

Anmerkungen

1. Siehe: Welt im Umbruch. Ausst. Augsburg 1980, Kat. Bd. 2, Nr. 894.
2. Hermann Berger, Die deutsche Stahlmöbelindustrie. Düsseldorf 1939, S. 78.
3. The Diary of John Evelyn. Hrsg. G.S. de Beer, Oxford 1955, Bd. 2, S. 471.
4. Samuel Sharp, Letters from Italy. London 1767, S. 238 f.
5. Siehe: L.O.J. Boynton, The Bed-Bug and the "Age of Elegance". In: Furniture History 1. 1965, S. 25.
6. Siehe: Berger wie Anm. 2, S. 71.
7. Archives Nationales O¹ 3302, page 78. Den Hinweis verdanke ich Frau Frances Buckland, Wallace Collection London.
8. Goethe, Italienische Reise. 31.5.1787. Gedenkausgabe Bd. 2, Zürich 1950, S. 374.
9. Siehe: Berger wie Anm. 2, S. 72 und Digler, Polytechnisches Journal 30. 1828, S. 81-83.
10. J.B. Waring, Masterpieces of Industrial Art & Sculpture at the International Exhibition. London 1862, Pl. 122.
11. Karl Friedrich Schinkel Lebenswerk. Johannes Sievers, Die Möbel. Berlin 1950, S. 40 ff., Abb. 63.
12. Ebda Abb. 62, 65.

GUSTAV EIFFEL UND SEIN WERK

Albert France-Lanord

Es ist nicht möglich, über Eisenkonstruktionen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu sprechen, ohne dabei den Namen Gustav Eiffels zu erwähnen, der mit dem über der Silhouette von Paris stehenden Turm seines Namens unsterblich geworden ist. Dessen ungeachtet kennt man diesen Mann und sein Werk im allgemeinen nicht sehr gut und ebensowenig die spezifische Rolle, die er in der Geschichte der Technik und der Architektur gespielt hat. Wenn auch einige wissenschaftliche Arbeiten dem Eiffel-Turm gewidmet wurden, so ist doch der außerordentlich umfangreiche Nachlaß Eiffels, sowohl derjenige, welcher seine industrielle Tätigkeit als auch derjenige, welcher seine persönlichen Verhältnisse betrifft, bisher nicht ausgeschöpft worden; und eine Gesamt-Monographie über Gustav Eiffel und sein Werk bleibt noch zu schreiben.

Eiffel wurde 1832 in Dijon geboren. Sein Ur-Ur-Großvater, Johann-Maria Boenickhausen, der aus Marmagen bei Köln gebürtig war, ließ sich Anfang des 18. Jahrhunderts in Paris nieder und nahm aus praktischen Gründen den Namen Eiffel-Boenickhausen an. Erst 1880 jedoch konnte Gustav, aufgrund eines Gerichtsurteils, den Namen seines Vorfahrens durch seinen späteren Namen ersetzen, der ursprünglich ja nur ein Übername war.

Interessanterweise läßt sich feststellen, daß Künstler aus der Gegend von Köln zur Ausschmückung von Paris nicht unerheblich beigetragen haben, wie etwa Hittorf, der Erbauer des Gare du Nord, auf den auch die heutige Anlage der Champs Elysées und der Place de la Concorde zurückgeht, oder etwa Haussmann, zwar in Paris geboren, aber als Sproß einer Familie, die aus dem Kurfürstentum Köln stammte und sich im 18. Jahrhundert im Elsaß niedergelassen hatte.

Der Vater von Gustav, ehemaliger Berufssoldat, hatte in Dijon geheiratet. Obwohl Gustavs Eltern in bescheidenen Verhältnissen lebten, ließen sie ihm eine gute Ausbildung angedeihen. So besuchte er die zentrale Kunst- und Industrie-Schule, die er als Chemie-Ingenieur verließ, denn er beabsichtigte, in die Essigfabrik einzutreten, die einem seiner Onkel gehörte. Verschiedene Tätigkeiten übte er bei Nepveu, einem Ingenieur und Konstrukteur von Eisenbahnanlagen aus, anschließend in der Westbahn-Kompanie, dann kam er zu Nepveu zurück, dessen Firma inzwischen mit der Gesellschaft von Pauwels fusioniert hatte. Von diesem Zeitpunkt an widmete er sich speziell der Eisenkonstruktion, und bereits mit 26 Jahren wurde ihm der Bau einer großen Eisenbahnbrücke in Bordeaux verantwortlich anvertraut.

1867 gründete er seine eigene Firma, die Mechanischen Eisenbau-Werkstätten Levallois. Zu jener Zeit hatte er sich bereits einen guten Namen bei den Eisenbahngesellschaften gemacht, die damals in voller Blüte standen; Aufträge ließen daher nicht auf sich warten. Im Zusammenhang mit dem ihm als Ingenieur anvertrauten Auftrag zum Entwurf einer bogenförmigen Eisen-Tragkonstruktion für die Galerie des Machines an der Ausstellung 1867, erfand er eine neue Methode zur Berechnung des Elastizitäts-Moduls von konstruktiven Verbindungen in Eisenkonstruktionen. Diese Methode diente ihm dann als Ausgangspunkt für die Berechnung aller seiner großen Bauten.

Wie der weitere Verlauf seiner Karriere zeigt, war Eiffel zugleich ein hervorragender Ingenieur, der über eine beachtliche Kühnheit verfügte, indem er nicht zögerte, auch sehr große Konstruktionen zu errichten, aber ebenso sehr auch ein großer Geschäftsmann, der sehr umfangreiche Arbeiten, oft auch im Ausland, bewältigte, die mit erheblichen Risiken verbunden waren.

Diese Qualitäten ließen ihn bald über die Tätigkeit eines einfachen Ingenieur hinausgehen. Er besaß einen hervorragenden Mitarbeiterstab und konzentrierte, obwohl ihn die Weiterentwicklung der Technik stets interessierte, doch seine ganze Energie auf die Erfüllung seiner Aufgaben als Unternehmer. Hierzu bedurfte es zahlreicher Verbindungen, großer finanzieller Mittel, Durchsetzungsvermögens und einer gewissen Freude am Risiko, die ihn zur Übernahme immer umfangreicherer Arbeiten veranlaßte. Seine Karriere als Industrieller dauerte eigentlich nur 25 Jahre, was relativ kurz ist, aber in dieser Zeitspanne verbaute er 80.000 Tonnen Eisen, mehr als 3.000 Tonnen pro Jahr, was für jene Zeit sehr beachtlich ist. Mehr als die Hälfte dieser Tonnage wurde für den Bau von Eisenbahnbrücken verwendet. Manche dieser Bauwerke wie die Brücke über den Douro oder der Viadukt von Garabit sind von einer sehr großen Kühnheit. Die Errichtung des später nach ihm benannten 300 m hohen Turmes in Paris war für ihn ein Triumph. Gleichzeitig engagierte er sich in seinem wohl waghalsigsten Geschäft, dem Bau der Schleusen des Panama-Kanals, die ihm einen Auftrag von 31.000 Tonnen Eisen und sehr umfangreicher Erdbewegungen einbrachte. Leider ging dieses Geschäft in der Folge eines politisch-finanziellen Skandals schief; und dieses Ereignis war der Anlaß dafür, daß Eiffel, im Alter von 60 Jahren, seine Funktionen als Geschäftsmann niederlegte, um sich ausschließlich wissenschaftlichen Arbeiten zu widmen, besonders etwa über die Frage der Windbeständigkeit von Eisenkonstruktionen, sodann über die Aerodynamik, auf welchem Gebiet er unbestreitbar der Bahnbrecher war.

Eiffel starb 1923 in Paris im Alter von 91 Jahren. In seinem Leben hat er 31 Arbeiten über verschiedene Themen veröffentlicht. Dies etwa war, sehr kurz zusammengefaßt, die Karriere dieses Mannes.

Wir wollen nun im folgenden versuchen, seine wirkliche Bedeutung in der Technik- und Architekturgeschichte zu analysieren.

Nicht Eiffel als Geschäftsmann interessiert uns hier demgemäß in erster Linie, obwohl diese seine Rolle von jener des Ingenieurs nicht völlig getrennt werden kann. Ingenieur in Reinkultur war er in seinen Anfängen, mehr aber fühlte er sich zur Verwirklichung der Bauten als zu ihrem Entwurf hingezogen: mindestens während der ersten Jahre seines Werdeganges in der Industrie. Als ausgezeichnete Unternehmer verstand er es, effiziente Mitarbeiterstäbe aufzubauen. Sein hauptsächliches Bemühen war darauf gerichtet, Aufträge zu erhalten, sie unter guten Bedingungen und vor allem schnellstmöglich zu erfüllen.

Da er während der meisten Zeit für die großen Verwaltungen (Behörden, Eisenbahngesellschaften usw.) baute, mußte er für die Berechnung der Kunstbauten diejenigen Normen einhalten, die ihm auferlegt wurden; deshalb verwendete er für die Berechnung der Bogen die Methode von de Dion, für die Brückenbeläge die Formel von Clapeyron und für die Stützen die Methode von Culman.

Von 1876 an nahm Eiffel immer größere Eisenbauten in Angriff, vor allem Brücken. Einen in tiefer Schlucht verlaufenden Fluß in einem einzigen Bogen zu überschreiten, konnte im Verlauf einer Gleisanlage durchaus eine Ersparnis darstellen. Dieser Gesichtspunkt veranlaßte den Ingenieur, die bemerkenswerten Eisenkonstruktionen von Maria Pia über den Douro, dann von Garabit zu errichten, die mit Spannweiten von über 500 m in einem einzigen Bogen, mit 30 bis 40.000 Tonnen Eisen zugleich technische Meisterwerke darstellen und sehr gute Geschäfte waren. Um derartige Arbeiten mit Erfolg zu bewerkstelligen, war eine sehr weit getriebene Vorbereitung im Entwurfsbureau, in der Hütte und der Werk- und Vormontagehalle unerlässlich. Dadurch ließ sich die Arbeit an der Baustelle auf die Montage großer Teile mit Hilfe von Gerüsten oder neuer Montagetechniken reduzieren. Auf diesem Gebiet waren

Eiffel und seine Mitarbeiter wirkliche Erfinder, die technischen Fortschritt begründeten.

Die Kühnheit, welche der Konstrukteur Eiffel sowohl in geschäftlicher als auch in technischer Hinsicht an den Tag legte, mag manchmal erstaunen, sie ist jedoch vollkommen durchdacht und geplant. Auf solche Weise war es möglich, die Montage mit einer Rapidität und Genauigkeit zu gewährleisten, welche die Zeitgenossen in Erstaunen versetzte. Unfälle kamen kaum vor (ein tödlicher Unfall durch Unvorsichtigkeit am Eiffel-Turm). Die von Eiffel angewandten Methoden der Vorfabrikation erwiesen sich als wirksam: nur 30 bis 40 % Niete mußten auf der Baustelle angebracht werden, alle übrigen wurden bereits zuvor in der Werkstatt eingesetzt. Ein solches Vorgehen war nur möglich dank sehr weit getriebener Planung mit zahlreichen Werkspänen sowie einem darauf basierenden äußerst streng kontrollierten Aufreißen der Werkstücke. Besonders durch dieses Vorgehen wurde Eiffel der erste Konstrukteur seiner Zeit.

Was allerdings überraschen mag, ist der fast ausschließliche Gebrauch des im Puddle-Verfahren hergestellten Gußeisens, und dies noch zu einer Zeit, in welcher bereits die Verwendung des Stahls gebräuchlich war. Zwischen 1875 und 1880 sanken die Stahlpreise, die französischen Hütten und Walzwerke produzierten davon mehr und mehr, und die Konstrukteure zögerten nicht, das neue Material auch zu verwenden (Galerie des Machines, Brücke über den Forth).

Dies mag uns als eine Ablehnung des technischen Fortschrittes erscheinen. Zweierlei Gründe lassen sich dafür anführen. Als Eiffel mit seinen Eisenkonstruktionen begann, d.h. 1867, war der Stahl noch rar, teuer, ungleich in der Qualität, und man hatte noch etwas Angst davor, ihn für Kunstbauten zu verwenden. Eiffel, der eine vollkommene Meisterschaft in der Berechnung von Konstruktionen aus Eisen, der zweifellos seine Tabellen und Kurvenblätter besaß, der zahlreiche Versuche über die Widerstandsgrenzen des Eisens hatte machen lassen, sah keine Veranlassung dazu, ein Metall, das ihn vollständig befriedigte, durch ein anderes zu ersetzen, das er wenig kannte und dem er mißtraute. Anlässlich eines Vortrages, den er 1888 hielt, räumte er ein, daß die Eigenschaften des Stahls schwierig zu bestimmen seien, daß seine Widerstandskraft nicht wesentlich höher sei als jene des Eisens und daß seine höhere Elastizitätsgrenze andererseits die Herstellung schwieriger werden lasse.

Eiffel verwandte Stahl nur für die Herstellung vorfabrizierter Brücken, die für Indochina bestimmt waren und die besonders leicht sein mußten. Aber noch ein anderer Grund erklärt mit die fast ausschließliche Verwendung des im Puddle-Verfahren hergestellten Gußeisens. Alles Eisen, das Eiffel verbaute, kam aus den Hütten von Pompey in Lothringen. Dessen Eigentümer, die Herren Fould Dupont waren mit Eiffel durch finanzielle Absprachen verbunden, und ihr erster Martins-Ofen kam erst 1888 in Betrieb.

Eiffel, Ingenieur und Geschäftsmann, war nicht Architekt. Manchmal griff er für seine Bauten auf die Hilfe von Architekten zurück oder führte Pläne von Architekten aus, aber zur Architektur im eigentlichen Sinne fühlte er sich nicht hingezogen. Immerhin konnte er feststellen, daß die mathematischen Gegebenheiten, die zum Entwurf des Eiffelturmes führten, diesem eine vollkommen ästhetische Silhouette verliehen, und daß die Eisenkonstruktion dann vollkommen harmonisch sein kann, wenn sie nur den Daten der Berechnung folgt.

Der Eiffelturm war als Bauwerk weder sehr schwierig zu entwerfen noch auszuführen, jedenfalls weniger schwierig als die großen Viadukte; aber dieses Bauwerk ohne praktischen Zweck, das mitten in Paris errichtet und anfangs von einer ganzen Reihe von Künstlern und Intellektuellen als skandalös betrachtet wurde, hatte schließlich in der

Öffentlichkeit einen beachtlichen Erfolg und konnte so nicht unwesentlich zur Verbreitung der Eisenkonstruktion beitragen.

Die bisher als häßlich geltenden und nur eben als unentbehrlich geduldeten Eisenkonstruktionen wurden dank dem Eiffelturm zum Gegenstand des Erstaunens, dann sogar der Bewunderung, und dieses Monument, das in der Zeit als das höchste der Erde bewundert wurde, vermochte der Eisenkonstruktion allgemein ein nobles Gepräge zu verleihen.

Heute, da zahlreiche Bauwerke den Eiffelturm an Höhe überholt haben, sind die Besucher noch ebenso zahlreich und ebenso von Bewunderung ergriffen von dem, was nicht mehr Kühnheit, sondern was Schönheit geworden ist.

Und eben daher erklärt sich die Bedeutung von Eiffels Werk. Auch wenn er zum Unternehmen des Eiffelturmes durch einen unleugbaren Hang zum Gigantischen getrieben wurde, denn Eiffel war ganz sicher Megalomane nicht durch persönliche Eitelkeit, sondern durch Patriotismus, Freude am Risiko und am Geschäft, so haben es doch die sieben Millionen Kilogramm Eisen, die in den Himmel von Paris gesetzt wurden, Millionen von Menschen erlaubt, die Eisenkonstruktion und ihre Möglichkeiten zu entdecken, und gerade dies ist vielleicht die bedeutendste Leistung im Werk von Eiffel.

Der erste Entwurf zum Eiffelturm geht auf zwei Ingenieure von Eiffels Firma, Emile Nougier und Maurice Koechlin seit 1884 zurück. Ihnen schloß sich dann der Architekt Stephen Sauvestre an. 1887 beschloß die Stadt Paris die Errichtung eines 300 m hohen Turmes anlässlich der Ausstellung von 1889 zum 100jährigen Gedenken an die Französische Revolution. Ein Wettbewerb wurde ausgeschrieben und Eiffels Projekt ausgewählt. Die Planung nahm 18 Monate in Anspruch, während derer 400 qm Pläne gefertigt wurden. Die in Hütte und Werkhalle vorbereiteten Werkstücke wurden in Levallois aufgerissen, entschichtet, gebohrt und teilweise montiert und zwar so weitgehend, daß die Montage auf der Baustelle, begonnen im Juli 1887, Ende März 1889 vollendet war. Erforderlich waren etwa 7.400.000 kg im Puddle-Verfahren hergestellten Gußeisens, um 16.000 Werkstücke anzufertigen, in welche 7.000.000 Löcher gebohrt wurden, um 2.500.000 Nieten einzusetzen (die Hälfte davon an der Baustelle). Das Gewicht des Turmes übersteigt nicht jenes eines Luftzylinders der gleichen Höhe und der Basis eines um die vier Turmfüße beschriebenen Kreises. Der Turm kostete 7.799.401,31 Francs. Das Material ist im Puddle-Verfahren hergestelltes Gußeisen mit zahlreichen Einschlüssen von Silicium, 0,3 bis 0,4 % Phosphor, 0,03 % Schwefel und 0,04 % Mangan. Dieses Material hat der Korrosion und der Materialermüdung so gut standgehalten, daß der Turm in gutem Zustand ist. Der Turm wird gegenwärtig um etwa 1.000.000 kg zusätzlicher Last erleichtert, die im Laufe der Zeit auf der ersten Plattform angebracht wurde. Der Turm muß alle sieben Jahre gestrichen werden. Dazu benötigt man 30 Tonnen Farbe und 40.000 Arbeitsstunden.

Gegenwärtig besuchen dreieinhalb Millionen Menschen jährlich den Eiffelturm.

DER SCHEINBARE RÜCKSCHRITT IN DER EISENSKELETTBAUWEISE NACH DEN ERFABRUNGEN MIT DEM CRYSTAL PALACE VON 1851

Tom F. Peters

Der Crystal Palace von 1851 in London scheint für den heutigen Betrachter eine in die Zukunft gerichtete Abgeklärtheit auszustrahlen. Wir haben diesen Bau so stark idealisiert und unseren Vorstellungen angepaßt, daß die wirklichen Leistungen und Probleme von diesem Mythos überspielt werden. (1) Gewiß war der geniale Bau an der Einführung von Eisen und Glas im Hochbau beteiligt; aber nicht das spröde Gußeisen, sondern zuerst das Schmiedeeisen und dann der Stahl sollten der Skelettbauweise zum Durchbruch verhelfen. Dies mag angesichts der großen Beliebtheit von Gußsäulen und -fassaden im letzten Jahrhundert etwas erstaunlich klingen. Aber das unterschiedliche Verhalten von Gußeisen und Schmiedeeisen unter Beanspruchungen wie Biegung, Schub, Torsion, Zug und Knicken bedingt verschiedene konstruktive Verhaltensweisen, von denen man in der Architekturgeschichte so gut wie nie etwas vernimmt, aber ohne deren Berücksichtigung kein tauglicher Skelettbau entstehen kann.

Die Behauptung, daß der Crystal Palace ganz aus Eisen und Glas bestand, ist falsch. Kritiklos übernahm man diese unzulässige Vereinfachung aus den überall publizierten Laienberichten. Die Außenhaut bestand aus Holzrahmen, denen ein nur dekorativer Gußbogen vorgeblendet war. Im Erdgeschoß gab es außer bei den Eingängen überhaupt kein Glas, sondern nur Ventilationsroste und Holzverschalungen. Dafür waren die zwei oberen Geschosse zu 4/5 verglast, so daß der Glasanteil an der gesamten Außenhautfläche immerhin ungefähr 40 % ausmachte. Die Zwischenwände, die Böden, die Längsträger aller einstöckigen Gebäudeteile und die Gewölbebogen des großen Transzepts waren alle aus Holz, ebenso die Fenstersprossen und Dachrinnen, für die Joseph Paxton seine viel zitierte Holzbearbeitungsmaschine erfunden hatte. Der Crystal Palace war also nicht ganz so aufgebaut, wie die viktorianischen Gewächshäuser, geschweige denn wie ein moderner Skelettbau.

Was bleibt also von diesem Bauwerk übrig, was für uns relevant sein könnte. Da ist zum Beispiel die komplexe Organisation des Bauprozesses zu nennen, welche für die weitere Entwicklung des Bauens allgemein bedeutend wurde (2), sowie das konstruktiv additive Einheitsfeld von etwa 7,3 x 7,3 m. Es bestand je aus vier gußeisernen Stützen und Bindern und konnte in der Höhe gestapelt und in der Ebene beliebig erweitert werden.

Das Konzept des drei-dimensionalen, additiven Elementes ist eines der technikhistorisch wichtigsten Aspekte dieses Baus. Der Crystal Palace unterscheidet sich also grundsätzlich im konstruktiven Konzept - wenn auch nicht in der Detaillierung - von allen ihm vorausgegangenen Gewächshäusern. Er ist für die Entwicklungsgeschichte sowohl des architektonischen Entwerfens als auch des Skelettbaus von Bedeutung. Der Innovationsgrad von Paxtons Baukasten-System war beachtlich. Die hohlen Stützen zum Beispiel ermöglichten sowohl die Ableitung des Regenwassers, wie auch die Anpassung der Querschnittsfläche an die unterschiedliche statische Beanspruchung durch variierende Wandstärken. Auf diese Weise konnten die äußeren Dimensionen der Stützen beibehalten und somit die Verbindungsgeometrie gewährleistet werden.

Die frühe Entwicklung solcher Moduleinheiten geht von den vorgefertigten und normierten britischen Reihenhäusern um 1830 bis zu den demontablen Lazaretten, den Hotels und den Kaufhausbauten nach der Jahrhundertmitte. In dieser Reihe stellt die konstruktive Moduleinheit des Crystal Palace einen Meilenstein dar, und nicht das Stahlskelett oder die gläserne Vorhangsfassade, welche der Crystal Palace nicht besaß.