

BETON EMENT



Expertenforum Beton 2005

*Brückenbau –
Fertigteile auf neuen Wegen*

Betonfertigteile im Brückenbau: sicher, schnell und innovativ

Der Bau von Brücken ist wohl einer der ältesten „technischen“ Aufgaben, die Menschen bewältigen lernten. Vom sozialen Standpunkt ist Brückenbauen eine angesehene Tätigkeit – sie schafft Verbindungen. Brücken überwinden Hindernisse, sie überqueren Flüsse und Verkehrswege, sie überspannen Täler, in neuester Zeit sogar Meeresengen und bieten wirtschaftlich leistungsfähige Verbindungen im Wegenetz.

Brücken bauen findet wohl seit Menschengedenken unter ähnlichen äußeren Randbedingungen und Anforderungen der Nutzer statt:

- Sicherheit: die Annehmlichkeit einer gefahrlosen Querung auf kurzen Wegen
- Dauerhaftigkeit: hohe Investitionskosten und menschlicher Einsatz fordern eine langfristige Gebrauchstauglichkeit
- Bauzeit: volkswirtschaftlicher Nutzen durch einfache und rasche Bauweisen

Technisch hoch stehendes Wissen der Planer, Entwicklungsarbeit der Fertigteilhersteller höchste Qualitätsansprüche an vorgefertigte Betonbauteile, umfassende Produktionskontrollen und kürzest mögliche Bauzeiten machen den Einsatz von Betonfertigteilen im Brückenbau attraktiv wie nie zuvor.

Das Expertenforum „Brückenbau – Fertigteile auf neuen Wegen“ gibt Ihnen einen Überblick über internationale Entwicklungen und von Nutzern definierte Anforderungen an das Bauwerk. Es zeigt Ihnen Lösungen durch das technische Know How österreichischer Ingenieure und der Leistungsfähigkeit der österreichischen Betonfertigteilindustrie. Schließlich bietet es Aussichten auf neue, unmittelbar bevorstehende Entwicklungen, ausgelöst durch fast unglaubliche Innovationen am Sektor der Betontechnologie.

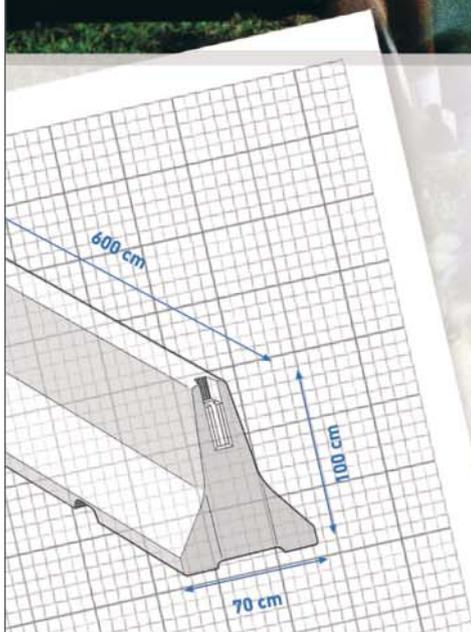
DI Dr. Bernd Wolschner
Verband Österreichischer
Beton- und Fertigteilwerke

Bm. DI Felix Friembichler
Vereinigung der
Österreichischen Zementindustrie

Inhalt

Use of Precast Concrete Elements in Bridges in Europe (Spain)	3
Fernando Hue Civil Engineer, Construcciones Especiales y Dragados, S.A. (DRACE - DRAGADOS)	
Fertigteile im Brückenbau auf neuen Wegen	17
OAR Ing. Klaus Vennemann Amt der Stmk. Landesregierung, Landesbaudirektion, Graz	
Verbindung der Vorteile industrieller Fertigung und monolithischer Bauweise im Brückenbau	20
DI Erhard Kargel Ingenieurkonsulent für Bauwesen, Linz	
Die Mühlbachbrücke in St. Pölten Brückendesign mit Halbfertigteilen – mehr als nur Schalungersatz!	24
DI Dr. Hannes Kari ÖBB Infrastruktur Bau AG, Wien	
Praktischer Einsatz von Fertigteilen bei Pfeilern und Tragwerken	28
DI Kurt Raml Tragwerksplanung Lackner & Raml, Villach	
Fertigteillösungen „Rund um die Brücke“ Randbalkengesimse, Brückenträger, Verkleidungsplatten	35
Ing. Wolfgang Penkner, SYSTEMBAU EDER GmbH & Co KG, St. Valentin/Rems	
Fertigteillösungen „Rund um die Brücke“ Träger, Verkleidungen und Randbalken	41
Ing. Walter Preisinger, HABAU – Hoch- und Tiefbau GesellschaftmbH, Perg	
Fertigteillösungen „Rund um die Brücke“ Beton schützt Delta Bloc Europa-Technologieführer bei Rückhaltesystemen aus Beton – oder die Entwicklung der Delta Bloc® Brückensysteme	45
DI Alexander Barnaš, MABA Fertigteilindustrie GmbH, Sollenau	
Ein Brückenleben lang – Lebenszykluskosten von Brücken aus Hochleistungsbeton	50
DI Rainer Waltner Zivilingenieurbüro Lindlbauer, Wien	
Faserbeton bei Brücken	55
SR DI Eduard Winter Stadt Wien MA 29, Brückenbau und Grundbau	

www.maba.at
office@maba.at
tel: 02622-400



Sie haben was von **Maba**.

DELTA BLOC® Betonleitwände sind aus dem Straßenverkehr nicht mehr weg zu denken. Flexibel einsetzbar, rasch installiert, sorgen Sie für ein Höchstmaß an Verkehrssicherheit. Ob Verkehrsminister, Straßenplaner oder Autofahrer – alle haben was von MABA.

MABA
FERTIGTEILE AUS BETON



Use of Precast Concrete Elements in Bridges in Europe (Spain)

Fernando Hue

Civil Engineer, Construcciones Especiales y Dragados, S.A. (DRACE - DRAGADOS)

www.drace.com – www.dragados.com

1 Introduction

The use of precast concrete elements in bridge construction has unquestionable advantages:

- As the elements are not made where the bridge is located, they can be built at the same time as other bridge parts are being constructed such as foundations, piers and abutments, thereby reducing the overall construction time.
- It is possible to use a larger area for pre-casting the elements or even various plants, which is a special advantage if there is only a small area available at the bridge site (fig. 1).
- The concretes used are stronger and have better characteristics.
- The fabrication tolerances, quality of the finish and quality control are better.
- Less struts, scaffoldings and forms are less required at the jobsite.

But there are also some disadvantages:

- Large equipment is required to transport and install the precast elements and there must be adequate access to the site and work platforms for these machines. Waterways like the sea, lakes and large rivers make transporting and installation operations easier (fig. 2).
- The joints between elements or between elements and parts of the bridge built in situ can be very complicated especially in hyperstatic structures.

The concrete used for precast bridge elements is usually stronger than that used for the parts of a bridge cast in situ with the same resisting function. There are several reasons for this:

- The element can have a smaller section if the strength of the concrete is greater, thereby reducing the weight of the element and the size of the means for transporting and installing it at the jobsite.
- In order to remove the forms sooner and, therefore, be able to reuse them quicker and,

as a result, reduce the precasting time cycle, the element must have sufficient strength at this early age, particularly in the case of prestressed elements. This results concrete with a higher final strength.

In general, in order to produce a stronger concrete, a larger dosage of cement and a lower water-cement ratio are required and results in a more compact and durable concrete with the corresponding advantage.

Today, there are precast solutions for practically all types of concrete bridges although usually only the deck slab is precast. The parts of a bridge can be classified by the frequency with which precast elements are used to build them. Below is a list of these elements starting with those employed most frequently:

- Decks built with beams:
 - Decks of I-beams
 - Decks of U-beams
 - Decks of mono-beam (single U-beams)
 - Decks of U-beams with longitudinal joint to form a unicellular or multicellular box
 - Decks built of inverted T-beams
- Deck slabs on beams:
 - Slabs as non-recoverable forms between beams to built the deck slab
 - Partially precast slabs between beams or with outer projecting zones
 - Slabs of full thickness
 - Deck slabs built on steel beams
- Decks of segments:
 - Segments of full or incomplete transversal section
 - Segments of full transversal section joined by the deck slab
 - Segments joined by upper and lower slabs forming a unicellular or multicellular box
- Special decks
- Complete decks

- Abutments:
 - Reinforced earth abutments
 - Abutments of cantilever counterfort elements
 - Gravity abutments
 - Abutments of floating beam on backfill
- Piers:
 - Independent columns with or without capitals
 - Portal frame piers formed of vertical columns and upper joining crosshead
 - Piers built of horizontal segments
- Foundations:
 - Piles under site built pile cap-slab
 - Piles forming columns of portal frame piers
 - Footings
- Auxiliary elements:
 - Overhangs and curbs
 - Sidewalks
 - Safety barriers

All of these elements are described below.

2 A brief history of precasting for bridges in Spain

In Spain, the first precast bridge elements were built in the early 1950's, that is, more than fifty years ago. They were prestressed precast deck beams.

In 1963 the first bridge using tight fitting precast segments was built over the Guadalquivir River in Almodóvar del Río, near Córdoba. The elements were precast in the site near the bridge and then installed using a cableway crane placed on the abutments. The bridge has a 70 meter span. In 1969, a similar method was used to build a bridge over the Ebro River in Castejón de Navarra, between Logroño and Zaragoza. This bridge has a 100 meter span.

At the beginning of the 1960's, DRAGADOS was given a license to build Raymond precast prestressed spun piles in Spain formed of hollow cylindrical segments with outer diameters of 0.91 m, 1.37 m and 1.98 m. They were built in lengths of 5 m or 2.5 m using an energetic combined spinning and vibrating system, resulting in high compaction. Their strength of approximately 50 to 60 MPa (in test cylinder)

was high for the time. The segments were joined with prestressing strands running through longitudinal holes. They were post-tensioned against temporary anchorages supported on the end surfaces. After injecting the holes, the temporary anchorages were removed and the prestressing strands were fixed in place by adherence. Epoxy resin mortar joined one segment to the next until the length of pile required was reached.

A plant was built in Huelva (fig. 1), southern Spain, where a great number of these piles were needed for the wharves of the port located at the mouths of the Tinto (fig. 2) and Odiel Rivers in a marsh area requiring very deep foundations. The Raymond piles were also used as columns for the portal frame piers, with crossheads cast in situ, for the port's two access bridges, one crossing each river. The decks were made of precast beams. At the end of the 1960's, a similar solution was used to build the toll bridge over Cádiz Bay (fig. 3) except for the moving section, obviously. During the 1970's several tanker berthing facilities were constructed in Algeciras, La Coruña and Bilbao, Spain, employing a similar solution. However, this time the pile crossheads were also precast.

Precasting of large quantities of concrete bridge elements began at the end of the 1960's when DRAGADOS started to build the toll motorway between Seville and Cádiz, concession that extended from the Cádiz Bay Bridge. This 100 km long toll motorway required a large number of bridges, both for overpasses for roads and highways crossing it and for it to cross over riverbeds. In order to begin to fully exploit the toll motorway as soon as possible, construction had to be carried out at a very fast pace. Furthermore, large construction equipment had to be able to use the motorway at the earliest possible date due to the large amount of marshlands in many areas that made it difficult to access the works.

Since the soil bearing capacity for the foundations was very low, the bridges were designed with isostatic beam decks, portal frame piers deep founded by Raymond piles used as columns, joined at the top by precast crossheads with a rectangular section and accompanying spans supported by floating foundation slab abutments on backfill. The beams were pi or TT-beams, with two webs of inverted trapezoi-

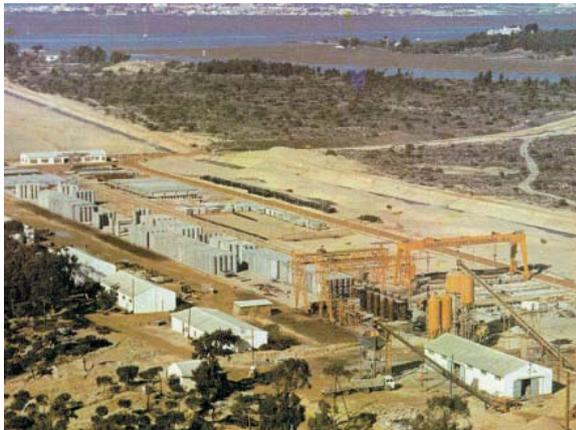


Fig. 1: Huelva plant of precast elements



Fig. 2: Bridge over Tinto River



Fig. 3: Bridge over Cádiz Bay

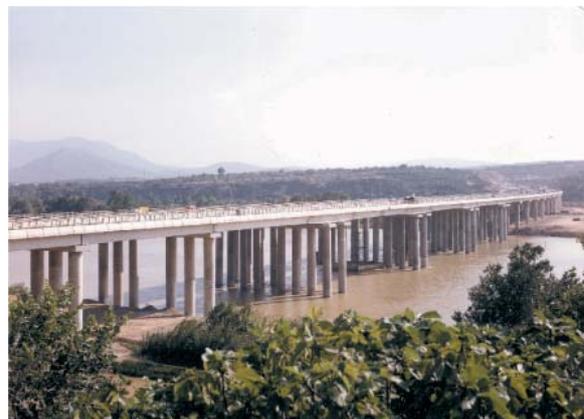


Fig. 4: Ebro bridge – Tarragona motorway

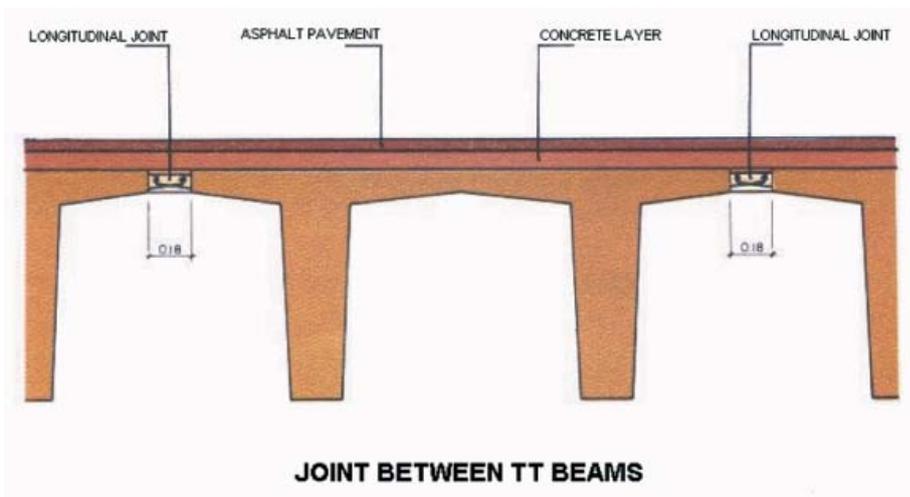


Fig. 5: TT beams deck of Sevilla motorway

dal section joined by an upper slab. The deck slab was formed by joining flanges of adjacent beams by means of a 18 cm wide, site cast longitudinal joint (fig. 5). It was then covered with asphalt pavement. The bridges were almost totally precast, the only parts built in situ being the abutments that were embedded into the backfill with very small side retaining walls and

the joints of piles to crossheads and of adjacent beams. The beams were pre-tensioned with strands with a polygonal layout by means of diverters. The concrete strength for these beams was 45 MPa (test cylinder).

Neither the T-beams nor the TT-beams (two T-beams joined together) have a very good re-

sisting function as they have a very high neutral axis and require a larger amount of concrete and, therefore, weigh more. Nevertheless, the mould is fixed (does not have to be opened in order to remove the beams) and also allows the polygonal layout of strands. Furthermore, the same mould can be used for various beam heights (between 0.50 m and 1.00 m in the Seville-Cadiz toll motorway) by simply adding a concrete false bottom of the height not to be used. The proximity of the plant in Huelva decreased the disadvantages of the extra weight for transport.

DRAGADOS used a similar solution in the early 1970's to build approximately 200 overpasses crossing railroad lines in an extensive project to eliminate grade crossings. The typical layout involved three spans, the central one located over the tracks and the other two accompanying it, one on each side to be able to place floating beam abutments on the backfill giving access to the bridge. The length of the spans was 11 m when the overpass was perpendicular to the tracks. It increased as the angle crossing over the tracks decreased, the most common angles being 90°, 75°, 60° and 45°. The height of the beams varied between 0.50 m and 0.70 m, depending on the length. The amount of precasting for these bridges was increased to the point where almost all of the bridge was precast, only concreting in situ the longitudinal joints between beams and, in the unusual case of deep foundations, the joint between pile crossheads and Raymond piles.

The floating beams on the abutments were reinforced and had an inverted T section, similar to half a TT-beam, that was turned over after being removed from the mould. The portal frame piers generally had two Raymond pile columns, but their number increased in wider bridges. In most cases, the foundations were not deep but shallow. The 7 meter long columns were built of two Raymond segments, the length of one being the standard 5 meters and the other making up the rest of column. They were joined temporarily with three reinforcing bars placed in the pile at 120° with respect to each other in three of the existing 12 holes. Epoxy resin mortar was used to fix the bars in the holes and join the two segments together. Each footing, with an inverted trapezoid cross section, was reinforced and also precast. It was fit with three embedded sheaths at 60° under each pile support and one strand (in some cases two) was inserted into each sheath. Thus, six strand ends extended out of it at a 60° angle.

In the erection of the pier, the foundation slab was placed on a 30 cm thick gravel bed, the six strand ends of each column were inserted into the corresponding holes in the Raymond pile and into another six holes left in the crosshead in each area where it meets the column, after which these strands were anchored by means of permanent plates and wedges located on the upper face of the crosshead. Next, the sheaths and holes were injected to protect the strands from corrosion. The gravel under the foundation slab was then injected with cement mortar so that the pier would settle better and the load would be more evenly distributed on the ground (fig. 6). The support for the abutment was built in a similar way with a 20 cm thick gravel bed that was also injected later. All the bridge elements, including the steel handrails, were shipped by rail from the factory in Huelva to where they were stored near the corresponding jobsite. In one work day, the two piers and the beams of the central section were installed. Afterwards, the two backfills were built covering the piers footings. In another work day, the two abutments and the beams of the two access spans were added. And finally, the longitudinal joints between beams were concreted, the ex-

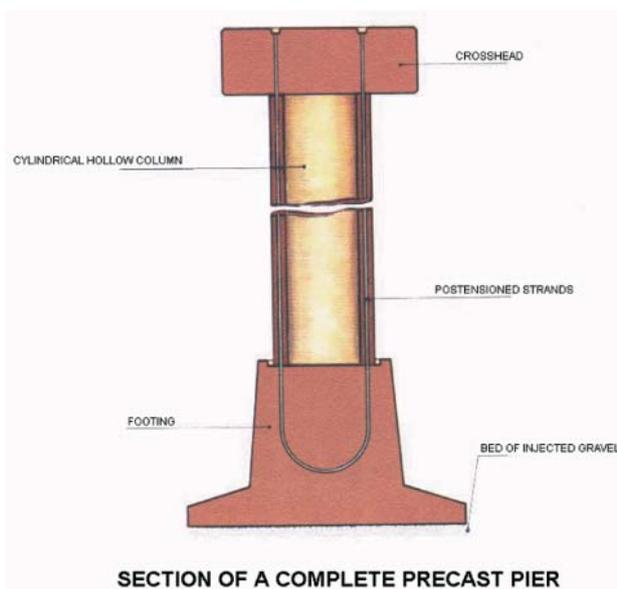


Fig. 6: Section of a complete precast pier

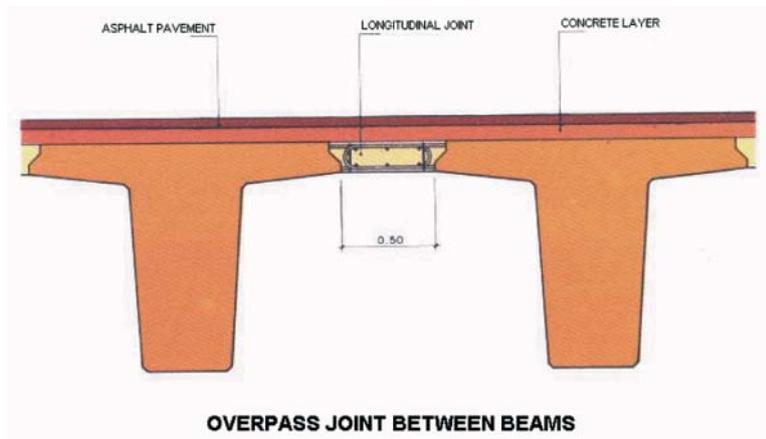


Fig. 7: Overpass joint between beams

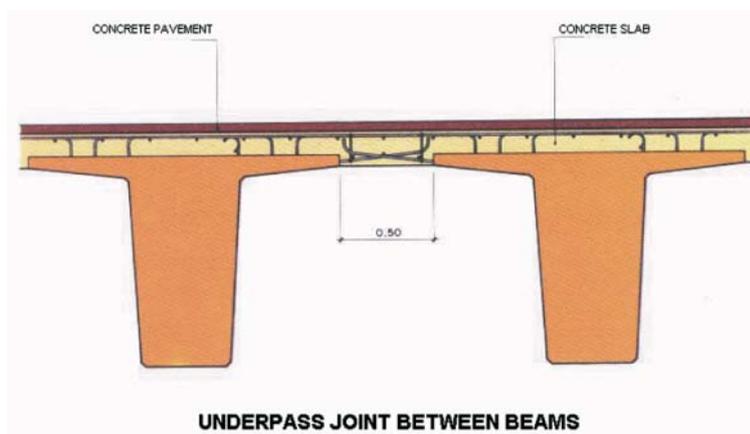


Fig. 8: Underpass joint between beams

pansion joints in the deck slabs and the guide rails were installed and the carriageway paved.

During the 1970's DRAGADOS used a similar solution to build three other toll motorways, between Tarragona and Valencia (fig. 4) and between Valencia and Alicante on the Mediterranean coast of eastern Spain and the Navarra toll motorway that crosses the region north of the Ebro River from North to South. When the new Spanish regulations on highway loads were published in 1972 which considered 60 ton heavy vehicles on these roads, the height of the beams in the main spans had to be increased from 1 m to 1.65 m. The corresponding increase in weight made it necessary to use T-beams instead of TT-beams. Furthermore, a rigid concrete pavement was used for the motorway instead of flexible asphalt. To build the precast elements for this motorway a new plant was constructed in Sagunto, 30 km north of Valencia. The elements precast there were hauled by road for the first two toll motorways. For the Navarra toll motorway, they were shipped by rail

to a storage facility located near Pamplona and from there by road.

The beams for the overpasses were joined together in a way similar to that described above, although the width of the joint was increased to 50 cm. The flanges of the beams and the joints formed the deck slab (fig. 7). In the case of underpasses, the beams were precast practically without flanges as they were cast in situ forming the deck slab and the concrete pavement at the same time, with an additional thickness to take wear and repairs into account (fig. 8). Most of the piers had good ground support making it possible to use surface type foundations such as footings with a rectangular section. These had round holes in them with an upper lip into which the Raymond pile columns were inserted and then joined together. These footings as well as the abutments were built in situ.

In Castejón de Navarra, where the Navarra motorway crosses the Ebro River, a singular bridge was built with a cable stayed span 140 m long, a pylon leaning in the opposite direction and

two big concrete blocks as counterweight to anchor the cables (fig. 9). The deck slab has an overall width of 29 m and is formed of a three celled central box and two lateral projecting flanges stiffened with ribs every 3.20 meters. The central cell, much narrower than the side ones, is where the 35 pairs of cables supporting the deck slab are anchored. It was built of pre-cast segments with the 3.20 meter length of the deck slab, and in two longitudinal halves, each forming one carriageway, joining the upper and lower slabs with site cast joints running down the centre of the deck slab. Epoxy resin was applied in the joint between the segments. Like the rest of the precast elements for the motorway, they were made at the plant in Sagunto. Each new segment was concreted against the one that was to precede it in the bridge so that they would fit tightly together when installed.

The slow-down in road construction after the oil crisis in the mid-1970's, made it necessary to start using the I-beams (fig. 10) that were structurally better, weighed less and used less material. However, they did require more complicated moulds in which it was necessary to turn the sides down to remove the element being made and either a different mould was required for each beam height or supplements had to be added to increase the height. The prestressing used was straight, within the lower flanges. To reduce the prestressing force in the parts of the beam near the supports and prevent too much tensile stress in the upper flanges where the bending moments are less, strands were sheathed with rubber tubing.

Towards the middle of the 1980's, the construction of motorways with a large number of bridges increased and precasting was used massively. Contractors that built bridges in situ, realizing that their market share was declining, convinced the people at the Ministry of Public Works that bridges built of I-beams were ugly to look at when driving down these motorways and that the U-beam bridges built in situ on other toll motorways for which the construction times were longer, were much more attractive and less disturbing for drivers. This obliged the precasting companies to offer U-beam solutions. Even though the resulting precast elements were heavier and more expensive, they were acceptable as they reproduced the form of site built U-beam bridges (fig. 11). This is when the

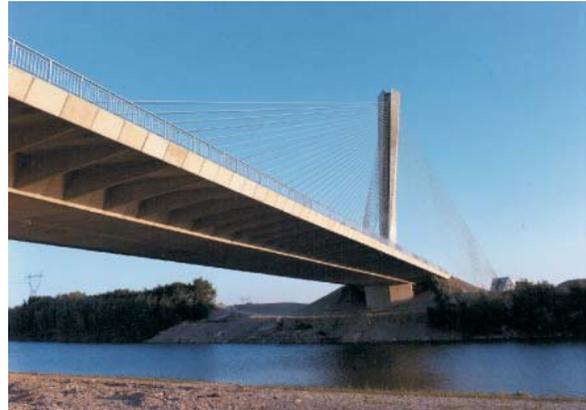


Fig. 9: Ebro bridge – Navarra motorway

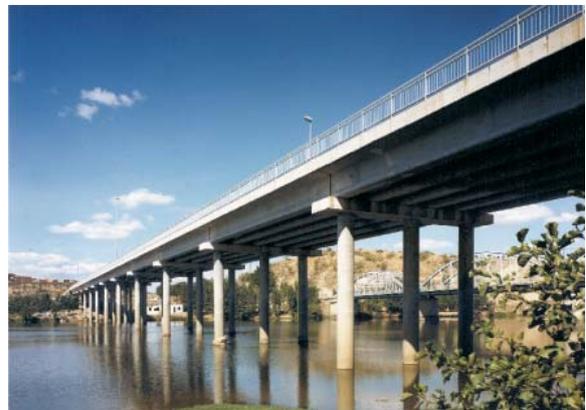


Fig. 10: Precast bridge with I beams deck



Fig. 11: Precast bridge with U beams deck



Fig. 12: Precast bridges with mono-beams



Fig. 13: High Speed railway bridge with hyperstatic continuity



Fig. 17: Piece in cantilever over the pier



Fig. 14: Transport of variable height U beam

mono-beam arrived on the scene, one beam that covered the entire 10 meter width of a normal bridge (fig. 12). The more economical I-beams were still used for underpasses where they were not visible to the motorway users and had no aesthetic importance. Furthermore, piers with independent columns started to be used, with or without capital or with double capital (palm piles) depending on the type of deck slab support (fig. 12).



Fig. 15: Bridge with curved layout

All these solutions were also applied to railroad works, along existing routes as well as for the high speed line between Madrid and Seville built at the end of the 1980's and early 1990's. For the high speed train between Madrid and Barcelona and the rest of the network currently under construction, the railroad authority considered that in bridges formed of various spans, solutions with hyperstatic continuity between them were better than solutions with isostatic discontinuity to reduce the relative rotation between adjacent spans and vibrations that would disturb the comfort of the passengers. As a reaction to this, the precasting companies finished developing solutions for joining spans that would guarantee this continuity, whether by secondary prestressing, by reinforcement or by a combination of both (fig. 13).



Fig. 16: Diagonals of complex shape

In response to functional, structural and aesthetic demands of the road, railroad, city and regional authorities and private clients, the precasting companies have designed precast solutions for bridges that currently cover an extremely wide range of products. These include beams of various heights (figs. 14 & 30) with a straight or curved layout (fig. 15), flat and curving lateral and bottom sides, cantilever slabs supported by stiffening ribs or diagonal braces



Fig. 18 & 19: Bridge with spans supported on diagonals, during construction & complete



Fig. 20 & 21: Cable stayed bridge with precast concrete deck, complete & during construction



Fig. 22: Precast bridge with special shape

with a variety of complex forms (fig. 16), spans whose lengths are divided into two pieces, one in cantilever over the pier, generally of variable height (fig. 17), and the other covering the central part, generally of a constant height, although this too can be variable, spans supported on diagonals to reduce the effective span length (figs. 18 & 19), complete precast decks for cable stayed bridges (figs. 20 & 21), bridges of special shape (fig. 22), arches (fig. 23), and many more.



Fig. 23: Precast concrete arch bridge



Fig. 24: Bridge with decks of I-beams



Fig. 25: Transport of a large I-beam by road



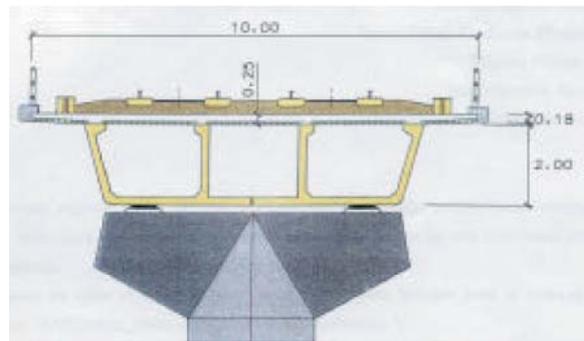
Fig. 26: Bridge with decks of U-beams



Fig. 27: Bridge with decks of mono-beams of curved layout and variable height



Fig. 28 & 29: U-beam for railway bridge with longitudinal joint to form a triclular box



3 Types of precast bridge elements used in Spain

3.1 Decks built with beams

3.1.1 Decks of I-beams

The I-beam is the most widely used precast element although it is aesthetically questionable if the underside is visible from the road or in the case of urban bridges. These beams are made in heights between 0.60 and 2.50 meters, using isostatic solutions to cover spans up to 50 meters long in roads and up to 40 meters in railroads (figs. 24 & 25).

3.1.2 Decks of U-beams

These are widely used for aesthetic reasons if the underside is visible from the roadway or in urban bridges. They are made in constant heights between 0.70 m and 2.50 m, and use isostatic solutions to cover spans up to 50 m in roadways and 40 m in railroads (fig. 26). However, sometimes the height of the beam

is not constant. The U-beams are also built for solutions with spans the length of which is divided into two pieces, with a cantilever over the pier, generally of variable height and another covering the central part, generally of constant height. The lateral edges and underside are generally flat but they can also be curved for aesthetic reasons.

3.1.3 Decks of monobeams (single U-beams)

This solution is an offspring of the U-beam of which it is simply a wider version. It can be used for road decks up to 10 meters wide. They can also be made with a curved layout (fig. 27).

3.1.4 Decks of U-beams with longitudinal joint to form a unicellular or multicellular box

In the case of decks that are wider or that require greater strength, multicellular U-beams can be used. They are divided longitudinally into two halves that are installed sideways and joined in situ along the upper and lower slabs (figs. 28 & 29).

3.1.5 Deck slabs of inverted T-beams

These beams are used for decks with a very short span, placed so that the lower flanges touch each other and then site concreting the space between the beams plus a specified thickness on top of the beams to form the deck slab with a constant thickness.

3.2 Deck slabs on beams

3.2.1 Slabs as non-recoverable forms between beams to built the deck slab

This is the most widely used method for concreting gaps between I-beams or U-beams and gaps between both U-beams webs. It does not allow cantilever zones extending beyond the exterior beams. The slabs are between 4 and 6 cm thick and can be reinforced or prestressed depending on the width of the gap to be covered. The deck slab is concreted in situ over these slabs in the full width after installing upper and lower reinforcing bar meshes (fig. 30).

3.2.2 Pre-slabs or semi-slabs between beams or with outer projecting zones

These slabs are thinner or equal to half the total thickness of the deck slab. They are generally reinforced, containing an embedded bottom reinforcing bar mesh. The upper reinforcement is installed in situ before concreting the rest of the slab thickness (fig. 31). If necessary there are reinforcing connectors between the two layers of concrete. They can also contain part or all of the deck's upper cross reinforcement with a truss type layout of triangular section with one upper rebar and two lower rebars. This reinforcement layout makes it possible for part of the concrete slab to extend beyond the outer edge of the outer beams. Although it is not a common solution, this arrangement has been used to reinforce transversally prestressed deck



Fig. 30: Stock of non recoverable slabs



Fig. 31: Upper reinforcement mesh placed on partially precast slabs of bridge decks

slabs with large outer cantilevers and a large separation between beams.

3.2.3 Slabs of full thickness

This solution is less common than those mentioned above. Generally, these slabs cover the total width of the deck and are used in decks supported by two I-beams or one mono-beam. The slabs are joined together by cross joints built in situ and to the beams below by means of voids left in the slabs that are concreted in situ whereby the beam connectors are situated in specific points and not distributed along the entire beam length without discontinuity (fig. 32). If they do not cover the complete width



Fig. 32 & 33: Precast deck slabs of full thickness





Fig. 34: Precast deck slabs of full thickness on steel structure (box girder & diagonals)



Fig. 35: Segment of full transversal section at the precast plant



Fig. 36: Segment of partial transversal section



Fig. 37: Segments of deck half width

of the deck, they require longitudinal joints that are more difficult to do as they affect the deck's transversal reinforcement which is much more important and dense than the longitudinal one (fig. 33).

3.2.4 Deck slabs built on steel beams

The three slab solutions indicated above can also be applied in a similar way to bridge decks with steel beams, whether I-beams or one or multiple cell box beams (fig. 34).

3.3 Decks of segments

3.3.1 Segments of full or incomplete transversal section

Depending on the width of the deck and the weight that is adequate for the means of transportation and installation to be used, the segments can be built to cover the complete deck section (fig. 35) or only that of the central box (fig. 36). In the latter case, the projecting slabs on both sides are added in situ with or without diagonals or stiffeners, both of these being elements that can also be precast.

3.3.2 Segments of full transversal section joined by the deck slab

In the case of motorways and dual highways, that is, divided roads with independent carriageways for each direction of traffic, two separate decks can be used built of segments each covering the full width of one carriageway or joined by the deck slab by a longitudinal joint concreted in situ.

3.3.3 Segments joined by the upper and lower slabs forming a unicellular or multicellular box

If the deck is very wide, a multicellular box can be used extending out on both sides. If the full section segments are too large and heavy, they can be divided into two or more parts that are later joined by longitudinal joints concreted in situ in the upper and lower slabs. A solution of this type was used for the cable stayed Castejón Bridge described above (fig. 37).

3.4. Special decks

There are precast solutions for special decks like the decks for cable stayed bridges (fig. 38).

3.5. Complete decks

This is a very special solution because of its great weight requiring exceptional means of transportation and installation. It was used in Portugal on several spans of the Vasco de Gama bridge on the toll motorway that crosses the Tagus Estuary in Lisbon. In that case, the complete spans were transported by sea and installed with large marine equipment.

In Spain, at the end of the 1990's DRAGADOS built the spans of the two approach bridges to the cable stayed bridge crossing the Oresund Strait between Copenhagen, Denmark, and Malmo, Sweden (fig. 39). This project involved 42 spans 140 meters long and 7 spans 120 meters long, with a total length of 6,754 meters. The expansion joints were located in the abutments, at the connections with the cable stayed bridge and every 6 spans. The structural section is a steel-concrete composite one. The traffic runs on two levels. The upper part, formed of a 24.8 m wide transversally prestressed concrete slab, has four normal vehicle traffic lanes



Fig. 38: Precast cable stayed bridge deck

plus two for emergency. The lower part, formed of a U-shaped steel structure with a 12 meter horizontal clearance, has two railroad lines with a service footpath at each end (fig. 43).

These complete decks, weighing up to 5,500 tons, were built in Cadiz (fig. 40) in southern Spain and shipped by sea two at a time to the installations in Malmo Harbor (fig. 41). There they were fitted with precast, reinforced concrete U-beams supported by the lower beams of the steel structure to hold the rail tracks on a ballast bed. Then they were transported to the bridge site and installed on piers by means of an enormous floating crane with a load capacity of 9000 tons (fig. 42). A 1,500 ton counterweight



Fig. 39 & 40: Oresund bridge: General view and prefabrication plan



Fig. 41 & 42: Oresund bridge: Transport by sea and installation on piers by a very big crane

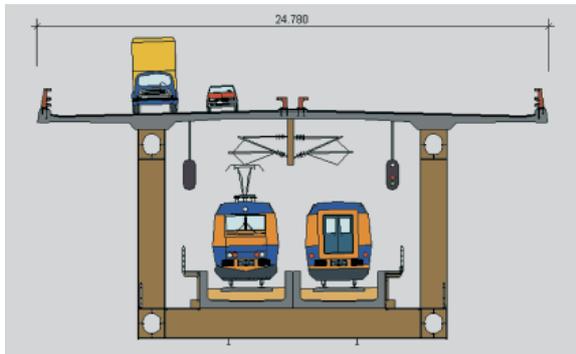


Fig. 43: Oresund bridge transversal section

was built to lift them into place. This crane was used to lift the spans hanging from the 60 m central zone supported on the counterweight.

3.6. Abutments

3.6.1 Reinforced backfill abutments

These are formed of thin reinforced concrete plate elements, usually hexagonal in shape, forming the outer face of the abutment with its accompanying walls. These plates are held in place by strips, usually of steel, that are anchored within the backfill by friction forming reinforcement for it. The decks are supported by floating beams concreted in situ penetrating sufficiently into the backfill.

3.6.2 Abutments of cantilever counterfort elements

These are reinforced concrete elements. They consist of a thin vertical plate that forms the exterior wall of the abutment with its accompanying walls and that has one or two stiffening ribs on the backfill side. Reinforcing bars come out of the lower end of the stiffening ribs to anchor the elements to a footing of rectangular transversal section that is concreted in situ. The deck slabs rest on site poured rectangular beams supported by the stiffening ribs (fig. 44).

3.6.3 Gravity abutments

The gravity abutments are formed of small interconnected elements that are installed on a slope so that the backfill lateral surface will stay in place. They can be used to support vegetation on the slope. They are only used in accompanying walls.

3.6.4 Abutments of floating beam on backfill

These are described above with the almost totally precast solution used for railroad over-



Fig. 44: Abutments of cantilever counterfort elements

passes built to eliminate grade crossings. This solution is not used frequently.

3.7. Piers

3.7.1 Independent columns with or without capitals

These are generally used for overpasses or bridges that are usually no more than 10 meters high. If only one support is placed on the column and the column section is sufficient, it is not necessary to use a capital in the upper part. If two supports are needed, either in the longitudinal direction of the bridge or in the transversal direction, the capital's shape can open out like a palm tree. These columns can be of a wide variety of sections, e.g., circular, square, polygonal, etc., depending on the look the architect wants to give the bridge (figs. 45 to 47). The connection to the foundations can be done by inserting the column into a hole left in the footing and then filling the remaining gap with a non-shrinkage type cement mortar, or, more commonly, by anchoring reinforcing bars projecting from the lower face of the column by inserting them into sheathes or holes left in the footings and later filling these holes with a high adherence, high strength mortar. Another solution also used is precast crossheads installed on the upper part of a site cast one shaft pier with rectangular hollow section (fig. 48).

3.7.2 Portal frame piers formed of vertical columns and upper joining crosshead

Different solutions using Raymond piles were described above (fig.49). These portal frame piers can also be built with similar solutions involving solid section columns but varying the methods used to join the column and the pier crosshead. Sixty-five meter tall piers have been built with two columns, each divided into three



Fig. 45 to 47: Piers of independent columns with simple and double capital



Fig 48: Precast crossheads on site cast piers



Fig. 49: Frame piers with Raymond piles

21 meter long elements and with two joints and two intermediate cross elements (fig. 50). Other types of portal frame piers of reduced height and therefore of limited weight can be prefabricated in only one piece avoiding site joints between columns and crossheads (fig. 51).

3.7.3 Piers built of horizontal segments

Although the author knows that this solution has been used in the U.S.A., he has not heard of it being applied in any bridge in Spain.

3.8. Foundations

3.8.1 Piles under site built pile cap-slab

In this case any of the precast piles existing on the market can be used providing they have the required strength and the soil conditions allow them to be driven.

3.8.2 Piles forming columns of portal frame piers

These were discussed above with the description of Raymond pile column solutions used in various motorways.

3.8.3. Footings

Footings were described above when considering almost fully precast railroad overpasses built to eliminate grade crossings. This solution is not used frequently.



Fig 50: Precast bridge with piers 65 m tall



Fig. 51: Portal frame piers of reduced height prefabricated in only one piece

Fertigteile im Brückenbau auf neuen Wegen

OAR Ing. Klaus Vennemann

Amt der Stmk. Landesregierung, Landesbaudirektion, Graz

Eingangs möchte ich die Entwicklung von Fertigteilen für Brücken, bzw. Fertigteilbrücken auch aus der Sicht eines Auftraggebers ausdrücklich befürworten.

Der Brückenbau hat bereits vor ca. 40 Jahren mit der Erstellung von Normalien für Brückentragwerke die Entwicklung zu Fertigteilbrücken eingeleitet. Wie einfach und logisch die Anwendung von Fertigteilen funktionieren kann, zeigen uns täglich unsere Kinder beim Umgang mit den LEGO Steinen.



Auf dem Gebiet von Fertigteilen im kommerziellen Bereich des Brückenbaus gibt es zwei Richtungen.

- 1 „**Fertigteilbrücken**“, die man salopp gesagt im Supermarkt „Fertigteilwerk“ an Hand eines Kataloges bestellen bzw. kaufen kann.
- 2 „**Fertigteile**“, die auf Grund einer Detailplanung angefertigt, und an Ort und Stelle ihrer Funktion zu einem den Anforderung entsprechenden Tragwerk zusammen gefügt werden.

„Fertigteilbrücken“ sind allerdings nur begrenzt herstellbar bzw. einsetzbar. Vor allem ist der Anwendungsbereich eher im untergeordneten Straßennetz, wie ländlicher Wegebau, Forstwegbau und dergleichen gegeben. Länge und Breite sind durch die Transportmöglichkeiten begrenzt. Diese kann man allerdings mit etwas Flexibilität erweitern. Um der Wirtschaftlichkeit von Fertigteilbrücken gerecht zu werden, sind

vor allem die Straßenplaner gefordert. Es ist nicht einzusehen, dass Brücken immer der Landschaft, bzw. Topographie angepasst sein müssen. Ein Gerinne muss nicht im schiefen Winkel gekreuzt werden, um den Wegverlauf geradlinig führen zu können. Man kann durchaus den Wegverlauf so ändern, dass das Gerinne mit 100 g gekreuzt wird. Damit vereinfacht sich nicht nur die Statik wesentlich, es wird die Stützweite und damit auch die Tragwerkstärke geringer, die Führung der Bewehrung einfacher und geringer und somit die gesamte Herstellung wesentlich billiger.

Für die Breite einer Fertigteilbrücke ist die Breite des Transportweges ein wesentlicher Faktor. Hier kann man sich mit einem Baukastensystem leicht Abhilfe schaffen.

Der große Vorteil von Fertigteilbrücken ist vor allem die rasche Einsetzbarkeit. Weiters kann auf die aufwendige Art der Herstellung eines Lehrgerüsts verzichtet werden, dass vor allem die Gefahr einer Verklausung bei unerwarteten großen Niederschlägen in sich birgt. Dazu kommt noch, dass man bei der Herstellung des Lehrgerüsts in das zu überbrückende Gerinne baulich eingreifen muss und dies in Folge zu Erosionen führen kann.

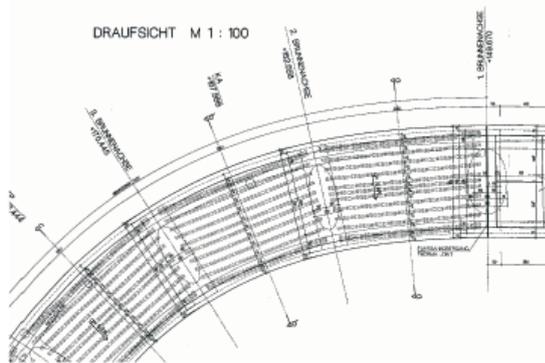
Eine weitere große Hilfe für derartige Brücken ist die Entwicklung auf dem Betonsektor. Die Verwendung von Hochleistungsbetonen und damit die Möglichkeit einer direkten Befahrung des Tragwerkes ohne Isolierung und Belag bringt nicht nur eine noch raschere Benützung mit sich, sondern auch eine Verringerung der Kosten bei der Herstellung und vor allem auch bei der Instandhaltung.

Weiters möchte ich Ihnen an einem Beispiel im Rahmen der Errichtung einer Forstwegbrücke die Lagerung eines Fertigteiltragwerkes auf einfachste Weise durch Holzrammpfähle und einer Auflagernut im Tragwerk darstellen. Diese Bauweise ermöglichte bei Hochwasser die ra-

sche Entfernung des Tragwerkes und Freigabe des Gerinnes.

Immer mehr an Bedeutung gewinnt der Einsatz von „Fertigteilen“ im Brückenbau. So haben wir in den letzten Jahren in der Steiermark im Autobahnbau bei fünf Brücken verschiedene Betonfertigteile eingesetzt, die einen gewaltigen Vorteil vor allem in der Bauzeit und der Beeinträchtigung des fließenden Verkehrs gebracht haben.

Beispiel 1: Im Rahmen der Errichtung eines Vollanschlusses in Spielfeld wurde nachträglich unter der bestehenden Autobahnbrücke zwischen der ersten Stützenreihe und dem Widerlager eine Rampenbrücke mit Fertigteilen und einer Verbundplatte errichtet.



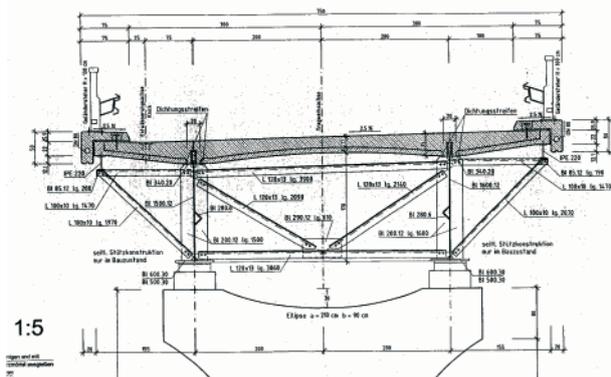
Beispiel 2: Die Vorgabe des Autobahnbetreibers, dass der Verkehr kaum bis gar nicht durch die nachträgliche Errichtung einer Überführung beeinträchtigt werden darf, bzw. die lichte Höhe einen Lehrgerüsteinbau nicht ermöglichte, veranlasste die planende Stelle, die Anwendung von Fertigteilen zu wählen. Die Stützweite zwischen den Widerlagern war mit 50 m vorgegeben und die Nivellette der überführenden Straße ergab eine Konstruktionshöhe von max. 1,70 m einschließlich des Fahrbahnbelages. Zur Ausführung gelangte ein Zweifeldtragwerk mit 2 x 6 Fertigteilträgern. Jeder Träger war für den Bauzustand mit zwei Spannkabeln

vorgespannt. Nach dem Auflegen der Fertigteilträger in einer Nachsperre auf den Hilfsjochen wurden je zwei hintereinander liegende Träger mit je zwei Spannkabeln verbunden. Nach dem Betonieren der beiden Endquerträger, dem Stützenquerträger und der Fahrbahnverbundplatte wurde die Vorspannung aufgebracht.



Ein drittes Beispiel für die Anwendung von Fertigteilen im Brückenbau ist die Errichtung von zwei Überführungen über die Autobahn auf der Pack. Hier wurden Fertigteilelemente für die Errichtung des Tragwerkes in Verbundbauweise auf einem Stahltragwerk verlegt. Der Randbalken wurde ebenfalls in Fertigteilbauweise errichtet. Das gesamte Betontragwerk wurde in Hochleistungsbeton C 45/50 ohne Isolierung und Belag ausgeführt.

TRW - Querschnitt Stütze 1:25



Die Forderung der Straßenbetreiber, bei Bauarbeiten den Verkehrsfluss nicht zu beeinträchtigen, fordert immer mehr den Einsatz von Fertigteilen. Darüber hinaus ergeben sich auch zusätzlich große Vorteile.

Durch den Wegfall von Lehrgerüsten und die Herstellung von Fertigteiltragwerken zeitgleich mit der Herstellung des Brückenunterbaus reduziert sich auch die Bauzeit wesentlich. Durch die Herstellung der Fertigteile in geschlossenen Werkhallen fällt die negative Beeinflussung durch

tiefe Temperaturen und Schlechtwetter weg. Und bei sorgfältiger Herstellung kann auch eine wesentlich höhere Qualität erreicht werden.

Von Seiten des Auftraggebers möchte ich aber auch auf die leider zu oft auftretenden Mängel bei der Herstellung von Fertigteilen aller Art hinweisen.

- 1 So werden die Ausschulfristen selten eingehalten. Bauteile werden aus der Schalung gehoben, sobald sie die nötige Festigkeit haben. Nach ÖNORM soll die seitliche Schalung erst nach drei Tagen entfernt werden, bzw. dementsprechend nachbehandelt werden. Leider sieht man immer wieder, dass Fertigteile nach 24 Stunden aus der Schalung gehoben und ohne Nachbehandlung im Freien gelagert werden.
- 2 Aber auch bei der tragenden Schalung müssen Fertigteilträger analog den Ortbetontragwerken, je nach Betongüte bis zu 21 Tage; unterstellt bleiben. Eine Vorschrift die kaum eingehalten wird.

So wie bei Ortbetonbauwerken sind auch bei Fertigteilherstellung die Technischen Anforderung nach RVS und einschlägigen Normen einzuhalten.

- 3 Fertigteile müssen genauso wie Ortbeton nach ÖNORM B4710-1 nachbehandelt werden.
- 4 Der ÖNORM B4702 entsprechend müssen Fertigteile für Brückenbauwerke mit hochduktilen Stählen bewehrt werden.
- 5 Der ÖNORM entsprechend müssen alle Fertigteile mit einem Zertifikat ausgestattet sein, auf dem die Eigenschaften und dem Zeitpunkt der Garantie für diese ausgewiesen sind

Der Wunsch eines Auftraggebers an alle Beteiligten der Bauwirtschaft ist vor allem die Einhaltung der einschlägigen Vorschriften und Normen, der RVS und der vereinbarten Verträge. Es wäre schön wenn zwischen Technikern und Bauleuten wieder die Handschlagqualität Gültigkeit bekommt. Leider entscheiden heute immer mehr Paragraphen und Juristen über die Herstellung von Bauwerken.



INFRASTRUKTUR

Ob Gerinneabdeckungen oder Brückenbau, mit Fertigteilenelementen ergeben sich nur Vorteile. Bei der Sanierung von bestehenden Brücken oder Abdeckungen verkürzt sich die Nichtbefahrbarkeit bei Verwendung von Fertigteilen auf ein zeitliches Minimum und erspart somit einiges an Mehrkosten!

Bei größeren Spannweiten kommen vorgespannte Brückenträger zum Einsatz, welche mit entsprechendem Aufbeton versehen werden und eine baldige Belastbarkeit des Brückentragwerkes garantieren. Der unterstellungsfreie Brückenbau mit Fertigteilenelementen erweist sich als weiterer großer Vorteil.



SW Umwelttechnik
ÖSTERREICH GMBH

Werk LIE
Stribacherstraße 6
9900 Lienz

www.sw-umwelttechnik.at

SW
Umwelttechnik
ÖSTERREICH GMBH

Verbindung der Vorteile industrieller Fertigung und monolithischer Bauweise

DI Erhard Kargel
Ingenieurkonsulent für Bauwesen, Linz

1 Fugenlose Konstruktionen

In wirtschaftlicher Hinsicht bewähren sich Fertigteile im Brückenbau besonders bei kurzer Bauzeit, hohen Stückzahlen und Randbedingungen, die eine Fertigung mit Lehrgerüst erschweren oder verhindern. Darüber hinaus können mit Fertigteilen Brückenkonstruktionen hergestellt werden, die höchste Ansprüche erfüllen in Bezug auf mechanische und optische Qualität sowie Instandhaltung und Dauerhaftigkeit.

In der Vergangenheit waren Fertigteilkonstruktionen in Verruf geraten wegen vieler Fugen, unkontrollierbarer Hohlräume und weil sie manchmal einfach hässlich waren. Es gibt Bauwerke, an denen ablesbar ist, dass sie eher für die Herstellung konstruiert wurden als für die Nutzung. Hier sind offensichtlich Fehler passiert, die zu vermeiden sind. Selbstverständlich kann oder muss man bessere Qualität voraussetzen bei unter Werksbedingungen produzierten als bei witterungsabhängig vor Ort hergestellten Bauteilen. Diesen Vorteil gilt es zu verbinden mit dem des Ortbetons. Das Ideal wären integrale, d. h. vollkommen fugenlose Strukturen. Da diese oft nicht ausführbar sind, sollen in der Praxis Fertigteile mithilfe von Ortbeton zu möglichst großräumigen monolithischen Einheiten zusammengefasst werden. Auf Gestaltung und Farbgebung ist großer Wert zu legen. Mit nur zwei parallelen Linien ein Tragwerk darzustellen, kann auf Dauer nicht genügen.

Drei Bauwerke, bei denen Fertigteile in „ausgezeichnete“ Weise eingesetzt wurden, werden vorgestellt.

2 Talübergang Gernitzbach

Zuallererst denkt man bei Fertigteilen im Brückenbau an die Herstellung von Tragwerken. Eine andere Anwendung zeigt der 1997 vollendete Talübergang Gernitzbach bei Großmotten



Bild 1: Talübergang Gernitzbach

an der B37 zwischen Krems und Zwettl. Das Hauptmerkmal dieser 161 m langen Brücke ist eine baumartige Verzweigung der drei Stützen. Die von einem „Stamm“ ausgehenden „Äste“ halbieren die Spannweiten. Die so erhaltenen gleichen Feldlängen von 24 m erlaubten für den Überbau, anstatt eines vorgespannten Hohlkastens einen schlaff bewehrten Plattenbalken zu wählen. Dieses Tragwerk war schlanker und wesentlich wirtschaftlicher auszuführen und wurde feldweise auf Lehrgerüst betoniert.

Für die qualitätssichere und wirtschaftliche Herstellung der räumlich geneigten „Äste“ gab es keine Standardverfahren. Es waren verschiedene Verfahren überlegt worden, wie konventionelles Einrücken, Klettern, bis zum Einheben von



Bild 2: Talübergang Gernitzbach

Bild 3: Brückenfamilie St. Pölten



massiven Fertigteilen. Aus Gewichtsgründen wurden schließlich hohle Fertigteile entwickelt, die schon die komplette Bewehrung enthielten. Die 18 m langen und 20 t schweren „Äste“ wurden mit zwei Autokränen auf die „Stämme“ versetzt. Zunächst wurden die Fertigteile im oberen Viertelpunkt durch Rüsttürme unterstützt und gegenseitig abgespannt. Das Ausbetonieren der Hohlräume vervollständigte die „Äste“. Die Rüsttürme dienten später auch der Herstellung des Tragwerks.

Die „Äste“ sind in den „Stämmen“ und im Tragwerk fest eingespannt. Brückenlager wurden nur auf den Widerlagern angeordnet. Dennoch blieben die errechneten Zwangsbeanspruchungen wegen der Schlankheit des über 161 m durchlaufenden, monolithischen Rahmentragwerks gering. Die Fertigteile standen der fugenlosen Konstruktion keinesfalls im Wege – im Gegenteil, sie erleichterten ihre qualitätsvolle Ausführung beträchtlich.

3 Brückenfamilie St. Pölten

Die vier Brücken queren nahe der Raststation St. Pölten die Westautobahn A1 und die Trasse der geplanten Güterzugumfahrung der ÖBB.



Bild 4: Brückenfamilie St. Pölten

Trotz unterschiedlicher Anlageverhältnisse konnte ein sechsfeldriges Baukastensystem gefunden werden, das nur die beiden Stützweiten 15 m und 18 m – in verschiedenen Kombinationen – aufweist. Bedenkt man die Vorteile bei der Aufrechterhaltung des Verkehrs, ist die Anwendung von Fertigteilen für die 96 m bzw. 105 m langen Überbauten fast zwingend. Auch die unterschiedlichen Breiten können durch die Anzahl der Träger nebeneinander berücksichtigt werden.

Das Grundkonzept für das Tragsystem ist einfach und klassisch: Drei bzw. vier T-förmige Fertigteile werden in jedem Feld verlegt. Ihr Abstand in Querrichtung entspricht einer Fugenbreite, in Längsrichtung der Querträgerbreite. Durch das Betonieren der Querträger und der Fahrbahnplatten wurden die einzelnen Fertigteile miteinander verbunden und durchlaufende monolithische Tragwerke erzeugt.

Beim Entwurf war vom Auftraggeber, der HL-AG (heute ÖBB Infrastruktur Bau AG), die Erfüllung höchster wirtschaftlicher und gestalterischer Kriterien gefordert. Für die Fertigteilträger entwickelten wir daher eine neuartige Lösung. Die Stege, deren Höhe im Feld auf ein Minimum reduziert wurde, erhielten eine hängewerkartige

Unterspannung aus Rundstahl. Ihre unterstützende Wirkung auf Zug ist ebenso nachvollziehbar wie jene auf Druck bei einem Bogen.

Bei den Tragwerken der Brückenfamilie St. Pölten spielen Fertigteile die dominierende Rolle. Auch bei den Randbalken wurden die äußeren Teile vorgefertigt. In der Brückenansicht ist fast kein Ortbeton sichtbar.

4 Brückentrio Sattledt

Wegen des sechsstreifigen Ausbaus waren drei Überführungen über die Westautobahn A1 bei Sattledt neu zu errichten. Im Gegensatz zur Brückenfamilie St. Pölten umfassen sie jeweils nur ein einziges Feld mit einer Spannweite von 35 m. Die bestehenden steinverkleideten Widerlager sollten so weit wie möglich erhalten bleiben. Die Konstruktionshöhe des Tragwerks war wegen der anschließenden Dämme begrenzt. Wegen dieser Randbedingung schied eine unterspannte Konstruktion aus, doch die Versuche, Unterspannungsformen mit geringen Höhen zu finden, führten zu einer sehr eleganten Lösung mit Fachwerken aus „liegenden“ Stahlblechen. Dünne Stahlbetonplatten als Obergurte in Verbund mit den Fachwerken ergaben äußerst



Bild 5 und 6: Brückentrio Sattledt



leichte und einfach zu handhabende Fertigteile. Je Tragwerk wurden drei Träger im Ganzen zur Baustelle transportiert und eingehoben. Mit der Ergänzung durch Endquerträger und Fahrbahnplatte aus Ortbeton entstanden wieder monolithische Tragwerke. Durch die Ersparnis von Schalung und Rüstung über der Autobahn war größte Wirtschaftlichkeit garantiert. Ihre Robustheit gegen (unbeabsichtigtes) Anfahren durch Fahrzeuge haben die Konstruktionen inzwischen bewiesen.

5 Schlussfolgerungen

Die Wertschätzung von Fertigteilen im Brückenbau ist bei den öffentlichen Auftraggebern zweifellos im Steigen. Dabei sind weniger die normierten Systeme gefragt, als individuelle Lösungen, die nach den jeweiligen Gegebenheiten gewählt werden. Diesen Konstruktionen sieht man auf den ersten Blick nicht an, dass sie vorgefertigte Elemente beinhalten. Nicht die Fertigteile bestimmen die Form, sondern die Form bestimmt die Fertigteile. Diese Teile müssen mittels Ortbeton zu monolithischen Einheiten zusammengefügt werden, um robuste, wartungsfreundliche und dauerhafte Bauwerke zu erhalten. Weiterentwicklungen sind natürlich möglich, u. a. durch Verwendung von Hochleistungsbeton.

Bei den vorgestellten Beispielen konnten die sich oft widersprechenden Bedingungen gemeinsam erfüllt werden: Wirtschaftlichkeit und Gestaltung. Die Ästhetik kommt nicht aus einem aufgesetzten Zierrat, sondern allein aus der Konstruktion.

Alle drei Bauwerke wurden ausgezeichnet: der Talübergang Gernitzbach und das Brückentrio Sattledt durch Nominierungen zum Staatspreis Consulting, die Brückenfamilie St. Pölten durch den Ingenieurpreis der österreichischen Zementindustrie.

Die Mühlbachbrücke in St. Pölten Brückendesign mit Halbfertigteilen – mehr als nur Schalungersatz!

DI Dr. Hannes Kari
ÖBB Infrastruktur Bau AG, Wien

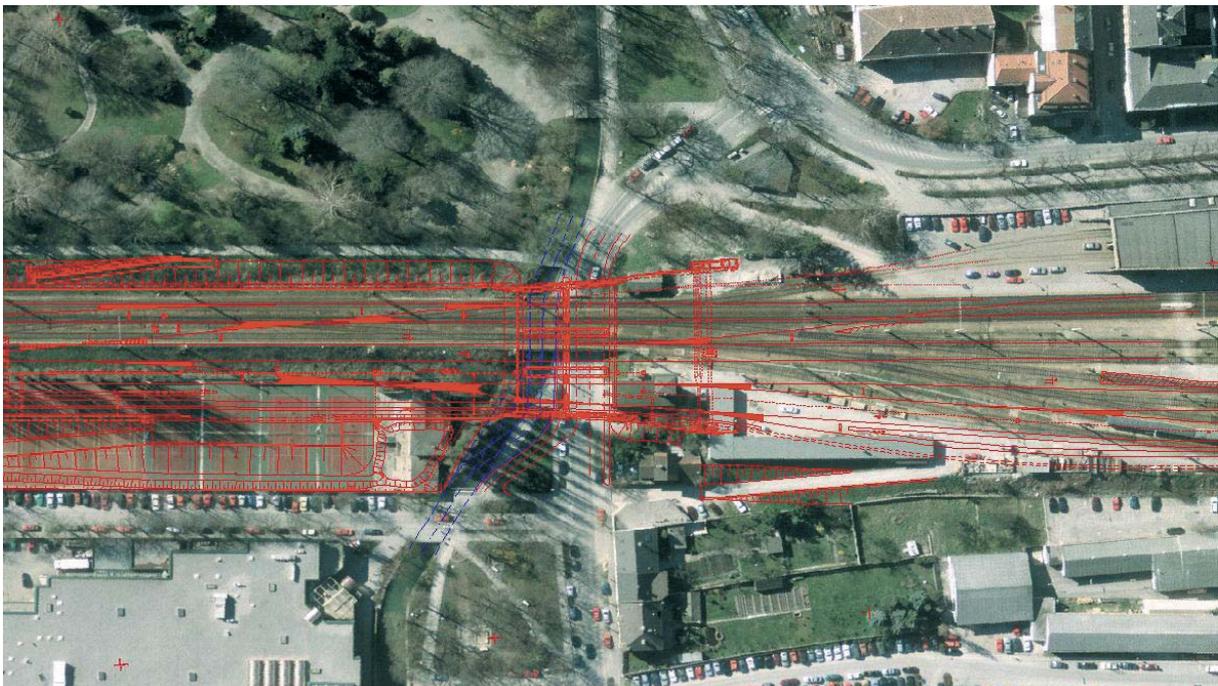
Einleitung

Der viergleisige Ausbau der Westbahn von HL-AG und ÖBB hat nun mit dem Abschluss des Bauloses „Einfahrt Ost“ einen sehr wesentlichen Beitrag für den noch bevorstehenden Umbau des Bahnhofes St. Pölten geleistet. Das ca. 900 m lange Baulos umfasste die Errichtung einer zweiten Brücke über die Traisen und die Verbreiterungen von Eisenbahnbrücken über die Austraße und die Eybnerstraße für jeweils vier bzw. sechs Gleise. Die vierte und letzte Brücke ist die zentrumsnahe Mühlbachbrücke, deren Funktion als Fuß- und Randwegunterführung und Bachquerung eine besondere Rolle spielt. Die aus dem Jahre 1950 stammende Stahlbrücke war nur mit einer Breite für 3 Gleise ausgestattet und in einem schlechten Erhaltungszustand, sodass eine generelle Neukonzeption für insgesamt sechs Gleise und 2 Weichen notwendig geworden war (Abb. 1).

Gestaltungskonzept

Unterführungen dieser Länge wirken in der Regel oft düster und eng. Dies sollte hier durch Konzepte der natürlichen und künstlichen Belichtung sowie mittels Strukturieren der Betonoberflächen möglichst vermieden werden. Die Darstellung des Querschnittes in Abb. 2 zeigt deutlich, wie die bis zu 42 m breite Unterführung durch 3 Tragwerke mit je 2 Gleisen und den zwei Lichtschlitzen und den V- und W-Stützen gegliedert ist. Die Gleisabstände zwischen den Lichtschlitzen entsprechen etwa bereits dem der zukünftigen Bahnsteigbereiche und lassen über den Gitterrost noch ausreichend Tageslicht in die Unterführung. In Längsrichtung der Bahnachse wurde die Zweifeldrigkeit der Bahnbrücke bei beibehalten, die Felder jedoch um ca. 90 cm vergrößert, um die auf Bohrpfehlen errichteten neuen Widerlager im Schutz der bestehenden durchführen zu können (Abb. 4).

Abb. 1: Orthofoto mit Gleislagen



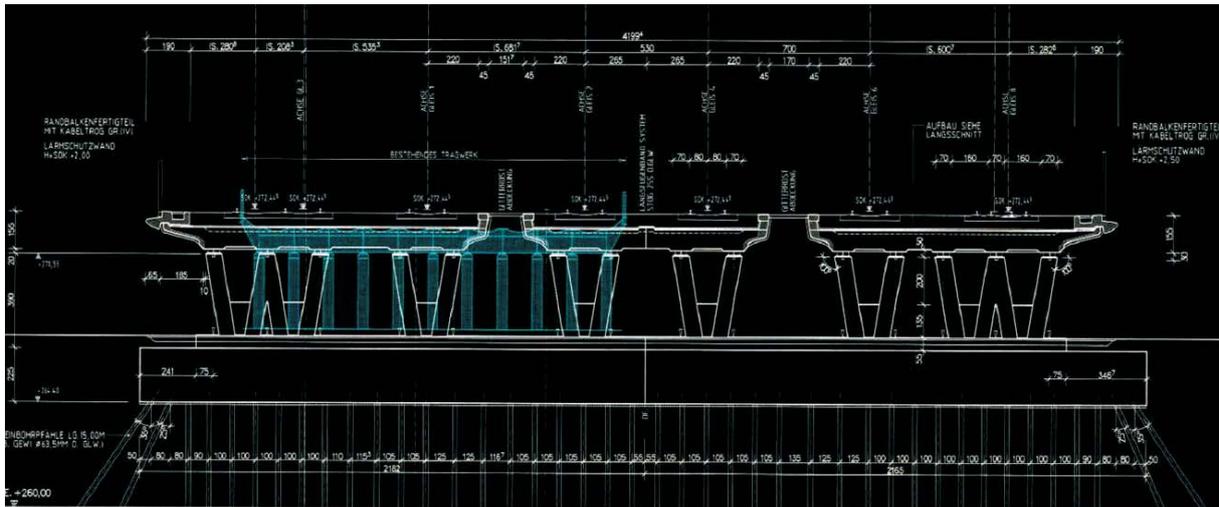


Abb. 2: Querschnitt bei Mittelachse

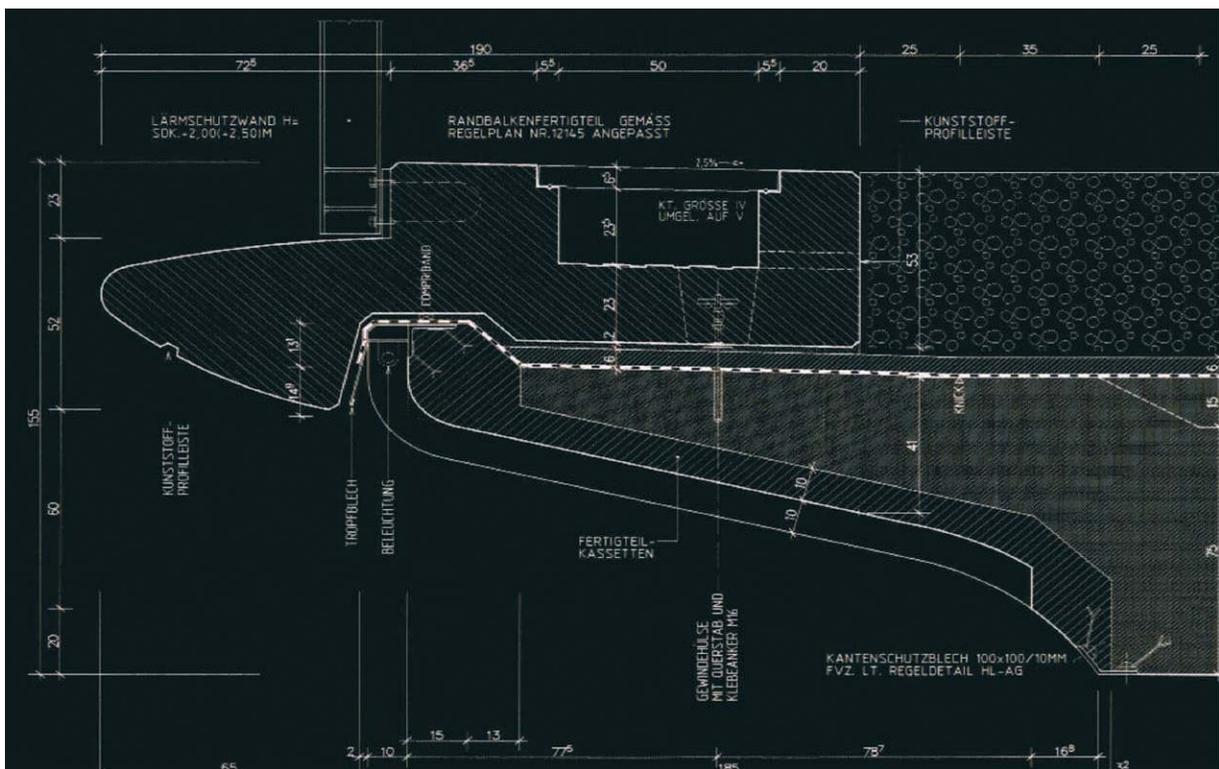


Abb. 3: Detail Randwegelemente

Die Ausgestaltung der äußeren Randelemente, wie in Abb. 3 und 5 dargestellt, sollte den Effekt haben, das Tragwerk durch den parabelartigen Absatz schlanker zu gestalten und die Ansicht durch die vertikalen Rippen infolge der Licht- und Schattenwechsel lebendiger aussehen zu lassen. Dieses Konzept wurde im Wesentlichen auch für die Lichtschlitze angewandt, jedoch

auf Grund der vorhandenen Breite von nur 1,2 m in steilerer Form (Abb. 6 und 7). Diese feingliedrigen Bauteile wurden bereits für die Ausschreibung als Fertigteile im Verbund mit der Konstruktion geplant und letztlich noch durch die einfachen Vorsatzelemente (ca. 3 x 3 m) bei den Widerlagermauern ergänzt (Abb. 5).

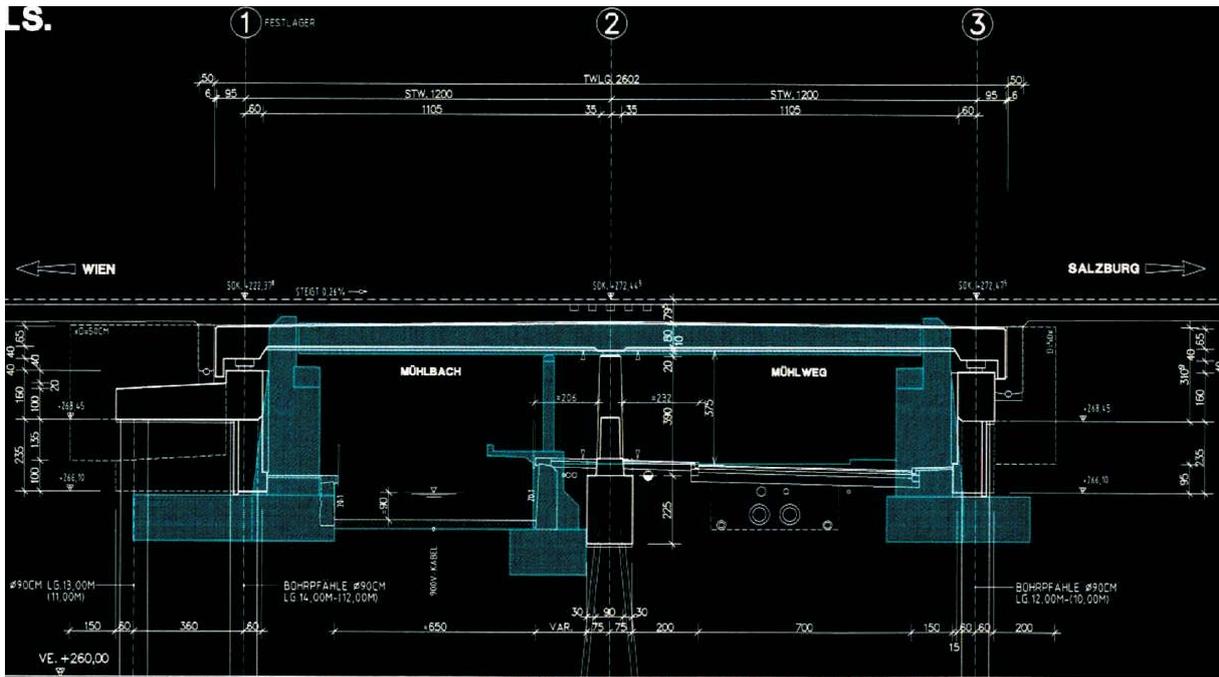


Abb. 4: Längsschnitt - Tragwerke



Abb. 5: Randelement - Detail



Abb. 6: Lichtschlitz - Detail

Fertigteile – Herstellung

Die industrielle Fertigung wurde hier auf eine besondere Probe gestellt, da der Schalungsbau (Abb. 7) und die Bewehrungsverlegung (Abb. 8) keine alltägliche Aufgabe für die Ausführenden waren.

Die Randelemente am Tragwerksende mussten in mehreren Schnitten durchgeführt werden, da sich Eckelemente nicht in einem Guss herstellen lassen (Abb. 6). Die Tragwerksherstellung erfolgte im Wesentlichen konventionell auf Lehrgerüst, wobei die seitliche Schalung durch die Fertigteile ersetzt werden musste.



Abb. 7: Stahlbau im FT-Werk



Abb. 8: Randelement im FT-Werk

Fertigteile am Tragwerk

Keine Betonoberfläche ergänzt sich so elegant mit natürlichem und künstlichem Licht wie jene aus der Produktion von Fertigteilen. Die folgenden Abbildungen zeigen dies für die Ansicht (Abb. 9) wie auch für die im Inneren der Unterführung liegenden Vorsatzschalen der Widerlager. Die Vorsatzschalen geben für das künstliche Licht eine besondere Projektionsfläche vor, wie in Abb. 10 deutlich zu erkennen ist.

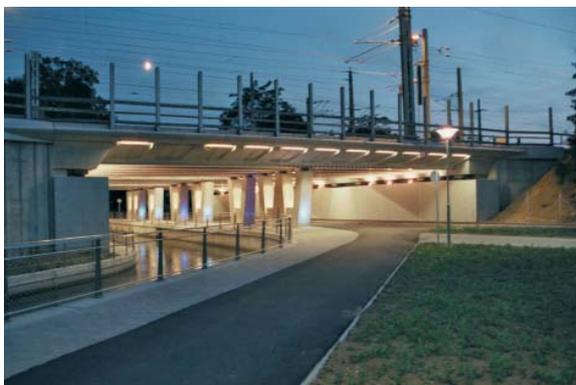


Abb.9: Ansicht bei Nacht



Abb. 10: Innen bei Nacht

Schlussbetrachtung

Die Herstellung von Brücken mit Fertigteilen kann auch mit einem Zugewinn an Gestaltung im Sinne der Ästhetik verbunden sein. Sie setzt jedoch eine Menge Fachkompetenz bei den Planern und Ausführenden und auch ein wenig Mut beim Bauherrn voraus. All diese Voraussetzungen waren hier vorhanden und trugen zu einem besonderen Bauwerk bei.

Beteiligte:

Konstruktiv-Planung: Tecton – DI E. Kubek, Wien

Architektur-Planung:

Mag. A. Oberhofer, Wien

Ausführung:

AGRE Porr AG/Haider Erdbau und HABAU - Fertigteile

Praktischer Einsatz von Fertigteilen bei Pfeilern und Tragwerken

DI Kurt Raml

Tragwerksplanung Lackner & Raml, Villach

Einleitung

Wir sind als Planer von Fertigteilbauten seit ca. 5 Jahren mitunter auch in Italien/Südtirol tätig. Der nachfolgende Bericht soll Einblick in den Einsatz von Fertigteilen speziell im Brückenbau geben. Im Unterschied zu Österreich ist der Einsatz von Fertigteilen in Italien weit verbreitet. Hier sei auch vermerkt, dass für Ungarn dasselbe gilt. Es gibt seitens der Normung, welche in Italien den Status eines Gesetzes (Leggi, Decreti e circolari) hat, keinerlei Einschränkungen für die Verwendung von Fertigteilen. Die ausführenden Baufirmen in Südtirol zeigen großes Interesse an Fertigteil-Lösungen. Offensichtlich ist die Schalarbeit, welche für den Ort beton notwendig ist, relativ teuer. Bei kleineren und mittleren Baufirmen ist das Schalmaterial oft nicht vorhanden, oder es fehlt hierfür die Qualifikation. Der Einsatz von Fertigteilen versetzt daher auch kleinere Baufirmen in die Lage, Brückenobjekte zu bauen. Die ansässigen Fertigteil-Firmen bieten vor allem standardisierte Fertigteile an. Ist der Einsatz von solchen Standard-Teilen nicht möglich oder wird eine bessere, weil billigere FT-Lösung angeboten, eröffnet sich für österreichische Unternehmen die Chance Fertigteile nach Südtirol zu exportieren. Oft wird eine Ort betonbrücke geplant, welche durch eine Fertigteil-Variante ersetzt wird. Von solchen Fertigteilen handelt dieser Bericht. Es wird auch angemerkt, dass der freie Warenverkehr in Europa funktioniert, die freie planerische Dienstleistung der Ingenieure jedoch noch nicht richtig vorhanden ist. Das bedeutet, es muss mit den italienischen Ingenieuren immer Übereinstimmung erzielt werden. Es bedarf daher manchmal viel Überzeugungsarbeit und mehrerer FT-Varianten. Dieser Umstand hat jedoch auch eine positive Seite. Es kommt zu eingehenden fachlichen Diskussionen und einer Reflexion des eigenen Standpunktes. Die sicherheitstechnischen Anforderungen vor allem während der Montage spielen eine sehr große

Rolle. Hierauf wird vor allem von der örtlichen Bauaufsicht großes Augenmerk gelegt. Die Zustimmung der ÖBA für die FT-Lösung ist daher ebenfalls Voraussetzung für eine FT-Lösung.

Für alle Bauten in Südtirol muss eine Gesamtdokumentation erstellt werden und beim Amt für Stahl und Stahlbetonbau eingereicht werden. Liegt diese nicht vor, kann die Baustelle vom Amt eingestellt werden.

Als Beispiel für bereits gebaute Brücken wird die Umfahrungsstraße Albeins und die Zufahrtsbrücke zu einem Gewerbepark über die Eisack/Isarco in Franzensfeste beschrieben. Der Bericht beschäftigt sich mit der technischen Umsetzung und praktischen Lösung. Statische Nachweise werden nicht angeführt, da sie den Umfang dieses Berichtes sprengen würden.

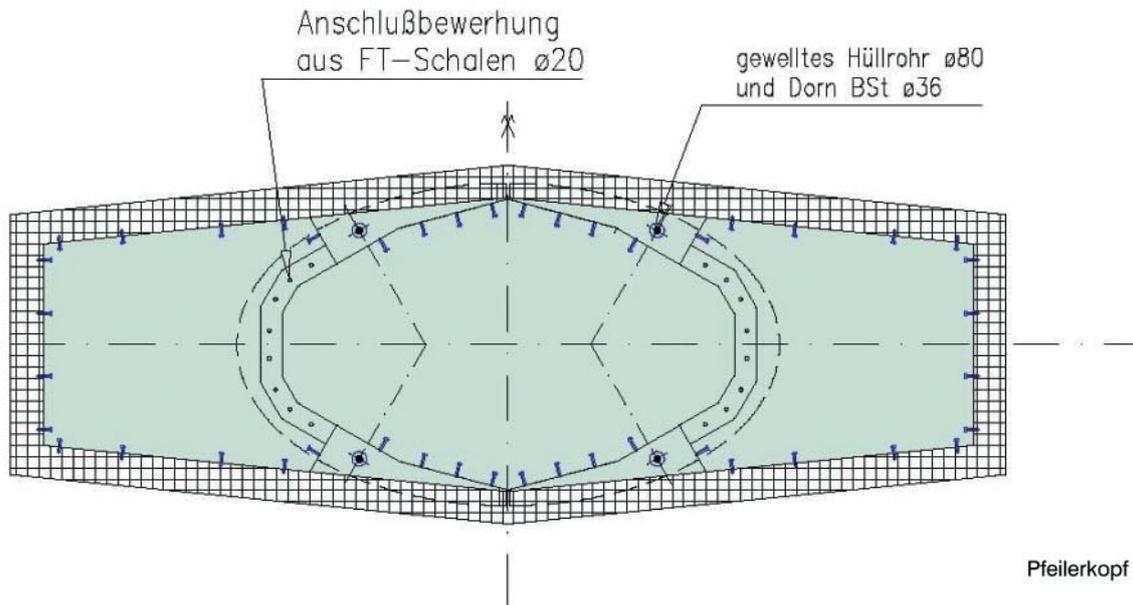
1 Pfeiler der Umfahrungsstraße Albeins

Für die Umfahrungsstraße Albeins wird eine ca. 600 m lange Brücke in Stahlverbund-Bauweise errichtet. Bauherr ist die autonome Provinz Bozen und ausführende Firma die Wipptalerbau GmbH. Das Tragwerk stützt sich auf 18 Pfeilern mit einer Höhe von 6 bis 13 m und liegt direkt neben der Eisack. Die Pfeiler mussten bis zur Hochwasserzeit fertig gestellt sein. Die kurze Bauzeit sprach für eine Fertigteil-Lösung. Die Pfeiler sind aus Fertigteilen + Ort betonverguss hergestellt worden. Der chronologische Ablauf lässt sich mit folgenden Schlagwörtern beschreiben:

**PLANEN – PRODUZIEREN –
TRANSPORTIEREN – MONTIEREN –
VERGIESSEN**

a) Planung

Das ursprüngliche Konzept der Pfeiler war in Ort betonbauweise konzipiert. Auf einer Fundamentplatte (Plinto) wurde ein 2 m hoher kreis-



förmiger Sockel (Collo) betoniert, darauf die eigentliche elliptische Hohlstütze (Pila) mit dem Pfeilerkopf (Pulvino). Die Hauptachse der Ellipse ist 3 m lang, die Nebenachse 1,8 m. Als

1. Variante zum Ortbetonpfeiler, wurden 2 tragende Halbschalen vorgeschlagen, welche im kreisförmigen Sockel (= Ortbetonköcher) einbetoniert werden. Die Schnittkräfte im Pfeiler wurden der Hauptstatik entnommen. Da um die starke Achse am Pfeilerfuß ein Moment von knapp 10.000 kNm zu übertragen war, wurden aus dem Fertigteil 17 $\varnothing 26$ als Anschluss in den Ortbetonsockel vorgesehen. Die Übertragung des Momentes mit Köcherwirkung alleine war mit Hilfe der Köcherbemessung nach Leonhard nicht nachzuweisen. Der Pfeilerkopf wurde aus einem Teil konzipiert, welcher nach Montage ausgegossen wird. Aufgrund großer Widerstände seitens des Projektanten wurde dann eine

2. Variante mit 2 nichttragenden Halbschalen entworfen. Der entstehende Hohlraum wurde vor Ort bewehrt und mit Beton ausgegossen. Der Pfeilersockel (collo) wurde weggelassen. Zur Schubübertragung vom Ortbeton in das Fertigteil wurden im FT-Werk Dübelbänder eingelegt. Nach dem Entschalen wurden die luftseitigen Kopfbolzendübel aufgeschossen. Nach dem Montieren des Pfeilerkopfs wurde dann der gesamte Pfeiler ausgegossen. Die offenen Seiten der Halbschalen

wurden mit Zugstangen im Abstand von 1 m vor Ort verbunden. Direkt unter dem Pfeilerkopf wurden die Halbschalen miteinander verbunden. 4 Dorne $\varnothing 36$ ragen am Pfeilerkopf aus den Halbschalen und verbinden damit den Pfeilerkopf mit den Halbschalen. Der Pfeilerfuß wurde mittels 3 Ankerstangen $\varnothing 39$ auf der Fundamentplattform aufgesetzt. Der Betonierdruck am Pfeilerfuß kann je nach Betoniergeschwindigkeit (= Steiggeschwindigkeit) bis zu 100 kN/m² betragen. Die Halbschalen müssen daher entsprechend gut bewehrt werden. Die Betongüte wird durch die Anforderung an die Frost-Tausalzbeständigkeit (Expositionsklasse XF4) mit C30/37 begrenzt. Die Betondeckung kann für das Fertigteil auf 3 cm reduziert werden. Als Bewehrungsstahl wurde feB44k nach italienischer Norm verwendet. Der Pfeilerkopf besteht aus einem Teil mit Wandstärke 15 cm, welcher nach der Montage ebenfalls ausgegossen wird.

b) Produktion

Es wird lediglich die Variante mit den nichttragenden Halbschalen beschrieben, da diese realisiert wurde.

a) Für die Halbschalen wurde eine Stahlschale mit äußerer und innerer Schale gebaut. Die Wandstärke der elliptischen Halbschalen beträgt 12-20 cm. Die Einfüllseite des Betons ist der relativ schmale Schenkel. Der

Beton muss daher mit der entsprechenden Konsistenz eingefüllt werden, gleichzeitig wird außen gerüttelt. Der Tragwerksplaner muss daher produktionsgerecht planen und folgende Fragen lösen: Wie wird die Schalung aufgestellt? Wo wird der Beton eingefüllt? Wie wird gerüttelt und verdichtet? Wo ist die Abzugseite? Wie wird die Bewehrung eingesetzt? Kann die Luft beim Betonieren entweichen? Der Bewehrungskorb wurde im Biegewerk mit Stabstahl hergestellt und dann in die Halbschale gesetzt. Am Ende wurden die Kopfbolzendübelbänder eingesetzt. Nach dem Aushärten des Betons (1 Tag) wird das Fertigteil aus der Schalung gehoben. Hierbei ist es wichtig, dass die Transportanker vom Tragwerksplaner richtig gesetzt sind (in Bezug auf den Schwerpunkt des Teiles), und das Fertigteil auch auf diese Belastung mit dem noch jungen Beton ausgelegt ist. Risse können in dieser Phase sehr leicht auftreten. Sämtliche Einbauten müssen im Fertigteilplan daher enthalten sein.



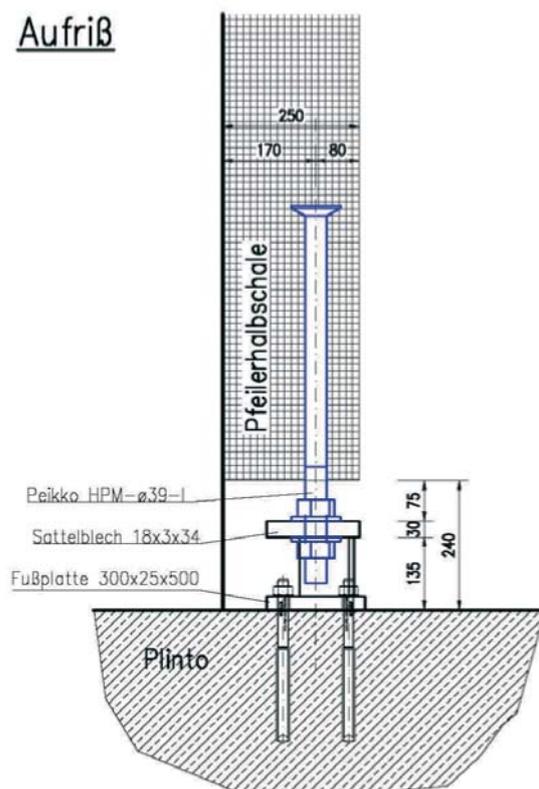
- b) Für den Pfeilerkopf wurde ebenfalls eine Stahlschalung mit äußerer und innerer Schale hergestellt. Die Wandstärke ist 15 cm.

c) Transport

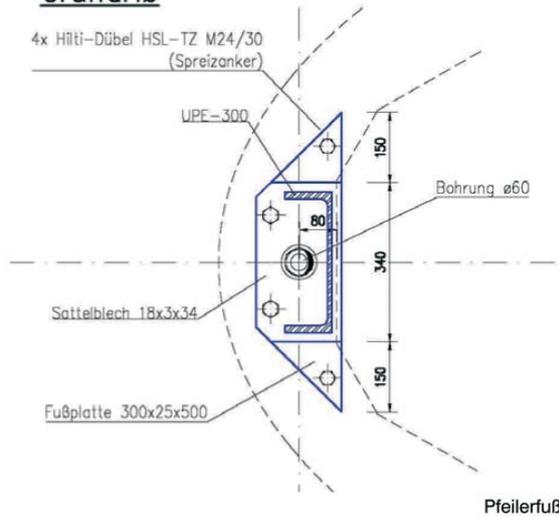
Der Transport vom Werk zur Baustelle hat selbstverständlich auch Einfluss auf die Planung. Gewicht und Länge des Fertigteiles spielen bei den Kosten eine wesentliche Rolle, vor allem dann, wenn ein Begleitfahrzeug notwendig wird. Wird über Landesgrenzen hinweg transportiert, so gelten meist unterschiedliche Vorschriften. Wenn ein Begleitfahrzeug erforderlich ist, so kann es passieren, dass der Begleiter in Österreich keine italienische Lizenz besitzt. Ergo muss das Begleitfahrzeug an der Grenze gewechselt werden. Bei Ankunft auf der Baustelle muss der Autokran für die Entladung und Montage bereitstehen (Koordination des Geräteeinsatzes).

d) Montage

Die Montage vor Ort sollte immer unmittelbar dem Transport folgen. Eine Zwischenlagerung von Fertigteilen ist zu kostspielig. Hebezeuge müssen rechtzeitig vor Ort sein. Für die Montage einer Pfeilerhalbschale wurden 3 Gewindestäbe $\varnothing 39$ vorgesehen, welche im Fertigteil einbetoniert sind. Auf der Fundamentplatte



Grundriß



Pfeilerfuß



Pfeilerkopf

wurden Stahl-Auflagersättel angedübelt, auf denen die Ankerstäbe ruhen. Das gesamte Fertigteilgewicht wird über diese 3 Stäbe abgetragen. Eine Höhenjustierung wurde mit den 3 Gewinden ebenfalls rasch erreicht. Das Anziehdrehmoment zum Kontern mit dem Drehmomentenschlüssel betrug 2,2 kN. Nach Justierung der beiden Halbschalen wurden diese auf der Pfeilerkrone mittels eines Stahlteiles und HTA-Schienen im Fertigteil verbunden. Die Spannstangen im Abstand von 1 m verbinden die offenen Ellipsenschenkel. Am Pfeilerfuß wurde auch orthogonal dazu eine Stange zur Verbindung der beiden Schalen angebracht. Im Schalplan, der sämtliche Details und Maße des gesamten Pfeilers enthält, muss auch eine Montageanleitung enthalten sein. Der Pfeilerkopf wird anschließend mit dem bereits montierten umlaufenden Sicherheitsgeländer auf den Pfeiler gehoben. Die Hüllrohre der 4 Anschlussdorne werden vergossen und anschließend wird

der Bewehrungskorb eingehoben. Der gesamte Montagevorgang hat ca. 3 Stunden gedauert. Nach Aushärtung (1 Tag) des Vergussbetons für die Hüllrohre wurde der Pfeiler ausbetoniert.

e) Vergießen

Vergießen des Betons als SCC-Beton, um eine gute Verdichtung zu ermöglichen. Der Pfeiler war in ca. 3 Stunden betoniert.



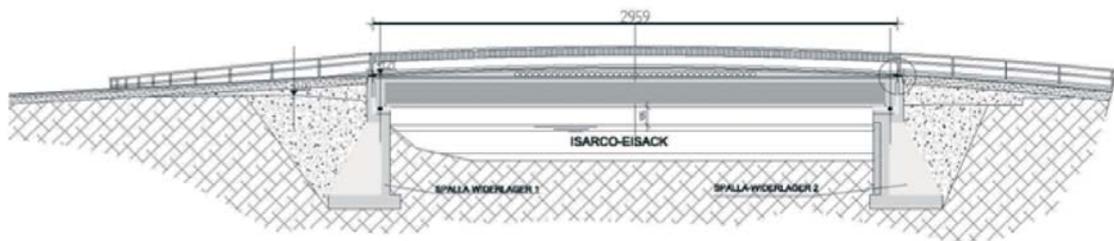
2 Zufahrtsbrücke zur Gewerbezone „Kirchacker“ in Franzensfeste

Über die Eisack ist von der Hauptstraße SS12 eine ca. 30 m lange einfeldrige Massivbrücke geplant. Die ausführende Baufirma ist in der Folge an uns herangetreten, eine Alternative komplett in Fertigteil zu erarbeiten. Das bestehende Projekt war mit standardisierten Trägern geplant. Die Fahrbahn und das hochgezogene Schrammbord jedoch in Ort beton. Das Ziel war es die Brücke so weit herzustellen, dass als letzter Arbeitsschritt nur mehr der Betonverguss blieb.

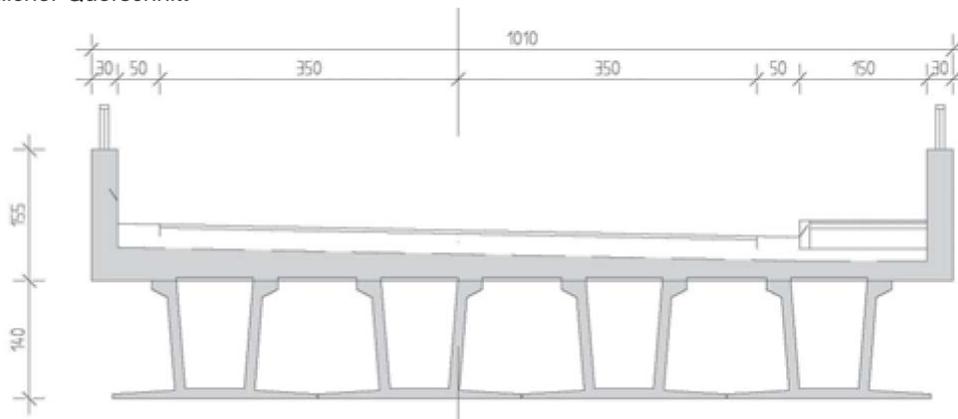
a) Planung

In Italien sind die Belastungsannahmen für Straßenbrücken in 3 Kategorien eingeteilt. Wobei grob gesagt die Kategorie II und III lediglich prozentuelle Abminderungen der Belastung sind. Für Kategorie I (per i ponti I categoria) wird ein 15 m langes Fahrzeug mit 3 x 200 kN Achslast im Abstand von 1,5 m auf die Brücke gestellt; der restliche Fahrstreifen mit 30 kN/m. Die Verkehrslasten werden noch mit dem Schwingbeiwert $\Phi = 1,4 \cdot (L-10)/150$ multipliziert. Als Querschnitt wurden 10 vorgespannte, leicht gebogene Längsträger mit Betongüte

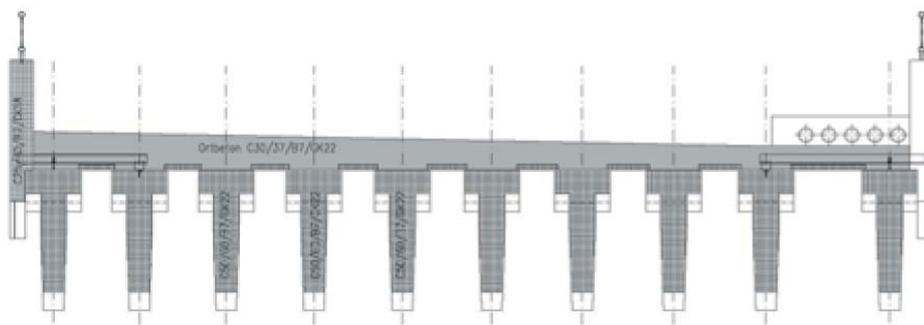
Ansicht Brücke



Ursprünglicher Querschnitt



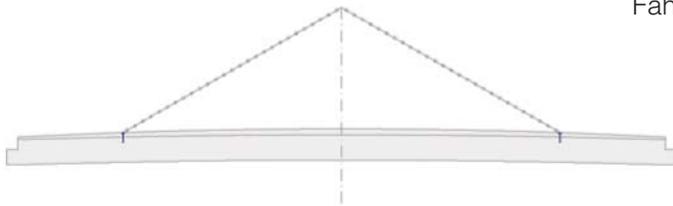
Komplette FT-Lösung



C50/60 gewählt. Die schalungsmäßige Überhöhung betrug 20 cm. Die zusätzlich durch die Vorspannung entstehende Überhöhung wird durch das Aufbringen des Ortbetons wieder eliminiert. Die Vorspannung wurde im Spannbett mit 1-cm²-Litzen der Güte 1570/1770 hergestellt. An den Widerlagern wurde ein Endquerträger angeordnet, in dem die Längsträger lagern. Das Fertigteil des Endquerträgers hat die Form eines Troges mit Schlitzten auf einer Längsseite für die Längsträger. Der Endquerträger lagert auf 4 Elastomerlagern von RW. Es wurden 4 Querrippen zur Querverteilung und Stabilitätssicherung für die Montage ausgebildet.

b) Produktion

Die 30 m langen Längsträger sind im Spannbett mit 24 Litzen vorgespannt betoniert worden. Für die seitliche Stabilisierung wurde die Gurtplatte an den Rändern stark bewehrt (3-mal $\varnothing 26$). Die Vorspannkraft aller Litzen betrug ca. 2.400 kN. Die kritischste Phase für den Träger ist das Entschalen im Werk, da der Beton noch nicht die endgültige Festigkeit erreicht hat. Vor allem bei den Transportankern können Risse entstehen, da hier zusätzlich zur Vorspannung ein Moment auftritt. In diesem Bereich muss auch der Steg mit Längsseisen gut bewehrt werden.



c) Transport

Bei überlangen Fertigteilen muss ein Begleitfahrzeug vorhanden sein. Der Träger muss gegen kippen zuverlässig gesichert sein.



d) Montage

Als Erstes wurden die Widerlagerbalken eingerichtet und versetzt, anschließend wurde der erste Träger eingehoben, dann der zweite. Danach wurden die 4 Querrippenteile versetzt und die beiden Träger zusammengespannt, sodass ein seitliches Auskippen vermieden wird. Auf diese Weise werden alle Längsträger verlegt und die Deckenplatten auf den Träger gelegt. Der Endquerträger wird sodann bis auf die Fahrbahnplatten-Unterkante ausbetoniert. Die Randleisten werden am Schluss mit 2 U-Schienen, welche aus dem Fertigteil ragen, montiert.



e) Betonieren

Verlegen der Bewehrung und Ausgießen der Fahrbahn mit C30/37/XF4

Fertigteilösungen „Rund um die Brücke“ Randbalkengesimse, Brückenträger, Verkleidungsplatten

Ing. Wolfgang Penkner
SYSTEMBAU EDER GmbH & Co KG, St. Valentin/Rems

Das Produktionsprogramm „Brückenfertigteile“ unseres Fertigteilwerkes in St. Valentin umfasst die Herstellung, Lieferung und Montage von nachstehend angeführten Produktgruppen:

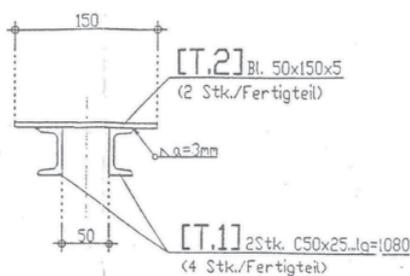
- Randbalkengesimse
- Brückenträger
- Verkleidungsplatten

Randbalkengesimse

Herstellung gemäß bauseits beigestellten Regelplänen z. B. RPL 1030
= Randbalkengesimse 20/67 cm, Ausführung in Betongüte C 30/37/B7 (siehe Foto)

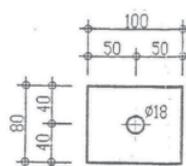
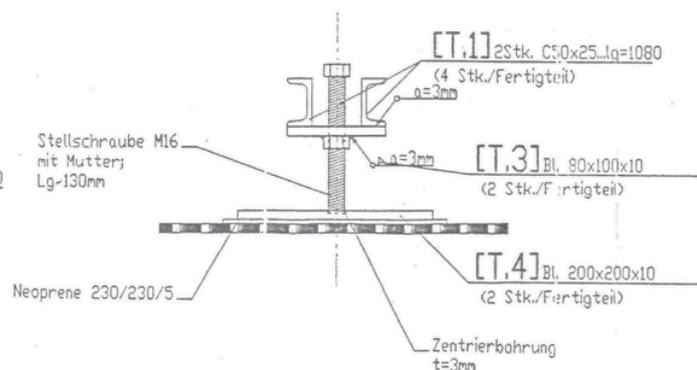


Schnitt 1-1 M 1/5

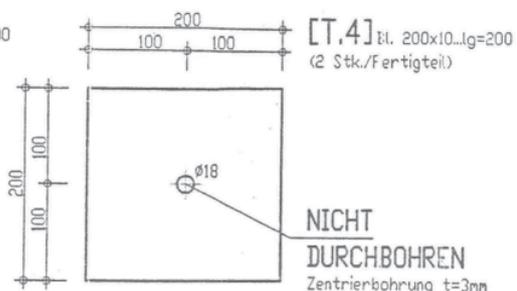


C50 Profile zur Herstellung des Fertigteils an externer Montagehalterung befestigen.

Schnitt 2-2 M 1/5



[T.3] Bl. 80x10..lg=100
(2 Stk./Fertigteil)



NICHT
DURCHBOHREN
Zentrierbohrung t=3mm

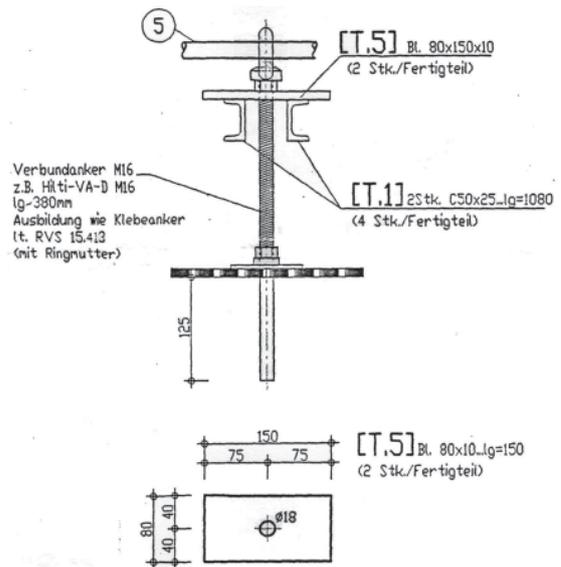
Technische Spezifikation für Ausführung Fertig-
teile:

Technische Vertragsbedingungen: RVS-Ent-
wurf 8B.06.1, Version September 2002 (siehe
Abschnitt 8).

- 1) Für die Herstellung der Fertigteile sind nur
Betonwerke zulässig, die gemäß ÖNORM
B 3308 einen Überwachungsvertrag für
die zu liefernden Fertigteile abgeschlossen
haben (siehe Pkt. 2.2.2).
- 2) Die Herstellung von Fertigteilen aus FTB-
Beton darf nicht mittels Rütteltisch oder
Außenrüttlern erfolgen.
- 3) Die Anschlussflächen an Ortbeton sind
gemäß ÖNORM B 4200, Teil 10, Pkt. 7.4 zu
behandeln und vor dem Betonieren vorzu-
nässen (B 4710 Kt. 14.2).
- 4) Für die Herstellung von Gesimsfertigteilen
ist zu berücksichtigen:
 - Regelteilung der FT-Gesimse beträgt
3,8 m
 - Fehlteilungen sind ebenfalls aus Fertig-
teilen herzustellen.
 - Oberflächenbehandlung der gesamten
Anbetonierfläche = sandstrahlen.

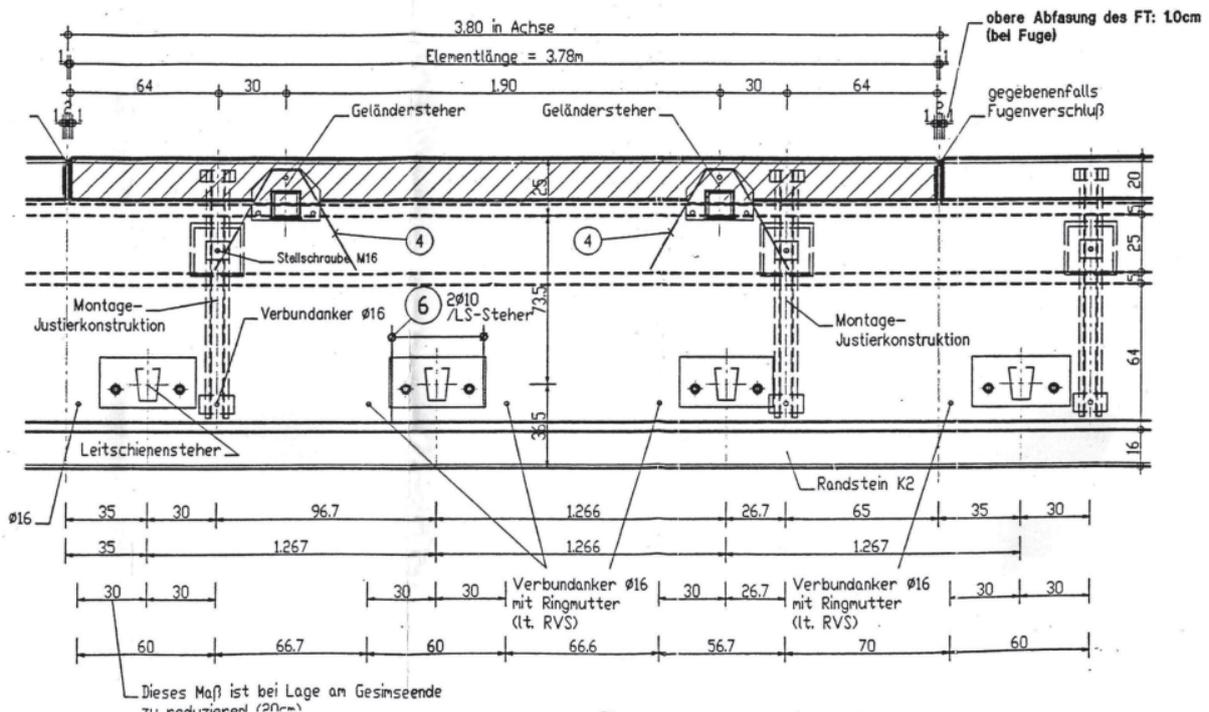
- Transportankerung ist an der Fertigteilin-
nenseite (Anbetonierfläche) anzubringen.
- Protokollführung im Herstellerwerk.
- Luftporenmessung nach ÖNORM
B 4710 1. Teil (als Lieferung gilt eine
Werksmischerfüllung).

Schnitt 3-3 M 1/5



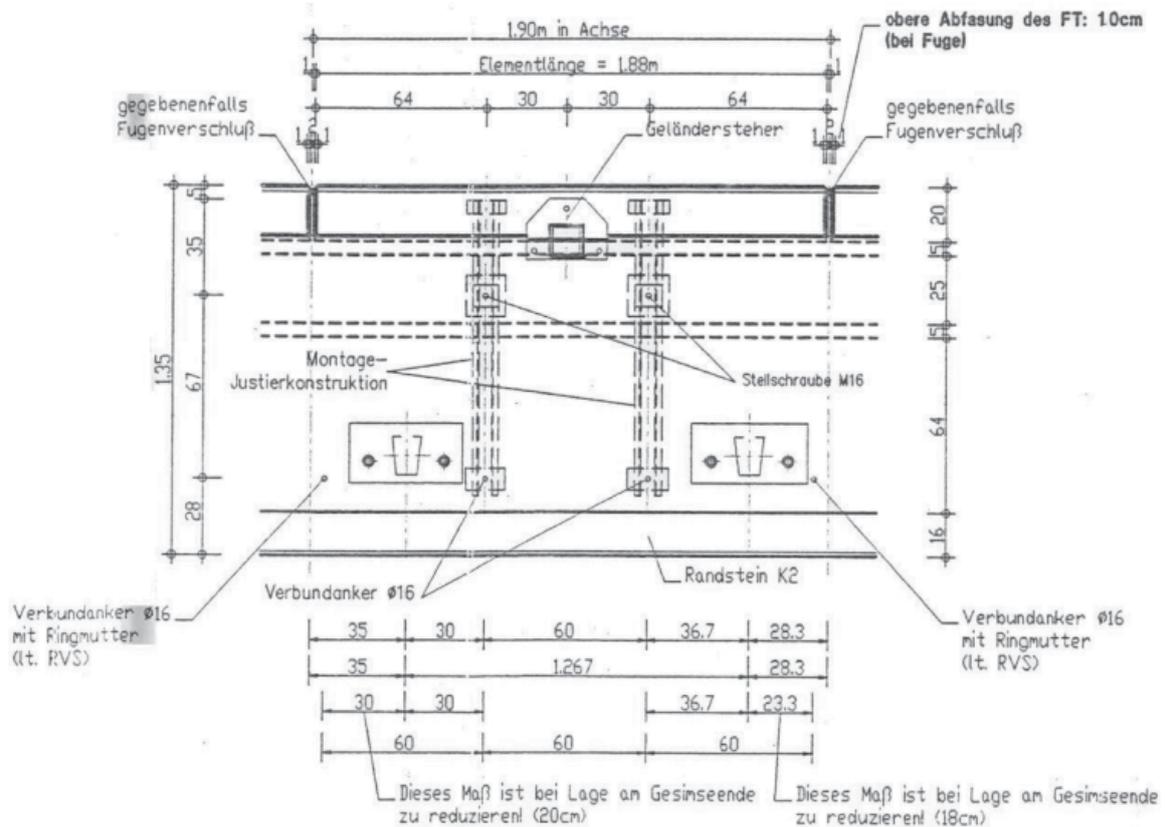
Grundriss M 1/20

Regелеlement lg=3.80m



Grundriss M 1/20

Sonderelement $l_g=1.90m$



- Nummerierung jeden Fertigteil (Einle-
genummern entsprechend Regelplan)
und Vorlage eines Verlegeplanes.
 - Lieferung der Montagekonstruktion,
Justiereinrichtung, Unterlagsplatten,
Zwischenlagen usw.
 - Fugenspaltabdeckung (Kragplatte-Fer-
tigteil) = bauseitige Leistung.
 - Verformungs- und abdruckfreie Auslage-
rung.
- 5) Die Verankerung von Gesimsfertigteilen
hat mittels zugelassener Dübel zu erfolgen
und werden diese mit der entsprechender
Position im LV abgegolten.
- 6) Fertigteile, die Beschädigungen aufweisen
oder deren geforderte Betondeckung nicht
nachgewiesen werden kann, werden nicht
eingebaut und daher ausgeschieden.

Brückenträger:

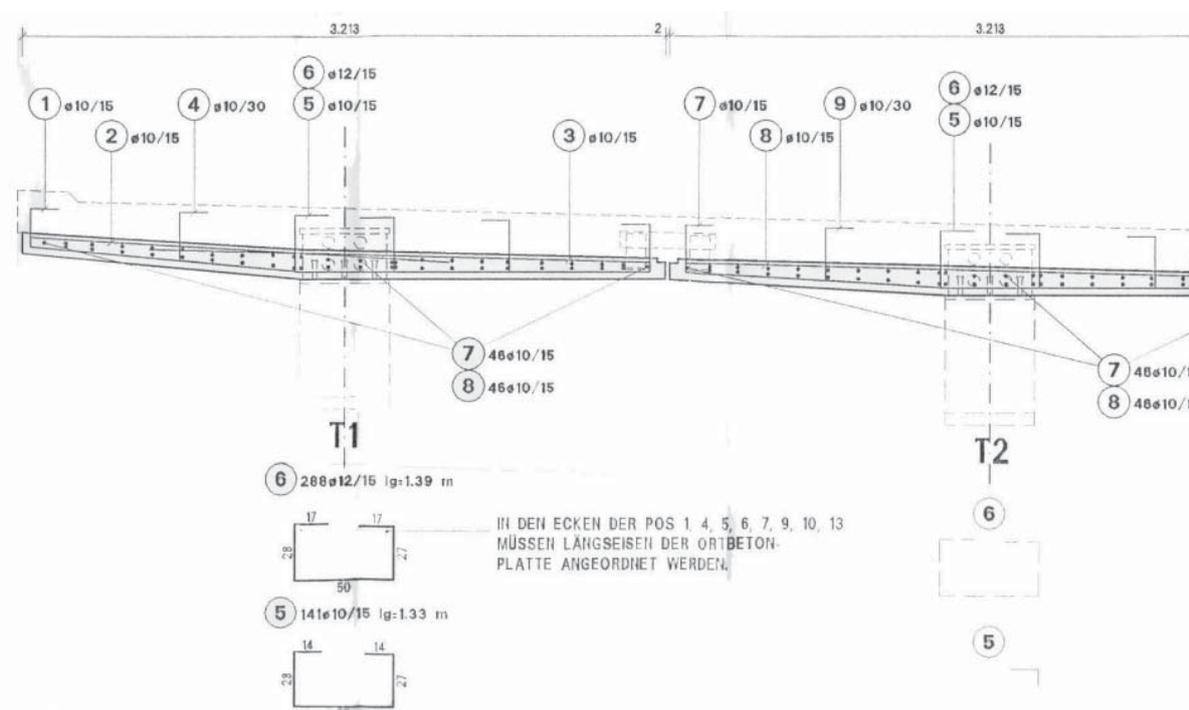
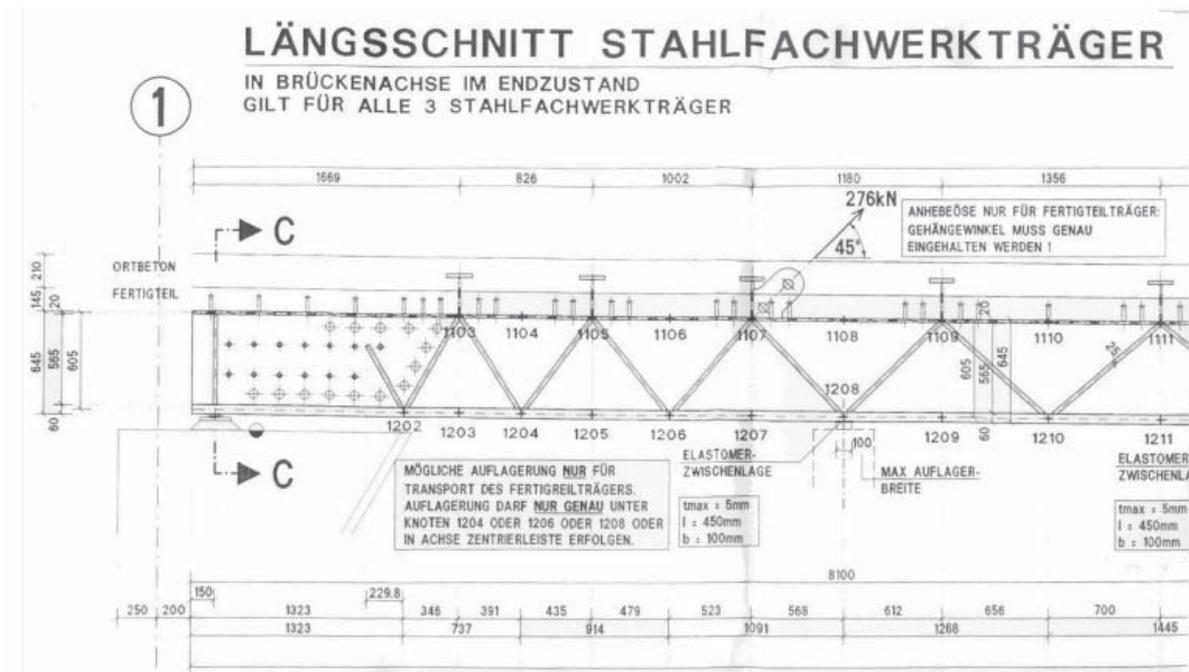
Herstellung gemäß bauseits beige-
stellter Ausführungspläne (Schalung und Bewehrung).

- 1) \perp -förmige Halbfertigteilbrückenträger
Ausführung in Betongüte min. C 30/37/B5
(B7)

Die Halbfertigteilträger werden nach er-
folgter Montage bauseits mit konstruktiven
Ortbeton auf den statisch erforderlichen
Endquerschnitt ergänzt.

- 2) T-förmige Halbfertigteilbrückenträger
 Ausführung in Betongüte min. C 30/37/B5 (B7)
 Die Halbfertigteilträger werden nach erfolgter Montage bauseits mit konstruktiven Ort beton auf den statisch erforderlichen Endquerschnitt ergänzt.

- 2a) Ausführung in Stahlbeton.
 2b) Ausführung in Verbundbauweise – aus Gewichtsgründen bei größeren Spannweiten. (Steg als Stahlfachwerkträger, Obergurt in Stahlbeton).



Verkleidungsplatten:

Herstellung gemäß bauseits beige­stellten Ausführungsplänen (Schalung und Bewehrung). Ausführung in Betongüte C30/37/B7 (siehe Foto).

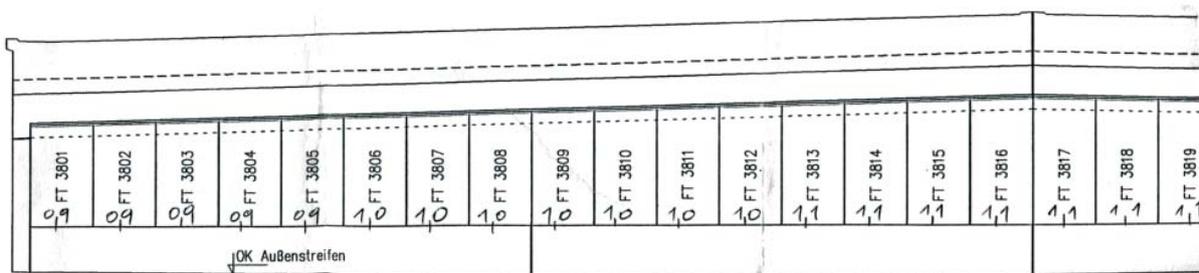
Die Fertigteile werden als Verkleidung der Bohrpfehlwände eingesetzt.

An der Unterseite dieser Fertigteile auf bauseitige Ort­beton­konstruktion auf­ge­setzt und ver­dorn­et. Die obere Befestigung erfolgt mittels Verschraubung in bauseits eingebaute Ankerschienen.

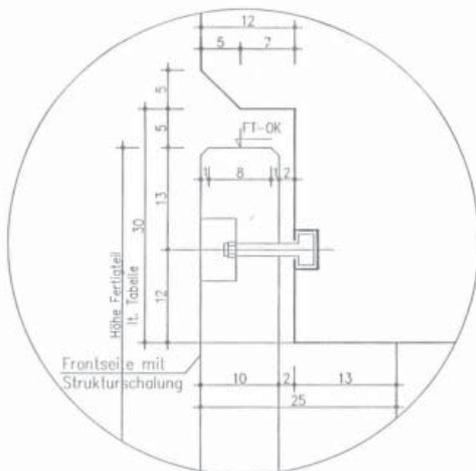
Die Ausführung der Oberfläche erfolgt entweder in Sichtbeton oder wahlweise mit eingele­ger­ter Struktur­matrize lt. Angabe durch AG.



Ansicht 1:100

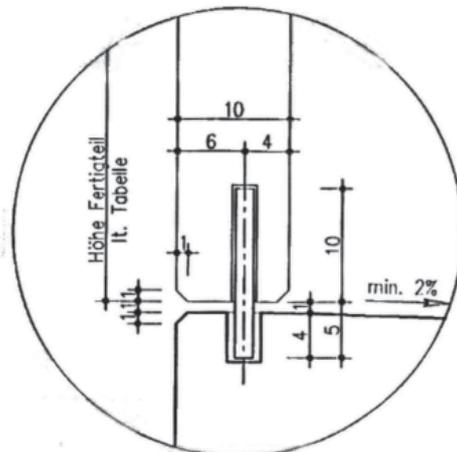


Kopfdetail



Die Ausführung ist mit den Angaben des Fertigteilherstellers abzustimmen!

Fußdetail



Die Ausführung ist mit den Angaben des Fertigteilherstellers abzustimmen!

Fertigteillösungen „Rund um die Brücke“ Träger, Verkleidungen und Randbalken

Ing. Walter Preisinger

HABAU – Hoch- und Tiefbau Gesellschaft mbH, Perg

In unserem Fertigteilwerk in Perg werden unter anderem Spezialfertigteile für Brücken und Brückenausstattungen hergestellt.

- Brückenträger in Verbundbauweise
- Brückenverkleidungen
- ÖBB Randbalken/Kabeltrogabführungen

vorbereiteten Widerlager. Die Elemente wurden untereinander verschraubt, sodass ein durchgehendes Zugband entstand.

Brückenträger in Verbundbauweise

Projekt: Güterzugumfahrung, St. Pölten

Baujahr: 2000

Bauherr: HL-AG

Planer: Büro Dipl.-Ing. Kargel, Linz

Konstruktion: 6-feldrige Brücke über die A1 Westautobahn

Beschreibung: Vorgefertigte Stahlfachwerksträger wurden im Fertigteilwerk in die Schalung eingelegt und mit Beton der Güte C30/37/B7 ergänzt. Die Fertigteile mit einem Gewicht von ca. 25 t wurden mit Spezialtransporten auf die Baustelle geliefert. Die Montage erfolgte mit Mobilkran auf die bauseits

Güterzugumfahrung, St. Pölten



Projekt: Brücke A1 Westautobahn,
Haid – Sattledt

Baujahr: 2003

Bauherr: OÖ. Landesregierung

Planer: Büro Dipl.-Ing. Kargel, Linz

Konstruktion: Einfeldbrücke mit einer Länge
von 38 m

Beschreibung: Vorgefertigte Stahlfachwerks-
träger wurden im Fertigteilwerk in die
Schalung eingelegt. Die Druckplatte
wurde mit Beton der Güte C30/37/
B5 hergestellt. Die Anlieferung der
Fertigteile mit einem Gewicht von ca.
50 t erfolgte mit Spezialtiefladern. Die
Montage mit einem Mobilkran wurde
in einem Nachteinsatz bei nur kurzen
Verkehrsanhaltungen durchgeführt.



A1 Westautobahn, Haid – Sattledt



Brückenverkleidungen

Projekt: Bahnhof/Stadteinfahrt,
St. Pölten

Baujahr: 2004/2005

Bauherr: HL-AG

Konstruktion: Fertigteillemente als verlorene Schalung

Beschreibung: Die Fertigteillemente wurden in einer speziell angefertigten Stahlschalung als Halfertigteile im Werk Perg in Betongüte C30/37/B5 hergestellt. Die Montage erfolgte auf der Brückenschalung als so genannte „verlorene Schalung“. Die Verankerung wurde über Anschlussbewehrung mit der Ortbetonkonstruktion hergestellt. Fertigungstechnisch anspruchsvoll aufgrund der Rundungen und Verschneidungen.

Bahnhof St. Pölten



ÖBB-Randbalken/Kabeltrogabführung

Projekte aller neu zu bauenden bzw. zu sanierenden Bahnlinien

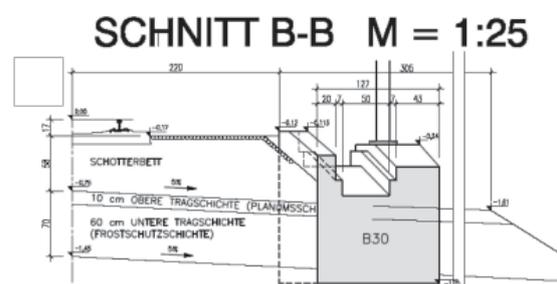
Bauherr: Österreichische Bundesbahnen

Konstruktion: Kabeltröge mit angeformten Gesimse, Systemlänge 200 cm

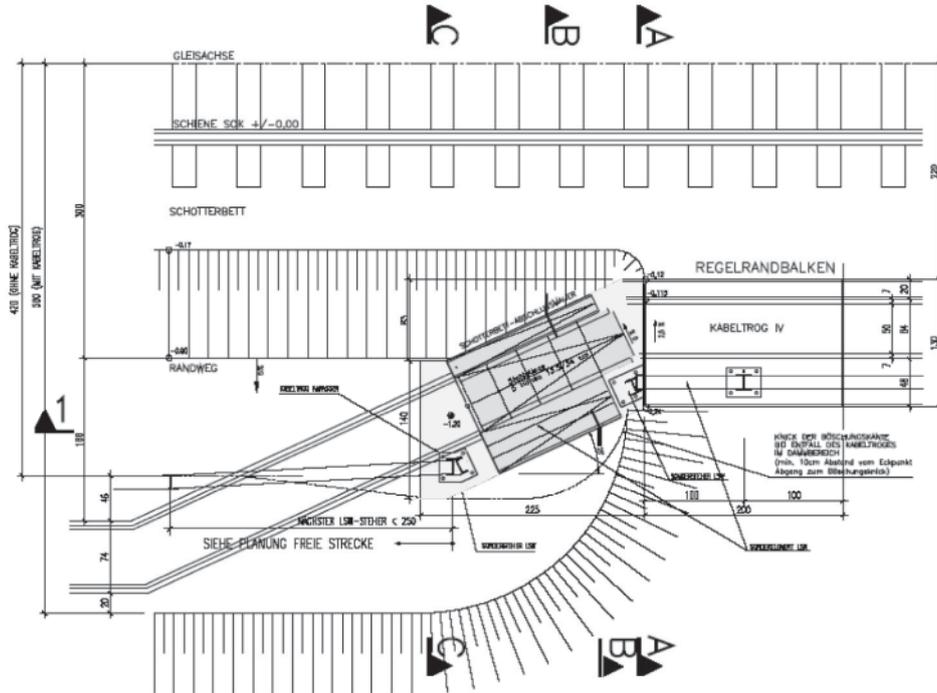
Beschreibung: Die Randbalken gelten für zweigleisigen ÖBB-Regelquerschnitt in gerader und horizontaler Streckenführung. Als Querschnitte für die Kabeltröge stehen Breiten von 40-60 cm, als Gesimshöhe stehen 50-70 cm zur Verfügung. Zur Befestigung einer eventuellen Lärmschutzwand werden Anker bereits im Fertigteil eingebaut. Bei Ausführung mit Geländer wird dieses am Fertigteil angedübelt. Betongüte: C30/37/B5

Zur Abführung der Kabeltröge vom Brückenniveau auf das Niveau der freien Strecke werden Kabeltrogabführungen für den jeweiligen Querschnitt hergestellt.

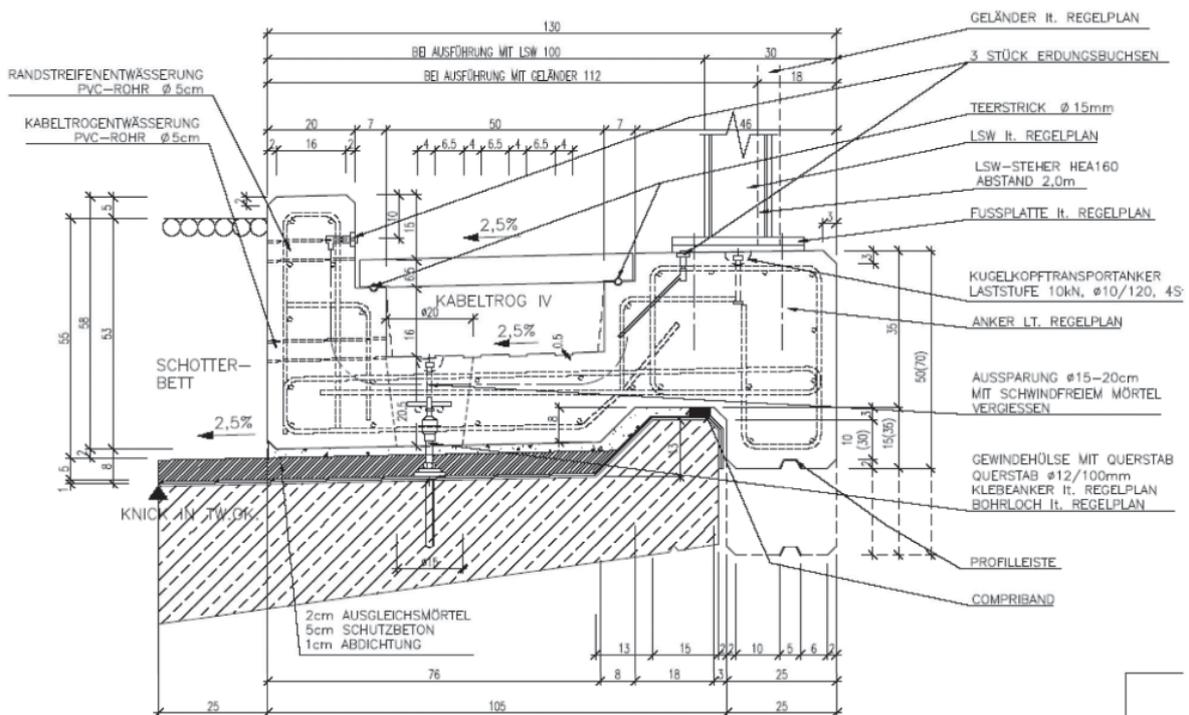
HL-AG Umfahrung Enns



GRUNDRISS SITUATION M = 1:25 MIT LÄRMSCHUTZWAND



REGELSCHNITT M = 1:5



Fertigteillösungen „Rund um die Brücke“

Beton schützt

Delta Bloc Europa-Technologieführer bei Rückhaltesystemen aus Beton – oder die Entwicklung der Delta Bloc® Brückensysteme

DI Alexander Barnaš, MABA Fertigteilindustrie GmbH, Sollenau

Die Ausgangssituation

Für die Entwicklung von Rückhaltesystemen stellen die Anforderungen der höheren und sehr hohen Aufhaltestufen – H2, H3 und H4b gem. EN1317 – die größte Herausforderung dar. Einerseits müssen derartige Systeme massiv genug konstruiert sein, um etwa dem Anprall eines 38-t-Fahrzeugs mit einer Geschwindigkeit von 65 km/h und einem Anfahrwinkel von 20 ° zu widerstehen (H4b). Andererseits müssen sie nachgiebig genug sein, damit selbst Insassen von Klein-PKW's mit einem Gewicht von 900 kg nur einer geringen Verletzungsgefahr ausgesetzt sind. Auf Brücken kommt zu diesen Anforderungen als dritte Dimension die Limitierung der beim Anprall entstehenden Kräfte hinzu; die Systeme sind möglichst so zu konstruieren, dass die Brücken unter keinen Umständen Schaden nehmen.

Mittels Erlass des Bundesministeriums BMVIT an die ASFINAG wurden 1998 die Mindestanforderungen für Rückhaltesysteme auf Brücken auf eben diese höheren und sehr hohen Aufhaltestufen festgelegt: H3 für Mittelabsicherungen und H2 für Randabsicherungen (hochrangige Straßen). Der Grund für diese im internationalen Vergleich sehr hohen Schutzziele waren die leidvollen Erfahrungen aus dem damaligen Unfallgeschehen – sowohl Mittel- als auch Randabsicherungen waren durchbrochen worden, was verheerende Unfälle im Gegenverkehrsbereich bzw. den Absturz von Fahrzeugen von Brücken zur Folge hatte.

Das Forschungsvorhaben

Mit dieser komplexen Aufgabenstellung konfrontiert, beteiligte sich die MABA Fertigteilindustrie GmbH im Jahre 1998 an einem vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) unterstützten Forschungsvorhaben der Österreichischen Forschungs-

gemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), das sich zum Ziel setzte, den zeitlichen Verlauf der Kräfte, die während des Anpralls in die Brücke eingeleitet werden, zu messen.

Hintergrund dieses Vorhabens waren die Erfahrungen, die mit hochwertigen Rückhaltesystemen auf Brücken gemacht wurden. Zwar erfüllten die Rückhaltesysteme die Anforderungen der EN 1317 Teil 1 und 2 und widerstanden den geforderten Anprallereignissen; die Brückenkonstruktionen, auf denen sie montiert waren, konnten die beim Anprall entstehenden Kräfte jedoch vielfach nicht aufnehmen. Sie waren auf die vormals üblichen, weit schwächeren Rückhaltesysteme ausgelegt. Die Folgen reichten vom notwendigen Austausch des Randbalkens bis hin zur Schädigung des Brückentragwerks.

Die anfänglichen, in der eigens gebildeten Arbeitsgruppe der Forschungsgemeinschaft gemachten Versuche derartige Kräfte durch rechnerische Simulationen herzuleiten, waren fehlgeschlagen. Die Experten gelangten schließlich zur einhelligen Überzeugung, nur durch experimentelle Untersuchungen eine hinreichende Aussage über die auftretenden Kräfte machen zu können.

Versuchsanordnung Delta Bloc® 80AS-Br, H2-System mit Schienenverankerung



Im Herbst 1999 wurde am Prüfgelände des TÜV-Bayern in München/Allach eine weltweit einzigartige Versuchsanlage in Betrieb genommen. In einer Messgrube sind drei Konsolen aus Betonfertigteilen mit jeweils 4,0 m Länge angebracht. Jede Konsole lagert auf zwei Aufhängungen, die durch je drei Stäbe gebildet werden. Das Rückhaltesystem wird so aufgestellt, dass der Anprallbereich über der Messgrube zu liegen kommt. Gemessen werden können:

- die Kräfte im Brückentragwerk
- die Zugkräfte der Verankerungen
- die zeitliche Verformung des Rückhaltesystems
- die Kräfte in den Kupplungselementen

Im Zuge des Forschungsvorhabens wurden Anprallprüfungen an neun unterschiedlichen Rückhaltesystemen – darunter vier Delta Bloc® H2-Systeme – unternommen. Die Ergebnisse wichen stark von den prognostizierten Werten ab – insbesondere die im Brückentragwerk gemessenen Kräfte waren teilweise dreimal so hoch. Als wesentlichste Einflussfaktoren kristallisierten sich die Konstruktion des Rückhaltesystems, dessen mechanische Funktionsweise und die Ausbildung der Verankerung heraus. Je

steifer ein System ausgebildet ist und je weniger Verschiebung es zulässt, umso höher sind die Kräfte.

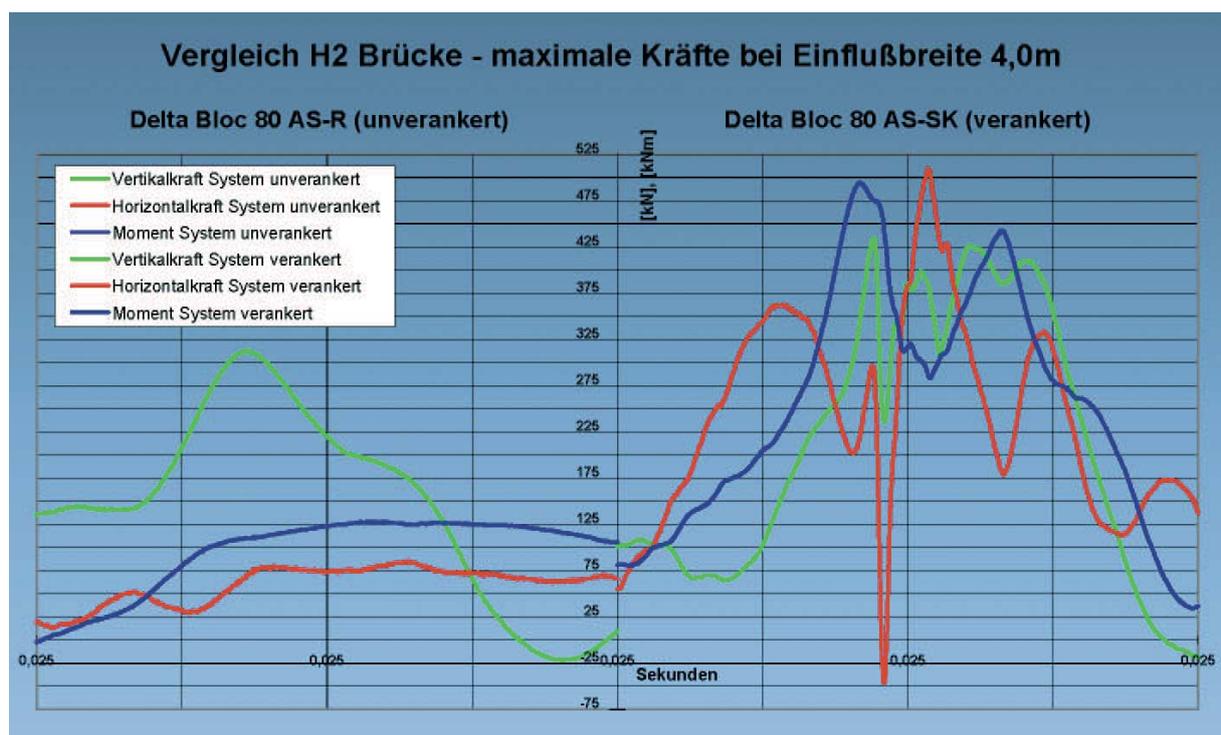
Das Ergebnis: Delta Bloc® Brückensysteme Type „R“

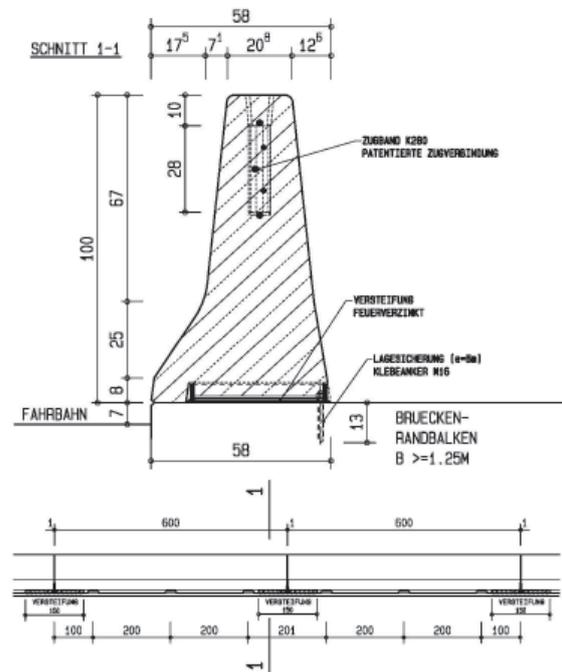
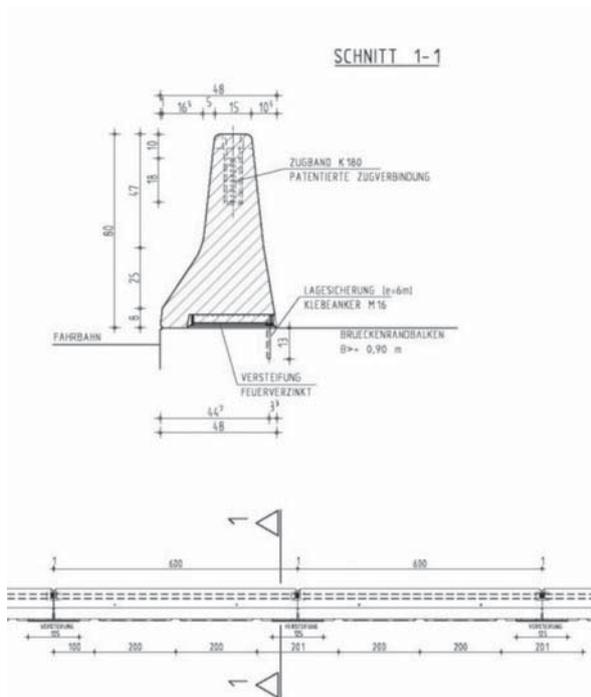
Auf Grund der Erkenntnisse aus dem österreichischen Forschungsvorhaben wechselte Delta Bloc Europa, 2001 als Tochterunternehmen der MABA gegründet, die Zielsetzung. Waren bei den ersten Systemen eine möglichst geringe Auslenkung und eine hohe Resttragfähigkeit nach dem Anprall im Vordergrund gestanden, galt die Konzentration nunmehr der Reduktion der auftretenden Kräfte. Dies hatte eine Abkehr von den massiv mit Schienen und Klebedübeln verankerten Konstruktionen zur Folge.

Von diesem Paradigmenwechsel bis zur Zulassung der beiden Systeme Delta Bloc®100AS-R für H3 und H4b sowie Delta Bloc® 80AS-R für H2-Anwendungen waren weitere sieben Anprallprüfungen und drei Jahre an Entwicklungsarbeit erforderlich.

Als letztendlich entscheidende Idee sowohl die Anforderung einer maximalen Rückhaltefähigkeit als auch die nach geringer Belastung

Vergleich der max. gemessenen Brückenkräfte verankertes/unverankertes System





Delta Bloc® 80 AS-R für H2 und Delta Bloc® 100AS-R für H3- und H4b-Absicherung von Brücken



H2/TB51-Prüfung mit 16-t-Bus an Delta Bloc® 80AS-R und H4b/TB81-Prüfung mit 38-t-Sattelschlepper an Delta Bloc® 100AS-R

von Brücke und Fahrzeuginsassen zu erfüllen, erwies sich die patentierte Fugenversteifung. Die Systeme basieren auf herkömmlichen einseitigen New-Jersey-Grundelementen, die mit Standard-Delta-Bloc-Kupplungen verbunden sind und eine Länge von sechs Meter aufweisen. Zusätzlich werden diese nunmehr an ihrer Aufstellfläche im Bereich der Elementfugen durch Stahlwannen miteinander gekoppelt.

Die rückhaltende Wirkung wird einerseits über die Kupplungen durch die herkömmliche Zugbandwirkung erzielt, andererseits durch die Biegetragfähigkeit der versteiften Elementfugen entscheidend erhöht. Gleichzeitig wird durch die Fugenversteifungen eine größere Anzahl von Elementen aktiviert, wodurch sich die Auslenkung reduziert. Der Abbau der Anprallenergie erfolgt so zu einem beträchtlichen Teil über die Umwandlung in Verformungsenergie der Stahlversteifungen. Die Verankerungen in den Randbalken können auf diese Weise so weit minimiert werden, dass sie nur mehr die Funktion einer Lagesicherung übernehmen (ein M16-Klebeanker je sechs Meter). Auf Grund der geringen Anzahl an Verankerungen werden auch die in die Brücke eingeleiteten Kräfte minimiert.

Die System-Abnahmeprüfungen erfolgten im Zuge eines zwischenzeitlich durch die deutsche Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) initiierten Forschungsvorhabens. Dieses hatte prinzipiell die gleichen Zielsetzungen wie das österreichische, allerdings stand zusätzlich die Simulation des speziellen deutschen Brückenrandbalkens im Vordergrund. Für diesen waren die maximal zulässigen Kräfte, die beim Anprall auftreten durften, im Vorfeld definiert sowie die Verankerungstiefe mit max. 13 cm begrenzt worden. Ferner musste die Versuchsanordnung ein Dilatationselement enthalten, um die tatsächlichen Bedingungen bei Brückenabsicherungen möglichst realistisch zu simulieren.

Als Prüfanlage diente die auf die deutschen Anforderungen umgebaute, im österreichischen Forschungsvorhaben entwickelte Versuchsanlage des TÜV-Bayern in München/Allach. Im Juli 2003 und April 2004 konnte Delta Bloc Europa unter Einhaltung sämtlicher Bedingungen als erster und bislang einziger Hersteller von Rückhaltesystemen die Prüfungen der Aufhaltstufe H4b und H2 auf Brücken erfolgreich absolvieren. Durch die Einbindung der österreichischen



H4b-Absicherung der Siegtalbrücke – A45 Deutschland

FSV wurde sichergestellt, dass die Ergebnisse auch in Österreich Gültigkeit haben.

Mittlerweile konnten sich die Systeme bei zahlreichen Installationen in Österreich und Deutschland bewähren. Die eindrucksvollen Kenndaten der im Juli 2004 für die Serienfertigung freigegebenen Systeme sind:

	Aufhaltstufe	Wirkungsbereich/-klasse	Anprallheftigkeitsstufe
Delta Bloc® 100AS-R	H3 und H4b	1,56/W5	B
Delta Bloc® 80AS-R	H2	1,18/W4	B

Rückblick/Ausblick

Delta Bloc® Betonfertigteile werden seit dem Jahre 1985 durch die MABA Fertigteilindustrie GmbH hergestellt. Sie dienen der Straßenabsicherung und leisten als „passive Schutzeinrichtung“ einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Seit dem Erscheinen der ersten Fassung der europäischen Norm EN 1317-1 und -2 für Fahrzeugrückhaltesysteme – dies ist der materialunabhängige Überbegriff für sämtliche Leitwand- und Leitschiensysteme – im Jahre 1994 stellen die Delta Bloc® Systeme ihre Leistungsfähigkeit im Zuge von Anprallprüfungen unter Beweis.

Bereits 1998, nach nur vierjähriger Entwicklungsarbeit, konnte MABA für die Delta Bloc® Systeme als europaweit erster und bislang einziger Hersteller von Rückhaltesystemen aus Betonfertigteilen sämtliche Aufhaltstufen nachweisen. Somit deckte die Produktpalette

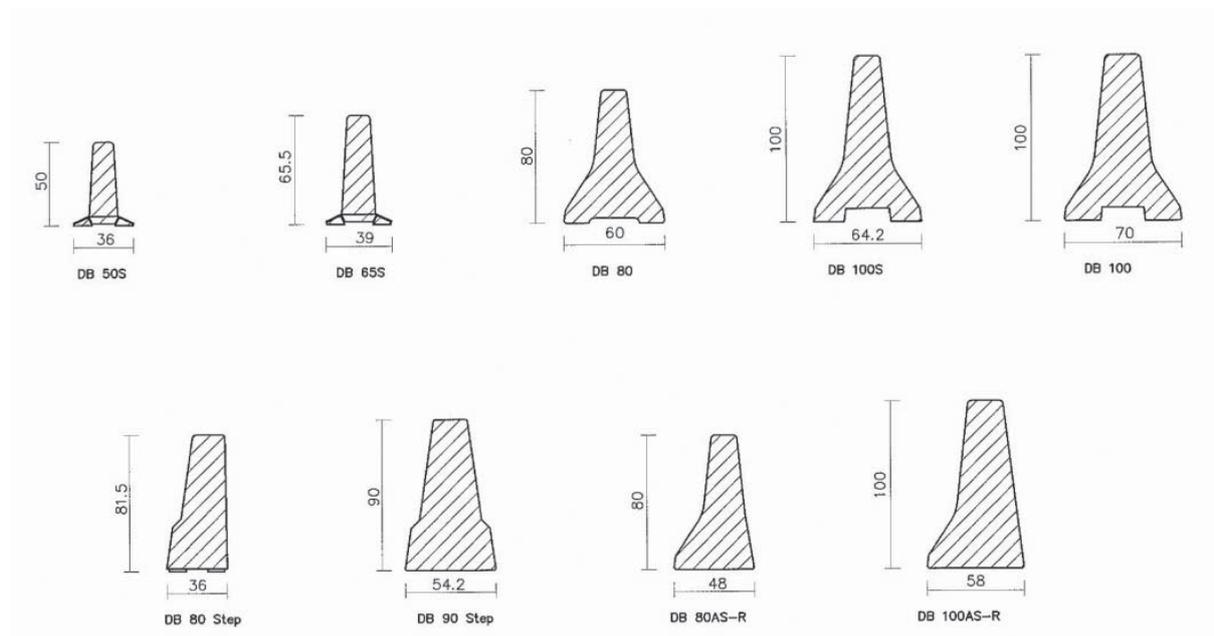
bereits damals den gesamten Normbereich von der niedrigsten Aufhaltestufe T1, für temporäre Anwendungen, bis zur höchsten Stufe H4b, für maximale Anprallereignisse, ab. Für diese erste Entwicklungsphase der Delta Bloc® Systeme waren nicht weniger als 29 Anprallversuche (14 Abnahmeprüfungen gem. EN1317 und 15 Entwicklungsversuche) erforderlich.

Aufbauend auf diese Grundsysteme erfolgte ab diesem Zeitpunkt eine anwendungsorientierte Spezialisierung der F&E-Tätigkeit. Seit 2001 werden diese Tätigkeiten von der eigens für diesen Bereich gegründeten Tochterunternehmung Delta Bloc Europa wahrgenommen. Als Schwerpunkte wurden und werden seither folgende Themen behandelt:

- Optimierung der Grundsysteme - Straße in Hinsicht Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit
- Baustellenabsicherung

- Brückenabsicherung
- Absturzsicherung bei Böschungen/höhenversetzter Fahrbahn
- Schutz vor starren Hindernissen – Anpralldämpfer, Schutz von Brückenpfeilern
- kombinierte Systeme mit Geländer und/oder Lärmschutz
- länderspezifische Entwicklungen entsprechend nationaler Anforderungen (DEU, FRA, NL etc.) im Zuge des internationalen Vertriebs

Für die ersten drei der aufgezählten Anwendungen sind die Entwicklungstätigkeiten vorerst erfolgreich abgeschlossen; die restlichen Themen werden im Zuge laufender F&E-Projekte behandelt. Bis zum heutigen Tag wurden 58 Anprallprüfungen gemäß EN1317 durchgeführt – insgesamt betragen die F&E-Investitionen von MABA/Delta Bloc Europa im Bereich Verkehrssicherheit seit 1994 mehr als 4 Mio. Euro.



Standard Profile Delta Bloc®

Ein Brückenleben lang – Lebenszykluskosten von Brücken aus Hochleistungsbeton

DI Rainer Waltner

Zivilingenieurbüro Dr. Lindlbauer, Wien

1 Einleitung

Der Kostenfaktor spielt auch im Brückenbau eine immer größere Rolle. Dabei sollten jedoch nicht nur die Anschaffungskosten, sondern auch die Lebensdauer und die Folgekosten betrachtet werden. Mehr als die Hälfte des Bundesstraßenbudgets fließt in die Erhaltung des Straßennetzes und deren Kunstbauten, alleine ein Viertel wird für Instandsetzungsmaßnahmen benötigt [1].

Auch das Land Niederösterreich hat dies erkannt und 2001 einen Arbeitskreis einberufen, der sich mit dem Thema Fertigteilelemente im Brückenbau beschäftigt. Die positiven Erfahrungen der Fertigteilindustrie mit Hochleistungsbeton führten zu der Überlegung, Fertigteile und Ort beton aus Hochleistungsbeton im Brückenbau einzusetzen.

2 Typenunterlagen des Landes Niederösterreich

Im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Straße, wurden zwei Typenunterlagen erstellt, die sich mit Fertigteilbrücken beschäftigen. Beide Systeme wurden für eine Belastung Brückenklasse I gemäß ÖNORM B 4002 [2] ausgelegt.

Der Einsatz dieser Fertigteilelemente soll zu einer

- Minimierung der Bauzeit
- Minimierung der Verkehrsbehinderung
- Verbesserung der Effizienz und Effektivität bei der Herstellung und Erhaltung
- Verbesserung des Service-Gedankens
- Minimierung der Planungskosten
- Minimierung der Herstellungskosten
- Minimierung der Erhaltungskosten

führen.

2.1 Fertigteilkleinbrücke und Fertigteildurchlässe [3]

Fertigteile in Normalbeton

Tragwerkslängen: 1,90 m bis 5,00 m

Überschüttungshöhen: bis 6,00 m

Kreuzungswinkel: 45° bis 90°

Die Fertigteilkleinbrücken und –durchlässe bestehen aus U-förmigen Stahlbetonfertigteilen mit unterschiedlichen Höhen und Stützweiten. Zu einem Kastenquerschnitt zusammengesetzt verdoppelt sich die lichte Höhe und das Anwendungsgebiet lässt sich auf Fußgänger- und Radwegunterführungen erweitern. Die Fertigteilelemente werden nach dem Versetzen durch eine Längsvorspannung miteinander verbunden.

Diese Typenunterlage wurde auch in Hinblick auf eine einfache Herstellung der Fertigteile, z. B. in landeseigenen Werkstätten oder Brückenmeistereien, entwickelt. Auf die Fertigteilelemente kann sofort nach dem Versetzen die Isolierung aufgebracht werden, wodurch eine zusätzliche Bauzeitverkürzung erreicht wird.

2.2 Fertigteilbrücken aus Hochleistungsbeton [4]

Fertigteile aus Hochleistungsbeton und Aufbeton aus Hochleistungsbeton

Stützweite: 5,00 m bis 11,00 m

Kreuzungswinkel: 75° bis 90°

Durch die Anwendung einer direkt befahrbaren Oberfläche aus Hochleistungsbeton ergibt sich nicht nur eine Kosten- und Bauzeiteinsparung, sondern durch den Wegfall der Abdichtung und des Belags auch eine deutliche Reduktion der Instandsetzungsintervalle. Der Regelquerschnitt wird ohne zusätzlichen Randbalken ausgeführt, die Verkehrsführung kann durch die Anordnung von Leitwänden oder die Ausbildung eines Schrammbords im Aufbeton erfolgen (Abb. 1 und 2).

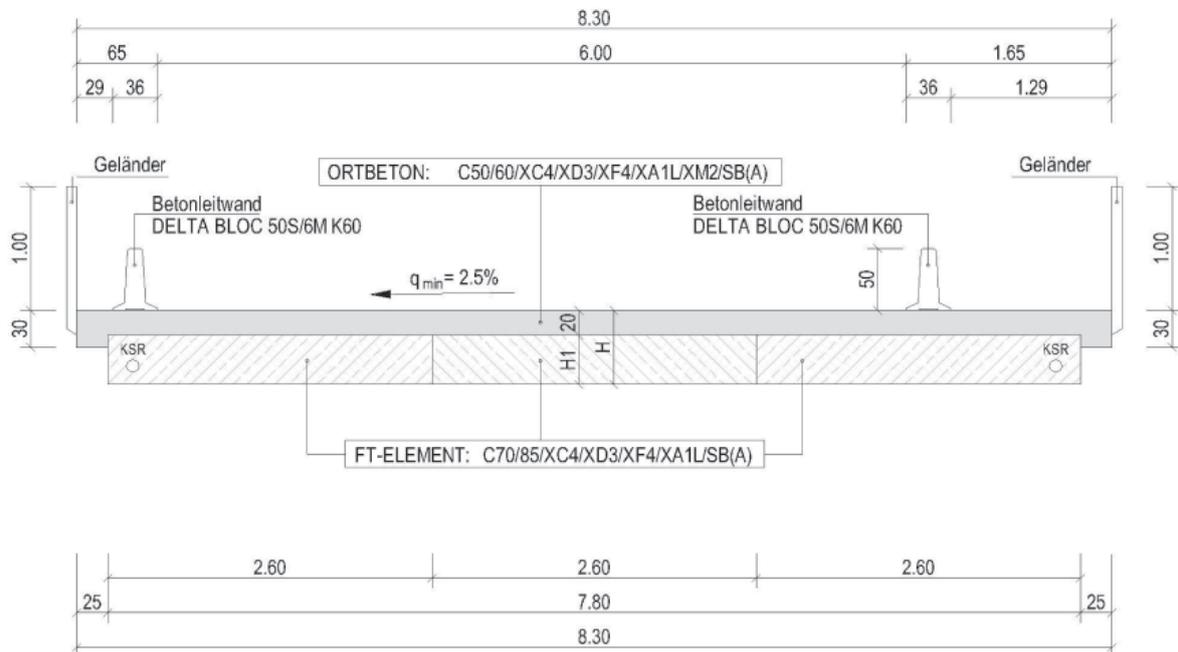


Abb. 1: Regelquerschnitt mit Leitwänden [4]

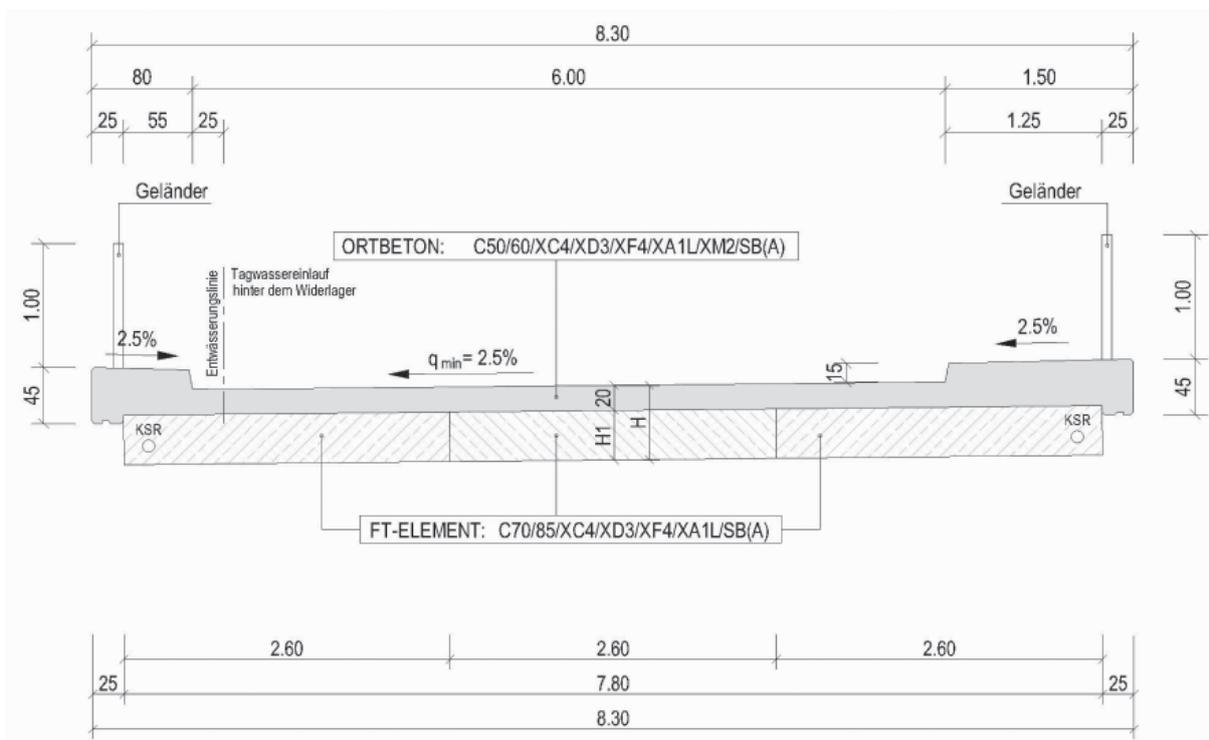


Abb. 2: Regelquerschnitt mit Schrammbord [4]

Die Einfeldtragwerke setzen sich im Regelfall aus drei 2,60 m breiten Fertigteilen (Abb. 3) zusammen, auf denen nach dem Versetzen und dem Verlegen der oberen Bewehrung 20 cm

Aufbeton aus Hochleistungsbeton (Abb. 4) aufgebracht werden. Dadurch werden die Fertigteile monolithisch miteinander verbunden und wirken als Gesamtquerschnitt.



Abb. 3: Versetzen eines Fertigteils



Abb. 4: Herstellen des Aufbetons

3 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen

3.1 Grundlagen

Bewertungsverfahren

Die Lebenszykluskosten werden durch eine Bewertung mit einem dynamischen Investitionsrechnungsverfahren, z. B. der Kapitalwertmethode, ermittelt. Diese Methode geht von der Annahme aus, dass alle Folgekosten, sowohl Ausgaben als auch Einnahmen, die der jeweiligen Bauweise bis zum Ende der Nutzungsdauer zugerechnet werden können, mit ihren Barwerten in die Bewertung einer Investition einbezogen werden. Dabei werden alle zukünftigen Kosten mit einem kalkulatorischen

Zinssatz auf den Zeitpunkt ihrer Investition abgezinst [5].

$$BW = B_0 + \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r_t)^t}$$

- BW Barwert des Investitionsobjektes
- B_0 Baukosten
- E Erhaltungskosten
- r realer Kalkulationszinssatz
- t Zeitindex (0, 1, ... n) (Bezug auf Jahre)
- n Nutzungsdauer (Bezug auf Jahre)

Zinssatz

Der kalkulatorische Zinssatz wird in der Größenordnung des Kapitalmarktzinssatzes angenommen. Zur Berechnung des in der Kapitalwertmethode verwendeten realen Kalkulationszinssatzes werden ein nominaler Kalkulationszinssatz (z. B. Sekundärmarktrendite) und die Inflationsrate (z. B. Baupreisindex) herangezogen.

$$r = \frac{1+z}{1+i} - 1$$

- z nominaler Kalkulationszinssatz
- i Inflationsrate

Lebensdauer

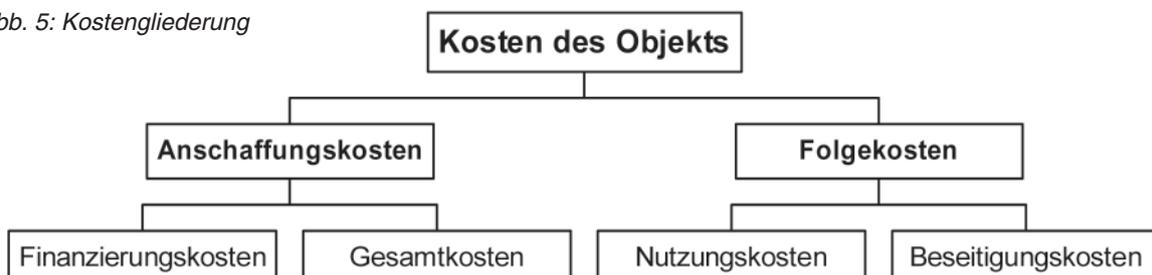
Die Lebensdauer ist ein bestimmender Parameter einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. Die tatsächliche Lebensdauer kann jedoch nicht genau vorhergesagt werden, angestrebt werden 80 bis 100 Jahre. Das durchschnittliche Alter der unter Verkehr stehenden Brücken beträgt jedoch nur 25 Jahre, die Erfahrungswerte sind daher gering.

Für einzelne Bauteile existieren statistische Erhebungen über deren Lebensdauer. Diese können in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung in Form von Instandsetzungsarbeiten einfließen.

3.2 Kostengliederung

In Abbildung 5 ist die Gliederung der Kosten, wie sie in der ÖNORM B 1801-2 [6] vorgeschlagen ist, dargestellt. Die Finanzierungskosten

Abb. 5: Kostengliederung



werden durch den Zinssatz in der Kapitalwertmethode berücksichtigt.

Gesamtkosten

Bei der Ermittlung der Gesamtkosten dürfen nicht nur die reinen Herstellungskosten einer neu zu errichtenden Brücke herangezogen werden. Das Betreiben einer Behelfsbrücke oder einer Umfahrungsstraße auf Baudauer sollte auch in die Berechnung eingebracht werden. Schwieriger sind die volkswirtschaftlichen Kosten, die durch Umleitungen entstehen, zu ermitteln. Dabei zeigt sich, dass eine rasche Herstellung auf die Gesamtkosten einen großen Einfluss hat.

Nutzungskosten

Mit den Nutzungskosten werden diejenigen Kosten erfasst, die während der Nutzungsdauer des Objektes entstehen. Im Brückenbau sind das vor allem die Erhaltungskosten, welche sich aus Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten zusammensetzen. Unter Instandhaltung versteht man einfache, immer wiederkehrende Maßnahmen, die der Erhaltung der Funktionstauglichkeit dienen (z. B. Ausbesserungen, Reparaturen), im Gegensatz dazu sind Instandsetzungen größere Sanierungsmaßnahmen, die die Funktionstauglichkeit verlängern (z. B. Austausch von Bauteilen).

4 Zusammenfassung – Ergebnisse

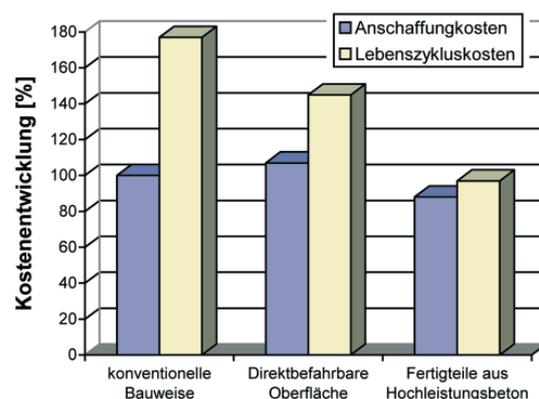
Die ersten Anwendungen der Typenunterlagen brachten trotz anfangs vorhandener Skepsis gegenüber der Verarbeitung des Hochleistungsbetons durchwegs positive Erfahrungen. Die Verwendung von Fertigteilen bringt in erster Linie eine Bauzeitverkürzung und eine Minimierung der Verkehrsbehinderung. Durch die rasche Einsatzmöglichkeit ist auch die Anwendung im Katastrophenfall (z. B. Hochwasser) möglich.

Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Einsatz von Fertigteilösungen sind ähnliche Anlageverhältnisse. Die bisherigen Anwendungsgebiete beschränkten sich daher auf das untergeordnete Straßennetz, da hier geringfügige Anpassungen der Anlageverhältnisse leichter möglich sind.

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen der ersten Pilotprojekte ergaben deutliche Einsparungs-

möglichkeiten bei der Verwendung von Hochleistungsbeton und Fertigteilen im Brückenbau. Bei der Anwendung von direkt befahrbaren Oberflächen aus Hochleistungsbeton zeigt sich, dass die höheren Kosten des Hochleistungsbetons durch den Entfall der Abdichtung und des Belags fast kompensiert werden. Bei der Verwendung von Fertigteilbrücken aus Hochleistungsbeton gemäß Typenunterlage fallen aufgrund der kürzeren Bauzeit, der geringeren Planungskosten und dem Entfall des Randbalkens sogar geringere Anschaffungskosten gegenüber einer konventionellen Bauweise an (Abb. 6).

Abb. 6: Vergleich der Anschaffungskosten und der Lebenszykluskosten [7]



Das eigentliche Einsparungspotenzial zeigt sich beim Vergleich der Lebenszykluskosten. Im Zuge einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung können mithilfe eines Bewertungsverfahrens verschiedene Baustoffe und Bauweisen untersucht und miteinander verglichen werden (Abb. 6). Außerdem sollte eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, um den Einfluss von Zinssatz, Lebensdauer und unterschiedlicher Sanierungsmethoden zu erkennen. Die ersten Berechnungen haben ergeben, dass die Lebenszykluskosten von Brücken aus Hochleistungsbeton unter Verwendung von Fertigteilen um etwa 20 % bis 45 % unter jenen der herkömmlichen Bauweise liegen.

Da der Wunsch der Brückenerhalter nach dauerhaften und wartungsarmen Bauweisen immer größer wird, sollte vor einer Entscheidungsfindung eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Bauherr und Projektant durchgeführt werden.

Vor allem im Langzeitvergleich kann der Einsatz von Fertigteilen und Hochleistungsbeton eine kostengünstige Alternative darstellen.

Literatur:

- [1] Breyer, G.: Stellenwert der Erhaltung in den Bundesstraßen, Ausgaben, BMVIT, 2002
- [2] ÖNORM B 4002, Straßenbrücken – Allgemeine Grundlagen, Berechnung und Ausführung der Tragwerke, 1970
- [3] Retter, W.: Fertigteilkleinbrücke und Fertigteildurchlässe, Typenunterlage Krems, 2003
- [4] Lindlbauer, W.: Fertigteiltrassen aus Hochleistungsbeton, Typenunterlage Wien, 2003
- [5] Seicht, G.: Investition und Finanzierung, Linde Verlag, Wien, 2001
- [6] ÖNORM B 1801-2, Kosten im Hoch- und Tiefbau, Objektdaten – Objektnutzung, 1997
- [7] Waltner, R.: Die Wirtschaftlichkeit von Hochleistungsbeton im Brückenbau, Beton und Zement, 2002

Unser Unternehmen ist ein österreichisches Bauunternehmen, das seit vielen Jahren auch am internationalen Markt Stellung bezogen hat.

Seit rund 90 Jahren des kontinuierlichen Aufbaus beweisen wir unsere Stärken in den Geschäftsbereichen Hochbau, Tiefbau, Fertigteiltbau, Pipeline- und Anlagenbau. Qualität, Kundenorientierung, Flexibilität und fachliche Kompetenz sind die Grundvoraussetzungen bei der Umsetzung unserer Projekte.



HABAU
Hoch- und Tiefbaugesellschaft m.b.H.

A-4320 Perg, Greiner Straße 63
Tel +43 (0) 7262 / 555-0
office@habau.at
www.habau.com

HABAU
UNTERNEHMENSGRUPPE

Faserbeton bei Brücken

SR DI Eduard Winter

Stadt Wien, MA 29, Brückenbau und Grundbau

Ingenieurbauwerke wie Brücken, Tunnel und Verkehrsbauwerke stellen eine wichtige wirtschaftliche und strategische Komponente des Straßennetzes dar. Der Ausfall dieser Bauwerke kann ganze Straßennetze unterbrechen und erhebliche Benutzerkosten verursachen.

Brücken verlangen einen hohen Kapitaleinsatz, ihr Anlagevermögen und Wiederbeschaffungswert sind beträchtlich. Der weitaus überwiegende Teil der Lebensdauer einer Brücke, eines Verkehrsbauwerkes entfällt auf den „Lebensabschnitt“ Nutzung. Mit den entsprechenden Methoden und Materialien können die Kosten für die Instandhaltung minimiert werden.

Die Dauerhaftigkeit von Brückenbauteilen gewinnt damit eine immer größere Bedeutung. Jede Maßnahme, die Instandsetzungsarbeiten – und damit Verkehrsbehinderungen – hinauschiebt oder vermeidet, ist ein wesentlicher Beitrag zur Wirtschaftlichkeit, zur Sicherheit und letztendlich auch zum reibungslosen Ablauf des Straßenverkehrs.

Hochleistungsbeton

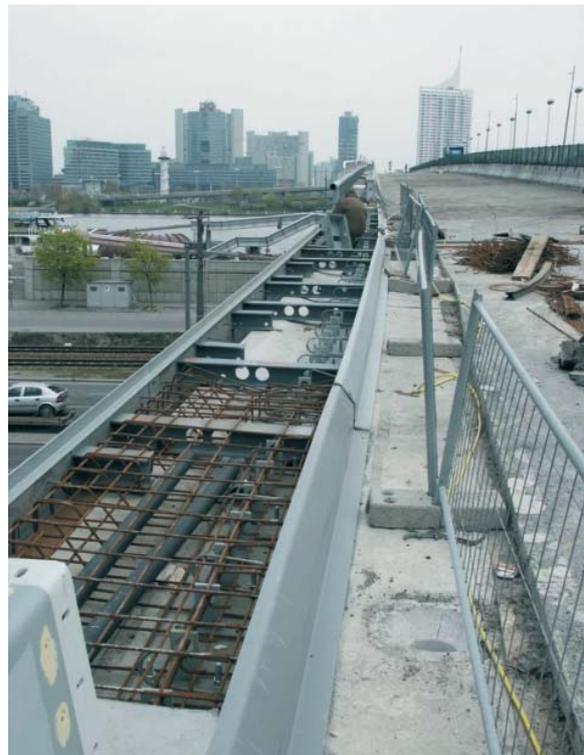
Bei der Instandsetzung der Wiener Reichsbrücke in den Jahren 2003 bis 2005 wurden auch Versuche mit Hochleistungsbeton erfolgreich gemacht.

Bei einer systematischen Untersuchung aller Schadensfälle an Wiener Brücken der letzten 20 Jahre hat sich gezeigt, dass 87 % aller Kosten für Teile der Brückenausrüstung ausgegeben wurde. Es liegt daher nahe, dass hier innovative Lösungen besonders gefragt sind.

Es wurden daher Teile der Randbalken mit Hochleistungs-Faserbeton ausgeführt, um die baustellengerechte Verarbeitbarkeit zu erproben.

Was hier vorerst mit konventioneller Bewehrung und zusätzlichen Kunststoffasern funktioniert

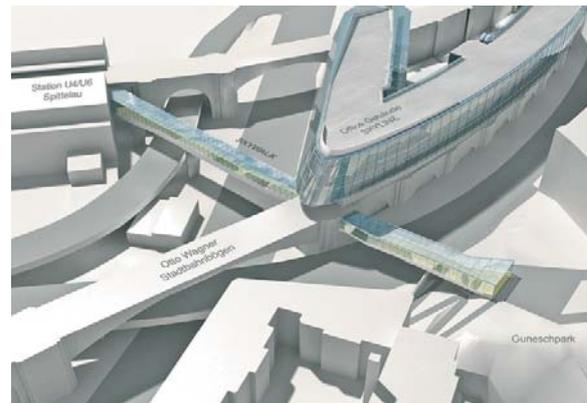
hat, verlangt geradezu nach einer Fortsetzung nur mit Faserbeton. Auch der Einsatz von Fertigteilen muss bei der nächsten Instandsetzung angedacht werden.





„SKYWALK“ ist ein Steg zwischen dem Guneschpark am Döblinger Gürtel und der U-Bahn-Station Spittelau. Die Brücke hat die Bestimmung, Fußgänger und Radfahrer gefahrlos und direkt über die komplizierte Verflechtung der stark belasteten Verkehrsflächen, auf einem freundlichen Weg in der Luft, zu führen und für den Radverkehr eine wichtige Verbindung zwischen Donaukanal und 19. Bezirk zu schaffen.

Das Projekt verfolgt eine stählerne Brückenkonstruktion, bestehend aus seitlich angeordneten zweiteiligen Kastenträgern aus geschweißten Stahlblechen. Das Brückendeck soll aus UHPC hergestellt werden. Die Planungen dafür sind derzeit im Gange und eine zukunftsweisende Lösung wird bei diesem renommierten Projekt angestrebt.



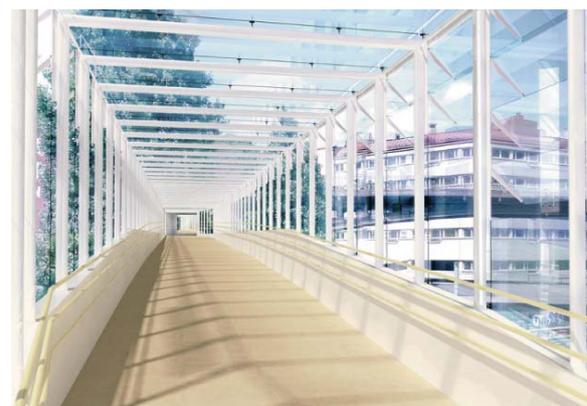
Ultrahochleistungsbeton (UHPC)

Ein viel beachtetes Ergebnis erbrachte ein internationaler Wettbewerb (Ingenieur-Architekten-Teams) für die Planung eines Steges zur U-Bahn-Station Spittelau. Den interdisziplinären Wettbewerb gewann das Team:

Architektur: Bulant & Wailzer
 Arch. DI Aneta Bulant – Kamenova,
 Arch. Mag. Klaus Wailzer

Tragwerk: Univ.-Prof. Dr. techn.
 DI Karlheinz Wagner

Planungskoordination: DI Rudolf Fritsch



Weitere Informationen rund um das Thema Beton und Zement

BETON
EMENT

www.zement.at

www.voeb.com





www.zement.at