

Brückenweltrekord mit 343 Metern

Höher als der Eiffelturm wird die Brücke über den Fluss Tarn in Südfrankreich nach ihrer Fertigstellung in den Himmel ragen. Schon Ende 2003 erreichte der höchste von insgesamt sieben Brückenpfeilern die immense Bauhöhe von 255 Metern. Diese hundert Kilometer nördlich von Montpellier entstehende höchste Brücke der Welt wird einmal in 270 Metern Fahrbahnhöhe das Tal des Tarn überspannen.

Brücke und Pfeiler tragen ästhetisch die Handschrift des Stararchitekten Lord Norman Foster sowie des Brückenbauingenieurs Michel Virlogeux. Auch unternehmerisch und bautechnisch ist eine erste Adresse für die 2460 Meter lange und 343 Meter hohe Brücke verantwortlich: Eiffage TP und Eiffel – bereits vor der Pariser Weltausstellung 1889 mit dem Eiffelturm Garant für Ingenieurbau-Spitzenleistungen. Wie bei den meisten grossen Ingenieurbauwerken der Welt, erfolgt die gesamte Bauvermessung und Kontrolle mit Vermessungsausrüstungen von Leica Geosystems.



Eingeweiht wird dieses mächtige und doch filigrane Brückenbaukunstwerk im Januar 2005. Der „Viaduc de Millau“ beseitigt auf der Autobahnstrecke A75 zwischen Clermont-Ferrant und Béziers/Montpellier beim Städtchen Millau in der Hauptreisezeit Staus von heute bis zu fünfzig Kilometern Länge und vier Stunden Wartezeit.

Neun Grossbaustellen für zweifachen Brückenweltrekord

Dieses Bauwerk wird nicht nur die höchste Brücke der Welt, sondern mit seinen sieben Brückenpfeilern wird der „Viaduc de Millau“ auch der Welt längste Schrägseilbrücke mit mehreren zentralen Aufhängepylonen sein. Doch bis dieser denkwürdige Moment der Brückenfreigabe im Januar 2005 erreicht ist, muss noch hart gearbeitet werden. Jeder der sieben Brückenpfeiler repräsentiert für sich eine eigentliche Grossbaustelle, an der jeweils zwei Zwölfmann-Equipen in zwei Schichten arbeiten. Hinzu kommen an den beiden Hangseiten die Baustellen der Seitenrampen mit den Verschweissteams der Fahrbahn-Stahlprofile. Zentral im Tal wurde je ein Werk für die Fertigung

Mit automatisiertem Tachymeter Leica TCA 2003 und TC 1103 Totalstationen überwacht das Team von Pierre Nottin den Baufortschritt. In die Betonpfeiler werden zur Überwachung Miniprismen eingegossen.

Höhe

der Stahllarmaturen und des Betons errichtet sowie die Bürocontainer-Landschaft der Bauleitung platziert. Die Elemente der Fahrbahn-Stahlprofile werden im elsässischen Eiffel-Werk Lauterbourg gefertigt, im südfranzösischen Werk Fos montiert, mit Spezialtransportern nach Millau gebracht und an den beiden



„Präzision und Zuverlässigkeit von Leica GPS und TPS auf hohem Niveau!“

Pierre Nottin

Rampenbaustellen vor Ort zusammengeschnitten. Bereits im Mai 2003 wurde an der südlichen Rampe das erste 171 Meter lange Element der insgesamt 16 trapezförmigen Fahrbahnplatten-Stahlprofile von 32,05 Metern Breite und 4,20 Metern Höhe verschweisst und mit 1000-Tonnen-Hydraulikpressen in Richtung eines Leigerüstes zwischen Rampe und erstem Südhangpfeiler vorgeschoben. Die jeweils aktuelle Position des mächtigen Fahrbahnprofils wurde während des Vorschubs mit einem Leica GPS530-System fortlaufend zentimetergenau erfasst und gesteuert. Koordiniert werden diese neun Grossbaustellen von der Gesamtbauleitung der „Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau“ und messtechnisch geleitet von Pierre Nottin des Service Topographique der Eiffage TP.

Vermessungspioniere für bautechnische Höchstleistungen

Wie auf Baustellen üblich, stand auch im Tal des Tarn der Vermessungsingenieur als erster Fachmann bereits

im August 2001 auf dem grünen Gelände der heutigen Grossbaustelle. Pierre Nottin von der Eiffage TP bildete gewissermassen die Vorhut der 400 auf der Baustelle beschäftigten Spezialisten, darunter neben dem fünfköpfigen Vermessungsteam vor allem die Metallbaufachleute und Betonierequipen. Entsprechend den Vorgaben und Plänen der Bauingenieure und des Architekten errichtete Pierre Nottin ein lokales Festpunktnetz für die Koordinatenbestimmung im Globalen Positionierungs-System GPS (WGS84) und gleichzeitig für berührungslose Kontrollmessungen mit klassischen Vermessungsgeräten. Eine Leica GPS 530 RTK Referenzstation wurde auf einem im gewachsenen Fels der Berghänge verankerten Vermessungspfeiler installiert und über eine Transformation in das lokale staatliche Koordinatennetz eingebunden. Mit mobilen Leica GPS530-Rovern wurden anschliessend die Positionspunkte der Brückenpfeiler-Fundamente bestimmt sowie für die Bau-fachleute sämtliche folgen-

Zur Kontrolle des Bauwerkes wurden entlang der Brückenachse an wechselseitig gut einsehbaren Punkten zwölf gegenseitig versicherte Fixpunkt-pfeiler installiert, welche über Zwangszentrierung Leica Tachymeter und Reflektor-prismen sowie GPS-Antennen aufnehmen.

Der Millau-Viadukt steht auf sieben Pfeilern unterschiedlicher Höhe, welche einen Seitenabstand von 343 m haben. Im kleinen Bild vom April 2003 hatte der höchste Pfeiler gerade einmal seine halbe Höhe erreicht. Das grosse Bild zeigt eine Künstleransicht der Autobahnbrücke wenn dieser Pfeiler einmal 343 m hoch sein wird und den Eiffelturm um 19 m überragt. Diese Brücke repräsentiert das wichtigste A75-Teilstück zwischen Clermont-Ferrand im Norden (links) und Béziers/Montpellier im Süden. (rechts).



Das Flusstal und die naheliegenden Schluchten des Tarn sind eine alte Kultur- und eine eigentliche Freizeitlandschaft, die nun durch ein beeindruckendes Ingenieurbaukunstwerk unserer Zeit bereichert wird.

Chefvermesser Pierre Nottin war im August 2001 als erster auf der Grossbaustelle:

„Genau hier begannen die Bauarbeiten!“



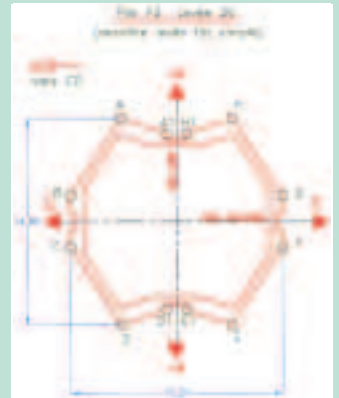
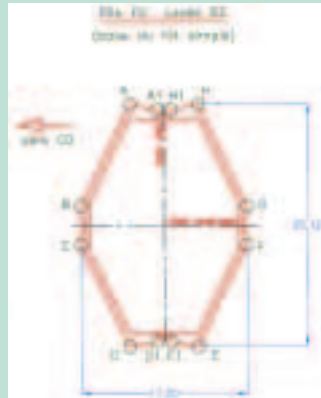
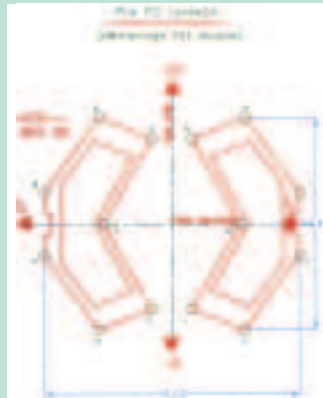
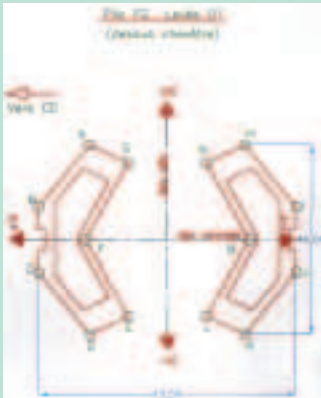
Filigrane Beton-Stahl-Konstruktion von 242'000 Tonnen

Gegenüber dem 324 Meter hohen Eiffelturm mit 7'500 Tonnen Stahlstruktur werden für dieses 343 Meter hohe und 2,5 Kilometer lange Weltrekord-Ingenieurbauwerk 36'000 Tonnen Stahl und 206'000 Tonnen Beton benötigt. Insgesamt werden für den „Viaduc de Millau“ im Abstand von 343 Metern sieben Pfeiler verschiedener Höhe errichtet, deren Anordnung ostwärts eine leichte Kurve beschreibt und zu einem kontinuierlichen Nord-Süd-Fahrbahngefälle von drei Prozent führt. Die obersten 90 Meter der Betonpfeiler sind wie eine Stimmgabel zweigeteilt. Für den niedrigsten, direkt in der nördlichen Hangflanke errichteten Pfeiler (P1) von 77 Metern Höhe bedeutet dies, dass er direkt vom Fundament weg in dieser filigranen zweigeteilten Grundform betoniert wurde.

Der höchste Pfeiler (P2) beginnt am Fuss auf einem 16 Meter tiefen, im Fels betonierten Fundament von 200 Quadratmetern Grundfläche, verjüngt sich zunehmend und teilt sich in einer Bauhöhe von 165 Metern stimmgabelförmig für weitere 90 Meter. An seinem oberen Ende weist die Auflagefläche des Pfeilers noch

einen Querschnitt von 30 Quadratmetern auf. Mit dieser Auflagefläche werden mittels eines speziellen Systems die vorgefertigten Fahrbahnplatten-Stahlprofile verbunden.

Auf jedem Betonpfeiler ist zentral ein 87 Meter hoher Stahlpylon fixiert, an welchem 22 Schräg Stahlseile befestigt sind. Sie führen zu den starken Mittelstreben der Fahrbahnplatten-Stahlprofile und übertragen die Kraft der Pfeiler auf die Horizontale und die Gesamtkonstruktion. An den Seitenrampen werden insgesamt vierzehn 171 Meter lange sowie zwei 204 Meter lange trapezförmige Fahrbahnplatten-Stahlprofile von 32,05 Meter Breite und 4,20 Meter Höhe zusammengefügt, mit Hydraulik-Pressen in Richtung Brückenmitte geschoben, mit den Pfeilern verbunden und über die sieben Stahlpylone mit insgesamt 154 Schräg Stahlseilen verankert. Die 32,05 Meter breiten Fahrbahnprofile bieten Platz für zwei richtungsgtrennte doppelspurige Fahrstreifen mit Pannestreifen, einen verstärkten Tragstreben-Mittelteil und drei Meter hohe windschützende Seitenwände.



Wie alle Millau-Brückenpfeiler verändert auch der höchste der Welt (P2) aufstrebend laufend seinen Querschnitt. Auf allen Niveaus lieferte das Vermessungsteam mit Leica GPS 530 Rovern rund um die Uhr die genauen Gleitschalungs-Masse für die Betonierung. Ab einer Pfeilerhöhe von 165 Metern teilt sich das Profil gabelförmig für weitere 90 Meter zu betonierende Höhe. Dann wird der 87 Meter hohe Stahlpylon mit den 22 Schrägseilen an den Fahrbahnplatten montiert. Im rechten Bild wird die erste Fahrbahn-Profilplatte Richtung Leererüst und Pfeiler P7 gepresst. Die vor Baubeginn fest installierte Referenzstation Leica GPS 530 RTK (Bild rechts unten) sendet für die differenzielle Messung im gesamten Baugelände rund um die Uhr Korrekturdaten aus. Dies ermöglicht es dem Vermessungsteam, mit mobilen Leica GPS-Systemen die Betonverschalungen millimetergenau einzumessen.





den Arbeitsschritte begleitet und eingemessen. Hauptaufgabe der fünf Vermessungsfachleute während der ersten beiden Jahre war die Bestimmung der Schalungspositionen mit unterschiedlichen Querschnitten nach allen vier Metern Höhe. Auf insgesamt 256 Ebenen musste das Anheben und die Anpassung der Schalungen mit hoher Genauigkeit bestimmt und permanent verfolgt werden.

Brückenpfeiler mit eingebauten Präzisionsreflektoren

Entsprechend der jeweiligen Form der sich nach oben verjüngenden und ab einer gewissen Höhe sich teilenden Pfeiler-Querschnitte musste nach jeweils vier Metern Pfeilerbetonierung die Kletterschalung fortlaufend in den Horizontalwinkeln und Neigungen angepasst und auf wenige Millimeter genau positioniert werden. Für die Betonierung eines Schalungsvorschubs von vier Metern Höhe wurden drei Arbeitstage benötigt, so dass ein Pfeiler wöchentlich bis zu acht Meter in die Höhe wuchs.

Zur Kontrolle des Bauwerkes wurden entlang der Brückenachse an wechselseitig gut einsehbaren Punkten zwölf gegenseitig versicherte Fixpunktpfeiler installiert, welche über Zwangszentrierung Leica Tachymeter und Reflektorprismen sowie GPS-Antennen aufnehmen. Während des Baus wurden in die Aussenhaut der Betonpfeiler Messreflektorprismen eingegossen, welche von den Fixpunkten aus automatisiert angezielt und mit hoher Präzision überwacht werden können. Weitere Reflektorprismen werden an

anderen Konstruktionselementen des Ingenieurbauwerkes und im Fels angebracht. Minimale Bauwerksschwingungen – z.B. aufgrund unterschiedlicher Temperaturen und Belastungen – lassen sich auf diese Weise sofort erkennen, und dies nicht alleine durch das Bauvermessungsteam, sondern zusätzlich durch den unabhängig bestellten Geometerexperten M. Morin.

„Beratung und Service von Leica Geosystems lassen keine Wünsche offen.“

Pierre Nottin

Beim Bau und für die Überwachung kommen die genauesten Instrumente des Weltmarktes zum Einsatz: während Pierre Nottins Vermessungsequipe neben seinem Leica GPS 500-System auf den Präzisionstachymeter Leica TCA2003 und den Leica TC1103 setzt, zielt Geometer Morin bei seinen Kontrollmessungen die Messpunkte mit einem Industrietachymeter Leica TDA5005 an, der Punktgenauigkeiten von bis zu 0,3 Millimeter gewährleistet. Zusätzlich sind zahlreiche Digitalnivelliere von Leica Geosystems im Einsatz. Vermessungschef Pierre Nottin hat alles sicher im Griff: „Was ich seit vielen Jahren aus der Ingenieurvermessung mit klassischen Instrumenten kenne, bestätigt sich auch hier: Präzision und Zuverlässigkeit der Leica GPS- und TPS-Systeme

helfen uns auch am Viaduc de Millau, anspruchsvolle Vermessungsaufgaben auf höchstem Niveau zu erfüllen. Beratung und Service durch Leica-Regionalverkaufsingenieur Olivier Truttmann sowie die Leica-Niederlassung in Toulouse lassen keine Wünsche offen.“

Privat finanziert von der Eiffage-Gruppe

Der 400 Millionen Euro teure „Viaduc de Millau“ wird von der Gruppe Eiffage privat finanziert. Zu dieser fünftgrößten Baugruppe Frankreichs gehört die größte französische Metallbaufirma Eiffage, das Generalbauunternehmen Eiffage Construction mit seiner Filiale Eiffage TP sowie die für dieses Projekt gegründete „Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau“. Wer die 120-jährige Garantie-Zeitspanne des Viadukt von Millau mit der Lebensdauer des Eiffelturms vergleicht – er

wurde im Jahre 1889 von Unternehmensgründer Gustave Eiffel errichtet –, zweifelt nicht daran, dass auch dieses Bauwerk weiteren Generationen dienen wird. Als Nutzungsdauer wurde der „Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau“ eine Zeitspanne von 75 Jahren eingeräumt, bevor der Viadukt von Millau in Staatsbesitz übergeht.

120 Jahre Brückengarantie

Die 2,5 Kilometer lange Autobahnbrücke von Millau ist eine technische Höchstleistung und ein Wahrzeichen modernster Technik. Die während der Bauzeit von dreieinviertel Jahren fixierten 300 kleinen Optik-Präzisionsreflektoren werden in den Betonflanken und Stahlelementen des „Viaduc de Millau“ als beständige und ewige „Diamanten“ helfen, auch kleinste Veränderungen an diesem meisterhaften Bauwerk zu erfassen. **Stfi**

