

Pfingstexkursion der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

Paris

22. bis 24. Mai 2018



Vorwort

Die diesjährige gemeinsame Pfingstexkursion des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktionen und des Lehrstuhls für Stahl- und Leichtmetallbau führte uns, eine Gruppe Studenten der Masterstudiengänge Bauingenieurwesen sowie Funktionaler und Konstruktiver Ingenieurbau, vom 22. bis 24. Mai 2018 nach Paris.

Wir besichtigten sowohl moderne Bauten, die uns die heutigen Möglichkeiten des Stahl- und Ingenieurholzbaus, insbesondere auch unter den zeitgemäßen Aspekten der Revitalisierung und Innenverdichtung, veranschaulichten, als auch einige der bedeutsamen Bauten früherer Epochen in der französischen Hauptstadt.

Neben der Betrachtung der technischen Aspekte hat sich uns dabei auch die Möglichkeit geboten, ein Augenmerk auf die Architektur und deren Einflüsse auf das Stadtbild zu werfen.

Im Einzelnen besuchten wir auf unserer abwechslungsreichen Exkursion folgende Bauwerke:

Sozialwohnungsbau Tête en l'air

Pont Alexandre III

Pyramide du Louvre

Fondation Jérôme Seydoux-Pathé

La Tour Eiffel

Centre Georges-Pompidou

Forum Les Halles

La Seine Musicale

Fondation Louis Vuitton

La Défense

Teilnehmer

Jens-Patrick Amend	Christina Hagenmeyer	Konstantin Schmehl
Theresa Bleich	Luzie Heisig	Christoph Schmidt
Jan Borst	Karin Hinkel	David Staiger
Fabian Brinnel	Elisabet Kuck	Maximiliane Straub
Camilo Bueno	Nicole Mayer	Stephan Strübel
Johanna Denecke	Matthias Müller	Monica Vedovelli
Sebastian Egner	Simon Niefenthaler	Jan Watrin
Julia Fritz	Adrian Reich	Ibo Yener

Begleitpersonen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer

Dipl.-Ing. Katrin Armbruster

Sina Glattacker, M.Sc.

Dipl.-Ing. Philipp Ladendorf

Lukas Windeck, M.Sc.

Programm

Dienstag, 22. Mai

Abfahrt am KIT

Besichtigung Wohnungsbau Tête an l'air

Besichtigung Pont Alexandre III

Besichtigung Pyramide du Louvre

Besichtigung Fondation Jérôme Seydoux Pathé

Übernachtung im St. Christopher's Inn – Gare du Nord

Mittwoch, 23. Mai

Besichtigung des Eiffelturms

Besichtigung Centre Pompidou und Les Halles

Besichtigung La Seine Musicale

Übernachtung im St. Christopher's Inn – Gare du Nord

Donnerstag, 24. Mai

Besichtigung der Fondation Louis Vuitton

Besichtigung La Défense

Rückfahrt nach Karlsruhe

Besichtigung des Wohnungsbaus Tête en l'air

Beitrag von Jens-Patrick Amend, Nicole Mayer und Sebastian Egner

Das Sozialwohnungsprojekt „Tête en l'air“, das im Zuge einer Sanierung des Stadtviertels „Quartier de la Chapelle“ im Jahr 2013 fertiggestellt wurde, liegt versteckt und unscheinbar im Hinterhof eines Bestandsgebäudes aus der Nachkriegszeit in der Rue Philippe de Girard im Norden von Paris.

Der von der Immobiliengesellschaft der Stadt Paris, Siemp neu errichtete Anbau ist für seine Holzkonstruktion und optische Erscheinung bekannt. Beauftragt wurde das Architekturbüro koz mit der Planung und das Statikbüro evp Ingénieurs mit der Prüfung der Konstruktion.

Um nach Auflage der Stadt den Charme des Stadtteils zu erhalten, wurde das zur Straße hin unter Denkmalschutz stehende Bestandsgebäude weitestgehend erhalten. Aufgrund des problematischen Zustands der Bausubstanz mussten die Fundamente verstärkt und die Geschosdecke sowie die Fassade teilweise erneuert werden. Der Anbau im Hinterhof wurde dagegen komplett neu entworfen und erbaut.

Das Projekt ist das erste große Vorhaben in Holzbauweise in der Pariser Innenstadt. Ermöglicht wurde dies durch den Erfolg eines kleineren vorausgehenden Projekts des verantwortlichen Büros in ähnlicher Konstruktion, sowie der im Jahr 2007 aufgekommenen politischen Diskussion zu nachhaltigem Bauen.

Da die meisten Holzbauunternehmen im Großraum Paris bisher nur Sanierungsarbeiten und kleiner Holzbauarbeiten verrichten und auswärtige Firmen durch die beengten Verhältnisse in Paris abgeschreckt wurden, entschied sich Siemp für eine Vergabe getrennt nach Holzbau und anderen Gewerken. Die Tragkonstruktion des Neubaus im Hinterhof wurde von der Firma CMB überwiegend aus Holz ausgeführt und steht damit in starkem Kontrast zum Bestandsgebäude. Das Bauwerk hebt sich zudem nicht nur durch die verwendeten Materialien, sondern auch durch seine Form deutlich von den umliegenden Bestandsbauten ab, eine unübliche Eigenschaft für den sonst eher schlichten sozialen Wohnungsbau.

Es entstanden 30 neue Wohnungen, 15 im sechsgeschossigen, renovierten Bestandsgebäude und 15 im fünfstöckigen Neubau, von welchem man einen Ausblick in den

schmalen, langgestreckten Hinterhof erhält, der zu einem grünen Garten umgestaltet wurde.

Die Wohnungen erstrecken sich über eine Fläche von 2601 m², bei Gesamtkosten von rund 5,5 Mio. €.

Durch seine Erscheinung und Bauweise gewann das Projekt den Prix Building Of The Year 2014 und belegte den 2. Platz beim Prix National de la Construction Bois 2013.

Konstruktion

Der Neubau, welcher an das Bestandsgebäude anschließt, wurde bis auf die vertikale Erschließung als Holzrahmenbau ausgeführt. Auch die in Stahlbetonbauweise ausgeführten Treppenhäuser wurden optisch in den Holzbau eingefügt.

Die einzelnen Bauteile der Tragkonstruktion bestehen aus Fichtenbrettschichtholz, die Fassadeverkleidung aus vertikalen Lamellen, Fenster und Türen wurden in Lärchenholz ausgeführt.

Die Grundrisse jeder Wohnung sind durch die versetzt auskragenden Holzkuben unterschiedlich. Die Dächer dieser Würfel dienen als Terrassen der darüber liegenden Wohnungen.

Der Innenhof wurde begrünt, neu gepflanzte Bäume sowie die Kuben der Fassade dienen als Schattenspender. In Kombination mit der Holzfassade wurde damit für die Anwohner ein attraktiver Erholungsort abseits des umgebenden Straßenlärms und sengender Hitze geschaffen.

Herausforderungen

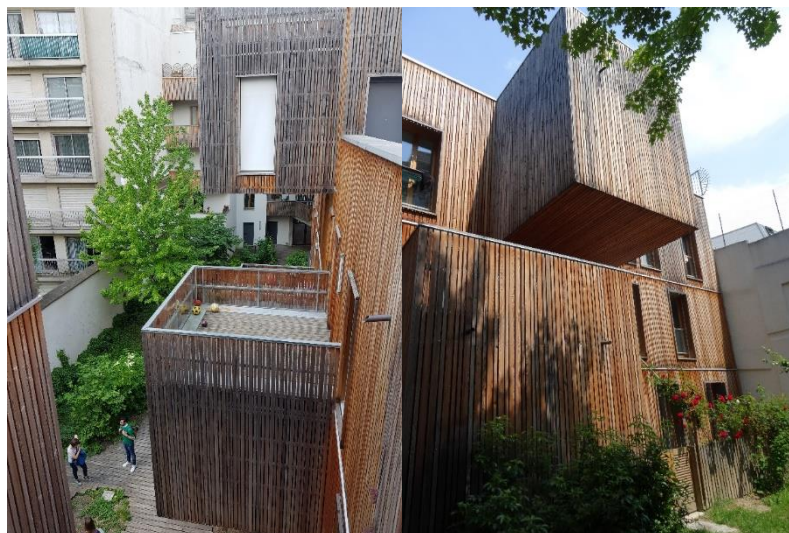
Die engen Verhältnisse an der Baustelle stellten eine Reihe von logistischen Hindernissen dar. Vom Firmensitz der Baufirma südlich von Nantes wurden die vorgefertigten Holzrahmen mit Sattelzügen bis zur Stadtgrenze von Paris gebracht und dort auf kleinere Lastwagen umgeladen. Diese brachten die Einzelteile zur Baustelle in der engen Rue Philippe de Girard, die nur zwei Stunden pro Woche gesperrt werden musste, um die Anlieferung zu vereinfachen. Die vorgefertigten Rahmen von bis zu 3 x 6 Meter Größe mussten in den Innenhof des Gebäudes gebracht werden, wozu eine Anpassung der bestehenden Durchfahrt auf zwei Geschosshöhen notwendig wurde. Die Zufahrt für größere Baumaschinen zum Hinterhof war hingegen gar nicht möglich.

Eine noch größere Herausforderung war die öffentliche Wahrnehmung der Holzbauweise. Hartnäckig hält sich das Vorurteil, dass Holz zwangsläufig ein gefährdender Baustoff im Brandfall ist. Insbesondere die Nähe zur Nachbarbebauung und schlechte Zugangsmöglichkeiten zum Hinterhof für Einsatzkräfte stellen ein erhöhtes Risiko dar. Durch entsprechende Anpassung der Querschnitte und Vorsorgemaßnahmen können jedoch ausreichende Feuerwiderstände und Brandschutz erreicht werden.

Aussicht

In den letzten Jahren erfreuen sich die Holzbauten steigender Beliebtheit, bedingt durch kurze Bauzeit und geringes Gewicht, insbesondere bei städtischen Konstruktionen und Denkmalpflege. Dabei war dieses Projekt im Großraum Paris wegweisend.

Der begrenzte Bauplatz in Großstädten wie Paris erfordert eine Nachverdichtung, um zusätzlichen Wohnraum zu schaffen. Dadurch gewinnen auch kleine Baulücken, Hinterhöfe und Dächer an Attraktivität. Schon heute werden Neubauten auf Bestandsgebäude gebaut, insbesondere Holz ermöglicht dabei die Ausnutzung auch geringer statischer Reserven durch sein geringes Gewicht bei hoher Tragfähigkeit.







Besichtigung der Pont Alexandre III

Beitrag von Julia Fritz, Christina Hagenmeyer und Camilo Bueno



Die Pont Alexandre III ist eine der bekanntesten und eindrucksvollsten Brücken des Neobarocks. Sie befindet sich im Westen von Paris und führt mit einer Spannweite von 107,5 m über die Seine. Die Brücke sollte zur Weltausstellung 1900 errichtet werden. Bereits 1828 wurde an dieser Stelle von Navier der Bau einer Brücke in Angriff genommen, infolge von Hochwasserschäden allerdings nicht fertig gestellt. Die Pont Alexandre III wurde nach drei Jahren Bauzeit genau einen Tag vor Eröffnung fertig gestellt. Der Name Alexandre III erinnert an den Zaren Alexandre III, der die russisch-französische Allianz förderte.

Der Scheitelpunkt der Brücke, mit einer Höhe von 5,28 m über den Bogenlagern, musste so flach wie möglich sein, um den Blick der Champs-Élysées auf den Dôme des Invalides nicht zu beeinträchtigen. Dennoch musste eine ausreichende lichte Höhe eingehalten werden, um die Schiffe auf der Seine passieren zu lassen.

Aufgrund von Kontaktkorrosion zwischen den unterschiedlich vorhandenen Metallen (Stahlguss, Gusseisen, Bronze) musste die Brücke 1997 saniert werden. Wie wir sehen konnten sind heute, bereits nach ca. 30 Jahren, erneut massive Korrosionsschäden vorhanden.



Der Dreigelenkbogen besteht aus 15 miteinander verschraubten, gewölbten Stahlgussteilen (3,6 m lang). Jeder Bogen ist 2,85 m voneinander entfernt. Sie wurden in fünf verschiedenen Werken produziert. Fahrbahnträger und Stützen sind aus Flusseisen, der Bogen aus Stahlguss gefertigt. Der Bogenträger weist einen veränderlichen Querschnitt von 0,85 bis 1,5 Metern und Wanddicken von 50 bis 60mm auf. Die Trägerlänge der Wölbstücke ist auf 3,625 m begrenzt, um große Zwängungen beim Zusammenziehen zu vermeiden. Schon bei dieser Länge verkürzt sich der Träger um 8 cm. Die Ausführung als ein Dreigelenkbogen bewirkt nur geringe Biegemomente und verhindert Temperaturzwänge.

Für die Produktion der Wölbstücke wurde der flüssige Stahl, der durch das Siemens-Martin-Ofen-Verfahren hergestellt wurde, in eine Sandform gegossen. Dieser Prozess dauerte 4 Minuten. Eine viertel Stunde später wurde er belüftet, um Risse während der Abkühlung zu verhindern. Am nächsten Tag wurde die Form entfernt und das Werkstück nachgeglüht (12 Stunden auf 1000°C erhitzen, 2 Stunden anlassen, auf 700°C abkühlen und für weitere 12 Stunden anlassen). Die Wölbstücke mussten eine Mindestzugfestigkeit von 450 MPa und eine Fließgrenze von 240 MPa aufweisen. Die Gelenke hingegen 600 MPa Zugfestigkeit und 400 MPa Fließgrenze. In den Bauteilen durfte kein Zug auftreten und die Druckspannung war auf 100 MPa begrenzt. Die Stahlzusammensetzung betrug: 0,26-0,46 % C; 0,18-0,35 % Si; 0,5-1 % Mn.

Die Gründung wurde als Senkkastengründung ausgeführt. Aufgrund der sehr schlechten Baugrundverhältnisse (weiche Tonschicht), musste eine Verbesserungsschicht aus Sand eingebracht werden. Das Widerlager wurde mit einer sehr großen Masse ausgeführt, um dem Kippmoment aus horizontalen Lasten zu widerstehen. Große gesundheitliche Probleme sind wegen der Dekompressionskrankheit aufgetreten. Während des Baus litten 29 Bauarbeiter an dieser Krankheit, ein Arbeiter ist daran gestorben.

Die restliche Lebensdauer der Brücke ist bzgl. Ermüdung eine Problematik wegen den erhöhten Verkehrslasten. Damals wurde mit einer Verkehrslast von 4 kN/m^2 bemessen, heut zu Tage ist laut EC1 bei Fußgängerbrücken bereits eine Verkehrslast von 5 kN/m^2 anzusetzen. Deshalb müsste genau untersucht werden, ob bei den vorhandenen Lasten Zugspannung im Bogen aufgrund von Biegemomente auftreten, welche Ermüdungsprobleme mit sich bringen. Es ist aber nicht möglich pauschal eine schnelle Gegenüberstellung mit den Verkehrslasten im EC1 zu machen, weil diese Brücke höchstwahrscheinlich nach den Nachrechnungsrichtlinien bemessen werden muss.

Für die Montage wurde eine rollende Rüstung hergestellt, welche die beiden Ufer überspannte und als Kranbahn diente. Die Rüstung konnte sich in Flussrichtung und senkrecht dazu bewegen. Mit Hilfe einer schwimmenden Rüstung und eines Vorschubschnebels wurde die Rüstung von einem Ufer bis zum anderen gebracht.

Besichtigung der Pyramide du Louvre

Beitrag von Julia Fritz, Christina Hagenmeyer und Camilo Bueno



Zum 200 jährigen Jubiläum der französischen Revolution verwirklichte der französische Staatschef Mitterrand das Projekt "Grand-Louvre", mit dem der vorhandene Gebäudekomplex zum bekanntesten und größten Museum der Welt werden sollte. Nach langem Verhandeln erteilte Mitterrand 1983 dem chinesisch-amerikanischen Architekten Pei den Auftrag der Gestaltung des neuen Louvres, das im Jahre 1989 eröffnet wurde.

Blickfang sollte die größte von fünf Pyramiden aus Glas sein. Die Einwohner der Stadt verspotteten Mitterrand und seine Idee als Gewächshaus und Käseglocke. Manche deuteten sie auch als Grabkammer Mitterrands und seiner Sozialisten. Man vermutet, dass nicht nur die Pyramide von Weinbrenner auf dem Karlsruher Marktplatz, sondern auch die Via Triumphalis als Vorbild diente. So befand sich ab 1989 nicht nur Grande Arche und l'Arc de Triomphe auf der historischen Achse, sondern auch die Pyramide des Louvres.

Die Eckdaten der Pyramide sind: Kantenlänge von 34,2 m, Neigungswinkel $50,7^\circ$ und Höhe von 21,65 m. Mit Ausnahme der Glasflächen sind alle Elemente, in Anlehnung an die Bleideckung der Louvredächer, in Anthrazit. Als Widerlager dient ein mit Granit verkleideter Betonsockel, der den Stahlkern ummantelt.

Das Gitternetz, dass durch parallel zu den Außenkanten laufenden Stahlstreben, entsteht, teilt jede Seite in sechs Felder. Diese werden wiederum in kleinere Rauten mit den Diagonalmäßen von 1,9 auf 3 m aufgeteilt. Das aufgesetzte Verbundglas ist frei von Eisenoxidbeimengungen, um eine grünliche Färbung der Verglasung zu vermeiden und die Reflexion des Sonnenlichts zu reduzieren. Alle Teile der Pyramide

sind Sonderanfertigungen. Die Stahlträger sind einer Spezialhärtung unterzogen, um eine maximale Breite von 6 cm zu realisieren. Die Seiten werden durch Druckstäbe, die senkrecht zur Glasfläche stehen, gehalten, diese sind zusätzlich diagonal abgespannt.

Besichtigung der Fondation Jérôme Seydoux Pathé

Beitrag von Adrian Reich, Jan Borst und Fabian Brinzel

Allgemeines

Die Fondation Jérôme Seydoux-Pathé wurde im Jahre 2006 gegründet und am 10. September 2014 eröffnet.

Sie befindet sich in der 73 Avenue des Gobelins im 13. Arrondissement in Paris. Ins Leben gerufen wurde die Stiftung von dem Geschäftsmann Jérôme Seydoux, der einer alten protestantischen Bankiers- und Industriellenfamilie entstammt. Er ist seit 1990 Präsident der Filmproduktionsfirma Pathé die auf die Brüder Charles und Emile Pathé zurückzuführen ist.

Pathé ist eine der ältesten noch aktiven Produktionsfirmen der Welt und hat dementsprechend eine sehr große Anzahl alter und neuer Filme produziert. So zum Beispiel auch der sehr bekannte Film: „Willkommen bei den Sch’tis“.

Die Filmsammlung wird auf über 10.000 Filme geschätzt, wovon rund 2.000 Stummfilme sein sollen. Diese Stummfilme werden Stück für Stück restauriert und auch im hauseigenen Stummfilm-Kino mit Begleitung eines live spielenden Pianisten gezeigt. Die Kosten für die Restauration werden durch die Einnahmen aus den Stummfilm-Vorführungen und den Veranstaltungen im Stiftungsgebäude gedeckt.

Auf zwei Stöcken des fünfstöckigen Gebäudes finden Ausstellungen statt. Eine davon als Dauerausstellung, in der zahlreiche Filmapparate und Vorführungsapparate zur Schau gestellt werden. Anhand dieser Apparate soll die Entwicklung der Filmtechnik zwischen 1896 (Gründungsjahr der Filmgesellschaft Pathé durch die Brüder Charles und Emile) bis heute verdeutlicht werden. Die andere, temporäre Ausstellung befasst sich immer mit Themen, passend zum jeweiligen Stummfilm, der zwei Etagen tiefer vorgeführt wird.

Für die Besichtigung wurde die Gruppe geteilt. Während ein Teil sich die Ausstellung der Apparate und die unteren Stockwerke des Gebäudes betrachten konnte, wurde der andere Teil in den für uns interessanten Dachraum geführt.

Diese Führung konnte nur abends gemacht werden, da sich in den beiden oberen Stockwerken Büros der Stiftung für ihre Angestellten befinden in denen tagsüber normal gearbeitet wird und die normalerweise nicht öffentlich zugänglich sind. Als wir dort hinauf gingen saßen dennoch ein paar Leute an ihren Schreibtischen und arbeiteten, als wir von unserer Führerin das Gebäude, die Fassade und das Dachtragwerk erklärt bekamen.

Architektur

Das ausführende Architekturbüro des Jerome Seydoux Pathé Stiftungsgebäudes war Renzo Piano Building Workshop, das unter der kreativen Führung des international renommierten italienischen Architekten Renzo Piano, steht. Dieser hat unter anderem Gebäude wie den New York Times Tower, das Weltstadthaus in Köln, den Shard Tower in London – das höchste Gebäude der EU – oder auch das zum Eröffnungstermin sehr umstrittene Centre Georges-Pompidou entworfen bzw. mitentworfen.

Die Frontfassade stammt noch von dem „Théâtre des Gobelins“, das 1869 nach den Plänen des Architekten Alphonse Cusin erbaut wurde. Zwischenzeitlich von 1934 - 2003 befand sich in diesem Gebäude ein Kino, das dann später für das Stiftungsgebäude Platz machen musste. Im Zuge des Neubaus wurde die Fassade saniert, trägt jedoch immer noch die Tragödie und Komödie verkörpernden Skulpturen, des französischen Bildhauers Auguste Rodin.



Das Gebäude vom Innenhof gesehen

Während das Dach sich mit der grauen Farbe der Aluminium Lamellen noch recht gut in das Pariser Stadtbild einfügt, hebt sich die "raupenartige" bzw. "eierartige" Form jedoch deutlich von den typischen Hausmann Gebäuden ab, die einen Großteil der Pariser Innenstadt ausmachen und auch das Stiftungs-Gebäude umgeben. Folglich stellt die Architektur des Stiftungsgebäudes einen deutlichen Einschnitt in der sonst relativ einheitlichen Pariser Innenstadt dar.

Nach der Theaterfassade folgt ein transparenter hoher Empfangsraum, der zwischen der Fassade und der sich anschließenden organischen Struktur vermitteln sollen und darüber hinaus noch Zugang zu den Obergeschossen 1., 2. und 3. ermöglicht.

Das Hauptgebäude sticht durch seine organische raupenartige Form hervor, wodurch die einzelnen Stockwerke einen ovalen Grundschnitt erhalten. Durch das große gewölbte Glasdach wird vor allem das obere Stockwerk mit reichlich Tageslicht ausgefüllt, was für ein Renzo Piano Gebäude typisches Merkmal ist. Die darauf installierten Aluminium Lamellen ermöglichen es einerseits das Licht zu dimmen und andererseits sich farblich der Umgebung besser anzupassen. Des Weiteren fügt sich das Gebäude (siehe Abbildung X) an die umgebenden Häuser an, was in der Sprache der Architekten als ein "offener und physischer Dialog mit den Bestandsbauten" bezeichnet wird.

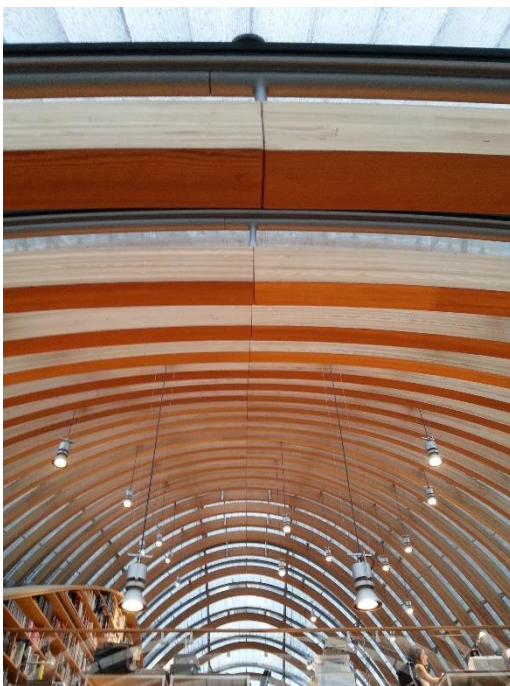
Tragwerk

Für das Tragwerk des Gebäudes ergeben sich hauptsächlich aus zwei Gründen besondere Herausforderungen:

1. Die Bebauung eines engen innerstädtischen Grundstücks
2. Der architektonische Entwurf mit seiner doppelt gekrümmten Oberfläche



Aufgrund von Schächten unterhalb des Grundstücks musste zunächst eine bis zu 23 Meter tiefe Pfahlgründung erstellt werden. Darauf aufbauend besteht das Gebäude aus einem aussteifenden Stahlbetonkern, an den eine die Decken tragende Stahlkonstruktion angeschlossen ist. In den unteren drei Etagen bildet eine aufwendig geschaltete Stahlbetonschale den formgebenden und mittragenden Raumabschluss. Während die oberen zwei Stockwerke von einer doppelt gebogenen Isolierglaskonstruktion abgeschlossen werden.



Die tragende Dachkonstruktion wird 32 Lärchenholz Brettschichtholzträger, welche als bis zu 9,5 Meter 2 Gelenkrahmen wirken. Sie geben ihre Lasten in ein umlaufendes Stahlrohrprofil ab. Die Brettschichtholzträger wurden als Stäbchenschichtholzträger hergestellt. Hierzu wird zunächst Brettschichtholz hergestellt. Im ausgehärteten Zustand wird das Brettschichtholz rechtwinklig zu den Klebefugen in einzelne Lamellen zersägt. Die so entstandenen Bretter werden nun wiederum zu einem Brettschichtholzträger verleimt. Neben einer zusätzlichen Homogenisierung im Vergleich zu einem normalen Brettschichtholzträger kommt dieses Verfahren hauptsächlich aus ästhetischen Gründen zum Einsatz. Wegen den beengten Zufahrtswegen wurden die längeren Bogenträger als zwei Einzelteile geliefert und auf der Baustelle mittels eines Stahlbleches biegesteif verbunden, wobei die Löcher für die Verbindungsmittel nur einseitig gebohrt sind. Nach dem Einbringen der Verbindungsmittel wurden die Löcher mit Holz geschlossen, sodass sie nur auf einer Seite der Träger und nur bei sehr genauem Hinsehen zu sehen sind.

Statt dem klassischen Bauholz Fichte kam Lärche vermutlich aufgrund der besseren mechanischen Eigenschaften (höherer E-Modul, höhere Festigkeiten, höhere Duktilität) zum Einsatz. Die Träger sind 100 mm breit und nehmen von den Gelenken zum First von 170 auf 270 mm Höhe zu. Mit ihren nur 10 mm starken Lamellen erfüllen sie höchste ästhetische Ansprüche.

Auf den Brettschichtholzträgern befindet sich eine sekundäre Tragkonstruktion aus gebogenen Stahlrundrohren, welche einerseits die Aussteifung quer zur Trägerachse übernehmen und andererseits als Unterkonstruktion für die Glaskonstruktion dienen.

Über der Glaskonstruktion aus 2-achsig gebogenem Isolierglas befindet sich eine perforierte Aluminiumkonstruktion. Diese dient als Hitzeschutz des Innenraums und verhindert insbesondere, dass sich das Glas zu stark erhitzt, wodurch es brechen könnte. Zusätzlich sorgt es für eine offene Lichtstimmung im Inneren, während es gleichzeitig vor unerwünschten Blicken von außen schützt.

Besichtigung des Eiffelturms

Beitrag von Ibo Yener, Jan Watrin und Matthias Müller

Die Besichtigung des Eiffelturmes erfolgte am zweiten Tag des Aufenthaltes in Paris. Nachdem Frühstück machten wir uns auf den Weg zum Monument in der Pariser Innenstadt. Vom Gare de l'Est sind wir mit der Metro zur Haltestelle Trocadero gefahren und von dort aus zum Treffpunkt mit dem Guide an der Basis des Turmes gelaufen. Wir wurden in zwei Gruppen unterteilt und danach mussten wir den Turm über die Treppe bis zur zweiten Etage besteigen. Auf der ersten Etage gab es einen Rundgang mit historischem Hintergrund über den Eiffelturm vom Guide. Danach ging es wieder über die Treppe zur zweiten Etage. Auch dort gab es eine kleine Führung vom Guide und anschließend konnte man zur dritten Etage. Die Führung war beendet.



Gruppenfoto auf der zweiten Etage des Turmes

Grundlagen

Die Besichtigung des Eiffelturmes erfolgte am zweiten Tag des Aufenthaltes in Paris. Nachdem Frühstück machten wir uns auf den Weg zum Monument in der Pariser Innenstadt. Vom Gare de l'Est sind wir mit der Metro zur Haltestelle Trocadero gefahren und von dort aus zum Treffpunkt mit dem Guide an der Basis des Turmes gelaufen.

Wir wurden in zwei Gruppen unterteilt und danach mussten wir den Turm über die Treppe bis zur zweiten Etage besteigen. Auf der ersten Etage gab es einen Rundgang mit historischem Hintergrund über den Eiffelturm vom Guide. Danach ging es wieder über die Treppe zur zweiten Etage. Auch dort gab es eine kleine Führung vom Guide und anschließend konnte man zur dritten Etage. Die Führung war beendet.

Nachfolgend sind zu sehen der Ingenieur Gustave Eiffel, nach einer Aufnahme von Nadar aus dem Jahr 1888 und ein Bild vom Eiffelturm.



Gustave Eiffel [1] und Eiffelturm [2]

Heutzutage dient der Eiffelturm als ein monumentaler Touristenmagnet. Die drei Etagen ermöglichen den darauf befindlichen Personen einen großartigen Rundumblick über die Hauptstadt. Ebenso befindet sich dort auch ein Restaurant. Doch damals, als der Turm errichtet wurde, diente er als ein Bauwerk ohne Funktion. Er wurde für die Weltausstellung zur 100jährigen Feier der Französischen Revolution erstellt. Die Stahlkonstruktion war nicht bei vielen Menschen beliebt. Proteste und Widerstand häuften sich aus der Künstlerszene. Doch während der Ausstellung erklommen ca. zwei Millionen Besucher den Turm und dadurch konnten die Baukosten schnell gedeckt werden. Nach zwanzig Jahren im Besitz der Stadt sollte der Turm abgerissen werden, doch Eiffel startete Funkversuche und somit konnte er als

Sendemast für die drahtlose Telegraphie dienen und galt dadurch als höchster Sendemast [5].

Daten

In der nachfolgenden Tabelle sind einige Daten über den Eiffelturm aufgelistet.

Daten über den Eiffelturm [4]

Höhe	324 m
Bauzeit	2 Jahre, 2 Monate und 5 Tage (1887 bis
Geburtsdatum	31. März 1889
Ort	Paris, Frankreich
Masse	10100 Tonnen
Werkstoff	Schmiedeeisen
Nietenanzahl	2500000

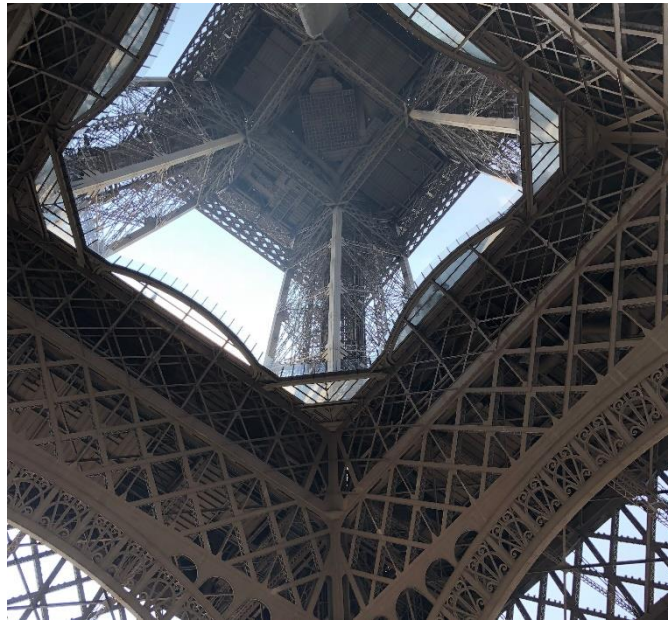
Konstruktion

Der Eiffelturm ist eine schmiedeeiserne Stahlgitterkonstruktion aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Typisch für die damalige Zeit sind die Nieten als Verbindungsmittel, da Schrauben früher sehr teuer und aufwendig in der Herstellung waren. Vernietete Metallkonstruktionen entstehen indem die Nieten glühend in die Öffnung eingebracht werden und dort abkühlen. Weitere Beispiele hierfür sind die Dachkonstruktion im Hauptbahnhof Karlsruhe, Gare de l'Est in Paris, Pont Alexandre III in Paris und auch im Schiffsbau (z.B. Titanic, Olympic etc.). \\\

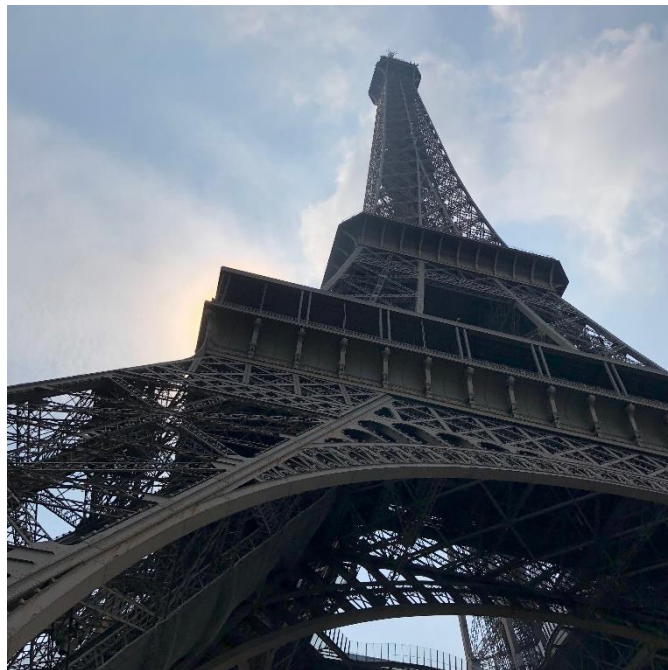
Die Konstruktion ist A-förmig, spitz zulaufend und steht auf vier Stützen. Diese sind quadratisch angeordnet und auf massiven Fundamenten aufgelagert. Die Gesamthöhe beträgt 324 m und die Breite zwischen den Stützen 124,90 m.

Die erste Etage ist in ca. 58 m Höhe, die zweite Etage in ca. 116 m Höhe und die dritte Etage in 276 m Höhe. An der Turmspitze befindet sich noch eine Antenne, dadurch entsteht eine Gesamthöhe von 324 m. \\\

Die Stahlkonstruktion erfordert einen fortlaufenden Korrosionsschutz um eine Zerstörung zu vermeiden. Ungefähr alle sieben Jahre wird der Turm mit ca. 60 Tonnen Farbe angestrichen. Im Laufe der Jahre hat sich die Farbe häufig verändert, anfangs noch in venezianisch Rot änderte sich die Farbe von Ockerbraun bis zu Bronzebraun. Die Malerarbeiten erfolgen von speziell ausgebildeten Malern von Hand. Diese sind mit Sicherheitsseilen an das Bauwerk fixiert.



Der Eiffelturm von unten [2]



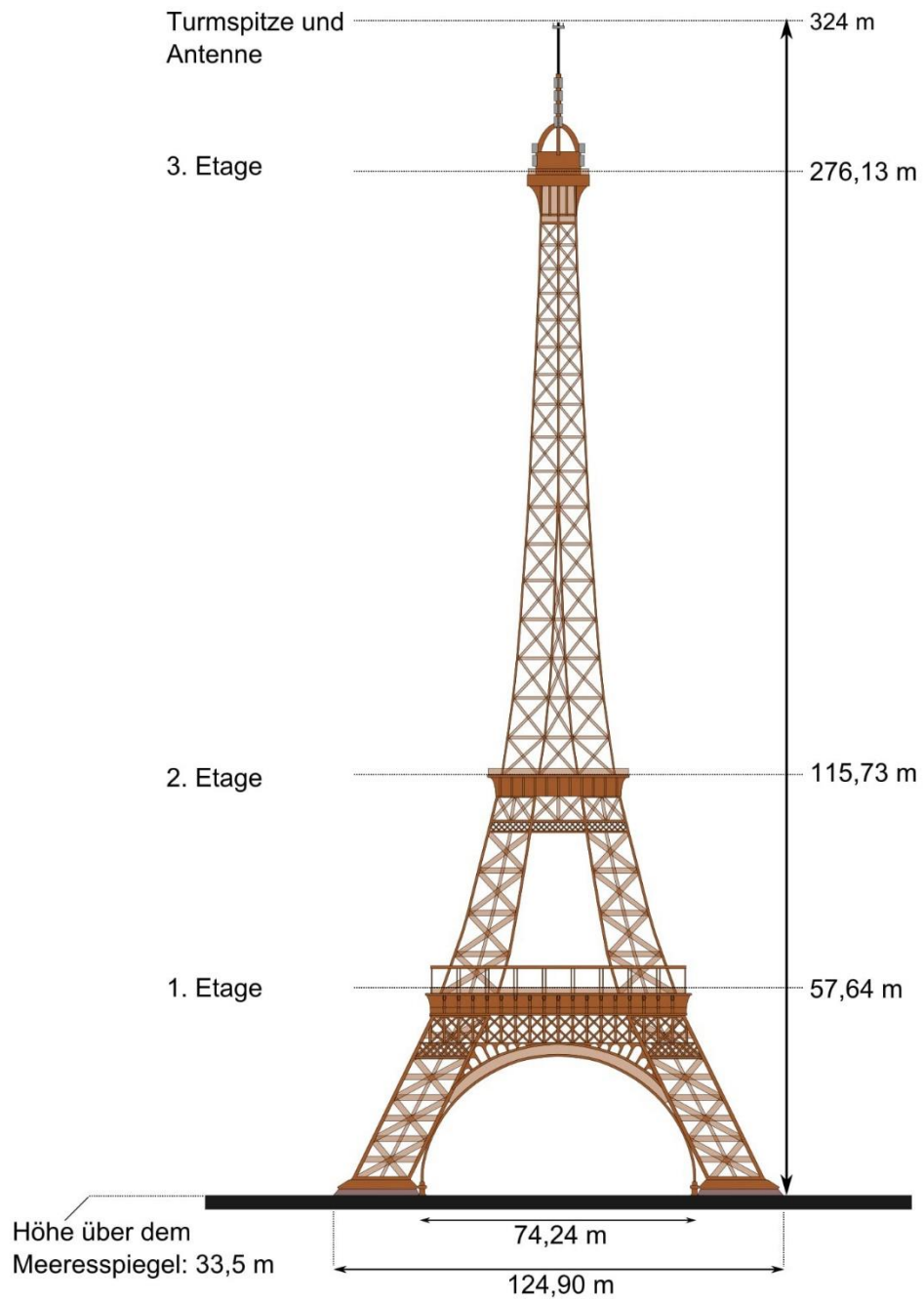
Der Eiffelturm mit Blick von der Nordstütze [2]



Nieten und Streben am Turm [2]



Nieten am Turm [2]

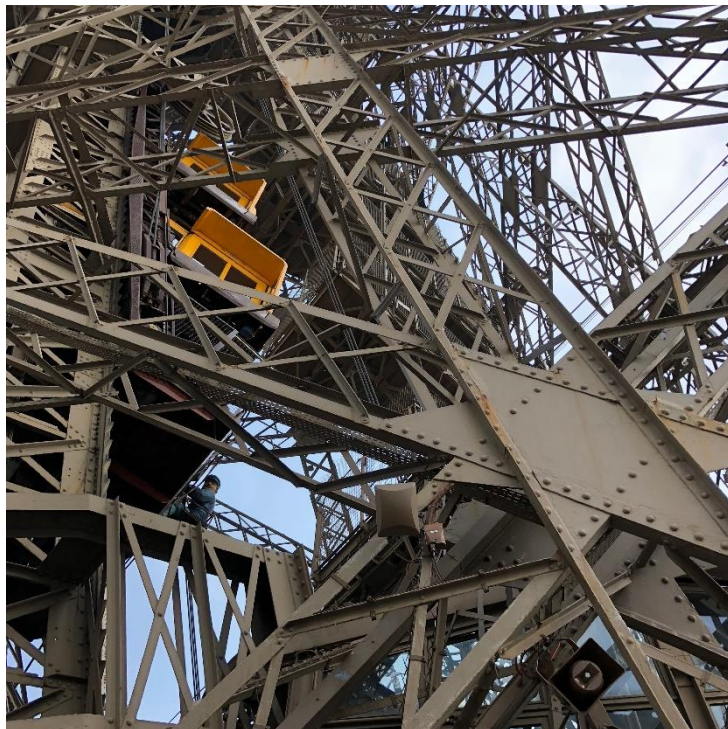
*Skizze des Turmes [3]*

I.1 Bilder

Im Folgenden sind noch weitere private Bilder des Turmes zu sehen.



Aufzugtechnik [2]



Doppelaufzug [2]



Blick von der ersten Etage nach oben [2]



Blick von der zweite Etage [2]

Literatur

- [1] Nadar. Aufnahme von Gustave Eiffel 1888.
- [2] Privat.
- [3] Skizze vom Eiffelturm mit Höhenangaben aus Wikipedia.
- [4] Informationen rund um den Eiffelturm 2018, www.eiffelturm.org/index.html .
- [5] Planet Wissen ARD. Der Eiffelturm.

Besichtigung des Centre Pompidou

Beitrag von Karin Hinkel, Monica Vedovelli und Konstantin Schmehl

Das Centre Pompidou dient als ein staatliches Kunst- und Kulturzentrum. Der offizielle Name des Gebäudes lautet Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou. Umgangssprachlich reden die Franzosen von dem Centre Pompidou oder der Beaubourg. Es befindet sich im Herzen Paris im 4. Arrondissements, dem Arrondissement de l'Hôtel de Ville. Innerhalb von nur zehn Gehminuten erreicht man das Notre-Dame und die lebendigsten Stadtviertel von Paris. Von der Terrasse auf dem Gebäude hat man eine der schönsten Aussichten über die Stadt und kann den Eiffel-Turm, das Montmartre, die Opéra Garnier und vieles mehr sehen.

Als Kunst- und Kulturzentrum soll das Centre Pompidou freien Zugang zu Wissen garantieren. In ihm befindet sich das Musée National d'Art Moderne, mit den bedeutendsten Kunstwerken des 20. Jahrhunderts. Des Weiteren beherbergt es ein Zentrum für Industriedesign, die Bibliothek Bibliothèque Publique d'Information, ein Musikforschungszentrum, eine Kinderwerkstatt, Kino-, Theater- und Vortragssäle, eine Buchhandlung, ein Restaurant und ein Café.

Die ursprüngliche Idee, ein neues repräsentatives Museum in Paris zu bauen, hatte schon André Malraux als Kulturminister unter der Regierung von Charles de Gaulle. Es sollte den Stand in der internationalen Kunstszene gegenüber New York City stärken und neben dem zu dieser Zeit schlecht besuchten Palais de Tokyo ein weiteres und repräsentatives Museum für die Kunst in Paris darstellen. Ein weiterer Grund für die Errichtung eines Kunst- und Kulturzentrums war die Notwendigkeit einer neuen, großen und repräsentativen Nationalbibliothek im Zentrum von Paris.

Diese Intentionen unterstützte auch der nächste Präsident Georges Pompidou. Im Februar 1970 wurde beschlossen die Projekte des geplanten Museums und der Nationalbibliothek zu vereinen. Somit wurde ein Projekt zur Errichtung eines Kulturzentrums als Architektenwettbewerb ausgeschrieben. Am 15. Juli 1971 entschied sich eine Jury für das Projekt der Architekten Renzo Piano und Richard Rogers. Nach fünfjähriger Bauzeit eröffnete Pompidous Nachfolger Valéry Giscard d'Estaing am 31. Januar 1977 das Gebäude.

Das Museum der modernen Kunst besitzt die bedeutendste Sammlung der zeitgenössischen Kunst in Europa und eine der beiden wichtigsten Sammlungen dieser Art weltweit. Insgesamt besitzt es 100 000 Werke von 1905 bis heute. Zunächst erbte das staatliche Museum moderner Kunst die Sammlungen des im Jahr 1818 gegründeten Musée du Luxembourg und ist seither darauf ausgerichtet aktuelle Kunstwerke lebender französischer Künstler auszustellen. Zudem hatten nach und nach auch internationale Künstler die Möglichkeit, ihre Kunst auszustellen und das Museum immer wieder in neuen Kunstszenen zu öffnen.

Bis heute hat das Centre Pompidou zwei Außenstellen eröffnet. Die im Mai 2010 zuerst eröffnete Außenstelle ist in Metz, der lothringischen Hauptstadt. Die zweite Außenstelle befindet sich in Malaga und eröffnete im Frühjahr 2015.

Die Plätze um das Centre Pompidou wurden ebenfalls zu künstlerischen Treffpunkten, auf denen oft Straßenkünstler auftreten. Zudem befindet sich im Süden des Museums der von Niki de Saint Phalle und Jean Tinguely gestaltete Strawinski-Brunnen.

Auch im Film wurde das Centre Pompidou berühmt und wurde 1978 für Dreharbeiten zum James Bond Film „Moonraker – Streng geheim“ genutzt.



Die Architektur des Centre Pompidou

Die Architekten Renzo Piano und Richard Rogers bekommen 1971 den Auftrag als sie noch unbekannt waren; heute haben sie beide einen Pritzker Preis gewonnen und sind Stararchitekten geworden. Das Gebäude wurde damals mit hochmodernen Techniken realisiert, im Vergleich zum Stadtbild ist es ziemlich auffällig. Das Centre Pompidou ist 165 m lang, 60 m breit und 42 m hoch; die Deckenhöhe der Stockwerke beträgt 7 m.

Die Struktur ist aus Stahl und die Fassade aus Glas: alle tragenden Elemente und technischen Anlagen wurden außerhalb der Gebäudehülle gestellt und bunt bemalt. Die Gebäudetechnik verläuft weitgehend auf der Ostseite („Rückseite“), während man auf der Westseite („Vorderseite“) die rote Rolltreppe sieht, die diagonal über die ganze Fassade verläuft.

Jede Farbe hat eine besondere Bedeutung: die Belüftungsrohre sind blau, die Elektrik ist gelb, die Wasserrohre sind grün, Treppen und Aufzüge sind rot und die Struktur ist weiß.

Da im Inneren des Gebäudes keine tragenden Elemente sind, war es möglich auf jeder Etage eine freie Fläche von 7500 m² zu schaffen: dadurch kann in der Kunstgalerie jede Ausstellung flexibel gestaltet werden. Das Pompidou ist aber nicht nur eine moderne Kunstgalerie: im Gebäude befinden sich auch eine Bibliothek, das Musikforschungszentrum „IRCAM“, ein Kino, eine Architektur- und Designsammlung, ein Theater und, auf der letzten Etage, ein Restaurant.

Im Wettbewerbsentwurf waren höhenverstellbare Stockwerke und ein großer Fassadenbildschirm als Schnittstelle zwischen Museum und Stadt vorgesehen. Aus Geldmangel verzichtete man darauf: die Baukosten betrugen ca. 76 Millionen Euro.

Mehr als 40 Jahren nach seiner Gründung ist das Pompidou immer noch ein sehr umstrittenes Gebäude. Die futuristischen Fassaden erinnern an eine Fabrik, was dem Centre Pompidou Spitznamen wie „Notre Dame der Rohre“ oder „Ölraffinerie“ einbrachte. Andererseits gilt es als eine Inspiration für viele Architekten und wurde als eine Loslösung vom Diskurs zwischen Modernismus und Moderne verstanden.

Heute ist es einer der meistbesuchten Orte in Paris und eines der berühmtesten Museen der Welt.

Besichtigung von Les Halles

Beitrag von Karin Hinkel, Monica Vedovelli und Konstantin Schmehl

Das Quartier des Halles befindet sich mitten im Zentrum von Paris und ist nach den einst dort vorhandenen Hallen des Großmarkts benannt. Bedeckte Säulengalerien befanden sich dort bereits seit dem 16. Jahrhundert, unter Napoleon wurde der Markt wegen Verkehrs- und Hygieneproblemen umstrukturiert und an das Straßennetz angeschlossen. Der Großmarkt wurde 1969 aufgrund von Platzmangel vor die Stadt verlegt und eine 10 Hektar große Fläche wurde frei. In den 1970er Jahren entstanden auf der Fläche ein Einkaufszentrum, das Forum des Halles und der Nahverkehrsbahnhof Châtelet les Halles.

Das Einkaufszentrum befindet sich auf drei unterirdischen Etagen und ist mit 75000m² Fläche, über 160 Geschäften und über 40 Millionen Besuchern jährlich das größte im Zentrum von Paris. Besonders ist, dass trotz der unterirdischen Lage durch einen 13 Meter tiefen Krater Tageslicht in die Geschäftsräume fällt. Der Bahnhof wurde als zentraler Umsteigebahnhof der Stadt konzipiert und ist heute mit über 800.000 Pendlern täglich der meistgenutzte Nahverkehrsbahnhof Europas. Der Bahnhof befindet sich auf zwei Ebenen in 17,5 bzw. 24,5 Metern Tiefe, dabei fahren im oberen Teil 5 Metrolinien und im unteren 3 Linien des RER, der die Vororte so direkt an das Stadtzentrum anbindet. Neben Nahverkehr und Einkaufszentrum befinden sich in dem Komplex außerdem eine Musikhochschule, ein Schwimmbad und ein Kino.

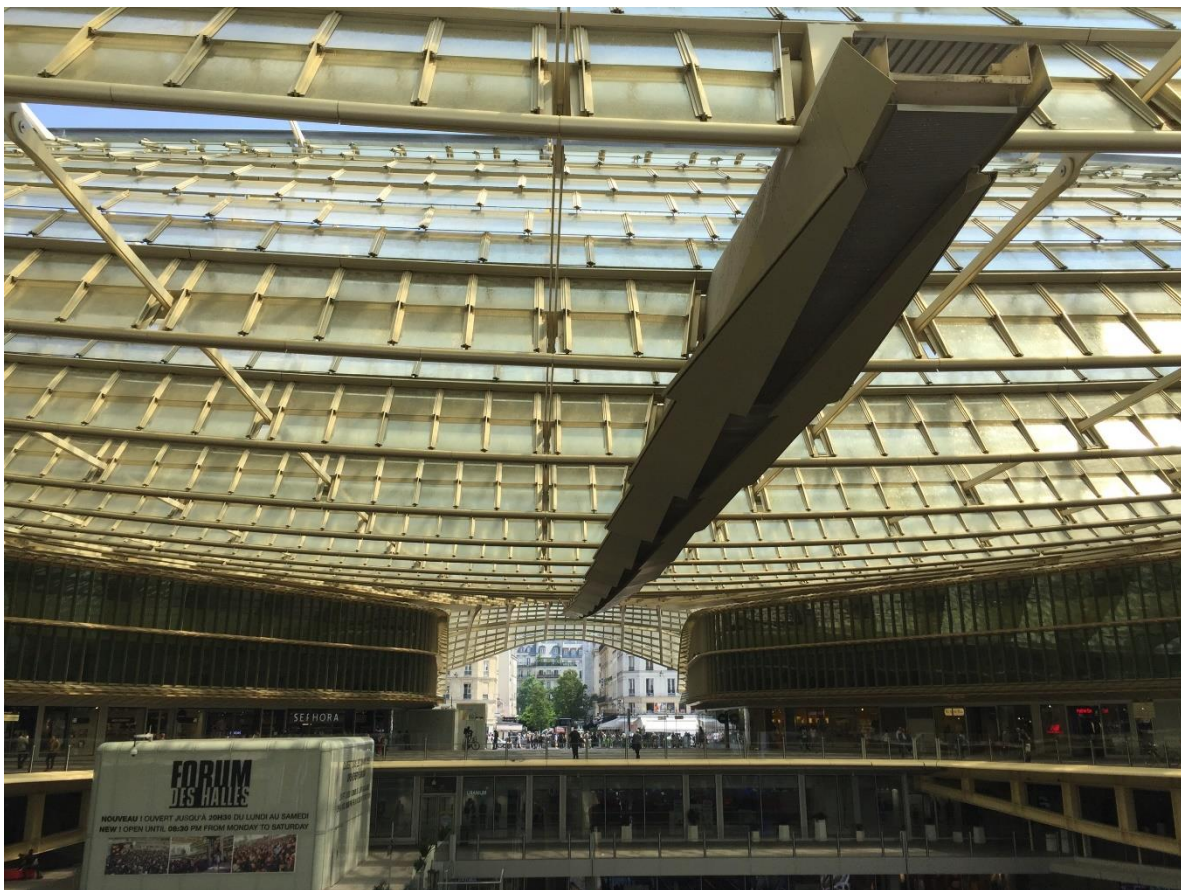
Anfang der 2000er wurde eine Umstrukturierung des Quartiers des Halles geplant, für die der französische Architekt Patrick Berger 2007 den Zuschlag bekam. Ziel war es, Bahnhof und Einkaufszentrum über gemeinsame Zugänge zu verbinden, und mehr Platz im Forum und im Bahnhof für die steigende Besucherzahl zu schaffen. Hauptkritikpunkt bleibt die Unübersichtlichkeit des unterirdischen Bahnhofsbereichs. Durch die Größe und Verbindungsgänge gleicht er einem Labyrinth und die Umsteigezeiten sind erheblich.

Das riesige Glasdach, dass das komplette Areal überspannt, ist das Kernstück des vom 2014 bis 2016 umgesetzten Projekts. Die Idee von Patrick Berger bestand darin, durch das riesige Glasdach einen Übergang vom unterirdischen in den oberirdischen Bereich zu schaffen, wie ein Tor zur Stadt. Das Dach wird als La Canopée, zu Deutsch

Blätterdach bezeichnet. Die honiggelben Glasscheiben sollen wie Baumkronen lichtdurchlässig, aber regenundurchlässig sein.

Die Dimensionen der Stahl/Glas-Konstruktion sind enorm, so besteht das Dach aus 18.000 Glasplatten und 900 Tonnen sekundärer Stahlkonstruktion, die von einem deutschen Unternehmen geliefert wurden. Mit einer Breite von knapp 100 Metern, einem Gewicht von 7000 Tonnen und Kosten von 250 Millionen Euro führte die Konstruktion, wie viele andere in der Stadt auch, zu Diskussionen, ob sie für futuristische Architektur steht oder schlicht nicht ins Stadtbild passt.

Eine interessante Projektbroschüre, auch über Berechnungen des Canopée, ist zu finden unter: <http://de.calameo.com/read/004406867ea05e119106d>



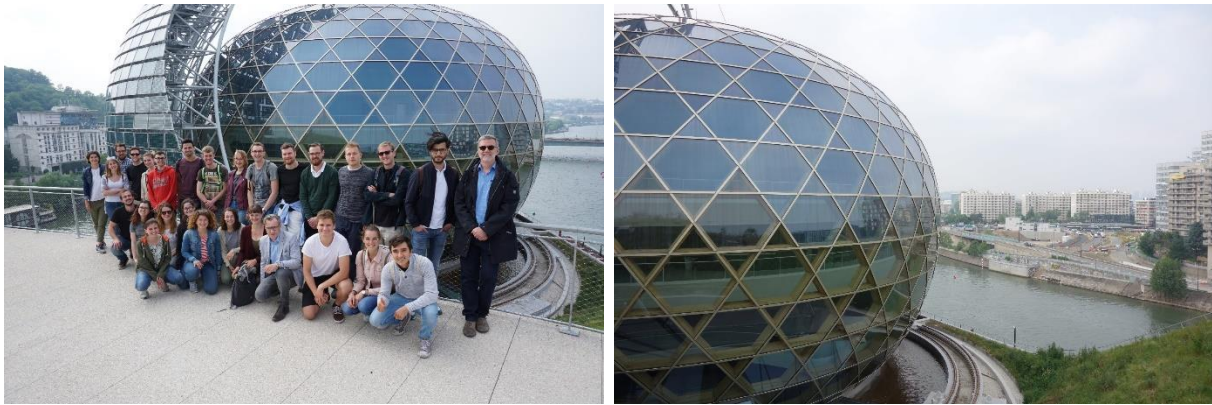
Besichtigung von La Seine Musicale

Beitrag von Maximiliane Straub, Theresa Bleich und Luzie Heisig

Die Seine Musicale ist ein Musikkulturzentrum auf der île Seguin im Viertel Boulogne-Bilancourt in Paris. Auf der Seine-Insel befand sich zuvor über Jahrzehnte ein großes Produktionswerk von Renault, dass 2005 abgerissen wurde. Die beiden Architekten Shigeru Ban und Jean de Gastines hatten die Vision, die lange und wechselreiche Geschichte der Insel in ihre Entwürfe mit einfließen lassen. Die Seine Musicale wurde im Frühjahr 2017 nach knapp dreijähriger Bauzeit eröffnet, die Baukosten beliefen sich auf 170 Mio. €.

Optisch soll das Gebäude einem Schiff ähneln, es erstreckt sich von der Brücke aus Richtung Norden, hat einen keilförmigen Grundriss von ca. 280 m Länge und füllt damit die gesamte Inselspitze aus. Die Wände sind aus hellem Sichtbeton. Blickfang ist das Auditorium aus Glas und Holz, der kleine Konzertsaal darin bietet Platz für bis zu 1.150 Besucher. Um die eiförmige Fassade des Auditoriums bewegt sich ein ca. 800 Quadratmeter großes Photovoltaik-Segel mit dem Lauf der Sonne, womit ein Großteil der benötigten Energie selbst erzeugt wird. Von der vierten Etage des Gebäudes hat man einen Rundumblick auf die Umgebung und die Landschaft. Der große Konzertsaal „La Grande Seine“ befindet sich im Betonsockel und bietet Platz für 4.000 bis 6.000 Besucher.

Die Seine Musicale bietet auf einer Gesamtfläche von 36.500 Quadratmetern ein breites Spektrum von klassischer bis zu zeitgenössischer Musik. Neben den beiden großen Konzertsälen verfügt die Seine Musicale über diverse Proberäume für Musiker, Orchester und Laien – zusammengefasst unter dem Projekt Les Riffx Studios, einer Gesangsschule, einem eigenen Orchesterensemble – Insula orchestra, Seminarräume, Pressezentrum und einem gastronomischen Bereich. Es finden über 300 Events pro Jahr statt. [1]



Holzkonstruktion

Eine eiförmige Fassadenkonstruktion aus rund 700 m^3 Brettschichtholz und 4000 m^2 Verglasung umfasst die innen liegende komplexe Betonstruktur des Auditoriums der La Seine Musicale [1]. Sie erstreckt sich auf ca. 70 m in der Längsachse, ca. 45 m auf der Querachse und 27,5 m in der Höhe [2]. Die deutsche Firma Hess Timber stellte die Brettschichtholzträger aus Fichte her, welche untereinander über Holz-Holz-Verbindungen zu einem Sechseckmuster zusammengefügt wurden. Es handelt sich hierbei um 99 doppelt gekrümmte Träger, die sich an den Knotenpunkten gegenseitig durchdringen. Die Diagonalen kreuzen sich schubfest in Überblattungen. Um große Zugkräfte aufnehmen zu können, befinden sich an den Stabenden gezackte Schäfte mit Nockenleisten aus Buchensperrholz. Die Brettschichtholzträger weisen geschliffene Oberflächen auf und verfügen über eine CTB-P+-Imprägnierung gegen Pilze und Insekten und eine farblose Schutzlasur. [1]

Das Schweizer Ingenieurbüro Kempster.Fitze wurde für die Konzipierung und Berechnung der Statik beauftragt. In Zusammenarbeit mit der Firma designtoproduction für die Parametrisierung und Hermann Blumer als Berater für Holzbaustatik konnte die gesamte Konstruktion entwickelt und statisch modelliert werden, sowie eine prüffähige Ausführungsstatik erstellt werden. [3]

Das komplett parametrische 3-D-CAD Modell von designtopproduction beinhaltet alle Details bis zur letzten Schraube sowie die Roh- und Fertigvolumen aller Bauteile. Mithilfe dieses Modells wurden die Fertigungsdaten für Verleimung und Abbund der rund 1300 Trägersegmente, ein Volumenmodell aller 3300 Fassadenrahmen und ein voll-

ständiger Satz von Werkstatt- und Montageplänen erstellt. Eine besondere Anforderung bei der Herstellung der Träger stellten die Faserverläufe der Holzträger dar. Diese sollten nämlich exakt der Bauteilgeometrie folgen, um sichtbar angefräste Klebefugen vollständig zu vermeiden und ein störungsfreies Erscheinungsbild zu bieten. Um dies zu erreichen mussten die Rohlinge in einem mehrstufigen Prozess der Bauteilgeometrie angepasst und aus Stäbchenlamellen von nur 32×40 mm Querschnitt verleimt werden. [1]

Die Holzkonstruktion um das Auditorium der La Seine Musicale besitzt eine komplexe Freiformgeometrie. Dies hat zur Folge, dass keine zwei der 2800 Knotenpunkte identisch sind. Aus diesem Grund wurden die Details in Abhängigkeit von statischen und konstruktiven Anforderungen in acht Familien mit insgesamt 120 Unterkategorien eingeteilt. Mittels einer tabellenbasierten Schnittstelle stellten die Statiker die Synchronität von geometrischem und statischem Modell sowie die Verwendung korrekter Detailtypen sicher. [1]

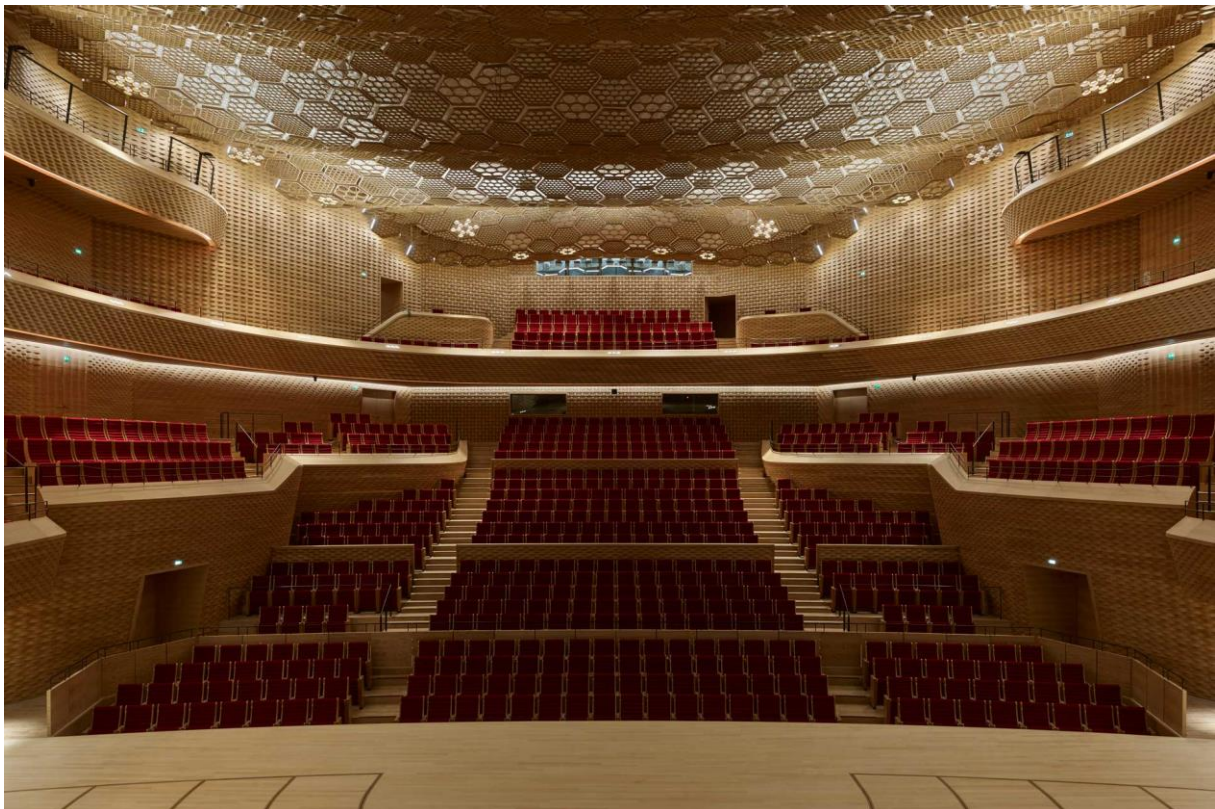
Die diagonalen Träger, die die x-förmigen Elemente bilden, wurden vormontiert und reihenweise platziert. In diese wurden jeweils bis zu 24 m lange horizontale Ringsegmente eingefahren. Auf diese Weise war die Struktur zu jeder Zeit selbst tragend und musste nur punktuell unterstützt werden um Verformungen im Montagezustand zu vermeiden. Die individuelle Abschrägung der Flanken der Ausschnitte ermöglichte das Einfahren der Ringsegmente. [1]

Die Montage der Konstruktion konnte rund ein Jahr nach Beginn der Berechnungen beginnen [1].

Architektur im Innern

Der Konzertsaal Auditorium im Innern der Kugelkonstruktion ist für 1150 Zuschauer ausgelegt. Die Bühne befindet sich im Zentrum des Konzertsaals. Die Wände sind durch 1700 individuell gewellte Kiefernholzstücke zusammengesetzt, der ganze Konzertsaal ist auf musikalische Harmonie ausgelegt. Auf den Kiefernholzstücken befinden sich wabenförmige Akustikelemente aus Abachi Holz, welche zusammen mit Pappröhren die ondulierend geschwungene Deckenuntersicht bilden. Der Einsatz des Tropenholzes aus Westafrika gilt als kritisch, da kein Siegel für zertifizierten Anbau existiert. Das Holz wird aber in Frankreich häufiger verwendet unter anderem auch bei der Bibliothèque Nationale de France in Paris. Für die Verwendung an der Decke

sprach die extreme Leichtigkeit, zudem habe es die akustischen Anforderungen an dieser Stelle am besten erfüllt. Gefüllt sind die Waben mit Abschnitten von Pappröhren in unterschiedlichen Durchmessern. Die Pappröhren wurden aus Brandschutzgründen imprägniert, ein Schutz gegen Wasser war nicht nötig, da keine Sprinkleranlage existiert. Bei den Pappröhren handelt es sich um das gleiche Material, das auch bei den Sitzen verwendet wurde. Die Wände bestehen aus einer geflochtenen Textur von Buchenholzstreifen, die rot bezogenen Stühle bestehen aus hölzernen Seiten, in die die Pappröhren für Sitzmulden und Lehnen eingelassen sind. Die Atmosphäre ist sinnlich und warm. Die Anzahl der Zuschauerplätze beträgt nur etwa die Hälfte verglichen mit den großen Sälen, wie zum Beispiel in der Pariser Philharmonie oder in der Elbphilharmonie.



Konzertsaal Auditorium [3]

Die Akustikfirma Lamoureux Acoustics aus Paris und Nagata Acoustics aus Tokio waren dieselben, wie die der Elbphilharmonie, mit einem Unterschied laut Jean-Luc Chopin: Das Budget von La Seine Musicale von 170 Millionen sei während des sechsjährigen Baus bis auf den letzten Cent eingehalten worden. Der von Nagata Acoustics perfektionierte Raumklang ist deutlich sanfter und gnädiger als die eher trockene und analytische Akustik in Hamburg. Die Schallschuttlager wurden von der Firma Getzner,

die auf Schallschutz im Holzbau spezialisiert sind, ausgeführt. Die Anforderung war, die vielen unterschiedlichen Stellen, die es im Gebäude zu entkoppeln galt, schalltechnisch exakt zu berechnen und dabei auch an die jeweiligen Umgebungsbedingungen anzupassen. „Sylodyn und Sylomer haben sich als ideal für die verschiedensten Anwendungen im Bauwerk erwiesen. Die elastischen Werkstoffe dämmen Schwingungen, so dass sich diese nicht auf andere Bereiche übertragen können“, so Cédric Le Chevillier. Um bei der Seine Musicale unerwünschte Schwingungen abzufangen, wurden beispielsweise die Verbindungen zwischen der Glasfassade des Auditoriums und dem Betonkern der Hülle mit Sylodyn elastisch entkoppelt. Als Maßnahmen gegen Trittschall sind die Böden der Plattform und des großen Proberaums auf Sylomer gelagert. Die Dachterrasse wiederum lagert auf der wasserresistenten Acoustic Floor Mat. „Die langlebige Matte schützt die darunterliegenden Räumlichkeiten effizient vor Schallübertragung“, schildert Cédric Le Chevillier. Weitere Schallschutzmaßnahmen gab es bei den Treppen und Wänden. Darüber hinaus führte Getzner die Einbauüberwachung vor Ort sowie abschließende Abnahmemessungen durch. [3] [4] [5]

Zusätzlich gibt es einen weiteren Konzertsaal für bis zu 4000 Sitzplätze oder 6000 Stehplätze. Der steil ansteigende Zuschauerraum ist fächerförmig dimensioniert, so dass eine größtmögliche Nähe zur Bühne entsteht. Diese gilt mit 35 m Breite, 40 m Tiefe und 17 m lichter Höhe als die Größte Frankreichs. [3]

[1] v. Büren, C. 2018: Holz, Glas und Karton im Einklang, TEC21. 12-13: 36-39.

[2] Hess Timber GmbH: Website. Verfügbar unter <http://www.hess-timber.com/projekte/holzarchitektur/detail/la-seine-musicale-1/>

[3] SJB Kempter Fitz AG: Website. Verfügbar unter <http://www.sjb.ch/aktuelles/le-seine-musicale/>

[4] Stuttgarter Zeitung: Website. Verfügbar unter <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.la-seine-musicale-neuer-konzertsaal-bei-paris-eroeffnet.210a99f5-2ab0-4078-848a-0db20c732aba.html>

[5] Transsolar Energietechnik GmbH: Website. Verfügbar unter <http://transsolar.com/de/projects/la-seine-musicale>

Besichtigung der Fondation Louis Vuitton

Beitrag von Christoph Schmidt, Elisabet Kuck und David Staiger

Die Fondation Louis Vuitton wurde von dem amerikanischen Architekten Frank Gehry entworfen und im Oktober 2014 offiziell eröffnet, um Kreationen von gegenwärtigen Künstlern zu zeigen. Die Ausstellungen bieten viele unterschiedliche kulturelle Erfahrungen für Jedermann.



Entwurfsmodell des Gebäudes und reale Umsetzung

Der architektonische Entwurf von Frank Gehry

Geometrische Kurven und Linien des Gebäudes verlaufen passend zu den Formen der Gartenanlagen. Die zwölf Glassegel der Fassade spielen mit dem Licht und den Reflexionen des Wasserbeckens, an dem das Gebäude steht. Beim Gang durch das Gebäude wechselt man ständig zwischen Innen- und Außenraum, wobei dem Besu-

cher wechselnde Perspektiven und ein einzigartiges architektonisches Erlebnis geboten werden. In den verschiedenen Ausstellungsräumen sind die wichtigsten Themen dargestellt, die den Entwurf des Gebäudes dem Betrachter näherbringen sollen: der Standort Paris, die Beziehungen des Gebäudes mit seiner Umgebung, Frank Gehrys Design, die Wahl der Materialien und die bauliche Umsetzung des Gebäudes.

Tragwerk und Konstruktion



Lichtschacht

Auf dem vorhandenen Grundstück im Bois de Boulogne im Westen Paris durfte laut Bauvorschrift nur einstöckig gebaut werden. Frank Gehry wollte das Gebäude dennoch so hoch wie möglich bauen. Dazu nutzte er aus, dass es keine Höhenbeschränkung für die Stockwerke gibt und legte die Galerien und Ausstellungsräume zudem geschickt über drei Ebenen an, ohne dabei gegen die Bauvorschriften zu verstoßen. Das Erdgeschoss ist 9 m hoch und durch einen technischen Bereich von der 6 m hohen ersten Etage getrennt. Die Lichtschächte, welche die oberen Galerien überragen, machen weitere 9 m aus. Das Gebäude ist zusätzlich von Glassegeln umgeben, die den umbauten Raum scheinbar verdoppeln und bis zu 46 m hoch sind. Um weitere Ausstellungsfläche zu gewinnen steht das Gebäude in einem 7 m tiefen Becken. Über Treppen gelangt man auf die von Glassegeln überdachte Dachterrassen, die einen Ausblick auf den Bois de Boulogne und die städtische Landschaft von Paris ermöglichen.

Die elf Ausstellungsräume und Galerien sind in Stahlbeton gebaut und verteilen sich über drei Ebenen. Es sind sechs große Quader und fünf Ausstellungsräume mit ungewöhnlichen Raumformen. Die oberen Galerien sind von Lichtschächten überragt.



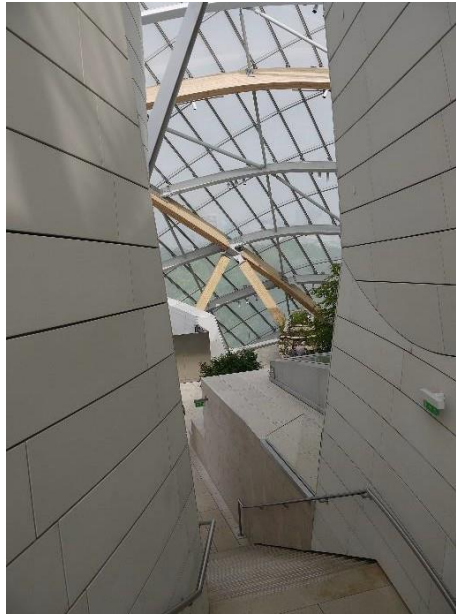
Rückseite des autonomen Stahlgerüsts

Eine solide 2,5 m hohe Bodenplatte aus stark bewehrtem Stahlbeton bildet das Fundament des Gebäudes. Sie schützt gegen aufsteigendes Grundwasser und stabilisiert das Ungleichgewicht aus der Asymmetrie des Gebäudes und der Windbelastung auf die Glassegel.

Unter den Glassegeln verbergen sich die skulpturalen Formen der weißen Gebäudestruktur, von beteiligten Architekten und Ingenieuren auch „Eisberg“ genannt. Die Fassade des Eisbergs besteht aus nicht einheitlichen Geometrien, ohne jegliche Wiederholungen. So ergibt sich eine Ansammlung von 19 unterschiedlichen weißen Blöcken mit gekrümmten oder abgeschrägten Oberflächen. Zwischen der Betonkonstruktion der Ausstellungsräume und der weißen Fassade des Eisbergs befindet sich ein autonomes Stahlgerüst auf dem 360 Stahlplatten befestigt sind. Deren Neigungen und Krümmungen ermöglichen die von Frank Gehry entworfenen komplexen Geometrien der Eisberge. Auf den Stahlplatten ist die äußere Verkleidung, die Haut der Eisberge befestigt. Sie besteht aus 19.000 Platten aus weißem, faserverstärktem Ductal-Beton. Die Platten wurden vom Hersteller einzeln gegossen und besitzen alle unterschiedliche Krümmungen und Maße. Den Biegezug der Platten nehmen auf der Rückseite verklebte Edelstahlbänder auf.

Der gesamte massive Teil des Gebäudes ist von Glassegeln umgeben. Die großen Glasflächen erinnern an vom Wind geblähte Segel, die in Bewegung zu sein scheinen. Die äußerste Glashaut hat die Funktion eines Filters. Die großen Glassegel sind aus Klarglas gefertigt und im Siebdruckverfahren mit weißen Pünktchen versehen, die zur Energieeinsparung um zum Schutz des Gebäudes 50 % des Sonnenlichts reflektieren.

Jedes Glassegel ist einzigartig. Insgesamt sind es 12 Segel mit einer Gesamtoberfläche von 13.600 m². Sie bestehen aus 3.600 unterschiedlichen Glaspanelen.



Faserverstärkte Ductal- Betonplatten



Tragkonstruktion der Glassegel

Die Hauptträger der Glaskonstruktion sind zum größten Teil an dem Stahlgerüst unter der Ductal- Beton-Fassade befestigt. Auf den Hauptträgern lagern schlankere Stahlträger, die ihrerseits große, teilweise zweifach gekrümmte Brettschichtholzträger aus Stäbchenlamellen stützen. Die Stahl- und Holzträger geben die Form der einzelnen Segel vor. Die Träger zeigen in alle Richtungen, sodass die Tragstruktur nur schwer zu durchschauen ist. Dies ist von Frank Gehry gewollt: Es sollte nicht zu erkennen sein, wie die Tragstruktur hält. Aus Sicherheitsgründen sind mehr Träger vorhanden als nötig wäre, sodass es beim Versagen einzelner Träger nicht zum Einsturz der Segel kommt. Für extreme Windbelastungen wurden von den Ingenieuren speziellen

Befestigungen für die Tragsysteme der Glassegel entwickelt. Durch Stahlkugeln in einer Rille oder bewegliche Achsen in Stahlrasten ist es beispielsweise für eines der Segel bei starkem Sturm möglich bis zu 15 cm nachzugeben.

Quellen:

<https://www.detail.de/artikel/von-glassegeln-umhuellt-fondation-louis-vuitton-in-paris-12932/>

<https://www.db-bauzeitung.de/db-themen/technik/unter-glaesernen-segeln/>

<http://www.bauwelt.de/themen/bauten/Die-Konstruktion-der-Foundation-Louis-Vuitton-Frank-Gehry-Paris-2445253.html>

https://www.youtube.com/watch?time_continue=734&v=2RP9nJ_8WuE

Besichtigung von La Défense

Beitrag von Simon Niefenthaler, Stephan Strübel und Johanna Denecke

Als letzter Programmpunkt unserer Exkursion stand der Besuch des Geschäftsviertels La Défense außerhalb von Paris auf dem Plan. Das Hochhausviertel am westlichen Stadtrand bietet rund 3 Millionen m² Bürofläche. Wir bekamen eine umfassende



Blick vom Grande Arche über Axe historique

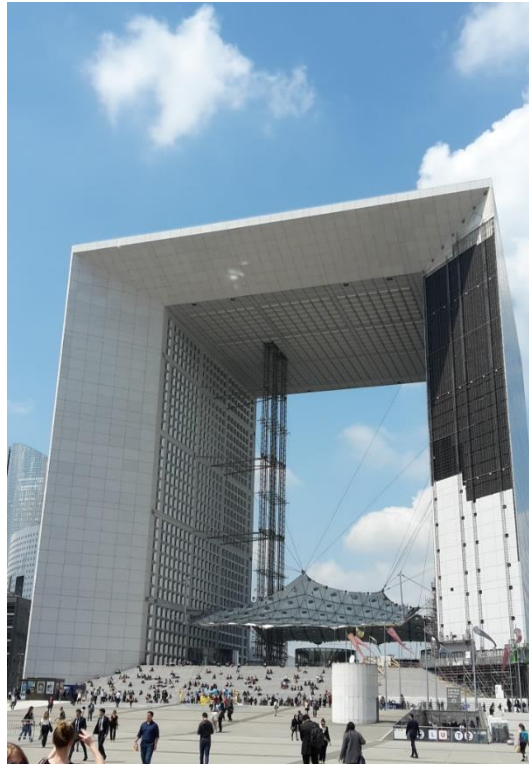
Führung quer durch das Viertel, in welchem kein Autoverkehr herrscht. Zwischen den Hochhäusern bewegt man sich nur zu Fuß, die komplette Infrastruktur wurde unter die Erde verlegt.

Beim Blick vom Eiffelturm fällt auf, dass die Stadt mit ihrem alten Charme einen starken Kontrast zu der modernen Beton-Ästhetik sowie den Glasfassaden in La Défense bildet. Das einzige weitere Hochhaus der Umgebung außerhalb des Geschäftsviertels ist der Tour Montparnasse. Nach seinem Bau hat man beschlossen, keine Hochhäuser mehr in der Stadt zu bauen. La Défense ist davon jedoch nicht betroffen, da das etwa 160 ha große Gebiet außerhalb der Stadtgrenzen von Paris liegt und von den angrenzenden Städten Courbevoie, Nanterre und Puteaux administrativ verwaltet wird. Viele große Konzerne haben hier ihren Firmensitz und es arbeiten etwa 180.000 Beschäftigte in 3.600 Unternehmen. Desweiteren gibt es rund 600.000 m² Wohnraum, einige Hotels und 230.000 m² Verkaufsfläche für den Einzelhandel.

Das Viertel zeichnet sich auch durch seine besondere Bauweise aus. Durch die

komplette Unterkellerung gründen die Gebäude lediglich auf einer Betonplatte. Der Untergrund ist aufgrund der starken infrastrukturellen Nutzung Eigentum der Stadt und Bauherren können so nur den Luftraum erwerben.

Bereits im Jahre 1926 hatte Le Corbusier die Idee Auto- und Fußgängerverkehr an diesem Ort zu trennen. Die genauere Planung begann dann erst 1955 und 1958 wurde mit dem CNIT (Centre de nouvelles industries et technologies) das älteste Gebäude des Viertels eröffnet. Hauptzweck des Gebäudes war die Nutzung als Ausstellungshalle der französischen Industrie. 1988 wurde die Ausstellungsfläche nochmals auf 200.000m² verdoppelt, indem die Hülle komplett entkernt und umstrukturiert wurde.



Aufgrund der Abwanderung einiger Aussteller in das Messezentrum Porte de Versailles wurde das Gebäude im Jahr 2009 erneut umgebaut, wobei man auch den unterirdischen Anschluss an den Bahnhof La Défense realisierte. Heute wird es als Kongresszentrum mit integriertem Hotel und zahlreichen Geschäften genutzt.

Geplant wurde die Halle von den Architekten Robert Edouard Camelot, Jean de Mailly und Bernard Zehrfuss. Besonders charakteristisch ist die freitragende Dachkonstruktion, die aus zwei doppelt gekrümmten, 8cm dicken Stahlbetongewölben besteht. Die Dachfläche überspannt eine Weite von 218m zwischen drei Widerlagern,

welche die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden und ist 49m hoch.

Neben der Halle wurde bis 1970 die zentrale Betonplatte, sowie die darunterliegende Infrastruktur, Parkplätze und eine RER-Schnellbahnlinie gebaut. Die RER-Linie sollte das neue Geschäftsviertel mit dem bestehenden rund um den Triumphbogen verbinden. Außerdem wurden die ersten Bürotürme fertiggestellt.

Aufgrund von Protesten und der anschließenden Ölkrise passierte in den 1970er Jahren nicht so viel und es wurde sogar über einen kompletten Baustopp nachgedacht. Unter der Regierung von Raymond Barre entschloss man sich 1978 La Défense weiter zu bauen. Allerdings wurden die alten Pläne von Türmen mit bis zu 725m Höhe verworfen und stattdessen kleinere, ökologischere Hochhäuser gebaut.



In dieser Zeit entstanden viele neue Hochhäuser, sowie das heute meist besuchte Einkaufszentrum Frankreichs („Les Quatre Temps“) und der Grande Arche. Vom Grande Arche geht der Blick über die 1,2km lange und 250m breite Fußgängerzone direkt auf den Triumphbogen und die Champs-Élysées. Durch die Ausbildung dieser Achse wurde die Verbindung zur restlichen Stadt visualisiert. Der Bogen ist 1984 von Präsident Francois Mitterand in Auftrag gegeben worden und wurde 1989 eröffnet. Der vierdimensionale Hyperwürfel mit Kantenmaßen von etwa 110m soll den Arche de Triumph widerspiegeln. Die Gebäudekonstruktion besteht aus Stahlbeton und für die Tragkonstruktion aus vorgespanntem Stahlbeton wurden 125.000 m³ Beton verbaut.

Die Fassade besteht aus Glas und Carrara-Marmor. Dieser wird bei den derzeitigen Renovierungsmaßnahmen durch günstigere weiße Granitplatten ersetzt. Die Nord- und Südwände sind etwa 19m breit und beinhalten 35 Stockwerke. Das Gebäude beherbergt unter anderem das französische Ministerium für Städte- und Wohnungsbau, eine internationale Organisation für Menschenrechte sowie diverse Büro- und Konferenzräume. Mit den außen angebrachten Fahrstühlen kommt man auf die Aussichtsplattform, wovon man Paris überblicken kann. Mittig in dem offenem Raum schwebt ein höhenverstellbares Sonnensegel wie eine Wolke („Les nuages“). Aufgrund der Verkehrstunnel der Autobahn, Metro und der RER musste der Grande Arche um 6,5° aus der Sichtachse der „Axe historique“ herausgedreht errichtet werden. Zusätzlich entsteht aus der Ferne so eine bessere räumliche Tiefenwirkung.



Auch das flächenmäßig größte Gebäude Europas, das Couer Défense, befindet sich in La Défense. Das 2001 fertiggestellte, 161m hohe Gebäude verfügt über 350.000m² Nutzfläche, welche sich über 39 oberirdische Etagen erstreckt.

Der Tour First ist seit seiner Aufstockung 2011 mit 231m das bisher höchste Gebäude Frankreichs. Die ursprüngliche Planung von La Défense umfasste sehr viel höhere Bauten, welche aufgrund der Wirtschaftlichkeit und dem teilweise fehlenden Nutzen aufgegeben oder durch andere Hochhäuser ersetzt wurden. Derzeit befinden sich mehrere Hochhäuser im Bau und weitere in Planung. Zu diesem Zweck sollen ab Sommer 2018 einige bereits bestehende Gebäude zurück gebaut werden, um an

deren Stelle neue Türme zu errichten. Mit den neuen Hochhäusern sollen auch Höhen über 300m erreicht werden, wodurch sich die Skyline des Viertels immer mehr der von großen Metropolen wie Frankfurt oder London annähert.

Durch das stetige Wachstum über mehrere Jahrzehnte hinweg finden sich im Viertel verschiedenste Bauweisen und architektonische Stile. Besonders in den letzten Jahren zeichnet sich eine gefälligere Architektur ab, die Architekten gehen weg von den kantigen monolithischen Bauten und entwerfen Gebäude mit dynamischeren Formen. Von dem ursprünglichen Plan, viele identische Türme zu errichten, entfernt man sich immer weiter und zählt stattdessen auf die Vielfaltigkeit des Viertels.



Aufgrund der sehr hohen Mietpreise in der Stadt wanderten die großen Konzerne seit 2008 vermehrt nach La Défense ab, was zu dem verstärkten Wachstum des Geschäftsviertels führte. Zahlte man in Paris 700-800€/m², waren es in La Défense 400-500€/m² (Stand 2012). Aufgrund des steigenden Ansehens des Viertels, stiegen auch in La Défense die Mietpreise stetig. In den kommenden Jahren könnte so der bisher bestehende Leerstand von 4-8% weiter ansteigen, da einige Konzerne bereits in andere Vororte der Stadt Paris abwandern.

La Défense ist jedoch nicht nur bekannt für seine Hochhäuser, sondern bildet auch ein großes Open-Air-Museum für moderne Kunst. Im gesamten Stadtviertel sind mehr als 70 Statuen, Kunstwerke und großflächige Bilder aufgestellt.

Als zentrales Kunstwerk ist die Statue „La Défense de Paris“ inmitten der Fußgängerzone zu finden. Sie wurde zu Ehren der Soldaten errichtet, die die Stadt während des Deutsch-Französischen Krieges von 1870 verteidigten, und gibt dem Viertel seinen Namen.



Ein weiteres auffälliges Kunstwerk ist die „Araignée Rouge“ (dt. Rote Spinne) von Alexander Calder aus vertikalen Stahlpaneelen, die werkseitig verschweißt und vor Ort mit Schrauben verbunden wurden. Das Kunstwerk ist 15m hoch und erstreckt sich über 25m Länge. Sein Gesamtgewicht beträgt über 60 Tonnen. Im Kontrast dazu steht das Kunstwerk „Personnages fantastiques“ vom Künstler Joan Miró, welches Traumfiguren darstellen soll und gegenüber auf der anderen Seite des großen zentralen Platzes zu finden ist.

Die Problematik der unansehnlichen Lüftungsschächte, welche für die unterirdische Infrastruktur notwendig sind, wurde gelöst, indem man diese von unterschiedlichen Künstlern gestalten lies. Somit stellen auch diese wertvolle Kunstwerke auf den 11 ha Grünflächen und 31 ha Steinplatten zwischen den Hochhäusern dar.