

Brückenschlag der Superlative

Text/ PETER LEUTEN
Fotos/ ENERPAC, EIFFAGE, FOTOLIA

Transitverkehr in schwindelnder Höhe: Zwischen Paris und Barcelona müssen sich die Truck-Karavane jetzt nicht mehr die Serpentine hinab in das steile Tarn-Tal winden – sie schweben in 270 Metern Höhe darüber hinweg

Am Freitag, dem 28. Mai 2004 war es soweit: Die letzte von 18 hydraulischen Vorrolletappen schloss die noch verbleibende Lücke in dem beeindruckendsten Viadukt, das die Menschheit bisher gesehen hat!

Es überspannt das Tal des Tarn, tief eingeschnitten in die Landschaft Südfrankreichs in der Nähe des kleinen Örtchens Millau; und das in einer nicht nur schwindelerregenden sondern auch respekteinflößenden Höhe: An der tiefsten Stelle des Tals würde ein Junge, der hinunterspuckt, gut und gerne sieben Sekunden zählen, bis die Spucke unten aufklatscht. Gähnende 270 Meter Nichts lägen unter ihm. Weltrekord!

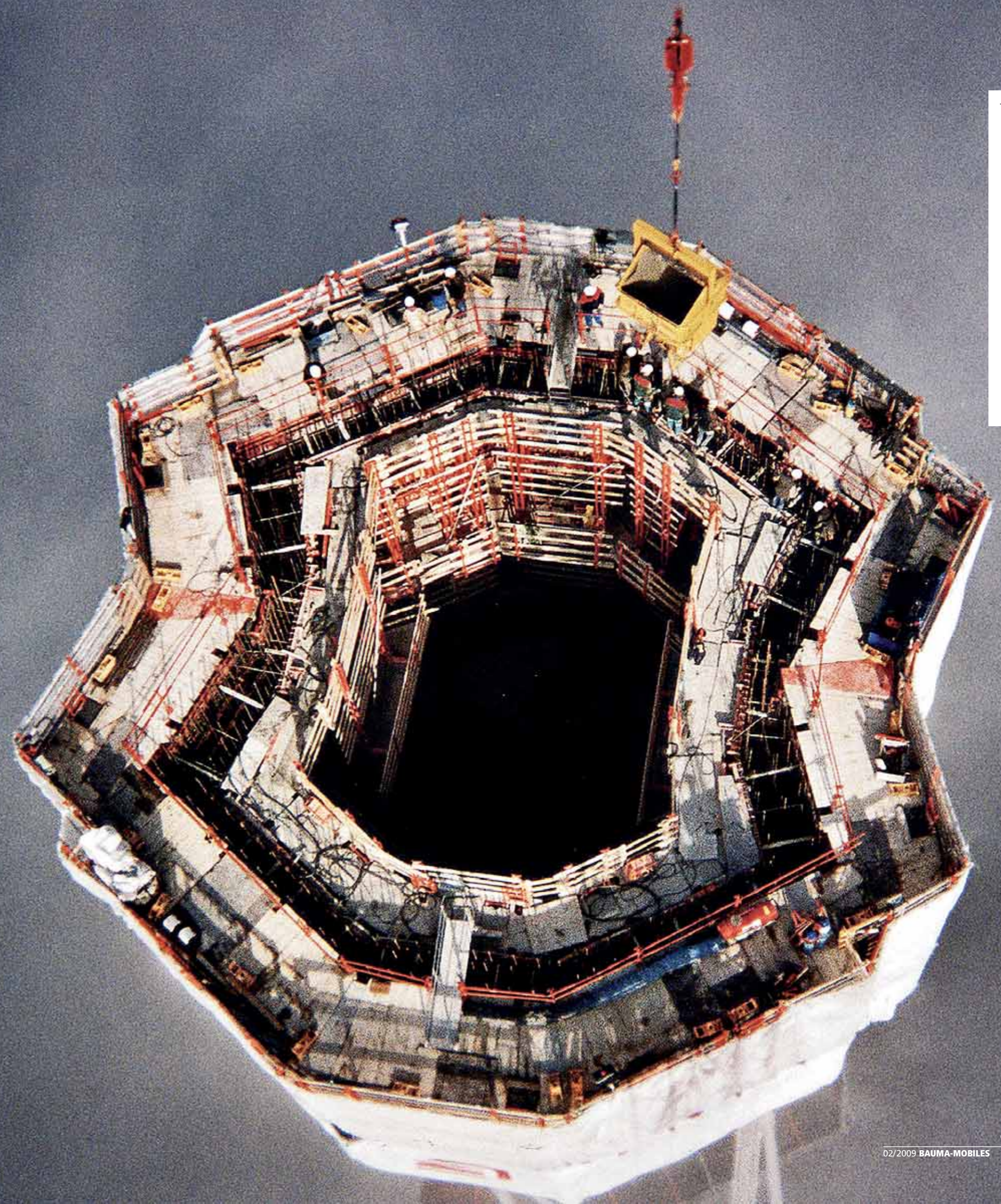
Nur, dass nach Fertigstellung des Bauwerks diese Gelegenheit wohl niemand mehr bekommen wird – meterhohe Glas-Brüstungen machen ein solches Ansinnen unmöglich. Während der Bauphase freilich wäre ein solches leichthin möglich gewesen, denn die Fahrbahn der Brücke wurde in zwei Teilen von der Rändern des Tales her in der Mitte zusammengeschoben. Allein das ein Meisterleistung des Ingenieurbaus – wenn da nicht die schiere Höhe wäre.

Was verleitete die Grande Nation zu solch einem spektakulären Bauwerk?

Voraussetzungen

Die Brücke liegt im Verlauf der A75 von Paris nach Barcelona auf dem Abschnitt von Clermont-Ferrand nach Béziers 5 km westlich der französischen Stadt Millau. In zahllosen Serpentinaen quälte sich bislang der stetig zunehmende Verkehr auf der einen Seite des Tales in die Tiefe um sich auf der anderen Seite wieder hinauf zu winden. Ein echtes Nadelöhr, bei dem es vor allem im Urlaubsverkehr regelmäßig zu schweren Unfällen kam. Abhilfe tat hier schon allein deshalb Not, als man bei der A75 m Gegensatz zu den sonst in Frankreich üblichen Autobahngebühren auf eine Bemaßung verzichtete und sie damit große Verkehrsströme anzog.

Mehr als 20 Jahre vergingen mit der Planung verschiedener Streckenführungen und der Sondierung des Terrains. Nach der Erwägung diverser möglicher Routen entschloss sich 1989 die CETE ("Center for Technical Equipment Studies") von Aix-en-Provence für die *mittlere* Route, die östlich von Millau den Fluß Tarn kreuzt. Diese Lösung sollte das



Tal überqueren, ohne sich dabei abzusenken und damit ohne Tunnel auskommen. Was folglich eine sehr hohe Brücke bedeutete.

Planerische Steilvorlage

Detailuntersuchungen zur exakten Festlegung der Route begannen 1993, im Jahr darauf wurde ein beschränkter Wettbewerb ausgeschrieben. Fünf Architektenteams beteiligten sich. Den Zuschlag erhielt die 1996 von einem Team um den britischen Stararchitekten Norman Foster vorgelegte Projektierung. Foster erarbeitete gemeinsam mit dem französischen Brückenbauspezialisten Michel Virlogeux eine ausgesprochen ästhetische Konstruktion, die ähnlich einem Viadukt auf mehreren schlanken Pfeilern und einem sehr leichten Deck das Tal überspannt.

Die bautechnische Umsetzung übernahm die französische Firmengruppe Eiffage, die auch den Brückenbau mit rund 400 Millionen Euro finanzierte und dafür über einen Zeitraum von 75 Jahren die Mautkonzession für die Überfahrt erhält.

Die Arbeiten an der Brücke begannen im Oktober 2001. Sie ist 2460 Meter lang und weist Stützweiten von maximal 342 Metern auf. Auf der Fahrbahn, die in Nord-Süd-Richtung leicht ansteigt (3,035 %), überqueren die Autofahrer in einer Höhe von maximal 270 m das Tarn-Tal. Die bis zu 245 Meter hohen Stahlbetonpfeiler der Brücke sind die bisher höchsten Brückenpfeiler der Welt. Auf ihnen stützt sich mittig das 27,35 Meter breite Brückendeck ab, über dem sich wiederum die 98 Meter hohen und 700 Tonnen schweren Stahlpylone erheben, an denen die Fahrbahn aufgehängt ist.

Beton und Stahl

Als Material für das Brückendeck, den Überbau, auf dem die Fahrbahnen liegen, entschied sich das Gespann Foster/Virlogeux nicht allein aus Gewichtsgründen für Stahl; eine während des Baus notwendigerweise bis zu 171 Meter auskragende Konstruktion aus Beton wäre letztlich unter ihrem eigenen Gewicht kollabiert. Insgesamt bringt der Überbau, der aus einem von der Dillinger Hütte im Saarland gefertigten speziellen Stahlgrobblech besteht, ein Gewicht von 36.000 Tonnen auf die Waage. Nicht allein das: Schon der 7 cm dicke Asphaltbelag der Fahrbahn schlägt mit weiteren 9.000 Tonnen zu Buche. Der gesamte Bau ist so konzipiert, dass er

INFO

Synchronverschub in 4.820 Takten

Die Konstruktion der Brücke mit einem Brückenüberbau aus Stahl, der zwischen den Betonpfeilern Weiten von 342 Metern überspannt, ließ sich nur über einen Kunstgriff verwirklichen: indem nämlich das insgesamt 36.000 Tonnen schwere Brückendeck in zwei Teilen auf festem Boden am Rande beider Seiten des Tals fertiggestellt und dann über die Pfeiler hinweg in der Mitte der Brücke zusammengeschoben wurde. Nötig war dazu eine ganze Batterie hydraulischer Verschiebeinrichtungen, die, auf den Pfeilerköpfen positioniert, das Deck zuerst anheben und dann horizontal verschieben. Und das bitte schön fein sauber im Gleichtakt. Spezialist Enerpac lieferte die dazu nötigen Hydrauliksysteme. Im Prinzip bestehen sie jeweils aus einem Hubzylinder mit einer Kapazität von 250 Tonnen, der den Brückenüberbau von der Stützstruktur der Pfeiler abhebt, sowie zwei oder vier Lastrollen mit jeweils zwei 60-Tonnen-Zylindern. Beim Zylinderrückzug schiebt sich der Brückenüberbau bis zu 600 mm weit vor. Der Vorschub begann am südlichen Berghang mit zwei Verschiebvorrichtungen mit jeweils zwei 120-Tonnen-Zylindern. Nachdem dieser 1.752 Meter lange Teil des Brückenüberbaus den letzten Pfeiler passiert hatte, ergaben sich in der letzten Phase des Vorschubs insgesamt 5.280 Tonnen Schubkapazität vom Süden her, beziehungsweise 2.400 Tonnen vom nördlichen Abhang aus mit dem zweiten, 708 Meter langen nördlichen Teil des Brückenüberbaus. Jeder Schubzyklus schiebt den Brückenüberbau in einer Zeit von 4 Minuten 600 mm weiter. Mithin waren 3.280 Schübe aus südlicher Richtung und 1.540 Schübe aus nördlicher Richtung nötig. Alle Hydrauliksysteme für den Vorschub des Brückenüberbaus wurden vom Steuerstand am Brückenkopf angesteuert. Diese Steuerung empfängt Daten über ein Profi-Bus-Kabel, wo sie automatisch verarbeitet werden, so dass das System beim Programmieren des Zyklus die erforderlichen Parameter überwachen und verfolgen kann. Zur Nachstellung des Systems und zur Durchführung etwa nötiger sofortiger Korrekturen besaß das standardmäßig automatisch arbeitende System einen manuellen Modus.



Spezialist Enerpac steuerte die hydraulischen Verschiebeinrichtungen bei. Aus der Reihe tanzen war hier absolut nicht angesagt; per Computer wurden alle 64 Verschiebepunkte synchron angesteuert





Das Brückendeck hängt während des Verschubs trotz der temporär unterstützend eingesetzten Zwischenstützen merklich durch. Erst mit dem Einbau der Schrägseile wird die Konstruktion ausgesteift



auch extremen seismischen und meteorologischen Einflüssen standhält; die Garantiefrist läuft erst nach 120 Jahren ab. Zudem erweist sich hier der tiefere Sinn der filigranen Konstruktion: Sie bietet den in dieser Höhe üblichen extremen Windgeschwindigkeiten weniger Angriffsfläche. Das Viadukt wurde wegen der exponierten Lage für Windlasten bei Windgeschwindigkeiten von bis zu 250 km/h ausgelegt. Bei einem Belastungstest im November 2004 befuhren 28 mit Kies beladene LKW mit einer Gesamtmasse von mehr als 900 Tonnen das Bauwerk, das sich lediglich um 26 Zentimeter – statt wie vorausberechnet um 60 Zentimeter – durchbog.

Schiebung auf dem Bau

Die größte bautechnische Herausforderung war der Horizontalvershub des Brückenüberbaus. Seine Erstellung gründete auf dem Konzept, ihn in zwei Teilen zu beiden Seiten des Tarn-Tales aus vorgefertigten Elementen der Eiffel-Produktionsstätten Lauterbourg und Fos-sur-Mer zu montieren und diese dann sukzessive über den Abhang und die Pfeiler hinweg zur Mitte hin aufeinander zuzuschieben.

Diese Aufgabe fiel dem international tätigen Hydraulik-Spezialisten Enerpac zu: Eine Gruppe aus 64 Schwerlast-Hydraulikhebern

mit einer Schubkraft von über 7500 Tonnen war die solide Basis für das Taktschiebeverfahren, dessen Hauptschwierigkeit indessen nicht in dem schieren Gewicht des Bauteils, sondern vor allem in der unverzichtbaren synchronen Bewegung bestand. (siehe Kasten). Bevor jedoch die Planungen für dieses Verfahren in Angriff genommen werden konnten, musste zunächst ein anderes Problem gelöst werden:

Denn selbst der Vershub der vergleichsweise leichten Stahlkonstruktion erforderte die temporäre Abstützung des Brückenüberbaus durch sieben zusätzliche Metallpfeiler, die zwischen den Betonpfeilern positioniert wur-

den, um das Durchhängen der Konstruktion in vertretbarem Rahmen zu halten. Diese würden erst nach Montage der Pylone und der Verspannung der Stahlseile entbehrlich. Diese äußerst massiven temporären Stütztürme mussten selbst in ihre jeweils vorgesehene Höhe von bis zu 163,7 Metern wachsen. Möglich machte das ein hochmodernes hydraulisches Stufenhebesystem: Nach Montage der jeweiligen Turmspitze mit der bereits installierten Anlage für den späteren Vorschub hoben Hydraulikzylinder die gesamte Konstruktion an allen vier Ecken innerhalb einer Führung in Ein-Meter-Schritten an. Hemmschuhe, die in einer Zahnstange einrasten, si-

cherten jeden Hub, bis die nötige Höhe zum Einbau des nächsten Segments am Fuße des Turms erreicht war. Nach Erreichen der Sollhöhe konnte die Anlage mit Führungskonstruktion und Hydrauliksystem demontiert und an der Position für den nächsten Stützturm wieder aufgebaut werden, um sodann die Arbeit wieder aufzunehmen.

Und noch eine Schwierigkeit musste für den Horizontalvershub des Brückenüberbaus aus dem Weg geräumt werden: Denn das Ende des stählernen Überbaus würde sich, um so weiter es sich von der Stütze entfernt, immer weiter nach unten biegen. Um diese Abweichung kompensieren zu können, installierten

die Ingenieure am Ende des Brückenüberbaus ein System zum Rückholen der Brückenspitze. Dieses unabhängige System, das aus einer Hydraulikgruppe mit vier 270-Tonnen-Zylindern besteht, zog die Brückenspitze bis Normhöhe hoch. Ein weiteres Hydrauliksystem ermöglichte zudem die Drehung der Brückenspitze.

Das spektakuläre, rund 2460 Meter lange und bis zu 341 Meter hohe Bauwerk wurde in 39 Monaten (nach ca. 2,2 Millionen geleisteten Arbeitsstunden) fertiggestellt und verschlang Kosten von ungefähr 400 Millionen Euro. ■