruck zu vermeiden, empfiehlt es sich, in derartigen Fällen auf eine Krümmung des Untergurtes zu verzichten, also Parallelträger auszuführen, oder sogar noch dem Untergurt eine geringe eben noch sichtbare Krümmung nach oben zu geben (Abb. 8c). Der Materialaufwand wird dann vielleicht etwas größer, aber die Gesamterscheinung günstiger. Noch besser wirkt natürlich die Anordnung von Bogenträgern.

Ein nach unten durchhängender Untergurt findet sich z. B. bei der 1903–1904 erbauten Eisenbahnbrücke über die Hotzenplotz bei Deutsch-Rasselwitz in Oberschlesien.¹⁾ Die Stützweite der Mittelöffnung beträgt 85 m. Der Gesamteindruck ist wenig befriedigend. Eine bessere Wirkung wäre erzielt worden, wenn man die Untergurte nach unten etwas konkav ausgebildet hätte. Der geringe Mehraufwand an Eisen wäre zum Teil durch die kleinere Pfeilerhöhe wieder ausgeglichen worden.

Unter den Trägerformen mit einem geraden und einem gekrümmten Gurt haben wir die Schwedler-Träger als baugeschichtlich interessante Trägerart kennen gelernt (vergl. oben Seite 5). Ihr Aussehen ist freilich wenig vorteilhaft, ja beinahe unschön. Das soll übrigens Schwedler selbst zugegeben haben (vergl. Mehrtens S. 564).

Träger mit zwei gekrümmten Gurtungen, die über den Auflagern zu einem spitzen Ende zusammenlaufen (Linsen- oder Fischbauchträger), werden heute nur noch selten ausgeführt. Zu ihnen gehören auch die Pauli-Träger (vergl. Seite 5). Derartige Formen wirken gleichfalls wenig befriedigend, obgleich in den meisten Fällen durch die über oder unter den Trägern liegende Fahrbahn der ungünstige Eindruck der Linsenform weniger stark hervortritt, als wenn die Fahrbahn in halber Höhe den Träger durchschneite.

Erheblich günstiger als solche Anordnungen wirken die Linsenträger mit abgestumpften Enden, wie sie z. B. bei den neueren Brücken über die Weichsel bei Dirschau und über die Nogat bei Marienburg verwendet wurden (vergl. Nr. 10 und 11 der Zusammenstellung 2, Seite 6 und Abb. 14). Da im Gesamtbilde dieser Brücken die Fahrbahn den unteren Abschluß der ganzen Konstruktion darstellt, so ist der Gesamteindruck nicht sehr verschieden von den Trägern mit einem gekrümmten Obergurt und einem geraden Untergurt. In derartigen Fällen sind bei großen Stützweiten die sogenannten Halbparabelträger die in praktischer und ästhetischer Beziehung günstigste Bauart, sofern überhaupt einfache Balkenträger in Frage kommen.

Besonders wichtig für die ästhetische Wirkung ist auch das Verhältnis der Höhe zur Stützweite. Nach Schaper (2. Aufl., S. 93) ist die zweckmäßigste Höhe bei Parallel- und Trapezträgern etwa zu $\frac{1}{8}$ der Stützweite, bei Halbparabel- und Parabelträgern zu $\frac{1}{6}$ der Stützweite ermittelt worden. Die Höhen früher ausgeführter Brücken sind hiernach in der Regel zu niedrig gewählt. Hierbei ist aber zu bedenken, daß mit Rücksicht auf das Aussehen eher eine niedrige Trägerhöhe erwünscht ist. Vielleicht haben derartige Erwägungen bei Aufstellung der Entwürfe oft mitgewirkt. Man darf aber behaupten, daß abgesehen von sonstigen Einflüssen, die Wirkung des Trägerbildes um so gefälliger wird, je niedriger die Trägerhöhe gewählt ist.

Es sei hier noch auf eine Frage hingewiesen, die bei einfachen Balkenträgern zwar nicht in erster Linie in Betracht kommt, aber doch nicht ganz ohne Bedeutung ist, nämlich die Wahl der Kurve für die gekrümmte Gurtung. In der Regel wird wohl für diese eine Parabel gewählt, zuweilen auch ein Kreisbogen oder eine Ellipse. Im allgemeinen ist die Wahl der Kurve rein technisch betrachtet ziemlich

¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1904, S. 587.

gleichgültig. Ob eine Ellipse, Parabel oder sonstige Kurve gewählt wird, unterliegt im wesentlichen der Willkür des Entwerfenden. Eine theoretische Grundlage für die Berechnung der Kurve gibt es heute nicht mehr, nachdem die von Schwedler und von Pauli eingeschlagenen Wege zur Bestimmung der Gurtungsform schon längst wieder verlassen sind.

Eine besonders wichtige Frage ist schließlich noch die Form des Abschlusses der Träger über den Auflagern. Da jedoch bei den künstlerisch und geschichtlich bedeutungsvollsten Bauwerken diese Frage mit der Beziehung zwischen Eisen und Mauerwerk innig zusammenhängt, so sollen die Endausbildungen in einem späteren Abschnitte behandelt werden.

Die Betrachtungen über die einfachen Balkenträger lassen sich wie folgt zusammenfassen: Im Laufe der Entwicklung haben sich gewisse Trägertypen herausgebildet, die man im großen und ganzen wohl als die zweckmäßigsten bezeichnen kann. Im einzelnen aber — Trägerhöhe, Feldweite, Art der Wandgliederung, Form der gekrümmten Gurtung — ist ein gewisser Spielraum vorhanden, innerhalb dessen der Entwerfende frei verfügen kann.

Außer den einfachen Balkenträgern spielen in der geschichtlichen Entwicklung des Brückenbaues bis heute die auf mehreren Stützen ruhenden Träger eine sehr wichtige Rolle, und zwar namentlich die sogenannten Auslegerträger, auch Kragträger oder Gerberträger genannt. Häufig sind diese Träger mit parallelen Gurtungen ausgebildet; die äußere Erscheinung unterscheidet sich dann kaum von den einfachen Parallelträgern. Uns beschäftigen hier vor allem die Auslegerträger und durchgehenden Träger mit nicht parallelen Gurtungen, wie sie bei größeren Brücken die Regel bilden (vergl. Zusammenstellungen 3—5, Seite 7, 8, 9). Die Umriss dieser Träger zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Formen. Es ist für den Brückenbauer lehrreich und wichtig, die Erwägungen sich klarzumachen, die bei der Aufstellung der Entwürfe von derartigen Bauwerken vermutlich angestellt worden sind. Die meisten Veröffentlichungen enthalten hierüber nur vereinzelte Angaben. Wir können im wesentlichen drei verschiedene Anschauungen oder Verfahren unterscheiden:

Erstes Verfahren. Die Form der Gurtungen wird innerhalb gewisser Grenzen willkürlich gewählt. Hierbei ist die Bezeichnung „willkürlich“ selbstverständlich nicht absolut, sondern nur relativ aufzufassen. Es soll nicht behauptet werden, daß die Verfasser der Entwürfe planlos gearbeitet haben, sondern nur daß sie sich begnügten, wenn die Form im großen und ganzen zweckmäßig gewählt war. Beispielsweise ist leicht einzusehen, daß bei der Brücke über den Firth of Fort die Trägerhöhen über den Auflagern der Kragträger viel größer sein mußten, als über den Enden der Kragarme. Auch ist es begreiflich, daß man den Untergurten der Kragarme eine leichte Krümmung nach oben gab, um die lichte Durchflußhöhe auch an den seitlichen Stellen möglichst groß zu erhalten. Daß aber die Obergurte geradlinig ausgeführt wurden, war durchaus nicht unbedingt erforderlich; man hätte sie ebenso gut nach irgend einer konkaven oder konvexen Krümmung ausführen können.

Auch amerikanische Brücken zeigen vielfach geradlinige Umgrenzungen, die nur an einzelnen Punkten einen Knick aufweisen, z. B. die unter Nr. 1—3 der Zusammenstellung 3 aufgeführten Brücken. In den meisten Fällen verdanken wohl diese Formen ihr Entstehen praktischen Erwägungen. Man suchte eine möglichst einfache Form und wählte die geradlinige. Es läßt sich aber keineswegs behaupten, daß die Form nun ganz genau so und durchaus nicht anders hätte ausfallen dürfen. Derartige Formen sehen wohl etwas nüchtern aus, geben aber dem Bauwerk doch ein bestimmtes charakteristisches Aussehen. Immerhin ist das Lob, das wir solchen Bauwerken vom ästhetischen Standpunkte aus spenden können, nur in sehr bedingter Weise gültig. Wir bewundern hauptsächlich die großen Abmessungen, die Tatkraft und den Mut ihrer Erbauer. Aber daß solche Brücken schön seien, wird doch nicht behauptet werden dürfen. Was z. B. die Forth-Brücke betrifft, so läßt sich nicht leugnen, daß sie als Ganzes einen großartigen, ja überwältigenden Eindruck macht. Aber von jener Wirkung, wie sie die bedeutendsten Kunstwerke älterer Zeiten ausstrahlen, ist doch kaum an der Forth-Brücke etwas zu verspüren. Man möchte sagen, sie gleicht dem Werk eines Giganten, der mit gewaltiger Kraft Ungeheures vollführt hat, aber von der Kultur noch wenig beleckt worden ist (Abb. 20).

Die in den Zusammenstellungen 4 und 5 angegebenen kleineren Brücken, die fast alle in Deutschland ausgeführt sind, zeigen größtenteils konkave Gurtungsformen. Häufig liegen die Knotenpunkte auf einer Parabel; zuweilen sind auch in den Mitten der großen Öffnungen wagrechte gerade Linien zwischen die polygonalen Teile eingeschaltet. Auch von diesen Gurtungsformen darf man behaupten, daß sie größtenteils willkürlich gewählt sind. Es hätten ebenso gut auch andere Kurven angenommen werden können. Derartige Bauwerke zeigen wohl zumeist ein besseres Aussehen als die oben erwähnten amerikanischen Brücken; immerhin ist die Erscheinung selten ganz befriedigend.

Gemeinsam ist allen derartigen Bauwerken mit willkürlicher Linienführung das Fehlen einer theoretischen Grundlage für die Bestimmung der Form.

Zweites Verfahren. Die Gurtungsform wird so bestimmt, daß die Trägerhöhe ungefähr proportional dem an jeder Stelle auftretenden größten Biegemoment ist. Offenbar beruht ein solches Verfahren auf der Anschauung, daß die Form eine möglichst zweckmäßige Konstruktion des Bauwerks ergeben solle und daß diese zweckmäßigste Form auf Grund der Rechnung zu finden sei. Es ist bekanntlich für das Entwerfen der Einzelheiten in mehrfacher Beziehung vorteilhaft, wenn die größten Gurtkräfte überall nahezu gleich sind, also die Gurtungen überall gleichen Querschnitt aufweisen.

Ehe wir eine Kritik dieses Verfahrens üben, sei zunächst darauf hingewiesen, daß bei den meisten bis jetzt ausgeführten Trägerarten und Trägerformen die Gurtspannkraft und somit die Gurtquerschnitte voneinander sehr verschieden sind (vergl. z. B. Schaper, 2. Aufl. S. 103). Namentlich gilt dies von den an Zahl weitaus überwiegenden einfachen Balkenträgern. Eine Ausnahme machen hiervon nur die oben erwähnten Pauli-Träger. Aber diese sind doch

nur verhältnismäßig selten ausgeführt und in der heutigen Praxis spielen sie keine Rolle mehr. In den allermeisten Fällen verzichtet man also ohne weiteres auf die Forderung gleicher Gurtquerschnitte. Und es bietet ja auch keine nennenswerten Schwierigkeiten, die Querschnitte den stark wechselnden Spannkraften anzupassen.

Sehr wichtig ist jedoch die Frage, ob man durch das angegebene Verfahren ein vorteilhaftes Aussehen der Trägerform erzielen kann. Und das erscheint zum mindesten sehr zweifelhaft. Bei der Donaubrücke bei Czernavoda sind beispielsweise die Trägerumrisse offenbar so bestimmt worden, daß die Gurtquerschnitte überall möglichst gleich groß sind. Aber die Gesamtformen dieser Brücke wirken geradezu unschön. Dies rührt hauptsächlich von dem scharfen Wechsel der Krümmung an den Gelenkpunkten her. Die Kurve der größten Momente ist nämlich längs des Kragarmes nach oben konkav, für das eingehängte Trägerstück nach oben konvex, und so entsteht jene plötzliche Änderung der Krümmung an den Gelenkpunkten.

Ein anderes, sehr bekanntes Beispiel bildet die Straßenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg (Zusammenstellung 3, Nr. 8, Seite 7 und Abb. 41). Die Trägerhöhen wurden so gewählt, daß in der Mitte des 135 m langen eingehängten Trägers der Mittelöffnung nahezu das gleiche Widerstandsmoment, wie über den nächstliegenden Pylonen vorhanden ist. Auch im übrigen wurde die Gestalt des Obergurts tunlichst der Kurve der Maximalmomente angepaßt. Der Entwurf ist im ganzen wie im einzelnen, in theoretischer wie in praktischer Hinsicht mit außerordentlicher Sorgfalt durchgearbeitet und das fertige Bauwerk stellt ein hervorragendes Erzeugnis deutscher Brückenbaukunst dar. In ästhetischer Beziehung kann aber dem Bauwerk ein solches Lob nicht gespendet werden. Wenn auch ein scharfer Knick an den Gelenkstellen (im Gegensatz zu der oben erwähnten Donaubrücke) glücklich vermieden wurde, so wirkt doch der Gesamteindruck recht nüchtern und reizlos — namentlich im Vergleich zu den neueren Bogenbrücken.

Eine in psychologischer Hinsicht interessante Kritik dieses Bauwerks findet sich in einer ausführlichen Beschreibung Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure 1907, S. 731. Es heißt dort unter anderem:

„..... Das Ästhetische der Brückenkonstruktion wird durch ihre statischen Systeme festgelegt; es decken sich Form und Inhalt durch das Wesen des leitenden Konstruktionsgedankens, der fordert: mit einem Kleinstaufwand von Baustoff, d. i. mit dem geringsten Gewicht, die auftretenden Kräfte und Spannungen zu beherrschen. Bei der großen Längenausdehnung fügt sich die Eisenkonstruktion harmonisch in das Landschaftsbild“

Auch abgesehen von der unklaren Ausdrucksweise sind die in jenem Aufsatz geäußerten Anschauungen nach meiner Ansicht durchaus unzutreffend. Wenn die Form der Träger lediglich durch die statischen Erwägungen festgelegt wäre; wenn die statischen Gesetze genau vorschrieben, daß die Form so und nicht anders gewählt werden müsse, dann könnte man vielleicht vermuten, daß das Ergebnis auch in ästhetischem Sinne befriedigen müsse. Die Voraussetzung trifft

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

aber nicht zu, denn es gibt für jede derartige Aufgabe unendlich viele statisch mögliche und statisch richtige Lösungen. Und wenn des weiteren behauptet wird, daß eine ästhetisch günstige Lösung bei einem Kleinstaufwand an Baustoff erzielt wird, so fehlt dafür jeglicher Beweis. Es ist auch gar nicht erwiesen, daß der Materialaufwand tatsächlich am geringsten wird, wenn die Trägerhöhe den Biegemomenten proportional ist. Aber selbst wenn wir diese Behauptung zugeben wollten, dann folgt hieraus noch keineswegs, daß bei dem angegebenen Verfahren ein in künstlerischem Sinne befriedigendes Aussehen erzielt wird. Ja, man darf viel eher umgekehrt behaupten: das wenig befriedigende Aussehen der erwähnten, nach jener Regel entworfenen Bauwerke zeigt, daß der eingeschlagene Weg nicht empfehlenswert ist. Dieser Weg ist vor allem deshalb nicht der richtige, weil man bei der Bestimmung der Gesamtform von einer im Grunde willkürlich gewählten, konstruktiven Einzelforderung ausgegangen ist, ohne auf die ästhetische Wirkung des Gesamtbildes hinreichendes Augenmerk zu richten.

Drittes Verfahren. Die Gurtungsform wird vorwiegend nach ästhetischen Erwägungen angenommen. Einem derartigen Vorgehen liegt die richtige Anschauung zu Grunde, daß es mit Rücksicht auf die Standfestigkeit und auf die sonstigen praktischen Forderungen einigermaßen gleichgültig ist, welche Form gewählt wird, daß also diese innerhalb gewisser Grenzen beliebig gewählt werden darf.

Diese Auffassung war wohl augenscheinlich vertreten bei der Bearbeitung des Entwurfes für die Franz-Joseph-Brücke in Budapest (Zusammenstellung 3, Nr. 7; Abb. 23 u. 28). Die Gesamterscheinung dieser Brücke ist sehr gefällig, ja man darf sie zu den schönsten überhaupt ausgeführten eisernen Bauwerken zählen. Es ist aber nicht ganz leicht, zu sagen, worauf diese Schönheit beruht; hauptsächlich mögen folgende Gründe mitwirken:

1. das stetige Ansteigen der Fahrbahn von beiden Enden nach der Mitte;
2. die im Verhältnis zur Stützweite sehr geringe Trägerhöhe in der Mitte der großen Öffnung; diese Anordnung verleiht dem Bauwerk einen sehr kühnen und leichten Eindruck;
3. der Umstand, daß nicht nur die oberen, sondern auch die unteren Gurtungen gekrümmt sind. Hierdurch wird der die Linien der Hauptträger-Obergurte bestimmende Grundgedanke unterhalb der Fahrbahn, aber hier in schwächerem Grade wiederholt.
4. Die schlanke und nach oben sich allmählich verjüngende Form der Pfosten über den Mittelpfeilern.

Es kann aber andererseits auch nicht geleugnet werden, daß der wichtigste, unter 2 erwähnte Vorzug der ästhetischen Wirkung durch konstruktive Mängel erkaufte worden ist, nämlich durch die verhältnismäßig große Länge der Kragarme und die geringe Trägerhöhe des eingehängten Mittelstücks. Bei den gewählten Abmessungen müssen die elastischen Durchbiegungen und Schwankungen schon recht erheblich ausfallen.

Dieselbe grundsätzliche Anschauung, daß die Form vorwiegend nach ästhetischen Rücksichten zu bestimmen sei, findet sich bei dem von Müller-Breslau erbauten Kaisersteg

bei Oberschöneweide (vergl. oben Seite 9 und Abb. 25). In dieser Absicht verwandte der Verfasser des Entwurfs zwei Mittel: die Einfügung eines Spannbogens in dem mittleren Teile der Hauptöffnung und eine besondere Art der Linienführung der Hauptgurtungen. In der Nähe der Mittelstützen sind ähnlich wie bei den Trägern der Zusammenstellung 5, Seite 9 besondere, nach oben etwas konkav gekrümmte Gurtungen angeordnet, die den oberen Abschluß des versteifenden Fachwerks bilden und den Zweck haben, eine übermäßige Länge der Diagonalen zu vermeiden. In der Mittelloffnung werden die Linien dieser beiden Gurtungen durch den erwähnten Spannbogen miteinander verbunden. Da dieser nach oben konvex ist, tritt an seinen beiden Enden ein Wechsel der Krümmung ein. Hierdurch erhält das ganze Trägerbild ein bewegtes und lebendiges Aussehen; es gleicht in dieser Hinsicht etwas den Lohse'schen Hängebrücken bei Hamburg, bei denen ebenfalls die aneinander gereihten Bogen- und Hängegurtungen als Wellenlinien erscheinen. Dieser Eindruck ist wohl deshalb besonders beachtenswert, weil die meisten übrigen Auslegerbrücken ziemlich nüchtern aussehen.

Das andere Mittel, dessen sich der Verfasser des Entwurfs bediente, ist die besondere Form des Hängegurtes als Kettenlinie für eine nach den Kämpfern hin allmählich zunehmende Belastung. Offenbar ist diese Form lediglich aus ästhetischen Gründen gewählt, wie auch aus einer Bemerkung desselben Verfassers in seiner „graphischen Statik der Baukonstruktionen“ hervorgeht. (Band 1, 4. Aufl. 1905, S. 427). Allerdings ist der Unterschied zwischen dieser Kettenlinie und einer gewöhnlichen annähernd nach der Parabel geformten Hängegurtung nicht so groß, daß er besonders deutlich in die Augen fiel. Jedenfalls tritt die oben erwähnte, durch den Spannbogen nebst anschließenden Gurtungen gebildete Wellenlinie erheblich stärker in dem Gesamtbilde des Trägers hervor. Gleichwohl verdient der erwähnte Versuch, der Gurtung eine mehr eigenartige und weniger stereotype Form zu geben, besondere Beachtung.

Als Ergebnis dieser Betrachtungen läßt sich folgendes feststellen: Allgemeine Übereinstimmung über die zu wählenden Formen von Auslegerträgern ist bis heute bei den ausführenden Brückenbauern noch nicht erzielt; vielmehr herrscht gerade auf dieser für die künstlerische Wirkung so wichtigen Frage ein hoher Grad von Willkür und Unsicherheit. Wenn auch die eine Autorität mehr diese, die andere mehr jene Ansicht vertritt, so scheint doch keine dieser Anschauungen bis jetzt allgemein durchgedrungen zu sein. Ähnliches gilt auch von den Formen der gelenklosen durchgehenden Träger. Auch für diese gibt es bis jetzt noch keine allgemein anerkannten Regeln.

Bei dieser Sachlage sind wir berechtigt, das zuletzt erwähnte Verfahren — Bestimmung der Form nach ästhetischen Rücksichten — anzuwenden. Namentlich erscheint das von Müller-Breslau empfohlene Mittel geeignet, künstlerisch wirkungsvolle Trägerformen zu erzielen.

Vor einer Reihe von einfachen Balkenträgern haben die Auslegerträger und durchgehenden Träger in ästhetischer Hinsicht den Vorteil, daß bei diesen das ganze Trägerbild mehr als einheitliches Ganzes erscheint. Dagegen stehen sie im Allgemeinen hinter den Bogenträgern an ästhetischer Wirkung zurück.

c) Bogenbrücken.

Die künstlerischen Vorzüge der Bogenbrücken wurden bereits auf Seite 45 im allgemeinen gewürdigt. Diesen Vorzügen ist wohl hauptsächlich die große Verbreitung der Bogenbrücken in Deutschland zuzuschreiben. So sind z. B. über dem Rhein auf deutschem Gebiete bis jetzt 10 eiserne Bogenbrücken vorhanden, nämlich bei Worms (2), Mainz (2), Coblenz (2), Bonn (1), Köln (2), Düsseldorf (1). Diese verhältnismäßig große Zahl ist gewiß zum Teil darauf zurückzuführen, daß die Erbauer das reizvolle und oftmals romantische Landschaftsbild durch ein häßliches Bauwerk nicht stören, sondern womöglich durch künstlerische Gestaltung noch bereichern wollten. Es zeigt sich hierin unverkennbar ein gewisser Zug des selbst in unserer Zeit noch wirksamen deutschen Idealismus.

Eine weitere Ursache der großen Verbreitung der Bogenbrücken in Deutschland liegt in der bedeutenden Verfeinerung der theoretischen Fachgebiete, namentlich der Elastizitätslehre und der graphischen Statik. Eine stattliche Reihe von bedeutenden und berühmten Fachmännern, unter denen sich auch viele deutsche Namen befinden, haben auf jenen Gebieten Hervorragendes geleistet. In den letzten zwanzig Jahren haben u. a. namentlich auch die Bücher von Müller-Breslau, die in klassischer Form das für den Ingenieur Wissenswerte organisch zusammenfassen, weite Verbreitung gefunden. Diese und ähnliche Werke haben jedenfalls an der Entwicklung der Bogenbrücken in Deutschland einen bedeutenden Anteil gehabt.

In dem ersten Hauptteile dieser Abhandlung haben wir Seite 11—17 einzelne Gruppen von Bogenträgern nach solchen Merkmalen und Eigenschaften unterschieden, die in dem Gesamtbilde der Brücke besonders eindringlich und gleichsam tonangebend wirken. Es sollen jetzt diese Eigenschaften kritisch betrachtet werden.

Die erste und wichtigste Frage betrifft die Höhenlage der Fahrbahn zu den Hauptträgern. Offenbar wirkt die gesamte Anordnung der Brücke am günstigsten, wenn die Hauptträger gänzlich unterhalb der Fahrbahn liegen. Hier ist die Art der Kraftübertragung auch für den Nichtfachmann wohl ohne weiteres klar. Bis zu einem gewissen Grade spielt ja auch das Verständnis für die statischen Wirkungen der Eisenkonstruktionen eine Rolle bei der ästhetischen Beurteilung. Auch werden Bauweisen, die seit Jahrhunderten in Gebrauch sind, weit eher in ästhetischer Hinsicht gewürdigt, als solche die erst in neuester Zeit entstanden. Es beruht dies auf dem ästhetischen Wert des „Typischen“, der zu dem Begriff und Wesen der „Tradition“ in sehr naher Verwandtschaft steht. Merkwürdig ist dabei, daß in der Baukunst ein hohes Alter dazu gehört, damit ein Bauwerk als „typisch“ angesehen zu werden die Berechtigung erhält. Jedenfalls dürfen wir aber behaupten, daß eine gewölbte steinerne Brücke auch für den Nichtfachmann als vollkommen typisch und ihre Bauart als etwas Altherwürdiges gilt. Wenn dies vielleicht nicht unmittelbar von den eisernen Bogenbrücken gilt, so wird doch die Beziehung zu den steinernen gewölbten Brücken in dem Falle sehr erleichtert, daß die Hauptträger gänzlich unterhalb der Fahrbahn liegen.

Wesentlich anders liegt die Sache, wenn die Hauptträger ganz oder größtenteils oberhalb der Fahrbahn liegen.

In diesem Falle ist eine Beziehung zu den als typisch geltenden Steinbrücken nicht gut möglich, weil eben die ganze Anordnung des Bauwerkes eine andere ist als bei jenen. Dagegen gilt das, was oben über den ästhetischen Wert der Bogenträger im allgemeinen gesagt wurde, in vollem Umfange auch für die oberhalb der Fahrbahn liegenden Bogenträger. Es ist deshalb sehr wohl begreiflich, daß in letzter Zeit, etwa seit Beginn des neuen Jahrhunderts, Bogenträger mit Zugband und untenliegender Fahrbahn in Deutschland sehr oft ausgeführt wurden. Wenn nur eine einzige Öffnung vorhanden ist oder die Seitenöffnungen verhältnismäßig sehr klein sind, dann kann eine derartige Anordnung recht günstig wirken. Bei mehreren ungefähr gleichgroßen Öffnungen zeigt jedoch der Umriss des gesamten Trägerbildes gerade über den ästhetisch so wichtigen Mittelpfeilern scharfe Einsenkungen, die einen störenden Eindruck machen und unangenehm empfunden werden (Abb. 66).

Zuweilen findet man auch gegliederte Bogenträger mit Zugband und untenliegender Fahrbahn bei kleineren Stützweiten bis zu 30 m herab. Eine derartige Anwendung dieses Systems muß als durchaus verfehlt bezeichnet werden. Abgesehen davon, daß der Mehraufwand an Material gegenüber einfachen Balkenträgern bei kleinen Stützweiten verhältnismäßig noch bedeutender ist, als bei großen, dürften bei kleineren Brücken auch die ästhetischen Vorzüge der gegliederten Bogenträger wenig mehr ins Gewicht fallen. Da in solchen Fällen die Entfernungen der einzelnen Stäbe verhältnismäßig klein sind, so sehen die Träger oft geradezu plump aus. Man sollte daher Bogenträger von der erwähnten Anordnung nur bei größeren Stützweiten, etwa von 60 m ab, verwenden.

Die am wenigsten günstige Wirkung wird erzielt, wenn die Hauptträger etwa in der Mitte der Pfeilhöhe von der Fahrbahn durchschnitten werden, so daß sie teils unter, teils über der Fahrbahn liegen. Diese Anordnung findet sich beispielsweise bei den beiden Bogenbrücken über den Kaiser-Wilhelm-Kanal, bei der Grüntaler (Abb. 53) und Levensauer. Solche Verhältnisse sind manchmal durch die Höhenlage der Verkehrswege bedingt und lassen sich dann schwer vermeiden. In derartigen Fällen wird man die verhältnismäßig günstigste Wirkung erzielen, wenn man entweder die Pfeilhöhe so klein wählt, daß der größere Teil des Bogens unter der Fahrbahn liegt, oder so groß, daß der größere Teil des Bogens über die Fahrbahn zu liegen kommt. Der erstere Fall findet sich bei der alten Coblenzer Rheinbrücke. Das verhältnismäßig geringe Hinausragen der Hauptträger über die Fahrbahn dürfte die Gesamtwirkung kaum beeinträchtigen (Abb. 48).

Ein älteres Beispiel für den zweiten Fall (Bogenträger größtenteils oberhalb der Fahrbahn) ist die Straßenbrücke über die Etsch bei Verona (Zusammenstellung 10, Nr. 1).

Die günstigste Lösung findet sich jedoch in dem Falle, daß bei drei Öffnungen und symmetrischer Anordnung die Hauptträger der beiden Seitenöffnungen gänzlich unterhalb der Fahrbahn untergebracht werden können, während sie in der Mittelöffnung über die Fahrbahn hinausragen. Das bedeutendste Beispiel hierfür zeigt die Bonner Rheinbrücke (Zusammenstellung 10, Nr. 4 und Abb. 61). Die Gesamtanordnung ist aus mehrfachen Gründen als besonders ge-

lungen zu bezeichnen. Der Grundgedanke des Bogens ist in allen drei Öffnungen unter veränderten Bedingungen angewandt, wobei an den Strompfeilern die Bogenenden der großen und kleineren Öffnungen einander entsprechen. Somit wird trotz der zwischen ihnen liegenden Steinmasse der Mittelpfeiler gewissermaßen ein organischer Zusammenhang zwischen den Bogenträgern der Mittelöffnung und der Seitenöffnungen erzielt. In der Mittelöffnung liegen die Obergurte der Bogenträger gänzlich oberhalb der Fahrbahn; hierdurch wird der ungünstige Eindruck, den eine Durchschneidung der Bogenlinie durch die Fahrbahn machen würde, glücklich vermieden.

Die Gesamtanordnung der Bonner Rheinbrücke, bei der die Hauptträger der Mittelöffnung größtenteils oberhalb der Fahrbahn, die der Seitenöffnungen vollständig unter der Fahrbahn liegen, ist später noch mehrfach bei kleineren Bauwerken angewandt worden, beispielsweise bei einem in Paris 1900 errichteten Fußgängersteg zwischen Alma- und Jenabrücke¹⁾. Bernhard hat später denselben Grundgedanken bei der Treskowbrücke in Oberschöneweide verwendet (Zusammenstellung 10, Nr. 6). Jedoch sind dort die Hauptträger der Seitenöffnungen als Balkenträger, nicht als Bogenträger ausgebildet. Die Gesamtanordnung wirkt auch hier nicht ungünstig. Ein Mangel ist jedoch die zu geringe Betonung der Mittelpfeiler als statisch und ästhetisch wichtiger Bauglieder (Abb. 82.) Ähnliches gilt auch von der Baumgartenbrücke bei Potsdam (Zusammenstellung 10, Nr. 8).

Eine weitere Frage betrifft die Anordnung von vollwandigen oder gegliederten Bogenträgern. In neuerer Zeit scheint man den vollwandigen Bogenträgern häufiger den Vorzug zu geben. Und dies ist auch wohl zu billigen, weil die vollwandigen Träger wuchtiger aussehen und weil ihre breiten Flächen sich eher in ein ästhetisches Gleichgewicht zu den Mauerkörpern bringen lassen, als gegliederte Hauptträger. Indessen lassen sich allgemeine Regeln hierüber kaum geben, weil die erörterte Frage in hohem Grade von den besonderen Verhältnissen des Bauwerkes abhängt.

Sind die Bogenträger nicht vollwandig, sondern mit Fachwerkgliederung ausgeführt, so lassen sich drei Anordnungen unterscheiden:

1. Die Füllungsstäbe sind zwischen zwei gekrümmten Bogengurtungen angeordnet (Zusammenstellung 8).
2. Es ist eine gekrümmte Bogengurtung und eine gerade, ungefähr in der Höhe der Fahrbahn liegende Gurtung vorhanden; beide sind durch ein Fachwerk verbunden (Zusammenstellung 9).
3. Die an sich gegen Biegemomente nicht hinreichend widerstandsfähige Bogengurtung ist durch einen in Höhe der Fahrbahn liegenden Fachwerkträger mit zwei annähernd parallelen Gurtungen versteift (Zusammenstellung 11).

Die unter 1 beschriebene Anordnung ist wohl bei größeren Bogenbrücken die häufigste und auch die schönste.

Die unter 2 genannte Art von Bogenträgern wurde früher bei kleineren und mittleren Stützweiten häufig, in den letzten Jahren aber nur noch sehr selten ausgeführt. In den Fällen, in welchen sie früher angewandt wurde, gibt

¹⁾ Bernhard, die Weltausstellung in Paris. Brücken- und Eisenkonstruktionen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1900, S. 1043, sowie Mehrtens, S. 721 und 733.

man jetzt vollwandigen Trägern den Vorzug, wie bereits oben erwähnt. In der Tat sehen auch vollwandige Träger bei kleineren und mittleren Stützweiten erheblich ruhiger aus als jene Träger mit Fachwerkgliederung in den Zwickeln.

Die unter 3 erwähnte Anordnung ist zumeist nur dann ausgeführt worden, wenn die Hauptträger über die Fahrbahn hinausragen (vergl. oben Seite 16). Diese Trägerart hat für Straßenbrücken den praktischen Vorteil, daß bei außenliegenden Fußwegen ein Querverkehr zwischen diesen und der Fahrbahn möglich ist. Aber auch in ästhetischer Beziehung wirkt sie meines Erachtens sehr günstig. Hinsichtlich des Abstandes der Gurtungen lassen sich drei Fälle unterscheiden:

1. der Abstand beider Gurtungen ist in der Nähe der Kämpfer größer als im Scheitel;
2. beide Gurtungen haben überall ungefähr gleichen Abstand;
3. der Abstand ist in der Nähe der Kämpfer kleiner als im Scheitel.

Es erscheint vielleicht gewagt, über den Eindruck dieser drei Anordnungen eine allgemeine Kritik auszusprechen, da hierbei einerseits der persönliche Geschmack des Beurteilers von großem Einfluß ist, andererseits die sonstigen Eigenschaften des Bauwerks, wie Pfeilhöhe und Bogenhöhe, eine wichtige Rolle spielen. Viele Ingenieure halten den Sichelbogen für die schönste Form wegen seines gefälligen und dabei besonders leichten Aussehens.¹⁾ Ich möchte eher der oben Seite 52 unter 1 erwähnten Anordnung, bei welcher die Trägerhöhe in der Nähe der Kämpfer größer ist als im Scheitel, den Vorzug geben und zwar namentlich bei großen Stützweiten. Als Begründung für diese Ansicht läßt sich etwa folgendes ausführen, wobei wir voraussetzen, daß die Hauptträger gänzlich unter der Fahrbahn liegen. Die durch das ganze eiserne Bauwerk im Längenschnitt eingenommene Fläche wird begrenzt durch zwei Linien, nämlich die innere Bogengurtung und die Fahrbahn. Diese Fläche ist nun in der Nähe der Kämpfer bedeutend höher (breiter) als in der Nähe des Scheitels. Ist also die Aufgabe gestellt, die äußere (obere) Bogengurtung anzuordnen, dann wird man ihr tunlichst in der Nähe der Kämpfer einen größeren, in der Nähe des Scheitels aber einen kleineren Abstand von der (als festliegend betrachteten) inneren Bogengurtung geben, entsprechend der zur Verfügung stehenden breiteren Fläche. Demgemäß findet man bei verschiedenen gußeisernen Bogenbrücken aus dem Ende des achtzehnten und dem Anfang des neunzehnten Jahrhunderts mehrere Bogen übereinander angeordnet, von welchen der unterste am steilsten ist, und die oberen allmählich immer flacher werden; im Scheitel berühren sich dann sämtliche Bögen. Als Beispiele seien erwähnt die Brücke über das Striegauer Wasser bei Laasan und die alte Friedrichsbrücke über die Spree in Berlin (Zusammenstellung 6, Nr. 3 und 11). Bei der Southwark-Brücke in London und der Sullybrücke in Paris ist die Höhe der gußeisernen vollwandigen Träger an den Kämpfern erheblich größer als im

Scheitel (Zusammenstellung 6, Nr. 10 und 18). Solche Bogenformen wirken sehr vorteilhaft.

Aber auch bei verschiedenen Brücken aus Schweißisen oder Flußeisen mit oberliegender Fahrbahn haben die Bogenträger an den Kämpfern eine größere Höhe als in der Mitte. Als Beispiele seien erwähnt die Arcole-Brücke in Paris (Zusammenstellung 9, Nr. 1), die Schwarzwasser-Brücke bei Bern, die Adda-Talbrücke bei Paderno, die Talbrücke bei Müngsten und die Kornhausbrücke bei Bern, bei denen die Hauptträger der Mittelöffnung keine Gelenke haben (Abb. 54, 57, 59, 60). Diese Brücken dürften in ihrer Gesamterscheinung sehr wohl den Brücken mit Sichelträgern (Douro-Brücke, Garabit-Viadukt) wenigstens gleichwertig, ja sogar noch etwas überlegen sein (Abb. 56).

Im allgemeinen darf man behaupten, daß der Sichelträger mehr einen leichten und kühnen, der Träger mit großem Abstande der Gurtungen an den Kämpfern eher einen wuchtigen, dafür jedoch standsicheren und besonders energischen Eindruck macht. Hat man daher die eine oder andere Form zu wählen, so wird man jedenfalls auch die Umgebung des Bauwerks und sein Zusammenwirken mit dieser berücksichtigen müssen.

Die oben Seite 52 unter 1 erwähnte Form hat in ästhetischer Beziehung auch den Vorteil, daß sie bei oberliegender Fahrbahn verhältnismäßig große Ähnlichkeit mit den steinernen Brücken aufweist, daher leichter als typische Erscheinung wirken kann, als die gänzlich von den Steinformen abweichenden Sichelträger.

Bogenträger mit zwei gekrümmten Gurtungen, deren Abstand voneinander nach den Widerlagern zu sich vergrößert, sind namentlich bei untenliegender Fahrbahn sehr oft ausgeführt worden. Eine besonders günstige Wirkung wird bei solchen Trägern erreicht, wenn die obere Gurtung desselben unmittelbar über den Auflagern in der Höhe der Fahrbahn liegt, wie bei der Bonner und Düsseldorfer Rheinbrücke. Bei den Bogenträgern mit Zugband ist dieses meistens an den Auflagerknotenpunkten angebracht. Ungefähr in gleicher Höhe liegt auch die Fahrbahn. Eine derartige Anordnung wirkt aber weniger günstig.

Bogenträger, deren Höhe an den verschiedenen Punkten überall ungefähr gleich ist, sind ebenfalls ziemlich häufig ausgeführt, und zwar namentlich bei oberliegender Fahrbahn. Als Beispiele seien angeführt die alte und neuere Rheinbrücke bei Coblenz, die Straßenbrücke zwischen Mainz und Castel, die Spreebrücke am Schiffbauerdamm und die Alsen-Brücke in Berlin (Zusammenstellung 8, Nr. 1, 4, 5, 8, 13 sowie Abb. 48, 49, 52, 50 und 69). Ferner sind auch bei den meisten vollwandigen Bogenträgern mit kleineren Stützweiten die Trägerhöhen an den einzelnen Punkten nicht sehr verschieden voneinander. Derartige Bogenformen empfehlen sich namentlich dann, wenn der Bogen mit zwei Kämpfergelenken, aber ohne Scheitелgelenk ausgeführt werden soll, wie dies bei den meisten flacheren Bogenbrücken der Fall ist.

Nicht unwichtig ist bei solchen Brücken die Ausbildung der Bogenträger an den Kämpfern. Die Zusammenführung der Gurtungen nach dem Kämpfergelenk erscheint als die einfachste, nächstliegende Anordnung, die auch in ästhetischer Hinsicht befriedigt (Neuere Rheinbrücke bei Cob-

¹⁾ Schaper, eiserne Brücken, 1. Aufl. Seite 157 und 2. Aufl. S. 174.

lenz). Wenn bei einigen Brücken trotz eines Kämpfergelenkes der Bogen seitliche Ansätze erhalten hat, so ist diese Anordnung eigentlich nur dann begründet, wenn der Bogen nach vollendeter Aufstellung nachträglich eine Einspannung an den Kämpfern erhalten soll. Die Anbringung solcher seitlicher Ansätze nur zu ästhetischen Zwecken erscheint verfehlt, weil sie den Beschauer über die tatsächliche Stützungsart des Bogens zu täuschen geeignet ist.

Über die verschiedenen Arten der Wandgliederung wurde bereits bei den einfachen Balkenträgern Seite 46 eine kurze Kritik gegeben, die im wesentlichen auch für Bogenträger gelten dürfte. Es sei hier nur eine kurze Anwendung des oben Gesagten gemacht. Ändert sich der Abstand der beiden Bogengurtungen zwischen Kämpfer und Scheitel nur wenig, dann zeigt der Bogen an sich ein ruhiges, etwas einförmiges Aussehen. In diesem Falle wird man gut tun, durch die Wandgliederung etwas Leben und Bewegung hervorzubringen, also etwa das einfache oder doppelte Strebenfachwerk zu wählen. Ist dagegen der Abstand der Bogengurtungen an den einzelnen Stellen sehr verschieden, so wirkt dieser Umstand schon als eine gewisse Abwechslung. Es empfiehlt sich dann, die Wandgliederung möglichst ruhig anzuordnen. Aus diesem Grunde erscheint es beispielsweise gerechtfertigt, daß bei der Münstener Brücke, der Bonner und Düsseldorfer Rheinbrücke, sowie fast allen Bogenträgern mit Zugband das einfache Ständerfachwerk gewählt wurde.

Abgesehen von diesen Erwägungen empfiehlt es sich im allgemeinen, die Wandgliederung von Bogenbrücken verhältnismäßig engmaschig auszuführen. Hierdurch werden die beiden Bogengurtungen mehr als gemeinsames Ganzes gekennzeichnet, als bei weiter Gliederung; und der Zusammenhang beider Gurtungen tritt deutlicher hervor. Der Gesamteindruck nähert sich in diesem Falle dem eines vollwandigen Bogens, ist aber immer noch erheblich leichter als bei diesem. Das Verhältnis der Stabbreiten zu den Abständen der Füllungsstäbe spielt natürlich hierbei eine wichtige Rolle. Eine verhältnismäßig engmaschige Gliederung erhält man bei dem Ständerfachwerk mit gekreuzten Diagonalen, wie es beispielsweise bei einigen älteren großen Bogenbrücken (Zusammenstellung 8, Nr. 1, 3, 8, 12) vorkommt. In diesem Falle ist es sehr zu empfehlen, die Pfosten rechtwinklig zur Gurtung anzuordnen.

Von großer Bedeutung ist ferner der Abstand beider Gurtungen im Verhältnis zu den übrigen Abmessungen des Bogens. Schaper empfiehlt in seinem Werke „Eiserne Brücken“ (2. Aufl., S. 175 und 177) bei Sichelträgern und bei Bogenträgern mit parallelen Gurtungen den Abstand derselben im Scheitel etwa $\frac{1}{5}l$ zu wählen. Bei Sichelträgern mag dies wohl zutreffen; bei Bogen mit parallelen Gurtungen dürfte jedoch eine etwas geringere Höhe am vorteilhaftesten aussehen. Für die zuletzt genannte Trägerart hat Dr. Ing. Trauer den in wirtschaftlicher Beziehung günstigsten Gurtabstand bei verschiedenen Belastungsverhältnissen und Pfeilhöhen ermittelt (Eisenbau 1910, S. 255–261 und 295–299). Soweit die ästhetischen Rücksichten in Frage kommen, ist im allgemeinen die Wahl eines verhältnismäßig kleinen Abstandes beider Gurtungen zu empfehlen, wobei sich dann von selbst eine verhältnismäßig engmaschige

Gliederung ergibt. Eine solche Anordnung wird sich aber leichter bei einem Bogen mit annähernd parallelen Gurtungen erreichen lassen, als bei einem Sichelbogen, der dann leicht etwas zu zerlich ausfällt. Auch aus diesem Grunde verdient der Bogen mit annähernd parallelen Gurtungen oder mit kleinerem Gurtabstand im Scheitel den Vorzug vor dem Sichelbogen.

Besonders wichtig für die Gesamtwirkung der Bogenbrücken ist das Verhältnis der Pfeilhöhe zur Bogensehne, das sogenannte Pfeilverhältnis. Bei den meisten Bogenbrücken schwankt dieser Wert etwa zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{7}$, jedoch finden sich auch weit größere und weit kleinere Werte. Am kleinsten ist das Verhältnis bei der Alexanderbrücke in Paris (1 : 17), am größten bei der Münstener Talbrücke (1 : 2,54). Im allgemeinen darf man wohl behaupten, daß ein großes Pfeilverhältnis für den Gesamteindruck günstig wirkt; dieser wird hierdurch bedeutender. Andererseits kann man auch mit ausnahmsweise kleinem Pfeilverhältnis günstige Eindrücke erzielen; das Bauwerk macht dann oft einen besonders kühnen Eindruck, wie z. B. die Arcole-Brücke, die Alexander-Brücke und die Mirabeau-Brücke in Paris.

Da man aus technischen Gründen ohnehin gewöhnlich ein möglichst großes Pfeilverhältnis wählen wird, so ist dieses durch die örtlichen Bedingungen annähernd gegeben. An der Entscheidung werden in den meisten Fällen auch die ästhetischen Erwägungen wenig zu ändern haben, wenigstens soweit eine einzige Öffnung in Betracht kommt.

Hat das Bauwerk mehrere Öffnungen, so ist die Wahl der Pfeilhöhe von besonderer Wichtigkeit. Die günstigste Wirkung wird erzielt, wenn das Pfeilverhältnis in allen Öffnungen gleich ist (Regel der Proportion). Hat man in der Wahl der Stützweiten freie Hand, so empfiehlt es sich, eine ungerade Zahl von Öffnungen anzuordnen und die mittleren Stützweiten merklich größer als die seitlichen zu wählen. Außerdem ist es aus ästhetischen Gründen erwünscht, daß die Kämpfer sämtlicher Bögen in gleicher Höhe liegen, und daß der Höhenunterschied zwischen dem Scheitel des Bogens und der Fahrbahn überall der gleiche ist. Allen diesen Bedingungen kann gleichzeitig nur dann entsprochen werden, wenn die Fahrbahn von beiden Enden der Brücke etwas nach der Mitte zu ansteigt. Dies ist häufig bei Straßenbrücken der Fall (vergl. Schaper, 2. Aufl., S. 166).

Ein bemerkenswertes Beispiel für diese Regeln ist die Straßenbrücke über den Rhein zwischen Mainz und Castel (Abb. 52). Sie enthält fünf Öffnungen, deren Stützweiten und Pfeilhöhen von den beiden Enden nach der Mitte zu allmählich wachsen. Auch steigt die Fahrbahn nach der Mitte zu etwas an. Das ganze Bauwerk macht einen sehr harmonischen Eindruck, auch in den Einzelheiten.

Wesentlich anders liegt die Sache, wenn aus örtlichen Gründen ein symmetrisches Ansteigen der Fahrbahn von beiden Seiten nach der Mitte nicht möglich ist. Einen interessanten Fall unsymmetrischer Anordnung des Brückengefülles zeigt beispielsweise die obere Rheinbrücke in Basel (Wettstein-Brücke, Abb. 44). Die beiden Rheinufer haben dort einen Höhenunterschied von 13 m. Infolge dieses Umstandes waren lange Voruntersuchungen und Verhandlungen darüber geführt worden, ob es mit Rücksicht auf die ästhetische

Wirkung zulässig sei, der Brückenfahrbahn das durch die äußeren Verhältnisse bedingte einseitige Gefälle zu geben. Das ausgeführte Bauwerk hat drei Hauptöffnungen, deren Stützweiten und Pfeilhöhen vom rechten zum linken Ufer etwas zunehmen. Die Brückenfahrbahn liegt über den Stromöffnungen in einer Steigung von 2,67‰ oder 1 : 37,5. Das Pfeilverhältnis ist bei den drei Hauptöffnungen nicht ganz gleich, sondern beträgt bei der kleinsten Öffnung 1 : 9,5, bei der größten 1 : 8,2. Wie in einer Veröffentlichung von Riese (Zeitschr. f. Bauw. 1886, S. 360 u. ff.) mit Recht hervorgehoben wird, bedeutet die gewählte Anordnung in ästhetischer Beziehung eine durchaus glückliche Wahl, während sie in technischer Hinsicht „unbedingt als die natürlichste und zweckmäßigste erscheinen muß“.

Dieses Beispiel ist vielleicht lehrreich für andere Fälle. Man sollte sich also nicht scheuen, die Brückenfahrbahn in ein einseitiges Gefälle zu legen, wenn die örtlichen Verhältnisse dieses verlangen. Eine einseitige und unsymmetrische Anordnung der Steigung der Fahrbahn findet sich übrigens auch bei der Kornhausbrücke in Bern (Zusammenstellung 8, Nr. 12).

Eine weitere, besonders wichtige Frage ist die, ob und wie weit bei Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen ein organischer Zusammenhang zwischen diesen besteht. Liegt die Fahrbahn ganz oder größtenteils über den Hauptträgern, dann sind gewöhnlich die Steinpfeiler nahezu bis zur Unterkante der Fahrbahn hinaufgeführt. In diesem Falle treten zwar die Pfeiler als konstruktiv wichtigste Glieder des ganzen Bauwerks besonders deutlich hervor; sie bilden aber zugleich stark betonte Trennungen der einzelnen Öffnungen. Hier ist also der organische Zusammenhang zwischen den Überbauten der einzelnen Öffnungen verhältnismäßig schwach betont, soweit er nicht durch andere Mittel, wie gleiche Ausbildung der Bogenträger, gleiches Pfeilverhältnis usw. doch bemerkbar wird (vergl. die Ausführungen über die Bonner Rheinbrücke oben Seite 218–219). Immerhin hat die geschilderte Anordnung so viele Vorzüge, daß sie bei den meisten Bogenbrücken sich vorfindet und gewissermaßen als typisch bezeichnet werden darf.

Es gibt aber auch verschiedene Bogenbrücken mit oberliegender Fahrbahn, bei denen die Steinpfeiler nur bis zu den Widerlagern der Bogenträger hinaufgeführt sind. Ein bemerkenswertes Beispiel hierfür bietet die Kirchenfeldbrücke in Bern (Zusammenstellung 8, Nr. 7, (Abb. 57)). Auf den steinernen Mittelpfeiler, der den Hauptträgern der beiden großen Öffnungen als Widerlager dient, stützen sich eiserne Pfeiler von derselben Anordnung, wie sie auch an den übrigen Stellen zur Unterstützung der Fahrbahnträger vorhanden sind. Hierdurch wird eine gewisse Gleichmäßigkeit in der Längenentwicklung des ganzen Bauwerkes erzielt. Dies ist im vorliegenden Falle besonders deshalb wichtig, weil zwei Hauptöffnungen vorhanden sind, die den weitaus größten Teil der Gesamtlänge einnehmen. Hätte man den mittleren Pfeiler bis zur Fahrbahnhöhe in Stein ausgeführt, so wäre eine unerwünschte Trennung des Bauwerks in zwei ungefähr gleiche Teile entstanden. Es war also hier durchaus richtig, den organischen Zusammenhang der beiden Hauptöffnungen vorwalten zu lassen.

Etwas anders liegt die Sache, wenn eine einzige Hauptöffnung vorhanden ist, die gegenüber den Seitenöffnungen im Gesamtbilde des Bauwerks bedeutend hervortritt, wie z. B. bei der schon mehrfach erwähnten Kaiser-Wilhelms-Brücke über die Wupper bei Müngsten (Abb. 59). Hier war es am Platze, in der Ausbildung der verschiedenen Öffnungen einen gewissen Gegensatz zu zeigen. Dies geschah einerseits dadurch, daß nur für die Hauptöffnung Bogenträger gewählt wurden, während die Seitenöffnungen durch Parallelträger überspannt sind. Andererseits ist durch die auf den Widerlagern der großen Bogenträger errichteten eisernen Gerüstpfeiler von beträchtlicher Höhe und Breite eine gewisse Trennung zwischen Hauptöffnung und den Seitenöffnungen gebildet. Gleichwohl ist aber ein organischer Zusammenhang zwischen den verschiedenen Teilen des Bauwerks unverkennbar. Dieser Eindruck wird hauptsächlich durch die gleichartige Ausbildung der unter der Fahrbahn liegenden Parallelträger und der sie unterstützenden Gerüstpfeiler hervorgerufen.

Ein interessanter Vergleich bietet sich zwischen der Müngstener Brücke und der Kornhausbrücke in Bern (Abb. 60), die in ihrer Gesamtanordnung eine gewisse Ähnlichkeit, in ihrer Umgebung, in den Abmessungen und in der Ausbildung der Einzelheiten jedoch bedeutende Unterschiede aufweisen. Während die Müngstener Brücke ein im ganzen bewaldetes Gebirgstal übersetzt, befindet sich die Berner Brücke in der Bundeshauptstadt. Die Müngstener Brücke ist lediglich das Werk von Ingenieuren; hier waren technische Erwägungen in erster Linie maßgebend. Und wenn auch künstlerische Rücksichten bei der Aufstellung des Entwurfes gewiß nicht ohne Einfluß gewesen sind, so hat doch die Gesamterscheinung des Bauwerkes etwas Wuchtiges, Gigantisches, Urwüchsiges. Bei der Berner Brücke merkt man deutlich die feilende, verfeinernde Hand des Architekten. Hier sind die Pfeiler aus Stein hergestellt, sie bilden merkbare, deutlich hervortretende Abschnitte in der Längenentwicklung. Der Umstand, daß die an die Hauptöffnung angrenzenden kleineren Bogen ihre Widerlager in wesentlich größerer Höhe haben, als der Hauptbogen, wirkt nicht ganz harmonisch. Ob es allerdings möglich gewesen wäre, bei Anordnung der Kämpfer jedes Pfeilers in gleicher Höhe eine im ganzen befriedigendere Lösung zu erzielen, erscheint fraglich. Die Anordnung des Hauptbogens an sich ist jedenfalls sehr glücklich gewählt. Man darf also behaupten, daß jedes der beiden Bauwerke ein Stimmungsbild von hervorragendem Werte bietet, das mit seiner Umgebung sehr gut harmoniert.

Eine bemerkenswerte Gruppe bilden diejenigen Brücken, bei denen die Bogen je zweier aneinandergrenzenden Öffnungen ein gemeinsames Widerlager haben. Hier ist offenbar der organische Zusammenhang zwischen den einzelnen Öffnungen in weit höherem Maße vorhanden, als bei den Brücken mit getrennten Überbauten. Das bedeutendste Beispiel einer Verbindung von Bogenträgern mit Auslegerträgern ist die Brücke über das Vaur-Tal in Südfrankreich auf der Linie Carmaux-Rodez (Zusammenstellung 9, Nr. 10). Die Gesamtform ist hier sehr glücklich gewählt. Die Bogen- und die Seitenöffnungen sind ähnlich denjenigen der Mittelöffnung, wenn auch etwas kürzer ausgebildet, entsprechend den erheblich kleineren Stützweiten. Durch die Ähnlichkeit

der Bogenlinien wird eine gewisse Harmonie des Gesamtbildes erzeugt. Vor allem ist hervorzuheben, daß hier die Überbrückung eines tief eingeschnittenen Tales in einer durchaus natürlichen, auch für den Nichtfachmann leicht verständlichen Konstruktionsweise gelungen ist, die namentlich in ästhetischer Hinsicht recht günstig wirkt. — Die Fachwerkgliederung ist hier nicht — wie bei den meisten Bogenbrücken von ähnlichen Abmessungen — zwischen zwei gekrümmten Gurtungen, sondern zwischen je einer gekrümmten Bogengurtung und einer geraden, in Höhe der Fahrbahn liegenden Gurtung angeordnet. Hierbei wird allerdings die Bogenlinie weniger stark betont, als bei zwei gekrümmten Gurtungen. Als Gliederung der Tragwände ist das einteilige Ständerfachwerk gewählt. Die Höhe des Fachwerks ist an den einzelnen Stellen sehr verschieden; deshalb ist die gewählte Art der Gliederung als recht günstig zu bezeichnen. Denn es empfiehlt sich offenbar, bei einem starken Wechsel der Fachwerkhöhe eine möglichst ruhige Anordnung der Füllungsstäbe zu wählen (vergl. oben Seite 46). Besondere Beachtung verdient auch der Umstand, daß die Feldweite von den Kämpferpunkten nach dem Scheitel der Mittelöffnung und nach den Enden der Seitenöffnung stetig, nicht sprungweise abnimmt, was gleichfalls in ästhetischer Hinsicht besonders günstig wirkt. Jedenfalls darf man behaupten, daß bei diesem Bauwerk der organische Zusammenhang zwischen den einzelnen Öffnungen in weit höherem Grade gewahrt ist, als bei den früher betrachteten Brücken mit mehreren Öffnungen.

Eine ähnliche Bauart findet sich zuweilen bei kleineren Brücken, die über Kanäle führen, beispielsweise bei einer Brücke über den Elb-Travekanal bei Mölln-Schwarzenbeck (Mehrtens, Der deutsche Brückenbau im 19. Jahrhundert, S. 30), und bei einer Brücke über den Teltowkanal im Süden von Berlin (Zusammenstellung 9, Nr. 11 und 12 Abb. 76). Auch für diese beiden Brücken gilt das oben über die Vaur-Talbrücke Gesagte, obwohl natürlich die Abmessungen miteinander nicht zu vergleichen sind.

Derselbe Grundgedanke findet sich auch bei zwei Pariser Brücken, nämlich bei der Mirabeau-Straßenbrücke (Zusammenstellung 9, Nr. 9) und einer Brücke bei Passy, die zugleich den Viadukt der Stadtbahn (Metropolitain) über die Seine führt. Das Pfeilverhältnis ist hier viel flacher als bei der Vaur-Brücke, doch ist auch hier der Gesamteindruck günstig. Leider hat man es für nötig befunden, die Tragwände über den Mittelpfeilern mit figürlichem Schmuck auszustatten, der bei der letztgenannten Brücke sehr gesucht und wenig harmonisch wirkt.

Am Schlusse dieser Betrachtungen über Bogenbrücken sei noch eine Frage berührt, die gleichfalls für den ästhetischen Eindruck von Bedeutung ist, nämlich die *Linienführung der Gurtungen*. In den weitaus meisten Fällen hat man die Bogenträger nach einem Parabel- oder Kreisbogen geformt, zuweilen aber auch nach anderen Linien, wie z. B. bei der Straßenbrücke über den Rhein bei Worms (Zusammenstellung 8, Nr. 14) als Ellipsen. Diese Tatsache läßt erkennen, daß es auch für Bogenbrücken keine unabänderliche Regel gibt, die unbedingt einzuhalten wäre. Offenbar liegt es wohl am nächsten, die Form einer Parabel zu wählen. Da jedoch wegen der Wirkung einseitiger Ver-

kehrslast der Bogen ohnehin zur Aufnahme von Biegemomenten versteift werden muß, so werden Abweichungen von der Parabelform sehr wohl zulässig sein, falls dies aus praktischen oder ästhetischen Gründen als erwünscht erscheint.

Bei den am häufigsten vorkommenden kleinen Pfeilverhältnissen (etwa von $\frac{1}{8}$ an abwärts) spielt die Wahl der Bogenform für das Aussehen keine besonders wichtige Rolle. Parabel und Kreisbogen sind in solchen Fällen kaum zu unterscheiden, und auch die Wahl einer anderen statisch oder wirtschaftlich noch möglichen Kurve dürfte keine sehr große Verschiedenheit in dem Gesamteindruck hervorrufen. Bei größerem Pfeilverhältnis ist die Wahl der Linie schon von bedeutenderem Einfluß auf das Aussehen. Im allgemeinen wird man wohl auch in solchen Fällen durch die Anordnung von Parabeln einen günstigen Eindruck erzielen können. Beispielsweise sind bei der Müngstener Talbrücke und bei der Kornhausbrücke in Bern die Gurtungen annähernd nach Parabeln geformt; das Aussehen ist, wie bemerkt, recht vorteilhaft. Man erkennt deutlich, wie die Krümmung im Scheitel am größten ist und nach den Kämpfern allmählich abnimmt. Weniger günstig wirken die als Kreisbogen geformten Gurtungen der (etwas älteren) Kirchenfeldbrücke in Bern.

Ganz anders als bei den Brücken mit Parabel- oder Kreisbogen ist das Aussehen bei solchen Bögen, deren Krümmung in der Nähe der Kämpfer am stärksten ist. Ein Beispiel hierfür bietet die Westminster-Brücke in London (Zusammenstellung 6, Nr. 15, Abb. 47). Die Bogenträger bestehen aus Gußeisen, ihre inneren Gurtungen gehen an den Kämpfern mit einer scharfen Krümmung vollständig in die lotrechte Richtung über. Die Gesamterscheinung ist sehr ausdrucksvoll und dabei doch gefällig, fast möchte man sagen anmutig. Eine solche Form ist jedenfalls bedeutend schöner als eine Parabel, wenn sie auch in statischer Beziehung weniger günstig ist und daher mehr Material erfordert. Bei Steinbrücken findet sich bekanntlich ziemlich häufig eine Überleitung aus dem flachen Bogen in die lotrechte Richtung des Pfeilers durch eine Krümmung mit verhältnismäßig kleinem Halbmesser.

Auch bei der oben Seite 55 erwähnten Bogenbrücke über den Elb-Travekanal ist der Bogen der Mittelöffnung so angeordnet, daß die Krümmung in der Nähe der Kämpfer größer ist als im Scheitel, wenn auch der Unterschied viel weniger ins Auge fällt, als bei der Westminster-Brücke.

Eine bemerkenswerte Bogenform zeigen die vollwandigen Träger einer Straßenunterführung in Metz. Auch hier ist die Krümmung der inneren Gurtung in der Nähe der Kämpfer viel stärker als im Scheitel. Die Anordnung der Träger war dadurch bedingt, daß einerseits unter diesen ein Raum von möglichst großer Breite und Höhe freigehalten werden mußte, andererseits der Bogenschub nicht zu groß ausfallen sollte. Eine Bogenform, wie sie im vorliegenden Falle gewählt ist, dürfte nicht nur praktischen, sondern auch ästhetischen Ansprüchen genügen. (Abb. 71.)

d) Hängebrücken.

Der wichtigste Unterschied in der ästhetischen Wirkung von Bogen- und Hängebrücken besteht wohl im allgemeinen darin, daß die ersteren mehr einen energischen und wuchtigen, die letzteren mehr einen leichten und gefälligen Eindruck machen. Gewiß gibt es auch Bogenbrücken, die verhältnismäßig leicht, und Hängebrücken, die verhältnismäßig schwer aussehen, doch dürfte in der Mehrzahl aller Fälle der oben gekennzeichnete Unterschied zutreffen. Während bei den Bogenbrücken die Hauptträger sowohl unter als auch über der Fahrbahn ausgeführt sind, liegen bei den Hängebrücken die wichtigsten Teile des Tragwerkes stets über der Fahrbahn. In den Anfängen der Entwicklung hat es zwar auch Hängebrücken mit oberliegender Fahrbahn gegeben (vergl. Mehrrens, S. 240 und 407 u. ff.). Solche Bauwerke bildeten aber doch nur seltene Ausnahmen.

Liegt das Haupttragwerk über der Fahrbahn, so ist offenbar ein möglichst leichtes Aussehen der Konstruktion erwünscht. Liegen dagegen die Hauptträger ganz oder doch größtenteils unter der Fahrbahn, dann ist ein schweres oder gedrückenes Aussehen der Träger viel eher am Platze. Man darf behaupten, daß die künstlerische Abwägung des Beschauers einen Konstruktionsteil ganz anders bewertet, je nachdem er über oder unter der Fahrbahn liegt. Ist man also durch die örtlichen Verhältnisse gezwungen, die Hauptträger ganz oder größtenteils über der Fahrbahn anzuordnen, dann wird man besser eine Hängebrücke als eine Bogenbrücke wählen, soweit nur die ästhetischen Rücksichten in Frage kommen.

Bei hochliegendem Tragwerk und untenliegender Fahrbahn fällt der Vergleich besonders dann zu Gunsten der Hängebrücken aus, wenn mehrere Hauptöffnungen vorhanden sind. Wie oben Seite 51 hervorgehoben wurde, zeigt in derartigen Fällen die obere Umgrenzungslinie mehrerer aneinander gereihter Bogenträger über den Mittelstützen jeweils eine scharfe Einsenkung, die gar nicht vorteilhaft aussieht. Bei Hängebrücken ist genau das Gegenteil der Fall. Hier bilden die Mittelpfeiler durch ihre Masse und durch ihr statisches und ästhetisches Verhältnis zum ganzen Tragwerk die am meisten und kräftigsten ins Auge fallenden Teile der Brücke. Und das ist offenbar sehr erwünscht. Wir können bei dieser Beurteilung zunächst davon absehen, ob die Pylonen aus Stein oder aus Eisen bestehen. Da die zur Stützung der Tragketten dienenden Pfeiler sehr große Druckkräfte auszuhalten haben, so müssen sie außerordentlich stark ausgebildet werden, und dies kommt ihrer ästhetischen Wirkung auch dann zugute, wenn sie aus Eisen hergestellt sind.

Als ein älteres, bedeutendes Beispiel einer Hängebrücke mit mehreren Öffnungen und eisernen Mittelpfeilern sei die Dordogne-Brücke bei Cubzac (Zusammenstellung 13, Nr. 5) erwähnt, als ein neueres die Williamsburg-Brücke in New York (vergl. oben Seite 20 und Abb. 91). Das letztere Beispiel dürfte genügen, um zu zeigen, wie bei Hängebrücken auch eiserne Mittelpfeiler machtvoll, das ganze Bauwerk gewissermaßen beherrschende Erscheinungen bilden können.

Bei dieser Gelegenheit sei auf eine nicht ganz unwesentliche Verschiedenheit zwischen Hängebrücken und Auslegerbrücken hingewiesen. Bekanntlich haben letztere zu-

weilen eine große Ähnlichkeit mit Hängebrücken, wie z. B. die in der Zusammenstellung 5 aufgeführten Bauwerke. Die oben erwähnten Pylonen dominieren nun bei den Hängebrücken viel mehr in dem Gesamtbilde als bei den Auslegerbrücken, weil bei den ersteren die sonst in Betracht kommenden Stäbe nur auf Zug beansprucht werden, also verhältnismäßig sehr dünn sind, während bei den Auslegerbrücken auch zahlreiche Druckstäbe vorkommen. Zuweilen hat man daher bei Auslegerbrücken die Mittelstützen durch Umkleidung mit Gußeisen oder sonstwie kräftiger erscheinen lassen, als sie nach ihrer konstruktiven Bedeutung sein müßten.

Aus den oben erwähnten Gründen läßt es sich wohl erklären, daß die Hängebrücken allgemein zu den schönsten Brücken der Welt gezählt werden.

In der geschichtlichen Entwicklung traten zuerst die von den oberen Enden der Pfeiler nach einzelnen Punkten der Fahrbahn gespannten Schrägketten oder — Kabel auf. Diese Anordnung hat sich rein technisch nicht bewährt, ist auch aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil sie in hohem Grade statisch unbestimmt ist. Beispielsweise wurde die von Röhling gebaute Ohio-Brücke in Cincinnati, die mit Schrägketten ausgerüstet ist, später durch besondere Versteifungsbalken verstärkt. Aber auch in ästhetischer Hinsicht wirken die Schrägketten nicht günstig. Die vielen Kreuzungen der Schrägketten mit den Hängestangen machen einen sehr unruhigen Eindruck (ähnlich wie das engmaschige Gitterwerk bei Balkenbrücken). Außerdem sieht die ganze mit Schrägketten ausgerüstete Brücke so aus, als wenn sie für vorübergehende Zwecke errichtet sei, nicht als dauerndes, monumentales Bauwerk.

Wesentlich günstiger wirkt schon die zweite der auf Seite 18 erwähnten Versteifungs-Konstruktionen, die Anordnung von Doppelketten. Sie hat aber den Nachteil, daß sie einen verhältnismäßig schwerfälligen Eindruck macht, während sonst gerade Leichtigkeit und Gefälligkeit des Aussehens ein Vorzug der alten unversteiften Hängebrücken, sowie der später noch zu betrachtenden neueren versteiften Hängebrücken (selbst bei großen Abmessungen) ist.

Am günstigsten wirken diejenigen Hängebrücken, die durch einen in Höhe der Fahrbahn liegenden Fachwerkbalken versteift sind (Elisabethbrücke in Budapest).

Das sogenannte Hängefachwerk (Anordnung der Füllungsstäbe zwischen dem Kettengurt und einem in Höhe der Fahrbahn liegenden annähernd wagrechten Gurt) bietet nicht ganz dieselbe günstige Wirkung wie die zuletzt erwähnte Art der Versteifung durch einen besonderen Balken, weil bei dem Hängewerk die Kettenform nicht ganz so deutlich und eindringlich hervortritt.

2. Hochbau.

Die Verwendung des Eisens im Hochbau hat wohl noch mannigfaltigere Formen und Bauarten hervorgebracht, als die Ausführung eiserner Brücken. Aus diesem Grunde ist es noch schwieriger, die Konstruktionsformen des Eisens im Hochbau in einer allgemeinen, nur die Hauptzüge der Entwicklung berührenden Kritik zu besprechen.

Der grundsätzliche Unterschied in der ästhetischen Wirkung von eisernen Brücken und eisernen Hochbauten besteht wohl darin, daß bei den ersteren die Linien- und

Flächenwirkung, bei den letzteren dagegen die Raumwirkung vorherrscht. Die meisten eisernen Brücken erscheinen im wesentlichen als leichte, luftige Gebilde, die aus einzelnen verhältnismäßig dünnen Stäben bestehen. Die eisernen Hallen, Dächer, Kuppeln, Türme usw. haben jedoch, ähnlich wie die übrigen Hochbauten, stets einen Raum zu bedecken, abzuschließen oder zu umgrenzen, und dieser praktische Zweck ist auch für die künstlerische Bedeutung grundlegend.

Wenn somit Raumwirkung irgend welcher Art bei einer ästhetischen Betrachtung von eisernen Hochbauten stets das Ergebnis, gleichsam die Resultierende vieler einzelner Ursachen ist, so werden wir doch auch auf diesem Gebiete gut tun, von den wichtigsten Linien auszugehen. Denn wir können ja auch zeichnerisch einen Raum niemals anders darstellen, als durch Ansichten und Schnitte, also durch Linien. Und ganz besonders für den entwerfenden Baukünstler ist es von größter Bedeutung, zunächst über die grundlegenden Linien und Schnitte seines Bauwerkes sich klar zu werden, aus denen dann die Raumwirkung hervorgehen wird.

a) Längshallen.

Diese Tatsachen und Umstände erweisen sich am einfachsten aus der Betrachtung der Längshallen, deren geschichtliche Entwicklung wir bereits früher in einem kurzen Abrisse behandelt haben. Die Längshalle erscheint in ihrer Raumwirkung gleichsam als das Produkt aus Querschnittsfläche und Länge. Haben wir also von dem Querschnitt der Halle und namentlich von dessen Umgrenzungslinie uns ein Bild gemacht, dann wird es auch nicht schwer werden, uns die Raumwirkung vorzustellen. Dazu kommt noch ein anderer Umstand. Bei der Innenwirkung vieler Längshallen, z. B. besonders der Bahnhofsbauten, spielt das eiserne Tragwerk eine wichtige Rolle. Dieses Tragwerk gleicht nun in mancher Hinsicht dem der eisernen Brücken; es erscheint ähnlich wie bei diesen gewöhnlich als leichtes, luftiges, aus einzelnen dünnen Stäben bestehendes Gebilde. Da nun durch die äußere Form dieser Träger, der „Dachbinder“, größtenteils auch die Form der Dachhaut bestimmt ist, so haben wir als wichtigstes, gleichsam tonangebendes Element einer Längshalle die *B i n d e r f o r m* zu betrachten.

Vergleicht man die verschiedenen Gruppen und Konstruktionsarten der Hallenbinder untereinander, so ergibt sich, daß in den Anfängen der Entwicklung die Bauarten vorwiegend mit Rücksicht auf ihre praktische Seite angewandt und ausgebildet worden sind, daß aber späterhin die ästhetischen Rücksichten mehr und mehr in den Vordergrund traten. Diese Behauptung trifft natürlich nur im allgemeinen, nicht für alle einzelnen Fälle zu.

Es ist begreiflich, daß man bei den Hochbauten und im besonderen bei den Bahnhofshallen das Eisen anfänglich meistens nur da verwandte, wo es die größten Vorteile bot, nämlich bei der Herstellung der Dächer. Man gelangte so zunächst zu den einfachen Satteldächern. Obgleich diese Form — äußerlich betrachtet — schon seit vielen Jahrhunderten üblich war, so konnte ihre Übertragung auf den Eisenbau doch in ästhetischer Beziehung kein günstiges Ergebnis liefern. Höchstens dürfte vielleicht die Regelmäßigkeit der Anordnung als eine Eigenschaft bezeichnet

werden, die den zahlreichen dünnen Eisenstäben in ihrer Gesamtheit einen gewissen, wenn auch geringen Reiz verlieh.

Besser als bei diesen Satteldächern zeigte sich die Eigenart des Eisenbaues an den Hallen mit gewölbter Dachform. Freilich hatte die ältere Anordnung flacher Balken- oder Bogenbinder, die auf besonderen lotrechten, gemauerten oder eisernen Stützen gelagert waren, im allgemeinen noch ein ziemlich nüchternes Gepräge. Beispiele dieser Anordnung sind in der Zusammenstellung 15 angegeben, weitere Beispiele vergl. Förster, 4. Aufl., S. 508—512. Wir haben bei solchen Hallen zwei Arten unterschieden, je nachdem die Binder auf den gemauerten Längswänden, oder auf eisernen Stützen gelagert sind. Im ersteren Falle sind die Funktionen der stützenden und der tragenden Teile in Form und Material scharf getrennt. Diese Anordnung hat ihre Vorzüge, aber auch ihre Nachteile. Die Vorzüge liegen in der Möglichkeit, der stützenden und raumabschließenden Wand eine monumentale Ausbildung zu geben, der Nachteil liegt in dem Mangel einer organischen Beziehung zwischen Stütze und Träger.

Die andere Anordnung wählte man ursprünglich wohl in solchen Fällen, in denen man nicht beabsichtigte, die Halle auch seitlich abzuschließen. Die Binder wurden dann durch eiserne Säulen gestützt. Diese Anordnung ist zwar in technischer Beziehung einfach und billig, wirkt aber in ästhetischer Beziehung doch wenig ansprechend. Da das flache Dach der ganzen Halle sein Gepräge verleiht, so ist der Gesamteindruck recht nüchtern. Besonders ungünstig wirkt bei derartigen Dächern der scharfe Knick, den die verhältnismäßig flache Neigung der Binder an den Auflagerstellen mit den lotrechten Achsen der Säulen bildet (Abb. 129). Diese Unstetigkeit in der Linienführung des Querschnittes war allerdings auch bei der oben erwähnten Anordnung gemauerter Umfassungswände vorhanden, erhielt aber durch die Verschiedenheit des Materials ihre Begründung und fiel daher in weit geringerem Grade ins Auge.

In manchen Fällen hat man die Längswände oder nur eine derselben durch Eisenfachwerk mit Glasfüllungen geschlossen. Hier, sowie an den Schürzen, bot sich Gelegenheit zu einer mehr künstlerischen Ausbildung, wenn auch in verhältnismäßig einfachen Formen. Als Beispiel einer derartigen Anordnung ist die Bahnhofshalle in Hannover zu nennen.

Eine Halle von ähnlicher Bauart ist die des Hauptbahnhofes in Straßburg im Elsaß (Abb. 135). Auch diese ist mit Bogendächern versehen, die von gußeisernen Säulen gestützt sind. Hier ist aber der Übergang von den gußeisernen Säulen zu den Bogenbindern verhältnismäßig geschickt dadurch gelöst, daß die Neigung der letzteren an ihren Auflagern ziemlich steil gewählt wurde. Namentlich muß die Anordnung der Endbinder als sehr glücklich bezeichnet werden. Bei dieser Halle ist auch die gelungene Verwendung zahlreicher aus Gußeisen gebildeter Zierformen hervorzuheben.

Im allgemeinen ist jedoch die ästhetische Wirkung der älteren durch Säulen gestützten Bogendächer nicht besonders vorteilhaft. Auch tragen die zur Aufnahme des Horizontalschubes erforderlichen Zugstangen nicht dazu bei, den Gesamteindruck günstiger zu gestalten.

Eine wesentlich eindrucksvollere Wirkung haben die auf Seite 22 unter c erwähnten Bogendächer (Beispiele

vergl. Zusammenstellung 16). Bei diesen ist in den meisten Fällen die Linie der inneren Bogengurtung stetig, ohne scharfen Knick von Fußboden-Höhe bis zum Scheitel durchgeführt; ferner zeigen alle tragenden und stützenden Teile denselben Baustoff und dieselbe Konstruktionsart. Die dritte Anordnung hat also in ästhetischer Hinsicht erhebliche Vorzüge vor den beiden ersten. In der Tat sind auch die meisten großen und monumental wirkenden Bahnhofshallen, die innerhalb der letzten 20–30 Jahre in großen Städten erbaut wurden, nach der dritten Anordnung ausgeführt.

Bei einigen der älteren von diesen Hallen sind auch Zugbänder etwa in halber Höhe der Binder angeordnet; wie z. B. bei der Halle des Schlesienschen Bahnhofs in Berlin und des Hauptbahnhofs in Mainz; im Laufe der Entwicklung verschwinden aber diese Zugbänder.

Man darf den meisten dieser Hallen denselben ästhetischen Vorzug zuschreiben, den wir oben Seite 45 bei den Bogenbrücken erörtert haben: Es herrscht ein einfacher Grundgedanke vor, der von dem Beschauer leicht ästhetisch aufgefaßt werden kann. Dieser Grundgedanke besteht auch hier zumeist in der Anwendung eines mehr oder weniger stetig gekrümmten Bogens. Allerdings hat dieser bei den Hallen eine etwas andere Funktion als bei den Brücken; er wirkt nicht nur tragend, sondern auch raumabschließend.

Wir können den erwähnten Vorzug der dritten Konstruktionsart auch so ausdrücken: Bei den ersten beiden Anordnungen (a und b) stehen die stützenden und die tragenden Teile in keinem oder nur in geringem organischem Zusammenhange; bei der dritten Anordnung (c) ist der organische Zusammenhang in weit höherem Maße durchgeführt.

Eine interessante Würdigung der ästhetischen Eigenschaften unserer großen Eisenhallen auf baugeschichtlicher Grundlage findet sich in dem oben angeführten Werke: „Eisenbauten, ihre Geschichte und Ästhetik“ von Dr. Alfred Gotthold Meyer unter dem Abschnitte: „Neue Weite“. Es wird dort namentlich die Wirkung der Maschinenhalle der Pariser Weltausstellung (1889) feinsinnig erläutert. Meyer vergleicht diese Halle mit der Sophienkirche in Konstantinopel und findet den grundlegenden Unterschied in dem Verhältnis der Weite zur Höhe. Bei der Sophienkirche ist das Verhältnis 5 : 9, bei der Pariser Maschinenhalle etwa 10 : 4. Noch auffallender ist der Unterschied dieses Verhältnisses bei Vergleich mit dem Kölner Dom, dort ist nämlich das Verhältnis der Breite zur Höhe 45 : 140 = rund 10 : 31. Die Pariser Maschinenhalle ist insofern typisch für die neueren großen Eisenhallen, als bei den meisten wie dort das Verhältnis der Breite zur Höhe etwa 10 : 4 beträgt. Am größten ist es wohl bei der Halle des Bahnhofes Friedrichstraße mit etwa 10 : 5,2.

Nach Meyer bietet die Pariser Maschinenhalle gegenüber den großen Monumentalbauten früherer Zeiten drei neue ästhetische Werte: Neue Weite, neue Helle, neue Konstruktionsformen.

Im Anschluß an das Werk von Schmarsow (das Wesen der architektonischen Schöpfung, Leipzig 1894, S. 15 u. ff.) kommt Meyer zu folgenden Betrachtungen:

„Von den drei Ausdehnungen des Raumgebildes ist für den Raumwert der Baukunst die eindrucksvollste

zweifellos die Höhe. Sie ist die „Dominante“, die der Körperachse des Menschen entspricht. Im ästhetischen Rang folgt sodann die Tiefe (Länge), die Richtung unserer freien Bewegung nach vorwärts und zugleich unseres Blickes. Die Ausdehnung dieser Bewegungsfreiheit nach den Seiten, die Breite, folgt zuletzt“.

„Auch in der geschichtlichen Entwicklung des hallenartigen, ungeteilten Einraumes hat die Höhe bisher eine viel wesentlichere Rolle gespielt als die Breite. Die Gründe dafür waren sowohl konstruktiver wie ästhetischer Art“.

Es wird dann weiterhin gezeigt, wie in den verschiedenen Zeitaltern der Baukunst das Verhältnis der Höhe zur Breite eine sehr verschiedene Rolle gespielt hat, wie aber im besonderen durch die Gotik die Höhe einen völligen Sieg über die Breite davontrug. Die Renaissance gab keiner einzelnen Raumdimension den Vorzug, ihr Wesen besteht vielmehr gerade auch hier in einem harmonischen Ausgleich, doch in der Barockhalle herrsche immer noch jener „Zug nach oben“. — „Solange Kirchenräume mehr sein wollen als Versammlungsräume, solange sie den Gedanken des Ewigen bergen sollen, wird der ungeteilte Einraum ihnen nur bei einem Übergewicht der Höhe über die Breite genügen“.

Ganz anders wurde das Verhältnis in den zahlreichen Profan- und Nutzbauten der Neuzeit. Hier erforderten die verschiedenen praktischen Bedürfnisse möglichst weite, durch Stützen nicht beengte Räume, während es auf große Höhe viel weniger ankam. Offenbar zeigte sich in solchen Bauwerken, die den Bedürfnissen der breiten Massen dienten, ein stark demokratischer Zug der Zeit, der gewissermaßen auch sinnbildlich in dem Überwiegen der Breite über die Höhe hervortrat.

Übrigens ist noch der Umstand von Interesse, daß das Bestreben stärkerer Betonung der Breite gegenüber der Höhe bereits im Kirchenbau des fünfzehnten Jahrhunderts hervortrat. Während bekanntlich die Hochgotik einen durchaus aristokratischen Charakter trug, zeigte sich schon zu Ausgang des Mittelalters ein mehr demokratischer Zug, der den Bedürfnissen der Gemeinde mehr entgegenkommen wollte und schon aus praktischen Gründen die Breite im Verhältnis zur Höhe wieder mehr betonte.¹⁾

Wenn nun auch im Gegensatz zu den mittelalterlichen Kirchen bei den Eisenhallen der Neuzeit die Breite stets die Höhe bei weitem überwiegt, so hat man doch zuweilen, wenigstens bei den älteren dieser Hallen das Bedürfnis empfunden, die Höhenrichtung wenigstens symbolisch zu betonen. Dies geschah durch Verwendung eines stumpfen Spitzbogens (vergl. Nr. 1, 4, 5, 7, 10 der Zusammenstellung 16). Es mag dahingestellt bleiben, ob diese Formen eine Erinnerung an den gotischen Baustil bedeuten; immerhin war wohl die Absicht vorhanden, durch einen Spitzbogen der verhältnismäßig flachen Decke eine aufwärtsstrebende Bewegung zu geben. Bei einigen dieser Hallen (Nr. 4, 5, 7) mag auch die Anordnung eines Scheitelgelenkes für die Wahl eines Spitzbogens gesprochen haben. Bei den neueren Hallen verschwindet die Spitzbogen-Form fast ganz, beispielsweise

¹⁾ Matthaei, Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts, S. 5 u. 9.

ist sie bei den Bahnhofshallen in Bremen und Dresden nur noch in ganz schwachen Rudimenten vorhanden. Hierdurch gewann man zwar an Stetigkeit der Linienführung, verlor aber zugleich jene ideale Betonung der Höhenrichtung.

Durch die verhältnismäßig geringe Höhe der ganzen Halle war man zumeist veranlaßt, mit der inneren Bogengurtung unmittelbar über dem Kämpfer in die Krümmung und eine geneigte Lage überzugehen. Diese Eigenschaft wirkt aber nicht vorteilhaft, weil der Bogen hierdurch etwas Gedrücktes erhält, trotz seiner bedeutenden Abmessungen. Die Architekten geben bekanntlich sehr oft ihren Bögen eine gewisse Überhöhung, d. h. sie fügen ein kurzes lotrechtes Stück unter dem gekrümmten Teile hinzu, an das sich der Bogen selbst tangential anschließt. Eine solche Anordnung trägt nun viel dazu bei, dem Ganzen einen stolzen und freien Eindruck zu geben. Diese Eigenschaft fehlt aber bei solchen Bögen, die unmittelbar über dem Kämpfer in die geneigte Lage und in die Krümmung übergehen.

Von noch größerer Wichtigkeit ist das Verhältnis der beiden Gurtungen zu einander. In den meisten Fällen ist die Halle auf den Langseiten durch lotrechte Wände abgeschlossen. Hierdurch war man wohl oder übel genötigt, die äußere Bogengurtung in ihrem unteren Teile lotrecht anzuordnen. Hier nehmen also die beiden Bogengurtungen einen ganz verschiedenen Verlauf; sie kümmern sich sozusagen gar nicht umeinander, die innere Bogengurtung folgt ungefähr dem Verlauf der Stützlinie, während die äußere sich der umschließenden Wand anschniegt. Außerdem ist auch der Abstand der beiden Gurtungen sehr verschieden. Unmittelbar über dem Kämpfergelenk ist dieser Abstand sehr klein, in der Nähe der Dachtraufe dagegen verhältnismäßig sehr groß. Ferner hat man, um der Umfassungswand die erwünschte Höhe geben zu können, zwischen dieser Wand und dem Binder häufig Aufsattelungen angeordnet, die dann oft einen etwas gekünstelten Eindruck machen.

Infolge der geschilderten Eigenschaften machen die meisten derartigen Binder in ihrem unteren Teile einen wenig harmonischen Eindruck. Besonders deutlich machten sich diese Umstände bei Hallen mit Spitzbogenform bemerkbar. Die Erbauer der Pancras-Halle in London (Zusammenstellung 16, Nr. 1) haben offenbar in richtiger Erkenntnis darnach gestrebt, den Bogengurtungen über dem Auflager eine möglichst lotrechte Richtung zu geben, indem sie den untersten Teil in stärkerer Krümmung anordneten als den oberen (Abb. 127).

In Deutschland ist man der erwähnten Schwierigkeit zum Teil dadurch aus dem Wege gegangen, daß man die Höhe vergleichsweise ziemlich groß annahm (Bahnhof Friedrichstraße und Alexanderplatz in Berlin). Bei den meisten anderen Hallen (auch solchen mit ungefähr halbkreisförmigen Bögen) nahm man eine von der Lotrechten ziemlich stark abweichende Neigung der inneren Bogenlinie in Kauf. Am stärksten weicht wohl die innere Gurtung bei der Kölner Halle von der Lotrechten ab, und das ist in ästhetischer Beziehung wohl der schwächste Punkt dieses sonst schönen und wirkungsvollen Bauwerks.

Die hier geschilderten Schwierigkeiten, die bei dem Entwerfen weiter und verhältnismäßig niedriger Hallen in

Bezug auf die Gestaltung des unteren Binderteils auftraten, haben vielleicht dazu beigetragen, noch andere Hallenformen auszubilden, die zwischen den Seite 22 mit b und c bezeichneten ungefähr die Mitte halten. Das bedeutendste Bauwerk dieser Gruppe ist die Maschinenhalle der Weltausstellung in Paris 1889 (Abb. 159 u. 160). Als Kennzeichen dieses Typus haben wir die Satteldachform (oder wenigstens eine Annäherung an diese) und die bogenförmige Überleitung aus der lotrechten Richtung des unteren Teiles in die obere flachgeneigte bezeichnet (Seite 26).

Indem die Verfasser der Entwürfe bei diesen Hallen auf einen annähernd stetigen Verlauf der Krümmung und auf die starke Hervorhebung der bis dahin typischen Bogenform verzichteten, gewannen sie andererseits an Bewegungsfreiheit. Man konnte nunmehr die Gurtungen bis zu beliebiger Höhe lotrecht führen und dann mit beliebiger Krümmung in die Neigung des Satteldaches übergehen.

Bei der Halle der Pariser Weltausstellung hat man den unteren lotrechten Teil ziemlich niedrig angeordnet und der daran anschließenden Krümmung einen verhältnismäßig großen Halbmesser gegeben. Diese Lösung scheint glücklicher zu sein, als die der Halle des neuen Hamburger Hauptbahnhofes, bei der die scharfe Krümmung an dem Übergang aus der Lotrechten in das Satteldach eine gewisse Härte zeigt. (Abb. 137.) Auch machen die hohen Binderfüße dieser Halle einen etwas dünnbeinigen Eindruck und es sieht fast so aus, als ob diese Füße nach außen etwas gekrümmt seien. Dies ist aber nur eine Sinnestäuschung, die davon herrührt, daß unmittelbar an die scharfe Krümmung die langen geradlinigen Teile der beiden Gurtungen angeschlossen sind. — Indessen ist der Gesamteindruck der Hamburger Halle überaus wichtig.

Wir haben die beiden zuletzt genannten Hallen miteinander verglichen, weil beide nahezu die Grenzfälle darstellen, innerhalb deren der angedeutete Grundgedanke verwirklicht werden kann. Eine zwischen beiden Grenzfällen liegende Form zeigt die Markthalle in Hannover (Zusammenstellung 17, Nr. 7, Seite 26 und Abb. 153). Hier ist die lotrechte Richtung so hoch durchgeführt, daß sie hinreichend stark betont erscheint; andererseits hat die anschließende Krümmung einen angemessenen Halbmesser erhalten. Insofern scheint die Gesamtform glücklich angeordnet. Ob indessen die an einen Tudorbogen erinnernde anscheinend etwas konkave Gestalt des oberen Teiles für den Gesamteindruck günstig ist, erscheint zweifelhaft. Tatsächlich ist übrigens diese Form nicht konkav, sondern beide Gurtungen verlaufen in dem oberen Teile vollkommen geradlinig. Dadurch, daß diese langen geraden Linien ohne vermittelnden Übergang an die Krümmung von verhältnismäßig kleinem Halbmesser angeschlossen sind, entsteht jene Täuschung, als ob die Krümmung im oberen Teile konkav verlaufe. Eine ähnliche Täuschung hatten wir ja bei den Binderfüßen der Hamburger Halle bemerkt.

Man kann hieraus die Regel ableiten, daß es mit Rücksicht auf die ästhetische Wirkung nicht zu empfehlen ist, lange gerade Linien ohne Vermittlung an Krümmungen von kleinen Halbmessern anzuschließen. Vielmehr ist ein möglichst stetiger Übergang der Krümmung, nicht nur der Richtung erwünscht.

Bei der Halle der Pariser Weltausstellung und bei der Hamburger Halle sind die Gurtungen im oberen Teile tatsächlich nicht geradlinig, sondern sehr schwach gekrümmt angeordnet. Es sieht aber so aus, als ob diese Teile vollkommen geradlinig wären.

Die beiden zuletzt erwähnten Hallen haben im wesentlichen eine vorteilhaftere Ausbildung der Binderfüße erhalten als die Hallen der Zusammenstellung 16. Dagegen wirken die nahezu geradlinigen, an ein Satteldach erinnernden oberen Teile doch etwas nüchtern, namentlich bei der Halle der Pariser Weltausstellung. Dieser Umstand hat wohl bei den neuen Bahnsteighallen in Metz dazu geführt, daß die Binderfüße zwar lotrecht, der obere Teil der unteren Gurtung jedoch in einem flachen Bogen angeordnet wurde. Die obere Gurtung ist in der Mitte auf ein kurzes Stürk geradlinig ausgeführt. Diese Form vermittelt also zwischen den zuletzt betrachteten Binderarten und denjenigen mit flachgekrümmter Dachhaut. Eine Anordnung wie die der Metzger Hallen dürfte wohl von sämtlichen bis jetzt ausgeführten Binderformen ästhetischen Ansprüchen am meisten genügen. Namentlich ist die innere Gurtung bei diesen Hallen sehr gefällig ausgeführt.

Bei der Wandgliederung der Bogenbinder sind im Laufe der geschichtlichen Entwicklung dieselben Arten aufgetreten wie bei den Balkenbrücken und Bogenbrücken. Namentlich ist bei den Hallen der Zusammenstellung 16 meistens das Ständerfachwerk mit gekreuzten Diagonalen ausgeführt worden, ähnlich wie bei mehreren Bogenbrücken der Zusammenstellung 8 (vergl. oben Seite 14). Diese Anordnung hat den Vorteil, daß sie verhältnismäßig ruhig wirkt, daß hierbei jedes Feld für sich eine symmetrische Anordnung zeigt, und daß sie ziemlich engmaschig aussieht. Offenbar ist es erwünscht, daß der ganze Binder, wenn er auch in sich gegliedert ist, doch als geschlossenes Ganzes erscheint. Aus diesem Grunde dürfte es sich empfehlen, die Abstände der einzelnen Füllungsstäbe verhältnismäßig klein anzunehmen.

Nicht unwichtig ist die Frage, ob man bei gegliederten Bogenbindern die Pfosten rechtwinklig zu den Gurtungen, oder lotrecht anordnen soll. Bei den meisten, namentlich älteren Hallen findet sich die erstere Anordnung. Nach meiner Auffassung ist diese sowohl aus praktischen Gründen, als auch in ästhetischer Beziehung der anderen vorzuziehen. Offenbar ergeben sich die einfachsten Knotenverbindungen, wenn die Pfosten stets annähernd rechtwinklig zur Gurtung liegen. Ordnet man aber die eine Schar der Füllungsstäbe nicht rechtwinklig zu den Gurtungen, sondern in der Richtung der Schwerkraft an, so erhält man entweder im unteren Teile des Binders sehr spitzwinklige Anschlüsse an die Gurtungen, oder man muß eine Unregelmäßigkeit in der Anordnung der Füllungsglieder in Kauf nehmen. Beides sollte aus ästhetischen Gründen vermieden werden. Es ist daher zu empfehlen, alle Pfosten annähernd rechtwinklig zu den Gurtungen zu legen.

Bei vielen Hallen sind die Binder paarweise in Abständen von etwa 1 m, als sogenannte Doppelbinder, ausgeführt und durch ein Fachwerk gegenseitig verbunden. (Beispiele: Zusammenstellung 16, Nr. 4–10). Diese Bauart ist in praktischer Beziehung insofern zweckmäßig, als die seitliche

Steifigkeit der Binder außerordentlich erhöht wird. Aber auch in ästhetischer Hinsicht wirkt die Anordnung günstig, weil derartige Binder weit mehr als räumliche Systeme erscheinen, als die einfachen Binder. Ein Übelstand ist nur, daß die vielen, in verschiedenen Ebenen liegenden Füllungsstäbe der Fachwerkgliederung in der perspektivischen Ansicht sich überschneiden und dadurch teilweise ein etwas unruhiges Aussehen zeigen.

Abgesehen von den Bindern, den Hauptkonstruktions teilen der Hallen, sind noch verschiedene andere Teile für die ästhetische Wirkung von Einfluß. Hierzu gehören vor allem die Pfetten. Bei den Hallen der Berliner Bahnhöfe Friedrichstraße und Alexanderplatz sind die Pfetten nach zwei zueinander senkrechten Richtungen gegliedert; in der Längsansicht haben sie fischbauchartige Gestalt. Vermutlich lag hierbei die Absicht zu Grunde, die Pfetten einerseits in beiden Richtungen (parallel zur Bindergurtung und rechtwinklig dazu) möglichst steif zu machen und andererseits sie auch möglichst leicht erscheinen zu lassen. Die erstere Absicht ist wohl jedenfalls erreicht, ob aber die ästhetische Wirkung günstig ist, muß bezweifelt werden. Es sieht fast so aus, als ob die Pfetten durchhängen, und dieser Eindruck sollte m. E. vermieden werden. Bei den neueren Hallen sind die Pfetten in der Regel aus Walzeisen hergestellt (unten gewöhnlich , oben  Eisen). Diese Anordnung wirkt auch in ästhetischer Hinsicht bedeutend besser als die oben erwähnte.

Nur bei besonders großen Abständen der Binder hat man die Pfetten auch neuerdings zuweilen gegliedert ausgeführt, z. B. bei der Halle des Hamburger Hauptbahnhofes. Hier sind die Untergurte der Pfetten in der Nähe der Binder bogenförmig nach abwärts geführt. Diese Form wirkt in ästhetischer Beziehung entschieden günstig. Die gegliederten Pfetten sind aber nur an einzelnen Stellen in größeren Abständen ausgeführt; die Belastung der Dachhaut wird auf sie durch ein System von Sparren und Pfetten mit kleineren Stützweiten (Nebenpfetten) übertragen. Diese Anordnung hat bei so großen Abmessungen auch in ästhetischer Hinsicht bedeutende Vorteile. Die gegliederten Hauptpfetten sind nur in geringer Zahl vorhanden und treten als wichtige Konstruktionsteile stark hervor, während die vollwandigen Sparren und Nebenpfetten nur als untergeordnete Glieder erscheinen. Hierdurch gewinnt das ganze Tragwerk bedeutend an Klarheit und Übersicht.

Bei Hallen mit kleineren oder mittleren Stützweiten, wie sie in letzter Zeit sehr häufig ausgeführt worden sind, hat man die Binder in der Regel vollwandig hergestellt. Der untere Teil der Binder wird hierbei fast regelmäßig lotrecht und aus Walzeisen ähnlicher Sorte wie der obere bogenförmige Teil ausgeführt. Entweder geht man nun in einer gewissen Höhe mit einem scharfen Knick plötzlich in einen verhältnismäßig flachen Bogen über (Bahnsteighallen Essen und Krefeld) oder aber man schließt zunächst einen Bogen von kleinem Halbmesser an, der dann in die flachere Krümmung des oberen Teils übergeht. (Bahnsteighalle in Kiel.) Über den ästhetischen Nachteil der plötzlich erfolgenden Richtungsänderung wurde bereits Seite 59 einiges bemerkt. Jedenfalls ist also diejenige Anordnung in ästhetischer Hinsicht vorzuziehen, bei welcher die Richtungsänderung durch

Einlegen eines Bogens von kleinem Halbmesser vermittelt wird. Bei der Bahnsteighalle in Homburg v. d. Höhe ist der obere gekrümmte Teil in einem verhältnismäßig steilen Bogen angeordnet, so daß der erwähnte Knick bei dem Übergang aus dem lotrechten in den gewölbten Teil weniger stark auffällt (Abb. 139).

Die kleinen einstieligen Bahnsteighallen sind bekanntlich in den letzten Jahren bei den meisten Eisenbahnverwaltungen sehr beliebt geworden und finden sich heute auf vielen kleineren und mittleren Bahnhöfen. Sie bieten zwar ein ziemlich nüchternes Aussehen, haben jedoch in den meisten Fällen den Vorzug, daß sie wenigstens — „nichts verderben“. Es ist bekanntlich eine sehr schwierige und bis jetzt sehr selten glücklich gelöste Aufgabe, eine größere, einen geschlossenen Raum darstellende Bahnsteighalle in harmonische Beziehung zu dem angrenzenden Empfangsgebäude zu setzen. Bei den kleinen einstieligen Hallen ist diese Schwierigkeit viel geringer, weil das Empfangsgebäude hier gewöhnlich an Höhe bedeutend überwiegt. Auch wirkt die einstielige Halle nicht als raumabschließendes, sondern nur als raumbedeckendes Gebilde; sie erscheint deshalb als ein ganz anderer Organismus, als das in der Nähe befindliche Empfangsgebäude. Aus diesem Grunde braucht auf eine ästhetische oder organische Beziehung zwischen Bahnsteighalle und Empfangsgebäude bei den einstieligen Hallen kaum noch Wert gelegt zu werden. Dagegen passen diese anspruchslosen Bauwerke ganz gut zu den sonstigen, auf den meisten Bahnhöfen vorhandenen Gegenständen, wie Signalen, Signalbrücken, Stellwerken, Güterschuppen, Hebezeugen usw., die alle eine gewisse nüchterne Sachlichkeit aufweisen.

Die Frage, ob man auf mittleren und größeren Bahnhöfen entweder kleine (einstielige oder zweistielige) oder aber große, weitgespannte Hallen ausführen soll, ist in den letzten Jahren mehrfach erörtert worden (vergl. z. B. Handb. d. Arch. IV. Teil, 2 Halbb. 4. Heft 1911, S. 327—330). Meine persönliche Ansicht in dieser Frage geht — soweit sie sich überhaupt grundsätzlich behandeln läßt — dahin, daß man in derartigen Fällen möglichst den Mittelweg einschlagen, also etwa Stützweiten von 20 bis höchstens 30 m verwenden solle. Sehr oft wechselt bei größeren Bahnhöfen je ein Personenbahnsteig mit einem Gepäckbahnsteig ab. Ist z. B. die Gleisentfernung bei einem Personenbahnsteig etwa 13 m, bei einem Gepäckbahnsteig etwa 7 m und stellt man in der Mitte jedes Personenbahnsteiges eine Stützenreihe auf, während die Gepäckbahnsteige frei bleiben, so wird die Stützweite etwa 20 m. Alsdann kommt man noch ganz bequem mit vollwandigen Bindern aus und die Kosten werden nicht sehr viel größer als bei einstieligen Hallen. Andererseits läßt sich mit Hallen von mittleren Stützweiten doch eine erheblich bessere ästhetische Wirkung erzielen, als bei den kleinen einstieligen. Nur bei ganz großen Bahnhöfen sollte man weitgespannte Hallen (40—60 m Stützweite) verwenden.

b) Kuppeln.

Wir können etwa folgende Gruppen unterscheiden:

1. Reine Nutzbauten, wie Lokomotivschuppen und Gasbehälter. Hier ist die Kuppelform nur aus praktischen Gründen gewählt, weil die kreisförmige oder regelmäßige

vieleckige Anordnung des Grundrisses hierzu Veranlassung gab. Der Aufriß zeigt in der Regel eine flache Wölbung; der Meridian ist bei den am meisten verwendeten Schwedler'schen Kuppeln gewöhnlich eine kubische Parabel. Diese aus theoretischen Gründen gewählte Form wirkt aber in ästhetischer Beziehung wenig günstig. Sie sieht etwas gedrückt aus, weil der Scheitel zu wenig hervorgehoben ist. Diesen Übelstand vermag auch die Laterne nicht auszugleichen. (Abb. 187).

2. Gewächshäuser. Auch hier wurde die Bedachungsart vorwiegend aus praktischen Gründen gewählt; es ergab sich jedoch nicht selten eine günstige ästhetische Lösung. Der Grundriß ist in der Regel rechteckig oder quadratisch, wie bei dem Palmenhause in Bonn (Seite 32), zuweilen auch kreisrund oder regelmäßig-vieleckig. Bei dem Palmenhause in München hat der Unterbau einen quadratischen, die Kuppel dagegen einen kreisförmigen Grundriß. Der Aufriß derartiger Kuppeln zeigt sehr verschiedene Formen. Die Meridianform ist häufig ähnlich wie bei den später unter d) zu besprechenden Monumentalbauten gewählt. In anderen Fällen sind die Meridiane geradlinig, so daß statt der Kuppel ein Zeltdach entsteht. Als Beispiele seien der Wintergarten in Yarmouth (Seite 32) und das Palmenhaus in Hannover (Seite 32) erwähnt. Auch bei solchen Zeltdächern ist in der Regel eine Laterne vorhanden.

Die bei den Pflanzenhäusern verwendeten Kuppel- und Zeltdächer haben wohl zumeist etwas nüchterne Formen, geben aber doch dem Ganzen eine eigenartige, der Bedeutung eines Zentralraumes entsprechende Bekrönung.

3. Bei der Verwendung von Kuppeln für Ausstellungsbauten haben wir zwei Fälle zu unterscheiden. In dem einen Falle ist die Kuppel ganz oder vorwiegend als bekrönendes Motiv für die Wirkung der Außenansicht gewählt. Bei der Innenansicht kommt dann die Form der Kuppel wenig oder gar nicht zur Geltung, weil die Konstruktion durch eine innere, verhältnismäßig niedrige Decke verhüllt wird, in der sich gewöhnlich ein Oberlicht befindet. Als Beispiel sei die Kuppel des Hauptgebäudes der Düsseldorfer Ausstellung 1902 erwähnt.¹⁾

Der zweite, jedoch verhältnismäßig seltene Fall findet sich bei großen Ausstellungsräumen, die durch innen sichtbare Kuppelkonstruktionen überdeckt werden. Die bedeutendsten Beispiele hierfür sind das Hauptgebäude der Ausstellung in Lyon 1894 und die Ausstellungs- und Festhalle in Frankfurt a. M. (Seite 29 und Abb. 163). In beiden Fällen besteht das Tragwerk der Kuppel aus einer Reihe radial gestellter Bogenbinder. Diese haben zugleich auch eine wichtige ästhetische Bedeutung insofern, als sie eine stark hervortretende Gliederung der sonst einförmigen Kuppelfläche hervorbringen und die Form des Meridianbogens deutlich betonen. Offenbar ist diese zweite Verwendung von Kuppelkonstruktionen viel naturgemäßer und sinnvoller als die erste. In dem zuerst erwähnten Falle handelt es sich im wesentlichen um ein Dekorationsglied, das zur Bekrönung des Ganzen dienen soll, im zweiten jedoch um eine organische, aus der Natur der gestellten Aufgabe entsprungene Lösung, die zugleich auch einen hohen ästhetischen Wert besitzt.

4. Die Verwendung von eisernen Kuppeln für große,

¹⁾ Z. d. Bauverw. 1902, S. 627.

steinerne Monumentalbauten erfolgte gleichfalls vorwiegend oder fast ausschließlich mit Rücksicht auf die äußere Ansicht des Bauwerkes. Auch bei solchen Gebäuden wurde in der Regel unterhalb der die Dachhaut tragenden äußeren Kuppel eine zweite, erheblich tiefer liegende Kuppel oder auch eine flache Decke angeordnet, welche die erstere für die Innenansicht völlig den Blicken des Beschauers entzog.

Als ein bemerkenswertes Beispiel sei die 1889–94 erbaute Universitäts- und Landesbibliothek in Straßburg i. E. erwähnt. Dieses Gebäude wird durch eine Kuppel gekrönt, die einen quadratischen Grundriß von etwa 18 m Seitenlänge hat und über dem Lesesaal errichtet ist. Die Decke desselben ist als Spiegelgewölbe mit vier Stüchkappen ausgebildet; in der Mitte befindet sich ein quadratisches, gleichfalls gewölbtes Oberlicht. Die Höhe dieses Oberlichtes über dem Fußboden des Lesesaales ist nur etwa halb so groß wie die Höhe der Kuppelspitze über demselben Fußboden!¹⁾

Ähnliche, wenn auch nicht ganz so auffallende Beispiele ließen sich gewiß in großer Zahl anführen. So befindet sich über dem Justizgebäude in München eine große, durch Eisenkonstruktion getragene Kuppel, an der die Glasdecke der Zentralhalle aufgehängt ist. Diese Decke ist aber bedeutend flacher und liegt viel tiefer als die äußere Kuppel. — Bei dem Reichstagsgebäude in Berlin liegt die Kuppel bekanntlich über dem Sitzungssaal, der durch ein flaches, bedeutend unterhalb der Kuppel liegendes Oberlicht abgedeckt ist. (Abb. 9, Seite 81).

Und selbst noch bei dem neuen 1907 eröffneten Kurhause in Wiesbaden liegt die innere Kuppel mit dem Oberlichte ganz bedeutend tiefer als die äußere, den Schutz gegen Witterung gewährende und von außen allein sichtbare Kuppel.

Wenn man einen durch die Achse der Kuppel gelegten Vertikalschnitt eines solchen Gebäudes betrachtet, dann wird man eines gewissen Bedauerns sich nicht erwehren können. Man hat das Gefühl, hier vor einer großen Raumverschwendung zu stehen. Wozu ist denn die äußere Kuppel so hoch hinaufgebaut worden, wenn der hierdurch geschaffene Innenraum gar nicht nötig war, oder: wenn er nicht entwickelt wurde zu dem, was er hätte werden können?

Diese Fragen erklären sich zunächst in einfacher Weise dadurch, daß hier ähnlich wie bei jenen Ausstellungsbauten (Seite 61) die Kuppel vorwiegend als äußeres Dekorationsstück betrachtet wurde und zu wenig als organischer Bestandteil des Gebäudes oder als raumbegrenzendes Glied.

Will man jedoch diesen Fragen noch etwas mehr auf den Grund kommen, so wird man zunächst die technische Seite der Aufgabe betrachten müssen. Offenbar ist es in derartigen Fällen erwünscht, nicht nur eine äußere, Schutz gegen die Witterung gewährende Kuppel, sondern auch eine innere, den Raum nach oben abschließende Wölbung oder Decke zu haben. Ferner ist es erwünscht, den Raum zwischen beiden begehbar zu machen, um die Konstruktion jederzeit untersuchen und ausbessern zu können.

Offenbar hat die Anwendung von Eisenkonstruktionen für Kuppelbauten in der Baugeschichte einen ungeheuren Fortschritt bedeutet. Durch die neue Bauweise ist es heute ermöglicht, Kuppeln von geringem Gewicht und großer

¹⁾ Vgl. das Werk: „Straßburg und seine Bauten“, S. 440–441.

Festigkeit in bedeutender Höhe mit verhältnismäßig geringen Mitteln zu errichten, ohne daß die unterstützenden Mauern unverhältnismäßig stark zu werden brauchen. Und eine ganz besonders wichtige Eigenschaft aller neueren Kuppelkonstruktionen liegt ja darin, daß der Innenraum von allen Konstruktionsteilen und Spannstrangen frei bleibt. Wenn man nun behaupten wollte, der neue Baustoff habe einen völlig neuen Raumwert geschaffen, so wäre damit vielleicht zu viel gesagt. Auch schon die alte Baukunst kannte Kuppeln von bedeutenden Abmessungen, die in großer Höhe errichtet waren. Aber es handelt sich hierbei fast immer um Kirchenbauten. Bei diesen ist es wohl begreiflich, daß eine große Höhe der betreffenden Zentralräume angestrebt wurde.

Von der nicht geringen Zahl eiserner Kuppeln der Neuzeit sind jedoch die meisten auf Profanbauten errichtet. In vielen Fällen wurde wohl das für Bekrönungen wohlbekannte Motiv in mehr äußerlicher Weise wieder verwendet. Mit der bedeutenden, zur Verfügung stehenden Höhe wußte man anscheinend deshalb nicht viel anzufangen, weil man es gar nicht gewohnt war, Räume für profane Zwecke mit so ungewöhnlichen Höhenverhältnissen zur Verfügung zu haben. Dazu kam vielleicht noch eine gewisse Scheu der Architekten vor den eisernen Kuppelkonstruktionen, die viel eher großen Spinnweben, als einem herkömmlichen Gebilde der Baukunst glichen. So war man veranlaßt, diese Teile möglichst zu verbergen und ihnen selbst mit der verdeckenden Hülle — möglichst fern zu bleiben.

Bei einem Vergleich solcher Bauwerke mit den früher betrachteten Längshallen fällt ein bedeutender, grundsätzlicher Unterschied auf. Bei diesen hatten wir große ungeteilte Breite als neuen Raumwert kennen gelernt (vergl. oben Seite 58). Bei den durch Eisenkonstruktionen bedeckten Zentralräumen haben wir dagegen auch eine größere Freiheit an Höhenentwicklung dadurch bekommen, daß nunmehr die Herstellung solcher Räume von großer Weite und Höhe technisch gegen früher bedeutend erleichtert worden ist. Es wäre freilich zu wünschen, daß dieser in gewisser Hinsicht doch neue Raumwert auch von den Architekten mehr als bisher gewürdigt und verwertet werden möge.

In der Grundrißanordnung derartiger Kuppeln haben wir zwei Gruppen zu unterscheiden. Einerseits ist der Grundriß ein Kreis oder ein regelmäßiges Vieleck mit großer Seitenzahl — andererseits ein Rechteck, Quadrat oder ein Achteck mit vier langen und vier kurzen Seiten (abgestumpftes Rechteck). Das regelmäßige Achteck bildet gleichsam das Mittelglied zwischen beiden Fällen.

Diese verschiedenen Bauarten haben in ästhetischer Hinsicht sehr verschiedene Wirkungen. An und für sich betrachtet macht eine Kuppel mit kreisförmigem Grundriß einen vorteilhafteren Eindruck als eine Kuppel mit rechteckigem oder quadratischem Grundriß. Es ist ein allgemeines ästhetisches Gesetz, daß eine regelmäßig gekrümmte Linie angenehmer empfunden wird, als eine vollkommen gerade Linie. Daraus geht hervor, daß eine nach zwei Richtungen gekrümmte Fläche ebenfalls günstiger wirkt, als eine nur einseitig gekrümmte Fläche, wie sie bei Kuppeln mit rechteckigem Grundriß gewöhnlich vorkommt. Außerdem bringt

auch die kreisrunde Anordnung den Gedanken eines Zentralraumes viel deutlicher zum Ausdruck als die rechteckige oder quadratische Form. Andererseits zeigen Kuppeln in der Form von Klostergewölben, wie sie bei rechteckigem Grundriß zuweilen ausgeführt sind, in den scharfen Graten eine unschöne Härte. Aus diesem Grunde sind die Grate bei größeren Kuppeln zuweilen abgeschrägt worden, indem man den rechteckigen Grundriß in einen achteckigen mit vier langen und vier kurzen Seiten verwandelte.

Es ist eine bemerkenswerte Tatsache, daß die kreisrunde Form gewöhnlich bei Kirchen, die quadratische oder rechteckige (mit der erwähnten Änderung) jedoch in der Regel bei Profanbauten verwendet wurde. Der erstere Umstand ist wohl in erster Linie auf die Wirkung der Tradition zurückzuführen. Die durch eine kreisrunde oder auch achteckige Kuppel gekrönte Renaissance-Kirche ist bekanntlich in der Baugeschichte eine typische Erscheinung geworden. Hierdurch ist es begreiflich, daß man auch im neunzehnten Jahrhundert bei Kirchen gern auf derartige Formen zurückgriff.

Auch in der Gestaltung des Aufrisses solcher Kuppeln folgte man gerne den Vorbildern der Renaissance. In der Regel gab man auch neuerdings der Kuppel eine Überhöhung in dem sogenannten Tambour. Auch wurde der Meridianbogen des gewölbten Teiles häufig nicht als reiner Halbkreis, sondern als stumpfer Spitzbogen ausgebildet, z. B. bei der Nikolai-Kirche in Potsdam. Hierdurch erhielt die Kuppel einen bedeutend vorteilhafteren Eindruck als bei reiner Halbkugelform. Die von früheren Zeiten gewohnte Laterne wurde ebenfalls beibehalten.

Interessanter als diese runden Kirchenkuppeln, die sich in ihrer ganzen Form an ältere, aus Stein gewölbte Vorbilder anlehnten, sind in gewissem Sinne die Kuppeln mit rechteckigem oder quadratischem Grundriß (gewöhnlich mit abgestumpften Ecken). Solche Formen, die in der Baugeschichte einen neuartigen Typus darstellen, sind fast nur bei Profanbauten und zwar besonders bei solchen Gebäuden verwendet, die vorwiegend neuzeitlichen Bedürfnissen dienen, wie Verwaltungsgebäude, Museen, Bibliotheken, Theater. Derartige Bauwerke hat es zwar auch schon in früheren Zeiten gegeben, aber eine bedeutende Rolle haben sie erst in der Baukunst des neunzehnten Jahrhunderts gespielt (abgesehen von den Theaterbauten des Altertums).

Solche Gebäude haben oft große Abmessungen sowohl nach der Breite, wie nach der Tiefe. Es erschien deshalb erwünscht, der im großen und ganzen rechteckigen Masse eine Bekrönung in Gestalt einer Kuppel zu geben und diese in der Regel über den nach Bedeutung und Lage wichtigsten Raum zu legen. Da dieser Raum gewöhnlich einen rechteckigen Grundriß hatte, so war es andererseits durchaus naturgemäß, auch die Kuppel in ihrer räumlichen Ausbildung diesem Grundrisse anzupassen. Die Ausführung einer runden Kuppel, wie sie bei Kirchen gebräuchlich ist, hätte bedeutende konstruktive und auch ästhetische Schwierigkeiten verursacht. Da andererseits das ganze Gebäude, wie erwähnt, gewöhnlich eine rechteckige Anordnung zeigte, so erschien es auch angemessen, eine entsprechende Form für die Kuppel zu wählen.

Bei der Gestaltung des Aufrisses wählte man häufig ähnliche Meridianformen wie bei den Kuppeln mit kreis-

rundem Grundrisse. Jedoch zeigt sich im allgemeinen bei den erwähnten Kuppeln mit rechteckiger Grundform eine viel größere Freiheit in der Ausbildung.

Zuweilen wurde die Kuppel in ihrem unteren Teil als sogenanntes Spiegelgewölbe ausgeführt und oben durch ein ganz flaches Zeltdach abgedeckt, wie z. B. bei der Universitäts- und Landesbibliothek und dem Landesausschußgebäude zu Straßburg i. E. In den meisten Fällen erhielt jedoch die Kuppel eine Bekrönung durch eine Laterne.

Die Kuppel selbst wurde in der Regel sehr einfach ausgebildet. Die Grate wurden meist am stärksten betont; bei den mit Glas gedeckten Kuppeln sind außerdem einzelne Sparren in rechtwinklig zu den Umfassungswänden liegenden Ebenen (Schiffsparren) als Konstruktionsglieder äußerlich sichtbar hervorgehoben, so z. B. bei dem Reichstagsgebäude, dem Justizpalast in München und der Universitätsbibliothek in Straßburg i. E. Bei den mit Metall gedeckten Kuppeln zeigt dagegen die Dachfläche nur wenig Gliederung.

Der Umstand, daß die Laterne in der Regel in bedeutend reicheren Formen ausgebildet ist, als die eigentliche Kuppel, wirkt nicht sehr günstig. Man hat das Gefühl, als ob beide Teile aus verschiedenen Stoffen beständen und wenig organische Verwandtschaft zeigten.

c) Hallen-Komplexe.

Unter dem Sammelnamen „Hallen-Komplexe“ haben wir eine große Zahl von räumlichen Anordnungen größerer Gebäude-Anlagen vereinigt, die sich in zwei Gruppen einteilen lassen, nämlich

1. in Verbindungen mehrerer Längshallen;
2. in Verbindungen von Längshallen mit Zentralräumen, die durch Kuppeln gekrönt sind.

Von den mehrschiffigen Bahnhofshallen wirkt offenbar am günstigsten die Anordnung einer großen mittleren Halle, an die zu beiden Seiten schmalere und niedrigere Hallen in symmetrischer Lage angegliedert sind. So macht z. B. die Anlage des Hauptbahnhofes in Dresden einen günstigeren Gesamteindruck als die des Hauptbahnhofes in Frankfurt a. M., bei der die drei Einzelhallen genau gleiche Breiten- und Höhenabmessungen zeigen.

Diese Behauptung gilt nun freilich mehr von der Außen- als von der Innenansicht, denn es ist bekanntlich schwer, im Innern einer so umfangreichen Anlage stehend einen Überblick über die gesamten Breiten- und Höhenverhältnisse zu erhalten. Immerhin erscheint es auch mit Rücksicht auf die Innenwirkung erwünscht, die mittlere von drei Hallen durch größere Breite und Höhe als den wichtigsten Teil der Anlage zu kennzeichnen. In diesem Falle ist es besonders zu empfehlen, allen drei Hallen dasselbe Verhältnis der Höhe zur Breite zu geben, wie schon bei den Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen (Seite 53) erwähnt wurde.

Eine wichtige Rolle spielt bei mehrschiffigen Hallen die basilikale Anordnung, bei der die lotrechte Längswand des Hauptschiffes über die Seitenschiffe noch etwas hinausragt und so zur Beleuchtung und Lüftung benutzt werden kann. Bei Bahnhofshallen ist diese Anordnung nicht sehr häufig; einige besonders wichtige Beispiele wurden oben Seite 30 erwähnt. In derartigen Fällen ist die Lichtzufuhr durch den oberen lotrechten oder schwach geneigten

Teil des Hauptschiffes von großer Bedeutung für die gesamte Raum- und Lichtwirkung. Am stärksten tritt diese Wirkung bei der großen Halle des Hamburger Hauptbahnhofes hervor. Dieses Bauwerk zeigt in seinem Innern eine geradezu überraschende Lichtwirkung, vielleicht die bedeutendste von allen in Deutschland gebauten Bahnhofshallen (Abb. 137). Wenn nun auch die verhältnismäßig große Höhe der Binderfüße oben Seite 59 als ungünstige Eigenschaft erwähnt wurde, so ist doch andererseits der große Höhenunterschied zwischen dem lotrechten oder schwach geneigten Teil des Hauptschiffes und dem niedrigen Seitenschiffe von großer Bedeutung für die erwähnte Art der Lichtzufuhr. Bei der Halle der Pariser Weltausstellung von 1889 ist der Höhenunterschied an der Grenze von Haupt- und Seitenschiff viel geringer; deshalb mußte hier die basilikale Beleuchtung gegenüber der Oberlicht-Wirkung stark zurücktreten. Insofern ist also die Bauart der Hamburger Halle vorteilhafter. Bei beiden Bauwerken ist die Anordnung der zahlreichen kleinen Querhallen, die in ihrer Gesamtheit die Nebenschiffe bilden, als günstiger Umstand hervorzuheben, der in der Außen- und Innenansicht eine gewisse Abwechslung der sonst etwas einförmigen Längswände hervorbringt.

Abgesehen von der günstigeren Beleuchtung durch die lotrechten, das Seitenschiff überragenden Teile des Hauptschiffes ist die basilikale Anordnung bei Bahnhofshallen besonders deshalb sehr zu empfehlen, weil lotrechte Glasflächen weniger leicht verschmutzen und leichter zu reinigen sind, als geneigte Glasflächen.

Es sei hier noch auf eine Frage hingewiesen, die bei der Erweiterung größerer Bahnhöfe zuweilen eine wichtige Rolle spielt. Oft ist eine größere, aus dem vorigen Jahrhundert stammende Bahnsteighalle vorhanden. Wenn nun das Bedürfnis nach einer Vermehrung oder Erweiterung der Bahnsteige sich geltend macht, bieten sich für die Erweiterung der Hallenanlage verschiedene Möglichkeiten. Entweder man reißt die alte, gewöhnlich stark verrußte Halle ab und errichtet über den neuen Bahnsteigen — dem Zuge der Zeit folgend — mehrere niedrige und kleinere Hallen. Ein solches Verfahren ist zwar radikal und schafft eine neue, einheitliche Anlage, vernichtet aber bedeutende materielle und zuweilen auch ästhetische Werte. Denn es ist doch nicht zu vergessen, daß Hallen von kleineren Stützweiten erheblich unbedeutender und viel weniger monumental wirken als große, weitgespannte Hallen. Der praktische Vorteil geringerer Herstellungs- und Unterhaltungskosten wird eben mit dem ästhetischen Nachteil geringerer Raumwirkung erkaufte. Wenn nun eine große Halle bereits vorhanden ist, sollte man diese nicht einfach beseitigen, um ein weniger monumental wirkendes Bauwerk an ihre Stelle zu setzen.

Die zweite Möglichkeit würde darin bestehen, daß man neben, vor oder hinter der alten großen Halle mehrere kleine, etwa einstielige Hallen erbaute. Eine solche Lösung wäre zwar die billigste, aber in ästhetischer Beziehung sehr ungünstig. Denn es ist in der Regel ganz unmöglich, die neuen niedrigen Hallen mit der alten großen in irgendwelche organische Verbindung zu bringen und der Kontrast zwischen den beiden verschiedenen Bauweisen wirkt sehr störend.

Wenn es sich um eine bedeutende Erweiterung handelt, wird die beste Lösung darin bestehen, daß man neben der

alten, bestehenden Halle eine neue mit ungefähr denselben Abmessungen und Gesamtformen errichtet, so daß zwischen beiden eine gewisse organische Beziehung entsteht. Bei der Ausbildung der Einzelheiten wird hierbei keine ängstliche Anlehnung an das vorhandene Bauwerk erforderlich sein. Beispielsweise braucht man sich nicht zu scheuen, der neuen Halle flußeiserner Stützen zu geben, während die alte flußeisernen Stützen aufweist.

Bei Herstellung einer vollständig neuen Anlage sollte man sich aber jedenfalls hüten, neben eine große weitgespannte Halle kleine niedrige, einstielige Überdachungen zu setzen. Wie bereits bemerkt, ist es dann in der Regel unmöglich, zwischen so verschiedenartigen Bauweisen irgendwelche Harmonie hervorzubringen.

Bei den Markthallen findet sich in der Regel basilikale Anordnung der verschiedenen Schiffe; die Dachflächen sind hier gewöhnlich geradlinig ausgebildet. Eine solche Anlage wirkt im ganzen etwas nüchtern, selbst wenn die bei Markthallen in etwas reichem Maße verwendeten Zierformen eine gewisse Abwechslung hervorbringen. Einen günstigeren Eindruck macht beispielsweise die Markthalle in Frankfurt a. M., bei der das an Höhe und Breite überragende Mittelschiff ein tonnenförmiges Dach besitzt, während die niedrigeren Seitenschiffe durch kleinere Pultdächer abgedeckt sind. Eine ähnliche Anordnung findet sich übrigens auch bei der „Olympia“ in London (vergl. Seite 25 Zusammenstellung 17, Nr. 5). Auch hier wirkt die Vereinigung eines großen mittleren tonnenförmigen Daches mit kleineren seitlichen Pultdächern nicht ungünstig (Abb. 158 u. 192).

Eine basilikale Anordnung der verschiedenen Schiffe findet sich ferner häufig bei Gewächshäusern. Ältere Beispiele sind die Palmenhäuser in Kew bei London und in Schönbrunn bei Wien (vergl. oben Seite 31 und 32). Diese sind noch besonders bemerkenswert durch die Gliederung der Anlage in einen Mittelbau und die angrenzenden Flügel; alle Teile stehen durch eine gleichartige Ausbildung in einem gewissen organischen Zusammenhange. Auch wirken die gekrümmten Dachflächen dieser beiden Bauwerke viel vorteilhafter als die sonst bei Gewächshäusern vorkommenden geraden Dachflächen. Dagegen wird der Gesamteindruck in den beiden erwähnten Fällen sehr ungünstig dadurch beeinflusst, daß die Dachflächen fast unmittelbar über dem Erdboden in die Krümmung und damit in eine geneigte Lage übergehen (Abb. 169 und 4, Seite 31). (Text).

Es scheint mir dieser Umstand von besonderer Wichtigkeit deshalb zu sein, weil hier die konstruktiven und die formal-ästhetischen Erwägungen in gewissem Sinne in Widerspruch stehen. Haben wir lediglich die Aufgabe, einen beliebigen Raum von rechteckigem Grundriß nach außen hin abzuschließen und gegen die Witterung zu schützen, so werden wir — lediglich mit Rücksicht auf die konstruktive Ausbildung — am besten verfahren, die Binderform ungefähr nach der Stützlinie anzuordnen, also mit der Krümmung unmittelbar über den Stützpunkten zu beginnen. Hierbei könnten in einem Gewächshause unter dem äußersten niedrigsten Teile der Wölbung kleine Gewächse noch ganz gut untergebracht werden und es wäre gegen eine solche Anordnung vom konstruktiven Standpunkte nichts einzuwenden.

Eine ganz andere Bedeutung gewinnt die Frage, wenn wir sie vom ästhetischen oder kulturgeschichtlichen Standpunkte betrachten. Es ist in allen Kulturländern Europas eine durch Jahrtausende bewahrte Überlieferung, daß Räume, in denen Menschen sich dauernd oder vorübergehend aufhalten, in ihrem unteren Teile durch lotrechte Wände abgeschlossen sind. Wenigstens gilt dies von allen denjenigen Räumlichkeiten, die man als menschenwürdig bezeichnen darf, ähnlich wie ja auch der aufrechte Gang als ein unentbehrliches Kennzeichen menschlicher Würde zu bezeichnen ist. — Und so wäre auch für Gewächshäuser, sofern sie einen monumentalen Eindruck machen sollen, die Forderung zu erheben, daß die raumbegrenzende Wand in ihrem unteren Teile lotrecht auszubilden ist.

Abgesehen von diesem Umstande macht bei dem Palmenhause in Schönbrunn die reiche Gliederung und die harmonische Ausbildung aller Teile einen sehr vorteilhaften Eindruck. Im besonderen sind die bogenförmigen Verbindungen zwischen dem unteren, gewölbten Teile der Dachbinder und den lotrechten Wänden der mittleren Kuppelbauten sehr glücklich angebracht.

Bemerkenswert sind auch bei dem Winterpalast in Dublin (Seite 32) die bogenförmigen Strebepfeiler, die zwischen dem höheren Mittelschiff und der Umfassungswand des Seitenschiffes eine gewisse organische Beziehung herstellen sollen. Derartige Formen erscheinen vom heutigen Standpunkte vielleicht etwas unbeholfen, sind aber doch sowohl vom ästhetischen wie auch vom konstruktiven Standpunkte berechtigt, wenn man sie auch bei neueren Bauwerken nicht mehr findet.

Während bei den älteren Gewächshäusern die Dachflächen (abgesehen von den Kuppelbauten) meistens vollkommen eben ausgeführt sind, zeigen neuere Bauwerke dieser Art häufig eine bogenförmige Überleitung aus der lotrechten Wand in den schrägen Teil der Dachfläche. Der Gesamtquerschnitt gleicht dann ungefähr dem der Hamburger Bahnhofshalle. Einen derartigen Hallenquerschnitt zeigt beispielsweise das neue Gewächshaus im Palmengarten zu Frankfurt a. M. Es hat den Anschein, als ob mit derartigen Formen, wie sie z. B. auch von der Firma Mehlhorn in Schweinsburg a. d. Pleiße ausgeführt sind, eine zweckentsprechende und auch in ästhetischer Beziehung befriedigende Lösung gefunden sei (Abb. 176).

Weniger günstig wirkt die Anordnung der Gewächshäuser im botanischen Garten zu Dahlem. Den Mittelpunkt dieser Anlage bildet das große Tropenhaus, das auch durch seinen Umfang sofort die Blicke des Beschauers auf sich lenkt. Zwar ist bei diesem Gebäude das Verhältnis der Höhe zur Stützweite günstig gewählt (ungefähr 4 : 5). Doch wirken die Formen schwerfällig und ausdruckslos. — Ferner ist zu bedauern, daß die einzelnen Teile der Anlage so wenig ästhetische Beziehungen zueinander aufweisen; infolgedessen macht das Ganze einen wenig harmonischen Eindruck. Wenn es auch einerseits berechtigt war, das große Palmenhaus als Kern und überragenden Teil der Anlage auszubilden, so erscheint es andererseits doch bedauerlich, daß die übrigen Teile gegenüber der großen Masse fast ganz verschwinden und daß namentlich die Eckbauten (Pflanzenhäuser C und M) zu schwach betont sind.

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

Einen wesentlich vorteilhafteren Eindruck macht das südlich von jenen Pflanzenschauhäusern gelegene „Subtropenhaus“, das als geschlossenes, harmonisch gegliedertes Gebäude erscheint.

Eine basilikale Anordnung mehrerer aneinander gegliederter Längshallen findet sich auch nicht selten bei Ausstellungsgebäuden. Das älteste Beispiel ist wohl der Kristallpalast im Hyde-Park, bzw. in Sydenham bei London mit seinen treppenartig abgestuften Längs- und Querschiffen.

Neuerdings sind bei Ausstellungs- und Fabrikgebäuden die dreischiffigen Hallen mit mansardenartigem Aufbau sehr beliebt und häufig angewandt worden, so z. B. bei einer Montagehalle der Brückenbauanstalt Gustavsborg, bei den Hallen im Münchener Ausstellungspark und bei einigen Hallen der Brüsseler Weltausstellung 1910.¹⁾ Derartige Formen sind wohl etwas nüchtern, entbehren aber doch nicht einer gewissen Eigenart (Abb. 151, 161, 162, 165, 167, 168).

Eine noch wichtigere Rolle als die aus mehreren Längshallen bestehenden Gebäudegruppen spielen die Verbindungen von Längshallen mit Zentralräumen, die durch Kuppeln gekrönt sind.

Auch hier sind die Gewächshäuser in erster Linie zu nennen. Ältere Beispiele sind die Palmenhäuser in München, Bonn und Herrenhausen bei Hannover, sowie der Wintergarten in Yarmouth (vergl. oben Seite 32). Ein neueres Beispiel ist das Palmenhaus im Palmengarten zu Frankfurt a. M. Zuweilen ist das Gebäude vollkommen symmetrisch angeordnet, indem die Kuppel genau in der Mitte sich befindet, während zu beiden Seiten eine genau gleiche Längshalle angegliedert ist, wie bei den Palmenhäusern in München und Bonn. In anderen Fällen befindet sich die Kuppel an dem einen Ende der Längshalle, so daß die Anlage unsymmetrisch wirkt. Mir scheint die letztere Anordnung für Gewächshäuser vorteilhafter zu sein, weil diese sich gewöhnlich in einer größeren Garten- oder Parkanlage befindet. Hier ist in der Regel eine vollkommene Symmetrie nicht erwünscht, vielmehr eine gewisse Freiheit in der Entwicklung sehr zu empfehlen (Abb. 174 u. 176).

Eine ältere, aber der Eigenart eines Gewächshauses durchaus entsprechende Anlage ist das große Palmenhaus in Herrenhausen bei Hannover. Hier sind alle raumbegrenzenden Flächen vollkommen geradlinig ausgebildet, während die tragenden Teile des Innern auch gekrümmte Formen aufweisen. Die Gesamtanordnung zeigt im wesentlichen einen Zentralraum, an den nach allen Seiten Längshallen angegliedert sind. Die eine von diesen ist wiederum basilikal abgestumpft. Dadurch, daß bei verhältnismäßig großer Höhe des Ganzen die angegliederten Seitenteile ziemlich kurz sind, erhält das Gebäude einen einheitlichen, in sich geschlossenen Charakter. Die einfachen geometrischen Formen wirken doch eindringlich auf die räumliche Vorstellungsgabe des Beschauers. Hierin gleicht das Palmenhaus in gewissem Sinne den romanischen Kirchenbauten. Und doch, welch ein Unterschied! Hier schwere, massige, nur von kleinen Fenstern durchbrochene Wände und geschlossene Dachflächen — dort ein leichter Eisenbau, durch dessen nur aus Glas bestehende Wände und Dächer ein Strom von Licht in das Innere flutet (Abb. 171).

¹⁾ „Der Eisenbau“ 1911, S. 66, 101.

Auch bei neueren Gewächshäusern findet man vielfach die Vereinigung von Längshallen mit einem Zentralraum. Hier überwiegt dann in der Regel die Längenausdehnung, wie z. B. bei den neuen Pflanzenhäusern im Palmengarten zu Frankfurt a. M. Derjenige Raum, in dem die höchsten Palmen untergebracht sind, ist in der Regel durch eine Kuppel gekrönt und hierdurch auch von außen als besonders wichtig gekennzeichnet.

Eine ähnliche Bedeutung haben vielfach die Kuppeln auch bei Ausstellungsbauten. Besonders bemerkenswert sind hierfür die Pariser Weltausstellungen der Jahre 1878 und 1889. In beiden Fällen waren umfangreiche Hallenanlagen von außergewöhnlichen Grundflächen herzustellen. Zu diesem Zwecke erschien die Anordnung zahlreicher parallel oder rechtwinklig zueinander liegender Längshallen als das einfachste und billigste Mittel. Eine solche Anlage sieht jedoch leicht sehr einförmig aus. Um dennoch eine gewisse Abwechslung hervorzubringen, führte man bei den beiden erwähnten Ausstellungen Kuppelbauten an denjenigen Stellen aus, die als besonders wichtig betont werden sollen. Es waren dies namentlich die Haupteingänge. Bei der Weltausstellung 1878 waren auch die Eckbauten der ganzen Anlage besonders hervorgehoben. Bei der Ausstellung im Jahre 1889 war namentlich der in der Achse des Marsfeldes dem Eiffelturm gegenüberliegende Haupteingang durch einen Kuppelbau von 60,0 m Höhe (Dome central) betont. Der Eingang selbst, sowie der obere Teil der Kuppel war mit figurlichem Schmuck in reichster Weise versehen. (Abb. 166.)

Bei den meisten dieser Kuppelbauten, die in Vereinigung mit Längshallen ausgeführt sind, ist wohl der Hauptzweck, nämlich eine Betonung, Hervorhebung und Bekrönung des wichtigsten Gebäudeteiles, erreicht. Im übrigen ist aber häufig ein Mangel an organischer Beziehung zwischen den verschiedenen Teilen der Anlage zu bemerken. Man hat nicht selten den Eindruck, als ob die Kuppel ganz unabhängig von der Längshalle entworfen sei und umgekehrt. Freilich ist es auch sehr schwierig, zwei so verschiedenartige räumliche Gebilde in eine ästhetische Beziehung zueinander zu bringen. Die einfache Aneinanderfügung beider dürfte nicht genügen, auch nicht die gleichartige Ausbildung der Schmuckformen, soweit solche vorhanden sind. Wichtiger ist, daß die Hauptlinien beider Teile einander ungefähr entsprechen, und zwar namentlich der Querschnitt durch die Längshalle einerseits und der Vertikalschnitt durch die Kuppel andererseits.

Die Forderung, daß zwischen dem Zentralraum und den angegliederten Längshallen ein gewisser organischer Zusammenhang bestehen soll, ist in weit höherem Maße als bei den oben erwähnten Bauwerken erfüllt bei der bereits mehrfach erwähnten Ausstellungs- und Festhalle in Frankfurt a. M. (vergl. Seite 29 und 34). Dadurch, daß der Grundriß des Zentralraumes nicht kreisrund oder quadratisch, sondern elliptisch gewählt wurde, ist der Übergang in die angegliederten, verhältnismäßig kurzen Flügelbauten sehr erleichtert. Außerdem ist der Zusammenhang des Ganzen dadurch gewahrt, daß die Binderformen der Kuppel und der Längsbauten einander ungefähr entsprechen. Wir erhalten so den Eindruck eines trotz eigenartiger Gliederung doch einheitlichen, in sich geschlossenen Raumes, der auch durch

seine bedeutenden Abmessungen, sowie die gediegene Ausführung der Einzelheiten vor ähnlichen Bauwerken in hervorragendem Grade sich auszeichnet.

d) Türme.

Von den verschiedenen Arten der Türme, bei denen Eisenkonstruktionen verwendet wurden, sollen hier nur die Wassertürme kurz betrachtet werden.

Die ältesten Formen von eisernen Flüssigkeitsbehältern bieten in ästhetischer Hinsicht wenig Bemerkenswertes. Die rechteckigen und die einfachen zylindrischen Behälter waren wenig geeignet, um als Bauglieder eine künstlerische Wirkung auszuüben. In denjenigen Fällen, in denen man auf eine günstige äußere Erscheinung Wert legte, wurde gewöhnlich ein steinerner Unterbau errichtet, auf dem der zylindrische Behälter gelagert war. Dieser wurde jedoch in der Regel durch eine äußere Umfassungswand den Blicken des Beschauers völlig entzogen. Dadurch, daß zwischen der äußeren Wand und dem Behälter ein schmaler, begehrbarer Raum zum Zwecke der Untersuchungen und Ausbesserungen hergestellt werden mußte, ergab sich gewöhnlich eine Auskragung in der Höhe der Unterkante des Behälters. Dieser Umstand war geeignet, dem Ganzen ein gewisses charakteristisches Gepräge zu verleihen. In manchen Fällen wählte man für die architektonische Gestaltung des Äußeren ähnliche Formen wie die von mittelalterlichen Festungstürmen, wie z. B. bei den Wassertürmen in Oels und Markranstädt, sowie in Probstheida (Leipzig), Abb. 179. Die Veranlassung hierzu bot wohl der Umstand, daß auch bei solchen Festungstürmen häufig Auskragungen der oberen Teile vorkommen, wenn auch aus ganz anderen Gründen, als bei den erwähnten Wassertürmen. — Derartige Versuche bieten eigenartige, Neues mit Altem verschmelzende Stimmungsbilder. Freilich ist hier von der Eisenkonstruktion, dem technisch wichtigsten Teile, von außen nichts zu sehen.

Einen erheblichen Fortschritt — sowohl in technischer wie auch in ästhetischer Hinsicht — zeigten die Intze-Behälter. Bei diesen wurde die oben erwähnte Auskragung noch bedeutend stärker. Hierdurch wurde der obere, in technischer Beziehung wichtigste Teil des Bauwerks auch ästhetisch bedeutend hervorgehoben. In vielen Fällen verzichtete man auf eine besondere Umfassungswand und ließ den eisernen Behälter in seinen einfachen Formen von außen sichtbar. Solche Bauwerke — teils mit steinernem, teils mit eisernem Unterbau — sind auf Bahnhöfen und in Fabriken noch sehr zahlreich vorhanden; sie bieten trotz ihrer einfachen Formen doch oft eigenartige Stimmungsbilder und beherrschen manchmal die ganze Gegend, für die sie ein gewisses Wahrzeichen bilden.

Die von Barkhausen vorgeschlagene neuere Form der Behälter mit halbkugelförmigem Boden war zunächst ein bedeutender technischer Fortschritt, ohne daß hierbei die ästhetische Wirkung an sich erheblich gewonnen hätte. Erst durch die von Klönne in den letzten Jahren eingeführte Neuerung, wonach der obere Durchmesser des Unterbaues kleiner gewählt wurde als der des Behälters, entstand eine weitere erhebliche Verbesserung in ästhetischer Hinsicht.

Bauwerke, wie der Wasserturm der Stadt Homberg a. Rh. bieten in der Tat eigenartige, früher noch nicht da-

gewesene Erscheinungen. Ihr wichtigster Vorzug besteht wohl darin, daß sie eine höchst wirkungsvolle Art der Bekrönung aufweisen, da die bedeutende Masse des ungefähr kugelförmigen Behälters in der Erscheinung des ganzen Bauwerks unbedingt vorherrscht, ohne das Gleichgewicht in ästhetischer Hinsicht zu stören (Abb. 181 und 184).

B. Allgemeine Betrachtungen über die ästhetische Wirkung von Eisenkonstruktionen.

Der Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine hat auf seiner Abgeordneten-Versammlung zu Danzig im Jahre 1908 die Frage, die uns hier beschäftigt, in folgender Fassung behandelt:

„Welche Wege sind einzuschlagen, damit bei Ingenieurbauten ästhetische Rücksichten in höherem Grade als bisher zur Geltung kommen?“

Daraufhin haben 16 Vereine diese Frage — teilweise in erschöpfender Weise — beraten. Eine Anzahl Gutachten, die der Referent, Oberbaurat Klette in Dresden, zusammengestellt hat, wurde dem in Wien 1908 tagenden internationalen Architektenkongreß vorgelegt. — Klette kam zu einigen Schlußfolgerungen und Vorschlägen, die damals in verschiedenen Zeitschriften wiedergegeben wurden, beispielsweise in „Technik und Wirtschaft“, Monatsschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Juli 1908, S. 281. Uns interessieren hier vor allem die von Klette aufgestellten „Grundanschauungen“, die in folgenden Sätzen niedergelegt sind:

„Die ästhetische Befriedigung bei den Schöpfungen des Ingenieurs liegt in der ausgesprochenen Zweckmäßigkeit; das Maß der Befriedigung hängt ab vom Maß des Verständnisses für die Funktionen der einzelnen Teile des Bauwerks. Jetzt ist das Verstehen nur wenigen Sachverständigen beschieden. Das Stilgefühl muß geweckt werden, insbesondere bei dem Ingenieur, das ihn lehrt, die äußere Erscheinung seiner Bauten in Harmonie zu bringen mit ihrem Zweck, ihrem Material und ihrer Umgebung.“

Es ist also hier der Versuch gemacht worden, eine grundsätzliche und allgemeine Antwort auf die Frage zu geben, inwiefern überhaupt ein Ingenieurwerk eine ästhetische Wirkung hervorrufen kann. Dieser Versuch ist schon an sich beachtenswert. Auch in früheren Jahrzehnten wurde die Ausbildung von Ingenieurbauten — im besonderen von Eisenkonstruktionen — vom ästhetischen Standpunkte aus betrachtet und in Zeitschriften und Abhandlungen erörtert. Aber man begnügte sich zumeist damit, einzelne Bauwerke abzubilden, zu besprechen und zu kritisieren. Heute aber scheint die deutsche Fachwelt mehr und mehr eine grundsätzliche Stellung zu der erwähnten Frage zu verlangen.

Will man dieser Frage etwas mehr als bisher auf den Grund kommen, so muß man sich zunächst klar machen, daß sie nicht lediglich eine fachwissenschaftliche, sondern mehr noch eine philosophische Frage ist. Mit anderen Worten: die Fragen über die ästhetischen Wirkungen der Ingenieurbauwerke erweisen sich als Sonderfälle jener viel allgemeineren Fragen nach den Ursachen, der Entstehung und dem Verlauf aller ästhetischen Vorgänge. Streben wir also nach einer

grundsätzlichen Stellung zu unserer Aufgabe, dann genügen nicht die Kenntnisse, die uns die technischen Wissenschaften allein verschaffen, auch nicht die Kenntnis der Kunstgeschichte. Suchen wir vielmehr Belehrung bei derjenigen Wissenschaft, die sich schon seit langer Zeit mit derartigen Fragen in theoretischer Weise beschäftigt, nämlich bei der Philosophie — im besonderen einem ihrer Teilgebiete — der Ästhetik.

Es kann natürlich nicht die Aufgabe eines Ingenieurs oder Architekten sein, sich in die überaus umfangreiche Literatur über theoretische und empirische Ästhetik, wie sie in den letzten Jahrzehnten entstanden ist, eingehend zu vertiefen. Wohl aber ist es auch für den Baukünstler erwünscht, wenigstens von den allgemeinsten und wichtigsten Ergebnissen philosophischer Forschungen Kenntnis zu nehmen und sie auf sein Fachgebiet anzuwenden. Zu diesem Zwecke ist vielleicht am geeignetsten ein im Jahre 1892 erschienenes Werk von Groos „Einleitung in die Ästhetik“.

Wenden wir uns nun wieder zu jenen von Klette niedergelegten „Grundanschauungen“. Es hat den Anschein, als ob mit diesen die Meinungen vieler heutigen Ingenieure und selbst Architekten übereinstimmen. Aber diese Anschauungen sind doch sehr einseitig und treffen nicht die Kernpunkte der Frage.

Richtig ist zunächst, daß die Vorbildung und die erworbenen Fachkenntnisse des Beschauers von Einfluß bei dem ganzen ästhetischen Vorgange sind. Ein Bauingenieur verhält sich hierbei anders als ein Architekt und dieser wieder anders als ein Philologe oder ein Jurist. Man darf behaupten, daß ein jeder dieser Beschauer solche Bauwerke „mit anderen Augen sieht“. Das Verständnis für die Funktionen der einzelnen Teile ist also ein nicht zu unterschätzender Faktor bei der ästhetischen Wirkung von Ingenieurbauwerken.

Es wäre aber sehr einseitig, wenn man diese Wirkung lediglich durch die Verstandestätigkeit und die mit ihrer Hilfe erworbenen Fachkenntnisse erklären wollte. Vielmehr spielen Gefühl und Einbildungskraft bei dem ganzen Vorgang eine noch wichtigere, ja eine ausschlaggebende Rolle. Nach dem oben angeführten Werke von Groos vermittelt die Einbildungskraft zwischen der Sinnlichkeit und der reinen Geisteswelt, sie dient gleichsam als Brücke zwischen beiden Gebieten. So lange die Tätigkeit der Einbildungskraft dauernd den Gipfel des Bewußtseins behält, so lange verhält sich der Beschauer ästhetisch.

Weiter ist auch die Gewohnheit von großem Einfluß auf die ästhetische Wirkung. Für den Bauingenieur sind fast alle unsere heutigen Eisenkonstruktionen „typische“ Erscheinungen, er hat sich mit den meisten ihrer Arten schon näher beschäftigt und deshalb knüpft sich für ihn an jede dieser Arten schon eine Reihe von Vorstellungen. Viel weniger gilt dies vom Architekten, dem diese Vorstellungen noch lange nicht in jenem Grade geläufig sind. Noch viel weniger ist aber jener ästhetische Wert des „Typischen“ für den Nichtfachmann vorhanden, dem eben jene Vorstellungen fremd sind. Aber auch dieser Umstand sollte, ebenso wie der Einfluß der reinen Verstandestätigkeit, nicht überschätzt werden.

In der Tatsache, daß gewisse Konstruktionsformen des

Eisenbaues für die Ingenieurwelt schon seit einiger Zeit typische Erscheinungen geworden sind, liegt sogar eine gewisse Gefahr — oder doch ein Hindernis für die ästhetische Weiterbildung dieser Typen. Offenbar wird ein Ingenieur, der nicht gerade ein sehr feines ästhetisches Gewissen hat, einem Entwurfe leicht seine Zustimmung geben, wenn dieser an bekannte ausgeführte (typische) Beispiele erinnert. Aus diesem Grunde wird oft eine Verbesserung der betreffenden Form unterbleiben, auch wenn diese noch nicht die günstigste Lösung darstellt.

Eine weitere, oft gewürdigte und oft auch übertrieben hervorgehobene Ursache für die ästhetische Wirkung der Eisenkonstruktionen ist deren „Zweckmäßigkeit“. Diese Ursache ist auch in den oben erwähnten „Grundanschauungen“ angeführt und zwar in dem ersten Satze derselben.

Hierbei ist zu beachten, daß es nicht heißt: „die Schönheit der Ingenieurwerke“ sondern mit Recht: „die ästhetische Befriedigung bei den Schöpfungen des Ingenieurs“. Es ist eine auch für unser Fachgebiet nicht unwichtige Frage, in welcher Beziehung die beiden Begriffe „ästhetisch“ und „schön“ zueinander stehen. Die meisten älteren Ästhetiker scheinen die Ansicht vertreten zu haben, daß nur das „Schöne“ in das Gebiet der Ästhetik gehöre.

Anders urteilt Groos in dem oben erwähnten Werke. Nach seiner Auffassung ist der Begriff „ästhetisch wirksam“ viel allgemeiner als der Begriff „schön“. Wir können eine Form „innerlich nachahmen“, ohne daß diese gerade „schön“ zu sein braucht. Außer dem Schönen gehören in das Gebiet der Ästhetik auch das Erhabene, das Tragische, das Komische, ja sogar das Häßliche. Das Schöne ist für Groos einfach das sinnlich Angenehme.

„Dasjenige, was im außerästhetischen Zustand angenehm ist, wird in der ästhetischen Anschauung zum Schönen erhoben“ (Seite 204). — Für uns und unser Fachgebiet sind diese Anschauungen beachtenswert. Wären nur diejenigen Eisenkonstruktionen ästhetisch wirksam, die wir unbedenklich als „schön“ bezeichnen dürfen, dann wäre der Kreis der für die Ästhetik in Betracht kommenden Eisenkonstruktionen nur sehr eng zu ziehen, dann wäre nur eine sehr kleine Zahl auserlesener Bauwerke würdig, als beachtenswerte Glieder einer „ästhetischen Kultur“ angesehen zu werden.

In einem späteren Werke „der ästhetische Genuß“ unterscheidet Groos zwischen den Begriffen „ästhetisch wirksam“ und „ästhetisch wertvoll“ (Seite 112). Der erstere ist weiter, der zweite enger (Seite 147). — Von den Eisenkonstruktionen dürfte man demnach die Mehrzahl als „ästhetisch wirksam“, aber nur einen kleinen Teil als ästhetisch wertvoll bezeichnen. Für die praktische Baukunst wird es freilich stets die höchste Aufgabe sein und bleiben, das zunächst nur „ästhetisch Wirksame“ zu dem „ästhetisch Wertvollen“ auszugestalten und weiterzubilden.

Doch nun zur allgemeinen Kritik des ersten Satzes jener „Grundanschauungen“. Soviel läßt sich wohl mit Sicherheit behaupten, daß die Zweckmäßigkeit eine wichtige Rolle bei der ästhetischen Wirkung der Ingenieurwerke, wie überhaupt aller von Menschenhand oder von der Natur hervorgebrachten Erzeugnisse spielt. Es fragt sich nun, wodurch diese Wirkung zustande kommt. Bei unseren

Eisenkonstruktionen beruht der elementarste ästhetische Eindruck auf der Verwendung einfacher geometrischer Formen. Es sind jene geraden oder nach einfachen Gesetzen gekrümmten Stäbe, jene scharfkantig begrenzten Räume, die durch ihre einfachen geometrischen Formen, ihre knappe Bestimmtheit, ihre anspruchslose Sachlichkeit auf den Beschauer einen mehr oder weniger bedeutenden Eindruck machen.

Nachdem wir diese Tatsachen als Folge der „Zweckmäßigkeit“ gewürdigt haben, wollen wir nun aber darauf hinweisen, daß die Zweckmäßigkeit keineswegs die einzige Vorbedingung für die ästhetische Wirkung der Eisenkonstruktionen ist.

Übersieht man kritisch diejenigen Bauwerke, die man nach allgemeinem Urteil als künstlerisch wertvoll oder gar als mustergültig ansehen darf, dann wird man sich klar darüber werden, daß bei der Bearbeitung des Entwurfes auch eine künstlerische Tätigkeit mitgespielt hat — sei es nun, daß die Ingenieure selbständig, vielleicht unbewußt auf gefällige Formen und angenehme Verhältnisse hingewirkt haben, sei es, daß die beratende Stimme von Architekten sie dabei unterstützt hat. Nicht unwichtig ist natürlich auch dasjenige, was die Architekten als selbständige Zutaten, als schmückendes Beiwerk oder abschließende monumentale Bauteile hervorbrachten.

Eine Bestätigung dieser Ansicht finde ich in einer Schrift von Muthesius über „Kultur und Kunst, gesammelte Aufsätze“ (Jena und Leipzig 1904, Diederichs) Seite 54:

. Und der gestaltende Mensch bildet andererseits immer nach gewissen Gesetzen, einfach infolge seiner ihm eingepflanzten psychologischen Bedingungen, mag er „künstlerisch“ bilden oder nicht. Und überhaupt ist die Absicht des modernen Gestalters keineswegs immer lediglich die, dem bloßen Gebrauchszweck zu genügen; in sein Gestalten mischt sich, wenn auch unbewußt, der Trieb ein, auch gefällig zu gestalten“.

So einfach wie Muthesius sich das vorzustellen scheint, sind die Gesetze wohl nicht, nach denen jenes Gestalten erfolgt, vor allem weisen die „psychologischen Bedingungen“ unendlich viele Verschiedenheiten auf. Aber es ist wertvoll, daß Muthesius einen Trieb anerkennt, der den Menschen ganz allgemein dazu führt, „gefällig zu gestalten“.

Machen wir uns einmal grundsätzlich klar, in welcher Weise der Entwurf für ein größeres eisernes Bauwerk zustande kommt. Wir wollen annehmen, daß über den zu wählenden Grundgedanken der Konstruktion keine Zweifel bestehen. Aber die Ausführung dieses Grundgedankens — allein schon bis zur Aufstellung des allgemeinen Entwurfes — erfordert ein fortwährendes Auswählen zwischen verschiedenen vorhandenen Möglichkeiten. Wissenschaftliche Erwägungen und Berechnungen können dabei oft wenig helfen, und was uns die „Zweckmäßigkeit“ zu sagen hat, ist immer noch unsicher und meist nicht scharf zu fassen.

Überblicken wir noch einmal die auf Seite 45–66 angestellten Betrachtungen über die Konstruktionsformen, so zeigt es sich, daß diese mit der „Zweckmäßigkeit“ oft gar nichts zu tun hatten, aber auch nicht auf rein wissenschaftlichem Gebiete lagen, sondern sich auf die zunächst

rein sinnlichen Eindrücke bezogen, die durch gewisse Formen hervorgerufen werden. Es handelt sich darum, diese Formen so anzuordnen, daß sie einfach und leicht verständlich sind, dabei aber gleichzeitig angenehm empfunden werden.

Daß wirklich, wie Muthesius behauptet, dem Menschen ganz allgemein ein Trieb innewohnt, auch gefällig zu gestalten — ganz unabhängig von wissenschaftlichen Theorien, aber auch unabhängig von den Erwägungen der Zweckmäßigkeit, das läßt sich sehr gut an den ältesten Bogenbrücken zeigen. Die Brücke bei Coalbrookdale wurde bereits 1779 und die Brücke über das Striegauer Wasser bei Laasan 1796 erbaut. Es wäre viel zu viel behauptet, wenn man sagen wollte, die Theorie der Bogenbrücken habe damals in den Kinderschuhen gesteckt — sie war vielmehr noch gar nicht geboren. Denn die Schriften von Navier erschienen erst zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts. Man konnte also zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts durchaus noch keine klare Vorstellung von der statischen Wirkung eiserner Bogenbrücken gehabt haben; man hätte sonst auch jene Brücken anders gebaut. Und doch ist gar nicht zu verkennen, daß aus den erwähnten beiden Brücken ein künstlerisches Bestreben spricht — ein Bestreben, das zwar mit sehr einfachen, vielleicht etwas kindlichen Mitteln arbeitet, aber gerade deshalb um so eindrucksvoller wirkt.

Immerhin läßt sich nicht leugnen, daß bei der ästhetischen Wirkung unserer Eisenkonstruktionen die Zweckmäßigkeit eine nicht ganz untergeordnete Rolle spielt. Und dieser Zusammenhang ist in jenen „Grundanschauungen“ wohl deshalb an die Spitze gestellt worden, weil bei allen Erzeugnissen der Natur sowohl wie der Kultur der ursächliche Zusammenhang zwischen „Zweckmäßigkeit“ und „ästhetischer Wirkung“ mehr oder weniger deutlich erkennbar ist. Dieses „mehr oder weniger“ wollen wir uns aber etwas näher betrachten. Denn die ursächlichen Beziehungen sind ihrem Grade nach sehr verschieden — je nach der Art und Natur des betrachteten Gegenstandes.

Am deutlichsten läßt sich wohl bei den von der Natur gebildeten Organismen erkennen, wie die ästhetische Wirkung eine Folge der Zweckmäßigkeit ist. Und dieser ursächliche Zusammenhang ist um so inniger, je höher die Entwicklungsstufe des betrachteten Gegenstandes ist. Schon einfache Organismen können ästhetisch wirken. Die Biologie lehrt uns nun, daß die Arbeitsteilung in dem ganzen großen Gebiete des organischen Lebens eine außerordentlich wichtige Rolle spielt; ja ich möchte sogar behaupten, daß die Arbeitsteilung das wichtigste Kriterium alles organischen Lebens überhaupt ausmacht. Wie dem auch sei, jedenfalls nimmt die Arbeitsteilung immer höhere und ausgebildete Formen an, je höher die Entwicklungsstufe des betreffenden Gegenstandes ist. Aber gleichzeitig mit der Höhe der Entwicklungsstufe steigert sich auch die ästhetische Wirkung; vom Muscheltier, vom Insekt, vom Reptil bis zum Vogel und Säugetier haben wir stets höhere Stufen des ästhetischen Wohlgefallens. So darf man wohl für die organische Welt den Satz aufstellen: Je höher die Stufe der Entwicklung und der Arbeitsteilung, um so größer ist die ästhetische Wirkung als Folge der Zweckmäßigkeit.

Dies hängt wohl damit zusammen, daß Arbeitsteilung in

der organischen Welt stets eine Art von Harmonie bedeutet. Wir haben am Schlusse der Einleitung die Harmonie als die „Einheit des Mannigfaltigen“ bezeichnet. Zweckmäßig eingerichtete Arbeitsteilung setzt nun stets eine gewisse Einheit des Mannigfaltigen voraus; also dürfen wir Arbeitsteilung als etwas Harmonisches betrachten.

Eine andere Art von Arbeitsteilung, wenn auch von weit niedriger Stufe, können wir bei unseren Maschinen und Fahrzeugen wahrnehmen. Auch hier sind verschiedene Organe, die ganz verschiedene Arten von Funktionen verrichten; beispielsweise haben bei einer Lokomotive die Räder, die Zylinder, die Steuerung, der Kessel und das Gestell ganz verschiedene Funktionen. Also auch hier Arbeitsteilung, auch hier Harmonie, wenn auch viel gröberer Art, als bei einem lebenden Wesen. Und gleichzeitig dürfen wir auch behaupten, daß Maschinen von so ausgebildeter Arbeitsteilung wie unsere Lokomotiven, namentlich unsere heutigen Schnellzugslokomotiven, durch ihren Anblick einen hohen ästhetischen Genuß bereiten. Ähnliches gilt von anderen Fahrzeugen, wie Kraftwagen, Fahrrädern¹⁾ usw. und besonders von unseren Schiffen, vom kleinsten Ruderboot bis zum größten Ozeandampfer. Wer einmal einen solchen im Dock gesehen hat, der war gewiß erstaunt und begeistert nicht nur von der gewaltigen Größe des Rumpfes, sondern auch von der Schönheit seiner Linien. Wir sind in diesem Falle berechtigt, nicht nur von „ästhetischer Wirkung“, sondern im engeren Sinne von Schönheit zu sprechen, weil die Formen eines Schnelldampfers, wenigstens soweit sie unter Wasser liegen, stets einen sanften, allmählichen Verlauf zeigen müssen, um ein leichtes Abgleiten und Verdrängen des Wassers zu ermöglichen. Aus diesem Grunde wirken sie sinnlich angenehm und sind daher schön. Außerdem müssen bei dem Entwerfen eines Schiffes die verschiedenartigsten Bedingungen erfüllt werden; die Rücksichten auf Tragfähigkeit, Seetüchtigkeit und Schnelligkeit stellen verschiedene, zum Teil sich widersprechende Anforderungen, so daß die Bestimmung der Schiffsform allein auf Grund der technischen Bedingungen eine sehr schwierige Aufgabe darstellt.

Wir haben diese anscheinend gar nicht zu dem Gegenstande dieser Arbeit gehörigen Betrachtungen nur angestellt, um zu zeigen, wie ganz anders als jene übrigen Gegenstände unsere Eisenkonstruktionen sich in technischer und ästhetischer Hinsicht verhalten. Dürfen wir bei unseren eisernen Brücken, Hallen und Dächern von „Arbeitsteilung“ reden? — Ich möchte diese Frage verneinen. Wohl handelt es sich bei den Eisenkonstruktionen um verschiedene Arten von Beanspruchungen, nämlich um Zug oder Druck und um Biegung. Aber diese Arten lassen sich durch sehr einfache logische Beziehungen voneinander ableiten, während das bei den verschiedenen Teilen einer Kraftmaschine nicht der Fall ist. Doch das ist vielleicht ein Streit um Worte; zugegeben, es sei auch bei den Eisenkonstruktionen eine „Arbeitsteilung“ vorhanden, so ist doch diese Art von Arbeitsteilung von weit niedriger Stufe als die oben bei den

¹⁾ Ein interessanter Aufsatz über die „Ästhetik der Fahrzeuge“ findet sich in der Zeitschrift „technisches Magazin“ (Technik G. m. b. H. Berlin SW., Alte Jakobstr. 23—24) Oktober 1908.

Kraftmaschinen betrachtete. Demgemäß ist auch die ästhetische Wirkung solcher Eisenbauten, die nahezu ausschließlich mit Rücksicht auf die Zweckmäßigkeit konstruiert sind, eine im Vergleich zu den Maschinen und Fahrzeugen niedrige.

Und so ist auch die Aufgabe des Entwerfens von Brücken und Hallen ihrer Natur nach anders geartet als die Aufgabe des Maschinen- und Schiffbaues. Stellt man lediglich die Forderung, daß das betreffende Erzeugnis zweckmäßig ausfalle, dann ist die Aufgabe des Ingenieurs, der Brücken und Hallen zu entwerfen hat, wesentlich einfacher und leichter als die des Maschinen- und Schiffbau-Ingenieurs. Denn der Bauingenieur braucht im wesentlichen nur die Gesetze der Statik zu berücksichtigen. Der Maschinenbauer braucht aber bei seinen Konstruktionen außer der Statik noch Dynamik, im besonderen Kinematik und mechanische Wärmetheorie; er und der Schiffbauer haben außerdem ein viel reichhaltigeres Register von Konstruktionselementen nötig, als der Bauingenieur.

Anders liegt aber die Sache, wenn man verlangt, daß die Erzeugnisse der Ingenieur Tätigkeit auch in ästhetischer Hinsicht soweit möglich befriedigen sollen. Der Schiff- und Maschinenbauer werden dann zur Vervollkommenung ihrer sonstigen Fähigkeiten nicht mehr viel zu tun brauchen, aber auch nicht viel tun können; denn ihre Aufgabe ist eben schon in rein technischer Hinsicht so verwickelt, stellt so verschiedenartige Anforderungen, daß diese gar nicht mehr viel Freiheit übrig lassen. Hier ist also die Möglichkeit zu einer künstlerischen freien Betätigung der Individualität sehr beschränkt. Dem Bauingenieur dagegen, der größere Eisenbauten zu entwerfen hat, sind in technischer Hinsicht einfachere Aufgaben gestellt, die ein nicht ganz unerhebliches Maß von Freiheit gewähren; hier gibt es also schon eher Fälle, in denen eine künstlerische, freischöpfende Gestaltungskraft sich zu betätigen vermag. In dieser Beziehung ist es denkbar, daß die Aufgabe des Bauingenieurs noch vielseitigere Anforderungen stellt als die des Maschinenbauers; allerdings im allgemeinen nur bei großen Aufgaben, wie bei dem Entwerfen großer Brücken und Hallen.

Es sei hier noch bemerkt, daß den Maschinen, Fahrzeugen und Schiffen infolge des höheren Grades von Arbeitsteilung und durch das Wesen der Bewegung oder der Bewegungsmöglichkeit das Element des Persönlichen in viel höherem Grade zukommt, als den ruhenden eisernen Bauwerken. Die ästhetische Anschauung personifiziert alles, nicht nur lebendige, sondern auch starre, leblose Gegenstände. Nun ist es aber klar, daß eine solche Personifizierung viel leichter bei solchen Gegenständen gelingt, die ihrem Wesen, ihrer Bestimmung nach sich bewegen sollen und womöglich eine ausgesprochene Arbeitsteilung aufweisen, als bei Gegenständen, die stets oder doch für gewöhnlich in der Ruhe verharren und keine Arbeitsteilung zeigen. Eine Bestätigung dieser Ansicht finde ich in der Namengebung. Es war früher allgemein üblich, — bei einigen Verwaltungen ist es jetzt noch der Fall — daß Lokomotiven mit Personennamen bezeichnet wurden. Bei Schiffen ist das ja heute noch ein allgemeiner Brauch, und mit einer gewissen Berechtigung. Zuweilen werden auch Brücken nach Personen benannt, aber niemals ohne die Zusatzbezeichnung „Brücke“. Es wäre widersinnig und ganz ungewöhnlich, wenn man ein

Schiff etwa als Kaiser-Wilhelm-Schiff, oder umgekehrt eine Brücke schlechthin als „Franz Joseph“ oder „Elisabeth“ ohne den Zusatz „Brücke“ bezeichnen wollte. So zeigt auch die volkstümliche Art der Namengebung, daß sie Schiffe und Lokomotiven als belebte Wesen, als Persönlichkeiten, dagegen Brücken und Hallen als Bauwerke, d. h. als unpersönliche Dinge ansieht.

Es möchte hiernach scheinen, als ob die Eisenkonstruktionen, die der Bauingenieur entwirft, im großen und ganzen geringere ästhetische Wirkungen erzielen als die Maschinen, Fahrzeuge und Schiffe. Demgegenüber ist jedoch zu bemerken, daß die Eisenbauten in harmonischem Zusammenwirken mit der Umgebung, namentlich mit steinernen Bauwerken oder Bauteilen hochbedeutende Eindrücke erzielen können. Das wird namentlich bei solchen Eisenkonstruktionen der Fall sein, deren Größe über das durchschnittliche Maß hinausgeht.

Um diese Wirkung näher zu erläutern, muß ich wiederum auf das schon mehrfach erwähnte Werk von Groos zurückgreifen. Unter den verschiedenen ästhetischen Modifikationen erläutert Groos auch den Begriff des Erhabenen. Er kommt bei seinen Untersuchungen zu dem Schlusse, daß zur Eigenschaft des Erhabenen einerseits gewaltige, über das Durchschnittsmaß hinausgehende Abmessungen, andererseits einfache Formen erforderlich sind:

„Das Erhabene ist ein Gewaltiges in einfacher Form“.

Diese Erklärung findet er an verschiedenen Beispielen aus der Natur bestätigt, dem Meere, der Wüste, dem Donner usw., aber auch an großen Bauwerken und den Charaktereigenschaften bedeutender Menschen.

Die Anwendung des Ausdruckes „erhaben“ auf unsere Eisenkonstruktionen dürfte vielleicht etwas verfrüht sein, weil die meisten derartigen Bauwerke noch auf kein großes Alter zurückblicken. Immerhin können wir den in jenem Satze liegenden Grundgedanken auch auf manche unserer Eisenkonstruktionen anwenden, weil diese große Abmessungen und dabei zugleich einfache Formen aufweisen. Unsere großen Bahnhofshallen, die Müngstener Brücke, die amerikanischen Hängebrücken, der Eiffelturm, sie sind alle mehr oder weniger „ein Gewaltiges in einfacher Form“. Und wenn auch manchmal die Wandgliederungen der Hauptträger oder der Windverbände sich als unübersichtliches Gewirre von Stäben darstellt, so hat doch die Umgrenzungslinie fast stets eine sehr einfache Form.

Daß in der erwähnten Eigenschaft des „Gewaltigen“ tatsächlich die wichtigste Ursache für die ästhetische Wirkung einer großen Zahl von Eisenkonstruktionen liegt, findet auch seine Bestätigung in dem oben erwähnten Werke von Meyer „Eisenbauten, ihre Geschichte und Ästhetik“. Der Schlußsatz dieses Werkes lautet nämlich:

„Die neuen Eisenaufgaben haben ein Anrecht auf die Kunst mehr fast als alle übrigen Bauwerke, da ihre ungeheuren Dimensionen zu den monumentalen Werken der Gegenwart gehören, sich als Verkehrszentren gerade am eindrucksvollsten geltend machen und unbestreitbar einen Stimmungsgehalt besitzen, der mit den Bildern des modernen Lebens untrennbar verbunden ist.“

An das Wort „Stimmungsgehalt“ wollen wir noch einige Bemerkungen anknüpfen. Worin besteht denn dieser Stimmungsgehalt?

Nach Groos beruht die rein ästhetische Wirkung, die ein erhabenes Bauwerk ausübt, auf zwei Vorgängen, nämlich einer Depression und der darauf folgenden Erhebung. Der Beschauer versenkt sich ganz in das erhabene Bauwerk, so daß er ihm gleichsam seine Seele leiht. Dabei erhebt er sich geistig über das zunächst stattfindende Gefühl der Bedrückung.

Dieser Vorgang ist nun grundsätzlich betrachtet derselbe, ob wir ein steinernes oder ein eisernes Bauwerk von großen Abmessungen betrachten. Bei dem letzteren ist aber der Gefühlsgehalt mit einem etwas modifizierten Vorstellungsgehalt verbunden, insofern als nämlich der Anblick des eisernen Bauwerks viel unmittelbarer den Gedanken an die menschliche Arbeit wachruft.

Wir haben gesehen, daß der Begriff des Gewaltigen oder des Monumentalen den Eisenkonstruktionen in ähnlicher Weise wie den Architekturwerken zukommt. Es fragt sich nun, welche grundlegenden Unterschiede beide Gruppen von Bauwerken aufweisen. Dieselben Vergleichspunkte, die wir bei der Gegenüberstellung der Eisenbauten mit Fahrzeugen, Schiffen und Maschinen ins Auge fassen, werden auch hier wieder die grundlegenden Unterschiede anzeigen. Bei den Eisenkonstruktionen sind die rein technischen Bedingungen verwickelter, die künstlerische Freiheit ist geringer als bei den Architekturwerken; bei diesen sind die rein technischen Aufgaben leichter, dafür ist aber mehr Freiheit für künstlerische Betätigung gegeben. Die eisernen Bauwerke nehmen also eine Mittelstellung ein zwischen Maschinen, Fahrzeugen einerseits und den Architekturwerken anderseits. Bei der ersteren Gruppe haben wir verwickelte technische Aufgaben, wenig Freiheit für eigentliche künstlerische Betätigung; bei der letzteren Gruppe einfache technische Aufgaben, viel künstlerische Freiheit.

Es seien noch einige allgemeine Bemerkungen über das Verhältnis eines Bauwerkes zu seiner Umgebung gemacht. Auch über diese nicht unwichtige Frage scheint bei vielen Ingenieuren und selbst Architekten große Unklarheit zu herrschen. So wurde beispielsweise in jenen „Grundanschauungen“ die Forderung aufgestellt, die äußere Erscheinung der Ingenieurbauten sei in Harmonie zu bringen mit ihrem Zweck, ihrem Material und ihrer Umgebung (vergl. oben Seite 67). Dieser Wunsch ist wohl gut gemeint, läßt sich aber in den meisten Fällen nur in geringem Grade und in sehr bedingter Weise erfüllen.

Eine Harmonie mit der Umgebung läßt sich etwa dadurch erzielen, daß der allgemeine Charakter des Bauwerkes im großen und ganzen dem der Umgebung angepaßt wird. Zeigt die Landschaft einen vorzugsweise natürlichen, von der Kultur noch wenig berührten Charakter, dann empfiehlt sich im allgemeinen eine etwas urwüchsige Behandlung der Formen. Andererseits ist es in der Nähe von Städten oder im Innern der Städte selbst angebracht, auf eine gewisse Verfeinerung der Formen hinzuwirken. So wird man in wenig kultivierten Gegenden eher vollwandige, in Städten eher gegliederte Träger verwenden, soweit die ästhetischen Fragen in Betracht kommen.

Als bemerkenswerte Beispiele für eine gewisse Ähnlichkeit in dem allgemeinen Charakter des Bauwerks und seiner Umgebung wurde die Kaiser-Wilhelm-Brücke bei Münstern und die Kornhausbrücke in Bern erwähnt (vergl. oben Seite 54).

Weitaus wichtiger ist jedoch in den meisten Fällen für die künstlerische Wirkung des Gesamtbildes der Gegensatz zwischen dem Bauwerke und seiner Umgebung. Ganz besonders gilt dies für Bauwerke in Gegenden, die durch besondere Naturschönheit ausgezeichnet sind. Als Beispiel sei die Ravennaschluchtbrücke der Höllentalbahn erwähnt¹⁾ Dieses Bauwerk ist in seiner allgemeinen Anordnung außerordentlich einfach gehalten und zeigt keinerlei Kunstformen. Trotzdem ist es in hohem Grade ästhetisch wirkungsvoll. Diese Tatsache beruht wohl hauptsächlich in dem Gegensatz der geraden Linien und Pfeiler zu der wildromantischen Gegend. Das „Romantische“ in der Natur beruht ja vorzugsweise auf dem Unregelmäßigen, Wilden, durch die Kunst wenig oder gar nicht Berührten. Ja, bei einer Ruine ist das romantische Element eben in der teilweise erfolgten Vernichtung des einstmaligen Regelmäßigen, Kunstvollen, zu suchen. Umgekehrt zeigt nun die Ravennaschluchtbrücke mit ihren ganz einfachen, geraden Formen einen starken und sehr wirkungsvollen Gegensatz zu dem wilden, ungezügelter Charakter der umgebenden Natur. Es ist, als ob ein starker, zielbewußter Menschenwille durch diese Natur gegangen sei. (Abb. 8.)

Solche Fälle sind aber verhältnismäßig selten. Viel häufiger ist die Umgebung des Bauwerks ziemlich gleichförmig und ohne bedeutende Abwechslung. Bei einer derartigen Lage wird man gut tun, in der Gestaltung des Bauwerkes selbst einen lebendigen Charakter zu zeigen.

Bei verschiedenen Besprechungen der Straßenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homburg (Zusammenstellung 3, Nr. 8, Seite 7) wurde in Zeitschriften hervorgehoben, daß die verhältnismäßig niedrige Gestalt der Träger dieser Brücke sich in die flache niederrheinische Landschaft gut einfüge. Ich möchte mich diesem Urteil nicht anschließen. Voraussichtlich hätte ein hochragendes Brückenbauwerk gerade dieser flachen und einförmigen Landschaft eher einen besonderen Reiz verliehen.

Man erkennt aus diesen und ähnlichen Beispielen, daß oft der Gegensatz zu der umgebenden Landschaft in dem Gesamtbilde eines Bauwerkes eine viel wichtigere Rolle spielt oder spielen sollte, als das Gleichartige. Dies hängt wohl damit zusammen, daß die Wirkung der Kunst — soweit man bei solchen Bauwerken überhaupt von Kunst reden kann — auf anderen Ursachen beruht, als die Wirkung der Natur. Man vergleiche auch hierüber das mehrfach erwähnte Werk von Groos.

Die verschiedenen Ursachen, welche ein mehr oder weniger glückliches Zusammenwirken zwischen einem Bauwerk und seiner Umgebung bedingen, sind aber so mannigfaltig und hängen so sehr von den Einzelheiten des besonderen Falles ab, daß es kaum möglich ist, allgemeine Regeln hierüber aufzustellen.

¹⁾ Zeitschr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1889, S. 601 und 607.

C. Kritische Betrachtungen über das Zusammenwirken des Eisens mit anderen Baustoffen.

Die Vereinigung des Eisens mit anderen Baustoffen hat sich in technischer Beziehung vielfach als vorteilhaft erwiesen; es fragt sich nun, ob diese Verbindung auch in ästhetischer Hinsicht günstig wirkt. Am bedeutsamsten ist für unsere Betrachtung jedenfalls die Vereinigung von Eisen und Stein, sowie von Eisen und Glas.

1. Brückenbau.

Im Brückenbau bilden die steinernen Mauerkörper das vermittelnde Glied zwischen der Eisenkonstruktion und dem Erdkörper. Dieses gilt sowohl in statischer als auch in tektonischer Beziehung. Denn es ist wohl auch dem statisch nicht geschulten Beschauer einleuchtend, daß die aus dünnen Stäben bestehende Eisenkonstruktion nicht ohne weiteres auf den nachgiebigen Erdboden gestützt werden kann. Es muß daher zwischen beide Teile ein fester und zugleich breiter, massiger und deshalb schwerer Körper eingefügt werden.

Aber auch in tektonischer Beziehung bildet das Mauerwerk den Übergang zwischen dem Eisenbau und dem natürlichen Boden. Die eisernen Teile sind lediglich Kunstprodukt, bei ihnen sind Form und Material durch technische Vorgänge erzeugt worden. Bei dem Mauerwerk ist der Hauptteil, der Stein, heute noch in der Regel Naturprodukt, nur seine Form ist ein Ergebnis menschlicher Tätigkeit. Der Mauerkörper ist gleichsam urwüchsiger und dem mütterlichen Erdboden näher verwandt als die Eisenkonstruktion; darum steht er auch in dieser Beziehung vermittelnd zwischen beiden Stoffen.

In neuerer Zeit scheint allerdings der Beton das aus natürlichen Steinen errichtete Mauerwerk mehr und mehr verdrängen zu wollen. Dem Eisen steht ja in tektonischer Beziehung der Beton näher als das Mauerwerk, denn auch er ist ein Kunstprodukt. Insofern dürfte der Beton weniger geeignet sein, zwischen Eisen und Erdkörper als vermittelndes Bindeglied zu treten. Namentlich bei solchen Bauwerken, deren Umgebung eine durch natürliche Schönheit geschmückte Landschaft bildet, wie etwa ein waldiges Gebirgstal, dürfte die Ausführung von Mauerwerk aus natürlichen Steinen in Verbindung mit einer Eisenkonstruktion viel mehr am Platze sein, als die Herstellung eines Betonbaues.

Wenn in den letzten Jahrzehnten eine weniger feine Behandlung der Mauerflächen von Ingenieurbauten üblich geworden ist, so trägt auch wohl dieser Umstand dazu bei, das Urwüchsige des Steinmaterials zu betonen.

Sehen wir von dem oben erwähnten tektonischen Unterschied zwischen Mauerwerk und Beton ab, so bleibt doch eine sehr wichtige Eigenschaft, die den beiden Baustoffen zukommt und bei ihrer Vereinigung mit dem Eisen einen sehr bedeutungsvollen Gegensatz zu diesem bildet, nämlich ihre Massigkeit. Die Eisenkonstruktion erscheint in der Regel verhältnismäßig leicht, oft sogar luftig und zierlich. Der Steinbau ist dagegen gewöhnlich schwer und massig. Dieser Gegensatz kann benutzt werden, um sehr eindrucksvolle Wirkungen hervorzubringen. Auf diesen Umstand hat auch Meyer mit Recht hingewiesen (Eisenbauten S. 141).

Beispielsweise wirkt bei den meisten Balkenträgern der Umstand günstig, daß die tragenden Teile aus Eisen, die stützenden aus Stein hergestellt sind. Hierdurch wird der Unterschied der Funktion recht deutlich und sinnfällig ausgedrückt. Die tragenden Teile machen einen leichten und dünnen, wenn auch kräftigen und widerstandsfähigen Eindruck; die stützenden Teile erscheinen schwer und massig. Besonders deutlich tritt dieser Gegensatz hervor, wenn die Balkenträger gegliederte Träger sind, während bei vollwandigen Trägern der Unterschied weniger stark ins Auge fällt. Es kann sogar vorkommen, daß vollwandige Träger schwerer aussehen, als das unterstützende Mauerwerk. Eine solche Anordnung wäre zu vermeiden, soweit ästhetische Rücksichten in Frage kommen.

Eine sehr wichtige Rolle spielen ferner die Mauerkörper bei den eisernen Bogenbrücken. Wie die Steinmassen tatsächlich statisch erforderlich sind, um den Bogenschub aufzunehmen und in geeigneter Weise in das Grundmauerwerk zu übertragen, so ist diese Funktion auch für die ästhetische Betrachtung von großer Wichtigkeit. Die schwere Masse des Steines erzeugt im Gegensatz zu dem energischen und kühnen Anstreben des Eisenbogens das Gefühl einer gewissen Beruhigung. Hieraus läßt sich die Regel ableiten, daß man die aus Mauerwerk oder Beton bestehenden Widerlager nicht hinter Erdkörpern verstecken, sondern mit der ihnen ästhetisch gebührenden Masse auch deutlich hervortreten lassen sollte. In manchen Fällen kann es sogar erwünscht sein, die Pfeiler und Widerlager aus ästhetischen Gründen stärker und massiger auszuführen, als dies mit Rücksicht auf die Standfestigkeit unbedingt erforderlich wäre.

Wir haben bei Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung auch solche Bogenbrücken kennen gelernt, deren Öffnungen teils durch Stein- oder Betonkonstruktionen, teils durch eiserne Bogenträger überdeckt sind (vergl. oben Seite 37). In vielen Fällen sind derartige Anordnungen gerechtfertigt; vom ästhetischen Standpunkte aber gewöhnlich nur dann, wenn die gewölbten Öffnungen wesentlich kleinere Stützweiten als die mit Eisenkonstruktion versehenen haben. Sind die Stützweiten der einzelnen Öffnungen sehr verschieden, dann ist es einleuchtend und auch für die künstlerische Wirkung nicht ungünstig, wenn die kleinen Öffnungen eine andere Konstruktionsart erhalten, als die großen. Namentlich ist dies der Fall bei sehr langen Brücken, die eine große Zahl von Flutöffnungen enthalten. Bei solchen Bauwerken ist es sogar erwünscht, durch die verschiedene Ausbildung der Vorlandbrücken und der Strombrücke den Unterschied dieser beiden Hauptteile hervorzuheben.

Anders liegt die Sache, wenn bei einer Brücke mit wenigen Öffnungen die Stützweiten nicht sehr verschieden voneinander sind. In solchen Fällen wäre es m. E. richtiger, alle Überbauten gleichartig auszubilden und so das Gemeinsame des ganzen Bauwerkes und den organischen Zusammenhang deutlich zu betonen. Wenn beispielsweise bei der neuen Neckarbrücke in Mannheim in der Mittelöffnung eiserne Blechbogen, in den Seitenöffnungen dagegen Betongewölbe ausgeführt sind, so scheint mir diese Wahl nicht glücklich. Die Weite der beiden Seitenöffnungen beträgt etwas mehr als die Hälfte der Stützweite der großen Öffnung. In diesem

Fälle sind also die beiden Seitenöffnungen nicht etwa als untergeordnete Nebenbestandteile des ganzen Bauwerkes zu betrachten, vielmehr nehmen sie einen verhältnismäßig großen Teil der Gesamtlänge ein. Die Seitenöffnungen sind hier der Mittelloffnung eher nebengeordnet, als untergeordnet. Aus diesen Gründen wäre in einem derartigen Falle eine gleichartige Ausbildung aller Öffnungen vorzuziehen.

Wohl noch bedeutungsvoller als bei den Bogenbrücken ist die ästhetische Funktion der Mauerkörper bei den Hängebrücken. Hier tritt der oben gekennzeichnete Gegensatz zwischen Stein und Eisen ganz besonders deutlich hervor. Eine wichtige Eigenart der meisten Hängebrücken liegt in ihrer besonders leichten Erscheinung. Wenn nun die zur Lagerung der Tragketten dienenden Pfeiler aus Stein ausgeführt sind, dann entsteht ein sehr wirkungsvoller Gegensatz zwischen diesen schweren und gewaltigen Mauermassen einerseits und dem dünnen und zierlichen Eisenwerk andererseits. Ganz besonders gilt dieses u. a. von den Kettenbrücken bei Bangor und Conway, von der Brücke über den Avon bei Bristol sowie auch von der alten Kettenbrücke über die Donau in Budapest (Abb. 86, 87, 89). Auch bei neuen Hängebrücken dürfte es sich empfehlen, den Auflagerpfeilern der Tragketten ein gewisses Übermaß an Mauerwerk zu geben und so diese Teile in dem Gesamtbilde des Bauwerkes besonders eindringlich zu betonen.

Eine sehr wichtige Rolle spielen die Steinpfeiler in dem Gesamtbilde der Flußbrücken. Es ist klar, daß man schon aus praktischen Gründen in den Fluß hinein keine Eisenkonstruktion bauen wird. Aber auch in ästhetischer Beziehung ist die aus dem Strom emporragende, gegen ihn sich anstemmende Mauermaße ein bedeutungsvolles Motiv; sie verkörpert sozusagen den gegen die Naturgewalt kämpfenden Menschengestalt.

Auf die Bedeutung der Brücken-Portale wurde bereits oben Seite 36 hingewiesen und dabei erwähnt, daß im großen und ganzen die mittelalterlichen Stilformen bei derartigen Bauten die Regel bilden. Dies ist wohl hauptsächlich dadurch zu erklären, daß überhaupt in der Baukunst des neunzehnten Jahrhunderts die historischen Stilrichtungen vorherrschten. Während nun im Hochbau solche Anlehnungen an die Vergangenheit sich leicht ergaben, war die Sache bei den Brückenportalen schon schwieriger, weil es sich hier um ganz neue Schöpfungen und eine neuzeitliche Bauweise handelte. Hier schien das Motiv eines Festungsturmes oder Festungstores eine gewisse Berechtigung zu haben, weil bei vielen Brücken aus alter und neuer Zeit die sogenannten Brückenköpfe befestigt waren. Diesen Gedanken suchte man nun künstlerisch zu verwerten und hierbei fiel wohl hauptsächlich auch der Umstand ins Gewicht, daß die Hauptträger der meisten größeren Brücken lotrechte Endabschlüsse zeigten. Mit dieser harten und kalten Form das ganze Bauwerk endigen zu lassen, erschien durchaus nicht erwünscht und so stellte man gewöhnlich neben die Endvertikalen der über der Fahrbahn liegenden Überbauten je einen Festungsturm, der gewöhnlich die Eisenkonstruktion noch um ein bedeutendes Stück überragte. So ist es bis zu einem gewissen Grade erklärlich, daß die mittelalterlichen Festungstürme namentlich an den Enden der größeren Brücken bald typisch wurden und es

auch lange Zeit blieben. Einige dieser Portale sind auch künstlerisch hervorragend und wertvoll, so namentlich die der alten Weichselbrücke bei Dirschau und der Nogatbrücke bei Marienburg (Abb. 2 u. 11).

Wenn nun auch der Gedanke an eine Befestigung den Anlaß zu der künstlerischen Behandlung dieser Baukörper gegeben hatte, so war andererseits der Zwiespalt zwischen dem realen Zweck und der künstlerischen Form doch gar zu augenfällig. Bei einem großen Teile der heutigen Brücken sind überhaupt keine Befestigungen mehr vorhanden. Wo solche doch nötig sind, genügt für die wenigen Wachmannschaften ein niedriger, möglichst verdeckt liegender Raum, während die hochragenden Türme zu nichts dienen können, als die Aufmerksamkeit des Feindes zu erwecken.

Gegen Ausgang des vorigen Jahrhunderts machten sich bekanntlich Bestrebungen geltend, die sich von der historischen Stilauffassung lossagten und eine mehr dem Wesen und Geiste der Neuzeit entsprechende Baukunst schaffen wollten. Diese Richtung ist auch an einigen in den neunziger Jahren erbauten Portalen teilweise bemerkbar, so namentlich an den von Jacobsthal erbauten Portalen der neuen Weichselbrücke bei Dirschau, der Nogatbrücke bei Marienburg und der Rheinbrücke bei Roppenheim (Abb. 9, 14, 101). Solche Bestrebungen sind gewiß gesund und beachtenswert. Es muß zugegeben werden, daß es sehr schwer, ja fast unmöglich ist, ein steinernes Brückenportal ohne jede Anlehnung an die überlieferte Formenwelt zu entwerfen. Dabei sollte aber durch die Art der Anwendung dieser Formen und durch ihre Ausbildung deutlich zu erkennen sein, daß eine gewisse Umwandlung oder eine Verschmelzung mit dem Geiste der Neuzeit eingetreten ist.

Ein solches Bestreben zeigt sich auch an den bekannten Pfeilertürmen der Bonner Rheinbrücke, obwohl diese wiederum in mittelalterlichen und zwar in romanischen Formen ausgeführt sind. Doch ist die Anknüpfung an den romanischen Stil nur lose und darum wirkt sie bei dem neuzeitlichen Bauwerk nicht merklich störend. Ganz besonders glücklich sind hier die Massen der Türme in ihrem Verhältnis zu der Eisenkonstruktion abgewogen und ausgeglichen, so daß weder auf der einen noch auf der anderen Seite ein Übergewicht der Massen vorhanden ist. (Abb. 61).

Das Beispiel der Bonner Brücke hat bei zahlreichen neueren Brückenbauten insofern nachgewirkt, als häufig Portale in romanischen Stilformen ausgeführt worden sind. Namentlich ist dies der Fall bei Brücken mit dem in neuerer Zeit so beliebten Zweigelenkbogen mit Zugband. Oft finden wir schwerer, massige Turmbauten an den Enden solcher Brücken. Zuweilen macht sich sogar das Bestreben des Architekten geltend, treu im Sinne und Geiste des Mittelalters zu schaffen und demgemäß den Beschauer auch geistig in das Mittelalter zu versetzen.

Es lassen sich vielleicht einige Gründe anführen, die ein solches Vorgehen scheinbar rechtfertigen. Vor allem liegt wohl derartigen Ausführungen das Bestreben zu Grunde, der ganzen Brücke einen möglichst würdigen und monumentalen Abschluß zu geben. Wir hatten bei der allgemeinen Betrachtung über die ästhetische Wirkung großer Eisenkonstruktionen gesehen, daß sie als „ein Gewaltiges in einfacher Form“ erscheinen. Hiermit dürften nun jene roma-

nischen Portalbauten insofern übereinstimmen, als sie gleichfalls einfache, wuchtige und markige Formen bei großen Abmessungen aufweisen. Die gotischen Bauwerke sind schon viel mehr gegliedert, und wenn auch durch die gemeinsame Richtung des Aufwärtstrebens eine erhabene Einseitigkeit¹⁾ erzielt wird, so haben die romanischen Bauwerke eben doch viel einfachere Formen. Und erst recht ist in dieser Hinsicht der romanische Stil der Renaissance überlegen. Die Formen der Renaissance sind viel zu sehr durchdacht, gegliedert, verfeinert, als daß sie als „Gewaltiges in einfacher Form“ zu erscheinen vermöchten.

Ein anderer Grund, der vielfach zur Anwendung romanischer Stilformen geführt hat, ist wohl die Nähe alter und berühmter Bauwerke. Ähnliche Beispiele, wenn auch für den gotischen Stil, wurden bereits Seite 36 erwähnt. So finden wir auch sonst vielfach das Bestreben, an die Vergangenheit, an die alte bodenständige Kunst anzuknüpfen. Sollte beispielsweise die Brücke inmitten eines malerischen Städtebildes erbaut werden, so lag vielleicht der Gedanke nahe, die Stilformen der Brückenportale in Einklang zu bringen mit den ehrwürdigen Bauten der Umgebung. Und schließlich ist wohl die streng historische Richtung bei Brückenbauten als eine Art Gegenströmung anzusehen gegenüber den von anderer Seite gemachten und nicht immer glücklichen Versuchen, eine moderne Baukunst zu schaffen.

Aber alle diese Gründe oder Erwägungen vermögen doch das Gekünstelte und Gesuchte nicht zu rechtfertigen, das in der Erscheinung großer eiserner Brücken mit streng romanischen Portalbauten liegt. Ein großer Eisenbau, wie z. B. eine Brücke, ist sicherlich eine Schöpfung, die durchaus das Gepräge der Neuzeit an sich trägt und gerade der historisch geschulte Sinn sollte es vermeiden, mit einem solchen Bauwerke die Stilformen einer längst verschwundenen Zeit in Verbindung zu bringen.

In diesem Sinne hat sich übrigens auch ein Gutachten der Königlichen Akademie des Bauwesens vom Jahre 1889 ausgesprochen. Es handelte sich damals um die Entwürfe zu dem Umbau des Kölner Hauptbahnhofes. Ausgehend von der Beurteilung dieser Entwürfe kam die Akademie zu folgendem allgemeinen Schlusse:

„Es muß als ein Irrtum bezeichnet werden, daß die Nachbarschaft hervorragender Bauwerke dazu nötige, neue, ganz anderen Zwecken dienende Bauten in demselben Stile zu halten, wie jene Es gibt aber überhaupt keine Unternehmungen, in welchen das Wesen unserer Zeit gegenüber der Vergangenheit einen so scharfen Ausdruck fände, wie in den großen Bauten für den Verkehr, den einzigen, welche mit den großen Bauwerken des Altertums wetteifern können, ja in ihrer Gesamtheit sie überragen. Es erscheint daher nicht nur als ein Recht, sondern geradezu als eine Pflicht, in diesen Bauten die heutige Kunstanschauung zum Ausdruck zu bringen, und der Nachwelt monumentale Urkunden der Jetztzeit zu überliefern.“²⁾

Diesem gewiß gesunden Gedanken ist nun leider vielfach

— und zwar auch in neuerer Zeit — nicht entsprochen worden. Ganz besonders aber erscheint es verfehlt, wenn derartige Tor- oder Turmbauten an Höhe und Umfang so massig ausgeführt werden, daß sie das verhältnismäßig dünne Eisenwerk zu erdrücken scheinen. Man hat dann zuweilen beinahe den Eindruck, als ob der Architekt versucht habe, das Werk des Ingenieurs zu übertrumpfen. Ein solches Bestreben ist gewiß nicht am Platze — wenigstens nicht bei Brücken. Denn hier ist das Werk des Ingenieurs die Hauptsache und nicht die Arbeit des Architekten.

Gegen die Verwendung ausgesprochen historischer Stilformen bei Brückenportalen sind schon mehrfach in Zeitschriften Stimmen erhoben worden. Ein neuerer, bemerkenswerter Aufsatz von Professor Franz über „Brückentore“ findet sich in der Zeitschrift „Technik und Wirtschaft“ (Beiblatt zur Zeitschrift d. Ver. deutscher Ing. 1911, S. 25 bis 32, mit Abb.). Der Verfasser gelangt zu dem temperamentvollen, aber etwas radikalen Schlusse: „Weg mit den Steinmasken, weg mit der Unwahrheit!“

Gewiß wird jeder vorurteilsfreie Leser das Verlangen billigen, daß mit jener Unwahrheit ein Ende gemacht werde. Aber geht die Forderung, daß man jede durch die Konstruktion nicht unmittelbar bedingte Steinarchitektur bei eisernen Brücken vermeiden solle, nicht doch etwas zu weit?

Mit Recht weist Professor Franz in jenem Aufsätze darauf hin, daß jene Steinmasken zum großen Teil durch die Anordnung der eisernen Träger veranlaßt worden seien. Liegt die Fahrbahn gänzlich über den Hauptträgern, dann sind die Erbauer selten auf den Gedanken gekommen, große steinerne Portale an den Enden der Brücke zu errichten.

Schwieriger ist die Lösung der Frage, wenn die Hauptträger ganz oder größtenteils oberhalb der Fahrbahn liegen. Die Träger wurden auch dann häufig an den Enden durch lotrechte Stäbe abgeschlossen, die in der Querrichtung gewöhnlich zu einem steifen Portal verbunden sind. Diese Anordnung empfiehlt sich bekanntlich aus konstruktiven Gründen. In ästhetischer Beziehung wirkt sie aber hart und unschön, sobald die Eisenkonstruktion an den Enden unverkleidet ihre scharfen Ecken in die Luft hinausragen läßt. Hierdurch ist die Entstehung jener Portalbauten zum großen Teil erklärlich. Um aber trotzdem jene „Steinmasken“ zu vermeiden, schlägt Professor Franz vor, die Eisenkonstruktion so umzugestalten, daß sie keine häßliche Seite mehr aufweist und deshalb der Verkleidung durch Steinbauten nicht mehr bedarf. Das ist nun viel leichter gesagt als getan. Der lotrechte Endabschluß mit steifem Portal über den Auflagern ist in technischer Beziehung sehr zweckmäßig. In der geschichtlichen Entwicklung der eisernen Brücken haben gerade solche Trägersysteme (z. B. Halbparabelträger und Zweigelenkbogen mit Zugband) eine große und wichtige Rolle gespielt. Aber auch die Träger mit schrägem Endabschluß (z. B. Trapezträger) zeigen an dem Übergang in den wagenrechten oder schwachgeneigten Teil des Obergurts gleichfalls eine unschöne Härte. Obgleich diese nicht ganz so unvorteilhaft wirkt, wie der lotrechte Endabschluß, ist es doch nicht leicht, in derartigen Fällen eine ästhetisch befriedigende Lösung zu finden, ohne von den hergebrachten Regeln der Technik allzusehr abzuweichen oder die Gesetze der Statik zu verletzen. Und darum wird der Brückenbauer auch in

¹⁾ Vergl. Groos, Einleitung in die Ästhetik S. 317 u. ff.

²⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 280.

Zukunft manchmal eine lotrechte Endigung des Trägersystems wählen und dann zuweilen auch das Ganze durch einen Steinkörper abschließen.

Ein sehr beachtenswertes Beispiel für einen architektonischen Endabschluß zeigt die neue Eisenbahnbrücke der Umgebungsbahn über den Main bei Mainz (Abb. 109). Das System der Hauptträger ist der Zweigelenkbogen mit Zugband. Die Abschlüsse sind hier nicht als Gebäude, sondern als Marksteine, also in nicht sehr bedeutenden Abmessungen ausgeführt, aber doch so, daß sie deutlich zu sagen scheinen: „hier fängt die Brücke an und hier hört sie auf.“ Diese Marksteine sind zwar in romanischen Formen ausgeführt, doch ist die Art der Behandlung durchaus frei und dem neuzeitlichen Charakter des Bauwerkes angemessen. Jene ungesunde Romantik der mittelalterlichen Torburgen ist glücklich vermieden.

Ornamentale Steinbauten sind also an den Enden von eisernen Brücken dann berechtigt, wenn sie nicht als selbständige Leistungen der Baukunst erscheinen, sondern nur den Zweck haben, das ganze Bauwerk abzuschließen und ihm zugleich ein gewisses geistiges Gepräge, einen höheren Grad von Individualität zu verleihen.

Immerhin läßt sich gegen die zuletzt erwähnte Art der Vereinigung von Eisen und Stein das einwenden, daß beide Baustoffe in mehr unorganischer Weise nebeneinandergestellt, als organisch miteinander verbunden sind. Aus diesem Grunde wird man also auch einen derartigen Versuch wie bei der zuletzt erwähnten Mainbrücke nicht als eine in jeder Weise vollkommene Lösung ansehen dürfen. Noch besser ist es daher, wenn die Hauptträger an den Enden nur eine ganz geringe Höhe haben und mit den Obergurten erst allmählich nach den Mittelpfeilern ansteigen. Eine solche Anordnung läßt sich aber nur bei Brücken mit mehreren größeren Öffnungen ausführen.

Professor Franz hat in dem oben erwähnten Aufsatz die Bemerkung gemacht, daß es viel richtiger sei, die Strompfeiler, und nicht die Enden der Brücke ästhetisch zu betonen; er weist hierbei auf die alte Britanniabridge hin. Diese Ansicht ist sehr zutreffend, aber weniger deshalb, weil die Gründung der Strompfeiler schwierig ist und große Kosten verursacht, wie a. a. O. bemerkt ist, als vielmehr aus ästhetischen Gründen. Denn es ist offenbar erwünscht, daß bei einem so langgestreckten Bauwerk die Aufmerksamkeit des Beschauers vorzugsweise auf die mittleren Teile gelenkt wird, weil es so am leichtesten ist, einen Überblick über das Ganze zu gewinnen. Ganz gewiß würde ein Architekt, der eine langgestreckte Hochbauanlage zu entwerfen hat, sich sehr hüten, nur die äußersten Teile an Masse und Höhe zu betonen und die Mitte verhältnismäßig niedrig und unbedeutend zu halten.

Der erwähnten Forderung, daß die Strompfeiler besonders hervorzuheben sind, genügen am besten Auslegerbrücken und Hängebrücken. Als besonders bedeutende Beispiele seien die alte Kettenbrücke und die Franz-Joseph-Brücke in Budapest erwähnt. Solche Bauwerke geben jedenfalls weit vorteilhaftere harmonische Gesamtbilder als jene Brücken mit hochliegenden Bogenträgern, die von mittelalterlichen Endportalen überragt werden (Abb. 28 u. 87).

Bei denjenigen eisernen Brücken, deren Hauptträger

ganz oder nahezu ganz unterhalb der Fahrbahn liegen, sind größere Portal- und Turmbauten naturgemäß in der Regel vermieden worden. Und das ist auch sehr berechtigt, denn in neuerer Zeit werden Brücken nur noch selten mit Anlagen zu Verteidigungszwecken ausgerüstet. Zuweilen findet man niedrige Häuschen für Brückenwärter oder Einnehmer von Brückengeld. Solche Bauten spielen dann keine sehr wichtige Rolle in dem Gesamtbilde der Brücke, dürften aber als ein gewisser Abschluß derselben nicht unwillkommen sein. — Bei der Straßenbrücke über den Rhein bei Worms hat man an beiden Enden der Strombrücke hohe, mächtige Turmbauten errichtet, obwohl hier die Hauptträger überall unter der Fahrbahn liegen. Hier fehlt natürlich jeder Anlaß zur Ausführung von so unnötigen, in dem Gesamtbilde nur unharmonisch wirkenden Mauerklötzen (Abb. 66).

Dagegen wäre es einseitig und engherzig, wollte man bei Brücken mit obenliegender Fahrbahn jede über diese hinausragende Bekrönung als unzulässig bezeichnen. Freilich ist gerade bei dem Entwerfen solcher Bekrönungen sehr viel Taktgefühl von seiten des Architekten erforderlich. Vor allem muß dafür gesorgt werden, daß die Bekrönung oder der Abschluß in einem richtigen Verhältnisse zu der unteren Masse des Steinpfeilers steht. Dies ist aber nicht immer der Fall, selbst bei sonst hervorragenden Bauwerken. So sind z. B. bei der Straßenbrücke über den Rhein zwischen Mainz und Castel sämtliche Strompfeiler durch Steinobelisken gekrönt, an denen Laternen angebracht sind. Diese Steinobelisken wirken aber im Verhältnis zu der bedeutenden Masse der Strompfeiler und zu den großen Abmessungen der Eisenbögen ziemlich kleinlich. Der Beschauer empfindet das am deutlichsten, wenn er auf einem Dampfer fahrend allmählich von weitem sich dem Bauwerke nähert. Auch sind die gesamten Architekturformen der Pfeiler und der erwähnten Obelisken etwas zu zierlich gehalten — wenigstens nach heutigen Anschauungen. Die Brücke bedeutet ja in der geschichtlichen Entwicklung einen bemerkenswerten Fortschritt in künstlerischer Beziehung. Aber gerade bei der Betrachtung der Kunstformen dieses Bauwerks erkennt man so recht, wie sehr unsere künstlerischen Anschauungen seit jener Zeit sich geändert haben (Abb. 99).

Ein anderes, in dieser Hinsicht beachtenswertes Bauwerk ist die Kornhausbrücke in Bern. Daß auch hier die Pfeiler aus Stein ausgeführt sind, erscheint berechtigt. Denn die Hauptrolle in dem Gesamtbilde des Bauwerkes spielt ja die große Öffnung, und so war es erwünscht, zwischen dieser und den kleinen Öffnungen jeweils eine scharfe Trennung durch die geschlossene Massen bildenden Steinpfeiler eintreten zu lassen. Der Gleichartigkeit wegen wurden auch die übrigen Pfeiler aus Stein ausgeführt. Die beiden, die Mittelloffnung begrenzenden Pfeiler sind durch Obelisken gekrönt, die jedoch — ähnlich wie bei der Mainzer Brücke — einen etwas kleinlichen Eindruck machen. Die Wirkung wäre entschieden vorteilhafter, wenn diese Obelisken höher und kräftiger ausgebildet wären (Abb. 60 u. 105).

Auch bei der König-Karlsbrücke zwischen Cannstadt und Stuttgart (Zusammenstellung 7, Nr. 8, Seite 12) sind die zum Abschluß und zur Bekrönung dienenden Steinkörper nicht vorteilhaft verteilt und ausgeglichen. Hier

sind über den Mittelpfeilern verhältnismäßig niedrige Bekrönungen — teilweise mit figürlichem Schmuck — ausgeführt, während über den Endwiderlagern sehr hohe und kräftige Obeliskten errichtet wurden. Richtiger wäre es gewesen, derartige, das ganze Bauwerk überragende Steinkörper über den beiden die Mittelloffnung begrenzenden Strompfeilern auszuführen, die dann auch im Unterbau entsprechend kräftiger auszubilden waren. Hierdurch wäre vor allem die Bedeutung der Mittelloffnung als Überbrückung des gewöhnlichen Stromlaufes hervorgehoben. Die Bekrönungen der beiden anderen Pfeiler und der Widerlager waren dann entweder ganz entbehrlich, oder sie konnten in bescheidenen Abmessungen gehalten werden.

Etwas anders liegt die Sache bei denjenigen Brücken, deren Hauptträger teils unter, teils über der Fahrbahn liegen, wie bei der Bonner oder Düsseldorfer Rheinbrücke. Es ist behauptet worden, daß auch in solchen Fällen Portal-Turmbauten überflüssig und zwecklos seien und daher besser fortblieben (vergl. den oben erwähnten Aufsatz von Prof. Franz Seite 31). Bei der Bonner Brücke haben die Portale den Zweck, die in technischer und ästhetischer Beziehung wichtigste Mittelloffnung gegenüber den Seitenöffnungen abzuschließen und dadurch besonders hervorzuheben. Dies ist auch deshalb sehr wünschenswert, weil die Mittelloffnung eine andere Konstruktion aufweist, als die Seitenöffnungen. Bei der geringen Zahl der Strompfeiler erscheint es sehr wichtig, diese stark zu betonen und zwar durch Fortführung der lotrechten Linien über die Fahrbahn hinaus. Hierbei entsteht auch ein sehr wohlthuender Gegensatz zwischen den wagerechten oder schwach geneigten Linien der Eisenkonstruktion und den lotrechten Linien der Pfeiler. Jedenfalls wäre es bei einer derartigen Trägeranordnung nicht zu empfehlen, die Strompfeiler ganz ohne Bekrönung in Höhe der Fahrbahn aufhören zu lassen. Andererseits mußten die bekrönenden Körper auch kräftig und massig genug sein, um nicht kleinlich zu wirken.

Bernhard hat bei einigen der von ihm entworfenen Brücken eine ähnliche Gesamtanordnung gewählt, aber die Steinpfeiler nur bis zur Unterkante der Konstruktion reichen lassen (vergl. oben Seite 51). Hierbei wird zwar der organische Zusammenhang der Eisenkonstruktion hervorgehoben, zugleich aber auf den ästhetisch so bedeutsamen Gegensatz zwischen den massigen Pfeilern und der dünnen Eisenkonstruktion, sowie auf eine hinreichende Betonung der lotrechten Linie an den Pfeilern fast ganz verzichtet. Bei der Treskowbrücke bei Oberschöneweide und der Havelbrücke im Zuge der Döberitzer Heerstraße sind über den mittleren Stützen eiserne Maste zur Aufhängung von elektrischen Lampen angebracht. Diese Maste sind aber bei weitem nicht kräftig genug, um in dem Gesamtbilde des Bauwerks als eindrucksvolle Bekrönungen der Stützkörper zu wirken und zugleich die lotrechte Linie hinreichend zu betonen (Abb. 82).

Insofern wäre also die Anordnung der Bonner Rheinbrücke künstlerisch wirkungsvoller. Gegen diese läßt sich allerdings einwenden, daß durch die Portale mit den verhältnismäßig engen und niedrigen Öffnungen der freie Blick über die Fahrbahn zu sehr eingeschränkt wird. Nach unseren heutigen Anschauungen soll die Brücke schon durch ihre äußere Erscheinung dartun, daß sie den freien und ungehin-

derten Verkehr jederzeit gestattet. Ein Bedürfnis, die Brücke zeitweilig zu sperren, wie im Mittelalter, gibt es heute nicht mehr. Darum sollte man Portalbauten, die nur eine kleine Öffnung oberhalb der Fahrbahn freilassen und den Weg — wenn auch nur sinnbildlich — zu sperren scheinen, lieber vermeiden.

Eine etwas andere Rolle als bei den erwähnten Fluß- und Strombrücken spielt die Vereinigung von Stein und Eisen bei manchen Talbrücken. Als bemerkenswerte Beispiele solcher Brücken mit Bogenträgern haben wir die Müngstener Talbrücke und die Kornhausbrücke bei Bern kennen gelernt. In den weitaus meisten Fällen haben auch die Talbrücken Balkenträger. Die Pfeiler bestehen entweder gleichfalls aus Eisen, oder aus Stein. Es ist nicht leicht, eine allgemeine Kritik darüber zu geben, ob bei Viadukten mit eisernen Überbauten Steinpfeiler oder Eisenpfeiler den Vorzug verdienen. In vielen Fällen werden die wirtschaftlichen Erwägungen so stark in den Vordergrund treten, daß die ästhetischen Rücksichten von geringerem Einfluß sind. Wenn man von Einzelheiten absieht, lassen sich sowohl Steinpfeiler als eiserne Pfeiler bei Viadukten so ausbilden, daß der Gesamteindruck des Bauwerks ästhetisch befriedigt. In beiden Fällen muß darauf besonders geachtet werden, daß das Verhältnis von Stütze zur Last wohlthuend wirkt. Es genügt nicht, daß man einfach eine statische Berechnung aufstellt und hiernach Pfeiler und Überbauten dimensioniert. Bei steinernen Pfeilern werden in der Regel die Überbauten verhältnismäßig zu leicht und die Pfeiler zu schwer aussehen; bei eisernen Pfeilern ist das Verhältnis eher umgekehrt. Man wird also bei steinernen Pfeilern den Überbauten einen ziemlich gedrungenen, schweren Eindruck zu geben suchen, bei eisernen Pfeilern dagegen einen möglichst leichten. Die steinernen Pfeiler wird man verhältnismäßig schlank zu halten suchen, die eisernen dagegen recht kräftig. Von den drei bekannten Arten der eisernen Pfeiler: Pendelpfeiler, Turmpfeiler und Gerüstpfeiler wirken die Turmpfeiler in ästhetischer Beziehung am vorteilhaftesten. Es empfiehlt sich, diesen eine möglichst engmaschige Gliederung zu geben, um sie möglichst als geschlossene Teile wirken zu lassen.

Werden die Hauptträger der Überbauten nicht als gegliederte, sondern als vollwandige Träger ausgeführt, so kann durch die breite, geschlossene Fläche dieser Träger eine sehr eindrucksvolle Wirkung erzielt werden. Natürlich kommt hierbei auch die Umgebung des Bauwerks in Frage. Werden vollwandige Träger gewählt, so muß namentlich dafür gesorgt werden, daß die Pfeiler im Verhältnis zu den etwas schwer aussehenden Blechträgern nicht zu leicht erscheinen. So wäre es mit Rücksicht auf die ästhetische Wirkung nicht vorteilhaft, wenn man hohe Blechträger eines langen Viadukts nur auf Pendelstützen lagerte. Natürlich kommen hierbei alle Hauptabmessungen des Bauwerks in Frage, und es lassen sich allgemeine Regeln über die Gestaltung der einzelnen Teile schwer geben.

Handelt es sich um die Erbauung eines Viadukts von großer Länge und ziemlich gleichbleibender Höhe, so wird man aus praktischen Gründen geneigt sein, möglichst viele Stützweiten genau gleich zu machen und auch die Pfeiler möglichst gleichartig auszubilden. Eine solche Anordnung wirkt aber sehr eintönig; soweit überhaupt ästhetische

Rücksichten in Betracht kommen, wäre sie, wenn möglich, zu vermeiden. Ein einfaches Mittel, um in einem derartigen Falle einige Abwechslung in dem Gesamtbilde hervorzubringen, würde darin bestehen, daß man etwa jeden dritten, vierten oder fünften Pfeiler aus Stein und zwar besonders kräftig, alle übrigen Pfeiler aber aus Eisen herstellte. Die Steinpfeiler könnten zugleich so ausgebildet werden, daß sie die Bremskräfte jeder Gruppe aufzunehmen imstande wären; die eisernen Pfeiler würden von diesen entlastet; vielleicht könnten sie dann als Pendelpfeiler ausgebildet werden. In dem Gesamtbilde des Bauwerks würden die Steinpfeiler stark in die Augen fallende Abschnitte darstellen, denen gegenüber die eisernen Pfeiler als minder wichtige Glieder erschienen. So wäre die sonst einförmige Erscheinung eines solchen Bauwerks in einfacher Weise — vermutlich ohne sehr große Mehrkosten — etwas belebt.

Eine ähnliche, in der Praxis gleichfalls ziemlich häufig vorkommende Aufgabe besteht in der Erbauung eines Viadukts über einem breiten Flußtal, wobei die Überbrückung des Flußlaufes selbst eine einzige größere Stützweite bedingt, während die übrigen Stützweiten zweckmäßig kleiner gewählt werden dürfen. In einem derartigen Falle kann es sich ebenfalls empfehlen, durch einen Wechsel zwischen Stein- und Eisenpfeilern einen gewissen Unterschied in der Betonung der Stützen und eine Gliederung des ganzen Bauwerks eintreten zu lassen. Die beiden hart am Ufer des Flußlaufes stehenden Pfeiler, die den größeren Überbau tragen, wären alsdann aus Stein, die Mehrzahl der übrigen Pfeiler jedoch aus Eisen herzustellen. Hierdurch wäre gleichfalls eine stark in die Augen fallende Gliederung des Bauwerkes erzielt.

Auch bei der Ausbildung der Pfeiler selbst kann die konstruktive Vereinigung von Eisen und Stein dazu benutzt werden, um eindrucksvolle Wirkungen zu erzielen. Die eisernen Pfeiler haben zwar regelmäßig steinerne Unterbauten, diese sind aber gewöhnlich so niedrig, daß sie in dem Gesamtbilde des Bauwerks nur wenig in die Erscheinung treten. Wenn diese Unterbauten eine größere Höhe erhielten, als bis jetzt in der Regel üblich war, dann würden ihre schweren und geschlossenen Massen einen sehr wirkungsvollen Gegensatz zu dem leichteren und aufgelösten Eisenwerk der Pfeiler bilden.¹⁾

Über die Anwendung des Eisenbetons im Brückenbau seien nur einige kurze Andeutungen gemacht. Es ist bekannt, daß diese neue Bauweise in den letzten Jahren (etwa seit 1900) gewaltige Fortschritte gemacht und sich Gebiete erobert hat, die früher dem reinen Eisenbau vorbehalten blieben. Das erscheint zum Teil berechtigt, zum Teil auch nicht. Es ist interessant, den Kampf zwischen beiden Bauarten zu verfolgen, wie er sich in zahlreichen Zeitschriften-Artikeln aus den Jahren 1910 und 1911 widerspiegelt.²⁾

Berechtigt erscheint die Anwendung des Eisenbetonbaues bei der Ausführung gewölbter Brücken und zwar dann, wenn die Hauptträger unterhalb der Fahrbahn liegen. In solchen Fällen ist der Eisenbeton schon in technischer Hinsicht deshalb am Platze, weil die tragenden Teile vorwiegend auf Druck beansprucht werden, und weil zur Aufnahme

der verhältnismäßig niedrigen Zugspannungen eine geringe Eisenmenge erforderlich ist. Aber auch in ästhetischer Beziehung haben derartige Eisenbetonbrücken gewisse Vorzüge vor den reinen Eisenbrücken. Diese Vorzüge bestehen in der größeren Masse und der größeren Einheitlichkeit. Bei oberliegender Fahrbahn ist es auch gewiß erwünscht, daß die tragenden Teile eine gewisse Massigkeit aufweisen.

Wesentlich anders liegt die Sache, wenn die Hauptträger ganz oder doch größtenteils über der Fahrbahn liegen. In solchen Fällen sprechen schon technische Gründe gegen die Anwendung des Eisenbetons. Hier werden die lotrechten Stäbe, welche die Lasten der Fahrbahn auf die Hauptträger übertragen, auf Zug beansprucht. Die Herstellung der Anschlüsse solcher Zugglieder bereitet im Eisenbetonbau bekanntlich Schwierigkeiten; eine sichere Übertragung der Kräfte ist hier kaum gewährleistet. Und es ist auch rein technisch betrachtet, ganz widersinnig, Teile, die nur auf Zug beansprucht werden, aus Eisenbeton herzustellen, während der Beton nur eine ganz geringe Zugfestigkeit aufweist.

Aber auch in ästhetischer Beziehung erscheint es verfehlt, Bogenbrücken mit oberliegenden Hauptträgern aus Eisenbeton herzustellen, weil derartige Träger zu schwer aussehen. Ein besonders schwerfällig aussehendes Bauwerk mit oberliegenden Bogenträgern aus Eisenbeton ist z. B. die 1910 erbaute Werra-Brücke bei Heringen in Thüringen.¹⁾

Ähnlich verhält es sich mit den beiden Bauweisen bei der Herstellung von Balkenbrücken. Auch solche sind bekanntlich schon in Eisenbeton ausgeführt worden, aber nur für kleinere Stützweiten. Bei mittleren und größeren Stützweiten sind die Mehrkosten eines Eisenbetonbaues schon so erheblich, daß ein solcher nicht in Frage kommt. Auch ästhetische Vorzüge dürften mit der Ausführung von Eisenbeton-Balkenbrücken nur selten verbunden sein.

2. Hochbau.

Im Hochbau ist die sachliche und ästhetische Beziehung zwischen den eisernen und steinernen Teilen etwas anderer Art, als im Brückenbau. Während beispielsweise das Portal einer eisernen Brücke vorwiegend einen abschließenden und schmückenden Charakter hat, stehen bei einem Bahnhof die eiserne Halle und das Empfangsgebäude mehr als gleichberechtigte Glieder nebeneinander. Bei dem Brückenbau sollte also die Architektur der Portale sich im wesentlichen der Gesamterscheinung des Eisenwerkes anpassen; bei dem Bahnhofsbau ist dagegen ein mehr gleichberechtigtes Zusammenarbeiten des Architekten und Bauingenieurs erforderlich oder doch sehr erwünscht. Gerade der Umstand, daß hier weder der eine, noch der andere von beiden sozusagen tonangebend wirkt, macht das Entwerfen größerer Bahnhofsbauten zu einer so schwierigen, aber zugleich auch reizvollen Aufgabe. In der bisherigen Praxis hat man allerdings die beiden Teile der Gesamtaufgabe meistens getrennt behandelt, darum aber auch höchst selten einen organischen Zusammenhang beider Teile erzielt.

In den meisten anderen Fällen, z. B. bei Gewächshäusern,

¹⁾ Vergl. die Bemerkung über die Saane-Tal-Brücke bei Freiburg in der Schweiz Seite 38.

²⁾ Vergl. z. B. Stahl und Eisen 1910, S. 782, 1454, 1458.

¹⁾ Schweiz. Bauzeitg. 1911, Bd. 58, S. 263.

Ausstellungsbauten, Kuppeln und ähnlichen Gebäuden haben die Architekten durchaus tonangebend gewirkt und die Ingenieure haben nur ausgeführt, was jene anordneten. Auch das ist zu bedauern. Längere Zeit war die Baukunst, auch soweit sie Eisenkonstruktionen verwendet, unter die Herrschaft einer öden und schematischen Auffassung geraten, aus der sie sich nur sehr langsam und nur teilweise freizumachen verstand. Das Frische und Urwüchsige — wenn auch meist etwas Ungelenke — das den Schöpfungen der Ingenieure anhaftete, wurde in der Regel mißachtet. Und so haben denn jene „Steinmasken“ (vergl. oben Seite 74) im Hochbau eine fast noch unheilvollere Bedeutung gehabt, als im Brückenbau. Typisch sind hierfür namentlich die zahlreichen Ausstellungsbauten. Eine bemerkenswerte Äußerung von Naumann über diese Frage findet sich in seinen „Ausstellungsbriefen“, wo er von den Bauten der Pariser Weltausstellung 1900 berichtet:

„ Überall dort, wo die eisernen Knochen der Konstruktion offen zu Tage liegen, sind die weiten Räume schön, und überall, wo man es für nötig befunden hat, das Eisen mit Stuck, Gips, Zement oder Stein zu verkleiden, ist die Sache langweilig. Dies trifft drei Viertel der Architektur der Ausstellung. Diese ganze Architektur steht unter dem Banne der Tradition der steinernen Schlösser “

Gerade aus diesem Vergleich der Eisenkonstruktion mit dem Knochenbau des menschlichen oder tierischen Körpers geht aber hervor, daß mit dem Eisen allein die Aufgabe der Baukunst nicht gelöst werden kann, und zwar im Hochbau noch viel weniger oder seltener als im Brückenbau. Denn es fehlt den bis jetzt verwendeten Arten größerer Eisenkonstruktionen in der Regel an Massen- und Flächenwirkung, auf die es ja bei Hochbauten ganz besonders ankommt.

Bei der Deckenbildung ist von größtem Einfluß, in welcher Weise die durch das Eisengerippe gebildeten Flächen ausgefüllt werden. Das bei „Nutzbauten“ in früherer Zeit fast regelmäßig verwendete Wellblech hat die am wenigsten günstige Wirkung; namentlich bei vielen Bahnhofshallen hat die Verwendung von Wellblech sehr trübselige Erscheinungen zur Folge gehabt; die vom Ruß in kurzer Zeit stark geschwärzten Flächen sehen überaus nüchtern und tot aus. Ganz besonders ungünstig wirkt der harte und vollkommen unvermittelte Gegensatz zwischen diesen schwarzen Flächen und den hellen Oberlichtern. Wir bemerken bei solchen Bahnhofshallen in der Regel zwei schnurgerade verlaufende Linien, welche die Grenzen zwischen dem mittleren, durch Oberlichter gedeckten Teile und den seitlichen dunklen Flächen bilden. Diese rücksichtslosen Linien befinden sich außerdem gewöhnlich an solchen Stellen, die durch die Binderform oder die Anordnung der Dachhaut in keiner Weise begründet sind.

Wesentlich vorteilhafter als die Eindeckung mit Wellblech ist eine solche aus Beton (Bimsbeton), wie sie in letzter Zeit namentlich bei Bahnhofsbauten häufig verwendet wurde. Als Beispiele seien die Hallen in Metz und Homburg v. d. Höhe erwähnt (vergl. oben Seite 26 und 28 sowie Abb. 142 und 139). Bei der Halle in Metz ist auch die Anordnung der Oberlichter bedeutend günstiger als bei den

älteren Hallen, weil jene unschöne Härte gemildert ist. Die Eindeckung mit Bimsbeton gewährt in technischer und ästhetischer Beziehung bedeutende Vorzüge. Sie schafft große, ruhige und dabei freundlich aussehende Flächen, die an ihren Rändern voutenförmig ausgebildet werden können. Hierbei wird ein wohlthuender Übergang aus den die Rahmen bildenden Eisenteilen in die Betonflächen hergestellt. Ferner können auch Pfetten, Windverbände und ähnliche Konstruktionsteile in die Betondecke eingehüllt werden, so daß sie jedenfalls von innen nicht sichtbar sind. Hierdurch gewinnt die gesamte Innenansicht bedeutend an Ruhe und Klarheit.

Ferner kommt neuerdings auch die Eindeckung (Verschalung) mit Holz wieder mehr in Aufnahme. Diese Art der Deckenbildung hat neben der Leichtigkeit den Vorzug, daß die Flächen — namentlich bei passender Bemalung — einen warmen Eindruck machen. Als Beispiel hierfür sei die Markthalle in Hannover erwähnt (vergl. oben Seite 26 und 59). Für derartige Hallen ist eine Eindeckung in Holz sehr geeignet, jedoch ist hier der organische Zusammenhang zwischen dem Material der Decke und den tragenden Eisenteilen natürlich weniger innig als bei Betondeckung.

Eine sehr große Bedeutung hat ferner noch die Eindeckung mit Glas in Verbindung mit Eisenkonstruktionen. Diese Art der Deckenbildung ist namentlich geeignet, die besonderen Vorzüge der Eisenkonstruktionen ins hellste Licht zu setzen — wörtlich und in übertragenem Sinne genommen. Durch die Verwendung des Eisens ist es erst möglich, alle tragenden Teile der Eindeckung mit so geringen Querschnitten auszubilden, daß die Einschränkung in der Lichtzufuhr so klein als möglich ausfällt. Dazu kommt noch, daß die geradlinigen und scharfkantigen Stäbe der Eisenkonstruktion von den hellen Glasflächen ganz besonders deutlich sich abheben. Trotzdem ist bei Verwendung farblosen Glases der Gesamteindruck noch ziemlich nüchtern. Eine künstlerische Wirkung läßt sich im allgemeinen erst durch farbige Verglasung erzielen. Es ist interessant, den phantasievollen Ausführungen Meyers über diesen Gegenstand zu folgen (Eisenbauten S. 151—153). Auch sind dort verschiedene Beispiele angeführt.

Die alten französischen und belgischen Versuche, das Eisen als Konstruktionsmittel bei der Deckenbildung von Innenräumen zu verwenden und ihm eine künstlerische Ausbildung zu geben (vergl. oben S. 39), sind als nicht sonderlich geglückt zu betrachten. Darauf ist es wohl zurückzuführen, daß derartige Versuche später nur noch selten gemacht wurden. Offenbar erfordert es schon einen erheblichen Grad künstlerischen Mutes, auf diesem noch durch keine Tradition gefestigten und gangbar gemachten Gebiete einen Schritt vorwärts zu tun. So ist es erklärlich, wenn auch bedauerlich, daß man nach den ersten Schritten den Mut wieder verlor und bei der Gestaltung monumentaler Innenräume gewöhnlich die Eisenkonstruktion durch eine daran aufgehängte Gipsdecke verbarg.

Einen bemerkenswerten neueren Versuch zeigt die Güterbörse in Amsterdam (Architekt Berlage). Die Wände sind in Backstein-Architektur ausgeführt, auf deren Konsolen die eisernen Bogenbinder sich stützen. Die schrägen Glasflächen, welche die Decke der Halle bilden, sind oberhalb

der Binder angeordnet. Wir sehen in dieser Börsenhalle gleichsam das „Prinzip der vernünftigen Konstruktion“ verkörpert. Man bemerkt deutlich das Bestreben, alle Teile ihrem Zwecke entsprechend auszubilden, ohne daß der Gesamteindruck eine allzu große Nüchternheit aufweist. Die Steinarchitektur der Börse entspricht in ihrer Herbeheit dem Charakter der holländischen Bauweise und insofern ist hier zwischen Stein- und Eisenkonstruktion eine gewisse Verwandtschaft oder Harmonie zu erkennen. Die Linie der inneren, bogenförmigen Gurtung der Binder setzt sich nach unten in den Steinvorlagen fort. Es ist also ein stetiger Übergang aus den tragenden in die stützenden Teile zu erkennen, ähnlich wie bei manchen Bahnhofshallen. Dagegen wirkt es nicht günstig, daß die zur Stützung der Bogenbinder dienenden Pfeilervorlagen unten ganz aufhören. Die unteren Pfeiler, welche die Gurtbögen der Längswände tragen, wirken im Verhältnis zu den oberen Konstruktionsteilen viel zu schwach. Im großen und ganzen ist aber die Aufgabe geschickt gelöst.¹⁾

Auf der Brüsseler Weltausstellung 1910 waren einige Abbildungen von Lichthöfen (préaux) neuerer Schulbauten ausgestellt, die gleichfalls ein gesundes Bestreben verraten, die Eisenkonstruktion als raumbedeckendes Glied monumental ausgestatteter Räume zur Geltung kommen zu lassen. In Deutschland hat man sich auch neuerdings selten zu einem derartigen Vorgehen entschließen können, soweit es sich nicht um Bahnhofshallen, Fabrikgebäude, Ausstellungsräume und dergl. handelte.

Noch seltener als bei der Ausbildung von Deckenkonstruktionen ist es bis jetzt bei der Wandbildung größerer Gebäude gelungen, den Eisenbau zu der seinem konstruktiven Werte entsprechenden künstlerischen Geltung zu verhelfen. Als einer der bedeutendsten derartigen Versuche sei hier das Hauptgebäude der Pariser Weltausstellung von 1878 erwähnt.²⁾ Die zwischen den Eisenteilen verbleibenden Wandflächen sind hier durch emaillierte Tafeln in gebranntem Ton gebildet. Wenn auch der Gesamteindruck etwas fremdartig erschien, so ist doch der Grundgedanke — namentlich für einen Ausstellungsbau — gewiß sehr berechtigt. Die Eisenteile treten hier als wichtige Glieder der Wandkonstruktion deutlich hervor. Leider ist diese vernünftige Art der Wandbildung bei späteren Ausstellungen größtenteils verlassen worden und die Steinmasken sind wieder in größtem Umfange in den Vordergrund getreten. Bekannte Beispiele hierfür sind die beiden Kunstpaläste der Pariser Weltausstellung 1900. Die gewaltigen Säulenstellungen der beiden Hauptfassaden dienen vielmehr dazu, die wirkliche Konstruktion zu verhüllen, als einen Begriff von ihr zu geben.

Das sogenannte Eisenfachwerk ist zwar schon oft ausgeführt worden, jedoch hat seine Verwendung bis jetzt kaum zu einer künstlerischen Lösung geführt. Man sollte eigentlich annehmen, daß das Eisenfachwerk bei dem jetzigen Stande der Technik ungefähr dieselbe Rolle spielen müßte, die das Holzfachwerk früher einnahm und in manchen Gegenden heute noch einnimmt. Das ist aber zurzeit

noch nicht der Fall. Der Grund liegt wohl darin, daß man bis jetzt bei der Ausbildung des Eisenfachwerks allzu einseitig den konstruktiven Standpunkt eingenommen hat. Im ganzen erschienen die Eisenteile, wenn sie nur den Kräften entsprechend ausgebildet werden, zu dünn und zu mager, als daß sie in der ganzen Fläche eine ausreichende Gliederung erzielen könnten. Es erscheint also erwünscht, daß man den Eisenteilen eine größere Breite gibt, als unbedingt nötig, sodann wären auch die wichtigsten Glieder aus der Wand vorspringend anzuordnen, etwa wie bei dem oben erwähnten Hauptgebäude der Pariser Weltausstellung von 1878.

Das Eisenfachwerk, wie es bis jetzt gewöhnlich ausgeführt ist, zeigt in der Regel nur Fläche, aber keine Masse; darin beruht entschieden ein großer Mangel gegenüber dem nur aus Stein gebildeten Mauerwerk. In manchen Fällen wird man selbst durch kräftige Ausbildung und Hervorhebung der konstruktiv wichtigsten Eisenteile noch nicht den gewünschten Erfolg erzielen. Dann wird es sich empfehlen, durch Einschaltung einzelner kräftiger und energisch vorspringender Mauerpfeiler in die sonst aus Eisenfachwerk gebildete Wand die gewünschte Abwechslung hervorzubringen.

Wir haben bei Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung einzelne Bauwerke erwähnt, deren wichtigste Teile aus Haustein gebildet sind, während die Wände der übrigen Teile aus Eisen und Glas, beziehungsweise in Eisenfachwerk ausgeführt wurden. Eine derartige Verschiedenheit der Behandlung hat bedeutende Vorzüge in wirtschaftlicher wie auch in ästhetischer Hinsicht. Vor allem werden hierbei die in konstruktiver oder sonstiger Hinsicht bedeutendsten Teile sozusagen plastisch ganz besonders hervorgehoben und betont, während die minder wichtigen entsprechend zurücktreten.

Es möchte sich empfehlen, einer derartigen gemischten Art der Ausführung noch mehr Aufmerksamkeit als bisher zu schenken. Beispielsweise handelt es sich bei Bahnhofen, Ausstellungsgebäuden, Fabriken oft um sehr langgestreckte Fassaden, in die schwer einige Abwechslung zu bringen ist. Hier könnte wohl durch die angedeutete Verschiedenheit des Materials, verbunden mit einer geschickten Gruppierung der Massen, leicht eine vorteilhafte und weniger eintönige Wirkung hervorgebracht werden.

Eine sehr große Bedeutung hat ferner die Vereinigung von Stein- und Eisenkonstruktionen bei großen Monumentalgebäuden, die durch eiserne Kuppeln gekrönt sind. Es handelt sich hierbei um die Frage, ob und wie weit es geglückt ist, die Gesamtformen beider Baustoffe in eine harmonische Verbindung zu bringen. In der Regel hat wohl bei derartigen Bauwerken der Architekt die äußere Gesamtform beider Teile bestimmt, während der Bauingenieur nur innerhalb des so gegebenen Rahmens die konstruktive und wissenschaftliche Aufgabe zu lösen hatte.

Von derartigen Bauwerken interessieren uns am meisten die großen Verwaltungsgebäude, wie z. B. das Reichstagshaus in Berlin, der Justizpalast in München, das Reichsgerichtsgebäude in Leipzig. Gemeinsam ist in derartigen Fällen eine nach Länge und Breite sehr bedeutende Anlage, die von außen betrachtet gewöhnlich einen geschlossenen rechteckigen Grundriß zeigt, wenn auch einige besonders wichtige Teile aus der Flucht etwas vorspringen. Da die

¹⁾ Deutsche Bauzeitg. 1907, S. 423, 429 und Meyer, Eisenbauten, S. 175, Tafel XIX und XXI).

²⁾ vergl. Handb. d. Arch., IV. Teil, Bd. 6, Heft 4 (1906), S. 589 und III. Teil, Bd. 2, Heft 2 (1891), S. 297.

Kuppel nur einen einzelnen Raum zu überdecken hat, ist ihr Grundriß im Verhältnis zu der Fläche des ganzen Gebäudes sehr klein. Außerdem liegt hier die Kuppel in der Regel ungefähr inmitten der ganzen Anlage. Aus diesen Umständen geht hervor, daß das Verhältnis der Kuppel zu dem übrigen Gebäude bei solchen Anlagen ganz anders sich gestaltet, als etwa bei den Kirchen der Renaissance. Bei großen Verwaltungsgebäuden der Neuzeit ist es daher viel schwieriger, die Kuppel so anzuordnen und zu gestalten, daß sie als überragendes Glied des Ganzen eindringlich genug wirkt. Sehen wir zu, wie diese schwierige, aber auch sehr wichtige Aufgabe bei den oben erwähnten Gebäuden gelöst worden ist.

Bei dem Reichstagsgebäude in Berlin ist die Form der Kuppel an sich glücklich gewählt. Namentlich zeigt sich dieses, wenn man einen Längenschnitt durch die Kuppelachse betrachtet (vergl. Abb. 9 Seite 81). Vergleicht man aber mit einer solchen Darstellung die perspektivische Außenansicht des Gebäudes, dann wirkt die Form der Kuppel schon bedeutend weniger eigenartig. Namentlich fällt aber bei dieser Außenansicht auf, daß die Kuppel das Ganze viel zu wenig überragt; ja sie scheint beinahe in das Gebäude hineingesunken. Die vier Eckbauten sind viel freier und kühner entwickelt, als die Kuppel selbst, obgleich diese die letzteren an Höhe überragt. Jedenfalls spielt die Kuppel in der Gesamterscheinung des Bauwerks nicht die beherrschende Rolle, die ihr eigentlich zukäme. Vielleicht ist dieser Mangel nicht die Schuld des Erbauers. Es ist bekannt, daß über die Lage der Kuppel lange Zeit verhandelt worden ist, und daß ihre Anordnung über dem Sitzungssaal erst spät, nachdem der Bau schon lange begonnen war, endgültig beschlossen wurde. Hieraus ist vielleicht der bedauerliche, gedrückte Eindruck teilweise zu erklären.

Etwas anders gestaltet sich das Verhältnis zwischen Kuppel und Steinbau bei dem Justizgebäude in München (Abb. 201). Hier ist die Kuppel dadurch gebührend herausgehoben, daß ihr steinerner Unterbau das übrige Gebäude merklich überragt. Damit ist die bekrönende Wirkung hinreichend gewährleistet. Andererseits ist aber hier die Kuppel an sich weniger vorteilhaft ausgebildet, als bei dem Reichstagsgebäude, weil sie im ganzen etwas zu flach gehalten ist. Der scharfe Knick, den die Wölbung der Kuppel mit der lotrechten Flucht des Unterbaues bildet, wirkt nicht sehr günstig. Diese Stelle macht einen ähnlichen Eindruck wie der Übergang aus dem flachgewölbten Dache einer Bahnhofshalle in die lotrechte unterstützende Wand (vergl. oben Seite 57). Vorteilhaft wirken bei jener Kuppel die kräftig ausgebildeten Grate, sowie die Balustrade, die den oberen Teil gegenüber dem unteren entschieden abgrenzt. Dagegen ist auch hier die Laterne etwas zu zierlich ausgefallen, obgleich ihr Verhältnis zu dem unteren Teile erheblich besser gewählt ist, als bei dem Reichstagsgebäude. Im großen und ganzen darf jedenfalls das Justizgebäude in München als eine bedeutend gelungenere Leistung angesehen werden.

Noch besser ist die Hervorhebung der bekrönenden Kuppel bei dem Reichsgerichtsgebäude in Leipzig gelungen (Abb. 189). Hier ist der die Kuppel tragende steinerne Unterbau noch oben allmählich abgestuft. Diese Anordnung bildet in der Gliederung des Ganzen ein sehr

wichtiges Moment. Denn die Kuppel überdeckt ja im Verhältnis zu dem Gesamtgrundriß einen nur kleinen Raum. Würde nun der Unterbau der Kuppel ganz unvermittelt aus der viel größeren Masse der übrigen Anlage herausragen, so würde damit eine unerwünschte Härte geschaffen, falls nicht der Höhenunterschied zwischen dem Unterbau der Kuppel und der übrigen Masse verhältnismäßig klein gewählt würde. Dadurch jedoch, daß der Mittelbau unter allmählicher Abstufung hoch über die anderen Teile hinaufgeführt ist, wurde die beherrschende Stellung des Mittelbaues in sehr eindringlicher Weise betont. Insoweit ist jedenfalls die Gesamtanordnung glücklich getroffen. Die Kuppel selbst zeigt eine Meridianform, wie sie bei runden Kirchenkuppeln häufig verwendet wurde. Die Höhe ist im Verhältnis zur Grundfläche bedeutend größer als bei den zuletzt erwähnten Kuppeln. Auch geht die Wölbung aus der lotrechten Richtung allmählich in die geneigte Lage über. Hierdurch erhält die Kuppel ein viel steileres Aussehen und das bekrönende Motiv ist stark betont. Gleichwohl befriedigt auch diese Kuppel nicht vollständig. Wie Muthesius in einer Besprechung im Zentralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 460 bemerkt, „erwartet man als letzten Abschluß eine gewisse Steigerung der Mittel, die aber hier, wenn auch vielleicht mit voller Absicht, ausgeblieben ist.“ Dieser Ansicht möchte ich mich auch insofern anschließen, als hier allerdings eine gewisse Steigerung der Mittel fehlt. Daß aber diese mit voller Absicht ausgeblieben ist, das erscheint unwahrscheinlich. Viel eher ist zu vermuten, daß es eben gerade an diesem Punkte an künstlerischer Kraft oder Einsicht gefehlt hat. Der von Muthesius erwähnte Mangel liegt m. E. darin, daß der untere Teil der Kuppel zu schwächlich ausgebildet ist. Hier wäre eine kräftige Betonung dieser Stelle durch eine gewisse Anschwellung am Platze gewesen.

Vorteilhafter als diese Bekrönung wirkt die Kuppel über dem Bundespalast der eidgenössischen Regierung in Bern. Der günstigere Eindruck ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß diese Kuppel eine gedrungener Form aufweist, als die des Reichsgerichts in Leipzig (Abb. 190).

Man muß sich vor allem klar machen, daß eine derartige Kuppel über quadratischem oder rechteckigem Grundriß nach anderen Gesetzen ausgebildet werden muß, als eine runde Kuppel. Es wäre verfehlt, wenn man einen Meridian, der für letztere geeignet ist, ohne weiteres für eine Kuppel mit quadratischem Grundriß verwenden wollte. Bei der letzteren sollte man versuchen, was gegenüber einer runden Kuppel an harmonischer, allseitig abgeglichenen Wirkung fehlt, durch eigenartige, besonders charakteristische Gestaltung wiederzugewinnen.

Es sei hier noch bemerkt, daß die oben erwähnte allmähliche Abstufung des Mittelbaues bei einem etwas älteren Monumentalgebäude ähnlicher Art in noch bedeutend stärkerem Maße durchgeführt ist, nämlich bei dem Justizpalast in Brüssel. Auch hier ist das Ganze schließlich durch eine (runde) Kuppel gekrönt, die aber im Verhältnis zu den gewaltigen Steinmassen nur sehr kümmerlich wirkt.

Kuppeln über rechteckigem Grundriß sind in neuerer Zeit zuweilen auch bei Theatergebäuden ausgeführt worden. Als Beispiel sei das neue Schauspielhaus in Frankfurt a. M. erwähnt, das in den Jahren 1899–1902 nach dem Entwurfe von Seeling ausgeführt wurde. Die gesamte Anlage besteht

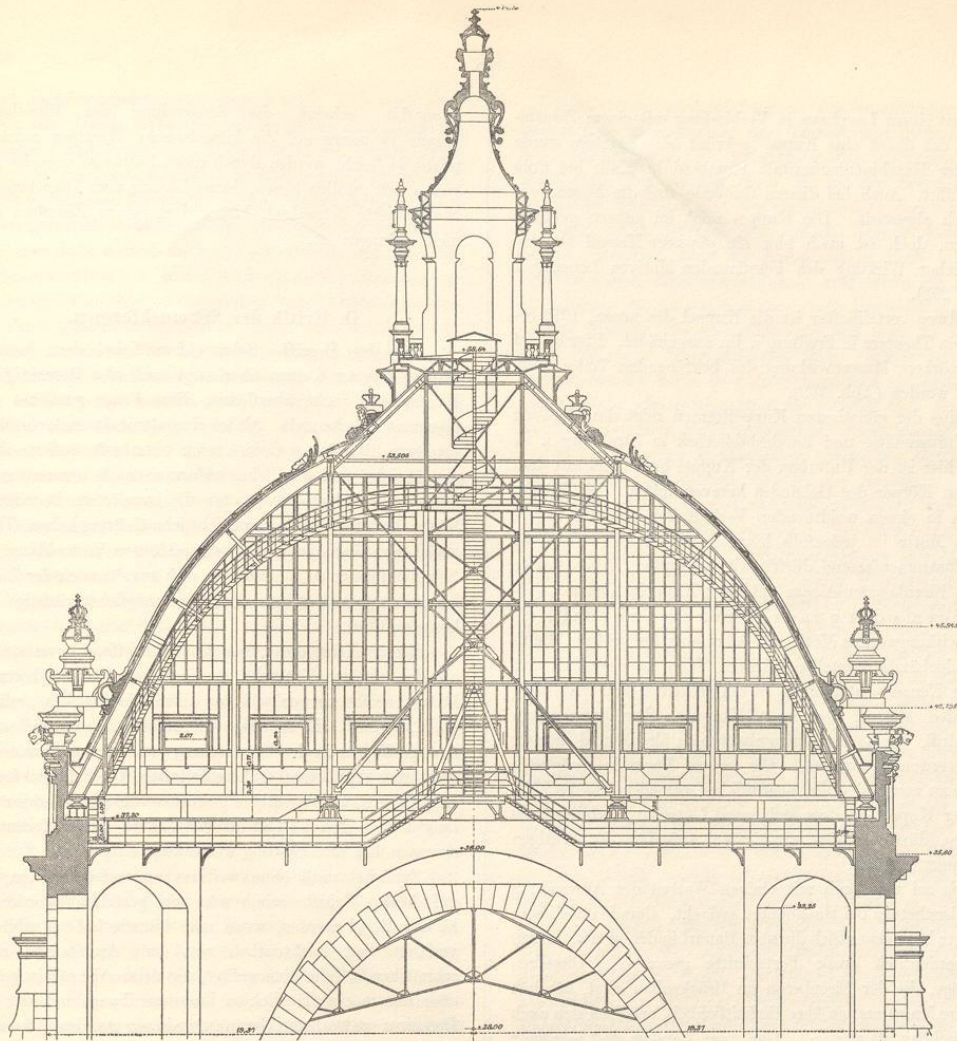


Abb. 1 Schnitt durch die Mittelachse von Norden nach Süden.

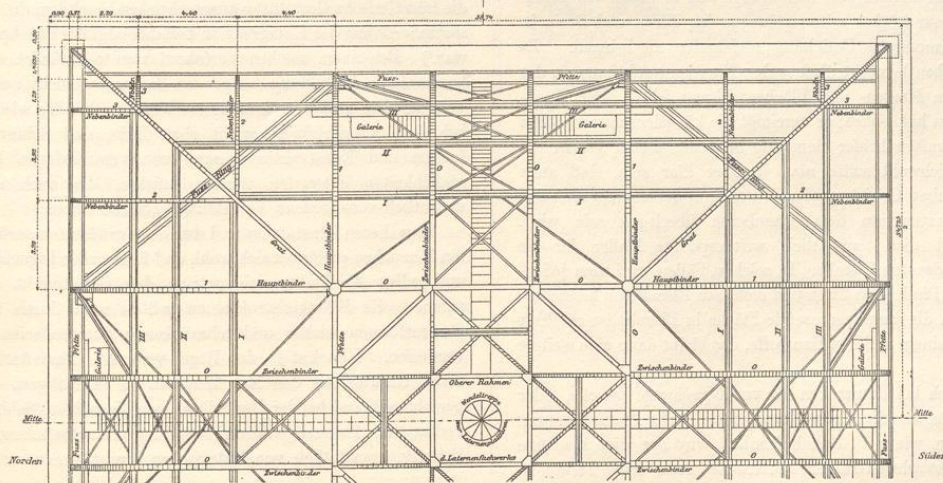


Abb. 2 Oberansicht auf das halbe Eisengerippe des Kuppeldaches.

9. Kuppeldach des Reichstageshauses in Berlin.

Nach: „Zeitschrift für Bauwesen“ 1897. Bl. 63.

hier aus einem Langhaus in Verbindung mit einem Zentralraum, der durch eine Kuppel gekrönt ist. Letztere wurde von der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk bei Cöln ausgeführt. Auch bei diesem Gebäude sind die Massen allmählich abgestuft. Die Kuppel zeigt im ganzen gefällige Formen, doch ist auch hier ein gewisser Mangel an eindringlicher Wirkung des bekrönenden Motives bemerkbar (Abb. 202).

Etwas vorteilhafter ist die Kuppel des neuen, 1910 eröffneten Theaters in Freiburg i. Br. ausgebildet. Hier ist auf eine stärkere Massenwirkung des bekrönenden Teiles Wert gelegt worden (Abb. 209).

Eine der günstigsten Kuppelformen zeigt das Gebäude der Universitäts- und Landesbibliothek in Straßburg i. E. Auch hier ist der Unterbau der Kuppel bedeutend aus dem übrigen Körper des Gebäudes herausgehoben. Die Massen stehen in einem wohlthuenden Verhältnisse und das bekrönende Motiv ist jedenfalls hinreichend betont (Abb. 194).

Zusammenfassend dürfen wir behaupten, daß derartige durch Eisenkonstruktionen gebildete Kuppeln über rechteckigem oder quadratischem Grundriß ein sehr wirkungsvolles Motiv als Bekrönung für größere Monumentalgebäude darstellen. Dieses Motiv ist eigentlich erst in der Neuzeit entstanden; es unterscheidet sich wesentlich von den älteren, steinernen Kuppeln über kreisrundem Grundriß, wie sie bei Kirchenbauten in älterer und neuerer Zeit verwendet wurden. Die neuere Form in geeigneter Weise zu verwenden und auszubilden, vor allem das Verhältnis der Kuppel zu dem steinernen Unterbau vorteilhaft zu wählen, dürfte zu den wichtigsten Aufgaben der heutigen Baukunst gehören.

Es sei nun noch mit einigen Worten der Anwendung des Eisenbetons bei Hochbauten gedacht. Gerade auf diesem Gebiete hat bekanntlich die neue Bauart in den letzten Jahren außerordentlich große Fortschritte gemacht. Dieselben Vorzüge, die der Eisenbeton im Brückenbau zeigt, nämlich größere Masse und größere Einheitlichkeit, erweisen sich auch im Hochbau als wertvoll. Und diese Vorzüge sind hier ganz besonders deshalb von Bedeutung, weil es bisher bei Hochbauten nur höchst selten gelungen ist, Eisen und Stein in eine harmonische Beziehung zueinander zu bringen. Es wurde oben bemerkt, daß es den Eisenkonstruktionen in der Regel an Massen- und Flächenwirkung fehlt. Der Eisenbetonbau hat beides; er vereinigt die künstlerisch wertvollen Eigenschaften beider Baustoffe in harmonischer Weise.

Gleichwohl sollte man darüber klar sein, daß auch im Hochbau Gebiete vorhanden sind, in denen stets die reine Eisenkonstruktion dem Eisenbeton überlegen sein wird. Es sind dies namentlich weitgespannte Hallen für die verschiedensten Zwecke. In solchen Fällen wird man jedenfalls die Binder aus Eisen und nicht aus Eisenbeton herstellen. Ob man die raumbegrenzende Fläche in Eisenbeton ausführt oder in einem anderen Baustoffe, das bleibt dann eine weitere Frage.

Auch bei Bauwerken für vorübergehende Zwecke, oder bei Anlagen, die ihrer Natur nach leicht Veränderungen bedingen, wie z. B. Bahnhofshallen, wird der reine Eisenbau aus praktischen Gründen vorzuziehen sein. Eine Bahnhofshalle in Eisenbeton herzustellen halte ich für verfehlt.

Immerhin scheint die Anwendung des Eisenbetons gerade in bezug auf die künstlerische Wirkung zukunftsreich; vielleicht werden durch diese Bauweise manche Aufgaben sich erfüllen lassen, deren Lösung vom künstlerischen Standpunkte betrachtet, bisher dem reinen Eisenbau noch nicht gelungen ist.

D. Kritik der Schmuckformen.

Hat der Begriff „Schmuckform“ bei dem heutigen Stande unserer Kultur überhaupt noch eine Berechtigung? Es erscheint nicht überflüssig, diese Frage zunächst ganz allgemein zu behandeln. Als ich einmal mit einem Architekturprofessor über dieses Gebiet mich unterhielt, äußerte dieser die Ansicht, daß die Schmuckformen nach unseren gegenwärtigen Anschauungen unter die veralteten Begriffe gehören, die nur noch eine geschichtliche Geltung haben. Heute suche man doch jeden Gegenstand unter Vermeidung aller Schmuckformen so zu gestalten, daß nur die nach der Zweckbestimmung notwendigen Teile eine möglichst günstige Wirkung ausüben.

Mir erscheint diese Ansicht unzutreffend, weil sie eine an sich richtige Tatsache in einseitiger Weise übertreibt. Diese Ansicht verwechselt vor allem die Begriffe „relativ“ und „absolut“. Es ist zwar vollkommen richtig, daß unsere heutige Kultur in der Verwendung von Schmuckformen viel sparsamer verfährt, als frühere Zeitalter. Die Schmuckformen sind also relativ seltener geworden, ihre Zahl und ihr Umfang haben sich relativ vermindert, aber absolut genommen hat ihre Geltung keineswegs aufgehört.

Zunächst muß ohne weiteres zugegeben werden, daß auf diesem Gebiete schon sehr viel gesündigt worden ist. In der Regel werden, wenn eine künstlerische Ausbildung verlangt war, nachträglich von dem Architekten einige schmückende Teile hinzugefügt, die dann sehr oft in keinem oder nur in oberflächlichem Zusammenhange mit der vom Ingenieur entworfenen Gesamtanordnung standen. So wurde bei der großen Weserbrücke in Bremen ein Wettbewerb für die künstlerische Gestaltung ausgeschrieben, nachdem die Gesamtanordnung der Konstruktion bereits endgültig genehmigt war.¹⁾ Bei einem solchen Verfahren konnte natürlich eine harmonische Ausbildung des ganzen Bauwerkes nicht erzielt werden. Die große, in derartigen Fällen regelmäßig wiederkehrende Schwierigkeit besteht eben darin, daß Schmuckformen und Konstruktionsformen von verschiedenen Persönlichkeiten entworfen werden müssen, die auch eine wesentlich verschiedene Vorbildung erhalten haben.

Aus diesen Umständen und den oben erwähnten verfehlten Versuchen erklärt es sich wohl, daß heute viele Ingenieure und selbst Architekten theoretisch den Standpunkt einnehmen, die Eisenkonstruktionen sollten nur durch ihre Gesamtformen wirken und schmückende Zutaten seien zu verwerfen. Man hat in der Regel versucht, diese Ansicht unter Hinweis auf den Maschinenbau zu bekräftigen. Es wird betont, daß bei der Herstellung von Maschinen, Schiffen und anderen Fahrzeugen die Verwendung von schmückendem Beiwerk, namentlich von historischen Kunstformen, schon

¹⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 119.

längst als überwundener Standpunkt gelte. Schon seit einer Reihe von Jahren habe die rein sachliche Ausbildung bei Maschinen und Fahrzeugen Gegenstände von hohem ästhetischen Werte hervorgebracht; es liege nur an der mangelhaften technischen Bildung der breiten Massen, wenn derartige Leistungen noch nicht hinreichend gewürdigt werden. Darum solle man doch endlich auch auf dem Gebiete der Eisenkonstruktionen (Brücken und Eisenhochbauten) dieselben gesunden und vernünftigen Grundsätze rücksichtslos anwenden, alle Schmuckformen vermeiden und in rein sachlicher Gestaltung das Ziel der künftigen Entwicklung suchen.

Derartige Anschauungen, wie sie in Zeitschriften schon sehr oft dargelegt worden sind, enthalten wohl manches richtige, sind aber doch einseitig, dogmatisch und übertrieben. Vor allem wird dabei übersehen, daß für die ästhetische Betrachtung doch ein bedeutender Unterschied zwischen Eisenkonstruktionen (Brücken und Hochbauten) einerseits und Maschinen, Fahrzeugen andererseits besteht. Dieser Unterschied wurde in den allgemeinen Betrachtungen Seite 69—70 näher erläutert.

Bei den Eisenbauten (Brücken, Hallen, Kuppeln u. dergl.) erscheint es berechtigt, einen vermittelnden Standpunkt einzunehmen, also die Konstruktion im großen und ganzen schmucklos zu lassen, dagegen einzelne, besonders wichtige Stellen so auszuschnücken, daß sie in dem Rahmen des Ganzen hervorgehoben werden und das Auge des Beschauers auf sich lenken. Als derartige Teile sind namentlich die Portale über den End- und Mittelstützen eiserner Brücken zu erwähnen, ferner bei Straßenbrücken die Beleuchtungskörper mit ihren Unterstützungen, sowie die Geländer. Beispiele von eisernen Portalen über den Mittelstützen größerer Brücken wurden Seite 40 angeführt. Die Verwendung historischer Stilformen muß auch hier als unerwünscht bezeichnet werden, obgleich sie bei den eisernen Portalen lange nicht in dem Grade Unheil gestiftet hat, wie bei den oben erwähnten Steinportalen. Verhältnismäßig am besten gelungen sind die Portale der Franz-Joseph-Brücke und der Elisabeth-Brücke in Budapest, der Swinemünder Straßenbrücke in Berlin (Bahnhof Gesundbrunnen), sowie namentlich der beiden neuen großen Hängebrücken in New York, der Williamsburg- und Manhattan-Brücke (vergl. oben Seite 20). Es ist interessant, die Portale der beiden letzteren Brücken miteinander zu vergleichen. Bei der Williamsburg-Brücke sind diese Teile verhältnismäßig sehr schmucklos gehalten, sie wirken hauptsächlich durch ihre konstruktive Anordnung, die den Eindruck großer Standsicherheit macht. Gleichwohl läßt sich auch hier eine gewisse Absicht künstlerischer Gestaltung nicht verkennen. Bei der (neueren) Manhattan-Brücke ist diese Absicht entschieden in stärkerem Grade durchgeführt, und hier sind auch verschiedene Teile offenbar nur als schmückende Glieder angebracht worden (vergl. Eisenbau 1911, S. 163). Man sieht aus diesem Vergleich, wie selbst in dem Lande der ausgesprochenen Zweckmäßigkeit die Erkenntnis durchdringt, daß auch bei Ingenieurbauten den Schmuckformen eine gewisse Stellung gebührt. Als Bekrönung der eisernen Pylonen sind bei der Manhattan-Brücke einige Kugeln angebracht, die aber im Vergleich mit den übrigen kolossalen Abmessungen der Pylonen und des ganzen Bauwerks nur kleinlich wirken.

Bei einigen Ausleger-Brücken des europäischen Festlandes sind Bekrönungen der Portale und Pylonen über den Mittelstützen in verhältnismäßig größerem Umfange ausgeführt worden, so z. B. bei der Franz-Joseph-Brücke in Budapest und der Swinemünder Straßenbrücke in Berlin (Abb. 28 und 37). Nach meiner Auffassung erfüllen derartige, über die Konstruktion noch erheblich hinausragenden Bekrönungen einen sehr wichtigen Zweck, sie nämlich dienen zur Betonung und Hervorhebung derjenigen Stellen, die in technischer wie auch in ästhetischer Beziehung die wichtigsten sind. Gerade hier zeigt es sich, daß die heute so weit verbreitete dogmatische Ansicht, welche alle Schmuckformen verpönt und sozusagen das Kind mit dem Bade ausschüttet, nicht berechtigt ist.

Wenn derartige Bekrönungen ausgeführt werden, ist es namentlich erforderlich, daß sie als organische Glieder des ganzen Bauwerks und nicht als willkürlich und nachträglich aufgeheftete Teile erscheinen. Bei der Franz-Joseph-Brücke in Budapest sind die Bekrönungen als einfache Fortsetzung der konstruktiv erforderlichen Hauptträger-Vertikalen ausgebildet; hierdurch ist schon eine gewisse organische Beziehung angedeutet. Weniger günstig ist diese Aufgabe bei der Swinemünder Straßenbrücke in Berlin gelöst, wo die nachträgliche Hinzufügung sich deutlich erkennen läßt.

Eine besonders wichtige Frage bezieht sich darauf, ob und wieweit es bei der Vereinigung von Stein- und Eisenbauten gelungen ist, die Schmuckformen beider Teile miteinander in Einklang zu bringen. Es sind hier hauptsächlich zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder werden die hergebrachten Formen des Steinbaues auf den Eisenbau übertragen, oder es werden die Schmuckformen der Eisenkonstruktion verhältnismäßig selbständig entwickelt. Der erstere Fall findet sich in der Regel bei der Verwendung von Gußeisen, der zweite häufig bei Schweißeisen und Flußeisen. In dem ersten Falle wird allerdings zwischen den aus Stein und Eisen bestehenden Teilen ein höherer Grad von Übereinstimmung oder Harmonie hervorgebracht, doch hat die Übertragung von Steinformen auf den Eisenbau in der Regel etwas Gekünsteltes und innerlich Unwahres. Hierbei ist indessen zu beachten, daß bereits in früheren Zeiten ähnliche Einwirkungen zwischen Holz- und Steinbau vorhanden waren, und daß eine große Zahl von Steinformen, die in der Baukunst eine bedeutende Rolle gespielt haben, ursprünglich aus älteren Holzbauten übernommen sind. Es erscheint daher nicht ganz ausgeschlossen, daß im Laufe der Zeit durch weitere Einwirkung von Steinformen auf den Eisenbau eine harmonische Vereinigung beider Baustoffe sich erzielen läßt. Dabei müßte freilich der besonderen Eigenart des Eisens weit mehr als bisher Rechnung getragen werden.

Immerhin sind die in der angedeuteten Richtung bisher gemachten Versuche wenig ermutigend. Ein bemerkenswertes Beispiel bietet die Alexanderbrücke in Paris, die bekanntlich zur Weltausstellung 1900 vollendet wurde. Durch die bevorzugte Lage dieser Brücke war man veranlaßt, ihr eine reiche Ausstattung mit Schmuckformen zu geben, die auch auf die Eisenkonstruktion ausgedehnt wurden. Alle diese Schmuckformen stehen offenbar unter dem Einfluß der Steinarchitektur. Da aber hier die Eisenkonstruktion eigentlich die Hauptsache ist und die steinernen Widerlager

in dem Gesamtbilde an Masse weniger hervortreten, so dürfte der bei der Ausbildung der Schmuckformen eingeschlagene Weg nicht befriedigen. (Abb. 65).

Eher kann noch die Übertragung von Steinformen auf eiserne Teile da am Platze sein, wo die letzteren mehr als Hilfskonstruktionen des Steinbaues verwendet werden und dieser an Masse und Umfang vorherrscht.

Der zweite Weg — selbständigere Ausbildung der Eisenformen — bietet im allgemeinen mehr Aussicht auf Erfolg. Hierbei ist natürlich zu beachten, daß Schmuckformen den oben gemachten Ausführungen entsprechend überhaupt nur in sparsamer Weise zu verwenden sind. Handelt es sich beispielsweise um die Ausbildung eines Gesimses, so wird man — falls überhaupt Eisenkonstruktion in Frage kommt — in der Regel auf eine im Steinbau übliche Profilierung verzichten können. Es empfiehlt sich, eine möglichst weite Ausladung des Gesimses anzuordnen, um eine kräftige Schattierung zu erzielen. An einzelnen Stellen, die der lotrechten Gliederung entsprechen, wird man eiserne Konsolen anordnen, welche die Stützung des weit ausladenden Gesimses sinnbildlich ausdrücken.

Bei größeren Eisenkonstruktionen bereitet die Ausbildung von schmückenden Teilen ohne Zuhilfenahme von herkömmlichen Steinformen in der Regel große Schwierigkeiten. Gußformen sind schwer mit den üblichen Walzeisen-Konstruktionen in Einklang zu bringen. Eher dürfte noch die Verwendung von geschmiedeten Ziergliedern einige Aussicht auf Erfolg versprechen, da ja das Walzeisen mit dem geschmiedeten Eisen viel mehr Verwandtschaft besitzt, als mit dem Gußeisen. In der Regel zeigt es sich aber, daß die bis jetzt verwendeten schmiedeeisernen Schmuckteile viel zu kleinlich und gleichsam spielend wirken, sobald sie an Walzeisen-Konstruktionen angebracht werden. Namentlich gilt dies von den gebuckelten, oder sonstwie gebogenen, am Rande geschlitzten Blechen, die zuweilen verwendet worden sind, aber einen sehr wenig monumentalen oder auch nur haltbaren Eindruck machen. Wenn also auf dem angedeuteten Wege bessere Wirkungen erzielt werden sollen, dann müßten vor allem die betreffenden Zierglieder nur in ganz einfachen Formen gehalten und gewissermaßen in größerem Maßstabe als bisher entworfen werden.

Gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts, etwa im letzten Jahrzehnt, traten in der bildenden Kunst neuere Richtungen und Anschauungen auf, die sich mehr oder weniger bewußt von der historischen Auffassung lossagten. Die neueren Strömungen zeigten sich zuerst im Kunstgewerbe, sodann in der Architektur. Auf manchen Gebieten dieser Künste sind wir heute wohl berechtigt, von einem neuen Stil zu sprechen. Der gemeinsame Grundzug dieser neueren Richtungen besteht darin, daß sie eine Kunst unserer Zeit pflegen wollten und nicht mehr die Kunst vergangener Zeiten täuschend nachahmen. Derartige Versuche waren wohl auch schon früher gemacht worden, wie aus einigen der oben angeführten französischen Bauten hervorgeht, doch waren solche Fälle stets nur vereinzelt geblieben. Vor allem standen diese Schmuckformen in keinem Zusammenhange mit der sonstigen Kunst des alltäglichen Lebens.

Im allgemeinen sind die erwähnten neueren Strömungen keineswegs einheitlich verlaufen. Es waren nicht — wie

in der Renaissance — einzelne ganz große Meister, die jene Bewegung hervorgebracht haben, und an die sich eine große Schar von Schülern hätte anschließen können, sondern sehr viele mittlere, wenn auch manche über dem Durchschnitt stehende Kräfte. Im ganzen fehlte es dieser Bewegung an einem geistigen Zentrum, das ihr Ziel und Richtung klar und deutlich hätte angeben können. Darum ist es schwer zu sagen, worin eigentlich das Wesen unserer neueren künstlerischen Anschauungen bestehe.

Im allgemeinen lassen sich in der neueren Kunst einzelne Richtungen unterscheiden, die einander teils entsprechen und gegenseitig unterstützen, teils unabhängig voneinander verlaufen. Diese Richtungen, die nicht nur im Eisenbau, sondern überhaupt in der Architektur, sowie namentlich im Kunstgewerbe eine bedeutende Rolle spielen, sind etwa die folgenden.

1. Das Streben nach Einfachheit in der Anwendung von Schmuckformen. Solche Teile, die lediglich zum Schmucke dienen, werden viel seltener und sparsamer angewendet, als in früheren Stilperioden.

Sehr treffend wird dieser Zug der heutigen Zeit von Muthesius in einer Abhandlung über „Stilarchitektur und Baukunst“ gekennzeichnet (Seite 51 u. f.). Es wird dort gezeigt, wie unsere ganze heutige Kultur in ihren sichtbaren Erzeugnissen — vielleicht aber auch innerlich — ungemein sachlich verfährt. Und darum ist selbst der heutige Künstler geneigt, Formen und Glieder, die nicht „zur Sache“ gehören, fortzulassen. Dieses Bestreben äußert sich vielleicht am deutlichsten bei denjenigen Gegenständen, die uns tagtäglich am nächsten sind, an der Kleidung, den Möbeln und sonstigen Dingen des täglichen Gebrauchs, an den Einrichtungen der Wohnungen und den Wohnhäusern selbst.

Neben vielen anderen Gebieten zeigt auch die Entwicklung der Eisenkonstruktionen deutlich das Streben nach Einfachheit. Besonders treffend läßt sich dieser Zug an den älteren und neueren Berliner Straßenbrücken nachweisen, beispielsweise wenn wir die Kronprinzen-, Marschall- oder Jannowitzbrücke mit der neuen Alsen- oder Lessingbrücke vergleichen. Dieselbe Beobachtung ergibt sich bei einem Vergleich der Stirnseiten älterer großer Bahnsteighallen, wie z. B. der Hallen in Cöln, Berlin (Potsdamer Bahnhof, Alexanderplatz) und Straßburg mit den neueren in Hamburg, Metz und anderen. Auch bei kleineren Bahnsteighallen war es früher vielfach üblich, die damals vorwiegend aus Gußeisen bestehenden Säulen mit Schmuckformen zu versehen, während heute in solchen Fällen die sogenannten einstieligen Hallen mit gänzlich schmucklosen flußeisernen Stützen und Kragarmen die Regel bilden.

Dieses Streben nach Einfachheit und sparsamer Verwendung von Schmuckformen hängt wohl im Grunde mit dem bedeutenden Alter unserer Kultur zusammen, die bereits eine lange Entwicklungsreihe hinter sich hat. Es ist ein bekanntes Gesetz der Biologie, daß jedes einzelne Lebewesen dieselben Zustände der Entwicklung in kurzen Zeiträumen durchmachen muß, die die Gesamtheit in langen Zeiträumen bereits erlebt hat. Dementsprechend können wir auch eine gewisse Übereinstimmung in den künstlerischen Neigungen der verschiedenen Kulturperioden einerseits und der verschiedenen Lebensalter andererseits beobachten. Voraus-

setzung ist in beiden Fällen, daß bereits eine gewisse Stufe der Entwicklung erreicht ist und daß die ersten rohen Anfänge überwunden sind. In den jugendlichen Zeitaltern der Kunstgeschichte gewahren wir eine Neigung zu reicher Schmuckentfaltung. Ebenso liebt es auch der jugendliche Mensch, sich mit reichem Schmuck zu umgeben. Mit fortschreitendem Alter und mit zunehmender Reife tritt allmählich die Neigung hervor, schmückende Zutaten auf einen geringen Umfang zu beschränken, dafür jedoch kostbarere Stoffe und ausersessene, gediegene Formen zu bevorzugen. Es soll dadurch eine mehr würdige und vornehme Gesamtwirkung erzielt werden. Wenn wir nun in der heutigen Kunst ähnliche Bestrebungen gegenüber der Vergangenheit wahrnehmen, so dürfen wir daraus das Werturteil fällen, daß darin ein gesunder Zug der Entwicklung liegen dürfte.

Ein weiterer Grund dafür, die angedeutete Richtung zu billigen, liegt darin, daß bei einfacher Ausstattung die Gesamtformen viel besser zur Geltung kommen als bei reicher Verwendung von Schmuckformen. Ein Beispiel ist hierfür die Männer- und Frauenkleidung der letzten Jahre, bei der ganz deutlich das Bestreben hervortrat, durch Einschränkung aller schmückenden Zutaten die Körperformen in einem möglichst vorteilhaften Lichte zu zeigen.

Derselbe Umstand macht sich auch in der Baukunst, im besonderen bei unseren Eisenkonstruktionen geltend. Dadurch, daß die Schmuckformen auf einen geringen Umfang und auf einzelne wenige Stellen beschränkt werden, treten die Gesamtformen viel stärker hervor und spielen in dem Eindruck des Ganzen die wichtigste Rolle. Wir haben früher (Seite 70) gesehen, wie Eisenkonstruktionen als ein „Gewaltiges in einfacher Form“ erscheinen können. Diese Wirkung ist natürlich stärker, wenn die Schmuckformen auf ein geringes Maß beschränkt werden.

Im großen und ganzen ist also das angedeutete Bestreben jedenfalls berechtigt und entspricht einem gesunden, dem Zustande der heutigen Kultur angemessenen Empfinden. In manchen Fällen ist man jedoch auf diesem Wege wohl etwas zu weit gegangen. Der Gesamteindruck gestaltet sich dann leicht zu nüchtern und zwar namentlich dann, wenn die Gesamtformen ohne künstlerisches Empfinden, lediglich nach Erwägungen der „Zweckmäßigkeit“ gewählt wurden. Überhaupt lassen sich durch ein negatives Prinzip an sich keine positiven Werte schaffen.

2. Das Streben nach möglichst charakteristischen Ausdrucksformen. Auch diese Richtung läßt sich ganz allgemein an sehr vielen Kunsterzeugnissen der heutigen Zeit verfolgen, ganz besonders natürlich in der Architektur. Die neueren Formen erscheinen meistens schärfer geprägt als die älteren; die Darstellungsweise sucht unverkennbar eine stärkere Eigenart, die manchmal bis ins Herbe gesteigert wird. Vielfach ist auch jetzt noch der Versuch gemacht worden, die alten Stilformen weiterzubilden und den neueren Geschmacksrichtungen anzupassen. Während jedoch in den früheren Perioden mehr das Schöne, Typische und Allgemeingültige vorherrscht, wird in der neueren Kunst mehr das Ausdrucksvolle, Charakteristische, Eigenartige gesucht, das aber auch sehr oft ins Sonderbare und Merkwürdige ausartet. Diese Bemerkung ist natürlich relativ aufzufassen. Offenbar

hat auch schon in vergangenen Stilperioden das Charakteristische eine wichtige Rolle gespielt; aber in der heutigen Zeit wird offenbar mehr als früher nach einer solchen Wirkung gestrebt.

Beispiele für diese Bewegung ließen sich wohl aus der Architektur in großer Zahl anführen. Auch bei manchen Schmuckformen von neueren Eisenkonstruktionen ist dieser Zug bemerkbar, so z. B. bei den Geländern der Weidendammer und Potsdamer Brücke in Berlin, oder bei einigen Säulen der dortigen elektrischen Hochbahn, namentlich aber bei den Zierformen der Bonner Rheinbrücke (Drachen und Truthähne an den Fußwegkonsolen) und bei einigen anderen Schöpfungen von Bruno Möhring (Abb. 62).

Auch für diese allgemeine Richtung gibt es eine Ähnlichkeit mit dem Entwicklungsgange des einzelnen Menschen. Bei Kindern, überhaupt bei jungen Lebewesen, herrscht das Typische und Allgemeingültige der Gattung im wesentlichen vor; erst mit zunehmendem Alter werden die Gesichtszüge charakteristischer, schärfer geprägt. Das Individuelle des einzelnen Menschen, überhaupt des einzelnen Lebewesens entwickelt sich mit fortschreitender Reife stärker und beherrscht mehr oder weniger den Gesamteindruck.

Auch bei Betrachtung der Kunstgeschichte läßt sich dieser Entwicklungsgang im großen und ganzen verfolgen. So sind z. B. die Formen der Renaissance schon erheblich charakteristischer geprägt, als die der Antike, die sozusagen die Vorfahren der ersteren waren.

Wenn somit das allmähliche Hervortreten charakteristischer Formen als ein allgemeiner, naturgesetzlicher Vorgang anzusehen ist, so waren besonders während des neunzehnten Jahrhunderts einige Umstände wirksam, welche diesen Entwicklungsgang mittelbar verstärkten oder beschleunigten. Diese Umstände waren an sich dazu angetan, der gesamten Kultur ein gleichmäßiges, uniformiertes Gepräge zu verleihen. Wir rechnen hierzu in erster Linie den stark demokratischen Zug, der in der gesamten politischen Entwicklung des neunzehnten Jahrhunderts eine bedeutsame Rolle spielt, die damit im Zusammenhang stehenden sozialen Bestrebungen, die Zunahme der Abhängigkeiten in unserm verwickelten Volksleben, und schließlich vor allem auch die Technik. Es ist nicht zu leugnen, daß die gewaltige Entwicklung und Ausbreitung der Technik neben ungeheuren wirtschaftlichen und sonstigen Vorteilen doch den Umstand mit sich brachte, daß die unmittelbare, lebendige, ursprüngliche Einwirkung der schaffenden Persönlichkeit in vieler Beziehung stark beeinträchtigt wurde.

Es hat nicht an Stimmen gefehlt, die vor diesen nivellierenden Einflüssen warnten. In allgemein-ästhetischer Beziehung war es vor allem Nietzsche, der das Recht der freien, unabhängigen Persönlichkeit gegenüber allen demokratischen Bestrebungen eindringlich predigte. Auf dem Gebiet der tektonischen Künste war Ruskin ein abgesagter Feind der neuen Technik. Beide Apostel haben ihr Ziel im großen und ganzen zwar nicht erreicht, aber doch sehr nachhaltig gewirkt innerhalb desjenigen Gebietes, in dem die einzelne schaffende Persönlichkeit sich frei betätigen konnte, also auf dem Gebiete der Kunst. Es unterliegt wohl keiner Frage, daß besonders Nietzsche einen sehr bedeutenden Einfluß auf alle individualistischen Strömungen gehabt hat.

Wenn also in der neueren Kunstbewegung das Streben nach charakteristischen Formen eine sehr wichtige Rolle spielt, so verstehen wir dieses Streben nunmehr als eine Reaktion gegenüber den verschiedenen, auf allgemeine Gleichheit und unpersönliche Sachlichkeit hinwirkenden Ursachen und Gedanken. Gerade dieser Kampf zwischen Individuum und Masse, zwischen Persönlichkeit und Sachlichkeit, zwischen freier und maschinenhaft gebundener Arbeit ist von großer Bedeutung für das ganze ästhetische Gebiet und auch für die Fragen, die uns in der vorliegenden Arbeit beschäftigen. Übrigens hat auch Naumann in einer kurzen Schrift „die Kunst im Zeitalter der Maschine“ diese Fragen erörtert.

Aus diesen Betrachtungen können wir auch ohne weiteres ein Werturteil ableiten. Wir dürfen behaupten: das Streben nach charakteristischen Formen ist grundsätzlich betrachtet sehr berechtigt. Je mehr unser öffentliches Leben überall gleichartige Formen annimmt, je weiter die Maschine mit ihrer unpersönlichen Art vordringt und sich weite Gebiete erobert, um so mehr soll charakteristische und individuelle Gestaltung da hervortreten dürfen, wo dies aus tektonischen Gründen möglich oder aus allgemein-ästhetischen Erwägungen erlaubt erscheint.

Damit soll nun nicht gesagt sein, daß alle jene zahlreichen Einzelercheinungen, die auf jenes Streben nach charakteristischer Gestaltung zurückzuführen sind, ohne weiteres gebilligt oder gar als Muster hingestellt werden. Manchmal hat es sich gezeigt, daß derartige Erzeugnisse nicht nur eigenartig, sondern fremdartig anmuteten, weil sie jeden Zusammenhang mit der sonst üblichen Formenwelt vermissen ließen, oder weil das Streben nach Eigenart in allzugroße Willkür ausartete (Beispiele vergl. oben Seite 43–44).

Der große Gegensatz zwischen Maschinenarbeit und persönlicher, individueller Gestaltung zeigt sich besonders deutlich in den verschiedenen Arten der Eisenbearbeitung. Am größten ist das Maß künstlerischer Freiheit in der Schmiedekunst, geringer schon in der Gießerei, am geringsten in der gewöhnlichen Walztechnik. Besonders beachtenswert ist der von den Gebrüder Mannstaedt eingeschlagene Weg, Kunstformen des Eisens durch das Walzverfahren herzustellen. Dieses Verfahren erscheint als eine Art Mittelstellung zwischen Gießerei und Schmiedekunst; es eignet sich vorzugsweise zur Ausschmückung solcher Bauwerke, deren Konstruktionsteile aus Walzeisen bestehen. Wenn auch derartigen Ausführungen wohl stets der Charakter von Maschinenarbeit in gewissem Sinne anhaftet und der höchste Grad künstlerischer Vollendung sich hierbei kaum erreichen läßt, sind doch die Mannstaedtschen Eisen als ein glücklicher Kompromiß zwischen zwei verschiedenen, einander widersprechenden Forderungen zu betrachten. Im großen und ganzen sind die in den Musterbüchern dargestellten Formen recht geschmackvoll gewählt, sie zeigen auch ein gesundes Bestreben, den neueren allgemeinen Kunstrichtungen zu folgen (Abb. 213–215). Man darf solchen Ausführungen wohl mit Recht die Bezeichnung: „Kunst im Zeitalter der Maschine“ beilegen. Die bisher von der Firma Mannstaedt hergestellten Walzeisen-Sorten sind jedoch vorwiegend für kleinere Bauten oder zur Ausschmückung von Einzelheiten z. B. von Tür- und Fensterumrahmungen, geeignet. Wenn

das erwähnte Verfahren auch für große Bauwerke und zur Ausschmückung monumentaler Glieder verwendet werden sollte, dann müßten vor allem großzügigere Muster geschaffen werden, die bereits auf weite Entfernung wirken könnten und damit einen mehr monumentalen Eindruck zu machen geeignet wären.

3. Das Streben, durch Linien eine künstlerische Wirkung zu erzielen. Während die einen die gewünschte Eigenart des Ausdrucks durch organische Weiterbildung der überlieferten Formenwelt zu erreichen suchen, haben andere die Tradition vollständig verlassen und schlagen neue Wege ein. Eines der wichtigsten neueren Ausdrucksmittel ist die Darstellung von Linien. Diese Richtung wird gewöhnlich als „Jugendstil“ bezeichnet, weil die Münchener Zeitschrift „Jugend“ wohl zuerst solche Linien brachte. Es ist aber sehr schwer, den Begriff dieses Stiles genau zu umgrenzen oder anzugeben, worin denn eigentlich die besonderen Merkmale jener modernen Linien bestehen. Schon in der Schmiedekunst der Renaissance, des Rokoko und Barocks spielen Linien eine wichtige Rolle. Sucht man aber nach einem grundsätzlichen Merkmal jener neueren Kunstversuche, so läßt sich etwa folgendes erkennen. Bei den alten Schmiedearbeiten sind hauptsächlich zweierlei Motive zu unterscheiden, geometrische und Pflanzenmotive. Die geometrischen Motive sind meistens einfach; bis zur Renaissance beschränken sie sich vorwiegend auf Spiralen, Kreisbögen und gerade Linien. Erst im Barock und Rokoko treten gewisse eigenartige geometrische Formen auf, die eben die Kennzeichen jener Stilarten bilden. Pflanzenmotive sind fast bei allen den historischen Stilformen in großer Zahl und fast regelmäßig vertreten.

Das eine Kennzeichen der neueren Kunst besteht nun darin, daß die Pflanzenmotive sehr stark zurücktreten oder oft ganz verschwinden, während geometrische Motive in den Vordergrund treten. Das zweite Kennzeichen besteht in der Anordnung der Linien selbst. Diese sind im Gegensatz zu jenen Spiralen oder Kreisbögen meist schlank und langgestreckt. Die Krümmung ist also gewöhnlich gering, sie geht oft aus der Konvexen in die Konkave und umgekehrt über. An einzelnen Stellen sind aber die Linien manchmal sehr stark gekrümmt oder zeigen plötzlich einen scharfen Knick.

Bei diesem Vergleich der älteren und der neueren Formen wurde von dem Gebiet der Schmiedekunst ausgegangen, weil hier auch in der alten Kunst die Linien von Bedeutung waren. Bekanntlich wurden aber jene neueren Linien vielfach auch in anderen Kunstgebieten verwandt, beispielsweise bei Wohnungseinrichtungen.

Bei kleineren Eisenkonstruktionen, wie Gittertoren, Geländer und ähnlichen Gegenständen, findet sich häufig eine größere Zahl von Linien, die ungefähr einander gleichlaufen, und somit in ihren Formen im wesentlichen übereinstimmen, dabei aber doch geringe Abwandlungen zeigen.

Als Beispiele für solche stilistischen Versuche seien angeführt einige Haltestellen der Schwebebahn Elberfeld–Vohwinkel und der Berliner elektrischen Hochbahn (namentlich Bülowstraße) und einige Geländer der Unterführungen, z. B. der Potsdamerstraße. Ferner seien erwähnt die Treppenanlage im großen Kunstpalast der Pariser Welt-

ausstellung 1900 und einige Innenräume des Maison du peuple in Brüssel.¹⁾

In neuerer Zeit hat man statt der gekrümmten Linien zuweilen auch eine Reihe von parallelen geraden Linien verwendet, beispielsweise bei der Überführung der Swinemünder Straße über den Bahnhof Gesundbrunnen im Norden von Berlin. Die architektonischen Einzelheiten sind in dem Werke von Bruno Möhring: „Stein und Eisen“ dargestellt. Auch die Portale der neuen Glienicker Brücke bei Potsdam zeigen dasselbe Motiv (Abb. 29).

Versuche, durch Linien einen eigenartigen Ausdruck zu erzielen, finden sich neuerdings auch zuweilen bei der Ausbildung von Bekrönungen, namentlich bei Turmhelmen und ähnlichen Bedachungen. Als Beispiel sei der Wasserturm in Bremen (vergl. oben Seite 35) angeführt. Es ist hier namentlich der mehrfache Wechsel zwischen konvexer und konkaver Krümmung zu beachten (Abb. 183).

Ein sehr gelungenes, wenn auch kleineres Beispiel einer eigenartigen neuen Dachform bietet der 1908 vollendete Hubertusbrunnen in München. Das Dach ist wohl derjenige Teil, der dem Ganzen am meisten ein eigenartiges Gepräge verleiht, dabei aber doch mit der Gestaltung der Mauerkörper gut harmonisiert (Abb. 210).²⁾

Diese Bestrebungen haben verschiedene Ursachen. Zunächst stehen sie in einem gewissen Zusammenhange mit den oben erwähnten Bestrebungen nach größerer Einfachheit und nach charakteristischen Ausdrucksformen. Offenbar ist die Linie das einfachste geometrische Gebilde. Wenn also nur durch dieses Mittel gewirkt werden soll, so zeigt sich auch hierin eine gewisse Neigung zur Einfachheit. Ferner ist auch bei den meisten dieser neuen Linien das Bestreben nach eigenartiger, persönlicher Gestaltung deutlich zu erkennen. Die charakteristisch geformte Linie erscheint als das wichtigste Ausdrucksmittel der neuen Kunst in ihren verschiedenen Zweigen.

Das Bestreben, durch Linien zu wirken, steht auch wohl im Zusammenhange mit der weiten Verbreitung mathematischer Kenntnisse und der Entwicklung großer Eisenbauten. In allen mathematisch-naturwissenschaftlichen Untersuchungen spielen ja Darstellungen durch Kurven eine sehr wichtige Rolle. Und bei unseren Eisenkonstruktionen, besonders bei den eisernen Brücken steht die Wirkung der Linien im Vordergrund. Obgleich nun die freischaffenden Künstler dem mathematisch-wissenschaftlichen Geiste der Zeit verhältnismäßig fern standen und obwohl sie vielleicht wenig von der Entstehung jener mathematischen Linien wußten, haben diese doch wohl häufig die Veranlassung gegeben, daß ähnliche Linien auch zu rein künstlerischen Zwecken verwendet wurden. Freilich sind sie dann in der Regel wohl nicht berechnet, sondern frei erfunden worden.

Wenn diese Vermutungen zutreffen, so ergibt sich auch hieraus ein gewisses Werturteil. Grundsätzlich betrachtet, erscheint das Bestreben nach Linienwirkungen berechtigt, weil sie als sinngemäßer Ausdruck unseres Zeitgeistes, namentlich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung gelten können und weil sie zugleich eine charakteristische, indi-

viduelle Wirkung gestatten. Im besonderen erscheint es bei Eisenbauten naheliegend, durch Anordnung gekrümmter Stäbe künstlerische Wirkungen zu erstreben.

Freilich sind nun derartige Versuche bis jetzt nur selten geglückt. Gewöhnlich haben wir den Eindruck einer allzu großen Willkür, einer zügellosen Phantasie, die sich oft in merkwürdigen, seltsamen und auch gesuchten Formen und Zusammenstellungen ergeht. Zuweilen ist diese Zügellosigkeit in ein wildes Durcheinander von Linien ausgeartet. In der Regel ist jedoch ein Mangel an Harmonie, Klarheit und Einheit der Gesamtwirkung deutlich zu erkennen. Dies beruht wohl zur Hauptsache darauf, daß die Künstler, die sich in der erwähnten Richtung zu betätigen versuchten, über ihre Ziele und Bestrebungen selbst nicht recht klar waren und daß es an gemeinsamen, schöpferischen und ordnenden Grundgedanken fehlte.

Derjenige Künstler, der wohl die meisten und bedeutendsten Erfolge auf dem erwähnten Gebiete aufzuweisen hat, ist Bruno Möhring. In seinem Werke „Stein und Eisen“ gibt er zahlreiche Darstellungen von Schmuckformen, die von ihm entworfen und größtenteils auch ausgeführt worden sind. Ein Beispiel zeigt Abb. 223. Bei diesen Arbeiten ist es dem genannten Künstler im allgemeinen gut gelungen, den ästhetischen Gehalt der Eisenkonstruktion zu erfassen und in den Schmuckformen auszudrücken.

Da die bisher gemachten Versuche, durch krumme Linien zu wirken, im großen und ganzen doch wenig befriedigten, so scheinen sie in den letzten Jahren fast ganz aufgehört zu haben. Wir begegnen bei den neuesten Bauten in der Regel nur Zusammenstellungen von geraden Linien. Dieses Bestreben äußert sich u. a. auch in der Verwendung der neuerdings so beliebt gewordenen polygonalen Dachformen. Auch in den Schmuckformen, namentlich bei Hochbauten, ist die gerade Linie heute durchaus vorherrschend. Damit ist aber zugleich eine gewisse Nüchternheit des Gesamteindrucks verbunden, die auch dadurch nicht völlig aufgehoben wird, daß durch Kleinornamentik die geraden Linien etwas belebt werden.

Die vorstehenden Betrachtungen möchte ich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Zu unserer ästhetischen Kultur gehören nicht nur die im engeren Sinne als „Kunst oder Kunsthandwerk“ bezeichneten Tätigkeiten und Erzeugnisse, sondern auch die der Ingenieure. In dem so erweiterten Begriffe „ästhetische Kultur“ nehmen die Ingenieurbawerke eine Mittelstellung ein zwischen den Architekturwerken einerseits und den Maschinen und Fahrzeugen andererseits. Bei den Aufgaben des Architekten sind die rein technischen Aufgaben verhältnismäßig einfach; die künstlerische Freiheit ist verhältnismäßig groß. Bei den Aufgaben des Maschinenbaues sind die technischen Aufgaben sehr verwickelt, die künstlerische Freiheit ist daher sehr klein. Bei den Aufgaben des Bauingenieurs ist die künstlerische Freiheit nicht so groß, wie die des Architekten, aber größer als die des Maschinenbauers.

2. Für den Bauingenieur, der Eisenkonstruktionen zu entwerfen hat, ist von Wichtigkeit das Verhältnis zwischen

¹⁾ vergl. Meyer, Eisenbauten, Tafel XXVII und XXIII.

²⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1908.

der reinen „Zweckmäßigkeit“ und den ästhetischen Forderungen. Dieses Verhältnis kann ein doppeltes sein, nämlich

- a) die rein praktischen und die ästhetischen Forderungen stehen in einem gewissen Widerspruch. Es gilt dann abzuwägen und zu entscheiden, inwieweit den einen oder anderen Rechnung getragen werden soll;
- b) die rein praktischen Forderungen geben ein gewisses Maß von Freiheit oder Willkür. Es ist dann die Aufgabe des Bauingenieurs, innerhalb dieser Freiheit die ästhetischen Forderungen zu erfüllen. Diese beiden Fälle sollen in dem letzten Abschnitte dieser Schrift noch näher erörtert werden.

3. Schmuckformen können bei Ingenieurbauten als wirksames Mittel verwendet werden, um einzelne Teile, die in ästhetischer Beziehung besonders wichtig sind, hervor-

zuheben und zugleich dem Bauwerk einen höheren Grad von Individualität zu verleihen. Derartige Formen müssen dem allgemeinen Charakter des Bauwerkes entsprechend einfach ausgebildet werden und dürfen nicht zu kleine Abmessungen erhalten, damit sie nicht kleinlich wirken. Vor allem müssen Schmuckformen als organische Bestandteile des Bauwerkes und nicht als willkürlich hinzugefügte Teile erscheinen.

4. Das Maß der ästhetischen Befriedigung bei dem Anblick von Ingenieurbauten hängt nicht allein von dem Verständnis für die Funktionen der einzelnen Teile des Bauwerkes, sondern auch davon ab, inwieweit das Bauwerk ästhetisch ausgebildet ist und ferner von dem Maße der allgemein-ästhetischen Bildung des Beschauers.

III.

Erörterung der weiteren Entwicklungsfähigkeit des Eisenbaues in ästhetischer Beziehung.

A. Allgemeines.

Der Steinbau ist alt, der Eisenbau ist jung. Darum dürfen wir hoffen, daß für den Eisenbau noch manche Entwicklungsmöglichkeiten im Schoße der Zukunft schlummern.

Wie wir im zweiten Teile dieser Abhandlung gesehen haben, spielt die „Zweckmäßigkeit“ bei allen unseren Eisenkonstruktionen eine wichtige Rolle. Wenn es sich nun darum handelt, für eine weitere Entwicklung der Eisenbauten in ästhetischer Hinsicht etwa in Betracht kommende Ziele und Bestrebungen zu erörtern, dann wird es sich empfehlen, zunächst jene „Zweckmäßigkeit“ etwas näher ins Auge zu fassen. Wir betrachten also zunächst die rein praktischen Forderungen, die bei dem Entwerfen von Eisenkonstruktionen zu erfüllen sind; als solche Forderungen kommen in Betracht:

1. Die Standfestigkeit. Die Beanspruchung des Baustoffes und des Baugrundes darf auch bei der denkbar ungünstigsten Belastungsart das zulässige Maß nicht überschreiten. Diese Forderung wird bei dem Aufstellen der statischen Berechnung und bei der „Dimensionierung“ der Querschnitte erfüllt.

2. Die Kosten des ganzen Bauwerkes (oder auch einer Reihe von Bauwerken) sollen möglichst gering werden.

3. Forderungen des Verkehrs. Zu diesen gehört z. B. die Bestimmung, daß das Normalprofil des lichten Raumes und noch gewisse Spielräume außerhalb desselben frei gehalten werden müssen, ferner bei den Rampen von Straßenbrücken die zulässigen größten Steigungen, und ähnliche Bedingungen.

4. Steifigkeit. Das Bauwerk soll gegenüber den Einwirkungen des Verkehrs und sonstigen Beanspruchungen eine möglichst geringe Nachgiebigkeit zeigen und zwar sowohl in statischer, wie in dynamischer Beziehung, in lotrechtem wie in wagrechtem Sinne.

Diese Forderungen sind sämtlich als Bedingungen aufzufassen, denen die einzelnen Abmessungen des Bauwerkes genügen müssen; sämtliche Forderungen lassen sich also

entweder unmittelbar oder mittelbar in Zahlenwerten ausdrücken. Aber bei den meisten dieser Ermittlungen ist in der Regel nur eine verhältnismäßig geringe Genauigkeit erforderlich. Beispielsweise können wir die Spannkraft eines Fachwerkes berechnen und hiernach die Querschnitte bestimmen; da aber die bei der Berechnung gemachten Annahmen in der Wirklichkeit niemals genau zutreffen, so kann und braucht die Rechnung nicht sehr genau zu sein. Ferner beruht die Bestimmung der Querschnitte auf der sogenannten zulässigen Beanspruchung; da aber diese letztere nicht auf wissenschaftlichem Wege ermittelt, sondern nur geschätzt werden kann, so ist auch bei der Bestimmung der Querschnitte auf Grund der Spannkraft nur ein sehr geringer Grad von Genauigkeit möglich.

Für das Verhältnis zwischen den praktischen und ästhetischen Forderungen, die an ein Bauwerk gestellt werden, kommt vor allem die oben unter 2 angeführte Bedingung in Frage. Es sei zunächst daran erinnert, daß es nur bei einfachen Konstruktionen möglich ist, diejenige Anordnung zu finden, von der mit Sicherheit behauptet werden kann, daß sie tatsächlich die geringsten Kosten erfordern. Schon bei Konstruktionen mittleren Umfanges hat man bei dem Entwerfen fortwährend Annahmen zu machen, Entscheidungen zu treffen, von denen die schließlich erforderliche Materialmenge abhängt. In der Praxis wird man sich selten die Zeit dazu nehmen, alle die einzelnen in Betracht kommenden Fälle (z. B. für die Wahl der Feldweite, Trägerhöhe u. dergl.) genau durchzurechnen; der Praktiker hat eben eine gewisse Erfahrung, welche Anordnungen voraussichtlich am wenigsten Material erfordern. Aber selbst wenn man jede einzelne Annahme rechnerisch verfolgen wollte, so wäre doch jedesmal eine gewisse Ungenauigkeit mit dem Übergang von der rechnerischen Spannkraft zu der betreffenden Querschnittsgröße verbunden. Selbst bei Eisenbahnbrücken, bei denen gewisse Anordnungen innerhalb jeder Verwaltung typisch geworden

sind, kann man nicht genau sagen: „ein Überbau von so und soviel Meter Stützweite wiegt so und soviel Tonnen,“ sondern nur: „er wiegt ungefähr soviel Tonnen . . .“

Aber wir wollen hiervon absehen. Unter dem Vorbehalt daß es allerdings nicht möglich ist, den geringsten erforderlichen Kostenbetrag genau zu finden, kann man immerhin bei dem Konstruieren die Entscheidungen so treffen, daß die Gesamtkosten der Eisenkonstruktion für sich annähernd so klein als nur möglich werden. Tatsächlich nehmen heute noch viele Bauingenieure mehr oder weniger bewußt diesen Standpunkt ein. Es fragt sich nun, ob es wünschenswert ist, diesen Standpunkt auch weiterhin beizubehalten.

Wir wollen die Frage zunächst von der rein wirtschaftlichen Seite betrachten. Ist denn mit der Arbeit des Bauingenieurs das ganze Bauwerk fertig entworfen? In vielen Fällen ist das nicht der Fall. Bei sehr vielen Bauwerken, deren Konstruktionsteile im wesentlichen aus Eisen bestehen, wurden beträchtliche Mittel aufgewendet, um ihnen eine „künstlerische“ oder „architektonische Gestaltung“ zu geben. Und die Entwürfe zu diesen Ausschmückungen sind beinahe stets von Architekten aufgestellt, die ganz und gar nicht jenen Standpunkt teilten, die Kosten des Bauwerkes sollten möglichst gering werden. Vielleicht wurde ihnen eine mehr oder weniger begrenzte Summe genannt, die jene schmückenden Zutaten kosten durften; vielleicht wurde ihnen vollständig freie Hand gelassen. In solchen Fällen war eben die Behörde, die den Entwurf zu genehmigen hatte, von vornherein darüber klar, daß eine gewisse, nicht unbeträchtliche Summe dazu verwendet werden sollte, um dem Bauwerke eine würdige und womöglich auch schöne Gestalt zu verleihen. Man denke nur an jene gewaltigen Tor- und Turmbauten, die bei einer Reihe von neueren Brücken als Abschlüsse errichtet worden sind. Man denke ferner daran, wie oft im Hochbau die Eisenkonstruktion durch „Steinmasken“, Stuck, Gips, Beton verhüllt wurde. Wenn man sich diese Tatsachen vor Augen führt, dann handelt derjenige Ingenieur nicht wirtschaftlich, der den Entwurf lediglich nach der konstruktiven Seite und ohne Rücksicht auf die ästhetische Wirkung behandelt. Dieser Standpunkt ist schon früher betont, aber nicht immer richtig befolgt worden. Beispielsweise hat Zimmermann bereits im Jahre 1881 in einem Aufsatz über Eisenkonstruktionen und Walzprofile ähnliche Anschauungen geäußert.¹⁾

Aber es sind auch viele Eisenkonstruktionen ausgeführt worden, ohne daß Architekten bei dem Entwurfe überhaupt oder in mehr als beratender Weise mitgewirkt haben, und solche Fälle werden auch weiterhin vorkommen. Namentlich gilt dies von vielen Eisenbahnbrücken. Bei derartigen Bauwerken würde also die Erwägung fortfallen, daß die von dem Bauingenieur unter Vernachlässigung der ästhetischen Rücksichten erzielte Ersparnis vermehrte Aufwendungen des Architekten zur Folge haben müßte. Aber gerade in solchen Fällen sollte ein richtiges Standesbewußtsein den Bauingenieur dazu veranlassen, nicht lediglich nach technischen und wirtschaftlichen Erwägungen seine Aufgabe zu bearbeiten.

Gleichwohl sind viele in der Praxis stehenden Bauingenieure noch wenig geneigt, aus ästhetischen Rücksichten einen Mehraufwand an Kosten bei eisernen Bauwerken zu vertreten und zu verantworten. Die Gründe dieser Erscheinung sind wohl in der noch etwas einseitigen Erziehung der Bauingenieure zu suchen, die eben fast ausschließlich auf wissenschaftlicher Grundlage beruht. Es geht sozusagen gegen das mathematische Gewissen, mehr Material aufzuwenden, als nach den berechneten Zahlen erforderlich erscheint. Und doch müssen wir uns klar machen, daß die Aufstellung eines Entwurfes keine mathematische, sondern eine technische Aufgabe ist, ja im weitesten Sinne betrachtet eine Angelegenheit der Kultur bedeutet.

In dem oben erwähnten Aufsatz von Zimmermann wurde bereits ein Fall erörtert, in dem durch Mehraufwand an Material eine Verbesserung in ästhetischer Hinsicht erzielt werden kann. Der Verfasser ging davon aus, daß die Verwendung von vollwandigen Trägern aus rein technischen Gründen manche Vorteile gegenüber der Verwendung von gegliederten Trägern bietet und betont dann besonders die günstige ästhetische Wirkung vollwandiger Konstruktionen.

In letzter Zeit machte sich zwar häufiger das Bestreben geltend, vollwandige Träger an Stelle von gegliederten zu verwenden; immerhin dürfte diese Frage auch weiterhin Beachtung verdienen. Freilich darf man nicht unbedingt behaupten, daß vollwandige Träger in allen Fällen aus ästhetischen Gründen den Vorzug verdienen. Abgesehen von der Frage der Wirtschaftlichkeit können vollwandige Träger auch häufig deshalb nicht empfohlen werden, weil sie zu schwerfällig aussehen würden.

Es gibt vermutlich noch eine Reihe von Fällen, in denen es aus ästhetischen Gründen sich empfehlen kann, mehr Material und auch mehr Arbeit aufzuwenden, als aus rein technischen Gründen erforderlich wäre. Namentlich kommen hier folgende Fälle in Betracht:

1. Wenn vollwandige Träger zu schwerfällig aussehen würden, kann es doch zuweilen vorteilhaft erscheinen, die Fachwerkgliederung verhältnismäßig engmaschig zu wählen. Namentlich gilt dies von Bogenträgern, deren Gurtungen ziemlich nahe beieinander liegen. Durch die engmaschige Gliederung wird die Zusammengehörigkeit beider Gurtungen stärker betont (vergl. oben Seite 53).

2. In anderen Fällen kann es sich empfehlen, die ursprünglich vollwandigen Träger mit einer Reihe rechteckiger, achteckiger oder ähnlich geformter Ausschnitte zu versehen, um die Erscheinung etwas leichter zu gestalten. In dieser Weise ist beispielsweise von der Brückenbauanstalt Gustavsborg bei dem Bau der Frankfurter Ausstellungshalle verfahren worden. Durch eine derartige Anordnung wird natürlich ein bedeutender Mehraufwand an Eisen erforderlich, der sich wegen des gefälligen Aussehens zuweilen lohnen möchte.¹⁾

3. Anordnung gekreuzter Diagonalen. Zu Schwedlers Zeiten konstruierte man die Diagonalen von Fachwerkträgern aus Flacheisen. Da diese gegen Druck nicht widerstandsfähig waren, so mußten in denjenigen

¹⁾ Über den Einfluß derartiger Ausschnitte auf die Spannungen der Träger vergl. Zeitschr. deutscher Ing. 1910, S. 348 und Eisenbau 1911, S. 294.

¹⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1881. S. 239.

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

Feldern, in denen die Querkraft verschiedenes Vorzeichen annehmen kann, gekreuzte Diagonalen angeordnet werden. Diese zeigen nun meistens ein besseres Aussehen als einfache Diagonalen. Später, etwa seit den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, ging man dazu über, die Diagonalen steif auszubilden, was aus technischen Gründen bekanntlich sehr zu empfehlen ist. Man sollte sich aber nicht scheuen, bei größeren Balkenträgern drucksteife Diagonalen in allen Feldern gekreuzt anzuordnen, wenn auch hierdurch die Konstruktion statisch unbestimmt wird und etwas mehr Material erfordert. Dieser Mehraufwand ist ja dadurch bedingt, daß jeder Fachwerkstab einen kleinen Zuschuß an Material erfordert, weil die Querschnitte den Spannkraften nicht genau angepaßt werden können, sowie auch mit Rücksicht auf die Knicksicherheit. Bei zwei Stäben wird offenbar dieser Zuschuß größer als bei einem Stabe. Trotzdem erscheint ein solcher Mehraufwand in manchen Fällen gerechtfertigt, da die Anordnung gekreuzter Diagonalen erheblich vorteilhafter aussieht, als die einfacher Diagonalen.

4. Bei Fachwerkträgern ist es meistens üblich, die einzelnen Stäbe geradlinig auszuführen, so daß die Gurtungen als Polygone erscheinen. Das Aussehen wird aber nicht wesentlich verbessert, wenn man die Gurtungen in einer stetig gekrümmten Linie anordnet. Dann erhalten freilich die Stäbe Zusatzspannungen, so daß sie im Vergleich mit geradlinigen etwas mehr Material sowie auch mehr Arbeit für die Herstellung der Krümmung erfordern. Ein solcher Mehraufwand erscheint aber in vielen Fällen gerechtfertigt. Beispielsweise haben bei der Bonner Rheinbrücke die Gurtungen stetige Krümmung erhalten. Es ist aber wünschenswert, diese Anordnung nicht nur bei Bogenträgern, sondern auch bei Balkenträgern und vielleicht auch bei Hängebrücken zu verwenden.

5. Stärkere Betonung der Auflagervertikalen. Bei durchgehenden Trägern und bei Hängebrücken sind die über den Mittelstützen befindlichen Vertikalen nicht nur in praktischer, sondern auch in ästhetischer Beziehung wichtige Glieder. Wenn sie auch lediglich zur Aufnahme der Kräfte meistens erheblich stärker ausgebildet werden müssen, als die übrigen Vertikalen, so reicht das in vielen Fällen nicht aus, um diese Glieder auch in ästhetischer Beziehung hinreichend hervorzuheben. Daran wird beim Konstruieren von seiten der Bauingenieure für gewöhnlich nicht gedacht. Wird auf eine ästhetische Ausbildung Wert gelegt, dann läßt man gewöhnlich nachträglich noch eine Bekrönung durch den Architekten hinzufügen, der natürlich nicht wagt, an den Querschnitten etwas zu ändern. So wirkt die Bekrönung leicht als eine unorganische Zutat. Ein besseres Ergebnis dürfte erzielt werden, wenn der Bauingenieur von vornherein die Auflagervertikalen als ästhetisch wichtige Glieder wesentlich breiter als die übrigen Vertikalen ausbildete, und sie vielleicht auch über die Oberkante der Gurtung hinaus verlängerte. Selbstverständlich wird hierbei der Rat eines Architekten nicht zu verachten sein. Aber vor allem muß der Bauingenieur die Überzeugung bekommen, daß er an geeigneter Stelle Material aufwenden darf und soll, um gewisse in ästhetischer Hinsicht wichtige Glieder zu betonen.

6. Ebenso kann es sich auch bei Hochbauten empfehlen,

Teile, die in ästhetischer Hinsicht besonders wichtig erscheinen, kräftiger auszubilden, als dies aus technischen Gründen erforderlich wäre. Namentlich gilt dies von den Hauptgliedern der Eisenfachwerke (vergl. oben Seite 79).

7. Andererseits sollen aber Stäbe, die in ästhetischer Beziehung die gleiche oder eine gleichartige Bedeutung haben, auch tunlichst so ausgebildet werden, daß ihre Stärke einen nicht sehr verschiedenen Eindruck macht. Beispielsweise sieht es nicht günstig aus, wenn die Diagonalen in der Nähe der Auflager sehr viel breiter sind, als in der Mitte der Stützweite. Durch passende Anordnung der Querschnitte läßt sich indessen wohl erreichen, daß die Stäbe zwar verschiedene Querschnittsgröße, aber doch ein ähnliches Aussehen zeigen. Ferner findet man bei neueren Bogenbrücken zuweilen einen bestimmten Gurtteil (etwa die Verbindung der beiden Stabhälften) in dem einen Trägerabschnitt vollwandig, in dem anderen aber als Gitterwerk ausgeführt. Das geschah jedenfalls, um an Material zu sparen, da die betreffende Platte in dem einen Teile zum Querschnitt gehörig gerechnet wurde, in dem anderen Teile aber nicht erforderlich war. Eine solche Anordnung wirkt aber in ästhetischer Hinsicht sehr ungünstig. Schon im Hinblick auf die Knicksicherheit ist es sehr erwünscht, tunlichst mit vollwandigen Stabteilen und nicht mit Gitterwerk zu arbeiten (man vergl. die neuere Literatur über diese Frage, sowie den angeführten älteren Aufsatz von Zimmermann). Aber auch aus ästhetischen Gründen ist es dringend erwünscht, Stäbe, die ästhetisch betrachtet die gleiche Funktion haben, auch in anscheinend gleichen Stärkenverhältnissen auszubilden.

8. Anwendung ungleicher Feldweiten. Die meisten Bauingenieure halten es für selbstverständlich, daß die Stützweite eines Fachwerkträgers, wenn irgend möglich, in eine Zahl von gleichen Feldern eingeteilt werden müsse. Aus praktischen Gründen ist das gewiß stets erwünscht, und in vielen Fällen wird die Anordnung gleicher Felder auch aus ästhetischen Gründen zu empfehlen sein. Aber nicht immer trifft das zu. Wenn nämlich die Trägerhöhe stark wechselt, dann wird bei gleichen Feldweiten auch die Neigung der Diagonalen stark wechseln. Ferner entstehen hierbei Trapeze von sehr verschiedenen Breiten- und Höhenverhältnissen, nämlich einesteils sehr hohe und verhältnismäßig schmale, andernteils sehr niedrige und verhältnismäßig breite. Ein solcher Träger bietet aber ein wenig günstiges Aussehen. Man würde dieses nicht unerheblich verbessern, wenn man sich entschließen wollte, in dem niedrigen Teile des Trägers eine enge, in dem hohen Teile aber eine weite Felderteilung zu wählen, so daß beide stetig ineinander übergehen. Hierbei kann sich allerdings ein geringer Mehraufwand an Material für die Fahrbahn ergeben. Auch ist es ja im allgemeinen erwünscht, möglichst viele Teile einer und derselben Art mit denselben Querschnitten ausbilden zu können, also auch die Querträger und Längsträger an allen Stellen der Fahrbahn mit denselben Abmessungen zu erhalten. Solche Rücksichten sollten jedoch hintangesetzt werden, wenn es sich darum handelt, dem ganzen Bauwerk ein günstiges Aussehen zu verleihen.

9. Bei der Ausbildung der Knotenbleche und der Nietverbindungen sollte man dahin streben, eine größere

Regelmäßigkeit und gefälligere Formen als bisher zu erzielen. Es hat übrigens den Anschein, als ob gerade in den letzten Jahren hierin erfreuliche Fortschritte eingetreten seien. Beispielsweise zeigt die im Jahre 1907 ausgeführte Eisenkonstruktion der neuen Glienicker Brücke bei Potsdam sehr angenehm wirkende Formen von Knotenblechen. In dieser Hinsicht kann die Brücke gewiß als Vorbild empfohlen werden. Wenn die Knotenbleche in angemessener Weise ausgebildet werden, sind sie als ein in ästhetischer Beziehung nicht ganz unbedeutendes Mittel anzusehen, um die Starrheit der Konstruktion etwas zu mildern, indem sie den Blick aus der einen Stabrichtung in die andere überleiten. Diese Aufgabe können sie aber nur erfüllen, wenn bei ihrer Ausbildung nicht zu sparsam verfahren wird. Andererseits kann es auch manchmal aus ästhetischen Gründen vorteilhaft erscheinen, die Knotenbleche länger und breiter auszubilden, als dies mit Rücksicht auf die Festigkeit erforderlich wäre.

Es ist natürlich nicht möglich, alle diejenigen Fälle anzuführen, in denen ein gewisser Mehraufwand an Material aus ästhetischen Rücksichten sich empfehlen kann. Immerhin dürften die angeführten Beispiele genügen, um zu zeigen, daß tatsächlich gewisse Verbesserungen gegenüber der heutigen Konstruktionspraxis nicht ganz ausgeschlossen und damit eine Vorwärtsbewegung in ästhetischem Sinne wohl noch möglich ist.

Von besonderer Wichtigkeit für die Ausbildung vieler Eisenkonstruktionen ist die praktische Forderung, daß das Bauwerk eine möglichst große Steifigkeit aufweisen solle. Diese Forderung läßt sich namentlich bei Balkenträgern oft schwer mit den ästhetischen Rücksichten vereinigen. Ein einfacher Balkenträger ist um so steifer, je höher er ist; andererseits wirkt aber sein Aussehen günstiger bei verhältnismäßig geringer Trägerhöhe. Beispielsweise wird man einem Halbparabelträger eine Höhe von etwa $\frac{1}{4}$ der Stützweite geben, wenn nur praktische Rücksichten in Frage kommen; will man aber auch die ästhetische Wirkung berücksichtigen, so wird sich in vielen Fällen eine geringere Höhe empfehlen, wenn auch die Gurtungen alsdann etwas stärker ausfallen werden. Noch schärfer ist der Zwiespalt zwischen der praktischen Forderung möglichst großer Steifigkeit und geringen Gewichts einerseits und den ästhetischen Rücksichten andererseits bei durchgehenden Trägern und Auslegerträgern, die eine konkave Gurtungsform haben, also beispielsweise bei Hauptträgern von der Form der Glienicker Brücke bei Potsdam (Abb. 29). Hier wäre mit Rücksicht auf eine große Steifigkeit in der Mitte der großen Öffnung eine tunlichst große Trägerhöhe, mit Rücksicht auf die ästhetische Wirkung aber eine tunlichst kleine Trägerhöhe zu wählen. Vergleicht man beispielsweise die Franz-Josephbrücke in Budapest (Abb. 23) mit der Rheinbrücke zwischen Ruhrort und Homberg (Abb. 41), dann fällt sofort der große Unterschied in den Höhenverhältnissen der Hauptträger auf. In ästhetischer Hinsicht wirkt die Franz-Josephbrücke viel günstiger als die Ruhrorter Brücke; dagegen ist mit Rücksicht auf die Steifigkeit und die damit in Verbindung stehende Sicherheit der Konstruktion gegenüber dynamischen Einflüssen die Ruhrorter Brücke viel zweckmäßiger angeordnet als die Budapestener.

Keineswegs gibt also eine Anordnung ohne weiteres deshalb eine günstige ästhetische Wirkung, weil sie in irgend welcher Weise zweckmäßig ist. Wie die angeführten Fälle zeigen, stehen manchmal die praktischen und die ästhetischen Rücksichten in einem gewissen Widerspruch zu einander. Dieses Verhältnis zeigt sich namentlich bei der ersten Entscheidung über die Art des Trägersystems.

Wir wollen in dieser Beziehung eine Frage erörtern, die bei vielen Brückenbauten der letzten Jahre aufgetreten ist. Bei der Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung haben wir gesehen, wie einerseits Auslegerträger (und durchgehende Träger ohne Gelenke), andererseits Bogenfachwerkträger mit Zugbändern bei uns in Deutschland immer mehr in den Vordergrund getreten sind. Es hängt dies zum Teil auch mit der Bodengestaltung zusammen. Tief eingeschnittene Täler und Schluchten sind in Deutschland nicht gerade häufig; die meisten Flüsse haben ziemlich flache Ufer. So stand denn in der Mehrzahl aller Fälle keine sehr große Konstruktionshöhe zur Verfügung; man war deshalb sehr oft darauf hingewiesen, die Hauptträger oberhalb der Fahrbahn anzuordnen. Es ist somit begreiflich, daß die beiden genannten Trägerarten bei großen Wettbewerben meist eine wichtige Rolle gespielt haben. Da dies voraussichtlich auch künftig der Fall sein wird, so ist es von Wert, die praktischen und ästhetischen Vorteile und Nachteile beider Trägerarten gegeneinander abzuwägen. Es ist hierbei vorausgesetzt, daß die Hauptträger ganz oder größtenteils über die Fahrbahn hinausragen.

Wie bereits Seite 46 erwähnt wurde, tritt bei Balkenträgern großer Stützweite die Schwierigkeit auf, daß eine verhältnismäßig kleine Feldweite erwünscht ist. In diesem Falle würde bei einfacher Wandgliederung die Neigung der Diagonalen zu steil, was aus praktischen und ästhetischen Rücksichten nicht erwünscht ist. Zur Vermeidung dieses Übelstandes wählte man früher die sogenannten mehrfachen Fachwerke, später die Zwischenkonstruktionen (vergl. Seite 47). Die genannte Schwierigkeit ist aber bei dem Bogenfachwerkträger mit Zugband nicht vorhanden, da man bei dem verhältnismäßig geringen Abstände der beiden Bogengurtungen eine ziemlich kleine Feldweite wählen kann. Dieser Umstand wird um so mehr ins Gewicht fallen, je größer die Stützweite ist. Ferner kann man bei den Bogenträgern die Fahrbahn derart unabhängig von den Hauptträgern ausbilden, daß beide Teile hinsichtlich ihrer verschiedenartigen Formänderungen sich gegenseitig nicht ungünstig beeinflussen. Schließlich ist zwischen den außerhalb und innerhalb der Hauptträger liegenden Teilen der Fahrbahn ein Querverkehr bei Bogenträgern leichter möglich, als bei Balkenträgern, weil bei den ersteren nur die Hängestangen, bei den letzteren Vertikalen und Diagonalen die Fahrbahn kreuzen. Als Vorteile der Balkenträger gegenüber der angeführten Art von Bogenträgern ist vor allem das wesentlich geringere Gewicht der ersteren zu nennen. Dieser Vorteil der Balkenträger wiegt aber alle die angeführten Vorteile der Bogenträger reichlich auf. Ferner scheinen bei den letzteren die dynamischen Wirkungen der Verkehrslasten ungünstiger zu sein, und zwar vermutlich deshalb, weil hier die Fahrbahn in weniger engem Zusammenhange mit den Hauptträgern steht. Es ist daher bei der frei auf-

gehängten Fahrbahn die Möglichkeit elastischer Schwingungen größer als bei der unmittelbar mit den Hauptträgern verbundenen. Die Vorteile der beiden Anordnungen verhalten sich also ähnlich wie die der festen und der beweglichen Auflagerung der Querträger. Von der letzteren ist man bekanntlich wieder abgekommen, weil hierbei zur Erzielung der erforderlichen Steifigkeit des Rahmens mehr Eisen angewendet werden müßte, als dem erzielten Vorteil (Vermeidung von Nebenspannungen) entsprach. In jedem Falle ist aber der Zusammenhang der Fahrbahn mit den über sie hinausragenden Hauptträgern bei den Bogenträgern weniger fest und widerstandsfähig, als bei den Balkenträgern, so daß die Widerstandskraft der den dynamischen Einflüssen zunächst ausgesetzten Fahrbahnteile bei den Balkenträgern größer ist als bei den mit Zugbändern versehenen Bogenträgern.

Wären also nur die praktischen Rücksichten maßgebend, so fiel ein größeres Gewicht zu Gunsten der Balkenträger in die Waage. Gleichwohl sehen wir, daß aus ästhetischen Gründen sehr oft der Bogenträger vorgezogen wurde.

Einfache Balkenträger werden zwar immer noch in sehr großer Zahl ausgeführt; in denjenigen Fällen jedoch, in denen auf eine ästhetische Wirkung besonderer Wert gelegt wird, wie bei allen Wettbewerben, sind einfache Balkenträger nur noch verhältnismäßig selten vorgeschlagen worden. Tatsächlich haben auch die über mehrere Stützen durchgehenden Träger zwei sehr wichtige ästhetische Vorzüge gegenüber den einfachen Balkenträgern. Zunächst wirkt bei den ersteren die Eisenkonstruktion viel mehr als einheitliches, geschlossenes Ganzes, sodann sind bei den durchgehenden Trägern gewöhnlich die an die Mittelstützen angrenzenden Teile stärker betont, während bei den einfachen Balkenträgern zumeist die Mitte der Stützweite den Blick auf sich zieht, weil hier die Trägerhöhe gewöhnlich am größten ist. Offenbar haben diese Unterschiede der ästhetischen Wirkung vornehmlich dazu beigetragen, die Ausführung von durchgehenden Trägern und von Auslegerträgern gegenüber den einfachen Balkenträgern zu fördern.

Bei den heute üblichen Formen der Träger zeigt das Bogenfachwerk mit Zugband gewisse, nicht zu unterschätzende Vorzüge in ästhetischer Beziehung. Aber die oben erwähnten ästhetischen Vorzüge der durchgehenden Balkenträger kommen nicht nur gegenüber den einfachen Balkenträgern, sondern fast ebensosehr gegenüber den Bogenfachwerkträgern mit Zugbändern in Betracht. Eine Reihenfolge von gleichartigen, über die Fahrbahn hinausragenden Bogenfachwerkträgern ist in ästhetischer Beziehung nicht gänzlich ohne Mängel. Die auf den Mittelpfeilern entstehenden Sättel wirken ungünstig, sie bedeuten ein minus, wo gerade ein plus stehen sollte. Man darf also folgendes behaupten:

Die ästhetischen Vorzüge der durchgehenden Träger (mit Gelenke oder ohne solche), nämlich größere Einheitlichkeit der Eisenkonstruktion und stärkere Betonung der Mittelstützen, fallen nicht nur gegenüber den einfachen Balkenträgern, sondern auch gegenüber den Bogenfachwerkträgern mit Zugbändern bedeutend ins Gewicht. Sollte es mit der Zeit möglich sein, die Formen der durchgehenden Träger in ästhetischer Beziehung weiter zu verbessern, dann dürfte es vielleicht gelingen, sie gegenüber den Bogenfachwerkträgern noch mehr als bisher konkurrenzfähig zu machen,

so daß sie häufiger den Sieg zu erringen imstande sein werden. Der künftigen Entwicklung eine derartige Richtung zu geben, erscheint besonders deshalb sehr wünschenswert, weil die Bogenfachwerkträger innerhalb der letzten zehn Jahre in einer geradezu Überdruß erregenden Zahl gebaut worden sind. Und diese Überlegungen werden gewiß noch bekräftigt durch den Gedanken, daß tatsächlich die praktischen Bedingungen vorwiegend zu Gunsten der Balkenträger sprechen. Wie bereits bemerkt, erfordern die Bogenträger mit Zugbändern gewöhnlich mehr Eisen, als die Balkenträger.¹⁾ Würde man auch nur einen Teil dieses Mehraufwandes dazu benutzen, um die durchgehenden Balkenträger in ästhetischer Hinsicht vorteilhafter zu gestalten, dann würden sie jedenfalls besser mit den Bogenfachwerkträgern wetteifern können.

Dazu kommt noch ein Umstand, den wir in dem Abschnitt „Vereinigung des Eisens mit anderen Baustoffen“ erörtert haben. Wie dort Seite 74 erwähnt wurde, hat der lotrechte Endabschluß der Bogenfachwerkträger in sehr vielen Fällen dazu geführt, diese an sich unschön und hart aussehende Stelle der Eisenkonstruktion durch Steinbauten von beträchtlichem Umfange abzuschließen, oder zu verdecken. Wenn es auch gewiß möglich ist, Auswüchse von der oben Seite 73 erwähnten Art zu vermeiden, so wird doch in vielen Fällen die Endform des Bogenfachwerkträgers auch künftig dazu führen, Steinkörper an den Enden des Bauwerks zu errichten, die die Eisenkonstruktion überragen und damit diese Stelle in dem Gesamtbilde des Bauwerks verhältnismäßig stark betonen. Es wäre aber viel richtiger, die Mittelpfeiler ästhetisch hervorzuheben (vergl. oben Seite 75). Weit günstiger können in dieser Beziehung die Auslegerträger oder durchgehenden Träger wirken, weil bei diesen die Trägerhöhe an den Enden verhältnismäßig sehr gering gewählt werden darf. Steinbauten sind also hier nicht nötig, und wenn man solche doch noch an den Enden errichten will, können sie in bescheidenen Abmessungen gehalten werden.

Und wenn man sich vollends vor Augen führt, welche beträchtlichen Summen für die Herstellung jener gewaltigen Portaltürme aufgewendet wurden, dann wird man gewiß behaupten dürfen, daß nur ein kleiner Teil jener Summen, für die ästhetische Ausbildung von Auslegerträgern oder durchgehenden Trägern aufgewendet, eine weit vorteilhaftere Wirkung des Gesamtbildes ergeben hätte.

Dieselben Vorzüge, die zu Gunsten der durchgehenden Balkenträger sprachen, kommen zum Teil auch für die Hängebrücken in Betracht. Auch bei diesen sind die Mittelstützen ohne weiteres die am meisten in die Erscheinung tretenden Punkte. Es erscheint daher erwünscht, auch dieser Bauart wieder mehr Beachtung zuzuwenden, als dies in früheren Jahren geschehen ist. Von den oben Seite 18) erwähnten Mitteln zur Versteifung kommen im wesentlichen wohl nur die beiden neuesten in Betracht, nämlich die Anordnung eines besonderen Versteifungsbalkens, und ferner das sogenannte Hängefachwerk.²⁾

¹⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 176 u. 1912, S. 147. In dem letzteren Aufsatz berichtet Schaper über einen Fall, in dem es gelungen ist, Bogenfachwerkträger ebenso leicht auszuführen, wie einfache Balkenträger derselben Stützweite.

²⁾ Nähere Angaben über diese Trägerarten finden sich in dem Aufsatz von R. Sonntag „Wirtschaftliche Gesichtspunkte und

Es ist aber zu beachten, daß bei den in Deutschland für gewöhnlich in Betracht kommenden Stützweiten Balken- und Bogenbrücken den Hängebrücken in wirtschaftlicher und technischer Beziehung überlegen sind.¹⁾ Namentlich sind die elastischen Durchbiegungen und Schwankungen bei Hängebrücken viel größer als bei Balkenbrücken. Wenn also nicht ganz besondere Gründe für die Wahl einer Hängebrücke sprechen, sollte man — wenigstens für deutsche Verhältnisse — lieber eine Auslegerbrücke oder eine Brücke mit durchgehenden Trägern wählen.

Wir haben bei der Gegenüberstellung des Bogenträgers mit Zugband und des durchgehenden Balkenträgers gänzlich davon abgesehen, ob der letztere mit Gelenken oder ohne solche ausgeführt wird. Diese Frage, die ja schon vielfach erörtert wurde, gehört im wesentlichen in das technische Gebiet. Da aber auch die ästhetische Wirkung unter Umständen durch die Gelenke beeinflusst werden kann, so sei die erwähnte Frage hier noch möglichst kurz behandelt.

Die durchgehenden, nur an den Auflagern mit Gelenken versehenen Träger haben bekanntlich den Übelstand, daß ihre Spannkraft gegenüber ungleichmäßigen Stützensenkungen und Wärmeeinflüssen, sowie gegen Fehler, die bei Aufstellung hinsichtlich der Höhenlage der Stützen gemacht werden, sehr empfindlich sind. Der Vorteil der Gelenke besteht darin, daß diese bei durchgehenden Trägern entstehenden Nebenspannungen vermieden werden. Weitere greifbare Vorzüge lassen sich zu Gunsten der Gelenke kaum anführen. Nur bei Bauwerken, die zu untergeordneten oder vorübergehenden Zwecken dienen, fällt wohl der Umstand ins Gewicht, daß infolge des Vorhandenseins der Gelenke die Zahlenrechnung erleichtert wird. Dagegen sind mit den Gelenken schwerwiegende technische Nachteile verbunden. Zunächst bereitet ihre Ausbildung im einzelnen oft Schwierigkeiten, jedenfalls aber verursacht sie nicht unerhebliche Kosten. Ferner haben die mit Gelenken versehenen Träger den Übelstand, daß sie durch die statischen und dynamischen Einwirkungen der Betriebslasten weit größere Durchbiegungen und Erschütterungen erleiden, als Träger ohne Gelenke unter sonst gleichen Bedingungen. Und dies gilt nicht nur in lotrechtem, sondern auch in wagerechtem Sinne. Stets haben wir die Konstruktion als räumliches Gebilde aufzufassen und müssen sie auch gegen die senkrecht zur Ebene des Haupttrag-systems wirkenden Kräfte widerstandsfähig machen. Bei der Erfüllung dieser Aufgabe sind nun die Gelenke sehr hinderlich. Freilich wird da mancher erfahrene Konstrukteur lächelnd sagen: „Das haben wir schon lange gelernt.“ Aber dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Wenn man auch noch so genau rechnerisch nachweist, daß die Windkräfte und dergleichen trotz der Gelenke sicher übertragen werden, stets ist ein Träger mit Gelenken nicht so widerstandsfähig gegen seitliche, namentlich dynamische Kraftwirkungen. Was den Einfluß der Sonnenbestrahlung bei durchgehenden Trägern betrifft, so lassen sich diese wohl in Kauf nehmen, indem man eben die zulässige Beanspruchung

etwas herabsetzt. Den Einfluß der Aufstellungsfehler kann man dadurch ausschalten, daß man den Träger nur während der Aufstellung mit vorübergehend wirkenden Gelenken versieht, diese aber späterhin wieder beseitigt. Diese Maßnahme ist wohl schon öfter in der Praxis angewandt worden; sie läßt sich auch bei Bogenträgern ausführen. Nur der Einfluß von Stützensenkungen, die nach der Vollerstellung des Bauwerkes eintreten, kann die Ausführung von Gelenken rechtfertigen. Betrachten wir also die Vorzüge und Nachteile der Gelenke von der rein technischen Seite, so gelangen wir immer mehr zu der Überzeugung, daß Gelenke nur als ein Notbehelf anzusehen sind. Übrigens hat meines Wissens Müller-Breslau bereits vor mehr als 10 Jahren eine derartige Anschauung geäußert. Und Culmann hat sich vor noch längerer Zeit gegen die Gelenke ausgesprochen.¹⁾

Aber auch im Hinblick auf die ästhetische Wirkung sind Gelenke nicht erwünscht, soweit sie in der äußeren Erscheinung des Bauwerkes deutlich in die Augen fallen. Der nicht-sachkundige Beschauer wird kein besonderes Interesse, aber auch keinen ästhetischen Genuß an ihnen haben. Aber auch der sachkundige Beschauer, der den Eindruck des Bauwerkes ästhetisch erfassen will, wird durch den Anblick der Gelenke gestört, weil sie die Stetigkeit in der Anordnung des Trägernetzes an einer Stelle unterbrechen, die keinen besonderen Anlaß hierzu bietet. Ich halte die Stetigkeit — in mathematischem Sinne genommen, für ein wichtiges Mittel, um günstige ästhetische Wirkungen zu erzielen. Durch die Stetigkeit wird zugleich der Eindruck der Ruhe, gleichsam der Besonnenheit hervorgebracht. Bei ästhetisch gut ausgebildeten Fachwerken wird durch die stetige Krümmung der Gurtungen, die gleiche oder stetig sich ändernde Felderteilung und die grundsätzlich gleiche Art der Wandgliederung eine gewisse ebene Ruhe hervorgebracht. Unterbricht man aber die Anordnung an einigen ästhetisch nicht besonders bevorzugten Stellen, so fügt man hierdurch Glieder hinzu, die den sonst vielleicht günstigen Gesamteindruck stören. Will man also überhaupt Gelenke ausführen, so soll man sie aus ästhetischen Rücksichten möglichst wenig zur Erscheinung bringen. Beispielsweise sollte man Ausführungen wie bei dem Talübergang der Westerwaldquerbahn bei Westerbürg vermeiden.²⁾ Namentlich ist jedoch Wert darauf zu legen, daß die Form der Gurtungen an der Gelenkstelle keine Unstetigkeit und besonders keinen scharfen Knick aufweist.

Aber nicht nur bei Balkenträgern, sondern auch bei Bogenträgern sollte man Wert darauf legen, die Ausführung von Gelenken in dem fertigen Bauwerke tunlichst zu vermeiden. Bei jedem Gelenk wird man leicht dazu veranlaßt, in dessen Nähe die Gurtungen zusammenzuführen und so eine gewisse Unstetigkeit zu erzeugen. Bei der sonst so schönen Halle des Frankfurter Hauptbahnhofes haben die Gelenke dazu Veranlassung gegeben, die im übrigen fachwerkartige Gliederung der Bögen durch eine vollwandige Anordnung zu unterbrechen. Hierdurch ist die ästhetische Wirkung meines Erachtens etwas beeinträchtigt worden. Demgegenüber ist ein Bogen ohne Gelenke, dessen Gurtungen an

Vorschläge für den Bau versteifter Hängebrücken“, Eisenbau 1911, Heft 6 und 7.

¹⁾ Vergl. die Erörterungen über den Wettbewerb für die Kölner Straßenbrücke, Deutsche Bauzeitung 1911, S. 879 und Zeitschrift d. Ver. Deutscher Ing. 1911, S. 2145—2146.

¹⁾ Vergl. den Aufsatz über die Schwarzwasserbrücke bei Bern; Zeitschr. f. Bauw. 1886, S. 358 u. f.

²⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1907.

den Auflagern einen sehr großen und im Scheitel einen verhältnismäßig kleinen Abstand haben, eine ideal-schöne Erscheinung, wie z. B. die Hauptträger der Schwarzwasserbrücke und der Müngstener Brücke (Abb. 54, 59 und Einschlagtafel II am Schluß des Atlas).

Die Erwägung, daß durch die Ausführung von Gelenken die Steifigkeit des Bauwerkes gegenüber verschiedenen Kraftwirkungen erheblich vermindert wird, kann für die ästhetische Ausbildung in mittelbarer Weise von Wert sein. Es wurde oben ausgeführt, daß bei Trägern mit konkaver Gurtungsform mit Rücksicht auf die Steifigkeit eine möglichst große, mit Rücksicht auf die ästhetische Wirkung aber eine tunlichst kleine Trägerhöhe in der Mitte der Hauptöffnung erwünscht ist. Unter diesen Umständen ist es offenbar sehr wichtig, daß eine Trägeranordnung gewählt wird, die an sich eine Gewähr für möglichst große Steifigkeit bietet. Verzichtet man also auf die Ausführung von Gelenken, dann erzielt man einen so großen Gewinn an Steifigkeit, daß man der ästhetischen Forderung einer möglichst geringen Trägerhöhe weit mehr entgegenkommen darf, als bei Ausführung von Gelenkträgern.

B. Proportion.

Bei der ästhetischen Wirkung größerer Eisenkonstruktionen kommt es viel weniger auf die Einzelformen, als besonders auf die Gesamtanordnung an. Hierbei sind nun von grundlegender Bedeutung die Abmessungen und Formen der Liniennetze.

Wenn wir zunächst von den Umrißlinien absehen, so sind es vor allem die Verhältnisse der wichtigsten Abmessungen, die einen großen Einfluß auf die ästhetische Wirkung des Bauwerkes haben. Hauptsächlich handelt es sich um folgende lineare Größen: Stützweite, Feldweite, Trägerhöhe, Pfeilhöhe (bei gekrümmten Gurtungen). Auch bei dem Entwerfen von Querrahmen spielt das Verhältnis der Höhe zur Breite eine wichtige Rolle.

Es fragt sich nun, welche Verhältnisse man für diese oder ähnliche Größen wählen soll. Selbstverständlich sind hierbei die besonderen Bedingungen des Einzelfalles, sowie praktische Erwägungen (günstige Knotenverbindungen, geringer Materialverbrauch usw.) in Betracht zu ziehen. Wenn man aber hiervon absieht, so gilt ganz allgemein folgende Regel: Man wähle diejenigen geometrischen Größen, die zu einander in ästhetischer Beziehung stehen, so daß sie möglichst einfache Zahlenverhältnisse bilden.

Diese Regel ist in der Architektur sehr alt und jedem Architekten bekannt. Weniger dürfte sie den Bauingenieuren geläufig sein. Ich verweise deshalb auf das Handbuch der Architektur (1883) IV. Teil, 1. Halbband, 2. Abschnitt: Die Proportionen in der Architektur von August Thiersch. Es wird dort gezeigt, wie die Regel der „Proportion“ in der Baukunst von den Ägyptern an bis ins neunzehnte Jahrhundert eine wichtige Rolle gespielt hat.

Es ist zwar schon in der heutigen Praxis der Bauingenieure üblich, für die wichtigsten und grundlegenden Abmessungen des Bauwerkes tunlichst runde Zahlenwerte zu nehmen.

Dies geschieht aber vorwiegend aus praktischen Gründen und nicht mit Rücksicht auf die ästhetische Wirkung. Namentlich wird nicht hinreichend darauf geachtet, daß die Verhältnisse der zu einander in geometrischer Beziehung stehenden Größen runde Zahlenwerte ausdrücken. Beispielsweise kann es leicht vorkommen, daß die Feldweite eines Fachwerkträgers aus praktischen oder ästhetischen Gründen eine nicht ganz runde Maßzahl erhält, etwa = 4,38 m. Wollte man in diesem Falle die Trägerhöhe unabhängig von der Feldweite als eine möglichst runde Zahl annehmen, etwa = 6,0, so würde das Verhältnis der beiden Größen 4,38 : 6,0 nicht durch einfache Zahlen sich ausdrücken lassen. Im Sinne jener Regel wäre es also richtiger, die Trägerhöhe so zu wählen, daß sie sich zur Feldweite etwa wie 4 : 3 verhält; es wäre demnach die Trägerhöhe zu 5,84 m anzunehmen.

Die Forderung, daß einfache Zahlenverhältnisse gewählt werden sollen, braucht nicht buchstäblich genommen zu werden, sondern ist in erweitertem Sinne aufzufassen. In manchen Fällen wird man durch irrationale Zahlenverhältnisse sehr günstige Werte bekommen, beispielsweise durch Teilung nach dem goldenen Schnitt. Der Sinn jener Regel ist der, daß das Verhältnis der in Vergleich kommenden Größen durch einen möglichst einfachen mathematischen Vorgang zustande kommen soll. Diese Forderung ist offenbar am besten durch den goldenen Schnitt erfüllt; und deshalb ist auch der goldene Schnitt — an sich betrachtet — das ästhetisch günstigste Verhältnis zweier linearer Größen. Man wende daher den goldenen Schnitt an, so oft dies nach Lage der Sache angebracht erscheint. Es soll aber bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, daß die weiteren Grenzen für ein zu wählendes Verhältnis zweier Raumgrößen nur durch das Gefühl bestimmt werden können und daß in dieser Hinsicht die allgemeine Regel der einfachen Zahlenverhältnisse keinen Anhalt gibt.

Die zweite Regel der Proportion besteht nach Thiersch in der Ähnlichkeit der geometrischen Figuren aller analogen Teile. Die in dem erwähnten Werke enthaltenen Abbildungen zeigen, wie jene Ähnlichkeit fast überall dadurch zustande kommt, daß die Verbindungslinien einander entsprechender Punkte durch einen gemeinsamen Schnittpunkt gehen. Vielleicht gibt uns dieses gemeinsame Kennzeichen der Proportion in der klassischen Baukunst einen Fingerzeig, wie wir die Proportion auch bei unseren Eisenkonstruktionen anwenden können. Eine wichtige Rolle spielen nämlich für die ästhetische Erscheinung der Fachwerkträger ihre Diagonalen. Wenn wir diese so anordnen, daß ihre Verlängerungen sämtlich durch einen Punkt gehen, dann erhalten wir vielleicht — grundsätzlich betrachtet — unter anderen Umständen etwas dem Ähnliches, was die Proportion bei den steinernen Bauwerken bedeutet. Selbstverständlich können dann die Feldweiten nicht genau gleich werden, sondern müssen allmählich andere Werte annehmen. Aber gerade das scheint mir in ästhetischer Hinsicht eher ein Vorzug zu sein. Der hier gemachte Vorschlag dürfte sich namentlich dann empfehlen, wenn die Trägerhöhe stark wechselt (vergl. oben S. 90).

Vielleicht liegt auch der Gedanke nahe, sämtliche Diagonalen einer Gruppe parallel anzuordnen. Ein derartiger

Vorschlag ist tatsächlich schon gemacht worden.¹⁾ Bei diesem Verfahren ergeben sich jedoch meistens zu große Unterschiede in den Feldweiten. Nach den von mir gemachten Erfahrungen erzielt man bessere Ergebnisse, wenn man alle Diagonalen durch einen Punkt gehen läßt.

Es gibt auch sonst in der heutigen Baukunst zahlreiche Fälle, in denen eine große Zahl von (gewöhnlich lotrechten) Baugliedern reihenweise in gleichen oder annähernd gleichen Abständen auftritt, so z. B. bei langen Brücken und Viadukten, ferner bei Warenhäusern oder sonstigen Hochbauten die Pfeiler. Bei derartigen Bauwerken entsteht dann leicht ein sehr einförmiges Aussehen, wenn alle wichtigen Bauteile und deren Abstände genau gleich angeordnet sind. Es gibt indessen verschiedene Mittel, um diese Einförmigkeit etwas zu beleben:

1. Es folgt jedesmal ein kleinerer Abstand auf einen größeren, wobei der Unterschied beider Abmessungen deutlich erkennbar ist. Dieses Mittel eignet sich hauptsächlich für Hochbauten.
2. Die Abstände nehmen nach irgend einem mathematischen Gesetz allmählich zu und wieder ab. Dieses Mittel eignet sich z. B. für große Brücken mit vielen Öffnungen; die mittlere Öffnung ist die größte und die Stützweiten nehmen nach den Ufern stetig ab. Man kann eine solche Teilung auch bei Hochbauten verwenden, etwa für die lotrechten Glieder bei den Schürzen großer Bahnhofshallen.
3. Man unterscheidet die einzelnen Glieder je nach ihrer Bedeutung in Hauptglieder und untergeordnete Glieder zweiter, dritter und vierter Ordnung. Dieses Mittel wurde bereits bei der Ausbildung von Viadukten erwähnt (vergl. oben Seite 77). Man kann es aber auch bei Hochbauten verwenden, etwa dadurch, daß man die in weiten Abständen zu setzenden Hauptpfeiler aus Stein, die übrigen jedoch aus Eisen herstellt. Die eisernen Pfosten können dann durch ihre Stärke und sonstige Ausbildung wieder unterschieden werden in Hauptpfosten und untergeordnete Pfosten.

Durch Anwendung derartigen Mittel lassen sich vielleicht sehr abwechslungsreiche und wirkungsvolle Gliederungen erzielen.

C. Linienführung.

Die Frage der Linienführung ist eigentlich erst eine Frage der Neuzeit. Schon das Wort „Linienführung“ ist eine ganz moderne Bildung, die vor etwa 30 Jahren noch ziemlich unbekannt war. Auch in der Baukunst hat dieser Begriff in früheren Zeiten lange nicht die wichtige Rolle gespielt wie heute. Wohl hat sich schon die Kunst früherer Zeiten der Wirkung von Linien oftmals bedient. Aber diese Linien waren doch nur als die Formen einzelner Bauteile oder Bauglieder von Bedeutung, selten oder fast niemals als die Formen des ganzen Bauwerks.

Das Bestreben, die Gesamtformen als das wichtigste Mittel künstlerischer Gestaltung vorherrschen und dagegen die Einzelformen verhältnismäßig zurücktreten zu lassen, gewahren wir nun ganz besonders in den künstlerischen

Anschauungen der Gegenwart. Es hängt dies mit zwei Umständen zusammen; einerseits mit dem Streben nach Einfachheit und Sparsamkeit in der Verwendung von Schmuckformen (vergl. Seite 84–85), andererseits mit der Entwicklung des Eisenbaues, der es heute ermöglicht, Konstruktionen gewaltigen Umfanges herzustellen, wie sie die Baukunst früherer Zeiten nicht kannte.

Aus diesen Betrachtungen geht zugleich hervor, daß die Frage der Linienführung für die heutige Baukunst eine noch weit größere Bedeutung gewonnen hat, als sie in der Vergangenheit besaß. Ja, man darf wohl behaupten, daß die Frage der Linienführung eine der allerwichtigsten, vielleicht die wichtigste künstlerische Frage der Gegenwart und Zukunft geworden ist und weiterhin sein wird.

Handelt es sich nun darum, für die weitere Entwicklung des Eisenbaues zukunftsreiche Aussichten anzudeuten, so werden wir vor allem die Frage zu erörtern haben: „Durch welche Eigenschaften wird eine irgendwie geformte Linie ästhetisch wirksam oder ästhetisch wertvoll?“

Wie bereits mehrfach erwähnt, ist die gekrümmte Linie einer geraden ästhetisch überlegen. Beispielsweise wirken Bogen- und Hängebrücken vorteilhafter als Balkenbrücken mit geraden, parallelen Gurtungen. Dieser Umstand beruht wohl darauf, daß die krumme Linie einen fortwährenden Wechsel ihrer Richtung aufweist, während die gerade Linie ihre Richtung unverändert beibehält und deshalb zu einförmig wirkt. Alle Künste erstreben einen angenehmen Wechsel derjenigen Eigenschaften, die in ästhetischer Beziehung eine besonders wichtige Rolle spielen. Wenn also die krumme Linie ästhetisch wirkungsvoller ist, als die gerade, so erkennen wir darin einen besonderen Fall eines allgemein gültigen ästhetischen Gesetzes.

Will man nun bei einer krummen Linie eine weitere Steigerung des ästhetischen Eindrucks hervorbringen, dann lasse man die Krümmung selbst wieder sich ändern. Als das Maß der Krümmung bezeichnet man in der Mathematik bekanntlich den Halbmesser des Kreises, der an die betreffende Linie in einem gewissen Punkte sich möglichst eng anschmiegt. Es kommt also bei dem Entwerfen von Linien darauf an, daß der Krümmungshalbmesser sich ändert. Bei den meisten der bis jetzt verwendeten Linien ist dies auch der Fall, aber bei weitem nicht in genügendem Maße. Die gewöhnlich vorkommenden flachen Parabeln haben nur einen verhältnismäßig geringen Unterschied der Krümmung an den verschiedenen Stellen. Der Unterschied sollte aber so groß sein, daß er mit freiem Auge, ohne Messung und Berechnung, sich erkennen läßt.

Ferner ist es von großer Wichtigkeit, an welchen Stellen die Krümmung stark und an welchen sie schwach ist. Wir haben oben gesehen, daß die Krümmung an sich eine ästhetisch besonders wirksame Eigenschaft ist. Wenn dieses zutrifft, dann werden diejenigen Stellen, an denen die Krümmung stark, der Krümmungshalbmesser klein ist, ästhetisch hervorgehoben; diejenigen Stellen, an denen die Krümmung schwach, oder der Krümmungshalbmesser groß ist, treten jedoch verhältnismäßig zurück.

Man kann diese Forderungen auch so ausdrücken: die Linie soll eine charakteristische, eigenartige Gestalt haben.

¹⁾ Eisenbau 1911, S. 183.

In einer früheren Betrachtung (Seite 85) wurde gezeigt, wie das Streben nach charakteristischen Formen in unserer ganzen heutigen Kunst überall stark hervortritt. Darum ist es erwünscht, daß dieses Streben auch bei den Linien großer Eisenkonstruktionen mehr als bisher zur Geltung kommen möge. Dieses kann durch einen starken Wechsel der Krümmung geschehen. Ein Kreisbogen oder eine Linie mit nahezu gleichbleibendem Krümmungshalbmesser zeigen typische, alltägliche Formen, sie haben keinerlei besondere Eigenart. Soll dagegen die Linie eine charakteristische Eigenschaft aufweisen, soll sie als Einzelwesen von der großen Zahl bekannter Linien sich absondern, dann muß ihr Krümmungshalbmesser deutlich erkennbar sich ändern.

Wir können für diese Forderung einen Vergleich mit einer anderen Kunst anstellen, nämlich mit der Musik. Ein Stück, das in seinem ganzen Verlauf mit derselben Tonstärke gespielt wird, wirkt einförmig und langweilig. Erst dadurch, daß die Tonstärke wechselt, dadurch, daß die wichtigsten Stellen mit starker Betonung, andere wieder leise vorgetragen werden, erhält das ganze Kunstwerk denjenigen Grad von Eigenart oder Leidenschaft, der ihm den vollen Beifall sichert. Ähnlich steht es auch mit den Linien der Eisenkonstruktionen. Erst dadurch, daß ihre Krümmung sich ändert, erhalten sie einen solchen Reiz, daß sie das Auge des Beschauers dauernd anziehen vermögen.

Die zweite Grundforderung besteht darin, daß die Krümmung sich stetig ändern soll. Bei der kritischen Betrachtung ausgeführter Konstruktionen wurde darauf hingewiesen, daß scharfe Knicke in den Formen der Gurtungen möglichst zu vermeiden sind. Wollen wir eine ästhetische Verbesserung der Linien anstreben, so müssen wir darauf achten, daß nicht nur die Richtung, sondern auch die Krümmung stetig verläuft. Wollte man nur die oben gegebene Regel der Krümmungsänderung befolgen, dann wäre es zunächst ganz leicht, hiernach eine Linie zu entwerfen; man brauchte einfach einen Kreis mit kleinem Halbmesser und eine lange gerade Linie zusammenzusetzen. Ein solches Verfahren wäre aber nicht zu empfehlen; wie oben Seite 59 bei Betrachtung einiger größerer Hallenbinder gezeigt wurde, lassen sich günstige Formen auf diesem Wege nicht erzielen.

Die Forderung der Stetigkeit, die bereits oben Seite 93 allgemein erörtert wurde, ist also von großer Bedeutung für die Gurtungsformen. Noch schärfer ausgedrückt lautet diese Forderung dahin, daß die ganze Linie aus einem einzigen Grundgedanken entwickelt werden soll. Eine mathematische Linie, die einer einzigen Gleichung entspricht, zeigt bekanntlich im allgemeinen eine stetige Änderung des Krümmungshalbmessers. Es ist also — vom theoretischen Standpunkte betrachtet — erwünscht, daß die ganze Linie zwischen zwei Stützpunkten einer einzigen Gleichung oder einer einzigen Bedingung genügt.

In der zuletzt ausgesprochenen Form erscheint die Forderung stetiger Richtungs- und Krümmungsänderung als ein Sonderfall der ganz allgemeinen Regel von der „Einheit des Mannigfaltigen“ (vergl. Einleitung Seite 3). Das „Mannigfaltige“ besteht darin, daß Richtung und Krümmung sich ändern, also an verschiedenen Punkten verschieden sind. Die „Einheit“ würde jedoch darin zu bestehen haben, daß

die ganze Linie einem einzigen Gedanken, nämlich einer einzigen Gleichung entspricht.

D. Flächenbehandlung.

Bei der Flächenwirkung von Eisenkonstruktionen handelt es sich hauptsächlich um zwei Arten von Flächen:

1. um die Flächen der Eisenteile selbst und
2. um die Flächen der Baustoffe, die mit dem Eisen in Verbindung stehen.

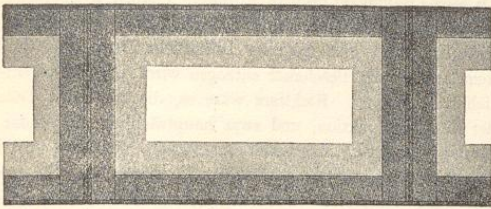
Bei den meisten Konstruktionen sind zwar die Eisenteile verhältnismäßig dünn, so daß diese von weitem gesehen nur als Linien wirken. Bei näherer Betrachtung treten aber die Flächen doch etwas mehr hervor. Es ist daher für die künstlerische Wirkung durchaus nicht gleichgültig, wie die einzelnen sichtbaren Teile behandelt werden. Die bis jetzt gewöhnlich verwendete graue Farbe macht einen etwas toten und nüchternen Eindruck. Nach meiner Erfahrung wird dieser erheblich verbessert, wenn man dem Grau ziemlich viel Gelb zusetzt, so daß die Gesamtwirkung als graugelb oder besser noch als gelbgrau bezeichnet werden darf.

Für die ästhetische Wirkung von Gurtungen der Eisenkonstruktionen sind bekanntlich die an den Rändern vorspringenden Schenkel der Winkel- — oder $\square$ -Eisen sehr wichtig. Durch die hierbei auftretenden Schatten werden die Ränder stark hervorgehoben. Man soll daher bei Gurtungen stets die Winkel- oder $\square$ -Eisen so anordnen, daß ihre Schenkel an den Rändern der äußeren Flächen vortreten.

Diese Wirkung, die wohl in den meisten Fällen schon jetzt vorhanden ist, läßt sich aber bedeutend steigern und unterstützen, wenn man die Randwinkel und namentlich die abstehenden Schenkel dunkler streicht, als die mittleren Teile der Fläche. Diese Art der Flächenbehandlung ist namentlich bei breiten vollwandigen Trägern sehr zu empfehlen, deren große Flächen bei vollkommen gleichartiger Ausführung des Anstrichs einen toten und unerfreulichen Eindruck machen. In solchen Fällen sollte man die verhältnismäßig geringen Mehrkosten nicht scheuen, die durch eine verschiedene Behandlung der Gurtwinkel und der Stegbleche entstehen. Bei sehr breiten Flächen kann man vielleicht noch weitere Abstufungen dadurch erzielen, daß man mehrere ineinander liegende Rechtecke anordnet, von denen die äußeren Teile jedesmal etwas dunkler gehalten sind als die inneren (vergl. die nachstehende Skizze).

Derselbe Grundsatz läßt sich auch auf die Vereinigung von Eisen mit anderen Stoffen bei Hochbauten anwenden. Die umrahmenden Eisenteile sind dunkler, die flächenbildenden Teile (z. B. der Beton) sind heller zu halten. Man darf in solchen Fällen die Abstufung wohl energischer ausführen, als dies bis jetzt in der Regel üblich war. So kann es sich beispielsweise empfehlen, die Eisenteile in tiefem Schwarz, die von ihnen eingerahmten Flächen aber in hellem, warmem Gelb, oder auch in Graugelb zu halten.

Für die Frage der Flächenbehandlung findet man beachtenswerte Winke und Anregungen in dem Werke von Cornelius „Elementargesetze der bildenden Kunst“ (z. B. S. 7, 10, 57, 63, 125—130, 139, 145—148 der 2. Auflage). Es möge dem Leser überlassen bleiben, für den einzelnen praktischen Fall sich die Anwendung selbst zu bilden.



10. Farbentönung bei einem Blechträger.

E. Raumgestaltung.

Wir haben in den letzten Jahren sehr oft den Satz verkündigen hören: „Die Architektur ist eine Raumkunst“. Wenn auch in dieser Behauptung eine gewisse Einseitigkeit liegt, so ist doch sicherlich ein wahrer Gedanke darin enthalten. Jedenfalls dürfen wir, wenn von einer weiteren Entwicklung des Eisenbaues die Rede sein soll, die Raumwirkung nicht außer acht lassen.

Es kann selbstverständlich nicht unsere Aufgabe sein, alle Fragen, die unter den Begriff „Raumgestaltung“ gehören, in dem begrenzten Rahmen dieser Schrift zu behandeln. Viele solcher Fragen stehen mit den Sonderbedingungen des einzelnen Falles im Zusammenhange und entziehen sich somit einer grundsätzlichen Erörterung. Ferner sind auch die meisten bis jetzt errichteten Eisenhochbauten in ihrer Raumwirkung von so einfacher Art, daß sich hierüber nicht viel sagen läßt. Und das wird wohl auch fernerhin so bleiben. Bei Längshallen, wie sie für Bahnhöfe, Fabrikgebäude, neuerdings auch als Luftschiffhallen verwendet wurden, sind die praktischen Erwägungen, vor allem die Frage der Kosten durchaus in erster Linie maßgebend. In solchen Fällen wird auch die Raumgestaltung sich mit ganz einfachen Wirkungen begnügen müssen.

Für den Begriff „Raumgestaltung“ in engerem Sinne kommen hauptsächlich die unter den Abschnitten „Kuppeln“ und „Hallenkomplexe“ betrachteten Gebäudegruppen in Frage. Unter den letzteren haben wir vor allen zwei Arten hervorgehoben, nämlich die basilikale Anordnung und die Vereinigung von Längshallen mit einem Zentralraum, der durch eine Kuppel überdeckt ist. Es fragt sich nun, inwieweit die räumliche Ausbildung solcher Anlagen einer weiteren Entwicklung fähig ist.

Wie wir gesehen haben, handelt es sich bei den meisten Hallenanlagen um ausgedehnte Grundflächen, während die Höhe im Verhältnis zur Breite ziemlich gering ist. Eine gesteigerte Raumwirkung kann nun dadurch erzielt werden, daß die Höhenrichtung zwar nicht im großen und ganzen, aber doch an den wichtigsten Stellen stärker als bisher betont wird. Es handelt sich also nicht darum, die ganze Fläche gleichmäßig in größerer Höhe zu überbauen, sondern eine stärkere Abstufung der einzelnen Teile eintreten zu lassen. Namentlich empfiehlt es sich bei basilikalen Anlagen, das Mittelschiff stärker über die Seitenschiffe hinausragen zu lassen, als bisher üblich war. Hierdurch würden auch die Beleuchtungsverhältnisse bedeutend verbessert.

Bei den bisher ausgeführten Kuppelbauten haben wir hauptsächlich zwei Fälle unterschieden. Entweder ist die

Jordan-Michel, Eisenkonstruktionen. I.

Kuppel vorwiegend oder gänzlich als äußeres Dekorationsglied behandelt, während die Gestaltung des Innenraumes unabhängig von der äußeren Form ausgeführt ist. Oder aber die äußere Gestalt richtet sich im wesentlichen nach den Raumbedürfnissen und den Konstruktionsbedingungen des Inneren. Dann wirkt aber die Außenansicht gewöhnlich sehr nüchtern und reizlos. Vor allem sind derartige Kuppeln in der Regel zu flach ausgebildet, als daß sie ein bekrönendes Motiv bilden könnten. Hieraus ergeben sich zwei Forderungen:

1. Die Raumgestaltung der Außen- und Innenansicht soll ungefähr dieselben räumlichen Vorstellungen gewähren; der Eindruck, den der Beschauer von beiden Seiten her empfängt, soll im wesentlichen derselbe sein. Die Raumkunst soll, wie jede Kunst, stets nach Wahrheit ihres Ausdruckes streben, sie soll also nicht im Äußeren etwas zeigen, was im Innern nicht vorhanden ist.
2. In dem ganzen Aufbau des Äußeren und Innern ist die Höhenrichtung ausreichend zu betonen. Dieses kann hauptsächlich durch drei Mittel geschehen:
 - a) dadurch, daß die Wölbung der Kuppel nicht unmittelbar über dem Erdboden beginnt, sondern daß zunächst ein lotrechter zylindrischer Teil vorhanden ist, der zu dem Ganzen in einem angemessenen Verhältnisse steht.
 - b) Dadurch, daß die Wölbung der Kuppel nicht zu flach gewählt wird.
 - c) Durch Anordnung einer bekrönenden Laterne von ausreichenden Breiten- und Höhenverhältnissen. Bei den meisten Kuppeln ist die Laterne zu zierlich ausgebildet. Sie wäre mehr als monumentales Bauglied zu gestalten.

Noch wichtiger als die Ausbildung einer einzelnen Kuppel ist die Vereinigung von Längshallen mit einem Zentralraum, der dann gewöhnlich durch eine Kuppel gekrönt wird. Die Kuppel nimmt alsdann im Verhältnis zu der gesamten Grundfläche einen ziemlich kleinen Raum ein. In einem derartigen Falle ist es ganz besonders wichtig, die Kuppel als bekrönendes Motiv recht hoch auszuführen und sie die ganze übrige Anlage erheblich überragen zu lassen. Ferner ist es sehr erwünscht, den Übergang aus der Längshalle in den Zentralraum allmählich und stetig zu gestalten. Dieses könnte dadurch geschehen, daß der Scheitel der Längshalle nicht geradlinig und wagerecht, sondern geneigt und krummlinig ausgeführt würde. Hierdurch könnte die räumliche Wirkung außerordentlich gewinnen. Denn es unterliegt doch wohl keinem Zweifel, daß eine lange Reihe von vollkommen gleichartig ausgebildeten Bindern mit gleichen Abständen, wie sie z. B. bei unseren Bahnhofshallen die Regel bildet, recht einförmig aussieht. Ließe man dagegen den Scheitel allmählich ansteigen, so erhielten die einzelnen Binder verschiedene Höhenverhältnisse und der Gesamteindruck würde hierdurch bedeutend lebhafter und eindrucksvoller. Grundsätzlich betrachtet würde eine solche Änderung vielleicht dasselbe bedeuten, wie einst in der mittelalterlichen Baukunst der Übergang von den Kreuzgewölben mit wagerechtem geradlinigem Scheitel zu den ansteigenden und busigen Gewölbekappen, nämlich einerseits die Anordnung zweifach

gekrümmter Flächen an Stelle von einfach gekrümmten, andererseits gesteigerte Höhenwirkung. Selbstverständlich könnte eine so kostspielige Anordnung nur bei solchen Gebäuden in Frage kommen, die nicht lediglich zu praktischen Zwecken errichtet werden, sondern bei denen auch ästhetische Rücksichten in höherem Grade zur Geltung kommen sollen, beispielsweise bei Ausstellungs- und Versammlungsräumen, Gewächshäusern, ja vielleicht sogar bei Kirchen.

Schließlich sei noch der Wunsch ausgesprochen, daß das Eisen als raumbildender Baustoff auch bei solchen Räumlichkeiten künftig in die Erscheinung treten möge, wo es bisher in der Regel verhüllt wurde. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um größere Säle, wie sie für Konzerte und ähnliche öffentliche Veranstaltungen in allen größeren

Städten vorhanden sind und fast täglich weiter entstehen. Da solche Räume oft größere Stützweiten haben, so überdeckt man sie heute gewöhnlich mit Hilfe einer Eisenkonstruktion, die aber durch eine darunter befindliche Decke aus Gips dem Anblick der Beschauer entzogen wird. Das ist eigentlich zu bedauern. Richtiger wäre es, die tragenden Teile der Eisenkonstruktion, und zwar hauptsächlich die Binder, für die Innenansicht hervortreten zu lassen. Hierdurch würde einerseits das Zusammenwirken der einzelnen Teile für den Beschauer deutlicher erkennbar, andererseits eine wirkungsvolle Gliederung der Decke gewonnen. Will man nicht den ganzen Binder zeigen, so könnte man wenigstens den Untergurt aus der Decke hervortreten lassen. Der Anschluß wäre dann voutenförmig zu gestalten.

Schlussbetrachtungen.

Bei Gelegenheit der vielen Erörterungen über die künstlerische Entwicklung der Ingenieurbauten ist oft betont worden, die Allgemeinheit müsse mehr Verständnis für die Schöpfungen der Ingenieure bekommen. Dieser Wunsch ist wohl nicht unberechtigt, aber viel wichtiger ist doch die umgekehrte Forderung: Der Ingenieur oder allgemein der Baukünstler sollte mehr als bisher Fühlung gewinnen mit den Fragen der Allgemeinheit.

Bei der großen Verbreitung und den oft bedeutenden Abmessungen der Eisenkonstruktionen handelt es sich in der Regel um eine Wirkung auf die großen, breiten Volksmassen. Solche Bauten werden ja von sehr vielerlei Menschen betrachtet, von sogenannten Gebildeten und Ungebildeten. Man kann doch nicht von einem ganz beliebigen Beschauer einer großen Brücke oder Halle verlangen, daß er sich zunächst in die Geheimnisse der Statik vertiefen solle, um zu einem ästhetischen Genuß des Bauwerks zu gelangen. Der Baukünstler, sei er Ingenieur oder Architekt, schafft nicht für sich allein, auch nicht für einen engen Kreis von Fachgenossen, sondern für die Allgemeinheit. Wenn er nun bei einer so großen Zahl von Beschauern — oder gar bei der Nachwelt — einen dauernden Eindruck erzielen will, sollte er mehr als bisher das Allgemein-Menschliche, das in jeder Seele nachklingen kann, in seinen Werken zum Ausdruck bringen.¹⁾ Und das wird er am besten erreichen, wenn er zu allernächst danach trachtet, in seinem eigenen Geistesleben diejenigen Gedanken und Gefühlskräfte, die für jeden Menschen Wert und Bedeutung haben, mehr als bisher zu fördern und zu pflegen. Mit andern Worten: Der Ingenieur sollte nicht ein einseitiger Spezialist sein, sondern ein möglichst vielseitig und harmonisch gebildeter Mensch, der für die großen und allgemeinen Fragen der Gegenwart und Zukunft Verständnis und Teilnahme hat.

Die Aufgabe, um die es sich hier handelt, ist nur ein

Sonderfall einer viel allgemeineren Frage, die eine immer größere Bedeutung in unserem ganzen Kulturleben zu gewinnen scheint. Im ganzen öffentlichen Leben, auf allen Gebieten der Kunst, Wissenschaft und Verwaltung gewahren wir heute eine starke Neigung zu fortschreitender Arbeitsteilung. Der einzelne geistige Arbeiter wird gezwungen, sich zu spezialisieren, wenn er irgend etwas Nennenswertes leisten will. Und so scheint sich der geistige Gesichtskreis des Einzelnen im Verhältnis zu dem der Gesamtheit immer mehr zu verengen. Daß eine solche Entwicklung große Gefahren in sich birgt, wurde gerade in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten betont. Wie in vielen andern Fällen, so liegt auch hier die richtige Lösung der Frage in einem glücklichen Ausgleich zwischen zwei einander widersprechenden Forderungen. Es handelt sich also darum, einerseits in ein begrenztes Arbeitsgebiet sich zu vertiefen, andererseits den Blick auf das große Ganze, auf die allgemeinen Fragen nicht zu verlieren.

Unter Anwendung auf das Sondergebiet dieser Schrift können wir die letzten allgemeinen Betrachtungen etwa in folgende Sätze zusammenfassen: Damit der Ingenieur lerne, ästhetische Rücksichten mehr als bisher bei seinen Bauwerken zur Geltung zu bringen, sollte er dahin streben, seine allgemein-ästhetische Bildung zu fördern. Der Ingenieur sollte gleichsam zwei Seelen in seiner Brust tragen; einerseits die Seele eines Fachmannes, der scharfsinnig rechnet und zweckmäßig konstruiert — andererseits aber sollte er auch imstande sein, Ingenieurbauwerke anzuschauen, wie ein Nichtfachmann, der noch gar nichts von Beanspruchungen, Trägheitsmomenten, statisch unbestimmten Trägern usw. gehört hat. Er sollte sich fragen: „Wie würde ich — unabhängig von allen Fachkenntnissen — diese Form oder jenes Verhältnis beurteilen? Denn es kommt doch schließlich darauf an, daß jene Vielen, die keine Fachkenntnisse haben, bei dem Anblick eines Ingenieurbauwerkes sich freuen können.“

¹⁾ Vergl. Groos, der ästhetische Genuß, S. 115—116.