



Stahlbetonpylon mit Schrägseilverspannung und abgehängter Fahrbahn während der Bauphase.

Allplan in der Praxis

DREI JAHRHUNDERTE BRÜCKENBAU ÜBER DEN FIRTH OF FORTH

Die Queensferry Crossing in der Nähe von Edinburgh in Schottland ist eine Schrägseilbrücke mit drei über 200 m hohen Pylonen. Sie steht für eines der größten Infrastrukturprojekte in Europa und dank den Ingenieuren von Leonhardt, Andrä und Partner (LAP) und Allplan Engineering für eine hochmoderne Bewehrungsplanung in 3D.

Eine infrastrukturelle Aufgabenteilung der besonderen Art findet sich in Schottland an der Flussmündung Firth of Forth. Hier überspannen in unmittelbarer Nähe zueinander drei Brücken einen Meeresarm, der 80 Kilometer ins Landesinnere hineinreicht. Die Forth Bridge, eine Stahlbrücke aus

dem Jahr 1890, dient an dieser Stelle dem Schienenverkehr. Die Forth Road Bridge, eine Hängebrücke, die 1964 gebaut wurde, ist ab Sommer 2017 ausschließlich für den Bus-, Rad- und Fußgängerverkehr vorgesehen. Ab diesem Zeitpunkt ergänzt die neue Brücke Queensferry Crossing das Duo. Sie wird mit zwei Fahrstreifen und einem zusätzlichen Standstreifen pro Richtung ausschließlich dem Straßenverkehr dienen. Während die Forth Road Bridge noch mittels Handzeichnungen auf Papier entworfen und umgesetzt wurde, entstanden Bewehrungs- und Ausführungspläne für die Queensferry Crossing dreidimensional in Allplan Engineering.



Die Queensferry Crossing ist eines der größten Infrastrukturprojekte in Nordeuropa.

DIE HERAUSFORDERUNG

Den Entwerfern von Jacobs Arup Joint Venture, die Transport Scotland beratend zur Seite standen, fiel bei der Entwicklung eines Konzeptes für die neue Brücke keine leichte Aufgabe zu. Denn diese sollte gestalterisch ein ebenbürtiges Pendant zum Weltkulturerbe der „Forth Bridge“ darstellen. Die Angebotsbearbeitung, Ausführungsplanung und Montageberechnung (in Arbeitsgemeinschaft mit Rambøll, Gifford und Grontmij) übernahm das Ingenieurbüro Leonhardt, Andrä und Partner. Das Ergebnis des vorangegangenen Entwurfsprozesses war eine 2.094,5 Meter lange Schrägseilbrücke mit drei Pylonen im Wasser.

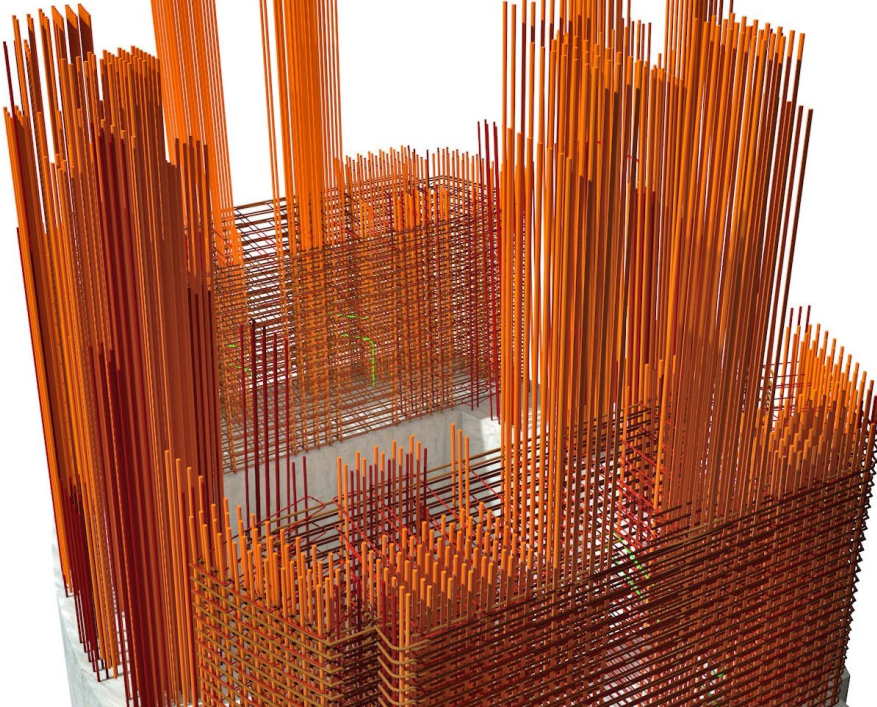
Zwischen diesen, bis zu 210 Meter hohen Stahlbetontürmen erstreckt sich jeweils eine Haupttragsweite von 650 Metern. Dieses Maß resultiert aus der Breite der darunterliegenden Schifffahrtskanäle. Die Spannweiten der Seitenfelder betragen 223 Meter und die der Vorlandbrücken 104 Meter. Als konstruktiv besonders anspruchsvoll erwies sich der mittlere der drei Pylonen. Bei klassischen Schrägseilbrücken wird der mittige Pylon über am Rand liegende steife Seitenfelder rückverankert. Diese Vorgehensweise ist jedoch bei einer Drei-Pylonen-Brücke aufgrund sehr hoher Biegemomente nicht möglich. Zusätzlich zu dieser Einschränkung sollte die Brücke im Kontext zu den zwei bereits bestehenden Bauwerken nicht übermäßig dominant auftreten.

DIE LÖSUNG

Die Rückverankerung des mittleren Pylonen erreichten die Planer durch eine Überlappung der Schrägseile um 146 Meter in der Mitte des jeweiligen Feldes. Diese konstruktive Besonderheit des Bauwerkes erzielte die notwendige Stabilisierung und ermöglichte zeitgleich eine filigrane und optisch ansprechende Brückenkonstruktion.

Die drei markanten Stahlbetonpylonen verjüngen sich ab der Oberkante der Gründung bis zur Spitze von 14 mal 16 Metern auf schlanke 7,50 mal 5 Meter. Für die Planung der Pylone erstellte LAP mit Allplan Engineering ein komplettes 3D-Bewehrungsmodell. Für eine Brücke dieser Größenordnung wurde diese Arbeitsweise erstmalig angewendet und war ausgesprochen anspruchsvoll. Die Bewehrung der einzelnen Pylonensegmente musste aufgrund des sich nach oben hin verjüngenden Querschnittes exakt im Raum platziert werden. Dieses Vorgehen stellte hohe Anforderungen an die verwendete CAD-Software. Auch deshalb setzten die Planer von LAP bei der Bewehrungs- und Ausführungsplanung auf Allplan Engineering und auf die Routine ihres Nachunternehmers CHP.

Analog zu den Pylonen weist auch der Überbau, der die Fahrbahnen auf jeder Seite trägt, eine filigrane Form auf. Im Bereich der Pylone und der Seilverspannungen ist der Überbau dreiteilig. Während der Überbau in den mittleren Pylon monolytisch einbindet, wird er von den beiden äußeren Pylonen



Rendering eines der 210 Meter hohen Pylone der Queensferry Crossing.

durchdrungen und ist mittels Queranschlag an ihnen gelagert. Dieses Lagerschema verhindert große Zwängungen zwischen den Pylonen.

Gründung und Montage

Der mittlere Pylon der Schrägseilbrücke wurde mittels eines Spundwandkastens auf dem in der Mitte des Firth liegenden Beamer Rock gegründet. Die seitlichen Pylonen gründen bis zu 40 Meter tief mit Absenkkästen. Das Betonieren der Pylone erfolgte in einer inneren und einer äußeren Kletterschalung. Um den Beton bis in die Spitze der Pylone befördern zu können wurde eine Steigleitung mit bis zu 200 bar notwendig. Da sich die Baustelle größtenteils auf dem offenen Wasser des Firth of Forth befand wurde mit Schwimmkränen und Transportpontons gearbeitet. Der größte Teil der Bewehrung wurde im nahegelegenen Hafen von Rosyth vorgefertigt und musste im Anschluss vor Ort mit dem Turmdrehkran eingehoben werden.

Die Queensferry Crossing ist die größte Brücke, für die vollständig eine 3D-Bewehrungsplanung mithilfe von Allplan Engineering durchgeführt wurde. Dank der passgenauen und kollisionsfreien Planung konnten Termine und Kosten eingehalten werden.

Am 4. September 2017 wurde die Queensferry Crossing offiziell von Queen Elizabeth II. eingeweiht. Am 2. und 3. September 2017 durften einmalig 50.000 ausgewählte Gäste die Brücke zu Fuß überqueren.

> **Passgenaue und kollisionsfreie Bewehrungsplanung dank Allplan Engineering**

> **dezentrale Bearbeitung des Projektes dank Austauschmöglichkeiten von Allplan Engineering .**

> **Einhaltung aller Planlieferfristen dank Allplan Engineering**

Bauherr: Transport Scotland

Baufirmen: Forth Crossing Bridge Constructors (HOCHTIEF, American Bridge International, Dragados und Morrison Construction)

Planung: Leonhardt, Andrä und Partner, Rambøll, Gifford und Grontmij



„Allplan hat uns mit seinem 3D-Bewehrungsmodul hervorragend in der Ausführungsplanung unterstützt, sodass unter Wahrung aller Lieferfristen eine passgenaue, kollisionsfreie Bewehrungsplanung an die Baustelle geliefert werden konnte.“

Andreas Hartung, Leiter Bewehrungsteam Pylone als Nachunternehmer zur LAP-Consult / Germany

DER KUNDE

Das weltweit agierende, Ingenieurbüro Leonhardt, Andrä und Partner (LAP) spezialisierte sich bereits in seiner Anfangszeit unter Fritz Leonhardt auf den konstruktiven Ingenieurbau. Daraus resultiert bis heute die Ausrichtung von LAP. Einer der Schwerpunkte des Büros ist heute wie damals der Bau von Brücken und Hochbauten aus Stahl und Stahlbeton.

In Folge dessen entstanden zahlreiche herausragende Ingenieurbauprojekte, wie unter anderem der Stuttgarter Fernsehturm (1955), das Olympiastadion München (1971), die Galata Brücke in Istanbul (1985), die gläserne Manufaktur Dresden (1999) und nun die Brücke Queensferry Crossing (2017).

ÜBER ALLPLAN

Als globaler Anbieter von BIM-Lösungen für die AEC-Industrie deckt ALLPLAN gemäß dem Motto „Design to Build“ den gesamten Planungs- und Bauprozess vom ersten Entwurf bis zur Ausführungsplanung für die Baustelle und die Fertigteilverarbeitung ab. Dank schlanker Workflows erstellen Anwender Planungsunterlagen von höchster Qualität und Detailtiefe. Dabei unterstützt

ALLPLAN mit integrierter Cloud-Technologie die interdisziplinäre Zusammenarbeit an Projekten im Hoch- und Infrastrukturbau. Über 500 Mitarbeiter weltweit schreiben die Erfolgsgeschichte des Unternehmens mit Leidenschaft fort. ALLPLAN mit Hauptsitz in München ist Teil der Nemetschek Group, dem Vorreiter für die digitale Transformation in der Baubranche.

ALLPLAN GmbH

Konrad-Zuse-Platz 1
81829 München
Deutschland
info@allplan.com
allplan.com