

Das Zeitalter des Eisens

Das 19. Jahrhundert wird manchmal als Zeitalter des Kampfs der Stile bezeichnet, in dem die romantische Kraft der Gotik mit der machtvollen klassischen Tradition rang. Doch das 19. Jahrhundert war ebenso sehr das Zeitalter des Eisens – eines Materials, das zur Grundlage einer neuen Verkehrsinfrastruktur aus Mautstraßen, Kanälen und Eisenbahnstrecken wurde. Die gusseiserne Bogenbrücke über den Fluss Severn bei Coalbrookdale (erbaut 1779) war das erste größere Eisenbauwerk der Welt, wenn auch im Wesentlichen ein handgefertigtes Einzelstück. Die vom schottischen Architekten und Ingenieur Thomas Telford entworfenen Brücken waren da unter bautechnischen Gesichtspunkten schon weit ökonomischer. Das Kuppeldach der Halle au Ble in Paris (1811), markierte eine Wende hin zum Einsatz standardisierter Bauteile.

Den Mahnungen von Augustus Welby Northmore Pugin, John Ruskin und anderen zum Trotz, beschränkte sich die Verwendung von Eisen – darunter zunehmend große Mengen von Schmiedeeisen – aber nicht auf Ingenieurbauwerke wie Eisenbahnstrecken und Kanalbrücken, Markthallen, Fabriken und Lagerhäuser, sondern hielt bald generell Einzug in die Welt der Architektur. Schinkel zum Beispiel, der Großbritannien bereiste, um die im Zuge der Industriellen Revolution entstandenen Bauten zu besichtigen, verwendete in seinen Bauwerken häufig Eisenkonstruktionen.

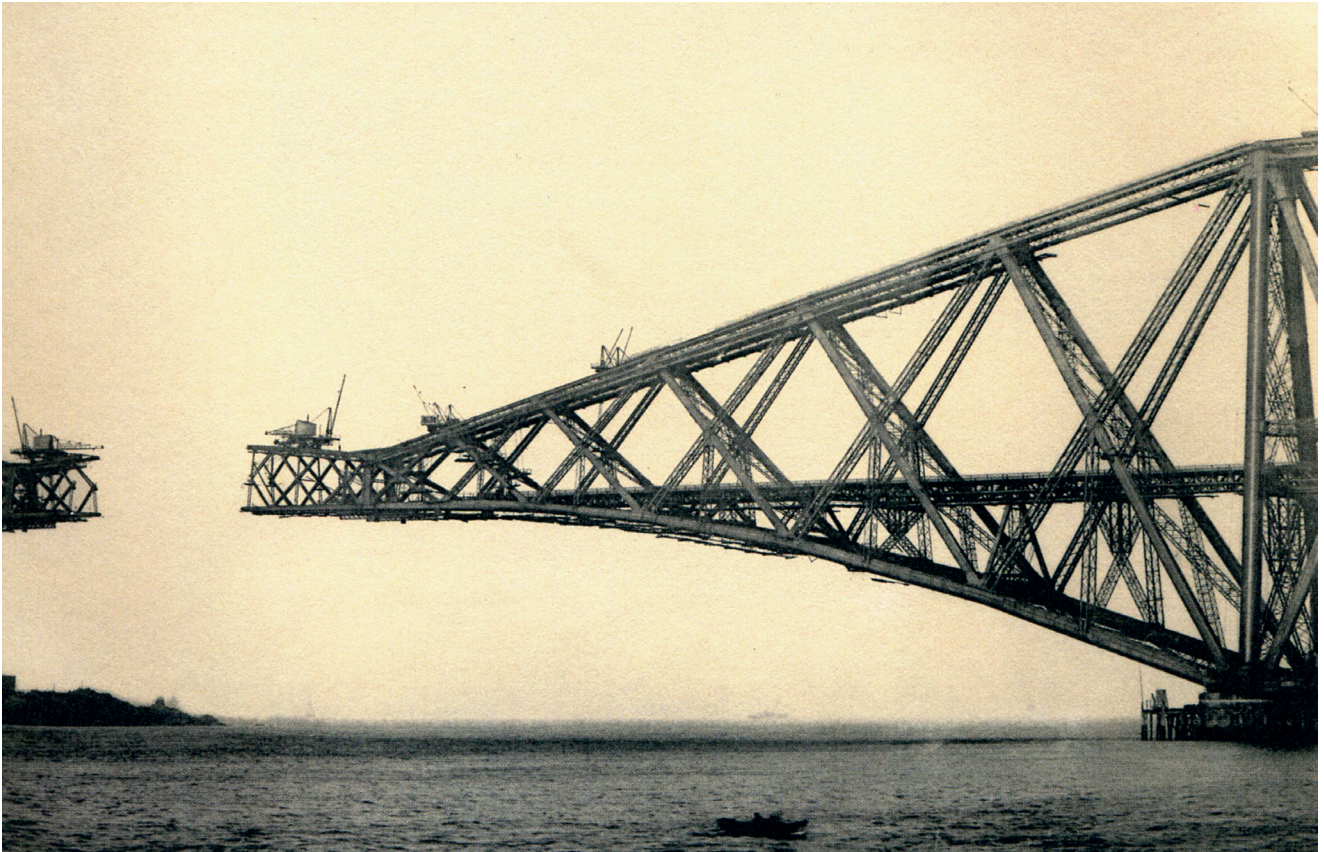
In Großbritannien deutete 1851 der von Joseph Paxton konzipierte Crystal Palace das Potenzial an, das in der Verbindung von Eisen mit Glas lag, einem anderen inzwischen massenhaft gefertigten Material. Bautechnisch basierte der Crystal Palace auf Vorläufern wie den von Paxton errichteten Gewächshäusern und den vom irischen Ingenieur und Eisen gießer Richard Turner gebauten Palmenhäusern in Dublin und in Kew Gardens bei London. Die Erkenntnisse aus dem Bau jener bahnbrechenden Gewächshäuser und des Crystal Palace schlugen sich wiederum in den Entwürfen der großen Bahnhöfe in Großbritannien nieder. Richard Turner war als Konstrukteur mitverantwortlich für das aus Schmiedeeisen gefertigte Dach der Lime Street Station in Liverpool (1849): Mit einer Spannweite von 47 Metern handelte es sich um die größte freitragende Dachkonstruktion, die bis dato errichtet worden war. Der vielleicht eindrucksvollste Bahnhofsbau, London Paddington (1852), war das Werk von Isambard Kingdom Brunel. Wie A. W. N. Pugin war auch Brunel Sohn eines Einwanderers aus Frankreich und ein Mann von ungeheurer Schaffenskraft und noch größerem Ehrgeiz; er schuf die Bahnstrecke der Great Western Railway und baute die ersten Ozeandampfer. Vor das berühmteste Bahnhofsgebäude Londons, St. Pancras Station (1868), dessen Lokschuppen von den Ingenieuren W. H. Barlow und R. M. Ordish stammt,

setzte der bedeutende neogotische Architekt George Gilbert Scott ein Hotel (1876), in dessen Innern auch er reichlich Eisen verwendete. Sogar beim Gebäude des Oxford University Museum (1861), dessen größter Fürsprecher Ruskin war, verbarg sich hinter einer aufwändigen neogotischen Fassade ein Innenleben aus Eisen und Glas.

Während viele britische Architekten, anders als die Ingenieure, mit unverhüllten Eisenkonstruktionen weiterhin ihre Probleme hatten, wehte in Frankreich ein anderer Wind. Eugene-Emmanuel Viollet-le-Duc war nicht nur ein Restaurator mittelalterlicher Kathedralen wie etwa Notre-Dame in Paris, sondern ein noch bedeutenderer Theoretiker von nachhaltiger Wirkung, dessen Schriften besonders in den USA Beachtung fanden und auch die Wegbereiter der Moderne beeinflussten. In seinem Plädoyer für ein rationales und ehrliches Bauen, das auch Ruskin und Pugin propagierten, warb Viollet-le-Duc für die Verwendung von Eisen und eine Architektur, in der Metallkonstruktionen als solche auch sichtbar waren, statt versteckt oder nur als Ersatz für traditionelle Baumaterialien verwendet zu werden. Eindrucksvoll umgesetzt wurden diese Ideen in den Bauwerken von Architekten wie Henri Labrouste und Victor Baltard – ersterer verantwortlich für zwei riesige Bibliotheksbauten, letzterer sowohl für die bemerkenswerte Kirche St. Augustin, in der unverkleidetes Eisen mit üppiger gotischer Ornamentik kombiniert ist, als auch für Les Halles, die verschwundenen Großmarkthallen von Paris (1971 abgerissen).

James Bogardus gilt als Pionier der Metallskelettbauweise, mit der die USA in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum Zentrum architektonischer Innovation wurden. Wie einflussreich Bogardus war, zeigen die vielen Gebäude mit gusseiserner Fassade im New Yorker Stadtteil SoHo. Seine Firma, selbst untergebracht in einem ausschließlich aus gusseisernen Elementen errichteten Gebäude, stellte die entsprechenden Bauteile her – ein Beleg für die wachsende Unabhängigkeit der USA als Industrienation. Die Erfindung des verlässlich funktionierenden Personenaufzugs durch Elisha Otis – der erste (dampfbetriebene) Personenaufzug wurde 1859 im Haughwout Building am New Yorker Broadway installiert – war unabdingbare Voraussetzung für die weitere Entwicklung des Hochhausbaus. Ebenso bedeutsam war die Einführung des Baustoffs Stahl, eines gegenüber Eisen leichteren und flexibleren Materials, mit dem die ersten Wolkenkratzer errichtet wurden. Stahl ermöglichte einige der beachtlichsten Ingenieurleistungen des 20. Jahrhunderts. John Fowlers im Jahr 1890 eröffnete Forth Railway Bridge war die erste Ganzstahlbrücke und ein Indiz dafür, dass auch Großbritannien weiterhin über innovative Kraft verfügte.

John Fowler – Forth Railway Bridge



Der Hauptträger der Forth Railway Bridge im Bau, September 1889. Die Fotografie stammt von P. Philips, dem Sohn eines beteiligten Bauunternehmers.

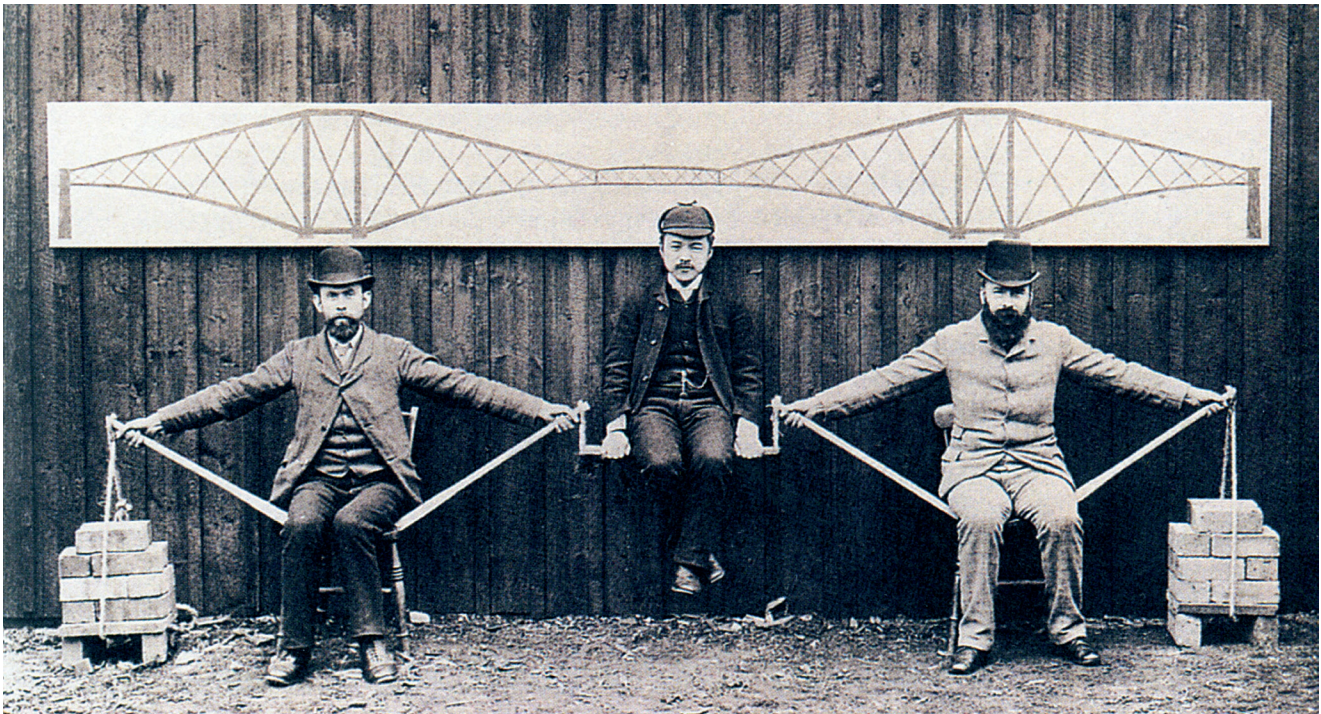
John Fowler ist vor allem als Ingenieur der Metropolitan Railway – der Londoner Stadtbahn – sowie der Forth Railway Bridge bekannt, und jede dieser Leistungen für sich genommen würde schon rechtfertigen, ihn als herausragenden Ingenieur zu bezeichnen. Im Laufe seines Lebens war Fowler an mehr als eintausend, meist langwierigen Bauprojekten beteiligt – überwiegend, doch keineswegs ausschließlich, im Bereich des Eisenbahnwesens. Er arbeitete mit neuen Ideen und neuen Materialien und erwies sich zudem als geschickter Projektleiter, dem es immer wieder gelang, Auftraggeber, Aktionäre und Mitarbeiter von seinen Ansichten zu überzeugen.

John Fowler wurde in Sheffield als Sohn eines Landvermessers geboren. Seine Ausbildung begann er bei der Ingenieurfamilie Leather, die sich auf Schifffahrt und Wasserversorgung spezialisiert hatte. Aber schon bei den Leathers, wie später dann beim Eisenfabrikanten und Eisenbahnpionier John Urpeth Rastrick, sammelte Fowler Erfahrungen im Gleisbau. Ende der 1830er-Jahre half er Rastrick bei der Planung des gemauerten Viadukts auf der Strecke London – Brighton; anschließend kehrte er nach Nordengland zurück, um im Auftrag von George Leather den Bau der Bahnstrecke Stockton–Hartlepool zu leiten. Mit Inbetriebnahme der Strecke im März 1841 wurde er von der Bahngesellschaft

als verantwortlicher Ingenieur angestellt. Er zählt damit zu den wenigen Ingenieuren der Viktorianischen Epoche, die tatsächlich auch für den Betrieb einer Eisenbahn zuständig waren. Zuvor war er schon, gerade mal 20 Jahre alt, als Sachverständiger im Parlament zu Baumaßnahmen an der Londoner Farringdon Street gehört worden.

DIE FIRTH-OF-FORTH-EISENBAHNBRÜCKE

Generell wird Fowlers Name vor allem mit weitgespannten Brücken assoziiert. Fowler hatte bereits eine Überquerung der Themse bei Rotherthite für die Strecke der Outer Circle Railway erwogen, wie auch eine Hängebrücke über den Fluss Severn und eine Brücke über den Fluss Humber, bevor er seine ehrgeizigen Pläne schließlich mit der Forth Railway Bridge in die Tat umsetzen konnte. Sie war bei ihrer Fertigstellung 1890 mit einer Spannweite von 520 Metern die längste Brücke der Welt. Bei diesem Projekt arbeitete Fowler eng mit Benjamin Baker zusammen, der das Prinzip der Auslegerbrücke entwickelt hatte und mit diesem Bauwerk zudem das Potential des Baustoffs Stahl veranschaulichte. Die Brücke ist ein Meisterwerk der Viktorianischen Ingenieurskunst und bis heute ein Wahrzeichen Schottlands.



Das berühmte Menschenmodell, das Benjamin Baker 1887 nutzte, um der Royal Institution das der Forth Railway Bridge zugrundeliegende Ausleger-Prinzip zu veranschaulichen. Die Person in der Mitte ist Kaichi Watanabe, ein japanischer Ingenieurstudent von Fowler und Baker.

Die Forth Railway Bridge markiert nicht nur den Übergang von schmiedeeisernen zu stählernen Brücken. 1879 begann man mit dem Bau einer Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth nach Plänen des Ingenieurs Thomas Bouch. Nachdem die von diesem entworfene Firth-of-Tay-Brücke bei Dundee am 28. Dezember 1879 eingestürzt war, wurden die Arbeiten eingestellt und die Ingenieure Sir John Fowler und Benjamin Baker mit der Planung einer stabileren Brücke beauftragt, die auch durch ihr Aussehen den Fahrgästen das Vertrauen in die Konstruktion zurückgeben sollte. Das Ergebnis sollte eine Konstruktion in Form eines Gerberträgers sein, die auch größte Belastungen aushalten konnte.

Diese Brücke wurde 1890 nach sieben Jahren Bauzeit fertiggestellt. Sie ist 2,5 Kilometer lang und besteht aus drei massiven je 110 Meter hohen, 1×495 und 2×460 m langen, auf je vier Pfeilern ruhenden rautenförmigen Fachwerkträgern, an die sich vier kleinere Viadukte anschließen. Der Zugverkehr verläuft in knapp 50 Metern Höhe über dem Wasser, so dass der Schiffsverkehr weiterhin ungehindert den Firth of Forth befahren kann. Die Spannweiten zwischen den Hauptpfeilern betragen 521 Meter. Das gesamte Bauwerk besteht aus etwa 54.000 Tonnen Stahl und wird von 6,5 Millionen Niete zusammengehalten. Die steinernen Pfeiler bzw. Unterbauten sind aus Granit und stammen aus einem Steinbruch in Aberdeen.

Zum Zeitpunkt ihrer Eröffnung war sie die Brücke mit der größten Spannweite der Welt. Diesen Rekord musste sie im Jahre 1919 an die Québec-Brücke abtreten. Die in dieser Grö-

ßenordnung weltweit einzigartige Konstruktion hat sich im Laufe der Jahre bewährt und ist weiterhin regulär in Betrieb. Es wird zudem gesagt, dass die Brücke Gustave Eiffel, der die Bauarbeiten von Beginn an beobachtete, als grundlegende Erfahrung für den Bau des Eiffelturms diente. Der wesentliche Grund, weswegen sich das Konzept der Brücke später dennoch nicht durchsetzte, waren vor allem die hohen Baukosten, die die damals astronomische Summe von 3,2 Millionen Pfund ausmachten, was heute etwa 235 Millionen Pfund entsprechen würde.

Während der Bauzeit der Forth Rail Bridge arbeiteten 5.000 Menschen an dem Projekt, von denen 57 bei Unfällen ums Leben kamen. Dies war für derartige Bauprojekte in jener Zeit jedoch nicht ungewöhnlich. Die Forth Bridge war Vorbild für die Québec-Brücke.

Weniger bekannt ist Fowlers Beteiligung an Betonbauprojekten, speziell am Bau einer wegweisenden Bogenbrücke aus Massenbeton mit einer Spannweite von 23 Metern über die Bahnstrecke der District Line in der Nähe der Cromwell Road. Die erste Ausführung dieser Brücke, bei der Zementkalk verwendet wurde, erwies sich noch als untauglich, doch die zweite, im Februar 1868 fertiggestellte Ausführung aus Portland-Zement wurde ein Erfolg. Allerdings fand diese innovative Bauweise vorerst keine verbreitete Anwendung, was an der noch unzureichenden Qualitätskontrolle lag. Fowler verwendete Beton für gewöhnlich bei Fundamentarbeiten, aber auch bei der Auskleidung der Badeanstalt der Harrow School (1880–1881).



Zu Fowlers Bauwerken im Bereich des Eisenbahnwesens zählen ferner eine Reihe größerer Bahnhöfe: Victoria Station in London (1860), St. Enoch's Station in Glasgow (1876; zerstört 1977), Manchester Central (1880), Liverpool Central (1874; zerstört 1973) und Sheffield Victoria Station (1851). Bei den Dächern mit größerer Spannweite – bis zu 64 Meter im Fall von Manchester Central – verwendete er sichelförmige Binder. Persönlich beteiligt war Fowler vor allem am Bau der Victoria Station.

Wie die meisten führenden Ingenieure Großbritanniens übernahm Fowler auch Aufträge im Ausland. So war er langjähriger Berater der Regierung von New South Wales, nachdem sein Schwager John Whitton dorthin ausgewandert war. Zu seinen Projekten in Ägypten, wo er ab 1871 als Berater der ägyptischen Regierung fungierte, zählt unter anderem die Planung einer Eisenbahnstrecke in den Sudan. Für dieses Engagement wurde er zum Ritter geschlagen, nachdem die britische Regierung bei ihren militärischen Operationen von seinen Berichten profitiert hatte. Gefragt war sein Rat auch bei einer angedachten Brücke über den Ärmelkanal, bei der Chignecto Ship Railway in Nova Scotia und bei Stadtbahnprojekten in Nordamerika.

Fowler war auch für eine Reihe von Projekten im Bereich Hafenbeckenbau und Landentwässerung verantwortlich, nicht zuletzt für das Millwall Dock (1867–1868) in London. Hier, wie auch bei der Victoria Station, arbeitete er unter anderem mit dem Bauunternehmer John Kelk zusammen. Fowler war einer der finanziell erfolgreichsten

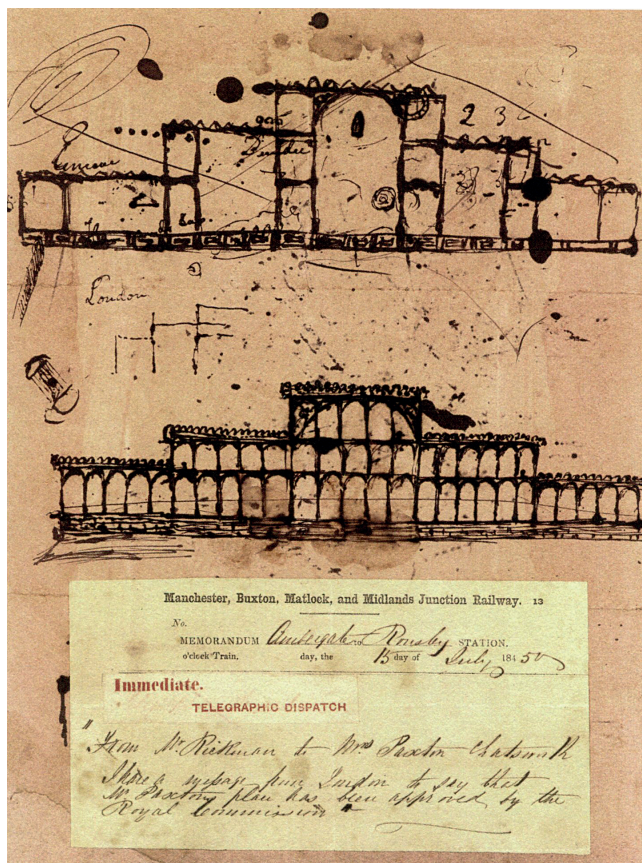
Ingenieure der Viktorianischen Epoche, und Bandbreite wie Umfang seines Schaffens suchen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ihresgleichen.

Fowler war es auch, der als Präsident der Institution of Civil Engineers das Thema der Ingenieurausbildung erstmals ernsthaft zur Sprache brachte und einen diesbezüglichen Bericht in die Wege leitete. Wie zuvor schon Telford besaß auch Fowler ein großes Geschick im Umgang mit Mitarbeitern und im Delegieren bestimmter Tätigkeiten. Seine großen Leistungen erklären sich ebenso sehr durch seine Fähigkeiten als Manager wie durch seine Fähigkeiten als Ingenieur. John Fowler starb in Bournemouth, nachdem er zuvor für den Bau der Firth-of-Forth-Eisenbahnbrücke noch zum Baronet ernannt worden war.

Joseph Paxton – Kristallpalast, London

Joseph Paxton entwarf und schuf Gärten, Landschaftsparks, Wasserspiele, Gewächshäuser, Ausstellungshallen, Wintergärten und andere Bauwerke. Ausgebildet als Gärtner vereinte er in seiner beachtlichen Karriere große Beobachtungsgabe, Lernfähigkeit, analytisches und organisatorisches Talent mit vielfältigen Interessen, unter anderem für Gartenbau, Park- und Friedhofsgestaltung, Architektur, Heizungs-, Belüftungs- und Abwassertechnik, Wasserversorgung und Stadtentwicklung. Er war das siebte von neun Kindern, und sein Vater, Landarbeiter in Bedfordshire, starb, als Joseph erst sieben Jahre alt war. Nachdem Paxton schon in jungen Jahren als Gärtner auf zwei privaten Anwesen und dann in den Gärten der Royal Horticultural Society gearbeitet hatte, wurde der 6. Herzog von Devonshire auf seine besonderen Fähigkeiten aufmerksam und ernannte ihn 1826 zum Obergärtner auf seinem Anwesen in Chatsworth, Derbyshire. Paxton genoss die Unterstützung und das Vertrauen des Herzogs und erhielt mit der Zeit weitreichende Befugnisse in der Verwaltung des Anwesens. Bis zum Tod des Herzogs 1858 sollte er in dessen Dienst stehen. Doch Paxtons besondere Stellung erlaubte es ihm auch, zahlreiche externe Auftragsarbeiten auszuführen, darunter manch landesweit beachtete Meisterwerke.

Unten: Skizze für das Great Exhibition Building, die Paxton auf Löschpapier anfertigte, während er in Derby in einer Besprechung einer Eisenbahngesellschaft saß.



DAS GREAT EXHIBITION BUILDING Crystal Palace

Im Herbst 1849 beschloss eine Verbindung britischer Bankiers und Industrieller, die Society of Arts, eine Weltausstellung zu veranstalten. Die britischen Produkte sollten im direkten Vergleich mit internationalen Konkurrenten gezeigt werden und ihr Qualitätsniveau verdeutlichen. Großbritannien war der größte Weltproduzent und sollte durch die Weltausstellung seine Absatzmärkte erweitern.

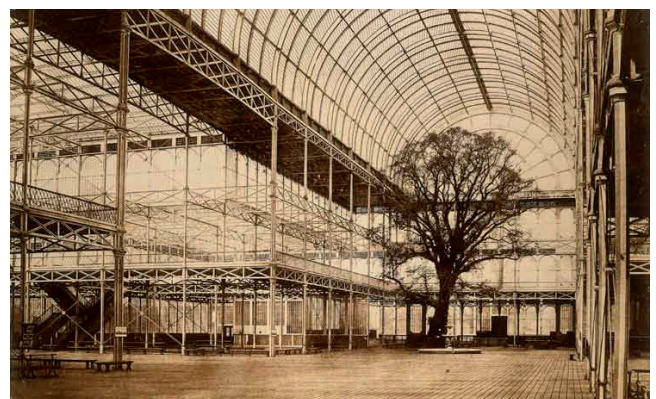
Für das Ausstellungsgebäude wurde ein internationaler Wettbewerb ausgeschrieben. Die Vorgaben waren außergewöhnlich: Auf dem Grundstück im Hyde Park sollten die bestehenden Bäume weitgehend erhalten bleiben. Das Gebäude sollte in kurzer Zeit errichtet werden und demontierbar sein. Die Größe der Ausstellungsparzellen sollten frei wählbar sein, somit war ein ungeteilter Raum erforderlich. Das Ausstellungsgebäude sollte eine Grundfläche von 6,4 ha überdecken. Das Budget war auf 100.000 Pfund Sterling begrenzt. Aus dem einmonatigen Wettbewerb gingen 233 Entwürfe hervor. Sie überstiegen alle das Budget und wurden abgelehnt. Zwei Entwürfe von Ingenieuren wurden lobend erwähnt (Richard und Thomas Turner aus Dublin; Hector Horeau aus Paris).

Nach dem erfolglosen Wettbewerb bildete die Jury ein Baukomitee und stellte einen eigenen Entwurf vor, ein repräsentatives Gebäude in konventioneller Massivbauweise. Die Planung erfüllte allerdings nicht die Wettbewerbsbedingungen. Allein die Materialkosten von geschätzten 120 bis 150.000 Pfund Sterling hätten das Budget überstiegen, es wäre weder demontierbar, noch fristgerecht herzustellen gewesen. Die Öffentlichkeit lehnte den Entwurf ab. Das Baukomitee forderte Joseph Paxton auf, nachträglich in einem neuen Wettbewerb einen Entwurf abzuliefern. Paxton hatte bei jenem Wettbewerb, der im März 1850 anlässlich der Londoner Weltausstellung für das Great Exhibition Building ausgeschrieben worden war, keinen eigenen Entwurf eingereicht. Aber er erkannte, dass der von der Baukommission im Juni desselben Jahres vorgelegte Entwurf innerhalb der verbleibenden Zeit nicht zu realisieren war. Bei einer Besprechung am 11. Juni in Derby fertigte er dann jene berühmte Löschpapier-Skizze eines Gebäudes an, die zeigte, wie sich seine „Grat- und Rinne“-Dachbauweise auf ein mehrgeschossiges Gebäude von enormen Ausmaßen übertragen ließ. Mit Hilfe einiger Assistenten in Chatsworth und des Ingenieurs William Barlow arbeitete Paxton Entwürfe aus, die zunächst der Baukommission und später Prinz Albert vorgelegt und schließlich am 6. Juli in der Illustrated London News veröf-



fentlicht wurden. Nachdem die Baufirma Fox Henderson und der Glashersteller Robert Chance aus Birmingham einen Kostenvoranschlag für das Projekt erstellt hatten, sprach sich die Kommission am 15. Juli für die Annahme des Vorschlags aus – kaum einen Monat, nachdem Paxton seine Idee erstmals skizziert hatte.

Beachtlich an der Großen Ausstellungshalle (1851), der die Satirezeitschrift Punch den Namen „Crystal Palace“ gab, war vor allem die Verwendung genormter, in Serie hergestellter Bauteile, die es ermöglichte, dieses riesige Gebäude in erstaunlich kurzer Zeit zu errichten. Die Halle war 563,30 m lang und 124,40 m breit. Rechts und links des Mittelschiffs mit seiner Spannweite von 21,90 m und einer Höhe von 19,20 m erstreckten sich je zwei 7,30 m breite Seitenschiffe. Im Innern war der Raum durch Reihen von insgesamt 3.300 Säulen gegliedert, die gusseiserne Träger stützten. In der Mitte bildeten Bögen



aus Brettschichtholz ein 32,90 m hohes tonnengewölbtes Querschiff mit einer Spannweite von 21,90 m, das eigens dazu diente, riesige schützenswerte Eichen zu überdachen. Grundeinheit des Palastes waren Quadrate von 24 Fuß Seitenlänge (ungefähr 7,3 m). Die Grundfläche bestand aus 77 x 17 solcher



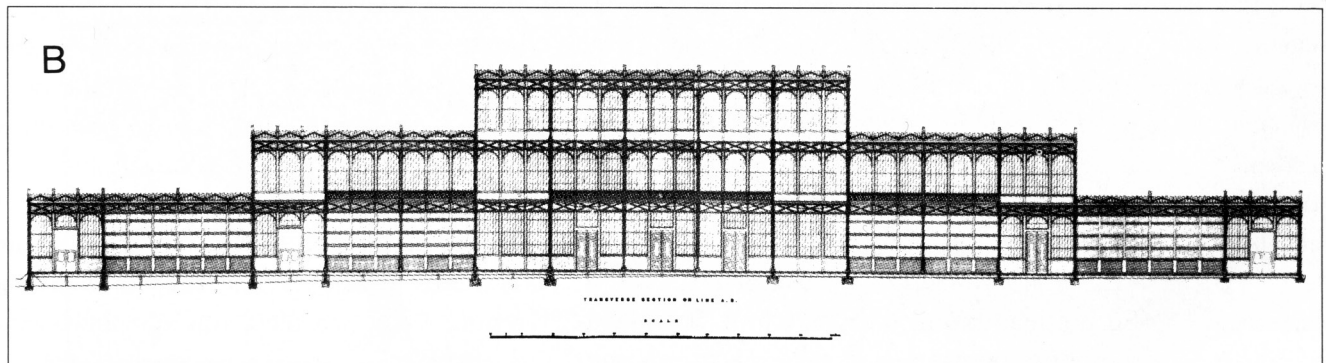
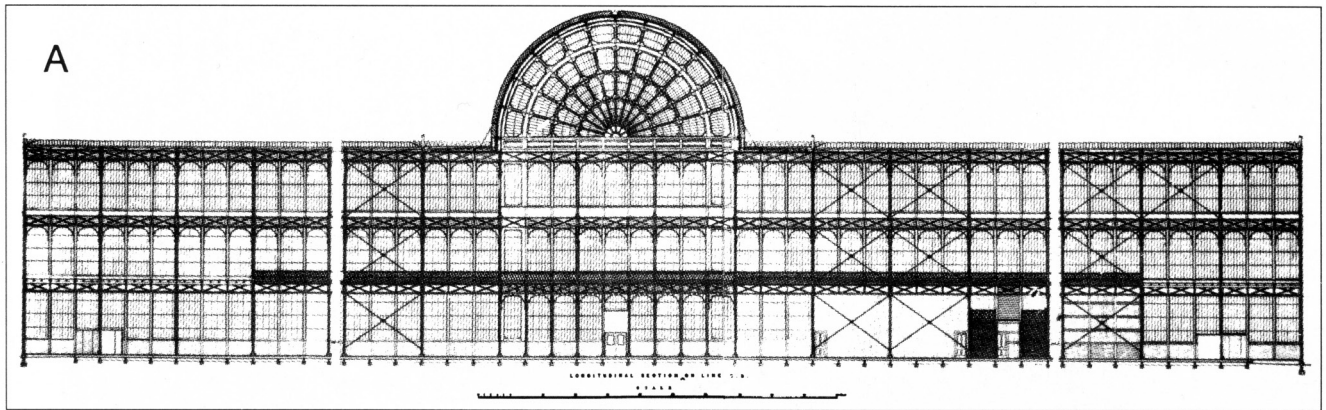
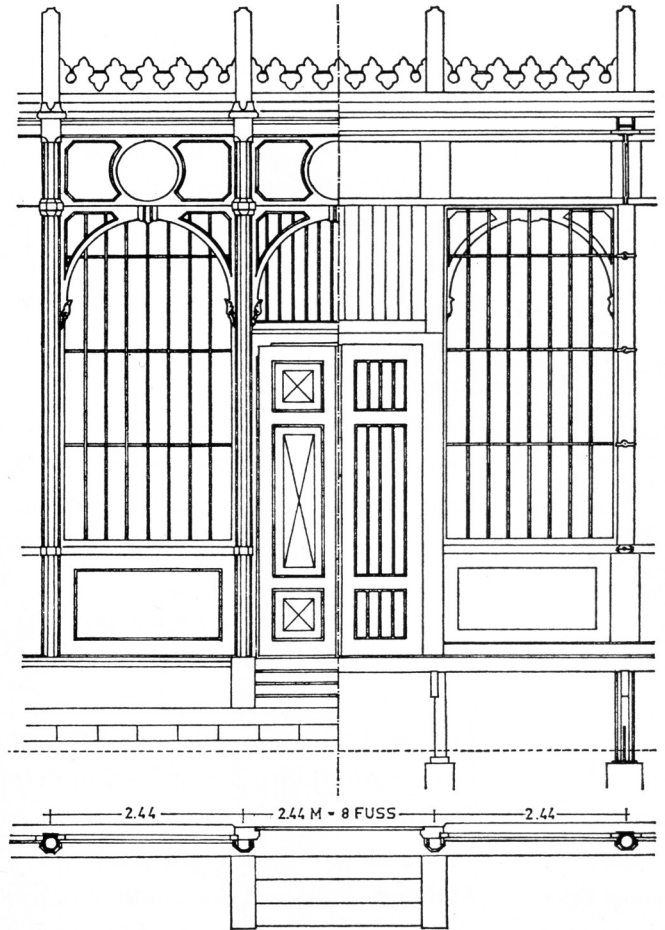
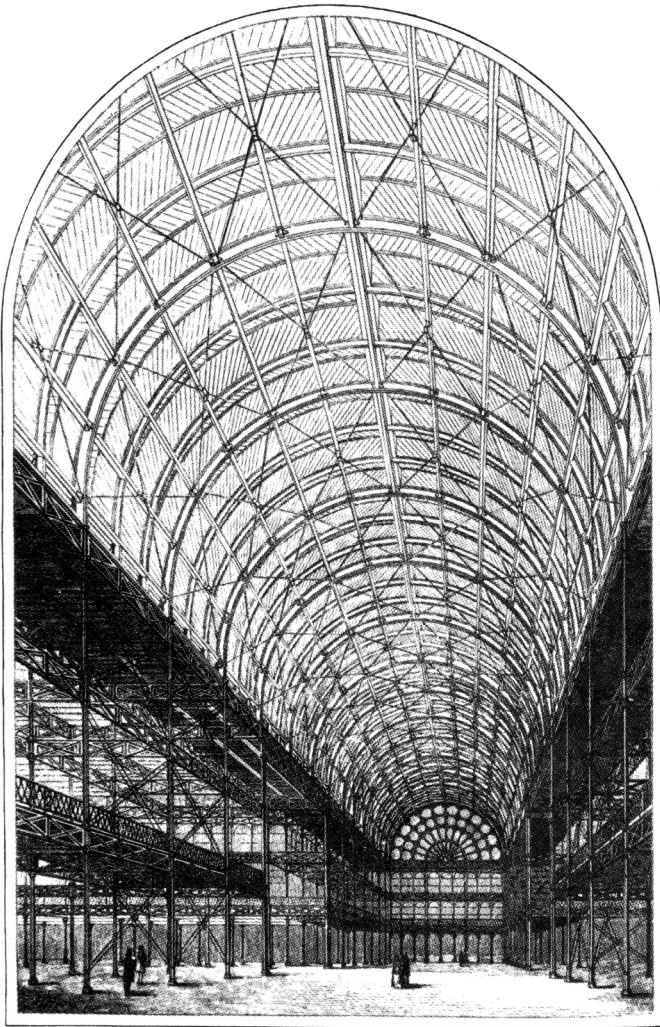
Grundeinheiten. Die Aufteilung der Ausstellungsräume spiegelte sich in diesen Einheiten wider. Die Räume setzen sich aus einem Vielfachen dieser Grundeinheiten zusammen.

Erst die technischen Neuerungen der industriellen Revolution und die Fortschritte in der Eisenproduktion machten den Bau des Kristallpalasts möglich. Die Konstruktion aus Eisenträgern erlaubte zudem den vollständigen Verzicht auf tragendes Mauerwerk, sodass anstelle dessen großflächige Glasfenster verwendet werden konnten. Die erste Säule des Gebäudes wurde am 26. September 1850 gesetzt. Bereits nach vier Monaten war die Fläche im südlichen Hyde Park auf einem Areal von 560 x 137 Metern überbaut; verwendet wurden dafür 83.600 m² Glas, 372 Dachbinder, 38 km Kehlprofilmaterial, 330 km Glasrahmen und 17.000 m³ Holz. Nach der Weltausstellung wurde Paxton dafür zum Ritter geschlagen.

Schon kurz nach der Fertigstellung des Great Exhibition Building, das von Anfang an als temporäres Gebäude geplant gewesen war, entbrannten Diskussionen über dessen weiteres Schicksal. Als klar wurde, dass es nicht im Hyde Park stehen bleiben konnte, organisierte Paxton die Demontage und den Wiederaufbau bei Sydenham, südlich von London, wo das Gebäude als Wintergarten zum Mittelpunkt eines von ihm entworfenen weitläufigen Vergnügungsparks werden sollte. Das wiedererrichtete Gebäude, das 1854 in Sydenham seine Pforten öffnete, war in seiner Erscheinung noch spektakulärer: Es hatte drei Tonnengewölbe, die sich quer über das längs verlaufende Dach erhoben. Mit seinem Standort oben auf Sydenham Hill beherrschte das mehrgeschossige Bauwerk die Terrassengärten und Wasserspiele, die unterhalb des Hügels in mehreren Stufen angelegt waren. Das Gebäude wurde 1936 durch ein Feuer zerstört.

Obwohl Joseph Paxton keinerlei Ausbildung als Architekt genossen hatte, vollbrachte er als solcher Beachtliches. Dazu zählt der Wiederaufbau des Dorfes Edensor auf dem Anwesen Chatsworth ebenso wie der Bau von Landhäusern und Schlössern, darunter Burton Closes in Derbyshire, Mentmore in Buckinghamshire für Baron Mayer de Rothschild, Lismore Castle in der irischen Grafschaft Waterford für den Herzog von Devonshire sowie Ferneres bei Paris für Baron James de Rothschild. Dabei arbeitete Paxton eng mit architektonisch bewanderten Assistenten wie John Robertson und George Stokes zusammen, der später auch Paxtons Tochter heiratete. Paxtons gärtnerische Tätigkeit vereint aufs beste die Tradition der Landschaftsarchitektur des 18. Jahrhunderts mit der maßgeblichen Gartenbaukunst des 19. Jahrhunderts, und doch ist dies nur ein Teilbereich seines außerordentlich umfangreichen und vielfältigen Schaffens. Beachtlich sind nicht zuletzt seine Leistungen im Bereich der Gestaltung öffentlicher Parks. Und seine Experimente mit der Verwendung von Glas im Gebäudebau schufen die Voraussetzungen für zwei der erstaunlichsten Bauwerke des 19. Jahrhunderts: das Great Exhibition Building und den Sydenham Crystal Palace.





Beton und Stahl

Die massenhafte Verfügbarkeit von Guss- und Schmiedeeisen sowie Flachglas sorgte im 19. Jahrhundert für einen tiefgreifenden Wandel der Baukultur. Die Massenfertigung von Stahl läutete sogleich das Zeitalter der Hochhäuser ein, die noch heute weltweit das Gesicht unserer Städte prägen. Mit Eisen und Glas ließen sich sogar ganze Stadtquartiere umhüllen: Giuseppe Mengonis Galleria Vittorio Emanuele II in Mailand (1863–1877), das bedeutendste Einzelprojekt im Rahmen einer umfassenden Neugestaltung des Stadtzentrums rund um den Dom, war die größte jener zahlreichen gläsernen Passagen, die heute überall auf der Welt zu finden sind. Der Gebäudetyp hatte seinen Ursprung in Paris, von wo auch die Fertigbauteile für das Dach der Galleria importiert wurden.

Von der Beharrlichkeit der Eisenbautradition zeugt der bemerkenswerte Turm aus Schmiedeeisen, den Gustave Eiffel für die Pariser Weltausstellung 1889 schuf (und der damals umstritten war, heute aber die Ikone der französischen Hauptstadt ist). Die Konstruktion dieses über vierzig Jahre lang höchsten Bauwerks der Welt basierte auf Eiffels Erfahrungen beim Bau von Eisenbahnbrücken. Er war ein vielseitiges Genie, Pionier der wissenschaftlichen Aerodynamik und auch (gemeinsam mit seinen Ingenieuren Maurice Koechlin und Emile Nougier) für das Tragwerk der New Yorker Freiheitsstatue verantwortlich.

In den USA keimte die Idee des Metallskelettbau Mitte des 19. Jahrhunderts in New York auf, doch zur Blüte kam sie in einer Metropole des Mittleren Westens, in Chicago, nachdem die Stadt 1871 durch einen furchtbaren Großbrand verwüstet worden war. Chicago ist die Wiege des modernen Wolkenkratzers, hier entstanden die beiden Leiter Buildings und das Home Insurance Building von William Le Baron Jenney, aber auch die radikaleren Bauten von Daniel H. Burnham und John Wellborn Root, den Architekten des ersten Hochhauses, das gänzlich von einem Stahlskelett getragen wurde (1881). Louis Sullivan war es vorbehalten, eine Ästhetik des Hochhauses auszuarbeiten. Er entwickelte eine Theorie baukünstlerischer Dekoration, die zwar das Primat der Sichtbarkeit von Tragstrukturen anerkannte, doch mit seinem Ruf als Wegbereiter des Funktionalismus kaum vereinbar scheint (wenngleich der Rationalismus seiner Theorie jenen stärker ornamentalen Tendenzen entgegensteht, die für die ersten Wolkenkratzer in New York typisch sind).

Frank Lloyd Wright, der vielleicht berühmteste amerikanische Architekt und zeitweilige Mitarbeiter Sullivans, machte sich einen Namen mit einer Reihe von „Präriehäusern“ (1900–1920). Den Baustoff Beton setzte er auf grandiose Weise beim Wohnhaus Fallingwater (1938) und im bautechnisch innova-

tiven Johnson Wax Building (1939) ein, jener großen „Kathedrale der Arbeit“ mit ihren ungemein schlanken Betonsäulen und ihrer atemberaubenden Raumwirkung. Nicht minder kühn war das von einer Rampe dominierte Innere des Solomon R. Guggenheim Museums in New York (1943–1959), das Wright gegen Ende seiner langen Karriere schuf.

Während die USA in der Entwicklung des Metallskelettbau führend waren, wurde das Potenzial von Stahlbeton zuerst in Europa ausgelotet. Nach ersten Experimenten mit diesem Material in Großbritannien betrieb Francois Hennebique von seiner Pariser Firmenzentrale aus die internationale Verbreitung des Stahlbetonbaus. Ein großer Vorteil des Betonbaus lag in der Möglichkeit, weite Innenräume zu überspannen. Während einige Ingenieure, etwa der Franzose Eugene Freyssinet und der Schweizer Robert Maillart, mit Beton eindrucksvolle Brücken und andere Zweckbauten errichteten, widmeten sich Architekten den ästhetischen Möglichkeiten, die diesem Material innewohnen. Obwohl sich Beton für die skulpturalen Visionen eines Antoni Gaudi eigentlich anbot, machte der katalanische Architekt von diesem Material kaum Gebrauch. (Nach Gaudis Tod 1926 freilich wurde Beton bei den fortgesetzten Arbeiten an der Sagrada Familia in Barcelona ausgiebig genutzt.) Mit seinem sachlicheren Ansatz sorgte Auguste Perret, Spross einer in der Bauindustrie verwurzelten Familie, in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dafür, dass Beton nicht nur als Baustoff für Fabriken und Brücken, sondern auch für öffentliche Gebäude Anerkennung fand. Perret, im Kern ein Rationalist in der Tradition Viollet-le-Ducs, entwickelte bei einer Reihe von Bauprojekten in Paris eine klassisch moderne Formensprache, indem er Beton als zweckmäßiges Material behandelte, dem man durch Farbe und Feinheit im Detail auch eine ansprechende Erscheinung geben konnte. In seinem Werk paart sich ein Sinn für Nützlichkeit und Effizienz mit dem Wunsch nach kunstvoller Wirkung und städtebaulichem Dekor. Damit begründete Perret eine moderne Alternative zum eher dogmatischen Funktionalismus des Internationalen Stils, wie man ihn mit Walter Gropius und anderen assoziiert. Dass der junge Le Corbusier bei Perret in die Lehre ging, dürfte seinen Glauben an Beton als Basis einer neuen Architektur gestärkt haben. Während Le Corbusiers frühe Arbeiten, besonders die Villa Savoye (1929–1931), noch Spuren eines Klassizismus aufweisen, ist sein Spätwerk das Ergebnis einer Weiterentwicklung des Funktionalismus hin zu idiosynkratischen Bauwerken wie der Kapelle von Ronchamp (1950–1955) und dem Kloster Sainte-Marie de La Tourette (1960). Hier dient Beton zur Gestaltung expressiver Formen von großer Erhabenheit und Ausstrahlung, deren Einfluss auf die Architektur bis ins 21. Jahrhundert anhält.

Jenney – Home Insurance Building



Oben: Das Home Insurance Building (1884–1885)

Links: Das Gebäude nachdem es aufgestockt wurde.

William Le Baron Jenney zählt zu einer Gruppe von Architekten, die in den 1880er-Jahren in Chicago die Entwicklung der Wolkenkratzer vorantrieben. Geboren in Fairhaven, Massachusetts, studierte er Bauingenieurwesen an der Pariser Ecole Centrale des Arts et Manufactures, wo er sein Studium 1856 abschloss. Während des Amerikanischen Bürgerkriegs diente Jenney als Ingenieur in der Nordstaaten-Armee, aus der er 1866 im Rang eines Majors ausschied. Sein Interesse galt zunächst der Landschaftsgestaltung, so dass er sich unter anderem um eine Anstellung beim berühmten Landschaftsarchitekten Frederick Law Olmsted bemühte. 1867 arbeitete er als Junior Partner des Architekten Sanford E. Loring, der sich aber schon bald aus dem Geschäft zurückzog, um sich der Terrakotta-Herstellung zu widmen. Daraufhin fand Jenney eine Stelle als Landschaftsingenieur bei der West Chicago Park Commission. Schließlich wurde er 1869 von Olmsted angeheuert, um am Bau des neuen Chicagoer Vororts Riverside mitzuarbeiten. Für dieses Projekt entwarf er seine ersten zwei größeren Bauwerke, den Riverside Wasserturm und das Riverside Hotel.

Jenney profitierte erheblich vom großen Brand in Chicago im Jahr 1871, der ihm Aufträge für zwei bedeutende Bürogebäude bescherte. Allerdings geriet der Wiederaufbau Chicagos, zum Leidwesen aller Architekten, mit der Wirtschafts-

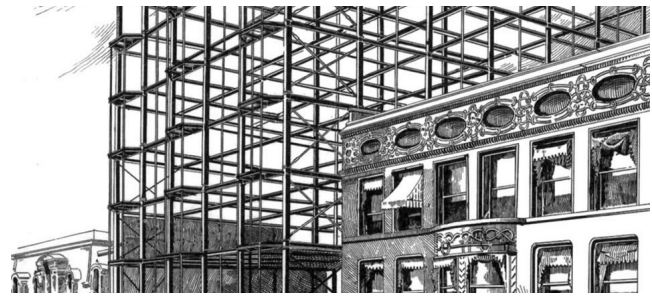
krise 1873 sechs Jahre lang ins Stocken. Was seine Karriere anging, war Jenney 1874 in derselben Situation wie vor dem Brand, nämlich beschäftigt mit Arbeiten an kleinen Häusern und Kirchen. Als die Konjunktur 1879 wieder anzog, wurde er von Levi Leiter, dem Kompagnon des Kaufhausunternehmers Marshall Field, mit der Planung eines fünfstöckigen Loftgebäudes an der Ecke Wells und Monroe Street beauftragt. Damit die Innenräume des Leiter Buildings möglichst viel Tageslicht erhielten, sah Jenneys Entwurf an den zwei Straßenfronten eine einheitliche Breite der gemauerten Pfeiler vor. Gusseiserne Pilaster waren als Stützen der Deckenbalken vor die Innenseite jener Fassadenpfeiler gesetzt, die normalerweise die Deckenbalken gestützt hätten. Zwar hatte man in Chicago auch schon vor dem großen Brand 1871 Eisenpfeiler in Außenwänden verwendet, doch seit dem Brand war dies das erste Mal.

CHICAGOS ERSTE WOLKENKRATZER

Nachdem Jenney das Leiter Building (1879; zerstört) vollendet hatte, verlief seine Karriere eher unspektakulär. Während er sich zunehmend in die Rolle eines Eider Statesman fügte, erhielten jüngere Architekten in Chicago Aufträge für den Bau von Bürogebäuden mit zehn oder mehr Stockwerken

– Gebäude, die man schon bald „skyscraper“ nannte. Daniel H. Burnham und John Welborn Root entwarfen 1881 den Montauk Block, Chicagos ersten Wolkenkratzer, und auch sonst die Mehrzahl dieser ersten Hochhäuser. Bis zum April 1884, als Jenney mit der Planung des Home Insurance Buildings betraut wurde – sein einziger großer Auftrag in den zehn Jahren seit Fertigstellung des Leiter Buildings –, waren in Chicago bereits sieben Gebäude mit mindestens zehn Geschossen errichtet worden oder aber im Bau. Insofern war der Auftrag für das Home Insurance Building ein Ausnahmeeignis in Jenneys damaliger Karrierephase. Und dieser Auftrag verdankt sich auch weniger Jenneys Rang unter Chicagos Architekten als der persönlichen Gunst des örtlichen Vertreters der Versicherungsgesellschaft, der Jenney noch aus den Zeiten des Bürgerkriegs kannte. Anfang des 20. Jahrhunderts haben Historiker das Home Insurance Building fälschlicherweise als „ersten Wolkenkratzer“ und „ersten Wolkenkratzer in Eisenskelettbauweise“ bezeichnet, und Jenney als „Vater des Wolkenkratzers und des Eisenskeletts“ ausgerufen. Im Zuge späterer Forschungsarbeiten haben sich diese Ansichten als haltlos erwiesen. Heute gilt James Bogardus mit seinen um 1850 entstandenen Eisenskelettbauten in New York als Erfinder des Eisenskeletts in den USA. Außerdem schreiben Historiker inzwischen George Post das Verdienst zu, den ersten Wolkenkratzer entworfen zu haben, nämlich 1867 das Equitable Life Insurance Building in New York. Burnham und Root wiederum gelten als Architekten des ersten Chicagoer Wolkenkratzers.

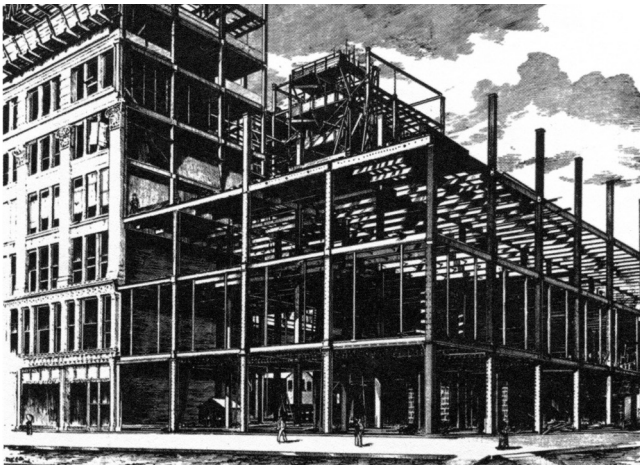
Zeitgenössische Beschreibungen und spätere Untersuchungen der Konstruktion des Home Insurance Buildings zeigen, dass dieses Gebäude nicht über ein selbständiges Eisenskelett verfügte. Die zwei gemauerten Außenwände an der Rückseite des Gebäudes sowie die eiserne Stützkonstruktion im Innern waren vielmehr typisch für die Zeit. Das einzige Detail, mit dem Jenney von den im Chicago der 1880er-Jahre üblichen Bauweisen abwich, waren gusseiserne Wandplatten, die er an den beiden Straßenfronten zwischen die äußeren gemauerten Pfeiler einfügte. Sie dienten in ähnlicher Weise als Stützen der Deckenbalken wie jene Wandplatten, die er schon im Leiter Building verwendet hatte. Hier wie dort wollte Jenney mit dieser Konstruktion die gemauerten Pfeiler schmal halten, um möglichst viel Tageslicht ins Innere zu lassen. Im Unterschied zu einem echten Skelett gab es in den einzelnen Stockwerken aber keine eisernen Außenwandstützträger, die in Verbindung mit den Pfeilern einen starren Rahmen ergeben hätten. Die Stabilität der beiden Straßenfronten des Gebäudes beruhte vielmehr auf einer konventionellen Verbindung von Mauerwerk und Metallelementen.



ENTWICKLUNG DES EISENSKELETTBAUS

Die ersten Außenmauern mit Eisenskelett in einem Chicagoer Wolkenkratzer waren jene, die den Lichthof des 1885 von John Wellborn Root errichteten Phoenix Buildings umschlossen. Root war der erste, der den inzwischen üblichen Rahmen aus Eisenpfeilern und -trägern nutzte, um die gemauerte Hülle des Lichthofs in jedem Stockwerk mit Hilfe eiserner Verbindungswinkel an den Außenwandträgern zu stützen. Dieselbe Konstruktion nutzte Root auch bei allen vier Mauern im Lichthof des Rookery Buildings (1885–1888). 1889 verzichtete Root erstmals gänzlich auf tragende Mauern: Das Rand McNally Building war nicht nur der erste reine Stahlskelett-Wolkenkratzer, sondern auch der erste, dessen Fassade vollständig mit Terrakotta verkleidet war.

Wenngleich Jenney weder den Eisenskelett-Wolkenkratzer erfunden, noch als erster Chicagoer Architekt ein reines Eisenskelett-Gebäude entworfen hatte, zählte er doch zu jenen von Chicagos Architekten, die im Anschluss an Roots Entwurf des Rand McNally Buildings die Entwicklung des Wolkenkratzerbaus intensiv vorantrieben. Jenneys erstes reines Eisenskelett-Gebäude war zugleich sein Meisterwerk. Kurz nach



Bau des Fair Store, entworfen von Jenney um 1890. Das Eisentragwerk gleicht im Prinzip dem, das Jenney auch beim Second Leiter Building verwendete.

Beginn der Arbeiten am Rand McNally Building wurde Jenney abermals von Levi Leiter mit dem Bau eines Gebäudes beauftragt: eines Kaufhauses an der Ecke State und Van Buren Street, das heute als Second Leiter Building bekannt ist. Bei diesem machte Jenney das Tragwerk des achtgeschossigen Gebäudes in der Fassade deutlich sichtbar.

Das Second Leiter Building (1889–1891) markiert den Beginn der späten Blütezeit in Jenneys Karriere. Nachdem er 1890 William Mundie zu seinem Junior Partner gemacht hatte,

wurde ihre gemeinsame Firma im Vorfeld der Weltausstellung 1893 mit der Planung mehrerer Wolkenkratzer beauftragt. In technischer Hinsicht bahnbrechend war vor allem das 1891 fertiggestellte Manhattan Building. Mit dem Monadnock Building (1889–1892) von Burnham und Root teilt es sich nicht nur den Titel des ersten 16-geschossigen Gebäudes der Welt, sondern auch des ersten Wolkenkratzers mit Windversteifung. Die beiden Gebäude standen an der Dearborn Street, die kurz zuvor südlich der Jackson Street verbreitert worden war, wodurch sich die Tiefe der beiden Grundstücke auf 20,70 m verringert hatte. Beide Architekten waren besorgt wegen möglicher Schwankungen, die der Wind bei solch schmalen Hochhäusern verursachen könnte, und beide reagierten darauf mit einer Aussteifung des Tragwerks gegen die Windkräfte. Im Manhattan Building verwendete Jenney nicht nur Diagonalstreben (wie auch Burnham und Root in ihrem Gebäude), sondern zudem – was für Wolkenkratzer eine Premiere war – starre Portalrahmen.

Mit der Weltausstellung 1893, für die er das Horticultural Building planen durfte, erreichte Jenneys Karriere ihren Höhepunkt. Anschließend ließ er offenbar bereitwillig zu, dass Mundie zunehmend die Kontrolle über die Firma übernahm. Jenney setzte sich 1905 in Südkalifornien zur Ruhe und starb am 15. Juni 1907 in Los Angeles.

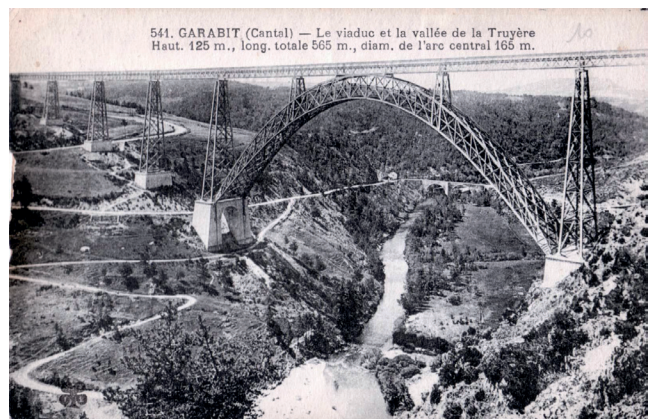


Gustave Eiffel

Gustave Eiffel war nicht nur der Erbauer jenes des kolossalen Pariser Wahrzeichens, das seinen Namen trägt, sondern auch ein fähiger Geschäftsmann und Unternehmer, der Bauwerke in Frankreich, Portugal, Spanien, Ungarn, Rumänien, den USA, Südafrika und Südostasien hinterlassen hat. Er war voller Ehrgeiz, Entschlusskraft und Tatendrang, und verband die Fähigkeiten eines umfassend ausgebildeten Ingenieurs mit Kreativität, einem Sinn für Vermarktung und realistische Terminplanung sowie dem Geschick, die jeweils besten Mitarbeiter zu gewinnen und bei der Stange zu halten.

Eiffel wurde in Dijon geboren, wo seine Mutter eine Kohlen- und Feuerholzhandlung betrieb. Sein Vater war ein Autodidakt, dessen Abenteuerlust und Wissensdurst Gustave erbt. Eiffel beendete sein dreijähriges Studium an der Ecole Centrale des Arts et Manufactures – schon damals eine der führenden Ingenieurhochschulen in Frankreich – mit einer Dissertation über den Bau eines Chemiewerks, in der Erwartung, seinem Onkel als Geschäftsführer einer Farbenfabrik bei Dijon nachzufolgen. Doch Familienstreitereien führten schließlich dazu, dass Eiffel 1855 – im Jahr der ersten Weltausstellung in Frankreich – eine Laufbahn als Ingenieur einschlug.

Er fand Arbeit bei Charles Nepveu, einem vielseitigen Ingenieur und Bauunternehmer, dessen Geschäft nach eigenen Angaben die „Herstellung von Dampfmaschinen, Werkzeugen, geschmiedetem Gerät, Blechen und ortsfestem wie rollendem Material für Eisenbahnen“ war. Dank der Fürsprache Nepveus wurde Eiffel schon bald von einer Eisenbahngesellschaft mit der technischen Begutachtung einer kleinen, nur 22 m langen Metallbrücke beauftragt. Es sollte der Beginn einer bedeutenden Karriere als Konstrukteur von Eisenbahnbrücken sein, deren Entwicklung damals in Frankreich rasant voranschritt. Im Alter von 26 Jahren wurde Eiffel schließlich von Nepveu mit der Leitung des Baus einer 500 m langen metallenen Eisenbahnbrücke über die Garonne in Bordeaux betraut. Der Bau der Brücke, damals eine der längsten in ganz Frankreich, war eine bedeutende Aufgabe. Schon hier nutzte Eiffel eine Technik, für die er später bekannt werden sollte: die Fundamentlegung von Pfeilern mit Hilfe von Druckluftsenkkästen.



Der Garabit-Viadukt über die Truyère-Schlucht, vollendet 1884. Mit seiner Spannweite von 160 m zählte er zu den bedeutendsten Projekten von Eiffels Firma.

EISENBahnVIADUKTE UND BRÜCKEN

Nach einigen Arbeiten in Südfrankreich für die Compagnie des Chemins de Fer du Midi, darunter der Bahnhof von Toulouse und mehrere Brücken, beschloss der 32-jährige Eiffel 1864 die Gründung einer eigenen Firma. Er verfügte zwar nur über begrenzte finanzielle Möglichkeiten, dafür aber über großen technischen Sachverstand und Kontakte im Eisenbahngeschäft. Nach zwei Jahren als bautechnischer Berater konnte er sich die Materialien und die Werkstatt leisten, die er als Bauunternehmer benötigte.

Sein erster bescheidener Auftrag war die Errichtung der Tragwerke zweier Synagogen in Paris. Daraufhin wurde seine Firma mit dem Bau zweier Viadukte über den Fluss Sioule in Mittelfrankreich beauftragt, die von Wilhelm Nordling geplant worden waren. Eiffels ureigener Beitrag bestand in der Idee, ein vormontiertes Brückendeck vom Ufer aus auf die Pfeiler zu schieben – ein Verfahren, das später weithin üblich wurde. Anfang der 1870er-Jahre begann sein Geschäft zu florieren; er baute weitere Brücken, von denen jene auf

den Eisenbahnstrecken Latour–Millau sowie Chinon–Les Sables d’Olonne besonders bemerkenswert sind. Außerdem errichtete er Tragwerke und Gasspeicher, baute in Bolivien und Peru Molen, Brücken und Lagertanks und an der chilenischen Grenze eine heute noch existierende Kirche aus Fertigbauteilen.

1875 erhielt Eiffel zwei bedeutende Aufträge für Bauwerke in Europa: den Hauptbahnhof in Pest (heute Budapest) und einen großen, von Theophile Seyrig gestalteten Viadukt („Maria Pia“) über den Douro in Porto. Sein gemeinsam mit Seyrig entwickeltes Konzept dieses Viadukts sah eine riesige Bogenbrücke mit einer Spannweite von 160 m vor, die wegen des Verzichtes auf Baugerüste besonders kostengünstig war. Der Entwurf gewann den internationalen Wettbewerb und steigerte Eiffels Ansehen. Zu jener Zeit zeichnete er überdies für zwei weitere Brücken in Portugal und Spanien verantwortlich, außerdem für den Bauentwurf des Pavillons der Stadt Paris bei der Weltausstellung 1878. In Paris errichtete er 1879 das Erweiterungsgebäude des Kaufhauses Le Bon Marche und zwei Jahre später die imposante Zentrale der Banque Credit Lyonnais.

Dem Gelingen des Maria-Pia-Viadukts in Portugal verdankte Eiffel den Auftrag, eine ähnliche Brücke auf der Bahnlinie Marvejols–Neussargues über die Truyere-Schlucht in Mittelfrankreich zu bauen. Die Brücke war die günstigere Alternative zu einem weit aufwändigeren Streckenverlauf durch das Tal mit entsprechend teuren Erdarbeiten. Obwohl sich der Garabit-Viadukt in einigen Details von der Brücke über den Douro unterscheidet, beruht er doch auf demselben Prinzip und gilt noch heute als ein Meisterwerk Eiffels. Bei einer Spannweite von 160 m und einer Höhe von 122 m über der Talsohle erweckt der Viadukt den Eindruck unglaublicher Leichtigkeit, und die Eleganz der Bogenform paart sich hier mit einer Feinheit im Detail. Mit der Fertigstellung des Viadukts 1884 war der Weg bereitet für den Bau des 300 m hohen Eiffelturms in Paris, der mit denselben Prinzipien, Berechnungen und Verfahren und von denselben Technikern geplant und gebaut werden sollte.

DIE FREIHEITSSTATUE UND DER EIFFELTURM

1884 stellten Eiffel und sein Ingenieurteam, insbesondere Maurice Koechlin und Emile Nougier, ihr Können erneut unter Beweis, als sie das Skelett der Freiheitsstatue in New York konstruierten. Dieses Tragwerk besteht aus einem Pylon, der mit Hilfe eines leichten Gerippes jene dünnen Kupferbleche trägt, die der Statue ihre Form geben. Von großer Kreativität zeugt auch die 1886 gebaute drehbare Stahlkuppel des Observatoriums in Nizza. Zur besseren Beweglichkeit ließ Eiffel



diese Kuppel auf einem runden Tank voll Wasser schwimmen, dessen hoher Salzgehalt ein Gefrieren verhinderte. Von solchen Innovationen abgesehen verdiente seine Firma gutes Geld mit der Entwicklung transportabler Brücken, die noch bis 1940 als Bausatz in alle Welt exportiert wurden.

Die Pariser Weltausstellung 1889 bot Eiffel schließlich die Gelegenheit, sich über die Grenzen bauingenieurlicher Tätigkeit hinauszuwagen. Lange bevor eine offizielle Entscheidung getroffen wurde, war in Paris die Idee aufgekommen, des einhundertsten Jahrestags der Französischen Revolution mit einem großartigen Bauwerk zu gedenken. Die Idee eines Turms von ungeahnter Höhe hatte es auch schon andernorts gegeben, etwa in Philadelphia, wo für die Weltausstellung 1876 ein 305 m hoher Turm im Gespräch gewesen war. Im Mai 1884 begannen Koechlin und Nougier über einen Turm für Paris nachzudenken. Sie fertigten eine grobe Skizze an und führten Berechnungen für einen Metallpylon durch, der aus vier Hauptpfeilern bestehen sollte, die am Boden weit auseinander standen und sich in der Spitze trafen. Der Entwurf wurde in wesentlichen Punkten vom Architekten Stephen Sauvestre überarbeitet, der die erste Plattform und die vier Hauptpfeiler mit monumentalen Bögen verband, verglaste Aufbauten auf die Etagen setzte und der Fassade Ornamente hinzufügte. Eiffel begann, sich für das Projekt zu interessieren und meldete gemeinsam mit seinen beiden Ingenieuren im September 1884 ein entsprechendes Pa-



tent an. Dann brachten sie Monate damit zu, ihre Idee bei offiziellen Stellen anzupreisen. Als 1885 schließlich ein Wettbewerb für den Masterplan und die zentralen Bauwerke der Weltausstellung ausgeschrieben wurde, war darin auch ein hoher Turm gefordert – eine eindeutige Bezugnahme auf Eiffels Konzept. Und Eiffel erhielt den Auftrag. Er trug annähernd die Hälfte der Baukosten und bekam dafür als Gegenleistung von der Stadt Paris die Genehmigung zum Betrieb des Turms bis zum Jahr 1910; die restlichen Gelder steuerte eine Gruppe von drei Banken bei.

Die Arbeiten am Turm hatten kaum begonnen, da erschien am 14. Februar 1887 in *Le Temps*, der damals führenden französischen Tageszeitung, ein Artikel mit der Überschrift „Protest gegen Eiffelturm“. Unterzeichnet von bekannten Persönlichkeiten des Kunstestablishments, war der Text ein zorniger Protest gegen „diese Beleidigung des französischen Geschmacks ... diesen monströsen Eiffelturm im Herzen unserer Hauptstadt“. Von „barocken, merkantilen Phantasien eines Maschinenbauers“ war die Rede, von einem „gigantischen schwarzen Fabrikschlot, einem Tintenklecks ähnlich“. Eiffel antwortete in einem Interview, in dem er die „Ästhetik des Turms“ verteidigte und sein Kunstverständnis skizzierte: „Darf man denn annehmen, dass uns Schönheit nichts angeht, nur weil wir Ingenieure sind, oder dass wir nicht zu bauen versuchen, was ebenso schön wie stabil und beständig ist? Sind denn die wahren Prinzipien der Festigkeit nicht stets im Einklang mit den ungeschriebenen Grundsätzen der Harmonie?“ Und weiter: „Ja, ich versichere, dass die Kurvenlinien der vier Pfeiler des Bauwerks, so wie mathematische Berechnungen sie vorgegeben ... einen großartigen Eindruck von Stärke und Schönheit vermitteln werden, denn sie werden die Kraft der gesamten Konstruktion erkennen lassen.“ Dieser Text kann nach wie vor als Eiffels paradoxes ästheti-

sches Credo gelten. Es beruht auf rationalen und abstrakten Überlegungen, die mit den Gesetzen der Naturwissenschaften und der Ethik übereinstimmen, seinem persönlichen Geschmack allerdings entgegenstanden, der weitgehend dem konventionellen bürgerlichen Geschmack des 19. Jahrhunderts entsprach.

Der Turmbau war eine Glanzleistung in Sachen Präzision, Effizienz und Schnelligkeit. Die Fundamente am Flussufer, die mittels Druckluftsenkkästen gelegt wurden, waren schon im Juni 1887 fertig. Die 1.200 Bauteile des Turms erforderten 700 technische Zeichnungen sowie 3.000 Werkstattzeichnungen, mit denen 40 Menschen zwei Jahre lang beschäftigt waren. Jedes einzelne Fertigbauteil wurde in Eiffels Fabrik in Levallois-Perret, rund acht Kilometer entfernt, auf ein Zehntelmillimeter genau hergestellt. Auf der Baustelle selbst waren zwischen 150 und 300 Arbeiter beschäftigt, darunter in den Schlüsselpositionen einige Veteranen, die schon am Bau der Viadukte mitgearbeitet hatten. Zum Einsatz kamen zwölf temporäre Gerüste von 30 m Höhe sowie vier weitere Gerüste von 45 m Höhe, die die Träger der ersten Plattform stützten. Zum Hochhieven der Bauteile verwendete man Kletterkräne. Alles in allem betrug die Bauzeit des eisernen Turms nur 33 Monate. 1889 wurde für Eiffel zu einem Jahr des Triumphs: Der Turm war nicht nur ein technischer, sondern auch ein Publikumserfolg – er galt als Symbol des Industriezeitalters und Meisterwerk der Ingenieurskunst, als Krönung einer jahrzehntelangen Phase kühner bautechnischer Experimente, und er begründete Eiffels weltweiten Ruhm.

