



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eisenbauten

Meyer, Alfred Gotthold

Esslingen a. N., 1907

II. Neue Weite. Die Maschinenhalle der Pariser Welt-Ausstellung 1889.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84071](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84071)

II. NEUE WEITE.

DIE MASCHINENHALLE DER PARISER WELTAUSSTELLUNG 1889.

Der wesentlichste Bestandteil einer »Halle« ist ihre Decke. Sogar die Sprachwurzel des Wortes »Halle« selbst wird daraus abgeleitet¹. Es ist ein überbauter Raum, nicht ein umbauter; die Seitenwände sind gleichsam »verborgen«; sie können auch fehlen. Aber zum Wesen der Halle gehört die Großräumigkeit. Daß der Ton durch sie »hallt«, ist zwar nur ein zufälliger, doch bezeichnender Gleichlaut der Worte: in der Halle bestätigt das Ohr den Eindruck von Größe, den das Auge beim Vergleich mit dem Menschenmaß empfängt. Der deutsche Sprachgebrauch gibt die Bezeichnung »Halle« vorwiegend solchen eingedeckten Räumen, in deren Größe die Längsrichtung vorherrscht. Wenn sie der Weite annähernd gleicht, sagt man meist »Saal«, während das Wort »Halle« sogar mit dem Begriff »Gang« verbunden wird.

Die Überdeckung großer Räume ist ein Hauptteil aller Baukunst, ihre Geschichte das wichtigste Kapitel der Architektur, soweit diese Konstruktion bleibt. Das Grundproblem heißt: »Stütze und Last.« Bei Großräumigkeit wird es am frühesten durch die Pfeiler- und Säulenhalle gelöst, und diese bleibt zu allen Zeiten eine Hauptform architektonischer Raumgestaltung. Deren Wesen aber ist dabei: Raumteilung. Die Raumüberdeckung, von der das Wesen der Halle ausgeht, wird für das Raumgebilde am entscheidendsten, wenn sie ohne jede Mittelstützen erfolgt, wenn sie von Seite zu Seite frei herüberreicht, so daß der Blick völlig ungehemmt den Raum durchfliegt.

Diese »Halle« mit freischwebender Decke hat ihre eigene Geschichte.

Soweit die Überdeckung durch die textile Decke erfolgt — vom Lagerzelt bis zum Riesenvelarium — bleibt sie außerhalb der hier maßgebenden Gesichtspunkte, denn die letzteren gehen nur von der architektonischen Konstruktion aus. Sie beginnt mit der Holzdecke. Am einfachsten wird sie durch die von Wand zu Wand reichende Balkenlage hergestellt, allein diese schränkt die Breite dann auf die Balkenlänge ein. Die erste Raumüberdeckung durch schräg in den Boden gesteckte Holzstangen bot bereits ein Sparrendach²: das älteste »Dreiecksprenghwerk«. Daraus

¹ Vergl. Grimm, Wörterbuch. »Halle.«

² Die Theorie als Erläuterung des Bogens schon bei Alberti, De re aedific. Lib. III, Cap. 13. De flescineis tectis et arcibus, eorum differentia et extrucone.

entwickelte sich der freischwebende Dachstuhl mit oder ohne Balkenlage, als Hänge- und als Sprengwerk. Seine Konstruktion als Raumüberdeckung, als »Dach«, gleicht in vielen Punkten derjenigen der Raumüberbrückung als »Brücke«. Die Zimmermannskunst des Altertums, die das Holzbogensprengwerk der Trajansbrücke über die Donau schuf, hat schon in der Alexandrinischen Epoche und vollends in der römischen Kaiserzeit auch große Hallen frei überspannt.

Das kam den Dachstühlen der altchristlichen Basiliken zu gute, doch bevorzugten diese zunächst die Balkenlage mit der antiken Kassettendecke. Den offenen Dachstuhl zeigt erst die Spätzeit des Basilikenbaues und das Mittelalter: oft schon recht verwickelte, mehrfache Hängewerke¹. Die zweite geschichtliche Blüte dieser freischwebenden Hallendächer aus hölzernem Sparrenwerk bieten die mittelalterlichen Kirchen des holzreichen Nordens, Skandinaviens und vor allem Norwegens, dann die Normannenarchitektur Englands und der Normandie, wo die am Schiffbau ausgebildete Konstruktion in »Kielverband« den Raum kühn überspannt und dabei sowohl die Bogenlinie, wie zuweilen durch Brettverschalung selbst die halbkreisförmige Bogenfläche zeigt. Das mächtigste über einer Halle frei schwebende Holzgewölbe, das es wohl überhaupt gibt, spricht nicht die Weihe eines Kirchenraumes aus, sondern das Selbstbewußtsein eines städtischen Gemeinwesens. Es ist das des »Salone« im Palazzo della Ragione zu Padua². Dort bilden die verschalten, durch Zugstangen verbundenen Rippen über einem Raum von 87 m Länge und 27 m Breite ein 24 m hohes Spitzbogengewölbe, bar aller Dekoration, aber in seinen ruhigen Flächen von weit höherer Monumentalität, als selbst die großen offenen Dachstühle, an denen die italienischen Kirchen des späteren Mittelalters und der Renaissance reich sind, und sogar als die dekorativ so üppige Westminsterhalle in London.

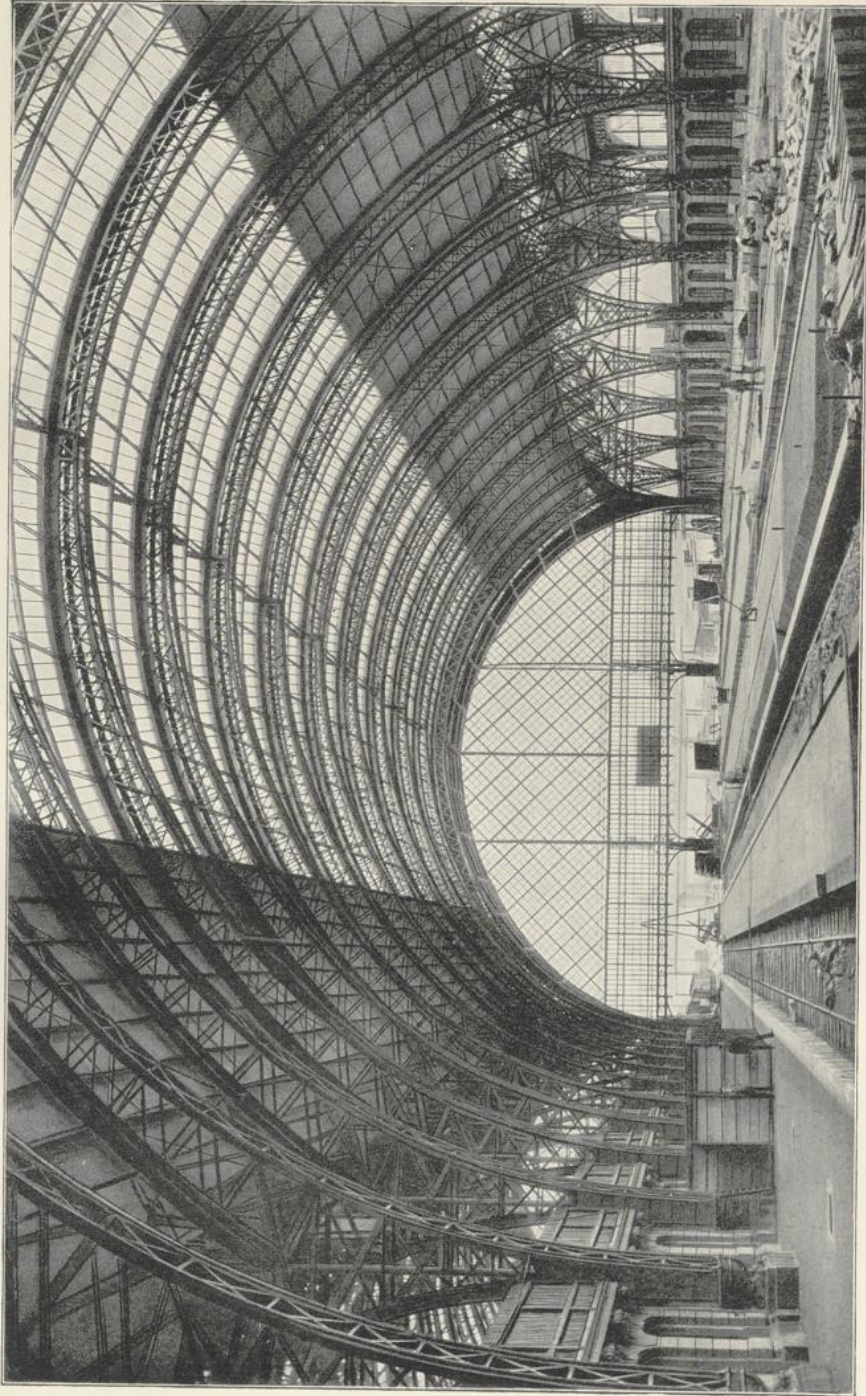
Die Paduaner Halle nennt Goethe einen »überwölbten Marktplatz«. Schon im Mittelalter sind es vor allem die Warenniederlagen und Verkaufsstellen, die möglichst weit bedeckte Hallen forderten und durch die Holzdecken erhielten. Dabei aber handelt es sich meist um unterstützte Decken. Die freischwebende Balkendecke zieht sich meist in das Innere der Klöster, Burgen und Schlösser, insbesondere aber in Rat- und Zunfthäuser zurück, und während der Renaissance gibt sie dort und in den Palästen meist wieder durch ihren Kassettenschmuck dem Hauptsaal sein Gepräge. Bei den gewaltigen Spannweiten der Säle und besonders auch der Treppenhäuser, welche die Schlösser des 17. und 18. Jahrhunderts und ebenso seine Theater verlangen, wird der Holzkonstruktion manche außerordentlich schwere Aufgabe gestellt und mit erstaunlichem Können gelöst, aber dem Beschauer bleibt diese Leistung unter der Pracht der Stuckfiguren und der Freskogemälde völlig verborgen³.

Der aus geraden Holzsparren bei großen Spannweiten oft als fünffaches Hängewerk zusammengesetzte Dachstuhl enthielt eine solche Materialfülle und bot einen so schwerfälligen Anblick, daß dieser bei Monumentalräumen in der Tat kaum erwünscht sein konnte. Allein schon seit der Mitte des 16. Jahrhunderts stand dafür

¹ Einschiffige Kirchen mit offenem Dachstuhl oder hölzernem Gewölbe u. a. in Padua: Kirche der Eremitani (erneut 1319); Venedig: S. Stefano (erneut), S. Giacomo in Orto; Verona: S. Fermo Maggiore (1313), ein 16 m breites Schiffskielgewölbe aus Lärchenholz, erneut 1835.

² Das berühmte Werk des Giovanni degli Eremitani 1306, 1420 nach Feuersbrunst erneuert.

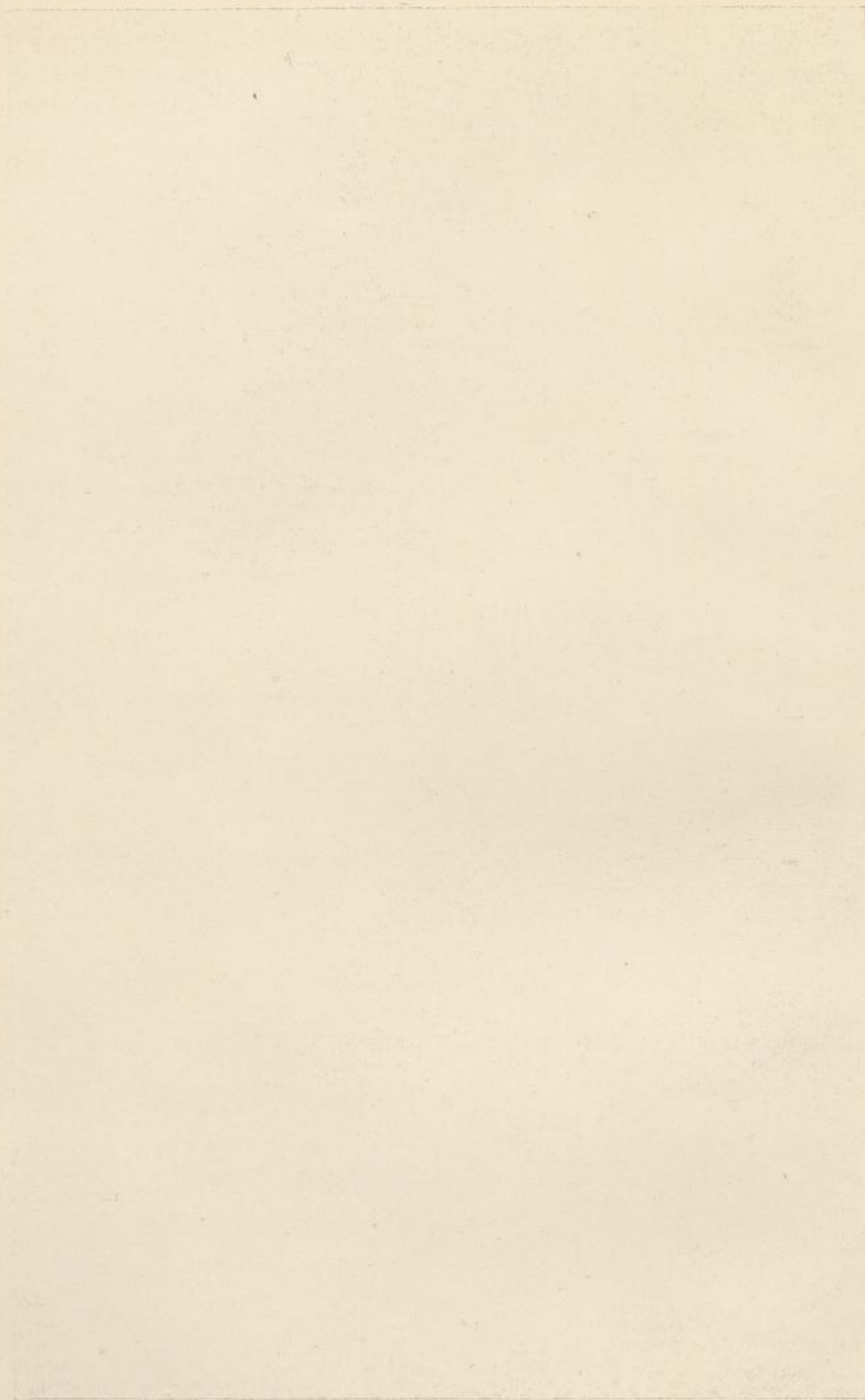
³ Man denke etwa an Fischer von Erlachs Treppenhaus des Würzburger Schlosses.



Halle des St. Pancras-Bahnhofs in London

Meyer, Eisenbauten

Paul Neff Verlag (Max Schreiber), Esslingen a. N.



auch die Bohlenkonstruktion zur Verfügung, bei welcher statt der geraden Holzsparrn leichtere, durch Querriegel verstrebt Bohlenbögen benutzt wurden. Diese zuerst von Philibert Delorme über der Halle au Blé in Paris angewandte Konstruktion ist im 18. und besonders im 19. Jahrhundert bei wachsendem Abstand der Hauptbinder besonders kühn verwandt und mannigfach verbessert worden, ihr Hauptfeld blieb jedoch die Überdeckung von Nutzbauten, insbesondere von Verkaufshallen und Reitschulen¹. Was man mit diesen Bohlenkonstruktionen im 17. Jahrhundert erreichte, zeigt beispielweise Fischer von Erlachs Reitschule in Wien. Einer der berühmtesten freischwebenden Dachstühle des 18. Jahrhunderts ist der des Darmstädter Exerzierhauses² über einer Fläche von 3340 qm (1771); einer der besten der über dem Exerzierhaus in Moskau mit Spannbalken von fast 50 m Länge³.

Neben solchen Nutzbauten traten nun aber die Ausstellungshallen des 19. Jahrhunderts mit künstlerischen Ansprüchen auf. In der Tat hat die Holzdecke im Dienste des Ausstellungswesens sowohl konstruktiv wie dekorativ eine Fülle vortrefflicher Leistungen gezeitigt. Nur waren es meist kurzlebige Gelegenheitsbauten und — ihre Dauer ist recht oft durch den Erbfeind aller Holzarchitektur, das Feuer, auf wenige Tage beschränkt geblieben. Diese ständige Gefahr vor allem war es auch, die zuerst bei mittelalterlichen Kirchenschiffen⁴, dann bei den Markt- und Börsenhallen und besonders bei den Bahnhöfen zum Ersatz des hölzernen Dachstuhles durch den eisernen führte. Einen Markstein bildet hier wiederum die Halle au Blé in Paris⁵.

Die erste eiserne Bahnhofshalle von bedeutenderen Abmessungen war der *Lime-street-Bahnhof in Liverpool*, flachbogig, in abwechselnden Lagen von Glas- und Wellblechplatten gedeckt, 114 m lang und fast 47 m breit. Sie wurde 1851 dem Verkehr übergeben: im Jahre des Londoner Kristallpalastes, der dem Eisen-Glasbau einen Weltruhm geschaffen hatte. Auch in diesem Weltausstellungspalast im Hyde-park war der Hauptteil, der Mitteltransept, eine gewölbte Riesenhalle. Aber sie befand sich dort mitten zwischen flach gedeckten, niedrigeren Glasräumen, und sie ruhte auf einem Wald von senkrechten, dicht aneinander gerückten Eisenstützen. Als ungeteilter Einraum glich sie mehr einem Hallengang.

Was die Eisen-Glaskonstruktion an Stelle des Holzwerks bei gewaltigem Maßstab für das Ideal eines gewölbten Einraumes zu bieten vermochte, zeigte erst fünfzehn Jahre später (1866) der *St. Pankraz-Bahnhof in London*, das Werk des Ingenieurs *W. H. Barlow*. Bei neuen Maßen bot er auch neue Maßverhältnisse: 224 m Länge, 73 m Breite, aber nur 31 m Höhe⁶. Diese Bahnhofshalle ist also der erste große Breitraum. (Tafel III).

¹ Über die Emgschen und Ardaudschen Dachkonstruktionen vergl. Gottgetreu a. a. O. II., S. 219 ff.

² Von Rondelet stark getadelt.

³ Der Baumeister war Betaucourt. Eine Veröffentlichung erschien 1819 in St. Petersburg.

⁴ So erneute in Deutschland 1827 Georg Moller die 1793 zerstörte Kuppel über dem östlichen Chor des Mainzer Domes [15 m Durchmesser] ganz in Schmiedeeisen. (Vergl. Heinzerling, Der Eisenhochbau der Gegenwart. III. Leipzig 1885 und Gottgetreu a. a. O. S. 256.) In Frankreich, wo man schon 1820 die Turmspitze der Kathedrale von Rouen in Gußeisen ausgeführt hatte, wird 1836/38 der Dachstuhl der Kathedrale von Chartres in Schmiede- und Gußeisen konstruiert.

⁵ In Frankreich wurden die Schmiedeeisenkonstruktionen *Ango's* schon 1785 sogar von der Académie d'Architecture empfohlen.

⁶ Die Breite verhält sich zur Höhe also etwa wie 12 : 5; im Kristallpalast war das Verhältnis: 9 : 8.

Und zu dem neuen Maßverhältnis zwischen Höhe und Breite kommt ein neues Formenverhältnis zwischen Decke und Wand. Der nach dem basilikalen Schema abgestufte Kristallpalast hatte zwischen ihnen noch streng geschieden, ebenso der Bahnhof von Liverpool; die Wände bleiben dort vertikal. Am St. Pankraz-Bahnhof dagegen gehen die Dachbinder als flache Spitzbogen bis zum Boden herab¹.

Alle diese neueren Charakterzüge der Eisenhalle erhielten ihren größten Maßstab etwa zwei Jahrzehnte später bei derselben Pariser Weltausstellung, für die das Eisen den höchsten Turm der Erde schuf: 1889 in der Maschinenhalle.

Sie war nicht mehr, wie der Londoner Kristallpalast, das Werk eines zum Bauingenieur gewordenen Laien, sondern das aufs beste geschulter Fachleute, des Architekten *Dutert* und des Ingenieurs *Contamin*, die dabei reiche fremde, wie eigene Erfahrung nutzen konnten. Neben Eiffels Riesenturm hat diese Halle auch noch der nächsten Weltausstellung auf der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert ihr Größen-

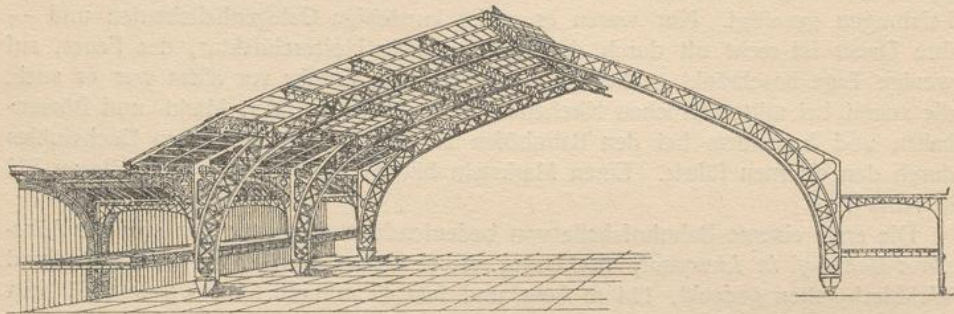


Abb. 18. Hallenbau der Pariser Maschinenhalle auf der Ausstellung von 1889.

prägnanz gegeben, und ihr Maßstab ist bisher überhaupt nur einmal — im Palais des Beaux-Arts in Chicago 1893 — und nicht beträchtlich übertroffen worden. Von dieser Pariser Maschinenhalle also darf die Charakteristik des eisernen Hallenbaues hier ausgehen.

* * *

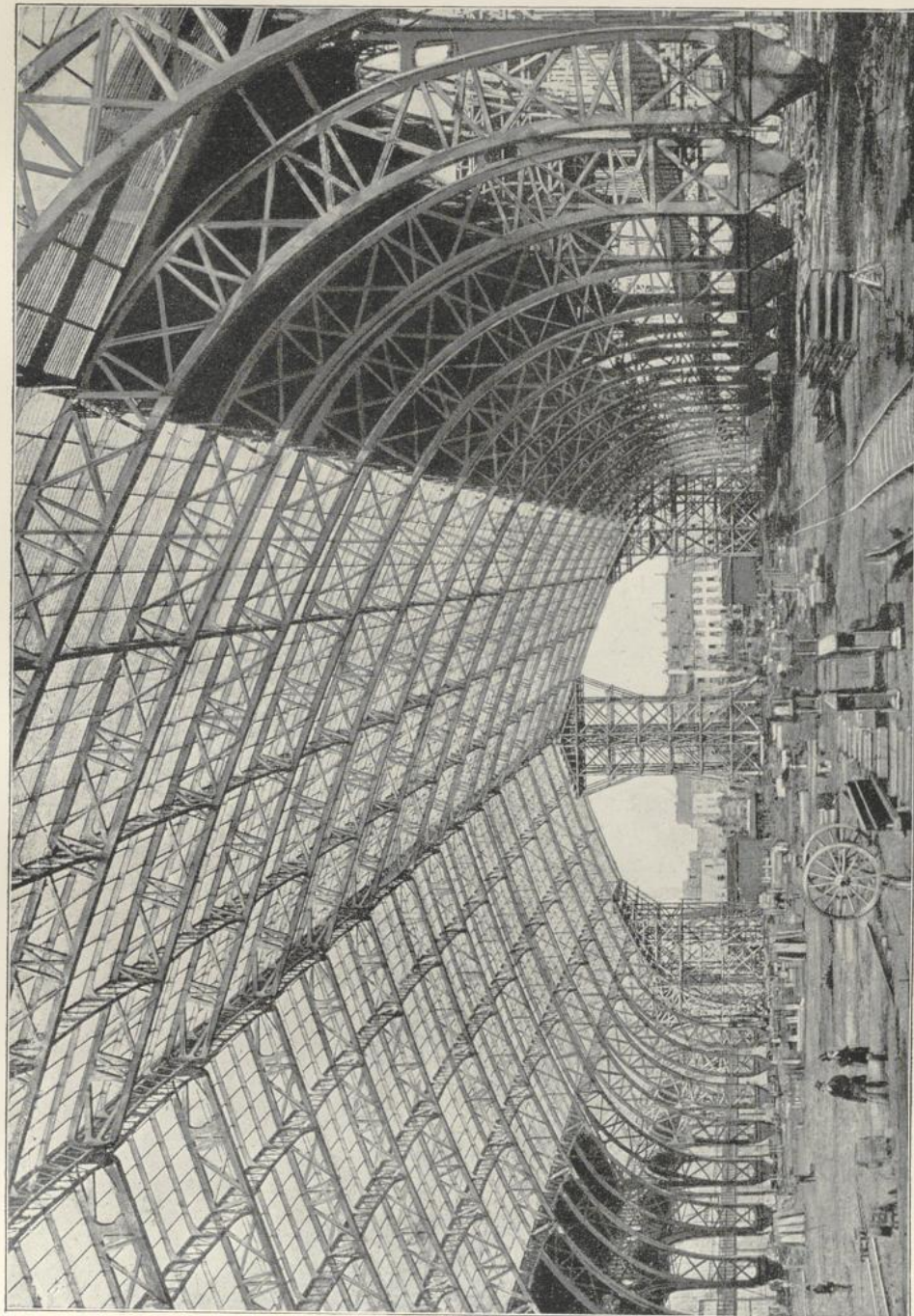
Der Gesamtorganismus wird schon dem ersten Blick klar.

Auf den beiden Langseiten steigen in Abständen, die nahezu gleich weit erscheinen², je zwanzig Gitterträger auf. Vom Boden an sind sie einander zugeneigt, zunächst in einer Kurve, dann aber in fast gradlinigen Auslegern, deren Schräge gering bleibt³. Diese zwanzig Querbinder sind die Hauptrippen des Ganzen. Gerad-

¹ Bei weitaus kleineren Räumen findet sich dies zuweilen auch schon früher, so schon bei der ältesten eisernen Längshalle Österreichs (1820), die das Schwimmbassin des Wiener »Dianabades« als Tonnengewölbe mit etwa 19 m Spannweite überdeckt. Der Kreismittelpunkt liegt dort nur 30 cm über dem Boden. Die Erbauer sind Förster und Etzel. Vergl. Försters Bauzeitung 1853, S. 113, Bl. 512; danach Gottgetreu a. a. O. S. 253 ff. mit Abbild.

² Die wahren Entfernungen sind verschieden. In den Mittelfeldern beträgt der Abstand 26,40 m; in den beiden äussersten 25,20 m; in den übrigen Feldern 21,50 m.

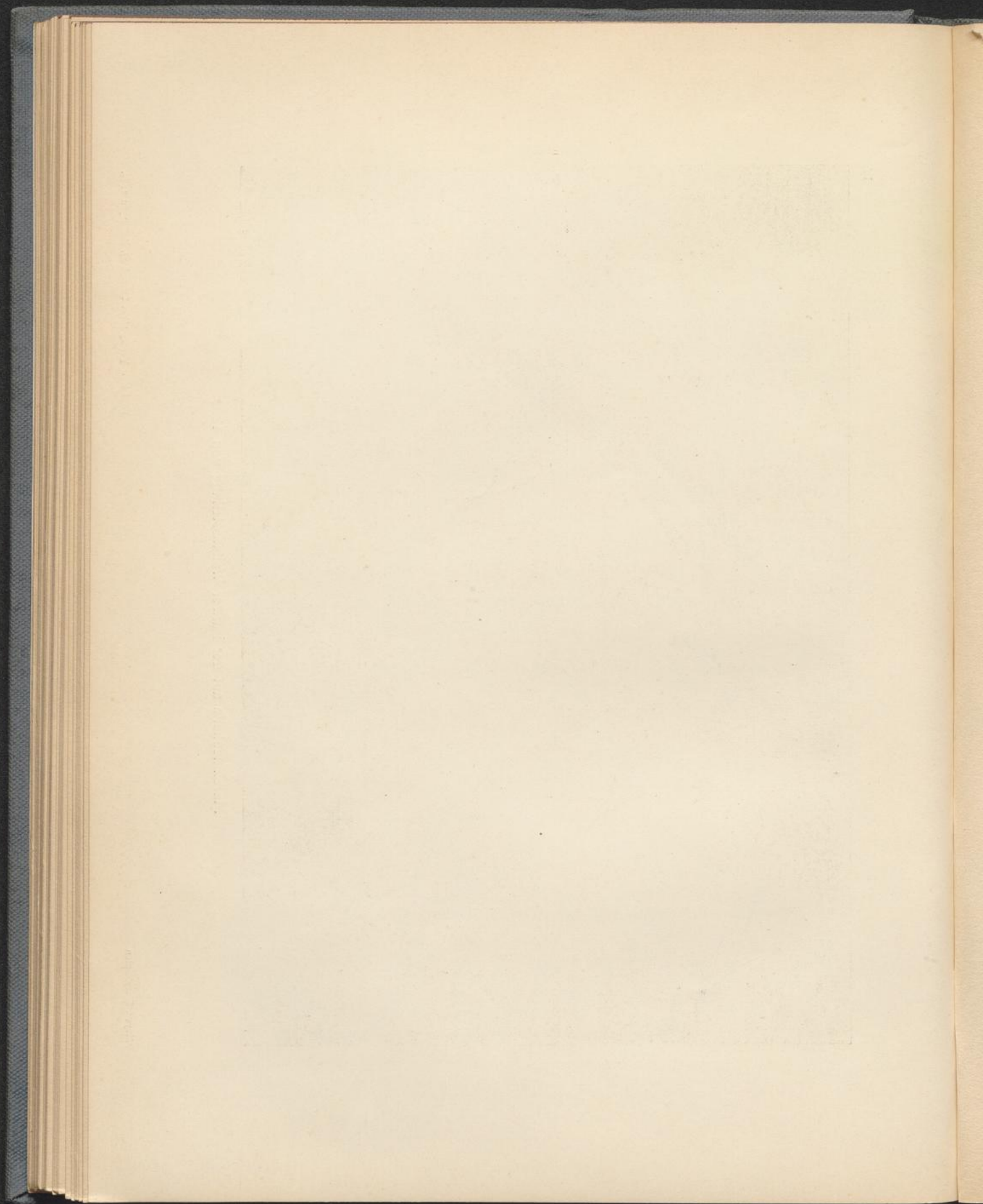
³ Duterts erster Entwurf zeigte ein Tonnengewölbe.



Maschinenhalle auf der Pariser Weltausstellung von 1889

Meyer, Eisenbauten

Paul Neff Verlag (Max Schreiber), Esslingen a. N.



linig durchschneiden sie die Reihe der parallel zum First laufenden, weitaus niedrigeren und dünneren Fachwerkträger, welche die Hauptrippen pfettenartig verstreben und miteinander wieder durch je drei den Dachbindern parallele Sparrenstäbe verbunden sind. Diese tragen die Glas- und Wellblechplatten. (Abb. 18).

An jeder Langseite läuft dieser Riesenhalle je ein Seitengang von 15 m Breite bei einer Höhe von nur 8 m parallel; trotzdem darf die Halle hier als Einraum behandelt werden.

Mit ihrem Rippenwerk, das dem eines ungeheuren, mit dem Kiel nach oben aufgestellten Flachbootes gleicht, überdeckt sie, die Seitengänge eingerechnet, eine Fläche von 48324,9 qm.

Die freie Wölbung der Sophienkirche in Konstantinopel überspannt ca. 2400 qm. Die Gesamtlänge der Pariser Maschinenhalle (422,49 m) übertrifft die des Schlosses von Versailles (414 m), das bei einer Höhe von 22 m und bei einer dem Mitteltrakt entsprechenden gleichmäßigen Breite von 90 m bequem unter sie gestellt werden könnte. Die Gesamtbreite (114,30 m) ist wesentlich größer als die des Ammontempels in Karnak (106,70 m); sie ist etwa dreieinhalbmal so groß wie das Lichtmaß der Sophienkirche (33 m) und fast zweidreiviertelmal so groß wie das der Peterskuppel (42,5 m); selbst die lichte Höhe (46,675 m) bleibt hinter der der St. Sophienkuppel (57,05 m) nur wenig zurück.

Aber nicht in den Dimensionen liegt das »Neue« dieses Raumgebildes, sondern in ihrer Verbindung mit den Proportionen, besonders in der Breite der deckenden Hauptfläche im Verhältnis zur Höhe. Bei der Sophienkirche ist dieses Verhältnis 5:9; bei der Pariser Maschinenhalle etwa 10:4. (Tafel IV).

So bietet sie vor allem: *neue Weite*.

Von den drei Ausdehnungen des Raumgebildes¹ 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.

Dem gesamten Süden, dem Urboden der großen Bausysteme, dem der Binnenhof und die Hypäthralcella genügten, war die Breitenausdehnung der Hallen willkommen. Sie bleibt dort selbst dem basilikalischen Aufbau mit seinen Abstufungen. Das bewirkte, unterstützt oder freischwebend, vor allem die Holzdecke. Das Gewölbe konnte ungeteilte Weite nur in beschränktem Maßstab bieten. Wo es solche erstrebte — in manchen Sälen römischer Thermen und Kaiserpaläste und in der Sophienkirche in Konstantinopel —, wurden außen ungeheure Mauerstärken als Widerlager nötig. Über das Oblongum einer Halle vermochten sich dabei die Kreuzgewölbe und Kuppeln nur in mehrfacher Reihe zu spannen. Die ihm am unmitttelbarsten entsprechende Gewölbeform war das Tonnengewölbe, aber bei diesem

¹ Vergl. hierzu: Schmarsow, Das Wesen der architektonischen Schöpfung. Leipzig 1894, S. 15 ff.

wurde die notwendige Mauerdicke noch mißlicher. In den Hallen der Antike findet es sich nur vereinzelt, in der monumentalen Steinarchitektur der Kirchen zuerst nur episodisch und innerhalb landschaftlich enger Grenzen — in den romanischen Bauten Südfrankreichs —, und es bildet dort nur einen dunklen Hallengang, beherrscht vom Geist der Schwere.

Diesen aus den gewölbten Kirchenhallen ganz zu bannen, gelang erst der Gotik und ihrem System von Kreuzgewölben. Aber nun siegte die Höhe völlig über die Breite. Im Hauptschiff des Kölner Domes verhalten sich beide wie 3 zu 1. Alles weist »empor«; die Wände selbst wachsen in die Deckenwölbung hinein. Es ist die Glanzzeit des hohen, lichten Hallenganges.

In der gotischen Halle *wird* die Schwere überwunden — in der Renaissancehalle *ist* sie überwunden. Deren Langhauskirchen folgen von neuem der basilikalen Form; die einschiffige Kirchenhalle ist der Renaissance meist nur als Vorbereitung oder Ausstrahlung der Kuppel erwünscht. Die Renaissance gibt aber überhaupt keiner bestimmten Raumdimension den Vorzug; ihr Wesen besteht vielmehr auch hier gerade in dem harmonischen Ausgleich.

Einschiffige tonnengewölbte Kirchenhallen bleiben in der Frührenaissance selten; ihr schönstes Beispiel ist wohl Albertis kassetiertes Tonnengewölbe von S. Andrea in Mantua. Aber die Hochrenaissance denkt anders, und nachdem Vignola in »Il Jesu« seine volle Kraft gerade für diesen Hallentypus eingesetzt hatte, wird derselbe die longitudinale Norm der Barockkirche: als gewölbte »Halle«, die selbst die Kapellen nur als Erweiterung ihres eigenen Raumes hinzunimmt, breiter als je zuvor. Doch auch in dieser Barockhalle herrscht der Zug »nach oben«, die emporgewandte Ekstase, wie sie in den Deckengemälden aufjauchzt. So lange 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.

Anders im Profanbau. Viele seiner Nutzwerke forderten möglichst weite gedeckte Hallen. Wo sie als Versammlungsräume dienten, brachte gerade die Breite das Selbstbewußtsein der Bürger, Zünfte und Handelsherren zum Ausdruck. Den Übergang zum Kirchlichen zeigen hier manche Klosterräume. Und wie in der Burg der nordischen Recken die aus Holz gezimmerte Halle, so war auch im Stammsitz der ritterlichen Geschlechter die breite gewölbte »Halle« der Hauptteil. Saalartig herrscht sie im »Palazzo«, mit stärkerer Betonung der Längsachse im »Chateau« und im Schloß. Vom Palast der italienischen Hochrenaissance übernimmt das französische Königsschloß die »Galerie«, die — wie in der »Apollogalerie« des Louvre und in der »Spiegelgalerie« in Versailles — zum Sinnbild der Majestät selbst wird. Beide bezeichnen den Triumph der breiten, ungeteilten gewölbten Halle im Haus- und Schloßbau.

Ihr neuer Siegeszug im 19. Jahrhundert beginnt zunächst wiederum im Zeichen des reinen Nutzbaues, mit Lager- und Markt-, Werkstatt- und Fabrikhallen: zur Kunst führt sie hier die Aufgabe der Bahnhöfe — und vor allem der Ausstellungen. Und überall ist da das Bedürfnis nach ungeteilter Breite so groß, daß ihm die steinerne Wölbung und die Holzdecke nur sehr bedingt genügen können. Sowohl für den materiellen wie für den ideellen Zweck wird hier das geeignetste Baumaterial das Eisen. Seine Kohäsionsfähigkeit verändert dabei sogar die Beziehung der Wand

zur Decke, in ähnlichem Sinne wie die steinerne Einwölbung der gotischen Kirchen, aber gleichsam in anderer Richtung. In der Gotik wachsen die Wände in die Decke hinein — in den Eisenhallen vom Typus des St. Pankraz-Bahnhofes und der Pariser Maschinenhalle gleitet die Decke ununterbrochen in die Wand über. Die Überdeckung des Raumes ist hier also zugleich eine seitliche Umschließung: das Wesen der »Halle« hat hier in Eisen und Glas seine unmittelbarste und zugleich gewaltigste Verkörperung gefunden.

Und neben dieser neuen, neu umgrenzten Weite bringt sie als zweiten Charakterzug die *Helle*.

Auch sie ist in diesem Hallentypus »neu«; das zeigt selbst der flüchtigste Rückblick auf dessen Beleuchtungsverhältnisse.

Die Hypäthralhalle empfing ihr Licht von oben; die von der hypostylen Säulenhalle des altägyptischen Tempels bis zur gotischen Kathedrale reichende Hallenform der Basilika aber hatte seitliches Oberlicht. Dieses herrschte auch in den mit Kreuzgewölben überspannten Hallen der römischen Kaiserpaläste und Thermen: es fiel durch die Öffnungen der Stirnbögen ein¹.

Die tonnengewölbten Hallen südfranzösischer Kirchen erhielten überhaupt nur wenig Licht und von der Seite her kein unmittelbares. Das ganze Raumgefühl, dem sie entstammen, empfand jede Durchbrechung der Masse als eine solche der monumentalen Ruhe². So auch bei den Hängekuppeln der Sophienkirche und den nach diesem Muster mit kleinen Fenstern durchbrochenen romanischen Kuppeln. Die Renaissance aber empfand die lichtpendende Öffnung als befreiende Schönheit. Das »reine Tonnengewölbe« nahm daran nur allmählich Anteil. Im Sinne der Frührenaissance sagt Burckhardt, es sei »eigentlich« nur dann schön, wenn es als dunkler Durchgang zwischen zwei lichten Räumen wirkt, sonst bliebe es entweder zu dunkel oder es erhalte ein fatales Unterlicht. Aber schon in den Hallen des 15. Jahrhunderts beginnt jene Beleuchtung, die neben der basilikalen für den gesamten monumentalen Hallenbau der Folgezeit, insbesondere für die Hallen der Barockkirche maßgebend blieb: die Durchbrechung der Tonnen- oder Spiegelgewölbe durch hohe Fenster unter Stichkappen. Wieder also das seitliche Oberlicht, doch bereits nicht mehr als Öffnung der vertikalen Seitenwände aufzufassen, wie in der Basilika, auch nicht nur in die Wölbung selbst eingeschnitten, wie in der Sophienkirche, sondern bereits gleichsam von der Wand in die Wölbung selbst hineingezogen. In den Galerien der Schlösser kam das ausgiebige, selbst von der Vollwand oft aus Spiegeln zurückstrahlende tiefe Seitenlicht hinzu.

Mit anderen Beleuchtungsverhältnissen rechnete die *Holzdecke*.

Die Entwicklung, soweit sie hier in Betracht kommt, beginnt im antik-römischen Wohnhaus. Dessen hallenartiger Hauptraum, das Atrium, empfing sein Oberlicht zuerst durch das große, offene Lichtloch in der Mitte, das von den Deckenbalken und den rings zu den Außenmauern aufsteigenden Pultdächern umzogen war. Wenn

¹ Daß man dort die für die oblongen Hallen verwandten Tonnengewölbe im Scheitel zu einem Oberlicht durchbrochen habe, ist nicht erweislich.

² Im Schiff fehlen die Fenster ganz oder sind doch nur unscheinbar und unregelmässig angebracht. Das Hauptlicht kommt aus der Apsis und der Kuppel, und wo diese fehlen, aus einer großen Öffnung in der westlichen Giebelwand. (Dehio.)

die letzteren nach außen abfielen und die Öffnung des »Impluvium« von Ecksäulen gestützt wurde, war die Möglichkeit für eine laternenartige Überhöhung des Mittelraumes gegeben. Es fehlt nicht an Belegen dafür, daß dieses »Oberlicht« wie in den Hallen der forensischen Basiliken, so auch im Hauptsaal des reicheren römischen Hauses und insbesondere der Kaiserpaläste üblich war.

Diese laternenartige Überhöhung vermochte der konstruktiv als Hänge- und Sprengwerk ausgebildete hölzerne Dachstuhl auch ohne Stützen über dem ungeteilten Raum zu tragen, aber am häufigsten geschah dies natürlich über vieleckigen Räumen mit gleichen Seiten. Beim Oblong stieß man dabei auf Schwierigkeiten. Seine offenen Dachstühle selbst sind meist völlig eingedeckt, höchstens zwischen den Sparren durch Lücken unterbrochen. Die maßgebende Beleuchtung bleibt, wie bei den flachen Balkendecken, eine seitliche. Das bezeichnendste Beispiel dafür ist wiederum der »Salone« im Palazzo della Ragione in Padua, dessen im Spitzbogen gewölbtes Holzdach nur eine Reihe spärlich verteilter Lichtluken zeigt.

Die Hauptwandlung brachten auch hier die neuen Bedürfnisse des 19. Jahrhunderts, denen mit dem Eisen der Aufschwung der Glasfabrikation entgegenkam. Alle obengenannten Gattungen von Hallen brauchten starke Helligkeit. Die Eisenkonstruktion bot überall nur ein Gerüst; dessen Dachfläche ist gleichsam ein starr gewordenes Netzwerk; seine Maschen ließen sich durchweg — wie am Londoner Kristallpalast — durch Glasplatten füllen. Dann ward es, wie dieser, ganz zum Hellraum. Oder man löste die Decke ganz in Oberlicht auf. Das geschah bei vielen Hallen des Nutzbaues. Man konnte die Halle aber auch nur zonenweise durch Glas eindecken und zonenweise mit undurchsichtigen Platten von Kupfer oder Wellblech; und je nachdem man die Lichtzone dann in die Mitte oder, verdoppelt, an die Seiten verlegte, je nachdem man sie als Ganzes oder als Streifen behandelte; je nach dem Grade endlich, in dem man das Seitenlicht von den Längs- und Schmalwänden zum Oberlicht hinzunahm, entstanden für den Gesamtraum verschiedenartige, neue Beleuchtungsverhältnisse.

Schon heute bieten die Eisenhallen gerade für diese Kombinationen eine ungemain reiche Reihe von Beispielen. An Einheitlichkeit und Größe aber ist die Pariser Maschinenhalle auch hierin bislang unübertroffen. Ihre Seitengänge erhalten durch die großen Halbkreisbögen der Außenwände und durch kleine zwischen diesen Bögen, aber höher gelegene Rundfenster im wesentlichen Seitenlicht. Oben sind sie mit Zink eingedeckt. Über der Fläche der Haupthalle jedoch nimmt dieses — abgesehen von den mit ihm ganz geschlossenen beiden äußeren Feldern — nur das untere Fünftel ein: die ungeheuere Gesamtfläche des eigentlichen Daches, das heißt also dessen ganzer, nach Art eines Satteldaches gestalteter Oberteil, trägt auf den Sparren lediglich Glas, während unten, zwischen den gebogenen Teilen der Rippen, das Seitenlicht von den Nebengängen her einflutet. Das eigentliche, aus ca. 2 m langen, ca. 500 mm dicken Glasplatten gebildete Oberlicht hat eine Gesamtfläche von ca. 34 700 qm. So wird diese Pariser Maschinenhalle zum bisher gewaltigsten Denkmal *lichter Weite*.

Zugleich aber ist diese Halle — und das ist ihr dritter Charakterzug, der ihre baugeschichtliche Bedeutung bestimmt — bezüglich der rein *konstruktiven Formen* des *Aufbaues* selbst von höchst bezeichnender, durch die Riesenmaße besonders eindringlicher Eigenart.

Man muß sich darüber klar werden, daß dieser ungeheure Einraum und Hellraum als Konstruktion in weit höherem Grade ein »Neues« ist, als der Londoner Kristallpalast. Dessen rechtwinklige und halbrunde Massen bedeuten schließlich nur eine Steigerung der aus dem hölzernen Fachwerkbau bekannten Raumgebilde zu unerhörtem Maßstab, nur mit Glasfüllungen in den Gefachen. In der Pariser Halle aber tritt an Stelle der Wand die vom Boden aufsteigende Kurve, und an diese schließt sich das giebelförmige Satteldach als organische Fortführung in einer Breitenausdehnung an, die in anderem Material als im Eisen ganz undenkbar wäre.

Jahrtausende haben uns daran gewöhnt, für den freitragenden Bogen die Sicherung in Widerlagern oder in Verstrebungen und Zugstangen zu sehen. Der Bogen drückt nach außen; dem muß durch Masse oder Kraft begegnet werden. Jene bietet der Strebepfeiler, diese die einer Bogensehne vergleichbare Zugstange.

Auch im Bogensprengwerk dieser Maschinenhalle wirkt auf die Auflager ein Horizontalschub nach außen — das unterscheidet das Bogengesparre vom Fachwerkesparre, dessen Stützpunkte nur vertikal belastet sind. Auch hier müssen Widerlager oder Zugstangen dem entgegenarbeiten. Aber die Verteilung der Lasten und Kräfte auf dieses eiserne Bindergesparre ist eine völlig andere als beim Stein- oder beim hölzernen Bogensprengwerk. Die Bögen dieser Halle setzen sich aus zwei symmetrischen Stücken zusammen, die von den Langseiten her zum Mittelfirste aufwärts- und zusammeneilen. Dort sind sie nur durch ein »Gelenk« verbunden, ihre Enden berühren sich nicht einmal; zwischen ihnen bleibt ein runder Drehzapfen. Er ist sowohl für die Kräfteverteilung wie für den Blick ein »Unstetigkeitspunkt« dieser sich von rechts und links herüberschwingenden Kurven. Auch der Fußteil¹ dieser Gitterträger zeigt eine für jedes andere Material undenkbare Form, die, schon in zahlreichen kleineren Bogenträgern erprobt², hier ihren Riesenmaßstab erhält. Wieder handelt es sich um die Gelenkverbindung. Nach Analogie der Stein- und Holzbögen sollte man erwarten, daß die Bögen am Boden selbst am breitesten sind, daß sie bei der Längsansicht der Halle mit breiten Flächen aus dem Boden aufsteigen. Gerade das Gegenteil aber findet statt: sie wachsen aus dem Boden als Dreiecke heraus, deren Spitze nicht weit unter dem Boden liegt. Dieselbe wird auch dort — wie am Scheitel — in Wirklichkeit von einem Gelenk eingenommen; der Trägerfuß erscheint also als ein nach unten zusammenlaufendes Trapez, für das Auge setzen aber auch diese Anfangsteile der ganzen ungeheuren emporschießenden Trägerkraft mit knappem Anlauf von einem Nullpunkt her ein³. Durch die drei Gelenke an den Kämpferpunkten und am First wird die ganze Konstruktion zu einem statisch bestimmten, stabilen System⁴.

¹ Die Absicht, ihn bis zu einer Höhe von 3 m zu ummanteln, wurde glücklicherweise nicht ausgeführt: die Eigenart des Baues hätte dadurch beträchtlich Einbuße erhalten.

² Erste Anwendung nach Vierendeel in Schwedlers Retortenhäusern der Berliner Gasanstalten (1863). E. Zeitschr. f. Bauwesen 1869, S. 65, Taf. 24 bis 27.

³ Zuweilen ist allerdings gerade aus ästhetischen Gründen das Dreieck an dieser Stelle versteckt worden; beispielsweise an dem Eisenblechträgerbogen der Brücke über den Harlem River bei Neuyork.

⁴ Wieder bereitete die wirkliche Ausführung neben der »sicheren« Berechnung noch gewaltige Schwierigkeiten. Die ganze ungeheure Last konzentrierte sich auf die 40 Stützpunkte — die Kämpfergelenke — der 20 Binderfachwerkbögen. Das bedeutete für die Fundamente einen senkrechten Auf-
lagedruck von je 412000 kg und einen Horizontalschub von 115000 kg. (Das Durchschnittsgewicht



Wenn irgend einer der modernen Riesenbauten in Eisen zunächst ausschließlich ein Werk des Rechnens und der Technik ist, so diese Halle. Ihr Baumaterial bilden die heute üblichen konstruktiven »Rohformen« ohne jedes Dekorationsdetail. Daraus ist ein ungeheueres Gerüst zusammengesetzt, ein Knochenbau ohne Fleisch. Künstlerischen Maßstab soll und kann man hier nur an den Raumwert, an das perspektivische Gesamtbild des ihn umschließenden Gerüstes legen. Vom Gesamttraum ward schon gesprochen. Seine Eigenart steht geschichtlich fest. Seine Maße machen diese Halle zu einem unvergeßlichen Denkmal für die konstruktive Schaffenskraft des 19. Jahrhunderts. Mir scheinen auch ihre Proportionen von freilich ungewöhnlichem, aber eigenartigem Reiz. Von anderer Seite — besonders von Vierendeel — sind sie der geringen Höhe halber stark getadelt worden. Allein sie waren doch in solchem Grade zweckentsprechend, daß diese Halle auch, abgesehen von aller technischen Kühnheit, lediglich als Raumtypus bedeutsam bleibt. Für ein Ausstellungslager ist die Breite die rechte Hauptdimension. Die »Decke« hat hier nur zu »decken«, nicht den Blick emporzulenken. Die ganze Halle gleicht einem Zelt — aber es ist ein Zelt, wie es die Erde nie zuvor trug!

Man hat auch die Form der Bogenbinder selbst getadelt. Die Gurtungen hätten einen zu großen Abstand voneinander und der Raum zwischen ihnen, den nur die dünnen Radial- und Querstege durchziehen, bliebe zu »leer«; geringere Höhe und eine Blechverkleidung hätten besser »gewirkt« (Vierendeel).

An Übersichtlichkeit und Ruhe hätte das Gesamtbild durch solche vollen Rippen wohl gewonnen. Aber an Neuheit und Kühnheit hätte es verloren. Denn diese bestehen eben für das Auge gerade in der Durchsichtigkeit des Eisengerüstes, das in der Gesamtperspektive dünn und leicht wirkt wie ein feines und doch sicheres Netzwerk. Allerdings sind dessen Maschen hier noch zu wenig übersichtlich. Die Stäbe vervielfältigen und überschneiden sich tausendfach. Man wünschte eine rhythmische Gliederung in größeren Abständen. Die Rechnung wiederholt immer von neuem die gleiche Operation mit dem gleichen Ergebnis. Sie ist zu einfach, und daher ist auch das auf ihr beruhende Gebilde für den höheren Gesichtspunkt der Baukunst zu »einförmig«. Es bleibt nur eine Großkonstruktion.

Ihr Meister, *Dutert*, konnte aus Eisen, Metallplatten und Glas aber auch Kunstwerke schaffen. Das bewies er in der Dekoration der beiden Seitenfronten, vor allem aber in der Front und der Kuppel des der Halle vorgelegten »Dôme centrale«. Dieser »Dom« ist ein Hauptdenkmal aller bisherigen Eisen-Architektur und wird uns als solches, gleich jenen Seitenfronten und den inneren Treppenanlagen der Maschinenhalle, später noch eingehend beschäftigen. Diese selbst aber durfte und *sollte* lediglich eine Eisenkonstruktion bleiben. — Wie man das Eisen-Glasgehäuse im Hydepark »Krystallpalast« taufte, so nannte man auch die Pariser Halle »Palais«. Aber es war ein »Palais des Machines«. Tausende von Maschinen, Hunderttausende blinkender, schimmernder Metallgebilde aus Eisen und Stahl, aus

einer preußischen Lokomotive ohne Tender beträgt heute etwa 40000 kg.) — Bei der Montierung benutzte die Société Cail ein zusammenhängendes Gerüst, das jeweilig Stücke mit dem Meistgewicht von 3000 kg versetzte. Die Methode der Compagnie *Fives-Lilles* aber verwandte bewegliche Einzelgerüste und versetzte damit Eisenmassen bis zu einem Gewicht von 48000 kg. Bei dieser Zerlegung des ganzen Systemes in nur große Massen galt es, die Fußteile um einen stählernen Hilfsdrehzapfen von 0,12 m Durchmesser aufwärts zu drehen.

Kupfer und Blech füllten diese Eisenhalle. Tausende von Rädern drehten sich in ihr, haushoch, aber auch klein wie Fingerringe. Ein Surren und Sausen, ein Wirbeln und Rollen, ein Dröhnen und Stampfen — aber auch das lautlose Vor- und Zurückgleiten riesenhafter Excenter und die ganz stille, rasend schnelle Drehung von tausend Kurbeln aller Größen. Überall Bewegung! Die Welt des Eisens, getrieben und befruchtet von der Kraft des elektrischen Stromes, geleitet vom Geist des 19. Jahrhunderts.

Für solche Welt konnte kein geeigneterer Palast geschaffen werden als dieser ungeheuer breite, helle Raum mit der trotzigen Sachlichkeit und Regelmäßigkeit seiner Eisenglieder, gewaltig und überwältigend. Wer ihn auf einer der beiden Weltausstellungen betrat, den packte staunende Ehrfurcht auch vor dieser ganz prunklosen und im Geist der Gegenwart doch »prangenden Halle«.

