

Zusammenspiel zwischen Ingenieur und Holzbaufirma

Am Beispiel der Pylonbrücke Hochstetten/D und der Spannbandbrücke Gera/D

Frank Miebach
Ingenieurbüro Miebach, Köln

1 EINLEITUNG

Am Beginn eines jeden Bauvorhabens mit einer gewissen Komplexität steht immer die Überlegung, wie und mit wem etwas realisiert werden kann. Der Holzbrückenbau nimmt sich da natürlich nicht aus. Hier gibt es nur erfahrungsgemäss eine recht geringe Anzahl von unterschiedlichen Baubeteiligten. Die Planung übernimmt in der Regel ein Architekt oder - häufiger noch - ein Ingenieur. Die Ausführung wird meist von spezialisierten Holzbaubetrieben bewerkstelligt. Somit ist naturgemäss ein kurzer Informationsweg zwischen den Beteiligten vorhanden.

Dass ein Austausch von Erfahrungen im Vorfeld sehr sinnvoll und fruchtbar ist, möchte ich Ihnen an zwei realisierten Beispielen der jüngeren Vergangenheit zeigen. Hier handelt es sich zum einen um die Pylonbrücke in Hochstetten/Breisach über die Bundesstrasse B31 und zum anderen um die Spannbandbrücke für die Bundesgartenschau 2007 in Gera/Ronneburg.

2 DER BAUABLAUF

Ähnlich wie bei der Sportdisziplin des Staffellaufs wird im Bauablauf zeitversetzt der Stab – oder besser gesagt der Bauplan - an den nächsten Beteiligten übergeben. Ist da ein Dialog wirklich so wichtig?

2.1 Allgemeiner Bauablauf

Sieht man den Generalisten in der zeitlichen Abfolge als ersten Wirkenden an, also das planende Ingenieurbüro, so ist seine Aufgabe genau zu betrachten: Er plant Geometrie, statisches Konzept und letztlich die Materialwahl. Alle sich daraus ergebende Vorgaben werden also schon im Vorfeld definiert, und haben durchaus weit reichende Auswirkungen auf den folgenden Prozess. Nach erfolgreicher Entwurfsplanung fertigt der Ingenieur die so genannten Ausschreibungsunterlagen, d.h. er definiert die Bauleistung in einem ausformulierten Leistungsverzeichnis (LV) und fügt in der Regel einen Entwurfsplan bei.

Die Ausschreibung wird für gewöhnlich veröffentlicht und ermöglicht den Holzbaubetrieben die Teilnahme an einem Preiswettbewerb. Der günstigste Bieter erhält den Zuschlag. Da es sich bei Brückenbauwerken meist um öffentliche Auftraggeber handelt, ist dieser Ablauf klar und starr gegliedert und fest definiert.

Das LV bildet somit den wichtigsten Vertragsbestandteil. Hier muss jede Leistung laut „Verdingungsordnung für Bauleistungen“ (VOB) erschöpfend beschrieben werden, es ist sozusagen die Übergabe der Bauidee. Und jede kleine Ungenauigkeit führt zu den berüchtigten Nachträgen. Diese Praxis ist somit nicht förderlich für ein vertrauensvolles Miteinander. Es ist meist sogar so, dass es zwischen dem ausschreibenden Büro und dem ausführenden Holzbaubetrieb keinerlei Kontakt gibt. Dies ist nur in dem Idealfall akzeptabel, in dem es sich um eine sehr einfache Konstruktion oder aber ein sehr erfahrenes Büro handelt.

Da jedoch Brückenbauwerke meist Unikate sind, ist eine klassische und umfassende Erfahrung nur bedingt zu gewinnen. Daher scheint es sehr fragwürdig, ob ohne Informationsaustausch der Beteiligten eine effiziente Bauabwicklung durchgängig möglich ist.

2.2 Idealer Bauablauf

Unter dem Aspekt der Rationalisierung und Arbeitsteilung ist ein völlig separates Arbeiten der Beteiligten sicherlich wünschenswert und nachvollziehbar. Doch gerade wegen der geringen Wiederholungsrate bei Brückenbaumassnahmen und dem kurzen Informationsweg ist hiervon dringend abzuraten.

Um ein ästhetisches, gut und sauber durchkonstruiertes Bauwerk zu erstellen - das also sowohl dem künstlerisch architektonischen als auch dem praktischen Aspekt genügt - ist ein Dialog zwischen dem Theoretiker und dem Praktiker unumgänglich. Oft konnte ich erleben, dass Optimierungswünsche von Seiten der Praktiker als profan abgestempelt wurden, oder Gestaltungswünsche der Theoretiker als abgehoben verunglimpft wurden. In beiden Vorwürfen steckt vielleicht ein wenig Wahrheit, aber die Symbiose soll heute mal unser Ziel sein. Als wegweisend und zur Verdeutlichung erläutere ich Ihnen daher das eben genannte an folgendem aus der jüngeren Vergangenheit:

3 POSITIVE GEBaute BEISPIELE

3.1 Pylonbrücke Hochstetten

3.1.1 Die Entstehungsgeschichte

Bei den Vorentwürfen für eine Brücke bei Hochstetten/Breisach stellte sich eine anspruchsvolle geometrische Aufgabe: Für den Anschluss eines Radwegnetzes sollte ein so genanntes Netz-Dreieck geschlossen werden, ähnlich wie bei einem Autobahndreieck. Man kann es sich wie eine T-Kreuzung vorstellen. Hier sollte nun der untere Balken des T Anschlusses über diese Brücke führen. Da nun aber die Wegführung parallel zu der zu kreuzenden Strecke liegt, also jeweils seitlich zu einer Bundesstrasse verläuft, muss man eine Kurve beschreiben, um auf die andere Seite zu gelangen. Und diese Kurve sollte gleichzeitig die Brücke sein. Sobald man von der Geraden jedoch abweicht, gibt es sowohl planerisch als auch bei der Materialwahl einen hohen Anstieg des Aufwands. Denn es gibt kaum etwas industriell Vorgefertigtes für solche Anforderungen. In welcher Ausführung ist so etwas realisierbar?

Im Regierungspräsidium Freiburg im Breisgau gibt es schon seit langer Zeit einige Befürworter für Holzbrücken – die Nähe zum traditionsbewussten Schwarzwald begünstigt dies vielleicht. Allen voran ist in der Ingenieurbauabteilung Herr Hornecker sehr im Namen von Holzbrücken aktiv und für innovative Holzbrückenentwürfe bekannt.



Abb. 1: Vorbild: Pylon- Blockträgerbrücke Wernau (D)

So hatte er erfreulicherweise von einer Pylon- Holzbrücke bei Wernau/Stuttgart erfahren, die von der Fa. Schaffitzel 1990 in S-förmig gebogenem Grundriss gefertigt wurde. Nachdem man sich von der Tauglichkeit dieser Tragkonstruktion für den vorliegenden Fall überzeugt hat, wurde weiter sondiert. Es wurde ein Vergleich verschiedenster Baustoffe angestellt: Stahlbeton ist in dieser Geometrie durch aufwändige Lehrgerüste herstellbar. Das hohe Eigengewicht der Konstruktion erfordert jedoch eine massive Dimensionierung sowohl der gebogenen Träger als auch der Anschlüsse. Die Verkehrslast der Radwegbrücke liegt in ungünstig geringem Verhältnis zur Eigengewichtslast.

Der Werkstoff Stahl ist hier hingegen durchaus Material sparend einsetzbar. Für die Erstellung eines Hohlkastens beispielsweise ist jedoch ein relativ hoher Aufwand wegen der umfangreichen Schweissarbeit zu berücksichtigen. Es hätte alles gesondert angepasst werden müssen. Für eine Verbundkonstruktion Stahl- Beton gilt ähnliches.

Zu guter letzt wurde also die Holzvariante mit den blockverleimten Plattenträgern untersucht. Diese sind zwar auch individuell gefertigt, jedoch dank der flexiblen Verleimtechnologie mit deutlich reduziertem Aufwand. Als Belag und gleichzeitiger Abdeckung der Holzträger wurde ein loser Betonplattenbelag analog der Wernau-Brücke in Erwägung gezogen.

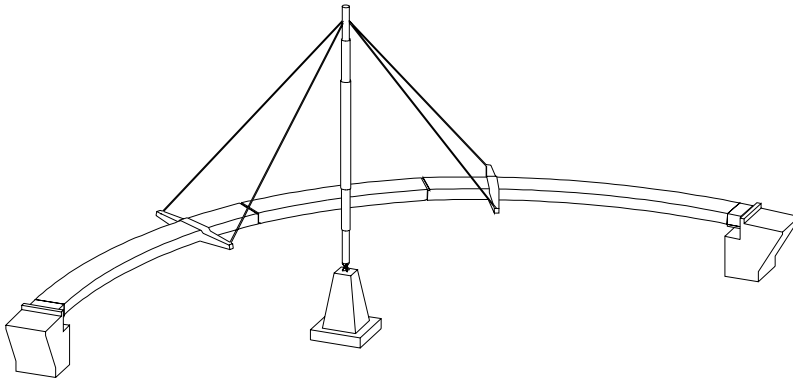


Abb.2 Isometrie Vorentwurf Brücke Hochstetten (viertelkreisförmig gekrümmter Grundriss)

3.1.2 Zusammenarbeit

Nach der Inspiration durch die gebaute Brücke in Wernau erfolgte schon recht früh in der Vorplanung ein gegenseitiger Erfahrungsaustausch. Neben zu klärenden Punkten wie den Herstellkosten kamen Fragen wie: Gibt es bei einer solchen Bauweise Schwachpunkte? Was kann man übernehmen, was verbessern? Wie kann man sie für den eigenen Fall optimieren?

Diese Fragen wurden erfreulich früh gestellt – und beantwortet. So konnten wir Aussagen zu einem Entwässerungskonzept treffen, die optimale Geometrie auch hinsichtlich der Montage und letztlich der Anschlussdetails herausfinden.

3.1.3 Ergebnis

Die Grundkonstruktion besteht wie in Wernau aus einem gebogen blockverleimten Tragbalken. Dieser wird über Pylon- Abspannungen aufgenommen. Hier entschied man sich gestalterisch für einen Stahlpylon. Auf den Blockbalken werden dann über Distanzklötze die Betonfahrbahnplatten aufgebracht. Deren Einzellänge beträgt ca. 4,00 m. Das Stahlgeländer ist seitlich an den Betonplatten befestigt.

Folgende wesentliche Punkte konnten nach wirtschaftlichen Aspekten optimiert werden:

1. Die in der Ansicht erkennbare Überhöhung konnten wir ohne Überhöhung der Einzelbauteile realisieren. Da wir die Brücke in drei Segmenten aufgeteilt haben, konnten wir diese Elemente polygonal überhöht anordnen und wie mit Klappscharnieren abknicken. Eine sehr wirtschaftliche liegende Blockverleimung wurde so möglich, ohne ein zweiachsig gebogenes Bauteil fertigen zu müssen. Die geschwungene Überhöhung des Betonplatten-Belages konnte gut durch unterschiedlich hohe Distanzklötze zwischen Holzträger und Betonplatte eingestellt werden. Somit gibt es keine oberseitigen Knicke.



Abb. 3: Ansicht Brücke Hochstetten (D)

2. Die Dreiteilung des Viertelkreis-Holzträgers erlaubte eine transportfreundliche Abmessung der Einzelbauteile. Unnötige Mehrkosten durch Sondertransport konnten entfallen.
3. Ein Z-Profil sowie einfache und sehr montagefreundliche Stossbleche, die vollflächig ausgenagelt werden, ermöglichen die zügige Bauweise.

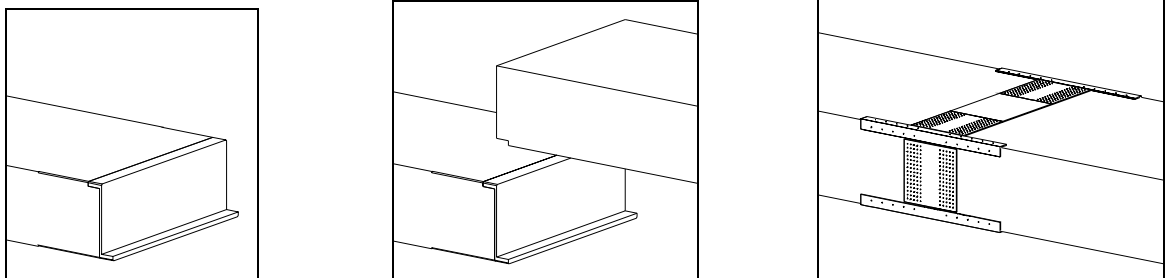


Abb. 4: Montageabfolge des Elementstosses

4. Zusätzliche Kupferblechwannen unterhalb der abgedichteten Betonplattenstösse gewähren eine Wasserabführung, auch wenn die Dichtigkeit der Fugen nachlässt. Einer gut funktionierenden Wasserabführung kommt hierbei eine grosse Bedeutung zu.

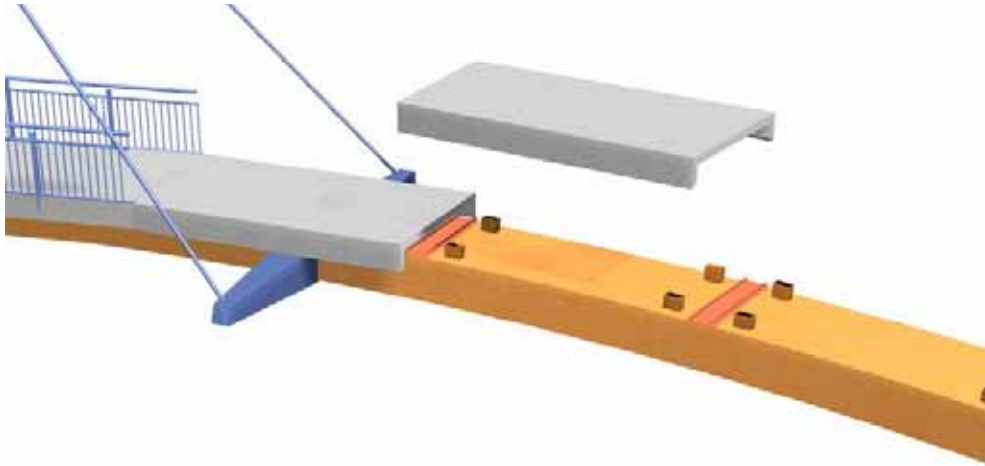


Abb. 5: Darstellung Aufbau Belag

5. Der Anschluss der Stahltraverse an den Blockträger wurde ohne abbundintensive Durchdringung ausgeführt. Der Holzträger läuft durch. Die Stahltraverse umschliesst den Blockträger durch eine Manschette, die nachträglich oberseitig wie mit einem Deckel geschlossen wurde.



Abb. 6: Untersicht Blockträger mit Traverse und Stosselement Brücke Hochstetten

3.2 Spannbandbrücke Gera

3.2.1 Die Entstehungsgeschichte

Für die Bundesgartenschau 2007 in Gera haben die Planer eine grosse Gehwegbrücke als Hauptattraktion vorgesehen. Es gilt dabei, ein ca. 225 m weites Tal, das Gessental bei Ronneburg, zu überbrücken. Zu den Gegebenheiten sei vorab erwähnt, dass sich das ganze Bundesgartenschau Gelände auf einem ehemaligen Uranbergbaugelände der SDAG Wismut aus DDR-Zeiten befindet. Das Gessental wurde damals komplett mit Abraum zugeschüttet. In einem für die Bundesrepublik Deutschland einmaligen Renaturierungsprogramm wurden an die Milliarden Euro für die Rückgestaltung der Landschaft ausgegeben. Die neue Situation vor Ort liess also eine komplette Umgestaltung der „neuen Landschaft“ am Reissbrett zu.

Nach einem Architektenwettbewerb wurde dann eine Spannbandbrücke für das neue Wahrzeichen ausgewählt. Die Ausführung war jedoch als Stahlbeton-Spannband vorgesehen. Nach einer vertieften Vorplanung wurde ersichtlich, dass der Kostenrahmen von ca. 1,6 Mio. Euro um ein vielfaches überschritten wurde – hauptsächlich durch extrem teure Widerlagerarbeiten verursacht. Der Grund ist hier in dem ungünstig hohen Eigengewicht der Stahlbetonkonstruktion zu sehen, so dass enorme Kräfte an den Brücken-Enden abzutragen gewesen wären.

Nachdem also den ursprünglichen Planern der Auftrag entzogen wurde, hat das Architekturbüro Dietrich aus Traunstein mit einer Holzvariante das Brückenbauvorhaben retten können, ohne von dem Gestaltungskonzept gross abweichen zu müssen. Die von dem gleichen Büro geplante Holz-Spannbandbrücke in Essing/Altmühltal stand hier Pate.



Abb.7: Vorbild Spannbandbrücke in Essing/Altmühltal



Abb. 8: Untersicht der Essinger Spannbänderbrücke, Baujahr 1978

Durch das geringe Eigengewicht der Holzkonstruktion kann man die im Widerlager rückzuverankerten Kräfte auf ein Drittel der Stahlbeton-Variante reduzieren, und somit die Kosten enorm senken. Der Kostenrahmen konnte so garantiert werden.

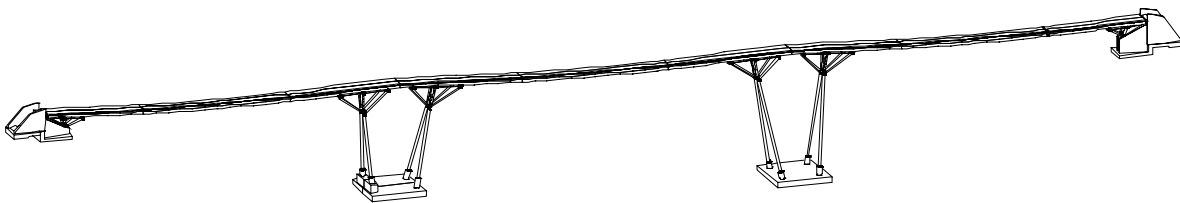


Abb. 9: Isometrie Vorentwurf Brücke Gera(D) mit 225 m Länge

3.2.2 Zusammenarbeit

Um eine wirtschaftliche Konstruktion realisieren zu können, gab es schon im Vorfeld einen Informationsaustausch hinsichtlich von Optimierungsmöglichkeiten.

Es wurde im Gegensatz zur Essinger Brücke eine blockverleimte Grundkonstruktion als Spannbänder favorisiert. Dadurch ist eine in horizontaler Richtung recht steife Bauart gegeben, die eine Schwingungsanfälligkeit reduziert. Die Einteilung der 225 m Brücke in transportgeeignete Bauteile führte zu einer neunteiligen Ausführung mit bis zu 30 m langen Bauteilen.

Grosses Augenmerk wurde hier auf die Anschlussdetails gelegt, die sowohl den ästhetischen Ansprüchen als auch der Wirtschaftlichkeit zu genügen hatten. Ästhetisch bedeutet in diesem Zusammenhang jedoch, so unsichtbar wie möglich.

Eine gestalterische Besonderheit ist der in der Breite und Höhe variierende Trägerquerschnitt. So wird die Brücke zu den Zwischen- und Endauflagern hin von 2,50 m auf 3,80 m breiter. In Feldmitte jeweils ist die Brücke zwar schmaler, jedoch um 50 cm höher. Die Breitenänderung hat optische Gründe, die Höhenvariation hingegen ist statischer Natur: Die Brückenoberseite darf nur maximal 8% geneigt sein, um als behindertengerecht eingestuft zu werden. Diese Neigungsvorgaben hätten jedoch ein sehr „straff“ gespanntes Zugband bedeutet. Ein 50 cm grösserer Durchhang der Konstruktion bewirkt hingegen eine enorme Reduzierung der Spannkraft.

Dem konstruktiven Holzschutz wurde erfreulicher Weise viel Platz eingeräumt. So wurde der zu schützende Blockträger oberseitig über die gesamte Länge mit einer Blechabdeckung „überdacht“. Als geeignetes Material ist eine Alublechabdeckung zur Ausführung gekommen, die oberseitig mit einem Lärchenholzbohlenbelag abgedeckt wird. Der Holzcharakter kann so gut erhalten bleiben.

Seitlich sind die Blockträger durch eine hinterlüftet angebrachte Dreischichtplattenverkleidung geschützt. Dieser dreiseitige Schutz der Holzkonstruktion gewährt den Schutz, den nun auch die neu eingeführte deutsche Holzbrückennorm DIN 1074 fordert. Eine hohe Dauerhaftigkeit ist demnach zu erwarten.

3.2.3 Ergebnis

Die Grundkonstruktion besteht aus einem 50 cm starken, blockverleimten Tragbalken. Dieser wird über Stahlstützen in den Drittelpunkten aufgelegt. Die fünfundzwanzig Meter hohen Stahlstützen sind bewusst einer Baumstruktur nachempfunden. Auf das Blockträgerband wurde eine Aluminiumabdeckung verlegt, die mit einem Lärchenbohlenbelag überdeckt wird. Seitlich sind die Träger durch eine hinterlüftete Verschalung geschützt. Das Holz-Stahlgeländer ist ebenfalls seitlich an den Blockträgern befestigt.

Folgende wesentliche Punkte konnten nach wirtschaftlichen Aspekten optimiert werden:

1. Die gestalterisch und unter dem Aspekt der Statik und Gebrauchstauglichkeit geforderte Trägerdicken- Zunahme in Feldmitte ist durch eine statisch nicht wirksame Aufdoppelung erfolgt. Diese Aufdopplung besteht aus vier konisch zulaufenden Einzelträgern. Dadurch konnte eine materialintensivere Blockverleimung dieser Elemente entfallen.



Abb. 10: Einzelelement mit Aufdoppelung

2. Die Unterteilung der Brücke in neun Einzelelemente ermöglichte sowohl gut transportierbare Bauteile als auch eine wirtschaftliche Anzahl von Stossbereichen. Einen grossen Einfluss bei der Aufteilung hat das Eigengewicht der Elemente, da das Einheben an der Bau-

stelle nur mit Schwerlastkranen erfolgt. Die Krankosten sind wesentliche Faktoren, und diese steigen exponential vom zu hebenden Gewicht bzw. der Distanz vom Kran-schwerpunkt.

3. Den Montagestössen wurde wegen der Belastung ein hoher Stellenwert eingeräumt. Nach umfangreichen Vergleichen konnten wir den Anschluss mit Schlitzblechen und Stabdübeln als den effizienten ermitteln.

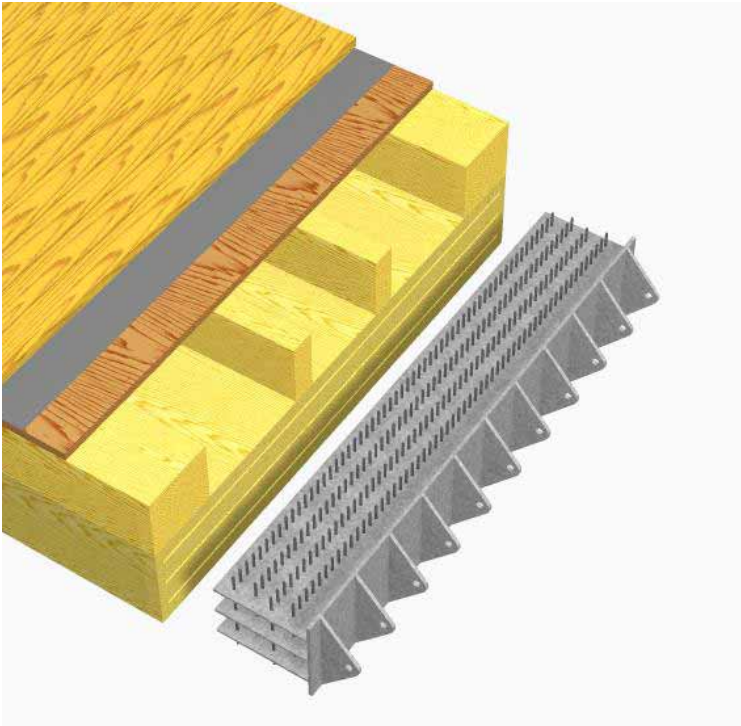


Abb. 11: Anschlussdetail eines Elementstosses

4. Für den Montageablauf mussten viele Randparameter berücksichtigt werden. So war nur eine beschränkte Befahrbarkeit zu berücksichtigen. Anfängliche Überlegungen, von mehreren Standorten aus die Elemente einzuheben, wichen so schnell der Erkenntnis, nur von zwei Kranstandorten aus zu montieren. Dies führte dazu, einen extrem grossen 850 Tonnen-Kran einzusetzen. Die Kosten für Kranstandplätze mussten so mit den Krankosten gegen gerechnet werden.
5. Das Montagekonzept: Für sämtliche Einzelbauteile mussten Hilfskonstruktionen erstellt werden, die eine provisorische Ablage ermöglichten. Eine exakt errechnete Spannbandlinie soll sich im Endzustand einstellen. Dazu ist jedoch im Vorfeld eine Montage-Istlinie festzulegen, da sämtliche Nachgiebigkeiten und Toleranzen der Verbindungsmittel zu beträchtlicher Längenänderung führen, die bei der Gesamtlänge zwar fast nur drei cm ausmachen, jedoch einen zusätzlichen Durchhang von fünfzehn bis zwanzig Zentimeter bedeuteten hätten. Die Anforderungen an die Genauigkeit waren somit sehr hoch.

Nachdem eine gewisse „Überhöhung“ in den Montageturmen eingestellt war, wurde damit begonnen, von einer Seite zur anderen zu montieren. Zur Sicherheit haben wir das letzte Bauelement ohne Zuschnitt (Abbund) zur Baustelle geliefert und erst nach Einmessen dieses Feldes abgelängt. So bekamen wir die am Bau üblichen Toleranzen gut in den Griff. Die Solllinie wurde nahezu exakt erreicht.

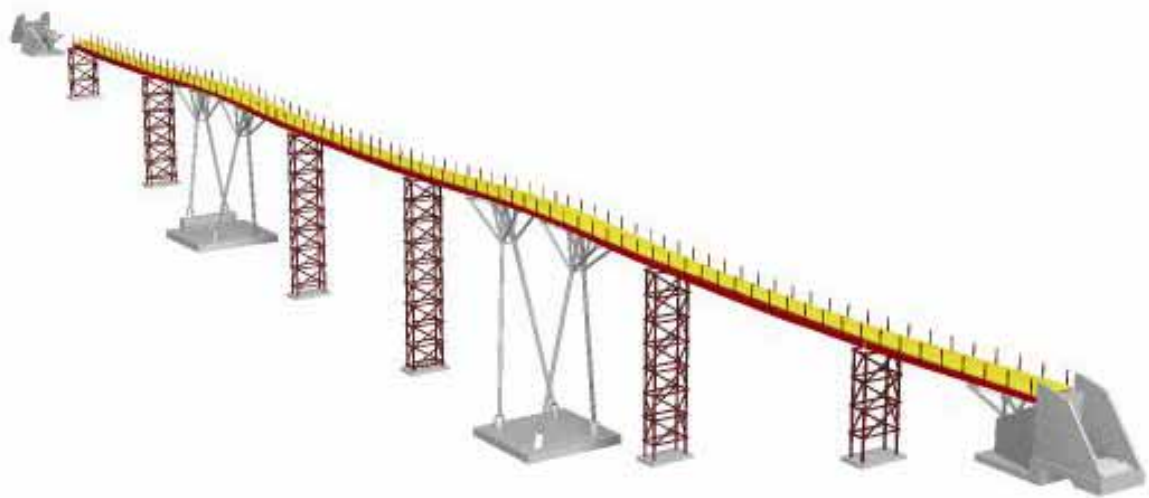


Abb. 12: Montagegerüste während der Bauzeit



Abb. 13: Fertiggestellte Spannbandbrücke

4 ZUM GUTEN SCHLUSS

Die beiden gezeigten Brückenbauwerke zeichnen sich durch eine nicht immer übliche Korrespondenz zwischen den Baubeteiligten aus. Dies ist fast ausnahmslos auf die offene Herangehensweise der Planenden Ingenieure bzw. Architekten und Bauherren zurückzuführen. Diesen sei an dieser Stelle gedankt.

Jedoch sollte ein solch positiver und für alle Beteiligten fruchtbarer Bauablauf eigentlich zeigen, dass es eine Selbstverständlichkeit sein sollte, so zu bauen. Doch noch sieht die Realität anders aus.

Es gibt jedoch auch Anzeichen, dass sich dies tendenziell verbessern kann: So haben wir vor kurzem unser erstes Bauvorhaben in einem so genannten PPP-Projekt realisiert. Dies bedeutet „Public- Private- Partnership“, und meint einen Zusammenschluss von Baubeteiligten der öffentlichen Hand als auch aus der Privatwirtschaft. Im Wesentlichen zeichnet sich die Zusammenarbeit darin aus, dass ein Bauvorhaben von öffentlichem Interesse mit grossteils privater Finanzierung entsteht. Die beteiligten Privatbetriebe, häufig aus der Bauwirtschaft, bringen neben der Finanzierung auch eigennützig Ihre Arbeitsleistung mit ein. Der öffentliche Baubeteiligte regelt die Randbedingungen und hat ein wesentliches Mitspracherecht bezüglich der Ausführungsgestaltung. Die Vorzüge liegen neben der Risiko-Entlastung der staatlichen Institutionen im Dialog, der im Gegensatz zur „normalen“ Ausschreibungspraxis mit allen Beteiligten schon im Vorfeld geführt werden muss.

Laut Definition von „Wikipedia“ ist dies eine Mobilisierung privaten Kapitals und Fachwissens zur Erfüllung staatlicher Aufgaben. Das Augenmerk möchte ich auf das Wort „Fachwissen“ legen, das bei solchen Projekten zielgerichtet einfließen kann. Und die Erfahrung, dass sich solche Projekte zunehmender Beliebtheit erfreuen, lässt auf eine kommunikativere Zukunft hoffen.