Vorwort

Das Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) deckt in Lehre und Forschung den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken ab. Neben den bauverfahrens- und baumaschinentechnischen Grundlagen des Bauens, dem Projektmanagament und der Baubetriebswirtschaftslehre beschäftigt sich das Institut auch mit dem Facility Management sowie dem Rückbau und der Demontage. Unser Ziel ist es den Studierenden der Vertiefungsrichtung Baubetrieb dieses Spektrum in seiner Breite und Tiefe zu vermitteln. Exkursionen bilden dabei einen wichtigen und festverankerten Bestandteil der Lehre unseres Institutes. Im Rahmen der Vertiefungsrichtung Baubetrieb werden alljährlich mehrere Exkursionen durchgeführt, wobei die große Pfingstexkursion den Höhepunkt des jeweiligen Studienjahres darstellt.

In diesem Jahr führte uns die Pfingstexkursion, vom 21. bis 25. Mai 2013, in unser Nachbarland, nach Frankreich. Mit einem abwechslungsreichen Besichtigungsprogramm für 22 Studierende unserer Vertiefungsrichtung ging es am 21. Mai los. In Paris besichtigten wir zunächst die Baustelle "Fondation Louis-Vuitton pour la création", einem Kunstmuseum und Kulturzentrum im Herzen des Parks Bois de Boulogne. Der Entwurf dieses einzigartigen Bauwerks stammt von dem Architekten Fran Gehry. Anschliesend fuhren wir weiter in Richtung Bordeaux. In Bordeaux-Mérignac wurden wir herzlich im Forschungszentrum der Eurovia empfangen. Hier steht die Entwicklung neuer Baustoffe und Testverfahren im Mittelpunkt. Nach einer informativen und interessanten Führung durch das Forschungszentrums ginges im Anschluss zur Besichtigung eine Weingutes. Der nächste Tag startete mit einer Stadtführung in Bordaux. Am Nachmittag besuchten wir das Megaprojekt LISEA, dem Ausbau der Hochgeschwindigkeitstrecke zwischen Paris und Bordeaux. Am vierten Tag unserer Exkursion besichtigten wir nahe Toulouse den Produktionsablauf im Airbus-Montagewerk und staunten über die beeindruckende Flugzeuggröße. Anschließdend ging es weiter zu unserem letzten Programmpunkt, der monumetalen Autobahnbrücke Viaduc de Millau. Zusammenfassend ist zu sagen, dass unsere diesjährige Vorwort

Pfingstexkursion eine Exkursion der Superlative war. Neben eindrucksvollen

Bauwerken, Forschungs- und Produktionsstätten wurde das Programm durch

kulturelle Aktivitäten abgerundet.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil unseres Jahresprogramms ist die eintägige

Herbstexkursion. Diese führte uns nach Frankfurt am Main zu der Baustelle

des Sankt Martin Tower, zum Bau des neuen MainTor-Areals sowie zu den

Wohnungsbaustellen BelVivo und BelVerde im Europaviertel.

Die verschiedenen Baustellenbesuche sowie die Forschungs- und

Werksbesichtigung ermöglichten es, die vielfältigen Einsatzfelder des

Baubetriebes anschaulich aufzuzeigen und praktische Erfahrungen an die

Studierenden weiterzugeben. So konnten die Studierenden in Gesprächen

und Diskussionen mit Projekt- und Bauleitern direkt auf den Baustellen das

bisher erworbene theoretische Wissen erweitern und festigen

Prof. Dr. Shervin Haghsheno

Karlsruhe, den 12.12.2013

Ш

Danksagung

Die Durchführung einer Exkursion in diesem Umfang und in dieser Qualität ist ohne die externe Unterstützung kaum möglich. Daher gilt unser Dank den folgenden Firmen und Einzelpersonen, die durch ihre Spenden diese Exkursion ermöglicht haben:

Bauingenieurbüro Kollnbeger, Aresing

Bilfinger Bau AG, Mannheim

Bilfinger Berger SE, Mannheim

BSB-Saugbagger und Zweiwegetechnik GmbH & Co. KG, Berlin

DB Netz AG, Frankfurt

Dipl.-Ing. Arndt Lansche, Hockenheim

Dörfler.IngenieurBüro, Pfinztal

Ed. Züblin AG, Karlsruhe

Herrenknecht AG, Schwanau

Ingenieurbüro für Bauwesen Görisch, Karlsruhe

Ingenieurbüro Ketterer + Ketterer, Speyer

Josef Vögele AG, Mannheim

Konrad Schweikert GmbH & Co. KG, Bruchsal

mdbm Baumanagement GmbH, Karlsruhe

P. A. Budau GmbH & Co. KG, Idar-Oberstein

Ein besonderer Dank gilt den Personen, die durch ihre Mithilfe bei der Organisation im Vorfeld und/oder duch ihre Betreuung vor Ort die Exkursion zu einem Erfolg machten:

Herr Guillaume Duché, Vinci S.A.

Herr Torsten Macko. Eurovia S.A.

Frau Heidi Glausch, Eurovia S.A.

Frau Inga Stobbe, Eurovia S.A.

Frau Audry Oranger, Eurovia S.A.

Herr James Cadranel, COSEA, Vinci S.A.

Frau Sandrine Larrouy-Castera, COSEA, Vinci S.A.

Herr Pierre Lacoudre, COSEA, Vinci S.A.

Frau Regine Krause, Regine Krause Sightseeing Tours

Frau Aicha Boussedra, Airbus S.A.S.

Frau Céline Lauriere. Airbus S.A.S.

Herr Vincent Lescure, Compagnie Eiffage

Frau Elisa Gagnat, Compagnie Eiffage

Neben der Pfingstexkursion wurde im Herbst dieses Jahres auch eine Tagesexkursion zu den folgenden Baustellen durchgeführt:

St. Martin Tower, Frankfurt

Maintor Areal, Frankfurt

Wohnungsbau Europaviertel, Frankfurt

Für die hervorragende Organisation und örtliche Betreuung auf den Tagesexkursionen sei folgenden Herren herzlich gedankt:

Herr Christian Restle. Ed. Züblin AG

Herr Ivo Livakovic. Ed. Züblin AG

Herr Sven Seipp, DIC KGaA

Faru Nicole Eschelbach, DIC KGaA

Herr Henning Nelles, DIC KGaA

Herr Andreas Vogel, Ed. Züblin AG

Herr Axel Kuhlman. Ed. Züblin AG

Im Verlauf des Vertieferlehrgangs fanden weiterhin Exkursionen zu den folgenden Firmen und Baustellen statt:

Besichtigung des Steinbruchs Nußloch (HeidelbergCement AG) – Herr

Ulrich Matz, Steinbruchs-Berufsgenossenschaft

Forschungsreaktor 2, KIT Campus Nord - Anna Reis, Thomas Höhn, Dr.

Guenther Roth und Prof. Dr. Geckeis. KIT

Kernkraftwerk Philippsburg, Philippsburg - Carl Michael Maurer und

Roman Zofka, EnBW Kernkraft GmbH

Kerntechnische Hilfsdienst GmbH, *Eggenstein-Leopoldshafen* – Dr.-Ing.
Uwe Süß, *Kerntechnische Hilfsdienst GmbH*LEONHARDT Recyclinganlage Lauterbourg – Stephan Haupenthal, *REMONDIS*

Ihnen möchten wir ebenfalls unseren herzlichsten Dank aussprechen!

Die Exkursionsziele



Die Exkursionsteilnehmer



Institutsangehörige

Dipl.-Wi.-Ing. Annett Schöttle
Dr.-Ing. Harald Schneider

Studenten

Verena Becker, Dorottya Berci, Alexander Bombeck, Julian Dick, Jakob Herbst, Reinhold Anton Kauk, Mirko Kirch, Anne-Sophie Kuchejda, Julia Maria Leuthold, Marcel Tillmann Mott, Jasmin Melanie Mussgnug, Nikola Nachkov, Julia Melanie Neuberger, Carla Neuhaus, Mariana Rathgeb, Julia Ruof, Benjamin Schmidt, Dorothee Schumacher, Julia Schymalla, Lukas Dominik Stockinger, Marina Walter, Madeleine Weber

Inhaltsverzeichnis

Dienstag, 21.05.2013	
Fondation Louis Vuitton pour la Création	2
Mittwoch, 22.05.2013	
Eurovia Centre de recherche de Mérignac	16
Château Luchey Halde	29
Donnerstag, 23.05.2013	
Stadtführung Bordeaux	36
LISEA – LGV SEA Tours	48
Freitag, 24.05.2013	
Airbus-Werk	63
Le Viaduc de Millau	72
Eindrücke und Erkenntnisse	83

Die Baustellenbesichtigungen

Fondation Louis Vuitton pour la Création

Verena Becker, Julia Schymalla, Carla Neuhaus, Julia Neuberger

Anreise

Am Dienstag, den 21.05.2013 um 05:30 Uhr, startete die diesjährige Pfingstexkursion des TMB. Dieses Jahr ging es quer durch Frankreich. Unsere erste Station war in Paris. Nach längerer Busfahrt und kurzem Sightseeing in der Hauptstadt kamen wir gegen 14:00 Uhr an der Baustelle, "Fondation Louis Vuitton pour la Création", an.

Baustelle Fondation Louis Vuitton pour la Création

Bei der Baustelle Fondation Louis Vuitton pour la Création handelt es sich um den Neubau eines Museums für zeitgenössische Kunst, wobei das Gebäude ein Kunstwerk für sich darstellt: Die komplexe Hauptstruktur wird von 12 Glassegeln überspannt; zahlreiche Galerien im Innern der Glasstruktur ermöglichen dem Besucher eine Sicht auf die umliegende Landschaft (siehe Abb. 1). Auf 90 verschiedenen Levels entsteht eine Ausstellungsfläche von etwa 9.000 m². Die Idee für dieses Projekt kam von Bernard Arnault, Präsident der Louis Vuitton Stiftung. Die Stiftung finanziert das etwa 150 Millionen (April 2011, New York Times) teure Projekt, an welchem Firmen aus aller Welt beteiligt sind. Bernard Arnault war es, der Frank Owen Gehry, unter anderem bekannt für das Guggenheim Museum in Bilbao, als Architekten für das Projekt gewinnen konnte. Der Spatenstich des Gebäudes erfolgte im März 2008. Bis Januar 2014 soll es fertiggestellt sein.



Abb. 1: Computervisualisierung des Museums¹

Das Museum liegt inmitten des Jardin d'Acclimatation, der am 6. Oktober 1860 im Westen von Paris, am Rande des Waldes Bois de Boulogne eröffnet wurde (siehe Abb.2 und Abb.3). Der Park war zunächst ein Zoo und diente während der Kolonialzeit zur Ausstellung fremder Lebensstile aus den französischen Kolonien. Das Gebäude ist von der Fundamentsohle aus 65 m hoch und wird später von Wasser umgeben sein, das von einem künstlichen Wasserfall gespeist wird. Der Architekt F. O. Gehry beabsichtigt dadurch eine Einbindung des Bauwerks in den Garten.



Abb. 2: Lage der Baustelle in Paris²

-

¹ http://www.fondationlouisvuitton.fr/.



Abb. 3: Lage des Museums innerhalb des Jardin d'Acclimatation³

Frank Owen Gehry, 1929 in Toronto geboren, ist ein kanadisch-US-amerikanischer Architekt, dessen Baustil von gebrochenen Formen gekennzeichnet ist. Nach dem American Center in Bercy ist das Museum sein zweites Gebäude in Paris. Inspiration für das Design des neuen Museums erhielt Gehry unter anderem durch das Glasdach des Grand Palais. Seine zunächst abstrakte Skizze stellte er detailliert in einem 3D-Modell dar, aus dem schließlich der Plan des Gebäudes entworfen wurde. Hierbei musste das zu komplexe Modell des Architekten vereinfacht werden, um eine Realisierung zu ermöglichen.

Zu Beginn der Baustellenbesichtigung hielt Herr Guillaume Duche (Vinci Construction), einer der drei technischen Leiter des Projektes, einen PowerPoint Vortrag, um uns einen Überblick über das gesamte Bauvorhaben zu geben. In seinem Vortrag erläuterte er uns die Konstruktion und den Aufbau des Museums. So konnten wir bei der von Ihm geführten zweistündigen Baustellenführung, die an seinen Vortrag anschloss, besser folgen.

4

² http://www.fondationlouisvuitton.fr/.

³ http://www.fondationlouisvuitton.fr/historic-site.html.

Konstruktion - Segel

Maßgebend für die äußere Erscheinungsform des Bauwerks sind die "Segel", welche das Gebäude umhüllen und vor äußeren Einflüssen wie Niederschlag und Schnee schützen. Der Einbau der Segel startete Mitte 2012. Derzeit wird mit Hochdruck an deren Fertigstellung gearbeitet. Voraussichtlich werden die Arbeiten Mitte des Jahres beendet. In der Planungsphase waren vierzehn Segel vorgesehen, doch aus Kostengründen musste die Anzahl auf zwölf reduziert werden. Frank Gehry akzeptierte die Veränderung ohne Einwände.

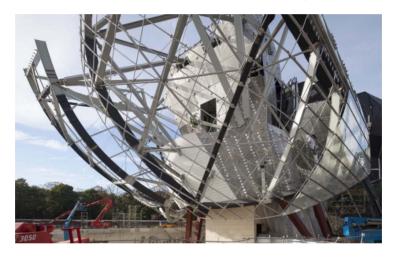


Abb. 4: Beginn des "Segelbaus" im Sommer 20124

Die Glashülle besteht aus 47 einzelnen Einheiten mit einer Gesamtfläche von über 12.000 m². Jedes der 9.000 Gläser besitzt eine individuell gebogene Form, abhängig vom Einbauort. Die einen Meter breiten Scheiben werden in Rahmenschienen eingebracht und an den Stößen mit Silikon verfugt. Zwischen den doppeltverglasten Scheiben befindet sich eine Sonnenschutzfolie, die bis zu 52 Prozent der Sonnenstrahlen reflektiert. Diese erscheint gräulich und vermittelt dem Besucher beim Hinausschauen den Eindruck eines bewölkten Himmels (siehe Abb. 5). Um den exakten

-

⁴ http://www.fondationlouisvuitton.fr/work-in-progress.html?en.

Einbau zu ermöglichen werden die Scheiben von zwei Teams eingebracht. Das eine arbeitet unterhalb der Konstruktion und das andere oberhalb. Die Sicherheit spielt hierbei eine übergeordnete Rolle. Das Team auf der Innenseite der Segel muss über Kopf arbeiten und wird durch Seile abgesichert, um die Hände frei einsetzen zu können. Wenn ein Segel fertig montiert ist, wird abschließend die Wasserdichtheit überprüft.



Abb. 5: "Bewölkter Himmel"

Hergestellt, geliefert und eingebaut werden die speziellen Gläser von der tschechischen Firma SIPRAL, welche führend auf dem Gebiet der Glaskonstruktionen ist und bereits über 290 ähnlich große Projekte erfolgreich abgeschlossen hat.

Stahl- und Holzkonstruktion

Die Glashülle wird gestützt von einer Unterkonstruktion aus Stahl und Holz, welche konventionell durch Bleche miteinander verbunden ist. Die Anschlüsse bleiben für jedermann sichtbar, da sie Teil des architektonischen Konzepts sind. Holz ist bekanntlich anfällig für Feuchtigkeit und Wasser. Auf

Grund dessen werden die Holzbalken während der Bauarbeiten durch eine zusätzliche Folie geschützt. Diese Funktion übernehmen im späteren Betrieb die Segel.



Abb. 6: Stahlholzknotenpunkt (Holzschutz durch schwarze Folie)

Für die Holzkonstruktion wird mittelfestes Holz verwendet, welches zugleich tragfähig und biegsam ist. Aufgrund der hier notwendigen Krümmung der Balkenelemente kann kein hochfestes Holz verwendet werden. Da die großen Lasten der Glasfassade über die Stahlträger in den Boden abgeleitet werden, ist die Tragfähigkeit des mittelfesten Holzes ausreichend. Die eingebauten Holzelemente mussten aufgrund ihrer Einzigartigkeit durch ein Expertenteam zugelassen werden. Unabhängig voneinander begutachteten drei Prüfingenieure, zwei Ingenieure aus Frankreich und Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß vom Karlsruher Institut für Technologie, die Konstruktion und genehmigten eine Sonderzulassung.

Auf Grund der hohen Nachfrage nach Mobilkränen für schwere Lasten auf der Baustelle war der Zeitraum für die Montage des größten Holzbalkens

festgelegt. Zwischen Weihnachten und Silvester 2012 wurde Tag und Nacht gearbeitet um innerhalb von drei Tagen die Fertigstellung zu realisieren. Die Holzbalken werden von der deutschen Firma SHESS geliefert. Für die Stahlkonstruktion bekam die Eiffel-Group aus Frankreich den Zuschlag.

Die riesigen Stahlträger sind am Boden in Betonfundamenten befestigt. Bei deren Einbau ist es wichtig exakt zu arbeiten, da nur Toleranzen von höchstens zwei Zentimeter akzeptiert werden. Ansonsten passen die Bolzen nicht mehr in die Fundamente und die 60 Meter hohe Stahlkonstruktion kann nicht vorschriftsmäßig verankert werden. Erst nach Fertigstellung des Stahlskeletts im Dezember 2011 konnten die Holzelemente eingefügt werden und die Bauarbeiten der Glashautkonstruktion beginnen.

Eisberge

Die "Eisberge" befinden sich in der Mitte des Gebäudes und stellen den schwierigsten Teil der Konstruktion dar. In ihnen befinden sich die späteren Ausstellungsräume. Von außen sind die Eisberge bereits fertiggestellt. Momentan wird an der Spezialbeschichtung der Innenwände gearbeitet, um ein besonderes Ambiente zu erzeugen.

Die Eisberglandschaft besteht aus 19 Einheiten mit einer Gesamtoberfläche von 9.000 m². 22.000 unterschiedlich geformte Faserzementverbundplatten bilden die Verkleidung. Die Platten werden an eine Unterkonstruktion aus Stahl aufgebracht. Formgebend ist die Aluminiumkonstruktion auf den gummierten Blechen. Durch den speziellen Unterbau wird im zukünftigen Ausstellungsraum die Raumfeuchte, -wärme und Akustik angepasst. Anwendung findet diese Technik bereits im MARTA Museum Herford.

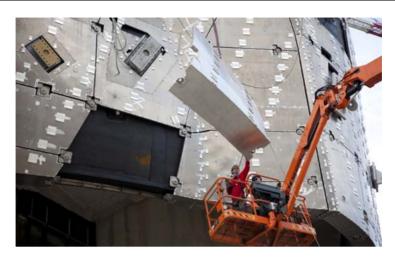


Abb. 7: Anbringung der Aluminiumbleche an die gummierte

Unterkonstruktion⁵

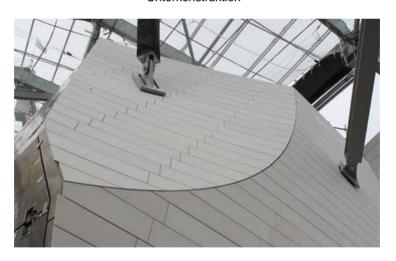


Abb. 8: Faserzementplatten

Jede der Faserzementverbundplatten ist einzigartig in ihrer Oberflächenkrümmung und wird daher mit einer speziell angefertigten Form hergestellt. Bei der großen Stückzahl wurde die Produktion teilautomatisiert.

.

⁵ http://www.fondationlouisvuitton.fr/work-in-progress.html?en.

Ein Latexrahmen bildet die Grundlage für die Platten, deren Außenmaße identisch sind. Die Form wird in ein Gerät eingespannt und von einem Roboter in jede gewünschte Symmetrie gebracht. Für bis zu 100 Platten kann der gleiche Latexrahmen verwendet werden. Die Herstellung erfolgt unter Vakuumbedingungen, um eine möglichst dichte Oberfläche zu garantieren. Die einzelnen Kacheln werden im Werk fertiggestellt, sodass sie auf der Baustelle nur an ihren Einbauort gebracht und befestigt werden müssen. Lediglich die Eckplatten werden überdimensioniert und nach dem Einbau in Form geschnitten um eventuelle Ungenauigkeiten ausgleichen zu können. Die Montage der Platten erfolgt leicht versetzt, wodurch ein optisch ansprechendes Gesamtbild entsteht.

Anwendung von BIM

Der Generalunternehmer Vinci nutzt zur Planung und Organisation der Baustelle das sogenannte Building Information Modeling (BIM). Diese Methode erlaubt es verschiedene Software miteinander zu verknüpfen. Alle relevanten Gebäudedaten werden digital erfasst, kombiniert und vernetzt. Zusätzlich ist das zu bauende Gebäude geometrisch als Computermodell abgebildet. Ein CAD-Programm zur Konstruktion wurde mit einer Terminplanungssoftware gekoppelt, sodass eine vierdimensionale Darstellung des Bauprojekts realisiert werden konnte.

Die dreidimensionale Visualisierung des zu planenden Projekts ermöglicht den beteiligten Ingenieuren ein besseres Verständnis des komplexen Bauwerks. Verschiedene Strukturen können ein- bzw. ausgeblendet und der Aufbau des Gebäudes auf das Wesentliche reduziert werden. Mit der Verknüpfung der Programme ist jedes Bauteil einer Position auf dem Terminplan zugeordnet. Dadurch ist es möglich sich auch bildlich über die Abhängigkeiten der verschiedenen Positionen zu informieren. Zur Verdeutlichung der einzelnen Baustadien wurde eine unterschiedliche Farbgebung gewählt.



Abb. 9: Visualisierung der Unterkonstruktion im Computermodell⁶

Mit Hilfe des verwendeten Modells können die jeweils nächsten Schritte detailliert geplant werden. Dazu werden alle Baustellengeräte in das Programm eingepflegt. Die Standorte von Mobilkränen oder anderen Maschinen sind genau festgelegt. Ein speziell für die Baustelle entwickeltes Verfahren ermöglicht ein kontinuierliches Arbeiten aller Geräte. Über Sensoren wird nachvollzogen, welche Arbeitsbereiche jedes Gerät benötigt. Je nachdem an welcher Stelle Mobilkrane vorhanden sind, erhalten die drei Turmdrehkräne einen neuen Drehbereich. Im Programm ist es möglich die Funktionsfähigkeit der gewählten Konstellationen zu erproben und Sicherheitszonen auszuweisen.

Durch besagte Sicherheitszonen konnte bereits bei einem Unfall Schlimmeres verhindert werden. Während des Baus der Eisberge stürzte ein Bauteil vom Dach des Gebäudes herunter. Wie in der Planung vorgeschrieben, hielt sich niemand in der Sicherheitszone auf, sodass es keine Verletzen gab.

_

⁶ http://www.fondationlouisvuitton.fr/work-in-progress.html?en.

Zum leichteren und genaueren Einbau der einzelnen Teile werden Laser auf der Baustelle verwendet. Sie berechnen die exakte Position des einzubauenden Elements und geben ein akustisches Signal, wenn das Bauteil sich an der richtigen Stelle befindet.

Bei unserem Besuch der Baustelle (siehe Abb. 10) konnten wir feststellen, dass Sicherheit auf der Baustelle einen hohen Stellenwert hat. Neben den beschriebenen Sicherheitszonen wird streng darauf geachtet, dass Arbeiter an den Segeln immer doppelt gesichert sind. Dafür wurden besondere Sicherungspunkte in die Konstruktion vorgesehen. Jeder Arbeiter ist so zum einen an seinem Kran und zum anderen an der Konstruktion angeseilt.



Abb. 10: Teilnehmer der Pfingstexkursion in Paris

Für Besucher der Baustelle gibt es noch weitere Sicherheitsmaßnahmen. Sie dürfen sich nur auf den gekennzeichneten Wegen aufhalten. Diese sind im Gebäude auf beiden Seiten durch Zäune gesichert und zeigen mit Wegweisern den richtigen Weg (siehe Abb. 11).



Abb. 11: "Wegweiser Männchen" auf der Baustelle

Für die sehr interessante, lehrreiche Führung mit toller Baustellenbesichtigung bedanken wir uns recht herzlich bei Herr Guillaume Duche (siehe Abb. 12), der es uns ermöglichte die Baustelle zu besichtigen, obwohl es seit einigen Monaten dort einen "Besucherstopp" gibt.



Abb. 12: Herr Guillaume Duche von der Firma VINCI Construction (weißer Bauhelm)

Überblick

Lage: Im Westen von Paris am Waldrand der Bois de Boulogne,

inmitten Neuilly-sur-Seine's Jardin d'Acclimatation

Maßnahme: Bau eines Museums für zeitgenössische Kunst

Bauherr: Fondation d'Entreprise Louis Vuitton pour la Création

Unternehmensvorsitz: Bernard Arnault

Architekt: Frank Owen Gehry

Ausführung: VINCI Construction, FRANCE

Bauzeit: 5 Jahre (geplant 4 Jahre, 1 Jahr Verzögerung) von

Dezember 2008 bis Januar 2014

Auftragsvolumen: 150 Millionen (April 2011, New York Times)

Konstruktion: Dachkonstruktion: HOFMEISTER, Deutschland

Glaskonstruktion: SIPRAL, Tschechien

Aufzugskonstrukteur: THYSSENKRUPP, Deutschland

Fläche: 18.5 ha

Materialien: Stahl, Holz, Glas und "Luft"

Ingenieure: 55-65

Mitarbeiter: 350

Bauvertrag: Abrechnung nach Aufwand

Baugeräte: aktuell 3 LIEBHERR Turmdrehkräne (1x700t und 2x500t)

und zusätzlich Mobilkräne

Quellen: Präsentation und Führung durch Guillaume Duche

Private Fotoaufnahmen von Verena Becker

http://www.emporis.com/building/fondation-louis-vuitton-pour-la-creation-paris-france [31.05.2013]

http://www.lvmh.com/ [30.05.2013]

http://www.jardindacclimatation.fr/ [30.05.2013]

http://www.sipral.cz/en/profile [31.05.2013]

http://bimserver.org/about/ [01.06.2013]

http://www.3ds.com/de/products/catia/ [01.06.2013]

http://www.fondationlouisvuitton.fr/home.html

[02.06.2013]

EUROVIA Centre de recherche de Mérignac

Reinhold Anton Kauk, Jakob Herbst, Lukas Stockinger

Verkehrswege, insbesondere Straßen, zählen zu unseren wichtigsten Bauwerken. Sie sind die Adern einer zivilisierten Gesellschaft. Das größte Straßennetz, mit einer Länge von 6.430.360 km besitzt die USA. In Deutschland sind es 640.000 km. Davon sind 12.845 km Autobahn. 2012 gab die Bundesregierung 4,1 Milliarden Euro für die Instandhaltung und die Erweiterung des Netzes aus. Trotz ihrer hohen Bedeutung werden Fahrbahnen von der Öffentlichkeit als Nutzflächen wahrgenommen. Es sind keine schönen Prestigebauwerke zu denen man hinfährt um sie sich anzuschauen. Über sie wird meist nur gesprochen wenn sie nicht richtig funktionieren. Dabei handelt es sich um Hochleistungsbauwerke, die enormen Belastungen standhalten müssen.

Die klassische Straße soll den Transport von Mensch und Ware von A nach B erleichtern. Durch stetige Zunahme des Schwerlastverkehrs und immer größer und schwerer werdende LKWs, nimmt die Belastung für die Fahrbahnen zu. In Deutschland sind zurzeit LKWs mit einem Maximalgewicht von 40 t zugelassen. Die erlaubten Achslasten betragen bei Einzelachsen 11,5 t, bei Dreifachachsen (sechs Räder auf einer Achse) sogar 24 t. Neben der klassischen Straße gibt es Verkehrsflächen die erst in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen haben. Dazu gehören Start- und Landebahnen auf Flughäfen. Der Airbus A380 ist momentan das größte Passagierflugzeug der Welt. Er hat ein zulässiges Startgewicht von 569 t. Bei der Landung sind es noch 391 t. Sowohl beim Start als auch bei der Landung werden extreme Kräfte von den Rädern auf die Fahrbahnen übertragen.

Eine weitere Sonderverkehrsfläche sind Hafengelände. Beispielsweise werden in Rotterdam 2010 430 Millionen t Waren umgeschlagen. Die LKWs fahren dort im Minutentakt und haben ihre Standzeiten bei Be- und Entladung. Alleine daraus ergeben sich bereits gehobene Ansprüche an die Fahrbahnen. Zusätzlich ist der Straßenbelag einem beträchtlichen

chemischen Angriff aus der hoher Abgasbelastung und dem Salzgehalt der Luft ausgesetzt. Bauwerke sollen vor allem der Witterung standhalten. Dabei sind besonders thermische Spannungen, durch die Risse entstehen können. ein Problem. Bei Straßenbauwerken ist dabei zusätzlich der Einfluss von Bodenfrost zu berücksichtigen. Weiterhin wird von modernen sie die Lärmemission durch Straßenbelägen verlangt. dass Reifenrollgeräusche minimieren und hinsichtlich ihrer Ökobilanz im Emissionsausstoß und Ressourcenverbrauch optimiert werden.

Eine der größten Straßenbauunternehmen stellt die Eurovia dar. Durch ihre großzügige Unterstützung bekamen wir die Gelegenheit, Menschen und Maschinen zu beobachten, die an innovativen Lösungen für diese Herausforderungen Arbeiten.

EUROVIA ist eine Tochter des französischen VINCI Konzerns der weltweit eine führende Rolle im Bau- und Konzessionsgeschäft einnimmt. Als Spezialist für Verkehrswegebau ist EUROVIA ein weltweit gefragter Partner bei der Durchführung von Infrastrukturprojekten. Eurovia wurde 1997 in Frankreich gegründet und etablierte sich schnell auf den internationalen Märkten. Heute ist das Unternehmen in allen relevanten Sektoren des Straßenbaus vertreten. EUROVIA bietet Komplettlösungen an und realisiert diese in Eigenleistung. Die Grundlage dafür bilden 43.000 Mitarbeiter, 300 Niederlassungen und Straßenbautöchter, 400 Steinbrüche, Kies und Sandgruben, 50 Bindemittelwerke, 405 Asphaltmischanlagen und 10 Straßenausrüstungsbetriebe. Zudem ist EUROVIA im Auftrag von VINCI CONCESSIONS für den Betrieb und die Instandhaltung von Infrastrukturen verantwortlich. Auf diese Weise wurde 2012 ein Umsatz von 8.747 Millionen Euro in 16 Ländern, überwiegend in Europa aber auch in den USA, Kanada, Indien und Chile erwirtschaftet.

In Deutschland besitzt EUROVIA 126 Niederlassungen mit beinahe 4.000 Mitarbeitern und ca. 1.800 Baustellen jährlich. 2012 wurden hier fast 900 Millionen Euro umgesetzt. Aktuell ist EUROVIA unter anderem als ARGE-Partner mit dem sechsspurigen Ausbau der A5 von Baden-Baden nach

Offenburg beauftragt. Das Vorhaben wird als PPP-Projekt realisiert und hat ein Volumen von 350 Millionen Euro. Für die Forschung und Entwicklung betreibt EUROVIA mehrere Kompetenzzentren. In Deutschland z.B. die Materialprüfungsanstalt (MPA) und die Materialprüfungs- und Vertriebsgesellschaft (MPV) in Bottrop, welche in die EUROVIA SERVICES GmbH eingegliedert sind.

Das zentrale Labor ist das "EUROVIA Centre de recherche de Mérignac". Bei unserer Ankunft am Mittwoch 22.05.2013 gegen 12:00 wurden wir von Herr Dipl.-Ing. / MBA Torsten Macko empfangen. Herr Macko ist seit 2009 Vorsitzender von EUROVIA Beton in Deutschland. Während einem großzügigen französischen Essen (siehe Abb. 1) bekamen wir zunächst die Gelegenheit uns bei Gesprächen unter Ingenieuren kennen zu lernen. Die Tatsache, dass Herr Macko sein Studium in Karlsruhe bei einem bekannten Professor abgeschlossen hat, erwies sich als Grundlage spannender Gespräche.



Abb. 1: Leckere Mahlzeit

Wir erfuhren dabei auch, dass die Forschungsabteilung 2003 von Dourdan (Paris) nach Mérignac (Bordeaux) umgezogen war. Hierfür wurde ein 4.000 m² großes Gelände eines ehemaligen Chateaus gekauft. Das Haupthaus des Chateaus hat die Umstrukturierung überlebt und dient heute dem Empfang von Gästen.

Das Forschungsgebäude an sich ist in Modulbauweise errichtet worden. Es bietet 1.900 m² und hat die Form eines X (siehe Abb. 2). Die geräuschintensiven Prozesse können so von den ruhigen Arbeitsplätzen der Forscher räumlich abgeschirmt werden. Getestet wird das ganze Jahr, 24 Stunden am Tag. So kommt eine beachtliche Anzahl von ca. 4.500 Tests pro Jahr zustande. Den Forschern stehen dabei 150 Maschinen zur Verfügung, wovon einige selbst entwickelt wurden. Es können 250 unterschiedliche Tests durchgeführt werden. Die Testdauer beträgt bis zu drei Monate und führt dazu, dass sich die Entwicklungszeit eines Produktes über 18 Monate erstrecken kann.



Abb. 2: Forschungsgebäude Eurovia Bordeaux¹

Das Forschungszentrum ist in Gremien der FGSV, des DAV, des DIN und des CEN engagiert und hilft dort unter anderem bei der Bearbeitung von Normen.

.

Quelle: GoogleMaps.

Ein wichtiger Bestandteil des Asphalts ist Bitumen – dieser stellt also einen großen Teil der Forschung dar. Bitumen sind thermoviskose und elastoviskose Flüssigkeiten. Das heißt, sie reagieren auf ihre Temperatur und die Dauer ihrer Belastung. Bei zu niedriger Temperatur wird der Brechpunkt unterschritten, das Bitumen ist zu spröde. Bei zu hohen Temperaturen wird der Erweichungspunkt überschritten und das Bitumen verflüssigt sich. Ist die Belastung von kurzer Dauer, verhält sich Bitumen elastisch, geht also in seine ursprüngliche Form zurück. Bei langer Belastungszeit hingegen nimmt die Viskosität zu, was zu plastischen (bleibenden) Verformungen führt. Werden unterschiedliche Bitumen gemischt entsteht ein neuer Stoff mit kombinierten Eigenschaften. Es existiert außerdem eine Vielzahl an organischen und anorganischen Zusatzstoffen, deren Beimengung die Eigenschaften des Bitumens entscheidend verändern kann.

Häufig werden Kunststoffe eingesetzt. Sie erhöhen die Festigkeit bei hohen Temperaturen und verbessern die Haftung an der Gesteinskörnung. In diesem Zusammenhang wird von "Polymermodifiziertem Bitumen" (PmB) gesprochen. Andere Zusatzstoffe senken die Verarbeitungstemperaturen der Asphalte, sodass dieser dann "kalt" eingebaut werden kann. Das ist nicht nur ein Vorteil in Ländern mit kühlem Klima, sondern spart auch Emissionen ein. In anderen Versuchen wird Wasser in heißes Bitumen eingespritzt. Es entsteht Schaumbitumen mit dessen Hilfe der Asphalt bei Zimmertemperatur verarbeitet werden kann.

In einem speziellen High-Tech-Verfahren werden mit hohem Chemieeinsatz Emulsionen aus Bitumen und Wasser hergestellt. Diese werden überwiegend bei der Sanierung von Deckschichten verwendet. Ihr Vorteil liegt ebenfalls in der Verarbeitungstemperatur. Straßen, die mit solchem Asphalt behandelt werden, können schon nach 30 Minuten wieder befahren werden. Die Wissenschaftler haben im Zuge ihrer Forschungen ein Gerät entwickelt welches die Oxidation der Bitumen während dem Einbau und danach messen kann. Damit sind sie in der Lage Emissionsquellen auszumachen oder Alterungsprozesse zu simulieren.

Aktuell werden Bindemittel erprobt, die komplett aus natürlichen Rohstoffen gemischt werden und ohne Rohölprodukte auskommen. Damit ein neu entwickeltes Bindemittel in Europa zugelassen wird. müssen die Eigenschaften durch entsprechende Prüfverfahren im Labor (siehe Abb. 3) bestimmt werden. Grundlage der Anforderungen an Bitumen und bituminöse Bindemittel ist die Norm EN 12591 (Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel -Anforderungen an Straßenbaubitumen). Nachzuweisen sind demnach die Penetration, der Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK), der Brechpunkt nach Fraaß und die Duktilität. Geprüft wird dabei das Temperaturverhalten des Bitumens. Bei der Penetration beispielsweise wird eine standardisierte Nadel bei 25°C, 5 Sekunden lang mit 100g belastet. Die danach gemessene Eindringtiefe ist der gesuchte Wert nachdem der. Bitumen eingeteilt wird. Der EP RuK sucht hingegen nach der Temperatur bei der das Bitumen eine bestimmte Verformung erfährt.



Abb. 3: Das Labor

Der Hauptbestandteil eines Asphaltes, die Gesteinskörnung, wird in Kiesgruben oder Steinbrüchen abgebaut. Es werden aber auch

Industrieabfälle z. B. Müllverbrennungsasche oder Recyclingmaterial verwendet. Die Gesteinskörnungen verleihen einer Straße ihre Tragfähigkeit. Dabei sind die geometrischen und physikalischen Beschaffenheit die einflussreichsten Faktoren. Entscheidend für den späteren Hohlraum sind die Sieblinie und der Gehalt von Feinanteilen. Das Größtkorn wird in der Bezeichnung von Asphaltmischgutsorten angegeben. In Abb. 4 ist ein Asphalt bestehend aus grober Gesteinskörnung zu sehen.



Abb.4: Beispiel für Asphalt aus grober Gesteinskörnung mit großem Größtkorn

Die Kornform hat einen Einfluss auf die spätere Stabilität. Runde Körnung lässt sich besser verdichten und bricht nicht so leicht wie flache. Beim Mischprozess treten teils starke Kräfte auf die sich auf die Kornform auswirken können. Mit der Bestimmung des Los-Angeles-Koeffizienten (LA-Koeffizient) wird darum der Splitterwiderstand gemessen. In diesem Versuch wird das Granulat mit Metallkugeln versetzt und gemischt. Am Ende wird der Gehalt an Feinanteilen bestimmt und mit dem vorherigen Wert verglichen. Bei Deckschichten sind vor allem der Widerstand gegen das Polieren, der polished stone value, sowie der Widerstand gegen Abrieb, der Abrasions-

widerstand, die entscheidenden Faktoren. Die Messung des Abriebs wird nach demselben Prinzip wie der LA-Koeffizient bestimmt. Hierbei sollen die Metallkugeln die Körner aber nicht zertrümmern sondern an ihnen reiben. Erreicht wird das durch die Zugabe von Wasser. Es wird der Micro-Deval-Koeffizient gemessen. Gesteinskörnungen für den Straßenbau müssen in Europa die Anforderungen der EN 13043 erfüllen.

Natürlich finden auch Tests am Endprodukt statt. Diese können dynamischer, mit Frequenzen zwischen 10 und 60 Hertz, oder statischer Art sein. In einem Versuch können hier z. B. 20 Jahre Verkehr an einem Tag simuliert werden. Dafür wird ein Stück einer Fahrbahn eingespannt und mit einem Reifen überrollt. Am Ende werden die Verformung und der Abrieb untersucht (siehe Abb. 5-7). Für Fahrbahnen mit besonderem Anspruch wie Rennbahnen oder Flugpisten wird dieser Test mit einer überrealen Belastung durchgeführt. Diese Untersuchungen dienen unter anderem zur Optimierung der Schichtdicken.



Abb. 5: Reifenrollversuch



Abb.6: Reifenrollversuch mit Schneeketten

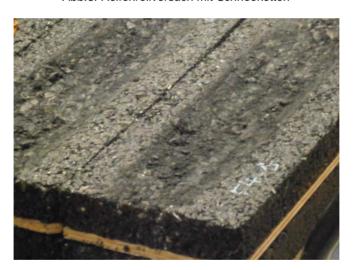


Abb.7: Probekörper am Ende des Reifenrollversuches

Weitere wichtige Eigenschaften eines Asphalts sind dessen Druck- und Scherfestigkeit. Die benötigten Werte werden in Versuchen (siehe Abb. 8), die zum Teil drei Wochen dauern können, ermittelt.



Abb.8: Versuchskörper mit Messelektroden

Trotz aller Mühen kann ein Asphalt, auch bei optimaler Herstellung und Verarbeitung, Schwachstellen aufweisen. Wo und warum diese auftreten, versuchen die Forscher mit einem Blick ins Innere des Asphaltes zu verstehen. Dafür wird in einem einzigartigen Verfahren ein Leuchtharz durch Vakuum in eine Asphaltprobe eingebracht und anschließend mit einem Elektronenrastermikroskop untersucht. Diese Methode wird auch für interne Gutachten und Qualitätskontrollen von eigenen Projekten verwendet.

Das Resultat dieser intensiven Forschung sind marktreife Produkte, welche die modernen Ansprüche erfüllen. Beispiele für die erfolgreiche Überführung der Forschung in die Praxis sind unter anderen die Asphaltmischungen DRAINOVIA und RENVOVIA. DRAINOVIA ist ein offenporiger Asphalt der sich besonders für den Einsatz auf Straßen mit schnellem Verkehr wie auf Autobahnen oder Umgehungsstraßen eignet. Er wird in der Deckschicht in Dicken zwischen 4,5 und 6 cm eingebaut. Seine Struktur, die einen Hohlraumgehalt von 20 bis 24% aufweist, lässt Regenwasser unterirdisch abfließen. Auf diese Weise werden Sprühfahnen und die Gefahr von

Aquaplaning deutlich reduziert. Zusätzlich wird das Reifenrollgeräusch bedeutend verringert. RENFOVIA hingegen ist ein Hochleistungsasphalt. Dessen Steifigkeitsmodul und Ermüdungswiderstand sind um ein vielfaches höher als in der TL-Asphalt vorgeschrieben. Er wird in den statisch wichtigen Binder- und Tragschichten eingebaut und sorgt dort für Formstabilität und eine lange Lebensdauer. Durch den Einsatz von Recyclingprodukten bei der Herstellung und relativ geringen Schichtdicken von 5 bis 12 cm werden zudem die natürlichen Ressourcen geschont. Durch die Kombination der oben genannten Asphalte können z. B. sichere Autobahnen in regenreichen Gebieten mit intensivem Verkehrsaufkommen gebaut werden.

Die neueste Entwicklung von EUROVIA ist das so genannte Noxer Prinzip. Gemeint ist ein Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in der Luft. Dafür wird auf eine Asphaltdeckschicht eine Titanoxidhaltige Zementsuspension aufgebracht. Das Titanoxid dient dabei als Katalysator. Es regt die Stickoxide dazu an sich, unter dem Einfluss von UV-Strahlung, mit dem Luftsauerstoff zu verbinden. Das so entstandene Nitrat setzt sich auf die Fahrbahn ab und wird anschließend vom Regen weggewaschen. Die Effektivität des Prozesses ist von der Intensität der UV-Strahlung abhängig. Im Labor wird, bei Simulation eines sonnigen Tages, eine Reduktion des Stickoxidgehaltes von 70% erreicht. Das eingesetzte Titanoxid ist dabei Umwelttechnisch unbedenklich. Es zerfällt nicht, ist chemisch und biologisch inaktiv und recycelbar. Noxer wird seit längerem im Großraum Paris erfolgreich angewendet. In Deutschland eröffneten im Herbst 2012 im Stadtgebiet von Hamburg zwei Teststrecken mit einer Gesamtlänge von 270 m. Hier ging es vor allem darum die Effektivität des Straßenbelages und dessen Einfluss auf die mechanischen und sicherheitsrelevanten Faktoren bei hohem Verkehrsaufkommen zu untersuchen. Ist das Projekt erfolgreich könnte der Einsatz ausgebaut werden. Mögliche Anwendungsgebiete sind dann Stadtautobahnen, Innenstadttunnel und Fußgängerzonen.

Vor Verlassen des Forschungszentrums bekamen wir bei einem Porträtfilm einen Eindruck des EUROVIA Mutterkonzern VINCI. Unter anderem wurden

einige berühmte Bauprojekte wie die Erdarbeiten für den Bau der Palmeninseln vor Dubai oder die Renovierung des Spiegelsaals in Versailles, in dem jeder VINCI- Mitarbeiter lebenslang freien Zugang hat, vorgestellt. Anschließend erhielten wir von Herr Macko in einer kurzen Präsentation noch einige Informationen zu seinem Werdegang als auch über Ein- und Aufstiegsmöglichkeiten in den Konzern. Dabei weckten die von EUROVIA und VINCI angebotenen Trainee-Programme und die zahlreichen Weiterbildungsmöglichkeiten das Interesse einiger Studenten.

Wir möchten uns an dieser Stelle bei Chef de projet Mr. Stéphane Faucon Dumont und Research Engineer Mr. Romain Lafon bedanken. Die Experten für Bindemittel und Gesteinskörnungen führten uns mit Begeisterung durch ihre Arbeitsplätze und versorgten uns dabei mit fachmännischen Informationen. Auf diese Weise bekamen wir einen detaillierten Überblick über die Probleme und Lösungsansätze im Verkehrswegebau. So ist es ihnen auch gelungen unsere Begeisterung für diesen Bereich des Ingenieurbaus zu wecken.



Abb. 10: Besucher des Eurovia-Forschungszentrums

Quellen: Führung

Homepage Eurovia Deutschland → wir über uns → Innovation, http://www.eurovia.de/wir-uber-uns/innovation (29.05.2013)

Homepage Eurovia Deutschland \rightarrow Produkte und Verfahren \rightarrow nach Familien,

http://www.eurovia.de/produkte-und-verfahren/nach-familien (29.05.2013)

Homepage Bitubau → Dünnschichtbeläge DDK, http://www.bitubau.com/produkte/dunnschichtbelage/ (29.05.2013)

Eurovia Technical Department (2009). "Combating Pollution NOXER: Improving air auality", http://www.eurovia.com/media/128762/noxer_a4_gb_bd.p df, (29.05.2013)

Lüdeke, A. (2012). "Neuer Straßenbelag von EUROVIA reduziert Schadstoffe – Pilotstrecken in Hamburg zur Senkung der lokalen Stickoxidbelastung" Pressemitteilung 29.08.2012,

http://www.eurovia.de/media/882236/pm_noxer_eurovia.p df (29.05.2013)

Hedt, S. (2013), "Noxer – Eine Lösung für photokatalytische Straßenbeläge auch unter hoher Verkehrsbelastung", Vortrag 21.03.2013, Kolloquium "Luftqualität an Straßen" 2013,

http://www.bast.de/nn_789794/DE/Publikationen/Veranst altungen/V3-Luftqualitaet-2013/luftqualit_C3_A4t.html (05.06.2013)

Château Luchey-Halde

Benjamin Schmidt, Julian Dick

Nach interessanter und aufschlussreicher Führung durch das Forschungszentrum und anschließender Kurzvorstellung des Vinci-Konzerns, insbesondere der Eurovia GmbH durch Herrn Torsten Macko, ging es zum entspannteren Teil des Programms über.

Nach zwanzig minütiger Busfahrt wurden wir von Oriane, die mit uns die Besichtigung und Weinverkostung durchführte, im Château empfangen. Das Château Luchey-Halde (siehe Abb. 1) befindet sich im Weinbaugebiet Pessac-Léognan in der Weinbauregion Graves. Es ist sehr modern und zeichnet sich durch eine einzigartige Geschichte aus.



Abb. 1: Frontansicht Château Luchy-Halde²

Aufgrund der wachsenden Urbanisierung Anfang des 20. Jahrhunderts kam es zu Krankheiten und Missernten. Daraus folgte die Aufgabe des Weingutes. Von 1920 - 1999 wurde dieses Areal von der Armee als Trainingsgelände umfunktioniert und genutzt. Im Nachhinein erwies sich

-

² Château Luchey-Halde,http://www.luchey-halde.com/phototheque/office_luchey_halde_img.jpg (Stand 09.06.2013)

diese achtzigjährige Nichtnutzung des Bodens als Glücksfall - die Erde konnte sich von dem früheren Weinanbau ausreichend erholen, um die nötigen Nährstoffe in ausreichender Konzentration anzureichern. Ab 1999 übernahm eine Schule der Agronomie das Château und kümmerte sich um die Rekultivierung der Weinreben (siehe Abb. 2). So folgten unzählige Bodenproben aus denen sich die perfekte Rebensorte ermitteln ließ.



Abb. 2: Anbaugebiet

Aus dem Château mit seinen 23 Hektar Fläche gehen fünf unterschiedliche Weinsorten hervor. Die drei Rotweine, die 80% der Produktion ausmachen, darunter: Cabernet Sauvignon, Merlot und Cabernet Franc. Die anderen 20% stellen die Weißweine Sauvignon Blanc und Sémillon dar. Die Sorte Merlot bringt ca. 70 Jahre erfolgreichen Ertrag, Cabernet Sauvignon ca. 80 Jahre und die Sorte Cabernet Franc mehr als 100 Jahre. Im Alter zwischen dem 35. und 40. Lebensjahr der Pflanze erreicht die Weinqualität ihren Höhepunkt. Während der Erntezeit, Ende August, beschäftigt das Château ca. 50 Arbeiter. Unter der Saison lediglich sieben. Das Gut beherbergt ein Büro, einen Gärkeller, einen Ruhekeller und einen Festraum, in diesem besondere Anlässe zelebriert werden können.

Nach ausführlichem Erläutern der Geschichte des Châteaus beschrieb uns Oriane den komplizierten Prozess der Weinherstellung. Die Trauben werden nach der Weinlese maschinell von ihren Stielen getrennt und anschließend in eine Mühle transportiert, um ein Gemisch aus zerdrückten Trauben, der Maische, herzustellen. Dieses Gemisch muss eine Zeit lange ruhen um gewisse Aromen zu entwickeln. Im Anschluss daran wird die Maische durch ein Förderband, das über einen schwenkbaren Dreharm läuft, luftdicht zum Kelter (Weinpresse) transportiert. Dieser Vorgang ist von großer Bedeutung, da eine Oxidation der Qualität schaden würde. Der Aufbau der 5000l großen Tanks ist aus praktischen Gründen kreisförmig gewählt. So erreicht der Dreharm mühelos jeden Tank (siehe Abb. 3). Dort wird dann der gepresste Traubensaft einen Monat gelagert.



Abb. 3: Gärkeller

Der erste Schritt zu einem perfekten Wein beginnt mit einer einwöchigen Lagerung bei 12°C um die ersten Aromen zu konservieren. In der zweiten Woche wird der Saft allmählich auf 25°C erhitzt. In folgenden Wochen wird im Gärprozess durch Zugabe von Hefe der Zucker in Alkohol umgewandelt. Um den perfekten Zeitpunkt der Abfüllung festzulegen bedient man sich speziell ausgebildeten Personals. Diese verkosten täglich den Tankinhalt und kontrollieren die Reife und Nuance des Weines. Angenommen dem Wein

fehlt es an nichts, beginnt die Abfüllung in Eichenfässer. Wenn jedoch ein Mangel festzustellen ist, wird dieser durch Zugabe verschiedener Stoffe aufgehoben.

Der Ruhekeller (siehe Abb. 4), in dem die Holzfässer gelagert werden, umfasst ein Lagervermögen von 300 Fässern. Selbstverständlich wird das Holz aus französischen Eichen gewonnen, die ein Mindestalter von 200 Jahren aufweisen müssen. Dadurch entsteht ein Fasspreis in Höhe von 700€. In diesem Château ist die Benutzung der Weinfässer auf eine dreimalige Benutzung beschränkt. Danach ist ein Fass zu einem Preis in Höhe von 35€ für Jedermann erhältlich.



Abb. 4: Ruhekeller

Der Wein mit der besten Qualität wird in neue, unbenutzte Fässer abgefüllt. Solch ein Fass besitzt ein Fassungsvermögen von 225 Litern, welches 300 Flaschen entspricht. Die gesamte Ernte eines Jahres der 23 ha Land ermöglicht eine Abfüllung von ca. 100.000 Flaschen Wein.

Nach Beendigung der Führung durch das Château versammelten wir uns zur Verkostung (siehe Abb. 5) zweier selbsthergestellter Weine. Wir genossen einen 2009er Sauvignon Blanc und einen 2007er Rotwein.



Abb. 5: Bei der Verkostung

Den Abschluss dieses Tages bildete das gemeinsame Abendessen mit Herrn Macko. Angekommen im Restaurant Grand Louis (siehe Abb. 6) startete wir mit einer Vielzahl unterschiedlicher Tapas und einem Willkommenswein.



Abb. 6: Restaurant Grand Louis³

.

³ Restaurant Grand Louis, http://www.grandlouis.com/photos-restaurant-merignac2.html, (Stand 09.06.2013).

Im darauffolgenden konnte jeder sein eigenes Menü zusammenstellen, welches aus Vorspeise, Hauptgang und Nachspeise bestand. Als Vorspeise wählten wir zwischen Räucherlachs, Austern und Foie gras (Stopfleber) aus. Bei der Hauptspeise lag die Entscheidung zwischen einem Rinderfilet oder einem Fischfilet mit Jakobsmuscheln. Beim Nachtisch fiel die Wahl besonders schwer, da uns entweder ein Beerentiramisu, eine Pistazien-Eistorte oder ein kleiner Schokoladenkuchen aufgetischt wurde.



Abb. 7: Eines der Hauptgerichte: Rinderfilet

Bei geselliger Runde mit zahlreichen Gesprächen und sehr leckerem Essen (siehe Abb. 8) neigte sich ein schöner Tag in Bordeaux dem Ende zu.



Abb. 8: Gesellige Runde

Ein herzliches Dankeschön gilt der Firma Eurovia und Herrn Macko, die uns diesen Tag ermöglichten.

Quellen: Führung durch Oriane

http://www.luchey-halde.com

http://www.grandlouis.com

Stadtführung Bordeaux

Alexander Bombeck, Madeleine Weber

Bordeaux, weltweit bekannt für den regionalen Wein, ist Haupt- und größte Stadt der Region Aquitanien in Südfrankreich. Die Stadt liegt am Fluss Garonne. der einige Kilometer flussabwärts mit der Dordogne zusammenfließt. Zusammen bilden die Flüsse den größten Mündungstrichter Europas, den im Atlantik endenden Gironde. Die Nähe zum Atlantik und die Lage am schiffbaren Fluss sind bis heute prägend für die Stadt.

In Bordeaux selbst leben etwa 240.000 Menschen auf einer Fläche von etwa 50 km², während die Bevölkerung der Metropolregion etwa 1,1 Millionen Einwohnern umfasst.

Geschichtlicher Hintergrund

Die Stadt Bordeaux wurde seit ihrer Entstehung im dritten Jahrhundert vor Christus durch drei Blütephasen (Antike, Mittelalter und Neuzeit) geprägt. Während dieser Phasen kam der Stadt ihre strategische Lage als Verkehrsund Handelsknotenpunkt zugute.

In der Antike, im dritten Jahrhundert vor Christi Geburt, ließ sich das Volk der Biturigen an der Garonne nieder, um den Zinnhandel an der Flussmündung zu kontrollieren. Schon damals wurde in der Region Weinanbau betrieben, der die Region bis heute so berühmt macht. Vom Jahre 56 v. Chr. bis ins fünfte Jahrhundert n. Chr. stand die Stadt unter der Herrschaft der Römer. Die Region wurde eine der Kornkammern des Römischen Reiches und gewann als Exporteur noch an Bedeutung. Aus dieser Zeit stammt auch ihr früherer Name Burdigala. Aus der Antike und dem Mittelalter sind allerdings nicht viele bauliche Denkmale in Bordeaux erhalten geblieben.

Im Mittelalter,12. bis zum15. Jahrhundert nach Christus, stand die Stadt unter der Herrschaft der Könige von England. In dieser Zeit genoss die Stadt,

angetrieben durch den Weinexport nach England und in alle Welt, einen großen Wohlstand. Erst im Jahre 1453, nach der Schlacht von Castillon, fiel die Stadt an Frankreich zurück. Aufgrund der pro-englischen Position wurde Bordeaux von der französischen Krone nach der Rückeroberung gestraft. So verlor die Stadt all ihre Handelsprivilegien und jegliche politische Freiheit. Um Aufstände und Angriffe von außerhalb abzuwehren, ließ der französische König Charles VII in der Stadt zwei große Festungen erbauen. In dieser Zeit durften Gebäude innerhalb der Stadt nur eingeschossig gebaut werden, um das Schussfeld der Festung freizuhalten.

Seine dritte Blütezeit erlebte Bordeaux im 18. Jahrhundert in der frühen Neuzeit. Vor allem architektonisch ist das heutige Stadtbild geprägt durch die wirtschaftlichen Blütezeiten des 18. Jahrhunderts. Der damals herrschende Reichtum hatte Ursprung im atlantischen Überseehandel seinen insbesondere mit den französischen Kolonien in der Karibik Martinique und Saint-Dominique. Im Jahre 1770 hatte Bordeaux einen 40-prozentigen Anteil am französischen Kolonialhandel. Die Französische Revolution bedeutete ein Ende der wirtschaftlichen und politischen Blüte Bordeaux'. Während der Schreckensherrschaft von Robespierres 1793-1794 wurden die aus dem Departement stammenden liberalen Abgeordneten, die sog. Girondisten, sowie 300 Bürger der Stadt öffentlich hingerichtet. 1806, zwölf Jahre nach dem Großen Terror, wurde dem Handel in Bordeaux durch die Kontinentalsperre Napoleons ein weiterer großer Schlag versetzt. Der zu Beginn des 19. Jahrhunderts wieder wichtige Handel mit England war nämlich nicht mehr möglich.

Heutiges Stadtbild

Die alten Stadtmauern wurden im 18. Jahrhundert abgerissen und der größte französische Hafen der damaligen Zeit prachtvoll ausgebaut.

Das Stadtbild wird bis heute von etwa 5.000 klassizistischen Bauten beherrscht, die alle die gleichen architektonischen Merkmale teilen (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Klassizistischer Bau aus dem 18. Jahrhundert¹

Kennzeichnend für den einheitlichen Baustil des 18. Jahrhunderts sind vor allem:

- Häuserfronten aus hellem Stein (Muschelkalksediment),
- Masken und Abbildungen der im Gebäude lebenden Personen oder Figuren aus der griechischen Mythologie,
- Schmiedeeiserne Gitter (Balkone und Pforten), verziert mit Goldbesatz von Obst und Tieren,
- Königssiegel,
- Rundbögen / Rundgiebel als Fensterstürze (Symbol für den Sonnenkönig),
- Griechische Säulen (Pilaster),
- · Schieferdächer.

¹ Eigene Fotoaufnahme eines klassizistischen Baus, Bordeaux (Stand: 23.05.2013).

Ablauf Stadtführung

Im Rahmen einer Stadtführung haben wir die Altstadt Bordeaux' besucht. Diese befindet sich innerhalb der Lage früherer Stadtmauern.

Die Stadtführung begann am "Place des Quinconces", welcher laut der Homepage der Stadt Bordeaux mit 12 Hektar Fläche den größten Platz Europas darstellt (siehe Abb. 2).



Abb. 2: "Place des Quinconces" mit dem "Girondistendenkmal" im Hintergrund, Bordeaux²

Das rechteckige Gelände zwischen zwei Alleen am Ufer der Garonne nahm einst eine der oben erwähnten Burgen ein, die zum Ende des Hundertjährigen Krieges zur Kontrolle der Stadt errichtet wurden. Zeichen der

² Eigene Fotoaufnahme vom "Place des Quinconces" mit dem "Girondistendenkmal" im Hintergrund, Bordeaux(Stand: 23.05.2013).

Absicht mit dieser Burg die Stadt zu kontrollieren und nicht nur zu verteidigen, waren die Geschütze auf der Festungsanlage, die sich auch auf die Stadt richten ließen. Abgetragen wurde die Festung 1818, woraufhin in den nächsten zehn Jahren ein Platz errichtet wurde.

Heute dominiert das nachträglich errichtete "Girondistendenkmal" (französisch "Monument aux Girondins") den Platz (siehe Abb. 2 und Abb. 3).



Abb. 3: "Girondistendenkmal", Bordeaux³

Das Denkmal wurde in den Jahren 1894 bis 1902 fertig gestellt. Es handelt sich dabei um eine mehrfach überholte Gedenksäule, reich mit Verzierungen und Figuren beladen, auf der die personifizierte Freiheit triumphiert. Auf unterster Ebene besteht das Denkmal aus einem begehbaren Podest und anschließenden Brunnen, der allegorische Darstellungen der Flüsse Dordogne und Garonne beinhaltet. Auf dem Podest befindet sich ein weiter Sockel mit allegorischen Darstellungen, so z.B. dem gallischen Hahn, und die 43 m hohe Säule, die auf 54 m Höhe von der bronzenen Statue der Freiheit abgeschlossen wird. Als nächstes besichtigten wir das in Abb. 4 dargestellte "Grand Théâtre" von 1780.

-

³ Eigene Fotoaufnahme vom "Girondistendenkmal", Bordeaux (Stand: 23.05.2013).



Abb. 4: "Grand Théâtre", Bordeaux⁴

Dieses besitzt eine beeindruckende klassizistische Fassade mit zwölf korinthischen Säulen und ebenso vielen Statuen auf der Balustrade. Die Statuen stellen neun Musen und die drei Göttinnen Venus, Juno und Minerva (bzw. Aphrodite, Hera und Athene) dar. Architekt des Gebäudes war Victor Louis. Auffällig an der Bebauung rings um das Theater ist, dass die privaten Häuser der Handelsfamilien der damaligen Zeit das Theater selbst an Höhe übertreffen. Dies ist Ausdruck und Beweis der damaligen wirtschaftlichen Macht der Bürger Bordeaux'.

Daraufhin führte uns der Weg an die Garonne zur "Place de la Bourse" am ehemaligen Hafen von Bordeaux, der seit 2007 UNESCO-Weltkulturerbe ist (siehe Abb. 5).

-

⁴ Eigene Fotoaufnahme vom "Grand Théâtre", Bordeaux (Stand: 23.05.2013).



Abb. 5 "Place de la Bourse" mit dem "Drei-Grazien-Brunnen", Bordeaux5

Das architektonische Ensemble um den "Place de la Bourse" wurde 1735 vom Hofarchitekten Ludwigs XV. Ange-Jacques Gabriel angelegt. Es handelt sich um einen halbkreisförmig umbauten Platz mit zentralem Brunnen im Stil des Klassizismus. Der "Drei-Grazien-Brunnen" wurde erst 1864 in die Bebauung eingefügt. Zuvor stand an seiner Stelle ein Denkmal zu Ehren Ludwig XV., das während der Französischen Revolution zerstört wurde.

Vom Ufer aus zu sehen ist auch die erste Brücke welche über der Garonne errichtet wurde, die "Pont de Pierre". Diese wurde 1807 von Napoleon Bonaparte bestellt um militärische Überquerungen zu erleichtern. Fertig gestellt wurde die Brücke erst 1822, nach Napoleons Feldzug auf Iberischen Halbinsel 1807-1814 und seinem Tode 1821. Die Arbeiten an der Brücke als Holzkonstruktion begannen 1810, waren jedoch von Schwierigkeiten geplagt. Nach dem Ende des Kaiserreichs 1814 wurde das Projekt aufgrund von Finanzierungsproblemen eingestellt. Der Weiterbau der Brücke erfolgte erst auf die Initiative von Kaufleuten und Reedern. Als Gegenleistung für die

_

⁵ Eigene Fotoaufnahme vom "Place de la Bourse" mit dem "Drei-Grazien-Brunnen", Bordeaux (Stand: 23.05.2013).

Finanzierung wollten diese die Erlaubnis zur Erhebung einer Maut auf 99 Jahre. Bei der Brücke handelt es sich im Kontrast zum restlichen Stadtbild um ein Bauwerk aus roten Ziegeln. Bei der "Pont de Pierre" handelt es sich um eine 15 m breite und 487 m lange Bogenbrücke. Die Pfeiler der Brücke sind auf je 250 Holzpfählen gelagert (siehe Abb. 6).



Abb. 6: "Pont de Pierre", Bordeaux⁶

Geplant und ausgeführt wurde der Bau von den Ingenieuren Claude Deschamps und seinem Schwiegersohn Jean-Baptiste Billaudel.

Letzter Schwerpunkt der Besichtigung war die Kathedrale der Stadt "Saint-André de Bordeaux". Die Kirche hebt sich durch ihren Baustil deutlich von der Stadt ab. Zwar besteht der Bau auch aus Muschelkalk, allerdings handelt es sich um eine im gotischen Stil erweiterte romanische Kirche mit, für die Region typisch, getrenntem Glockenturm (siehe Abb. 7).

⁶ Structurae Wilhelm Ernst &Sohn Verlag (2013). "Pont de Pierre", http://de.structurae.de/structures/data/index.cfm?id=s0002830 (abgerufen am 27.05.2013)



Abb. 7: Glockenturm "Tour Pey-Berland" der Kathedrale "Saint-André de Bordeaux^{"7}

Der Glockenturm, genannt "Tour Pey-Berland", wurde vom Hauptgebäude getrennt errichtet um dieses vor den Vibrationen der Glocken zu schützen. Dies Geschah vor allem vor dem Hintergrund, dass es sonst auf dem Boden zu Setzungen hätte kommen können. Bei der Konstruktion der Kirche handelt es sich um ein Rippengewölbe.

Veränderungen der Stadt in den letzten Jahren

Große Veränderung im Stadtbild erlebte Bordeaux auch in den letzten 20 Jahren. Durch die Verwendung von Muschelkalksedimentstein muss jedes

_

⁷ Eigene Fotoaufnahme vom Glockenturm "Tour Pey-Berland" der Kathedrale "Saint-André de Bordeaux" (Stand: 23.05.2013).

Gebäude etwa alle 20 Jahre gereinigt werden, da sich das Material durch Umwelteinflüssen, wie beispielsweise Smog, mit der Zeit schwarz verfärbt. Gereinigt wird der Muschelkalk konventionellerweise mit Sandstrahlern. Seit den 1990er Jahren besteht allerdings die Möglichkeit Naturstein noch schonender mit Laserstrahlen zu reinigen. Dadurch erstrahlen die Gebäude wieder in ihrem natürlichen, hellen Farbton. Dabei werden des Öfteren auch eingeschlossene Muscheln in der Fassade sichtbar gemacht.

Weiter aufgewertet wurde die Innenstadt in den letzten Jahren durch weitläufige Verkehrsberuhigungen Eröffnung und die einer neuen Straßenbahn, Die 2003 eröffnete Straßenbahn fährt teilweise oberleitungsfrei um das Stadtbild nicht zu stören (siehe Abb.2). Die Stromversorgung der Straßenbahn auf den oberleitungsfreien Abschnitten findet über eine Stromschiene statt, die zum Schutz von Passanten nur in Segmenten komplett unter der Bahn aktiviert wird. Verlässt die Bahn ein aktiviertes Segment, so wird es geerdet. 2007 wurde das Stadtzentrum aufgrund seiner prachtvollen Bauten in die Liste des **UNESCO-Weltkulturerbes** aufgenommen.

In der Nähe des Hafens ist die Exkursion zufällig auf eine begrünte Fassade getroffen. Ungewöhnlich an dieser ist, dass sie im Gegensatz zur bisher tvpischen Fassadenbegrünung nicht bodengebunden ist. wandgebunden. Das heißt, es handelt sich um eine gesonderte Konstruktion an der Fassade, die lediglich zur Aufnahme und Bewässerung der Pflanzen dient. Dies ermöglicht die Gestaltung der Fassade als vertikalen Garten. Ein prominentes Beispiel für Fassadenbegrünungen bietet das "CaixaForum Madrid". Entwickelt und berühmt gemacht diese hat Fassadengestaltung der französische Botaniker Patrick Blanc. Die Fassadenbegrünung kann bei der wandgebundenen Variante unterschiedliche Weisen erfolgen. Bei dem von Patrick Blanc entwickelten System handelt es sich um ein synthetisches Flies, dass etwas von der Wand abgerückt an einem Metallgerüst befestigt ist. Die Bepflanzung wird in Schlitze im Flies eingesetzt. Nährstoffe und Wasser werden den Pflanzen durch eine Bewässerungsanlage zugeführt. Andere Systeme nutzen stattdessen Metallkassetten oder vlieskaschierte Taschen (siehe Abb. 8).



Abb. 8 Begrünte Fassade, Bordeaux⁸

An dieser Stelle möchten wir noch unserer Stadtführerin Regine Krause für die Führung durch Bordeaux danken.

Quellen:

Krause, Regine (2013). Stadtführung durch Bordeaux

Office de Tourisme de Bordeaux (2012). "Bordeaux im

18. Jahrhundert." http://www.Bordeaux-

tourisme.com/de/bordeaux_patrimoine_mondial/joyau_de _l_architecture/joyau_de_l_architecture_18eme.html

(abgerufen am 29.05.2013)

Suedfrankreich-Netz.de (2013). "Stadtgeschichte. Bordeaux: Geschichte. "http://www.suedfrankreich-

 $^{^{8}}$ Eigene Fotoaufnahme einer begrünten Fassade Bordeaux (Stand: 23.05.2013).

netz.de/165/aquitaine/departementgironde/Bordeaux/Geschichte.html (29.05.2013)

Stein, R. (1978). "Measuring the French Slave Trade, 1713–1792/3." Journal of African History, Band 144, S. 515–521.

Emmer, T.und Beck T. (1988). "Wirtschaft und Handel der Kolonialreiche." S.113, C.H.Beck.

archINFORUM (28.05.2013). "Ange-Jaques Gabriel", http://deu.archinform.net/arch/1383.htm (29.05.2013)

Ecole Anatole France. "Le Pont de Pierre", http://ecoles33.ac-bordeaux.fr/Merignac-AFrance/sites/wdeseleves/pontsdebordeaux/pt-pierre.htm (29.05.2013)

Structurae Wilhelm Ernst & Sohn Verlag (2013). "Pont de Pierre".

http://de.structurae.de/structures/data/index.cfm?id=s000 2830 (27.05.2013)

Structurae Wilhelm Ernst &Sohn Verlag (2013). "Kathedrale Saint-André", http://de.structurae.de/structures/data/index.cfm?id=s001

nttp://de.structurae.de/structures/data/index.crm?id=s00°1463 (27.05.2013)

muenchen.de (2012). "Bordeaux", http://www.muenchen.de/rathaus/Stadtpolitik/Partnerstae dte/Bordeaux.html (27.05.2013)

Schipp, Anke (06.06.2010). "Vertikale Gärten: die grüne Avantgarde", FAZ, http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/ stadtbegruenung-vertikale-gaerten-die-gruene-avantgarde-1997109.html (25.06.2013)

LISEA - LGV SEA TOURS - BORDEAUX

Anne-Sophie Kuchejda, Julia Maria Leuthold, Dorothee Schumacher, Marina Walter

"Vier Jahre Arbeit für dreizehn Sekunden Fahrt über eine Brücke", dieser Satz von Pierre Lacoudre beschreibt sehr gut den Gedanken hinter dem gewaltigen Bauprojekt, dass wir dank LISEA (Ligne Sud Europe Atlantique) im Rahmen unserer Pfingstexkursion besichtigen durften. LISEA gehört zur Gruppe Vinci Concessions, eine Tochterfirma des Vinci Konzerns, die in mehreren Ländern Verkehrsinfrastrukturen entwickelt und betreibt. Bei dem Bauprojekt handelt sich um den Neubau einer 302 km langen Schnellfahrstrecke für Hochgeschwindigkeitszüge zwischen den zwei französischen Städten Tours und Bordeaux.

Die Führung wurde von einem der beteiligten Bauingenieure James Cadranel und von Sandrine Larrouy Castera, der Kommunikationsbeauftragten bei LISEA gehalten und bestand aus einer Einführung in einem Showroom am Rand der Baustelle und zwei Baustellenbesichtigungen. Im Folgenden werden wir zuerst auf das gesamte Projekt eingehen und danach die einzelnen Baustellen vorstellen und beschreiben.

Das TGV-Netz in Frankreich

Der TGV (train à grande ist ein französischer vitesse) Hochgeschwindigkeitszug und das Pendant zum deutschen ICE. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Zuges im französischen Schienennetz beträgt 320 km/h. Mit dem neusten Modell V150 gelang 2010 dem Hersteller des TGVs, SNCF, den von ihnen aufgestellten Weltrekord mit einer Spitzengeschwindigkeit von 574,5 km/h erneut zu brechen. Hochgeschwindigkeitsnetz in Frankreich, LGV (lignes à grande vitesse) genannt, spiegelt den Zentralismus des Landes wider. Alle Strecken gehen sternförmig von der Hauptstadt Paris aus und verbinden so die anderen

großen französischen Städte mit der Metropole. Im Gegensatz zu Deutschland sind die Schnellstrecken in Frankreich ausschließlich für den TGV zugelassen, ein Mischverkehr mit Regional- oder Güterzügen existiert hier nicht.

James Cadranel erklärte bei der Besichtigung einer der Baustellen einen weiteren fundamentalen Unterschied zu dem Bau einer Hochgeschwindigkeitsstrecke in Deutschland. Da das Bauprojekt in Frankreich als "Projekt von nationalen Interesse" eingestuft wurde, ist es für die Bauherren leichter ihre Interessen gegenüber Kommunen und Einzelpersonen durchzusetzen. Dies hat zur Folge, dass die Vorplanung viel schneller voran geht.

Der Osten des Landes wurde schon 1981 durch den Bau der LGV Sud-Est an die Hauptstadt durch das Schnellfahrnetz angeschlossen. In den neunziger Jahren erfolgten die Anbindung des Südens, des Nordens und ein Teil der Atlantikküste. Nun war es möglich in zwei Stunden von Paris nach Lyon und in drei Stunden von Paris an die Mittelmeerküste zu fahren. Die LGV Atlantique endete in Tours, von dort wird eine Dauer von 3 h 14 benötigt, um über eine normale Schienentrasse nach Bordeaux zu gelangen. Da die Strecke sehr stark nachgefragt wird, beschloss SNCF die schon bestehende Trasse zwischen Tours und Bordeaux für den TGV auszubauen und damit die Fahrzeit von Bordeaux nach Paris auf 2h 5min zu verkürzen.

Vorbereitung der Baustelle

Die Betreiber des gesamten französischen Schienennetzes RFF (réseau ferré de France), das dem französischen Verkehrsministerium unterstellt ist, hat die Konzession der neu geplanten Strecke an die Konzessionsgesellschaft LISEA vergeben. Sie ist daher für den Entwurf, die Bauausführung, die Finanzierung und später für den Betrieb der gesamten Strecke zuständig. LISEA hat für die beiden Kernbereiche, Bauausführung und Betrieb der Strecke, zwei verschiedene Firmen beauftragt. COSEA

(Construction Sea Tours Bordeaux) ist ein Zusammenschluss mehrerer Unternehmen, die von "VINCI Construction" geführt wird und für den Bau der Trasse zuständig ist. Die Instandhaltung und das Betreiben der Schnellfahrstrecke wird MESEA (Maintenance Sea Tours Bordeaux) für einen Zeitraum von 50 Jahren übernehmen.

Die Vorplanungen und Voruntersuchungen der Strecke begannen bereits 1995. Erst 16 Jahre später im Juni 2011 begann der Bau der neuen Trasse mit der Unterzeichnung des Konzessionsvertrags. Das Bauprojekt wurde, wie in Abb. 1 dargestellt, in vier Abschnitte unterteilt: Tours- Châtellerault, Châtellerault – Poitiers, Poitiers- Angoulême, Angoulême- Bordeaux, die wiederum in mehrere Unterabschnitte unterteilt wurde, sodass ein Bauleiter immer nur für einen kleinen Bereich zuständig ist.

Insgesamt arbeiten über 5.000 Mitarbeiter an diesem Projekt, von denen 1.500 aus der unmittelbaren Umgebung stammen. Außerdem werden im Rahmen des Bauprojekts Arbeitslose als Arbeiter eingestellt, sodass sie durch das Bauprojekt wieder in das Arbeitsleben finden können. Für das Bauprojekt werden 16 Viadukte gebaut. Grund hierfür sind einerseits die Überquerung von vier Flüssen und andererseits die Kreuzung mit bestehenden Trassen und Fahrbahnen. Die Größe des Bauprojekts zeigt sich auch am Ausmaß der Erdbauarbeiten. Hierbei wurden 60 Millionen Kubikmeter Erde ausgehoben und 38 Millionen Kubikmeter Erde aufgeschüttet. Indem die vorhandenen Bahnverläufe genutzt werden, wird der Eingriff in die Natur und auf die angrenzenden Städte verringern. Es ist jedoch trotzdem nötig 2.000 ha Ausgleichsfläche, als Kompensation für die Eingriffe in die Natur und die Landschaft, zu kaufen.

Die Trasse führt durch drei verschiedene Regionen, durchquert sechs Départements und passiert 122 Kommunen. Um die unterschiedlichen Vorstellungen und Interessen einzubinden und zu koordinieren, konnten die einzelnen Kommunen in der öffentlichen Planungsphase Einspruch erheben und Verbesserungsvorschläge einbringen. Nach Abschluss dieses Zeitraums - sprich zu Beginn des Baus - war es nicht mehr möglich zu klagen. Vor dem

Baubeginn kam es zu Schwierigkeiten mit einzelnen Kommunen, diese konnten jedoch von politisch höheren Instanzen geklärt werden, da es sich bei diesem Projekt um ein Projekt nationalen Interesses handelt.

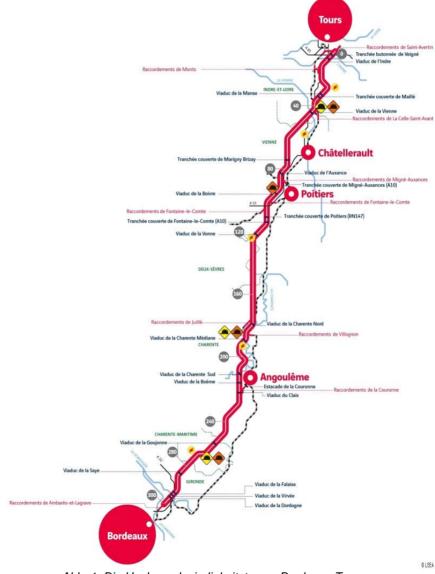


Abb. 1: Die Hochgeschwindigkeitstrasse Bordeaux Tours

Zu Beginn der Bauausführung waren geotechnische und archäologische Untersuchungen nötig, Grundstücke mussten erworben und Umleitungen eingerichtet werden. Eine Baustelle in dieser Größe benötigt neben der Baustellenfläche und dem benötigten Sicherheitsbereich auch noch teilweise eigens für die Baustelle errichtete Zufahrtswege, beziehungsweise Umleitungen der bestehenden Straßen.

Ein weiterer Aspekt bei der Planung und dem Bau der Trasse, war der Erhalt der Umwelt. Ungefähr 220 geschützte Tier- und Pflanzenarten leben im Bereich der Baustelle und müssen beim Bau berücksichtigt werden. Als Beispiel, nannte uns James Cadranel einen Fall, bei dem mehrere Bauarbeiter etliche Kröten von der geplanten Baustelle auf ein neu gekauftes Land daneben tragen mussten. Um heraus zu finden, welche Tierarten an verschiedenen Stellen leben, wurden einerseits Kameras aufgestellt und andererseits Sand aufgeschüttet um anhand der Fußspuren auf das Tier schließen zu können. Aber nicht nur Tiere bereiten den Bauleitern Probleme bei der Bauausführung, auch geschützte Pflanzen müssen berücksichtigt und im Härtefall wie die Kröten einzeln umgepflanzt werden. Eines der größten Probleme in diesem Bereich, wäre die Sensibilisierung der Bauarbeiter. Einige der Arbeiter konnten nur schwer den Sinn der Umsiedlung einer Tierart oder den Bau einer Umleitung ausschließlich für Tiere nachvollziehen. "Aber", fügte er lächelnd hinzu "wir machen Fortschritte!"

Auch der Aspekt der Archäologie ist bei dem Bau zu beachten. Im Rahmen der Vorplanung wurden archäologische Untersuchungen durchgeführt, trotzdem muss auch während des Baus auf archäologische Funde geachtet werden. So wurde zum Beispiel in Asnières-sur-Nouère, Teile eines mittelalterlichen Dorfes gefunden. Die Ausgrabungen von der gesamten Strecke, wurden noch während der Bauarbeiten in Wanderausstellungen entlang der Baustelle zur Besichtigung ausgestellt. Ein weiteres Problem während des Baus war der harte Winter und der verregnete und kalte Frühling im Jahr 2012. Wenngleich es an manchen Stellen zu Verzögerungen gekommen ist, ist James Cadranel jedoch zuversichtlich, den

geplanten Abschlusstermin im Dezember 2015 einhalten zu können. Nach Abschluss der Bauarbeiten, beginnt SNCF mit dem Einrichten der elektrischen Anlagen. Ziel ist es 2017, nach einem Jahr Testfahrten und weiteren Prüfungen, die Strecke in Betrieb zu nehmen. Dann wird es möglich sein, in Paris in den Zug zu steigen und nur zwei Stunden später in Bordeaux zu sein. Um den Satz vom Anfang des Textes noch einmal aufzugreifen: "22 Jahre Arbeit für zwei Stunden Fahrt".

Ambarès-et-Lagrave

Der erste Teil der Baustellenbesichtigung der Hochgeschwindigkeitsstrecke befindet sich in der Kleinstadt Ambarès-et-Lagrave. Dort war die neuerrichtete Autobrücke "Le Pont René Coty", die die Trasse überquert und im Anschluss daran einen "saut de mouton" (deutsch: Hammelsprung), zu sehen.

Die Brücke "Le Pont René Coty"

Da die Trasse durch die Stadt verläuft, musste bei der Koordination der Baustelle und der benötigten Zufahrtswege für die Baumaschinen und Transportfahrzeuge, die bestehende Infrastruktur beachtet und in die Planung miteingebunden werden. Es musste beispielsweise eine neue Straße für den Schwerlastverkehr gebaut werden, da die vorhandenen Wege nicht für den Lastverkehr ausgelegt waren. Während der Busfahrt zur Baustelle durchfuhren wir Ambarès-et-Lagrave und bekamen somit einen Eindruck von den engen innerstädtischen Straßen, die unserem Busfahrer leichte Schwierigkeiten bereiteten.

Neben den Zufahrtswegen zur Baustelle mussten bei der Planung weitere Punkte beachtet werden. Zum einen der bestehende Zugverkehr, da die geplante Hochgeschwindigkeitsstrecke in dem betreffenden Teilstück parallel zur vorhandenen Trasse verläuft. Zum anderen musste auf den bestehenden Stadtverkehr Rücksicht genommen werden, da durch die Nutzung der

vorhandenen Infrastruktur der tägliche Berufsverkehr nicht zu stark behindert werden sollte. Die Bauarbeiten werden daher hauptsächlich nachts und am Wochenende durchgeführt.

Es gab zwar schon vor dem Baubeginn eine Brücke, die den Autos ermöglichte die bisherige Zugtrasse zu überqueren, doch da nun eine zusätzliche Trasse für die TGVs gebaut wird, musste aus Platzgründen die alte Brücke abgerissen und ebenfalls eine neue Brücke für die Autos errichtet werden. Neben der Autostraße wurden außerdem eine Fußgängerplattform und ein Fahrradübergang auf der Brücke eingeplant, sodass die neue Brücke breiter als die alte Brücke sein wird. Damit der Autoverkehr auch während des Baus ohne Schwierigkeiten ablaufen konnte, blieb die alte Brücke solange bestehen bis die neue Brücke im Januar 2013 fertiggestellt war. Die alte Brücke wurde im Anschluss abgerissen und die weiteren Bauarbeiten an der Brücke, werden nun, wie in Abb. 2 zu sehen, neben dem fließenden Verkehr durchgeführt.



Abb. 2: Der Pont René Coty in der Bauphase

Bei der Besichtigung der schon größtenteils fertiggestellten Brücke, beschrieb uns James Cadranel die Schwierigkeiten, die es beim Bau gegeben hatte. Einer der Brückenpfeiler hatte sich nach der Fertigstellung stark gesetzt, da eine falsche Bodenart angenommen wurde. Zur Stabilisierung musste eine Betonkonstruktion errichtet werden, welches zu einem Bauzeitverzug von einem Monat führte.

Der "Saut de mouton"

Der sogenannte "Saut de mouton" ist eine Konstruktion in Massivbauweise, die es ermöglicht, dass sich die Hochgeschwindigkeitstrassen und die bestehende Trasse überkreuzen können ohne sich dabei gegenseitig zu behindern. Dies wird realisiert durch den Bau einer Brücke und eines Tunnels auf einem unterschiedlichen Höhenniveau, wie in Abb. 3 zu sehen ist. In Ambarès-et-Lagrave ist es damit möglich, dass der TGV problemlos über der alten Zugtrasse fährt und die beiden Trassen in verschiedene Richtungen weiterführen.



Abb. 3: Die Pfeiler des "saut de mouton" und im Hintergrund der Bau des zugehörigen Tunnels

Im März 2013 wurden die ersten Stahlbetonträger, die in Abb. 4 zu sehen sind und für den Bau der Brücke des Hammelsprungs erforderlich sind, geliefert und anschließend eingebaut. Insgesamt werden 90 Träger, mit einer Länge von 22,5 m, benötigt. Für die Anlieferung sind 10 bis 12 LKWs

notwendig, welche die Bauteile bis September 2013 zur Baustelle bringen werden. Beim Besichtigen der Baustelle war schon der Großteil des Tunnels unter dem Brückenbauwerk fertiggestellt.



Abb. 4: Stahlbetonträger und Brückenpfeiler des "saut de mouton"



Abb. 5: Tunnel de Saut de Mouton

Um die Trasse später entwässern zu können sind Regenwasserbecken, mit einem Fassungsvermögen für 100 Jahre, entlang der Strecke geplant. Diese Art der Entwässerung ist in Frankreich üblich und solche Regenwasserbecken befinden sich an jeder Autobahn.

Das Viadukt über die Dordogne

Auf der zweiten Baustelle sahen wir uns die Brückenbauarbeiten zu dem "Viaduct de la Dordogne" an, das parallel zur Autobahnbrücke die Dordogne überquert. In diesem Gebiet führen viele Brücken über den Fluss, zum Beispiel die Brücke Cubzac die von Gustav Eiffel entworfen wurde.

Das Viadukt wurde von dem Architekten Thomas Lavigne entworfen, der auch schon weitere Brücken rund um Bordeaux realisiert hat. Sein bekanntestes Bauwerk ist die Brücke "Pont Jacques Chaban Délmas", welche die Garonne in Bordeaux überquert. Das Viadukt besteht aus einem 1.319 m langen Mischgerüst, das sich über die 800 m breite Dordogne erstreckt. Das gesamte Bauprojekt kostet ungefähr 7,8 Milliarden Euro davon nimmt alleine die Brücke ein Budget von 90 Millionen Euro ein. Der TGV wird später mit ca. 250 km/h in nur 13 s über die Brücke fahren. Die Brücke ist so entworfen, dass die Unterkante auch bei Hochwasser 14,5 m über dem Wasserspiegel liegt. Dies ist sehr wichtig, da sich die Brücke in einem Überschwemmungsgebiet befindet. Die Vorbereitungen für den Bau dieser Eisenbahnbrücke waren sehr umfangreich. Es war nötig provisorische Autobahnauffahrten und -ausfahrten bauen. für die zu um Transportfahrzeuge einen problemlosen Verkehr zur Baustelle 7U ermöglichen. Des Weiteren mussten mehrere kleinere Brücken errichtet werden um die Baumaschinen von einem Teilbereich zum anderen zu transportieren.

Ein weiterer wichtiger Punkt in der Vorplanung waren geotechnische Untersuchungen des Bodens. Diese waren erforderlich, um die Tragfähigkeit der Brücke zu berechnen und nachzuweisen. Hierfür wurden von Tauchern Proben des Flussschlamms entnommen und in Laboren untersucht, um die Bodenkennwerte zu bestimmen. Nach dem geotechnischen Gutachten wurde der exakte Standort der Brücke bestimmt. Entlang des Ufers der Dordogne befindet sich ein Feucht- und Naturschutzgebiet, welches nicht betreten

werden darf. Dies musste bereits in der Planung berücksichtigt werden, da auch das Bauteillager einen fest zugewiesenen Platz benötigt.



Abb. 6: Sicht auf die Baustelle von der Autobahnbrücke

Die Dordogne wird für den Schiffsverkehr genutzt, was es notwendig macht, dass Schiffe die Brücke unterfahren können. Die durchschnittliche Stützweite beträgt daher circa 50 m. Da es wegen der starken Strömungswechsel des Flusses nicht möglich war die Bauteile mit Schiffen zu transportieren und einzubringen, wurde vor dem eigentlichen Baubeginn die in Abb. 6 zu sehende provisorische Brücke errichtet. Diese temporäre Brücke wird von sechs, im Wasser stehenden, Pfeilern getragen. Sie dient unter anderem der Anlieferung des Ortbetons zum Erstellen der Brückenpfeiler. Insgesamt dauerte der Aufbau des Provisoriums sechs Monate und der Abbau wird weitere fünf Monate in Anspruch nehmen. Für den Abbau wird eine so lange Zeit benötigt, da Taucher die Teile unter Wasser abbauen und absägen müssen. Von der provisorischen Brücke aus wird daneben die eigentliche Brücke gebaut.

Der Bau der TGV-Brücke ist eines der aufwendigsten Teilabschnitte des LISEA-Projektes. Aus diesem Grund wurden die Bauarbeiten auf diesem Teilabschnitt zuerst begonnen und werde auch als letztes abgeschlossen sein. Ein Verzug dieser Baumaßnahme würde zu einer Verzögerung des gesamten Bauprojekts führen. Deshalb wurden eigene Mischwerke in der Nähe des Viadukts gebaut, die aus einer Hauptanlage zur Versorgung der Baustelle mit Ortbeton und einer Ersatzanlage für den Fall eines Ausbleibens der Hauptmischanlage bestehen. Das Viadukt besteht aus drei Einheiten: An den Ufern jeweils aus einem Stahl-Beton Gerüst und in der Mitte über dem Wasser nur aus Beton. Für die Brücke wird zunächst nur der Unterbau gebaut, auf den dann anschließend der Viadukt gesetzt wird.

In der Abb. 7 ist zu erkennen, dass die Form der Pfeiler wegen ihrer Geometrie außergewöhnlich ist. Das hängt mit der unmittelbaren Nähe zum Ozean zusammen. Es entsteht eine sogenannte Tideströmung, die zu Unterströmungen führt und somit eine besondere Herausforderung bei der Konstruktion der Pfeiler darstellt. Bei einer Tideströmung handelt es sich um zwei Ströme. Der untere Strom fließt in Richtung Meer und der obere Strom wechselt aufgrund der Gezeiten die Richtung und fließt entgegengesetzt, sodass eine Gegenströmung entstehen kann. Um die Bemessung der Beanspruchung zu erleichtern, werden die Pfeiler in die Richtung der unteren Strömung ausgerichtet, da sich diese nicht verändert. Deshalb zeigt die schmale Seite der Brückenpfeiler, wie in der Abb. 7 auch zu sehen ist, zur rechten Seite, Richtung Atlantik, um der unteren Strömung eine minimale Angriffsfläche zu bieten. Außerdem wurden zum Schutz vor Kolkbildung und zur Stabilisierung, unter Wasser Felsbrocken um die Pfeiler gelegt.

Die Stützpfeiler im Wasser und in Ufernähe werden zuerst gebohrt und dann gegossen. Da der Beton immer trocken in die Schalung eingebracht werden muss, ist bei den Pfeilern im Wasser eine wasserdichte Umschließung nötig. Diese wird bei dieser Baustelle durch eine wasserdichte Umschließung, einem sogenannten Fangedamm ausgeführt. Hierfür werden von der provisorischen Brücke aus, wie in Abb.8 zu sehen, Spundwände bis zu 14m tief in den Fluss eingerammt, und anschließend durch Absaugen des Wassers ein trockener Arbeitsraum geschaffen.



Abb. 7: Sicht auf die Baustelle von der Autobahnbrücke



Abb. 8: Herstellung eines Pfeilers mit Hilfe eines Fangedamms

Insgesamt müssen 153 Pfeiler in diesem Bauabschnitt hergestellt werden, wovon zum Zeitpunkt unserer Besichtigung nur noch 14 Pfeiler fehlten. Im Gegensatz zum Brückenpfeiler im Landesinneren (siehe Abb. 9) steht der Pfeiler an Ufernähe (siehe Abb. 10) auf einer breiten Stütze. Der mittlere Teil der Brücke wird aus fünf großen Betonplatten gebaut. Unterhalb der Betonplatte befindet sich eine Stahlkonstruktion, welche die Zugkräfte

aufnehmen kann. Auf den Betonplatten werden anschließend die Schienen verlegt. Da es sich um eine klassische Gleisbauweise handelt, liegen die Schienen auf einem Schotterbett und werden teilweise auch fest verankert. Bei der Brücke handelt es sich um eine Balkenbrücke, bei der der Oberbau mit Hohlkästen realisiert wird. Die Verwendung von Hohlkästen eignet sich einerseits wegen der höheren Steifigkeit des Querschnitts und andererseits wegen der Möglichkeit, später Leitungen im Hohlraum verlegen zu können. Insgesamt werden bei dem Bau der Brücke 22.000 t Beton für die Fundamente und 22.000 t Beton für die Bauten über dem Wasser benötigt. Für die Metallkonstruktionen werden ca. 80.0000 t Metall benötigt.



Abb. 9:Ein fertiggestellter Brückenpfeiler im Landesinneren

Abb. 10:Ein Brückenpfeiler in Ufernähe während der Bauphase

Zum Ende der Besichtigung der Brückenbaustelle sind wir zunächst wieder zurück zum Showroom gefahren. Nach der Verabschiedung unserer Baustellenführe James Cadranel und Sandrine Larrouy-Castera ging es weiter nach Toulouse.

Wir danken LISEA und besonders James Cadranel, Sandrine Larrouy-Castera und Pierre Lacoudre für ihre interessante Führung.

Überblick

Bauherr: RFF (Réseau Ferré de France)

Architekt: Thomas Lavigne (Viaduct de Dordogne)

Ausführung: LISEA

Bauzeit: Beginn 2011 – Ende Dezember 2015

Auftragsvolumen: 7,8 Milliarden Euro

Quellen: LISEA- Ambarès-et-Lagrave, Verfügbar unter:

http://www.lgv-sea-tours-bordeaux.fr/commune/ambares-et-lagrave/9/infos-chantier/ambares-et-lagrave-33-mise-

en-service-du-pont-rene-coty/595/

http://www.lgv-sea-tours-bordeaux.fr/commune/ambares-et-lagrave/9/infos-chantier/ambares-et-lagrave-33-suivi-de-la-construction-du-pont-rene-coty/418/ (08.06.2013)

Randelhoff, Martin 30 Jahre Train à Grande Vitesse- eine

Hommage, Verfügbar unter:

http://www.zukunft-

mobilitaet.net/6585/vergangenheit/geschichte-tgv-train-a-

grandevitesse-strecken-frankreich/ (08.06.2013)

Der RFF Konzern, Verfügbar unter,

http://www.rff.fr/fr/notre-entreprise/ 08.06.2013)

Airbus-Werk "J.L. Lagardère", Toulouse-Blagnac

Mariana Rathgeb, Jasmin Mussgnug, Julia Ruof

Nicht weit außerhalb der Stadt Toulouse liegt das Airbus-Werk "J.L. Lagardère", in dem wir am Freitag eine professionelle Führung durch Céline Lauriere erhielten. Dabei durften wir die Produktionshallen betreten und konnten die Endmontage des Airbus A380 mit eigenen Augen verfolgen, Dies ist bei einer regulären Führung nicht möglich ist.

Airbus ist ein führender Flugzeughersteller, der damit wirbt neben dem technischen Know-how besonders kundenorientiert und fertigungseffizient zu sein. Das Unternehmen hatte als Tochtergesellschaft der EADS im Jahr 2008 einen Umsatz von 27 Milliarden Euro. Im Moment erhält Airbus die Hälfte aller Neuaufträge für Verkehrsflugzeuge. Der Hauptsitz von Airbus liegt in Toulouse. Außerdem gibt es 15 Standorte in Frankreich, Deutschland, Spanien und Großbritannien, die einzelne Flugzeugsektionen produzieren. Der global agierende Konzern hat jedoch auch Tochtergesellschaften in den Vereinigten Staaten, China und Japan sowie Ersatzteilzentren und Schulungszentren in Europa, Asien und Amerika. Die breit aufgestellte Airbus-Produktpallette besteht aus fünf Flugzeugfamilien, die uns während vorgestellt wurden. Kennzeichnend für der Führuna kurz die unterschiedlichen Passagierflugzeuge sind vor allem die Reichweiten der Flugzeuge sowie die Passagierkapazität. Neben Passagierflugzeugen produziert Airbus auch Frachtflugzeuge und sogenannten Corporate Jets (ACJ) mit spezieller Ausstattung für Businessflüge.

Im Werk "J.L. Lagardère" wird lediglich der Airbus A380 produziert. Dieses Flugzeug hat Abmessungen von 73 m Länge, 80 m Flügelspannweite und einer Höhe von 24 m. Mit dem dreistöckig aufgebauten Flugzeug können in der Standardausführung bis zu 525 Passagiere über eine Strecke von bis zu 15.200 km befördert werden. Es hat ein Leergewicht von 250 t. Beladen hat das Flugzeug ein Gewicht von bis zu 560 t, dabei spielt das Gewicht des Kerosins mit rund 250 t eine große Rolle. Damit ist der Airbus A380 das

größte, heute produzierte Passagierflugzeug und kostet derzeit rund 400 Millionen Dollar. Für solche Flugzeugdimensionen musste ein entsprechendes Werksgelände für die Endmontage des A380 geplant und errichtet werden. Das gut 50 ha große Werksgelände liegt nordwestlich von Toulouse nahe dem Flughafen Toulouse-Blagnac. Für die Standortwahl waren sowohl die Nähe zum Flughafen zur Durchführung von Testflügen als auch die Anbindung an Bordeaux für den Transport der Flugzeugteile entscheidend.

Das Werksgelände wurde von 2001 bis 2004 gebaut. Auf dem Montagegelände befindet sich eine Montagehalle mit den Abmessungen von 500 m Länge, 250 m Breite und 46 m Höhe. Sie ist damit das größte Luftfahrtwerk Europas. Die großen Seitenflächen, die als große Schiebetüren fungieren, sind aus Edelstahl gefertigt, so dass sich die Flugzeuge und die Umgebung darin spiegeln können. Außerdem ist der Dachstuhl gewellt. Ansonsten wurde eher auf eine schlichte und zielgerichtete Ausführung geachtet. In dieser Halle werden sowohl die Montage als auch die allgemeinen Tests z.B. bezüglich der elektrischen und hydraulischen Systeme oder zur Kontrolle der Bordcomputer, durchgeführt. Des Weiteren sind zwei Lagerhallen für Kleinteile wie z.B. Befestigungsmittel, Computer, und die ankommenden LKWs vorhanden. Die meisten Teile werden jedoch just in time geliefert. Außerdem gibt es zudem Gebäude der technischen Zentrale und Außenteststellen mit Garagen.

Transport

Wie bereits erwähnt werden alle Teile des Airbus A380 in unterschiedlichen Teilen Europas produziert. Vorder- und Hinterrumpf werden dabei aus Deutschland geliefert. Wohingegen der Zentralrumpf in Frankreich produziert wird. Weitere Teile kommen auch aus Spanien oder Großbritannien. Da aufgrund der Größe kein Transport mit Frachtflugzeugen möglich ist, erfolgt dieser mit Schiff und LKW. Die Teile werden mit dem Schiff bis Pauillac

befördert, wo sie dann auf kleinere Fähren verladen werden, die die Brücken rund um Bordeaux passieren können (siehe Abb. 1). Vom Hafen in Langon erfolgt der Transport dann mit LKWs auf einer umgebauten Konvoi-Straße bis zum Werk "J.L. Lagardère" (siehe Abb. 2).



Abb. 1: Transport eines Flugzeugrumpfs auf der Garonne in Bordeaux1



Abb. 2: Transport eines Flugzeugrumpfs mittels LKW²

65

¹Airbus Galleries,http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/dg/idp/733-transport-a380-fuselage-bordeaux-brige/?share=1 (Stand: 28.05.2013).

Endmontagelinie und Tests

Die Produktionsabläufe im Airbuswerk "J.L. Lagardère" können in sechs Schritte unterteilt werden: Ankunft und Temperaturangleich, Endmontage, Allgemeine Tests, Außenversuche, Triebwerkstests und ein abschließender Testflug. Speziell die ersten drei Stationen konnten uns während der Führung gezeigt und veranschaulicht werden.

Die angelieferten Fertigteile - Vorder-, Zentral- und Hinterrumpf - sind bezüglich der Konstruktion, Elektronik und Hydraulik in sich komplett fertiggestellt und müssen somit nur noch zusammengefügt werden, bevor in einem späteren Arbeitsschritt der Innenausbau erfolgt. Der Bau dieser einzelnen Teile erfordert ungefähr ein Jahr und nimmt damit die größte Zeitspanne im gesamten Herstellungsprozess ein. Die Teile sind mit grüner Schutzfarbe lackiert, die später vor dem endgültigen Lackieren wieder entfernt wird. Speziell zu schützende Teile, wie z. B. das Radar, werden mit weiteren Materialien sowie einer roten Schutzschicht überzogen (siehe Abb. 3).

Nach der Ankunft werden die Fertigteile in die Montagehalle überführt. In dieser Position werden die Teile zuerst ca. eine Woche gelagert. Es erfolgt dabei ein Temperaturangleich der Materialien auf 19 °C Werkstemperatur, so dass keine Verformungsunterschiede aus thermischen Begebenheiten zu erwarten sind. Außerdem wird die Endmontage vorbereitet z. B. Beleuchtung und Abdeckungen. Ferner werden große Bauteile wie Möbel eingebaut, die später nicht mehr durch die Türen befördert werden können.

In der zweiten Station erfolgt die eigentliche Endmontage. Hierbei werden alle drei Rumpfsegmente sowie Tragflächen, Seitenleitwerk, Höhenleitwerk, Triebwerkträger, Fahrwerk und Geräterahmen miteinander verbunden. Lediglich das Triebwerk wird in einem späteren Schritt montiert.

²Airbus Galleries, http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/dg/idp/200-transporta380-fuselage-3/?share=1 (Stand: 28.05.2013).

Die einzelnen Fertigteile werden dabei in ein Gerüst mit über 1000 t Gewicht eingebracht und per Lasersystem ausgerichtet (siehe Abb. 3 und Abb. 4). Über fünf Etagen sind alle Bereiche des Flugzeugs erreichbar. Allein die Strukturierung der Arbeitsbühnen und –stationen erfordert einen halben Tag. Für den Transport der Teile werden entweder flache Zugfahrzeuge oder ein Portalkran, ausgelegt für 30 t (Ausgleichskran mit 2 t), benutzt. In Abb. 5 ist beispielsweise der Transport einer Tragfläche mittels Portalkran zu sehen.



Abb. 3: Zentralrumpf in Endmontagelinie mit Schutzbeschichtung³

³Airbus Galleries,http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/dg/idp/21115-a380-aft-section/?share=1 (Stand: 28.05.2013).



Abb. 4: Endmontagelinie mit ausgerichteten Fertigteilen⁴



Abb. 5: Transport einer Tragfläche mittels Portalkran⁵

In einem Team arbeiten ungefähr 50 Personen, die für die mechanische sowie elektrische und hydraulische Verbindung der Bauteile verantwortlich

_

⁴Airbus Galleries, http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/dg/idp/21116-a380-assembly-line/?share=1 (Stand: 28.05.2013).

⁵Airbus Galleries,http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/dg/idp/193-wing-assembly-fal/?share=1 (Stand: 28.05.2013).

sind. Die Montage eines Flügels benötigt dabei beispielsweise rund 3.000 Befestigungsmittel, die außerdem an jeder Stelle unterschiedlich sind. Eine Naht des Flugzeugrumpfes weißt noch eine weit höhere Zahl an Verbindungsmitteln auf. Zusätzlich werden alle Leitungen für Kerosin und Belüftung sowie elektrische Kabel und die rund 80 Computer im Cockpit angeschlossen. Nach Beendigung der Montage wird das Flugzeug nach draußen geschoben und auf einer der drei Innenteststellen positioniert. Diese befinden sich im gleichen Werksgebäude, sind jedoch durch eine Brandschutzmauer von der Montagestation getrennt (siehe Abb. 6).



Abb. 6: Hallenabschnitt mit drei, modularen Innenteststellen⁶

An dieser dritten Station erfolgen die Montage der Triebwerke und die Durchführung der allgemeinen Tests. Die Triebwerke des A380 werden entweder von Rolls Royce oder von Engine Alliance geliefert und haben einen Durchmesser von ca. 7 m, was dem Rumpfdurchmesser eines A320 entspricht. Speziell die Verkleidung der Triebwerke hat dabei einen großen Einfluss auf den Lärmschutz, so dass ein A380 leiser ist als viele kleinere Flugzeuge. Die Montage eines Triebwerks ist aufgrund der Verkabelung sehr

69

⁶Airbus Galleries, http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/dg/idp/21122-a380-fal/?share=1 (Stand: 28.05.2013).

kompliziert und dauert daher ungefähr zwei Wochen. Zeitgleich werden die allgemeinen Tests durchgeführt. Hierbei werden alle elektrischen und hydraulischen Systeme kontrolliert sowie geprüft, ob die Treibstofftanks lecken. Außerdem werden Tests an den Bordcomputern und am Fahrwerk vorgenommen.

Die bis hier beschriebenen Stationen wurden von uns besichtigt und in Augenschein genommen. Während einer Fahrt über das Werksgelände konnten uns die Außenteststellen kurz gezeigt werden. Hier werden weitere Tests durchgeführt. Es erfolgt beispielsweise die Eichung der Messgeräte, die Überprüfung des Navigationssystems sowie ein Kabinenluftdrucktest. Bevor das Flugzeug dann seinen ersten, rund 10-stündigen Testflug absolviert, werden auf einem separaten Platz noch die Triebwerkstests durchlaufen.

Mit diesem Testflug endet die Zeit des Flugzeugs in Toulouse und es wird für die Lackierung sowie den Innenausbau nach Hamburg geflogen. Hierfür sind nochmals rund fünf Monate eingeplant bevor das Flugzeug dann endgültig ausgeliefert wird. Da jedoch jede Fluggesellschaft unterschiedliche Wünsche und Bedürfnisse bezüglich der Inneneinrichtung hat, variieren diese Zeiten. Gerade beim ersten Flugzeug, bei dem die Wünsche und Bedürfnisse der Airline angepasst werden müssen, nimmt die Montage der Inneneinrichtung besonders viel Zeit in Anspruch.

Auf diese Weise werden im Moment in Toulouse ungefähr 2,5 Flugzeuge pro Monat für verschiedenste Fluggesellschaften hergestellt. Bisher wurden 103 Flugzeuge ausgeliefert und es liegen über 250 Bestellungen vor. Das Werk ist bislang jedoch noch nicht voll ausgelastet. Es können mit den gegebenen Kapazitäten bis zu 4 Flugzeuge im Monat gebaut werden. Außerdem ist es möglich eine weitere Montagelinie aufzubauen und somit 8 Flugzeuge pro Monat zu fertigen.

Airbus verfügt über ein eigenes Ausbildungsprogramm, in dem überwiegend junge Personen ab 17 Jahren gefördert und für die Montage ausgebildet

werden. Aufgrund der körperlich schweren Arbeit werden ausschließlich Männer für die Montagearbeiten ausgebildet. Frauen werden hingegen oft im Bereich der Kabelverknüpfung eingesetzt. Hierfür werden insbesondere Friseurinnen umgeschult. In beiden Fällen wird den Personen ein schneller Berufseinstieg ermöglicht und das Unternehmen profitiert von dem speziell erlernten und abgestimmten Wissen des Personals.

Wir bedanken uns recht herzlich für die informative Führung von Frau Lauriere und für die einmalige Chance eine spezielle Führung in die Werkhallen zu bekommen, die es uns ermöglicht hat ganz neue Einblicke in der Welt der Luftfahrttechnik zu bekommen.

Überblick

Quellen: Führung durch Céline Lauriere

ausgehändigte Broschüren

http://www.airbus.com/

71

Le Viaduc de Millau

Bérci Dorottya, Kirch Mirko, Nachkov Nikola

Nach der Besichtigung des Airbus-Montagewerkes machen wir uns auf dem Weg nach Nordosten. Nach weniger als drei Stunden erreichen wir das Department Aveyron, ein Gebiet, genannt nach einem Nebenfluss des Flusses Tarn. Im Regionalen Naturpark Grands Causses, ungefähr fünf Kilometer von der südfranzösischen Stadt Millau, liegt der letzte Bauprogrammpunkt der Pfingstexkursion - die Brücke Viaduc de Millau. Teil von der Autobahn A75, le Viaduc de Millau überquert den Fluss Tarn und ist die höchste Schrägseilbrücke der Welt. (siehe Abb. 1)



Abb. 1: Viaduc de Millau¹

Bevor wir die Brücke befuhren, besuchten wir das Informationszentrum des Viadukts. Unter der Brücke, auf einem kleinen Hügel zwischen den Pfeilern liegt das "Centre d'information du viaduc de Millau". Gebaut von der Baufirma Eiffage, das Zentrum beinhaltet einen Informationsraum mit Souvenirladen (Viaduc Espace Info, siehe Abb. 2) und einen Ausstellungsgarten (Jardin des Explorateurs, siehe Abb. 3).

Vor der Objektführung lernten wir zuerst die Errichtung der Brücke in ihrer ganzen Komplexität durch einen kurzen Film allgemein kennen. Nach dem Film wurden wir von Frau Elisa Gagnat auf der Ausstellungsfläche empfangen.

_

¹ http://img.fotocommunity.com/Midi-Pyrenees/Viaduc-de-Millau/Viaduc-de-Millau-a21801685.jpg Stand 10.06.2013

In einem interessanten Rundgang wurden die Geschichte der Brücke sowie die Bauabläufe mittels Modellen der Bauteile anschaulich nahegebracht.





Abb. 2: Viaduc Espace Info²

Abb. 3: Jardin des Explorateurs³

Geschichte

Das Viadukt von Millau wurde von dem französischen Brückenbauingenieur Michel Virlogeux und dem englischen Architekten Norman Foster geplant. Im Jahre 1996 wurde ihr Plan angenommen, nachdem auch noch andere Möglichkeiten in Frage gekommen waren. Eine tiefere Brücke hätte mehr gekostet und wäre eventuell nicht so gerne befahren worden wie dieser enorme Kunstgegenstand. Die Höhe des größten Pylons (343 m) und auch die längste Pylonweite (342 m) sind größer als der Eiffel-Turm. Auf dem folgenden Bild ist diese Monumentalität gut dargestellt. Eine 2 m hohe Tür am Fuße des größten Pylons ist zu sehen. (siehe Abb. 4).

73

² http://www.caravelis.com/xml/oi/TFO027080404977/TFO027080404977-

¹³a/medias/jpg/cevmrp9247958.jpg Stand: 10.06.2013

³ http://www.caravelis.com/xml/oi/TFO027080404977/TFO027080404977-13a/medias/jpg/cevmcroquis.jpg Stand: 10.06.2013



Abb. 4: Tür am Fuße des größten Pylons⁴

Die Form des Überbaus ist mit einem Radius von 20 km gekrümmt. Diese Krümmung hat nicht nur einen ästhetischen Grund, sondern wird wegen der Wärmeausdehnung und des größeren Widerstands gegen die enorme Windkraft ausgeführt. Interessant ist, dass der Wind in dieser Höhe schon so stark ist, dass der Überbau zu den Pylonen gegen die Zugkraft befestigt sein muss (siehe Abb. 5).



Abb. 5: Pylon-Überbau-Verbindung⁵

-

⁴ Eigene Fotoaufnahme, (Stand: 24.05.2013)

Die Groupe Eiffage hat mit den Bauarbeiten des Viadukts im Oktober 2001 angefangen. Noch im gleichen Jahr wurde Gründung fertig und die Betonpylonen fingen an zu wachsen. Der Bau des Stahlüberbaus begann 2002 und bereits ein Jahr danach fanden die ersten Schubarbeiten statt. Am 28. Mai 2004 berührten sich die beiden Seiten, drei Monaten später standen die oberen Stahlpylonen und im Dezember 2004 war die ganze Brücke fertig.

Dank mehrerer Tausend Menschen ist dieses Viadukt nach 14 Jahren Planung nur in drei Jahren gebaut worden. Es gab Perioden mit rund 600 Bauarbeitern zur gleichen Zeit an der Baustelle⁶. Das ganze Projekt ist eine Konzession, bei der die Baukosten von insgesamt 400 Millionen Euro (Brücke und Tollstation) vom Investor - Eiffage, übertragen werden. Die Baufirma darf Mautgebühren für 75 Jahre (bis zum Jahre 2080) sammeln, wobei in den ersten acht Jahren mehr als 37 Millionen Fahrzeuge die Brücke benutzten.⁶

Bauablauf und Bauverfahren

Erdarbeiten

Der erste Schritt besteht darin, die Fundamente für die Pfeiler zu errichten. Die Gründung besteht aus Fundamentplatten, welche eine maximale Breite von 27 m, eine maximale Länge von 18 m und eine Dicke zwischen drei bis sechs Metern aufweisen. Jede dieser Platten ist mit vier Bohrpfählen, welche im Französischen auch als "Puits Marocains" (dt.: Marokkanischer Brunnenschacht) bezeichnet werden, verankert. Durch hydraulische Schaufeln ausgebaggert, reichen die Bohrpfähle bis 18 m in den darunterliegenden Fels. Am Fuße sind die Bohrpfähle etwas ausgeweitet (Elefanten-Füße), um der Fundamentplatte zusätzliche Stabilität zu verleihen.

-

⁵ Eigene Fotoaufnahme, (Stand: 24.05.2013)

⁶ Quelle:http://www.leviaducdemillau.com/en_index.php#/construction-du-Viaduc/Stand 10.06.2013

Nach dem Ausbaggern und dem Ausweiten werden die Tiefengründungen mit Stahl bewehrt. Der Durchmesser der Pfähle beträgt am Kopf fünf Meter und am Fuß sogar sieben Meter. Nachdem die Pfähle fertiggestellt sind, werden anschließend die Fundament-Platten betoniert. Der Beton wird hierbei in einer einzigen Periode eingefüllt. Dies ist nur möglich, da sich vor Ort zwei Betonmischanlagen befinden, welche zusammen eine Kapazität von 80 m³/h besitzen. Um die riesige Menge an Beton zu gewährleisten (z. B. verwendeter Beton der Fundament-Platte des Pfeilers P5: 2.100 m³), wurde eine spezielle Zementdosierung von 300kg/m³ verwertet.

Die Menge an Bewehrungsstahl für die Fundament-Platten beträgt zwischen 150 und 200 t. Die hierbei eingesetzte Schalung wird eine Woche lang an der gleichen Stelle gehalten.

Paralleles Errichten der sieben Stahlbetonpfeiler

Nachdem die Fundamente fertig gestellt waren, konnte im März 2002 mit dem Bau der Pfeiler begonnen werden. Das Viaduc de Millau besteht aus sieben Stahlbeton-Pfeilern, welche alle parallel erbaut wurden. Das bedeutet, dass es sich eigentlich um sieben autonome Baustellen handelt, welche komplett unabhängig voneinander waren.

Die Querschnittsfläche der Pfeiler am Grund beträgt ca. 200 m², welche aber zur Spitze hin auf ca. 30 m² schrumpft. Die Form der Grundfläche lässt sich am besten mit einer Raute vergleichen, die in der Mitte hohl ist. Mit einer maximalen Längsachse von 25,5 m und einer maximalen Querachse von 17 m, lässt sich das gewaltige Ausmaß dieser Pfeiler erahnen. Die Dicke der einzelnen Pfeilerwände beträgt ca. 1,5 m. Der Pfeiler an sich besteht eigentlich aus zwei getrennten Stützen, welche zusammen eingangs beschriebene Raute darstellen (siehe Abb.6). Dadurch ergab sich schalungstechnisch ein relativ komplizierter Baukörper, welcher durch seine mit zunehmender Pfeilerhöhe abnehmende Grundfläche, zusätzliche Herausforderungen mit sich brachte. Jedoch wurden diese Schwierigkeiten durch das renommierte deutsche Unternehmen "Peri", das die kompletten

Schalungsarbeiten des Viaduc de Millau übernahm, exzellent gelöst. Hierbei kam ein Selbstklettersystem⁷ zum Einsatz. Unterstützt wurden die Bauarbeiten von Teleskopturmdrehkränen mit einer maximalen Höhe von 265 m, einer maximalen Auslegerlänge von 60 m und einer maximalen Kapazität von 20 t (Katze voll ausgelegt: 6,2 t).

Bei dem verwendeten Beton entspricht einem Beton der Klasse C55/67. Zusätzlich wurde zu in den flüssigen Beton ein Betonverzögerer hinzugegeben, um den Erhärtungsprozess zu verzögern und eine monolithische Struktur zu gewährleisten. Hervorzuheben ist das enorme Höhenwachstum der Pfeiler. Dies war durch die Kletterschalung möglich, wodurch jeder Pfeiler (unabhängig voneinander) alle drei Tage in nur 25 Minuten um vier Meter gewachsen ist. Der höchste Pfeiler (P2) besitzt eine Höhe von 245 m, welcher somit auch der höchste Stahlbetonpfeiler der Welt ist. Auf den folgenden Abbildungen lässt sich der Grundriss (Abb. 6) sowie das parallele Wachsen der sieben Pfeiler (Abb. 7) erkennen.



Abb. 6: Pfeilergrundriss

Abb. 7: Paralleles Wachstum8

Herstellung der Fahrbahnsegmente inkl. der Pylonen

Der nächste Schritt des Bauverfahrens war der Bau der Fahrbahnplatten und vor allem deren Montage. Der Grundgedanke war, die Fahrbahnplatten parallel zum Errichten der Pfeiler zu bauen und sie hierauf – nach

⁷ http://www.peri.de/ww/de/projekte.cfm/fuseaction/showreference/reference_ID/322/ referencecategory_ID/2.cfm Stand: 10.06.2013

http://files2.structurae.de/files/photos/64/millau05.jpg, Stand: 21.06.2013

Fertigstellung der Pfeiler von beiden Seiten durch ein Taktschiebeverfahren auf die Pfeiler zu setzen. Hierbei wurden die beiden Fahrbahnplatten vor Ort erbaut und daraufhin durch 64 computergesteuerte Vorschubpressen von beiden Seiten des Viaduktes aufeinander zugeschoben. Die hydraulischen Pressen heben das Fahrbahndeck um 2 cm an und schieben es dann 60 cm vorwärts (siehe Abb. 8). Dieser Vorgang dauert etwa vier Minuten. Dabei wurde das Deck zwischenzeitlich immer wieder auf provisorischen Stützen zwischen den bereits bestehenden Pfeilern abgelegt.

Erwähnenswert ist, dass bereits zwei auf der Fahrbahnplatte festmontierte Pylonen mitgeschoben wurden. Es handelt sich dabei genau um die zwei Pylonen, die sich links und rechts der Stelle befinden, an der die beiden Decks aufeinander treffen. Überraschenderweise treffen die Decks nicht genau in der Mitte des Viaduc de Millau aufeinander, sondern relativ am Rand (zwischen den Pfeilern P2 und P3). Dies wurde bewusst so geplant, da sich der Punkt des Aufeinandertreffens genau über dem Fluss Tarn befindet und hier keine provisorischen Stützen errichtet werden konnten.



Abb. 8: Vorschieben der Decks⁹

-

⁹ http://files2.structurae.de/files/photos/64/millau05.jpg, Stand: 21.06.2013

Da in dieser Höhe bereits extreme Windgeschwindigkeiten und folglich eine enorme Belastung auf das Deck wirken, wurde versucht, eine aerodynamisch vorteilhafte Gestalt zu finden. Dies wurde gelöst durch die Wahl einer trapezförmigen Deckform, welche einem umgedrehten Flugzeugflügel ähnelt. Das Deck weist eine Breite von 32 m, eine Gesamtlänge von 2460 m und ein Gesamtgewicht von insgesamt 36.000 t auf. Zwischen dem Deck und den Pfeilern befindet sich ein Höhenabstand von 1,2 m. Dieser wurde genutzt, um die Fahrbahnplatte "nach unten zu ziehen", da das Eigengewicht der Platte und der sich darauf befindlichen Pylonen nicht ausreicht um dem vorherrschenden Windsog entgegenzuwirken, welcher ein Abheben der komplette Fahrbahn zur Folge hätte.

Nachdem die Fahrbahn fest montiert wurde, konnten die restlichen fünf Pylonen aufgestellt werden. Sie haben ein Gewicht von 700 t und eine Höhe von 87 m. Die Pylonen wurden horizontal über das Deck an ihre vorgesehen Stelle transportiert und dort mit beweglichen hydraulischen Hubvorrichtungen aufgestellt.

Montage der Spannstahlseile

Der nächste Schritt bestand darin, die tragenden Stahlseile zwischen den Pylonen und der Fahrbahnplatte zu installieren. Pro Pylon wurden elf Paar Spannseile montiert. Jedes einzelne Spannseil besteht aus einer Stahlschutzhülle, in der sich 91 Stahlseile befinden, welche wiederum aus sieben kleineren Stahlseilen bestehen.

Asphaltieren der Fahrbahn

Anschließend wurden die vier Fahrbahnen plus zwei Standstreifen (Gesamtbreite: 11 m) asphaltiert. Auf der ca. 2,5 km langen Strecke wurden ca. 9.500 t Asphalt in einer 8 cm dicken Schicht verbaut. Dieser Vorgang dauerte für die gesamte Strecke lediglich drei Tage.

Installation von Elektroleitungen

Als letzte bauliche Maßnahmen wurden die beiden Mautstationen auf beiden Seiten der Brücke gebaut, die komplette Elektrik verlegt, Straßenschilder montiert und die Betriebssteuerung installiert. Für den finalen (erfolgreichen) Belastungstest des Viaduc de Millau fuhren 28 LKWs mit einem Gesamtgewicht von 900 t in die Mitte der Brücke, was zu einer rechnerisch erwartenden Verformung des Bauwerks führte.

An dieser Stelle bedanken wir uns bei Frau Elisa Gagnat für die interessante Führung über die Komplexität eines architektonischen Denkmals des Jahrtausends!



Abb. 9: Gruppenfoto vor dem Viaduct

Überblick

Bauherr: Konzessionsvergabe: Republik Frankreich

Konzessionsdauer: 75+3 Jahre (Konzession+Bau)

Vorentwurf: Michel Virlogeux

Entwurf: Sir Norman Foster

Ausführung: Eiffage TP

Bauzeit: 38 Monate (2001 - 2004)

Auftragsvolumen: 400 Mio. €

Konstruktion: Mehrfeldrige Schrägseilbrücke

Bauverfahren: Taktschiebeverfahren - Längsverschub

Quellen: Präsentation: Film von Eiffage

Führung durch Elisa Gagnat

http://www.leviaducdemillau.com/ (10.06.2013)

http://www.wirtgen-group.com/de/news-media/aktuelles-presse/verdichtung-hoechsten-bruecke-welt.2072.html)

Eindrücke und Erkenntnisse

Eindrücke und Erkenntnisse

Hier haben die teilnehmenden Studenten ihre wichtigsten Eindrücke und Erkenntnisse der Pfingstexkursion zusammengefasst.

Verena Becker

- 1. Die erste Baustelle, die wir besichtigt haben, war für mich zugleich die beeindruckendste. Ihre außergewöhnliche Form und das Zusammenspiel der verschiedenen Materialen ergeben ein Kunstwerk für sich, sodass nicht von einem klassischen Gebäude gesprochen werden kann. Besonders spannend finde ich die Konstruktion der Glassegel, die über eine Stahl-Holzverbindung an die Hauptstruktur angebracht sind. Die Präzision, mit der dabei vorgegangen werden muss, ist enorm. Ich finde es beeindruckend, dass dies dennoch relativ problemlos funktioniert.
- Die Besichtigung des Eurovia-Forschungszentrums war interessant, da hier ein anderer Aspekt des Bauingenieurwesens deutlich wurde. Eine forschende T\u00e4tigkeit, wie sie dort ausge\u00fcbt wird, ist sicherlich eine spannende Aufgabe.
- 3. Durch die Besichtigung des Airbus-Montagewerks habe ich gelernt, wie aufwendig und kompliziert die Montage eines Flugzeugs ist. Das konnte ich mir vorher nicht vorstellen. Pro Monat können bis zu vier Flugzeuge allein in der Produktionshalle in Toulouse zusammengebaut werden. Ich frage mich, ob wirklich so viele neue Flugzeuge tagtäglich gebraucht werden! Nimmt der Flugbetrieb so sehr zu, oder müssen einfach nur die alten Maschinen ausgetauscht werden?
- 4. Neben den Besichtigungen der Baustellen haben wir auch kleine Teile von einigen Städten Frankreichs sehen können. Bordeaux ist eine vielseitige Stadt und hat mir mit ihren alten, gut erhaltenen Gebäuden besonders gefallen.

5. Nicht bewusst war mir, dass eine "alte" Brücke doch noch zu etwas gut sein kann. Für die LISEA-Baustelle wird eine alte Brücke während der Bauzeit der neuen, die Teil der neuen Hochgeschwindigkeitstrasse sein wird, genutzt. Das ist ein gutes Beispiel für Nachhaltigkeit.

Dorottya Bérci

- 1. Paris ist wunderschön, ich sollte dorthin auf jeden Fall zurückkehren.
- 2. Frankreich ist ein sehr schönes und modernes Land mit netten Menschen und viel Kunst
- 3. Die Exkursionswoche hat mir sehr viel über den Baustellen und vielen verschiedenen Bauverfahrensweisen beigebracht.
- 4. Am meisten hat mich das Viaduc de Millau beeindruckt. Noch nie habe ich so eine große Brücke gesehen, und als Brückenbauingenieur-Studentin war diese Besichtigung sehr beeindruckend für mich.
- 5. Es war eine sehr schöne Woche, ich freue mich sehr darüber, dass ich mitgekommen bin.

Alexander Bombeck

- Die Eurovia ist ein sehr großer Konzern. Es ist beeindruckend, sich mit dem Geschäftsführer der Sparte Deutschland in Bordeaux zu treffen.
- Es war sehr interessant mit einem Geschäftsführer aus der Bauwirtschaft zu sprechen, vor allem über seinen beruflichen Werdegang.
- 3. Das Viaduc de Millau ist eine sehr große Brücke.
- 4. Es war beeindruckend, eine Baustelle eines so komplexen Projektes, wie das der Louis Vuitton Foundation in Paris, zu sehen. Auf der Baustelle werden sehr viele einzigartige Bauteile

- von internationalen Herstellern verwendet und weitere in Handarbeit gefertigt.
- Ich bin beeindruckt, dass es möglich ist und dass es sich lohnt, ein so komplexes Produkt, wie den Airbus A380, an verschiedenen Orten vorzufertigen und erst in Bordeaux zusammenzubauen.

Julian Dick

- Die schiere Größe des Viaduc de Millau.
- 2. Eine so große und einzigartige Vision einer einzelnen Person, wie die Fondation Louis Vuitton, in der Wirklichkeit zu realisieren.
- 3. Das Organisationstalent der beiden Exkursionsleiter.
- Umweltschutz wird nicht nur in Deutschland groß geschrieben.
 Selbst die kleinsten Lebewesen werden bei der Planung berücksichtigt.
- 5. Die interessantesten Bauwerke können lange Busfahrten nicht wieder wettmachen.

Jakob Herbst

- Zeitlicher Rahmen: hat sehr gut gepasst. Es gab zwar viele Programmpunkte, aber letztendlich konnten alle Besichtigungstermine eingehalten werden.
- 2. Besichtigung des Airbus-Werk in Toulouse: sehr informativ und beeindruckend ein einmaliges Erlebnis!
- Angebot von Eurovia: nicht nur auf den Baustellen, sondern auch im Forschungslabor die Problematiken eines Straßenbauunternehmens kennen lernen. Aber vor allem der offene und sehr freundliche Umgang mit Herrn Thorsten Macko; im Gespräch beim gemütlichen Abendessen oder abends in der Hotelbar, war sehr angenehm.
- 4. Keinerlei sprachliche Probleme: entweder wurde Übersetzer gestellt oder Herr Schneider konnte fachmännisch übersetzen

- Preis-Leistungs-Verhältnis: Eine Woche voller interessantem Programm (man hat viel gelernt und wir waren rundum versorgt) für wenig Geld
- 6. Der Ausbau der neuen TGV-Trasse konnte leider teilweise nur sehr oberflächlich (teilweise aus dem Bus von der Autobahn) besichtigt werden

Anton Kauk

- 1. Stolz der Baubeteiligten und Bauherren auf ihr Projekt
- Vinci dominiert Frankreich
- Infrastrukturmaßnahmen können riesige Baustellen sein, die Koordination muss stimmen
- 4. Man sollte gerade auf großen Baustellen davon ausgehen, dass unerwartetes passiert.
- 5. Französisches Essen ist so gut wie sein Ruf.

Mirko Kirch

- 1. Nette Betreuer, Busfahrer und Kommilitonen → gute Stimmung
- 2. A380 Montage-Werk war hochinteressant
- 3. Exkursion finanziell absolut angemessen
- 4. Zu lange Busfahrten, nächstes Mal vielleicht ein paar Tage länger einplanen oder lokal konzentriertere Sachen besichtigen
- 5. Ein paar Stunden mehr in Bordeaux wären schön gewesen
- Am meisten hat mich das Airbus-Werk beeindruckt, welches sehr imposant war. Sehr gelungen waren auch der Vortrag und das anschließende Abendessen mit Hr. Macko, von dem man viele interessante Sachen erfahren hatte.

Anne-Sophie Kuchejda

- Das "Viaduc de Millau" war, trotzdem ich schon einmal dort war, wieder ein wahnsinnig beeindruckendes Bauwerk. Kann man sich immer wieder anschauen!
- Der Zeitplan war allgemein etwas straff. Ich h\u00e4tte mir gerne mehr freie Zeit gew\u00fcnscht (Bordeaux, Paris, Palavas les flots) daher: Verpflegung unbefriedigend, sehr anstrengend
- 3. Der Tag mit EUROVIA war einzigartig!
- 4. Die Führung im Airbuswerk war sehr spannend
- Vinci ist ein beeindruckendes, großes Unternehmen und hat eine sehr große Präsenz ist Südfrankreich

Julia Leuthold

- Viele deutsche Unternehmen sind auf der französischen Baustelle in Paris beteiligt
- 2. Mir war die Größe des Baukonzerns Vinci nicht bewusst und ich war daher überrascht von seiner Präsenz in Frankreich
- 3. Die Besichtigung im Airbus-Werk fand ich sehr spannend
- 4. Es war schade, dass wir außer die halbe Stunde in Bordeaux kaum Freizeit hatten
- 5. Das Viaduc de Millau hat mich sehr beeindruckt

Marcel Mott

- 1. Gut war der enge Firmenkontakt zu Eurovia, haben sich schon einige Praktika daraus ergeben.
- Abwechslungsreiches Programm, Airbus ist zwar kein typisches Bauing. - Ziel, war aber trotzdem mein persönlicher Höhepunkt der Exkursion
- 3. Das entspannte Herumfahren mit dem Bus war super. Wäre mit dem ÖV sicher stressiger geworden.
- 4. Perfekte Organisation und reibungsloser Ablauf

- 5. der Zeitplan war sehr straff und oft gab es zu wenig Gelegenheiten zum Essen oder Einkaufen
- 6. Hotels an der Autobahn in denen nichts unternommen werden konnte, das war etwas schade.

Jasmin Mussgnug

- Sehr informativ empfand ich den Besuch im Forschungszentrum von EUROVIA. Hier konnte ich Einblicke erhalten, mit welchen Fragen man sich im Straßenbau auseinandersetzt und welche Ideen und Techniken man einsetzt, um beispielsweise die Rissbildung in Asphaltschichten zu untersuchen.
- 2. Ich konnte sehen, wie Verfahren, die wir bereits an der Uni gelehrt bekommen haben, in der Praxis umgesetzt werden.
- Am beeindrucktesten empfand ich das Viaduc de Millau. Allein wegen der enormen Größe lohnt es sich dieses Brückenbauwerk von Nahem zu besichtigen.
- 4. Es wurde mir wieder einmal bewusst, wie wichtig das Präsentieren im Berufsalltag ist.
- 5. Die Exkursion war aufschlussreich, interessant und hat sich auf jeden Fall gelohnt.
- 6. Großes Lob an unsere Betreuer, die dieses aufwendige und gut organisierte Programm auf die Beine gestellt haben.

Nikola Nachkov

- Verbreitung des Konzessionsbaus und der damit verbundene Erfolg für alle Stakeholder
- 2. Die abwechslungsreiche Art und Weise des (Bau-)Marketings in allen Formen und das investierte Geld darin
- 3. Stressfreie Atmosphäre und die Freundlichkeit auf der Baustelle
- 4. Das Maut-System und die leeren Autobahnstrecken
- 5. Die gute französische Küche

Julia Neuberger

- Sehr beeindruckend fand ich die Werksbesichtigung des A380 in Toulouse. Vorher konnte mir nicht vorstellen, dass dort bis zu vier Flugzeuge im Monat fertiggestellt werden können.
- 2. Erstaunlich fand ich, wie stark der Krümmungsradius von 20 km bei dem Viaduc de Millau sichtbar ist.
- Gelernt habe ich außerdem, dass die Gesamtkosten des Viaduc de Millau ungefähr dem eines A380 entsprechen.
- Klar wurde mir, dass es trotz aller Bemühungen der Unternehmen auch in Zukunft nicht einfach wird für Frauen Familie und Beruf miteinander zu verbinden.
- Die Exkursion war sehr gut durchorganisiert und wir haben viele verschiedene Baustellen und Werke besichtigen können, allerdings hätte ein bisschen weniger Busfahren dafür mehr Freizeit die gesamte Exkursion abgerundet.

Carla Neuhaus

- Mich hat beeindruckt, wie schlank das Viaduc de Millau wirkt, obwohl es eine so große Brücke ist.
- 2. Interessant fand ich auch, dass das Viaduc ebenso viel kostete, wie ein Airbus A380.
- Beeindruckt hat mich auch die Forschung im Eurovia Forschungszentrum. Insbesondere der Belag, der die schädlichen Autoabgase bekämpft.
- 4. Auf der Exkursion habe ich auch gelernt, dass ein wichtiger Unterschied zwischen Baustellen in Deutschland und Frankreich der Bauvertrag und das Arbeiten miteinander sind. Denn während in Deutschland eher "gegeneinander" gearbeitet wird, versucht man in Frankreich gemeinsam ein Projekt zu verwirklichen und nicht nur die Kosten möglichst gering zu halten.

 Schön fand ich auch, dass wir außer Baustellen auch ein Weingut besichtigt haben und so neben den vielen interessanten fachlichen Besichtigungen auch etwas "typisch für die Region" gesehen haben.

Mariana Rathgeb

- Paris Fondation Louis Vuitton Ohne uns Bauingenieure wäre die Umsetzung der kreativen Ideen unserer berühmten Architekten undenkbar, da diese meist sehr komplizierte Statiken mit sich bringen.
- Forschungszentrum EUROVIA Die Entwicklung und Forschung an eigenen spezifischen Produkten ist auch in der heutigen Zeit immer noch sehr wichtig und von großer Bedeutung für Unternehmen.
- LISEA Baustelle nicht nur das neue Bauwerk, sondern auch die zu schützende Umwelt stehen im Vordergrund bei großen Bauvorhaben.
- 4. Airbus-Montagewerk für mich waren die Abmessungen und die Konstruktion der fast komplett frei gespannten Halle fast beeindruckender und spannender als die Montage des A380, da ohne die richtige Hallenkonstruktion der gesamte A380 so nicht gefertigt werden könnte.
- Brücke Viaduc de Millau ein echt beeindruckendes Bauwerk mit einer genialen Konstruktion aus Stahl (Brücke) und Stahlbeton (Pfeiler) mit einer doch recht kurzen Bauzeit.
- Unsere Begleiter ihr habt uns ein super Programm mit genialen Besichtigungen geliefert, einfach klasse! Vielen Dank!

Julia Ruof

 Selbst vermeintlich unmögliche Bauprojekte und Strukturen können realisiert werden.

- Das gemeinschaftliche Miteinander der verschiedenen Unternehmer und Arbeiter auf einer Baustelle kann einen positiven Einfluss auf den gesamten Bauablauf haben.
- Wettbewerb und Vergabe in anderen Ländern weichen vom Verfahren in Deutschland ab und haben dadurch Auswirkungen auf das Projekt und den Bauablauf.
- 4. Durch die unglaubliche Präzision und hervorragende Logistik ist es möglich, Flugzeugteile in ganz Europa zu produzieren und dann ohne Probleme in Toulouse zu einem funktionsfähigen Flugzeug zusammenzusetzten.
- Der Bau des Viaduc de Millau kostete ungefähr so viel wie ein Airbus A380.

Benjamin Schmidt

- Louis Vuitton Fondation, Paris: Beeindruckende, futuristische, sehr komplexe Architekturkunst wird perfekt zu einem Bauwerk umgesetzt. Zusammenspiel vieler verschiedener Unternehmen, zum Teil auch aus unterschiedlichen Ländern, kann ziemlich perfekt funktionieren.
- 2. Viaduc de Millau: unvorstellbare Größe dieser Brücke.
- 3. Airbus-Montagewerk, Toulouse: extreme Dimensionen eines Flugzeuges (A380) und der Montagehalle.
- Abwechslungsreiches, vielseitiges Programm. Eine Fahrt quer durch Frankreich, bei der man vieles Interessantes sah. Dennoch blieb leider viel Zeit auf der Strecke.
- 5. Die französische Küche inklusive Wein ist ein purer Genuss.

Dorothee Schumacher

- Sehr straffer Zeitplan. In Bordeaux hätte ich mir statt der Führung Zeit gewünscht, um selbstständig durch die Stadt zu gehen.
- Am beeindruckendsten fand ich das Viaduc de Millau, weil es ein so gigantisches Bauwerk ist.

- Vinci als Bauunternehmen kennenzulernen, fand ich auch sehr interessant.
- 4. Sehr beeindruckend war auch das Airbus-Werk.
- 5. Anstrengend: viel Bus fahren, dafür aber auch viel gesehen

Julia Schymalla

- Meine Eindrücke, die ich von den fünf Tagen in Frankreich und deren jetzigen Baustellen sammeln durfte, waren durchweg positiv. Wir wurden herzlich empfangen, erhielten Zugang und viele Details von großen Baustellen zu denen man vermutlich sonst nie Eintritt oder eine Befugnis gehabt hätte.
- 2. Besonders beeindruckt hat mich unter anderem das riesige Montagewerk von Airbus. Der größte Standort von Airbus in Toulouse ist unter anderem für die Endmontage des A380 zuständig, in dessen Werk wir einen lehrreichen Einblick erhalten konnten, wie aufwendig der Bau eines der größten Flugzeuge ist. Die immense Logistik und die gute Zusammenarbeit von vielen ermöglichen erst so eine Meisterleistung der Technik und Ingenieurskunst.
- Mir gefielen zudem die vielseitigen unterschiedlichen Programmpunkte unserer Exkursion. Von der Weinprobe zur Stadtführung, den Baustellenbesichtigungen und der Forschungseinrichtung von Eurovia.
- 4. Uns wurden mögliche spätere Arbeitsfelder eines Bauingenieurs näher gebracht und veranschaulicht mit welchen ökologischen Problemen und nachhaltigen Maßnahmen ein Zivilingenieur heute und auch in Zukunft zu arbeiten hat.
- Beeindruckend waren für mich die Firmendarstellung seitens Vinci und dessen Tochterunternehmen Eurovia. Nicht nur der finanzielle, sondern auch der zeitliche Aufwand, der für uns Studenten betrieben wurde.

- Führungen im Forschungszentrum in Bordeaux, eine Weinherstellungseinführung mit anschließender Verkostung und die Baustellenführung der Hochgeschwindigkeitsstrecke für den TGV inklusive Übernachtung und Verpflegung.
- 7. Die gute Vorplanung und Organisation haben unsere Exkursion sehr angenehm verlaufen lassen, trotz der vielen Kilometer, die wir im Bus innerhalb von fünf Tagen zurückgelegt haben. Zwar gab es nicht viel freie Zeit, die wir uns einteilen konnten, wie wir wollten, aber wir Studenten durften auch mitentscheiden. Sodass die Fahrt zum Mittelmeer in Montpellier neben der abwechslungsreichen Tour noch einen zusätzlichen gelungenen Abschluss für diese Exkursion bildete.

Lukas, Stockinger

- Ich habe gelernt, wie wichtig es ist, auch auf alle kleinsten Details zu achten. Wie zum Beispiel bei dem Louis Vuitton Museum in Paris, bei dem es auf Millimeterarbeit ankommt.
- Am meisten beeindruckt hat mich das Viaduc de Millau, aufgrund der filigranen Struktur, den sehr hohen Pfeilern und seiner extremen Länge.
- Ich habe gelernt, wie wichtig die europäische Gemeinschaft bei der Verwirklichung des A380 im Werk in Toulouse ist, denn nur durch diese wird der Bau eines so großen Flugzeuges erst ermöglicht. Zu sehen, wie in mehreren Schritten der A380 entsteht, war auch sehr beeindruckend.
- 4. Weiterhin sehr interessant war der Bau der Eisenbahnbrücke zwischen Paris und Toulouse, die nur mit Hilfe einer Aushilfsbrücke gebaut werden kann.
- Ein weiterer Eindruck den ich gewonnen habe ist, dass vor allem bei der Verwirklichung von Großprojekten sehr großer Wert auf den Naturschutz gelegt werden muss, da die zum Teil großen

Einschnitte in die vorhandene Natur Lebensräume zerstören, die dann wieder neu geschaffen werden müssen.

Marina Walter

- 1. Das Viaduc de Millau fand ich sehr spektakulär.
- 2. Die Führung im Airbus-Werk hat mir auch sehr gut gefallen.
- Ich fand es sehr schade, dass wir in Bordeaux nur so wenig Freizeit hatten. Da es ja eigentlich hieß, dass wir dort mehr Zeit für uns hätten. Oder halt Allgemein mal mehr Freizeit tagsüber in einer Stadt.
- Das viele Busfahren war ziemlich anstrengend, aber das kann man in Kauf nehmen, für das wo wir alles waren und was wir gesehen haben.
- 5. Fand es gut, Vinci kennenzulernen, da es ein sehr bedeutender Baukonzern in Frankreich ist.

Madeleine Weber

- Beruflicher Werdegang/Möglichkeiten bei dem Unternehmen Furovia
- 2. Bau und letztendliche enorme Größe des "Viaduc de Millau"
- 3. Aufbau eines Flugzeugs in mehreren Ländern möglich
- 4. Umsetzung der Pläne/Ideen von Gehry in die Realität mit Hilfe von 3D Modellen und Computeranimationen sehr genau möglich
- Arbeitszeiteinteilung in Deutschland und Frankreich ist unterschiedlich. In Frankreich werden beispielsweise mittags längere Pausen gemacht.