

WERKBERICHTE



Zehn Werkberichte
aus dem Hause SSF Ingenieure AG
zum Münchner Projekttag am 13. Juni 2013
in der BMW Welt München

Inhalt

Design and Build am Beispiel von zwei Brücken in den Niederlanden	1
<i>Referent: Dipl.-Ing. Hans-Joachim Casper</i>	
Bericht zu einer Auswahl interessanter Projekte im Ausland	2
<i>Referent: Dipl.-Ing. Matthias Scholz</i>	
Von der Visualisierung zur Realisierung – Les Halles Paris	3
<i>Referent: Dipl.-Ing. Ferdinand Tremmel</i>	
BAB A9 Seitenstreifenfreigabe im Abschnitt AS Allershausen – AK Neufahrn 14 km Autobahn in vier Monaten	4
<i>Referent: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wolf / Dipl.-Ing. Stephan Lindner</i>	
Umweltplanung zum Donauausbau Straubing – Vilshofen	5
<i>Referent: Prof. Dr. Jörg Schaller</i>	
Übersicht Infrastrukturprojekte Eisenbahnanlagen	6
<i>Referent: Dipl.-Ing. (FH) Holger Knippschild</i>	
Ausgewählte Brückenentwürfe der letzten Jahre	7
<i>Referent: Dipl.-Ing. Peter Radl</i>	
Die U5. Für mehr Mittendrin – Planungsleistungen für den Lückenschluss der U5 in Berlin	8
<i>Referent: Dipl.-Ing. Michael Weizenegger</i>	
Neubau des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung	9
<i>Referent: Dipl.-Ing. Peter Voland</i>	
Entwicklung von neuen Bausystemen und deren Anwendung im Brückenbau	10
<i>Referent: Dr.-Ing. Günter Seidl</i>	



»Design and Build«
am Beispiel von zwei Brückenbauprojekten in den Niederlanden

Referent: Dipl.-Ing. Hans-Joachim Casper

Mit dem Vergabeverfahren »Design and Build« werden vom Bauherrn die Planungs- und Ausführungsleistungen eines Bauvorhabens in die Hand nur eines Auftragnehmers gelegt.

Die Ausschreibungsunterlagen beschränken sich hierbei auf die Beschreibung der funktionellen, technischen, wirtschaftlichen und ökonomischen Projektanforderungen. Weitere Bedingungen sind die sogenannten RAMS-Anforderungen, die den Zeitraum der uneingeschränkten Funktionstüchtigkeit (Reliability - R), die Lebensdauer mit zugestandenem Außerbetriebnahmen und Instandhaltungsarbeiten (Availability - A), erforderliche Unterhaltungsaufwendungen (Maintenance - M) und notwendige Sicherheitseinrichtungen (Safety - S) beschreiben.

Zusammen mit den Anforderungen an das Bauvorhaben werden durch den Bauherrn die maximal zulässigen Baukosten vorgegeben.

Die Schwerpunkte der Entwurfsarbeit bestimmen sich durch die angegebenen Wertungskriterien, die die öffentlichen Anliegen von Funktion, optischem Erscheinungsbild und Wirtschaftlichkeit gewichten.

Der Ausgabe der Ausschreibungsunterlagen vorangestellt ist eine Präqualifikation der Bieter, im Zuge derer der Bauherr eine begrenzte Anzahl von entsprechend leistungsfähigen und zuverlässigen Firmen oder Konsortien auswählt.

Bei den im Folgenden vorgestellten Projekten wurde die Anzahl der Bieter auf vier bzw. fünf Konsortien begrenzt, die sich aus ausführenden Firmen, Ingenieuren und wegen des gestellten gestalterischen Anspruchs auch aus Architekten zusammensetzen hatten. Die Begrenzung der zum Angebot aufgeförderten Firmen trägt auch dem

Aufwand der den Vergabeprozess begleitenden regelmäßigen Dialogrunden des Bauherrn mit allen Anbietern und den im Allgemeinen hohen Kosten der Angebotsbearbeitung Rechnung.

Die Dialogrunden, in denen dem Bauherrn der Stand der Entwurfsbearbeitung vorgestellt wurde, gaben den Bietern die Möglichkeit zur Fragestellung und Klarstellung der Aufgabe. Fragen wurden vom Bauherrn jeweils schriftlich beantwortet. Vom Bauherrn seinerseits wurden die statischen und konstruktiven Einzelheiten und die unterhaltungsrelevanten Aspekte des Entwurfs eingehend hinterfragt, da die gesicherte technische und finanzielle Machbarkeit, ein termingerechter partnerschaftlicher Bauablauf, die Funktionalität und die Dauerhaftigkeit gleichauf standen mit dem Wunsch nach einem architektonisch ansprechenden Bauwerk. Zur Erfüllung seiner Aufgabe bediente sich der Bauherr hierbei auch der Hilfe externer Architekten, Ingenieurbüros und Universitäten.

Mit dem Ausschreibungsverfahren »Design and Build« kommt den Firmen in der Angebotsphase die wesentliche Entwurfsarbeit zu. Gleichzeitig erhebt der Bauherr zur sicheren Wertung der Angebote den Anspruch auf umfangreiche und transparente Angebotsunterlagen, die technische Beschreibungen, statische Berechnungen, detaillierte Entwurfspläne, Terminpläne, genaue Angaben zu Unterhaltungsaufwendungen und Kalkulationsunterlagen bis hin zu einem Bauwerksmodell umfassen. Für diese Leistungen erhalten alle Bieter eine angemessene Vergütung, die im Falle der Brücke über die IJssel 0,75 % der maximalen Bausumme oder 375.000 € je Bieter betrug.



Abb.1, Brücke über die IJssel, Ansicht



Abb.2, Brücke über die IJssel, Blick auf die Hauptöffnung über den Fluss IJssel mit einer Spannweite von 150 m; Brückengesamtlänge ca. 926 m



Mit der Brücke über die IJssel war im Besonderen ein architektonisch anspruchsvolles Bauwerk gefordert. Durch Bürgerproteste gegen ein Brückenbauwerk und starke Befürworter von Tunnellösungen für die infrastrukturell notwendige Eisenbahnstrecke war ProRail als Bauherr aufgerufen, mit einer besonderen Gestaltung des Bauwerkes für die notwendige Akzeptanz in der Bevölkerung zu werben.



Abb.3/4, Brücke über die IJssel, Fußweg und Untersicht

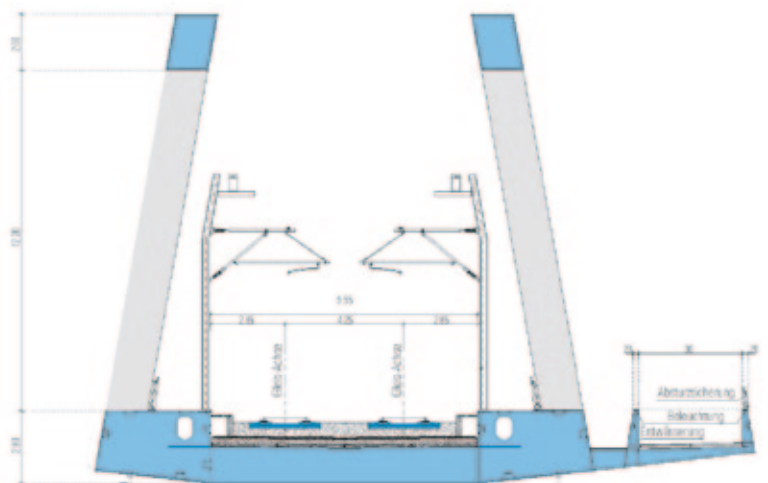


Abb.5, Brücke über die IJssel, Querschnitt

Die Ausschreibung forderte so auch zwingend einen Architekten innerhalb jedes Bieterkonsortiums. Für die Auftragsvergabe war eine Wertung von 65 % für die Gestaltung und nur 35 % für die Baukosten, die mit 50 Mio. € netto limitiert waren, vorgegeben.

Der Siegerentwurf, ein schlankes durchlaufendes Bogenfachwerk, zeigt eindrucksvoll, dass es gelingen kann, vermeintlich gegensätzliche Aspekte wie architektonischen Anspruch und fixe Baukosten sowie die Dimensionierung einer hochbelasteten und schweren Eisenbahnbrücke mit gleichzeitig zurückhaltender Einpassung in die ebene Landschaft und ländliche Natur miteinander zu vereinen.

Die Fuß- und Radwegbrücke Plofsluis über den Amsterdam-Rijnkanaal sollte das Ensemble, bestehend aus der Plofsluis, ein für Kriegszeiten zum Zwecke der Kanalspernung gebauter Sandbunker, und einer einseitig vorhandenen Bogenbrücke, vervollständigen und sich der sensiblen Flusslandschaft harmonisch anpassen. Die Baukosten waren durch den Bauherrn, die Gemeinde Nieuwegein, mit 6,1 Mio. € netto und die Unterhaltungskosten für 15 Jahre mit 300.000 € netto fest vorgegeben. Die Wertungskriterien für die Vergabe bestimmten mit 50 % die Formgebung und Anpassung an die Umgebung, mit 20 % die mögliche Reduzierung der Kosten für den

15-jährigen Unterhalt, mit 20 % die detaillierten Erläuterungen der Unterhaltsaufwendungen und mit 10 % die Risikoanalyse von Termintreue, technischer Qualität und uneingeschränkter Funktionalität.

Der Siegerentwurf ist eine außergewöhnlich gestaltete Fuß- und Radwegbrücke, die bemerkenswerterweise aufgrund der Detailausbildungen in Hinblick auf Funktion und Unterhalt den Vorzug des Wertungsgremiums erhielt. Die Siegerentwürfe beider genannter Bauwerke entstanden in Zusammenarbeit der Architekten Quist Wintermans mit SSF Ingenieure AG als Bestandteil der jeweiligen Firmenkonsortien.



Abb. 6, Fußgängerbrücke Plofsluis, Visualisierung



Abb. 7, Fußgängerbrücke Plofsluis, Visualisierung

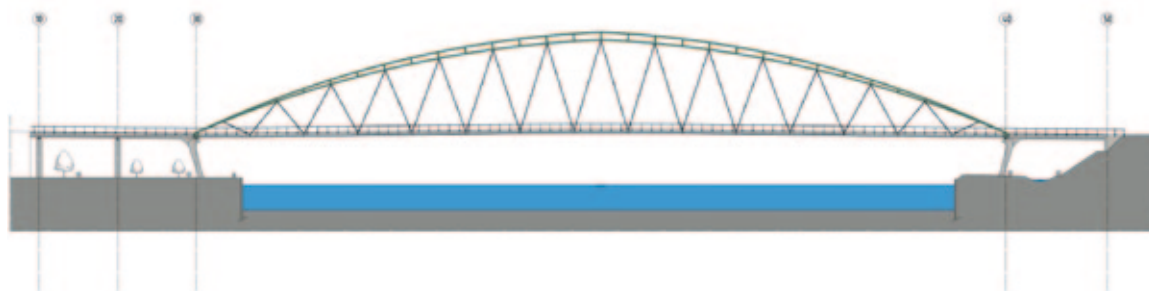


Abb. 8, Fußgängerbrücke Plofsluis mit Spannweiten von 20 m + 160 m + 15,50 m + 15,50 m; Brückengesamtlänge 211 m

Grundmerkmal öffentlicher Vergabeverfahren von Bauleistungen ist in Deutschland die Trennung von Entwurfsplanung und anschließend beauftragter Ausführungsphase. Ausschließliches Zuschlagskriterium ist in der Realität das letztlich doch günstigste Preisangebot. Auch wenn die Entwurfsplanung für sich einem Wettbewerb unterzogen werden kann oder im Zuge der Angebotslegung durch die Firmen begrenzt Nebenangebote möglich sind, so bleiben doch der Gestaltungs- und der Preiswettbewerb voneinander entkoppelt.

Die Vergabe der Entwurfs- und Ausführungsleistungen eines Bauvorhabens nach der »Design and Build« Methode an ein und denselben Auftragnehmer ermöglicht jedoch erst die optimale Lösungsfindung mit der individuellen Gewichtung des Anforderungskataloges im Rahmen des vorgegebenen Kostenrahmens und lässt bereits in einer sehr frühen (design) Phase das *know how* von Bauunternehmen mit Blick auf Arbeitsvorbereitung und Baudurchführung (best practice) einfließen. Für den Bauherrn ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Den bietenden Firmen, Ingenieuren und Architekten bietet sich die Möglichkeit, weg vom niedrigsten Preis, hin zu einem Ideenwettbewerb nach höchster Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Der siegreiche Bieter übernimmt hierbei aber auch alle erkennbaren Risiken, auf die die Ausschreibung schließen lässt.

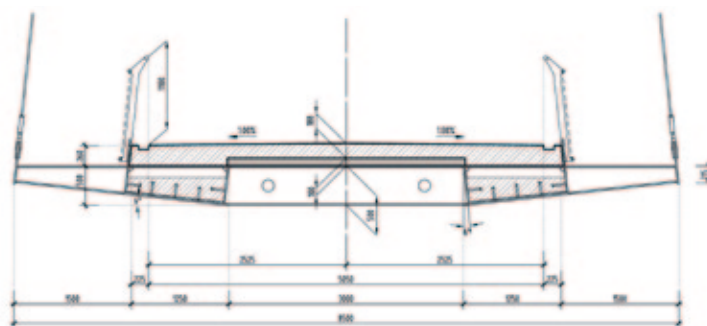


Abb. 9, Fußgängerbrücke Plofsluis, Regelquerschnitt

»Design and Build« bedeutet, dass der Bauherr nicht die Schnittstelle zwischen Entwurfsplaner und Auftragnehmer der Bauleistung mit all den bekannten zeitlichen und finanziellen Risiken besetzt. Das Vergabeverfahren liefert dem Bauherrn in der wettbewerblichen Übernahme der Gesamtverantwortung für Entwurf, Kalkulation und Bauausführung durch den Auftragnehmer bei größtmöglicher Kostensicherheit das den Anforderungen entsprechend optimierte, auf den Kundenwunsch hin perfektionierte Bauwerk. Oder anders formuliert: »Der Bauherr baut keine Brücke, er kauft das gewünschte Brückenbauwerk«.



Bericht zu einer Auswahl interessanter Projekte im Ausland

Referent: Dipl.-Ing. Matthias Scholz

Planen und Bauen im weltweiten Netzwerk / internationales Projektengagement von SSF Ingenieure AG

Ferne Länder mit fremden (Bau) Kulturen, aber vor allem die unterschiedlichen Traditionen im Bau und bei der Planung sowie ein meist divergierender Normenraum mit wie auch in Deutschland eigenen Festlegungen und lokalen Standards stellen eine große Herausforderung bei der Planung und Realisierung internationaler Projekte dar. Zahlreiche realisierte Auslandsprojekte belegen, dass gute, ganzheitliche und nachhaltige Planungen nur mit profunder und breitgefächelter Expertise, Kompetenz im Projektmanagement und im intensiven Dialog mit dem Kunden und den Projektbeteiligten zum Erfolg führen. Die SSF Ingenieure AG ist zusammen mit den Ingenieuren der SSF Gruppe im Ausland insbesondere bei Projekten im innerstädtischen Spezialtiefbau für Verkehrstunnel und Metros, bei Eisenbahninfrastruktur für Nahverkehr, Fernbahn und Hochgeschwindigkeit, bei hoch spezialisiertem Ingenieurbau im Brückenbau und Industriebau oder bei ganzheitlicher Planung von Event Stadien, Arenen und Ausstellungsgebäuden beteiligt.

Beispiele für erfolgreich realisierte internationale Projekte:

- Baku Crystal Hall – die Event Arena, gebaut nur für den ESC
- Neues U-Bahn-Netz in Doha, Katar – Qatar Integrated Railway Project (QIRP)
- Straßenbrücke in Tiflis, Georgien
- Verlängerung U-Bahn-Linie L1C, Algerien



Abb. 1, Baku Crystal Hall – die Event Arena für den Eurovision Song Contest (ESC)

Baku Crystal Hall – die Event Arena für den Eurovision Song Contest (ESC)

Nachdem Aserbaidschan den Eurovision Song Contest im Frühjahr 2011 gewann und damit Ausrichter des folgenden Songcontest 2012 war, stand Aserbaidschan vor der Herausforderung, bis Mai 2012 einen geeigneten Veranstaltungsort zu finden bzw. zu bauen.

Ende Juli 2011 beauftragte das Committee of Property Issues in Baku die Firma Alpine Bau Deutschland in Kooperation mit dem Schweizer Messebauer Nüssli International AG als Generalunternehmer mit dem Bau einer neuen Multifunktionshalle nach einem Entwurf der Architekten GMP – von Gerkan, Marg und Partner.

Die ursprünglich geplante Event Arena sollte lediglich für den ESC, für ein im wörtlichen Sinne einmaliges Konzert errichtet werden und hätte den Charakter einer temporären Halle gehabt. Doch schon bald war klar, dass die neue »Baku Crystal Hall«-Multifunktionshalle am Platz der Nationalflaggen an der meeresseitigen Promenade von Baku, dem Dövlət Bayrağı Meydanı für eine dauernde Nutzung errichtet werden sollte. So wurde unter dem Generalunternehmer Alpine Bau und Nüssli der Entwurf der Architekten GMP, einer mit silbern glänzender Membran bespannten Arena in Form eines Kristalls, umgesetzt.

Die Multifunktionshalle mit einer Fläche von ca. 135 x 100 m (13.500 m²) besteht im Wesentlichen aus 3 mehr oder weniger unabhängigen Tragwerken, die umlaufenden Tribünenkonstruktionen mit Kragdächern (ca. 5.500 t Stahl), das Hallenmitteldach (ca. 2.500 t Stahl) und die äußere Fassadenkonstruktion (1.500 t Stahl) mit einer rd. 20.000 m² großen Textil-Membran-Bespannung.

Die Arena steht in einer der kritischsten Erdbebenzonen der Welt (mit Erdbebenstärken der Richterskala 9) und ist zudem noch den Starkwindereignissen (Windgeschwindigkeiten von bis zu 45 m/s), wie sie am Kaspischen Meer häufig vorkommen, ausgesetzt.

Die Arena musste einschließlich sämtlicher Bühneneinbauten und Übertragungstechnik zum Start des 1. Halbfinals des ESC am 22. Mai 2012 und natürlich zum Finale am 26. Mai betriebsbereit sein.

Nach einer Planungs- und Bauphase von lediglich acht Monaten, in dem aus einem Konzept für ein »Provisorium« eine echte vollwertige Arena entstand, fand die Übergabe der Mehrzweckhalle mit 25.000 Personen Fassungsvermögen (zum ESC-Event aufgrund der Bühnenarrangements etc. reduziert auf 16.000) termingerecht bereits am 1. April 2012 statt.

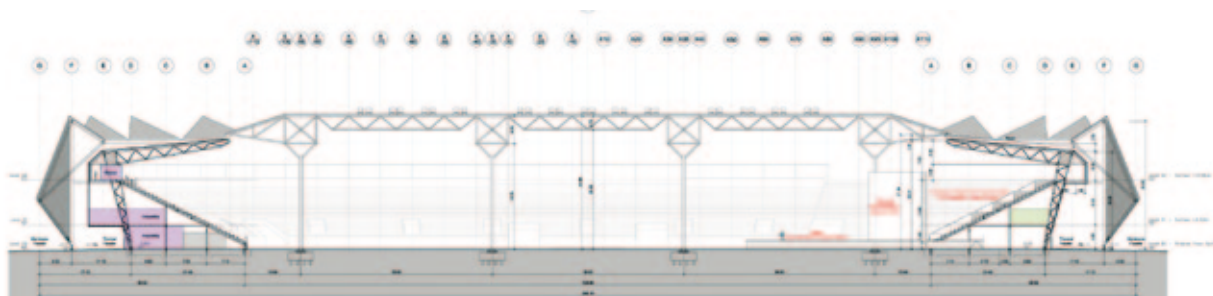


Abb.2, Längsschnitt

Die SSF Ingenieure AG übernahm mit der Abteilung für internationale Projekte die Entwurfs- und Tragwerksplanung der Tribünen und Stadionüberdachung, die Koordination der Schnittstellen sowie die Prüfung der Planung bis hin zur Werkstattplanung. Die SSF Gruppe mit dem Baugeologischen Büro Bauer war mit der Beurteilung des Baugrundes, der Gründungskonzeption und der Beaufsichtigung der Herstellung der Rammpfahl-Gründung betraut.

Durch den mehr als engen Zeitplan konnte nicht in allen Details die Prüfung der Planung und des Bauwerks in einer zeitlich geordneten Reihenfolge durchgeführt werden. Für die Planung wurden daher z.B. die Lastannahmen vom Generalunternehmer in Zusammenarbeit mit SSF Ingenieure AG eigenverantwortlich festgelegt und dem Bauherrn zur Abstimmung und Freigabe vorgeschlagen.

Besonders bei den systemkritischen Belastungen wie Erdbeben und Wind wurde dabei redundant verfahren. So wurde z.B. die Windbelastung sowohl durch ein Windgutachten festgelegt und als auch durch modifizierte Belastungsansätze in Analogie zum Eurocode verifiziert. Erst einige Monate nach dem ESC-Event wurden dann die Planungsunterlagen und das Bauwerk selber vom Bauherrn geprüft und abgenommen.

Um das äußerst enge Terminkorsett halten zu können, wurden die Einzeltragwerke, Dach und Tribüne, vorab getrennt voneinander dimensioniert. Im Nachgang wurde alles in einem Gesamtmodell abgebildet, um insbesondere die Gesamtstabilität mit den kritischen Einwirkungen »Erdbeben« und »Starkwind« nachzuweisen.

Anfang August 2011 wurde mit der Tragwerksplanung begonnen. Bereits im September 2011 starteten die Rammarbeiten für die Tiefgründung und die ersten Materialbestellungen für die Stahlprofile und -bleche wurden ausgelöst. Im Dezember 2011 waren bereits große Teile der Stahlkonstruktionen montiert, im März 2012 war die Mehrzweckhalle in den letzten Ausbau- »Zügen«.



Abb.3, Die beleuchtete Arena am Abend

Neues U-Bahn-Netz in Doha, Katar; Qatar Integrated Railway Project (QIRP)

Ein vom Umfang ganz anderes, viel größeres Projekt ist der Bau eines vollständigen neuen Metro-Systems in Doha, Katar, eine weltweit beachtete Milliardenmaßnahme im Bereich innerstädtischer Infrastruktur.

Anlässlich der FIFA Fußball WM im Jahr 2022 soll ein modernes U-Bahn-Netz innerhalb der Stadt Doha mit Verknüpfung der bis zu 12 Fußballstadien und des neuen Flughafens mit vier Hauptlinien installiert werden. Es umfasst ca. 90 km Strecke mit einem Tunnelanteil von 50 % und ca. 30 Stationen, davon 24 unterirdische. Im Anschluss daran soll das Nahverkehrssystem abschnittsweise um weitere rund 300 km S-Bahnstrecken (Light Rail System) weiter ausgebaut werden, um der rasant wachsenden Stadtverdichtung Rechnung zu tragen. Zudem ist ein 300 km langes Fernstreckennetz für Güterverkehr und als Hochgeschwindigkeitstrassen zu den benachbarten Anrainerstaaten Saudi Arabien und Bahrain vorgesehen, welches in Umsteigeverkehrsknoten an das urbane Netz verknüpft werden soll.



Abb.4, Doha Metro Phase I – Netzplan

Das zu erstellende U-Bahn-Netz in Phase 1 umfasst vier Linien (gelb, rot Nord/Süd, grün und blau), die bis zum Jahr 2022 realisiert werden sollen. Insgesamt handelt es sich für den unterirdischen Bereich um 24 Stationen, 7 Notausgänge (Schachtbauwerke), 5 unterirdische Gleiswechsel- und 4 Rampenanlagen sowie einer Gesamttunnelstrecke von ca. 45,6 km Länge mit einem geschätzten Baukostenvolumen von ca. 7 Mrd. Euro.

Work Order 1

In der sogenannten Work Order 1 waren die Ausschreibungsunterlagen im FIDIC Yellow Book Verfahren für den ersten Teil des innenstädtischen Netzes zu erstellen.

Die SSF Ingenieure AG war über die Deutsche Bahn International (DBI) mit der Erstellung der Planungsleistungen des QUATAR INTEGRATED RAIL PROJECT QIRP für den Kunden Qatar Rail Cooperation in Doha beauftragt. Der Planungszeitraum erstreckte sich für die Vorstudien von 10/2011 bis 01/2012 und für die Entwurfsplanung von 02/2012 bis 08/2012.

Mit der Veröffentlichung der Ausschreibungsunterlagen (sogenanntes Tender Design) und Beginn des FIDIC Bewerbungsverfahrens im August 2012 konnte die Planung rechtzeitig zu Beginn des Ramadan Festivals abgeschlossen werden.

Derzeit erfolgen die Vergaben der einzelnen Streckenlose an die präqualifizierten Konsortien als Paket Design&Build. Mit den Arbeiten soll noch dieses Jahr begonnen und im Jahr 2018/2020 sollen die Stationen schlüsselfertig mit einer komplett erstellten Infrastruktur und ausgerüsteten Strecken rechtzeitig vor der FIFA Fußball WM übergeben werden.

Green Line	Msheireb – Ramp Education City
Red Line North	Msheireb – Trough M10
Red Line South	NDIA Station - Msheireb
Golden Line	Airport City North – Al Sadd
Major Station	Msheireb
Major Station	Education City

Das Tender Design basiert auf den von der SSF Ingenieure AG erarbeiteten Planungsunterlagen für die unterirdischen Strecken; im Rahmen einer Vorplanung und aufgesetzter Entwurfsplanung. Insgesamt war die SSF Ingenieure AG verantwortlich für die Planung von 11 unterirdischen Stationen, 5 Gleiswechsel- und 3 Rampenanlagen.



Abb.5, Animation des Umsteigebahnhofs Al Diwan

Die Stationen wurden als Durchgangsbahnhöfe oder Kreuzungsstationen mit unterirdischen Verbindungsgängen zur oberflächennahen Erschließung konzipiert. Für den weiteren Netzausbau wurden teilweise Vorwegmaßnahmen innerhalb der Umsteigestationen vorgesehen, die den späteren Nachbau von weiteren Gleisen für U-Bahn oder auch Fernbahn ermöglichen.

Aufgrund der zum Teil großen Tiefenlage der Stationen (bis zu 39 m unter GOK), des hoch anstehenden, sehr salz- und chloridhaltigen Grundwassers und der dichten innerstädtischen Bebauung waren insgesamt hohe Planungsanforderungen an Konzeption, Entwurf, Baustellenlogistik, temporäre Verkehrsführung, Stadtplanung, Architektur, Sparten und Schnittstellen der Bauwerke gestellt.

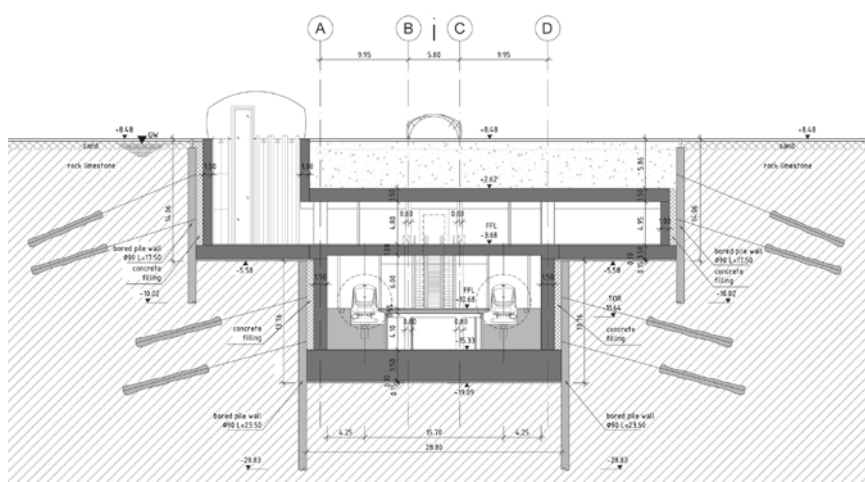


Abb.6, Eine typische Station für diese Linie ist die sogenannte »Silver I-Type underground station« mit einem Mittelbahnsteig (120 m Länge, 15,70 m Bahnsteigbreite, < 10.000 Passagiere/d) mit einer Gleislage von ca. 17 m unter der Oberfläche.



Abb. 7, Urban Integration Plan der Station Al Sadd - C - Ring

Die Straßen sind Dohas Lebensadern. Der gesamte Verkehr, Individualverkehr mit PKW und Gütertransport mit LKW, läuft Tag und Nacht über die großzügigen, teilweise mehr als sechsspurig dimensionierten Straßen. Die Einrichtung von innerstädtischen U-Bahn-Baustellen mit entsprechend verkehrlichen Einschränkungen, wie wir es aus Deutschland und Europa kennen, wurde von der AS-GHAL, der Strassenbaubehörde, nur in wenigen Ausnahmen toleriert. Erhebliche Verkehrsumleitungen sowie umfangreiche temporäre Maßnahmen wie Teil-Deckelbauweisen bzw. immense Hilfsbrückenkonstruktionen waren das Ergebnis.

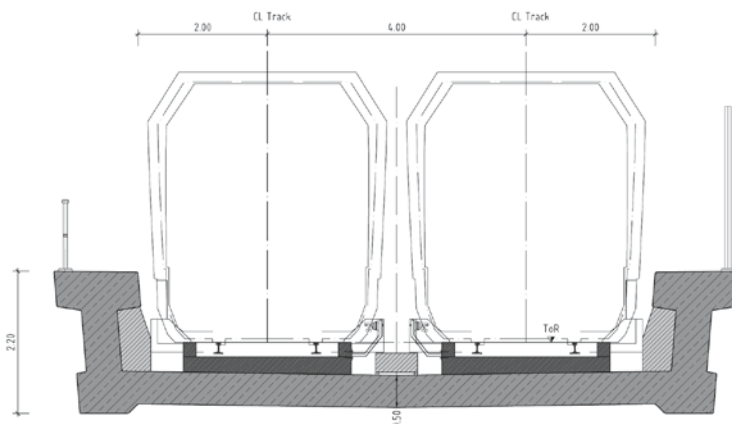


Abb. 8, Gewählter Trogquerschnitt für die aufgeständerte Fahrbahn der Doha Metro

Da das Architectural Branding, also das übergeordnete Erkennungsmerkmal der Linien und Stationen, noch nicht definiert war – dazu wurde ein separater Architektur-Wettbewerb ausgeschrieben – wurden die Stationen im Innenraum nach einem festgelegten architektonischen Standardkonzept geplant. Die haustechnische Ausstattung (HVAC, MEP), aber auch die übliche technische Gebäudeausrüstung wurde in die Entwurfsplanung bereits integriert. Belange der Stadtplanung oder die Schnittstellen zu den bahntechnischen Ausrüstungsgewerken wurden ebenfalls durch die SSF Ingenieure AG koordiniert.

Work Order 4

Nach Abschluss der Ausschreibung der unterirdischen Netzabschnitte erfolgt in einer weiteren Phase die Grundlagenplanung für die oberirdischen Linien. Die SSF Ingenieure AG wurde hierbei mit der Entwicklung eines Metro-Brücken Standardträgers für die sogenannte aufgeständerte Fahrbahn (elevated line), bestehend aus Gründung, Unterbauten und Überbau, beauftragt. Nach einer Variantendiskussion bezüglich möglicher Querschnitte wurde der Trogquerschnitt anstelle eines Hohlkastenquerschnitts oder Plattenbalkens als der für Doha geeignete Standardüberbau mit einer Regellänge von 32 m vom Bauherrn ausgewählt. Dabei wurden Aspekte wie Schlankheit, integrierter Schallschutz und zusätzlich anzubringende Sicht- und Lärmschutzwände besonders vorteilhaft bewertet. Zudem erlaubt dieser Überbau ein durchgehendes Trägersystem entlang der Strecke ohne Querschnittswechsel in den aufgeständerten Stationen und ausreichend Freiraum in Bezug auf die äußere Steggestaltung für das Architectural Branding. Materialbeschaffung, Vorfertigung in Feldfabriken, Fertigungsart (Vollträger, Segmentbauweise, in situ oder als Fertigteile) sowie die Logistik für Antransport und Montage waren weitere wichtige Kriterien für die Wahl des geeignetsten Standardträgers.

Für Sonderbereiche mussten vom Standardträger abweichende Lösungen gefunden werden, um größere Spannweiten z.B. zur Überbrückung von Straßenkreuzungen oder für Abzweige in die Depots und Abstellgleise realisieren zu können.

Dazu stellte die SSF Ingenieure AG eine sogenannte »tool box«, einen Fahrwegträgerkatalog, auf, der als Vorgabe für das Brückendesign gilt und von den Streckenplanern für die Abbildung unterschiedlicher Situationen in der Trasse herangezogen werden kann.

Sowohl die Planungsunterlagen zum Metro-Brücken-Standardträger als auch das Konzept für das Baukastensystem wurden im August 2012 termingerecht übergeben und sind Bestandteil der aktuellen Ausschreibung für die oberirdischen Strecken.

Straßenbrücke in Tiflis, Georgien

Mitten im Stadtbereich von Tiflis sollte der Verkehr u.a. durch vier neue Brückenbauwerke neu geregelt und geführt werden. Dabei wurde die Aufrechterhaltung des fließenden Verkehrs als höchste Priorität angesehen. Die Aufgabe der SSF Ingenieure AG bestand darin, geeignete Brückenbausysteme zu finden, die bei geringfügigem Eingriff in den Verkehr und unter Berücksichtigung sehr kleiner Radien und großer Schlankheit bei hoher Erdbebengefährdung zu realisieren waren.

Gewählt wurde eine Hybridbauweise als Kombination unterschiedlicher Bauweisen in Längsrichtung der Brücke. In Bereichen, in denen Ortbetonbauweise möglich war, wurde konventionell auf Schalung gebaut und im Bereich des laufenden Verkehrs auf Verbundbauweise mit hohem Vorfertigungsgrad umgestellt.

Folgende Bauwerke wurden im Zeitraum zwischen 02/2012 – 09/2012 geplant und ausgeführt:

Hybridbauwerke

Baratashvili Bridge:	99 m Gesamtlänge, 4 Felder (16 m+30 m+30 m+23 m) ca. 1,7 Mio. €
Laguna Bridge 02:	151 m Gesamtlänge, 6 Felder (22 m+26 m+33 m+ 28 m+24 m+18 m), ca. 2,6 Mio. €
Laguna Bridge 01:	258 m Gesamtlänge, 9 Felder (2x24 m+3x27 m+ 30 m+3x33 m), ca. 4,5 Mio. €

Reine Stahlbetonbrücke

Kostava Bridge:	190 m Gesamtlänge, 8 Felder (18 m+25 m+27 m+26 m+ 18 m+2x27,5 m+21 m), ca. 3,3 Mio. €
Gesamtbaukosten.	ca. 12,1 Mio. €

Auftraggeber war ein georgisches Bauunternehmen aus Tbilisi, welches im Rahmen des CRP (Caucasus Road Project) sehr enge Planungstermine vorgab. Der Leistungsumfang für die SSF Ingenieure AG umfasste nach »deutschem Standard« die Konzepterstellung, Entwurfsplanung, Standsicherheitsnachweise und Ausführungsplanung für zwei Überbauten. Für die anderen beiden Überbauten wurde die Ausführungsplanung, die von der SSF Ingenieure AG überprüft wurde, an ein lokales Planungsbüro vergeben. Die Planung der Unterbauten sowie der Bau erfolgten ebenfalls durch ortsansässige Planungsbüros und Baufirmen.



Abb.9, Laguna Bridge 02, Untersicht



Abb.10, Laguna Bridge 01, Einheben eines Stahlträgers

Brückenkonzept Hybridbauweise / Verbundbauweise

Besonderes Augenmerk galt dabei der Planung und Ausführung der Stahlverbundüberbauten mit einer Schlankheit von 1/25 und sehr starken Krümmungen mit Radien bis zu 33 m.

Das Haupttragssystem besteht aus zwei im Werk vorgefertigten Stahlhohlkastenträgern, die mit Querträgern ausgesteift sind und innerhalb von Nachsperrpausen mittels zweier mobiler »Tandem-Kräne« sehr zügig auf Dämp-

fungselastomerlagern eingehoben werden konnten. Anschließend wurden darauf Betonfertigteilplatten verlegt und mittels Betonverguss innerhalb der Verbunddübelaschen kraftschlüssig mit den dichtgeschweißten Stahlhohlkästen verbunden.

Die Verlegung der Bewehrung, die Herstellung der in-situ Fahrbahnplatte sowie der Ausbau und die finale Fertigstellung der Brücke erfolgten nachlaufend wieder unter fließendem Verkehr.

Aufgrund der extrem engen Terminalschiene wurden alle Brücken bauparallel innerhalb von 6 Monaten entworfen, ausgeschrieben und hergestellt. Nach kurzer Vorlaufzeit und Festlegung der Auflagerachsen und Widerlager wurde im Februar 2012 mit den Pfahlarbeiten begonnen. Der Abschluss aller Arbeiten erfolgte im September 2012.

Metro Algier Linie 1, Verlängerung C

Nach erfolgreichem Abschluss der Ausführungsplanungen für die Linienverlängerung L1B, bei der derzeit der Ausbau stattfindet, wurde die SSF Ingenieure AG im Februar 2012 auch mit der Linienverlängerung L1C zwischen Hai el Badr und Ain Naadja von Seiten der gleichen Baufirma Cosider TP vsl. bis Ende 2013 beauftragt.

Zum Planungsauftrag gehören der zu Beginn der Strecke erforderliche ca. 210 m lange Tunnel in offener Bauweise, die daran anschließende, oberirdische Station »Halte des Ateliers«, die unterirdische Endstation »Ain Naadja 2« sowie Stützwände und zwei Lüftungsbauwerke.

Grundlage bildet wieder eine vom Bauherrn vorgelegte Ausschreibungsplanung. Der Leistungsumfang der SSF Ingenieure AG beinhaltet die Planung der Baugruben und des Rohbaus in Analogie zur HOAI § 49, Lph. 4 und 5 auf Grundlage des Eurocodes. Die Kommunikation erfolgt komplett in Französisch. Die Planungstiefe orientiert sich dabei nach deutschem Standard. Zusätzlich waren vorlaufend in Teilbereichen Entwurfsplanungen für Ausführungsvarianten und Nebenangebote erforderlich.

Der Bau wurde Mitte 2012 bereits abschnittsweise begonnen. Derzeit werden u.a. die Endstation, der Tunnel sowie ein Lüftungsbauwerk errichtet; die oberirdische Station befindet sich wegen diverser Änderungen noch in der Planungsphase.

Im Gegensatz zum ersten Los (L1B), wo es zu Beginn der Planung bei diversen von uns vorgeschlagenen Baumeethoden (z.B. Ankerlage zwischen den Bohrpfehlen der aufgelösten Bohrpfehlwand in Ankerblöcken, Erfassung



Abb. 11, Metro Algier, Netzplan mit den von der SSF Ingenieure AG bearbeiteten Verlängerungen; L1B: blau, L1C: gelb

Erdbeben, Fugenausbildung, Abdichtungskonzepte etc.), intensive Diskussionen gab, die erst nach detaillierten Begründungen und Referenznachweisen eingeführt werden konnten, verläuft der Abstimmungsprozess nun mit entsprechendem Vertrauen auf mittlerweile technisch und wirtschaftlich bewährten Lösungsansätzen deutlich schneller und zielführender.

Insgesamt erweist sich die Zusammenarbeit mit der beteiligten Baufirma Cosider als sehr kooperativ und konstruktiv, umso mehr, da Cosider auch aufgrund der langjährigen Zusammenarbeit mit deutschen Baufirmen kulturell mit der deutschen Denkweise vertraut ist.

Resümee

Besonders im Ausland müssen unsere Planungsleistungen fortwährend hinterfragt und Planungsprozesse angepasst werden. Es bedarf oftmals intensiver Abstimmungsprozesse in einer für deutsche Planer zunächst fremden Kultur und Mentalität, an die es sich anzupassen gilt. Planung, Prüfung und Genehmigung weichen dabei nicht selten gravierend von den bekannten und üblichen Vorgehensweisen ab.

Besonderes Augenmerk muss daher auf die landesüblichen Bauweisen und den lokalen Qualitätsanspruch gelegt werden, die zum Teil restriktiv auf die für uns üblichen Planungsansätze wirken können.

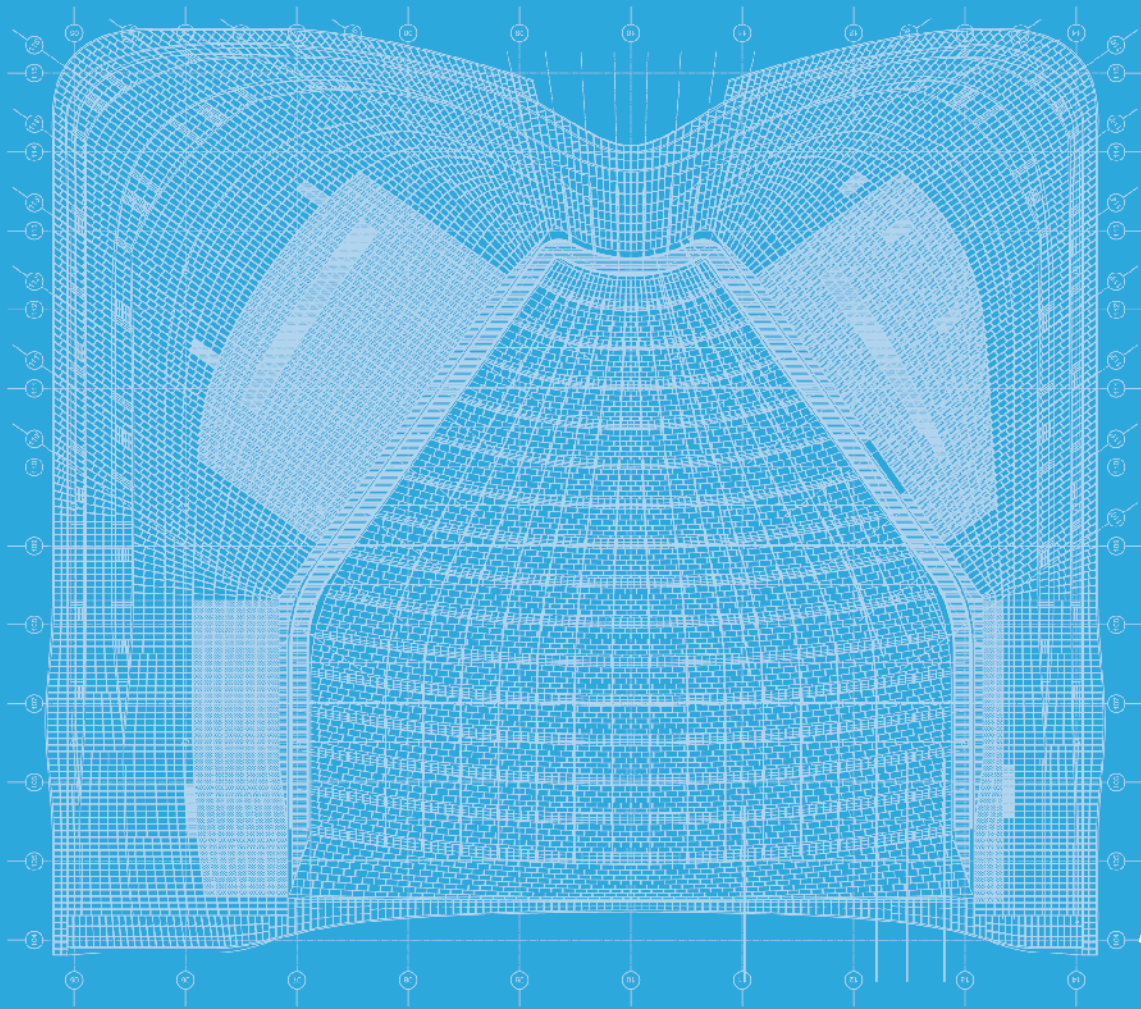
Zusammenfassend stellt jedes Auslandsprojekt eine neue Herausforderung dar, die nur durch ein reiches Erfahrungsspektrum aus dem Kerngeschäft der SSF Ingenieure AG, durch Teamarbeit im Dialog zwischen Backoffice und Einsatz vor Ort, persönlichem Reiseengagement sowie mit einer hohen Bereitschaft nach kultureller und planerischer Anpassung erfolgreich gemeistert werden kann. Es sind grundsätzlich individuelle Lösungen für den jeweiligen Markt gefragt, die sich von einer Standardplanung abheben. Aber gerade dies macht die Arbeit im Ausland so spannend und interessant.



Abb.12, Endstation Ain Naadja 2 Bereich West, Betonieren der Bodenplatte



Abb.13, Endstation Ain Naadja 2 Bereich Ost, Betonieren der Bodenplatte



Von der Visualisierung zur Realisierung – Les Halles Paris

Referent: Dipl.-Ing. Ferdinand Tremmel

Mehr als 30 Jahre sind es her, dass im Herzen von Paris Les Halles eröffnet wurde. Aufgrund des jährlich zunehmenden Personenverkehrsaufkommens wurde ein kombinierter Um- und Neubau erforderlich. Das alte Forum Les Halles war den Anforderungen nicht mehr gewachsen. Mit ca. 800.000 Personen täglich ist Les Halles der größte Nahverkehrsknotenpunkt von U-Bahn, S-Bahn und Fußgängern in Europa.

Der Gebäudekomplex wird vielschichtig genutzt. Neben der Funktion als Verkehrsknotenpunkt ist das Forum Les Halles in Paris das größte Kultur-, Freizeit und Einkaufszentrum mit über 160 Geschäften, 26 Kinosälen, dem größten Schwimmbad der Stadt Paris, Bibliotheken, Theatern und Konzertsälen sowie etlichen Restaurants. Der Umbau kann nur schrittweise und unter laufendem Betrieb stattfinden. Die Kosten für den Umbau belaufen sich auf über 800 Mio. € netto.



Abb.1, Les Halles in Paris, La Canopée, Visualisierung

Das Projekt wird von drei Bauherren verantwortet:

- Stadt Paris (unter anderem Bauherr für das Canopée)
- RATP (Régie autonome des transports Parisiens); deutsch »Pariser Transportverwaltung«, zuständig für alle Baumaßnahmen in Paris im Zusammenhang von U- und S-Bahn
- Betreibergesellschaft der Geschäfte Societe Civile du Forum des Halles de Paris

Im Jahr 2006 wurde ein internationaler Architekturwettbewerb ausgeschrieben. Die Kernvorgaben bestanden darin, ein Gebäude zu entwerfen, welches nicht über die Baumgrenzen hinausragen, mit dem angrenzenden Park verschmelzen, den Verkehrsfluss gewährleisten und in einer Mischung aus Einkaufspassage und öffentlichem Gebäude Raum Kultur bieten sollte. Am 29. Juni 2007 hatte die Jury die französischen Architekten Patrick Berger und Jacques Anziutti als Preisträger gekrönt. Die futuristische Architektur der Gebäudehülle setzt in Frankreich im Herzen von Paris einen Meilenstein ähnlich dem 1889 eröffneten Eiffelturm.

Der oberirdische Bauteil von Les Halles »La Canopée« wird von einem geschwungenen Bauwerk gebildet, dessen Form der Natur entspringt. Der Begriff »La Canopée« bedeutet im Französischen »Blätterdach, Laubdach«. Das Dach verschmilzt auf einer Höhe von ca. 15 m über Oberkante Gelände mit den Baumkronen im benachbarten Park. Das Bauwerk bietet in den oberirdischen Gebäudeteilen auf drei Etagen (Niveau L1, L2 und TT) verteilt rund 14.000 m² Nutzfläche und ist in drei wesentliche Bereiche gegliedert: der Südflügel (Bâtiment Sud), der Nordflügel (Bâtiment Nord) und ein bis zu 95 m weit gespanntes Dach über dem Innenhof (Patio).



Abb.2, Les Halles in Paris, La Canopée, Visualisierung

Jede Etage besitzt am Rand ein auskragendes Dach als Sonnenschutz, genannt Markise. Diese Markisen kragen bis zu 8,5 m aus und werden im Regelfall durch Druckstäbe unterstützt.

Der Augsburger Glas- und Fassadenbauer Seele hat mit seiner Filiale in Schörfing, Österreich, den Auftrag für den Bau der mehrdimensional gekrümmten Gebäudehülle gewonnen. Hierzu zählen der Sekundärstahlbau mit einem Gesamtvolumen von rund 1.000 t Stahl ebenso wie die ca. 11.000 m² farbigen und teilweise stark gebogenen, begehbaren Spezialglasflächen, welche im Labor der Fa. Seele eigens für das Projekt entwickelt wurden.

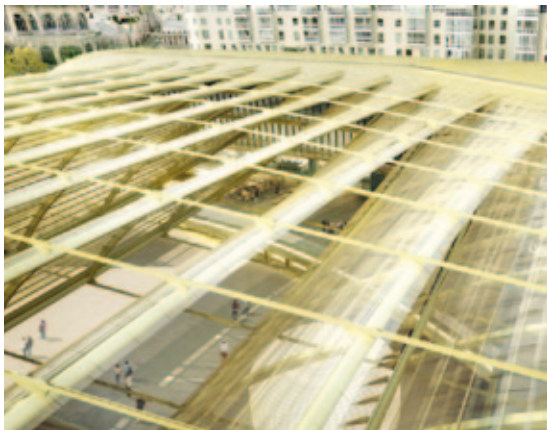


Abb.3, Perspektive mit Blick von oben auf das bis zu 95 m weit gespannte Dach



Abb.4, Perspektive mit Blick von schräg oben auf das Dach, links der Südflügel, rechts der Nordflügel und das Dach über dem Innenhof



Abb.5, Perspektive mit Blick von unten auf das Dach und auf die Fassaden des Innenhofes

Die SSF Ingenieure AG wurde als Ingenieurbüro von der Fa. Seele mit der Planung beauftragt. Der Planungsumfang reicht von Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis hin zur Ausführungs- und Werkstattplanung des Sekundärstahlbaus des Daches und der Fassaden.

Auf Basis von räumlichen »Rhinomodellen« für das Freiformdach werden von SSF Ingenieure AG sowohl die Standsicherungsnachweise als auch sämtliche Pläne und Listen, ausgehend von Stahlbauübersichten bis hin zur kompletten Werkstattplanung mit sämtlichen Anschlussdetails mit modernster Software vollständig in 3D bearbeitet. Sowohl die Statik als auch die fertiggestellte Planung wird mittels einer CNC-Schnittstelle an den Stahlbauer zur Fertigung übergeben.

Um Oberflächen und Farben des Bauwerkes besser abschätzen zu können wurden einzelne Gebäudeteile bis ins Detail als Musterobjekt, sogenannte Mock-Ups, geplant und vor Ort ausgeführt.



Abb.6, Das ausgeführte Mock-Up

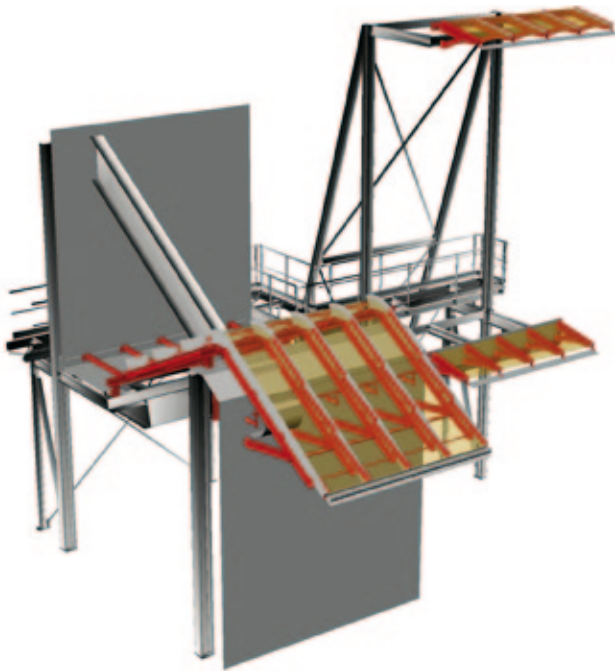


Abb.7, Perspektive mit Blick von oben auf das Mock-Up

Das Projekt wurde komplett nach französischem nationalem Anwendungsdokument des EC3 erstellt. Sämtliche Unterlagen wurden in französischer Sprache beim Prüfer eingereicht. Darüber hinaus unterstützte die SSF Ingenieure AG als international ausgerichtetes Ingenieurbüro die Fa. Seele bei Projektbesprechungen und bei der Projektabwicklung in Paris.

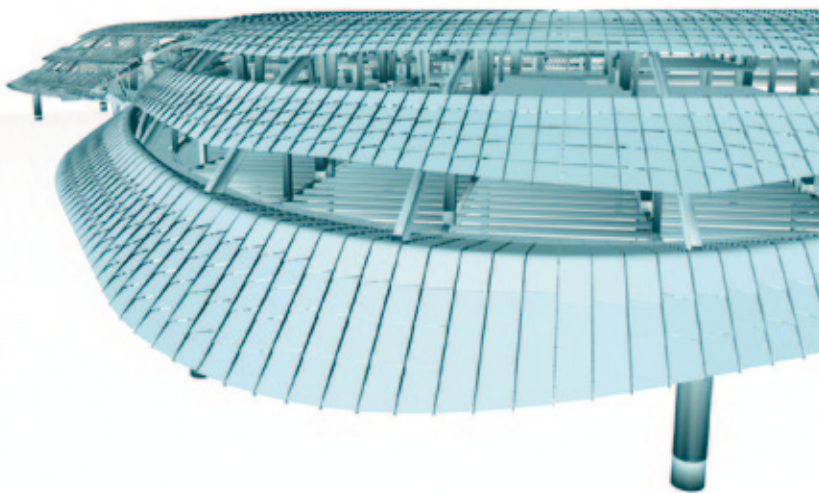


Abb.8, Ausschnitt Rhino 3D-Gesamtmodell

Zum Leistungsumfang von SSF Ingenieure AG zählen u.a.:

1. Festlegung Design Criteria
2. Vordimensionierung / Massenprognose
3. Stabstatik Sekundärstahlbau/ Interaktion mit Primärtragwerk / Optimierung Material und Dimensionierung
4. Detailstatik / Detailentwicklung / Regeldetailkonzeption zur Fertigungs-/Montageoptimierung
5. Load Take Down Pläne / Systemplanung Lasteinleitung
6. Mitwirkung Montageplanung / Erfassung aller temporären Einflüsse und bautechnische Umsetzung

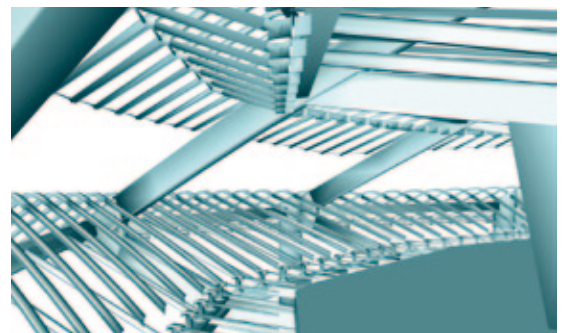
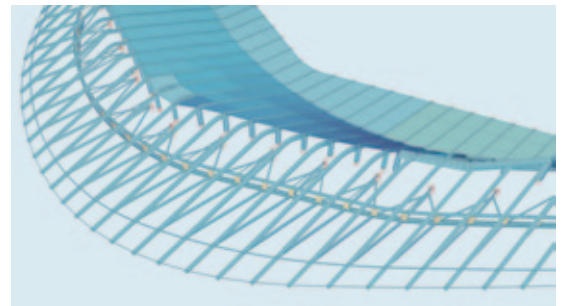


Abb.9, Statisches System Rang 1, Sofistik
Abb.10, Ausschnitt Rhino 3D-Gesamtmodell

Bauwerksdaten:

- Größter innerstädtischer Verkehrsknoten in Europa
- Neu- und Umbau unter laufendem Betrieb
- Baukosten über 800 Mio. € netto
- Nutzfläche La Canopée auf 3 Etagen ca. 14.000 m²
- LxBxH La Canopée ca. 135 m x 155 m x 15 m
- Stahl für Dachhülle ca. 1000 t
- Über 11.000 m² z.T. gebogene, größtenteils begehbare und farbige, eigens von Fa. Seele entwickelte Gläser mit Zulassung im Einzelfall
- Werkstattplanung erfolgt komplett in 3D mit Thekla

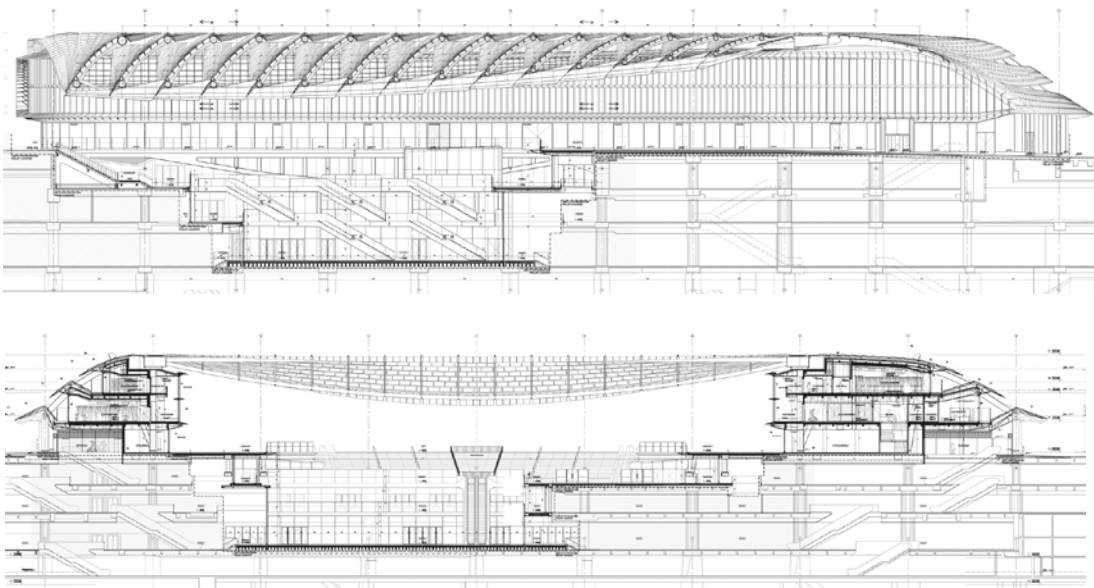


Abb.11, Schnitte durch das Gebäude in Ost-West (oben) und Nord-Südrichtung (unten)

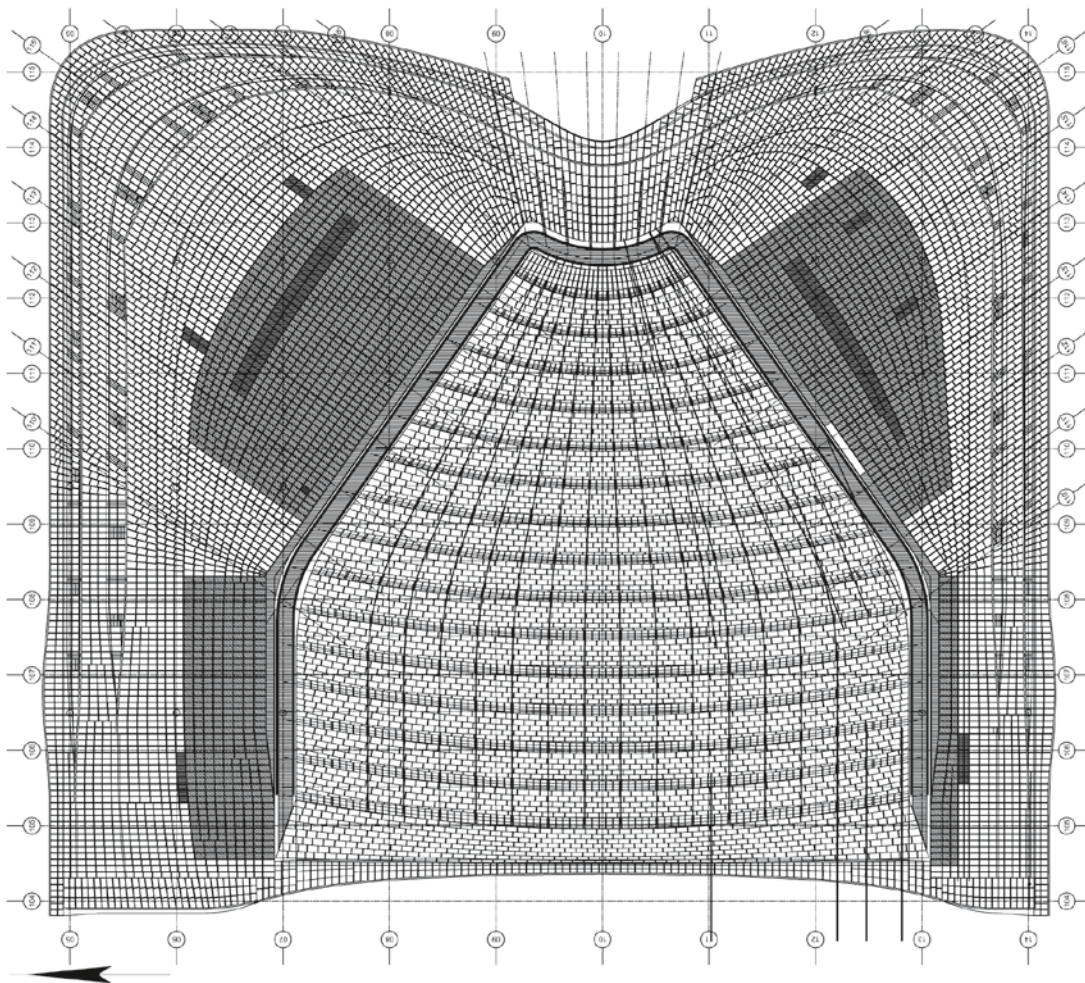


Abb.12, Grundriss



4

**BAB A9 Seitenstreifenfreigabe
im Abschnitt AS Allershausen – AK Neufahrn
14 km Autobahn in vier Monaten**

Referent: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wolf / Dipl.-Ing. Stephan Lindner

Allgemeines

Auf Grund der hohen Verkehrsbelastungen von über 100.000 Fahrzeugen am Tag wird zwischen dem Autobahnkreuz Neufahrn und dem Autobahndreieck Holledau eine temporäre Seitenstreifenfreigabe und eine Verkehrsbeeinflussungsanlage als schnelle Übergangslösung errichtet. Dadurch kann in Zeiten mit überaus hohem Verkehrsaufkommen die Leistungsfähigkeit und die Verkehrssicherheit der A 9 deutlich erhöht werden.

In zwei vorhergegangenen Bauabschnitten zwischen AS Allershausen und AK Neufahrn wurde bereits jeweils für eine Fahrtrichtung die Standstreifenfreigabe hergestellt, sodass im 3. Abschnitt jeweils die entsprechenden gegenüberliegende Fahrbahnseiten fertig zustellen waren.

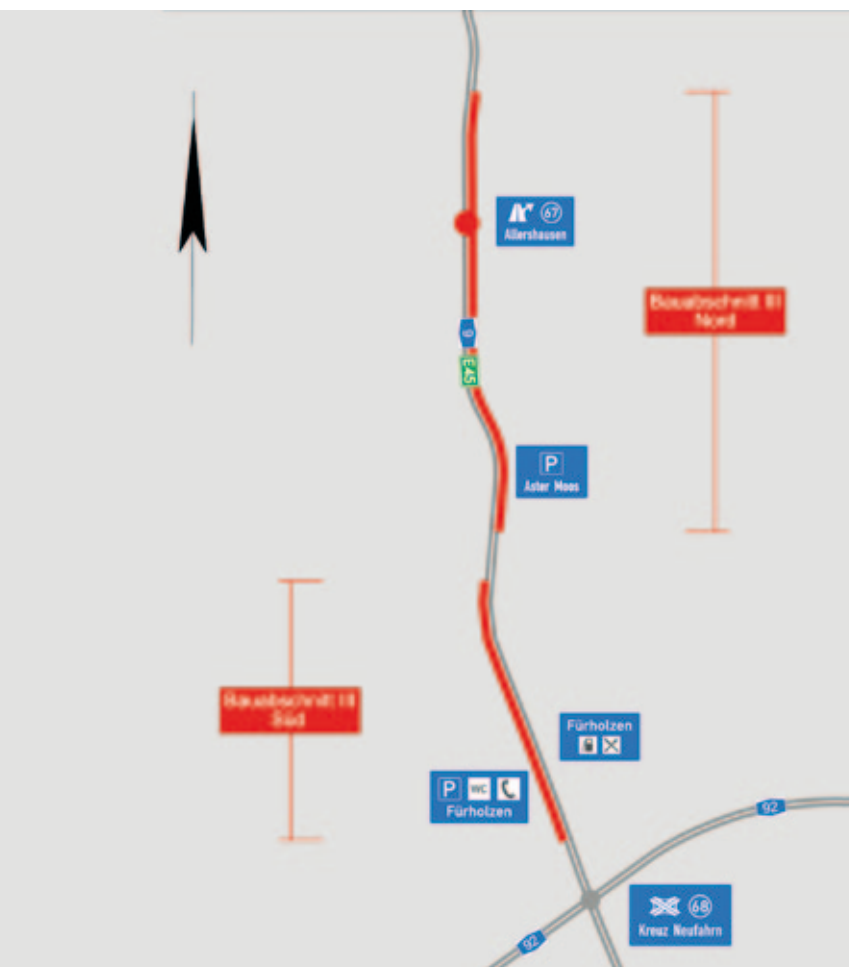


Abb. 1, Übersichtskarte der Gesamtmaßnahme 3. Bauabschnitt:
RiFa Nürnberg: Abschnitt Nord ca. 9 km;
RiFa München: Abschnitt Süd ca. 5 km

Die Gesamtmaßnahme 3. Bauabschnitt wurde dabei in die Abschnitte Nord und Süd unterteilt:

- Fahrtrichtung Nürnberg: Abschnitt Nord, von Bauwerk 93 bis Bauwerk 109 (ca. 9 km)
- Fahrtrichtung München: Abschnitt Süd, von Bauwerk 110 bis 120 (ca. 5 km)

Die Bauphase 1 umfasste die Instandsetzung und Verbreiterung im Bereich des 2. und 3. Fahrstreifens innerhalb einer Inselbaustelle. Daran anschließend wurde in der Bauphase 2 der außenliegende Bereich des Fahrstreifens 1 und der Seitenstreifen grundhaft erneuert.

Im Zuge der Straßen- und Brückenbaumaßnahmen wurden hauptsächlich folgende Bauleistungen durchgeführt:

- Ertüchtigung des Seitenstreifens und des 1. Fahrstreifens - Grundhafte Erneuerung (2. Bauphase)
- Erneuerung des bituminösen Oberbaus des 2. und 3. Fahrstreifens (1. Bauphase »Inselbaustelle«)
- Einbau eines lärmindernden DSHV-Belags
- Herstellung von Nothaltebuchten (ca. alle 500 m)
- Umbau der Anschlussstellen mit nach außen verlegten Aus- und Einfädelsstreifen
- Grundhafte Sanierung der Unterführungsbauwerke (innerhalb von zwei Bauphasen)
- Instandsetzung der Überführungsbauwerke (innerhalb von zwei Bauphasen)
- Sanierung und Neubau der Entwässerungseinrichtungen
- Neubau der passiven Schutzeinrichtungen (Fahrzeugrückhaltesysteme)
- Herstellung von insgesamt 9 Sedimentationsanlagen
- Verkehrsführung und Verkehrssicherung (2 Verkehrsführungsphasen)

Von der Bestandsvermessung zum Deckenbuch

Eine detaillierte und genaue Bestandsvermessung mit einer dazugehörigen Erstellung eines nivellierten Festpunktnetzes sind unabdingbare Grundlagen jeder Straßen- und Bauwerksplanung.

Um bei dieser ausgesprochen langen Baustelle ein fehlerfreies Höhennetz gewährleisten zu können, wurden beidseitig der A 9 auf einer Länge von 36 km für die gesamte Baumaßnahme Doppel-Nivellements durchgeführt, die mit insgesamt rund 250 Festpunkten vermarktet wurden.

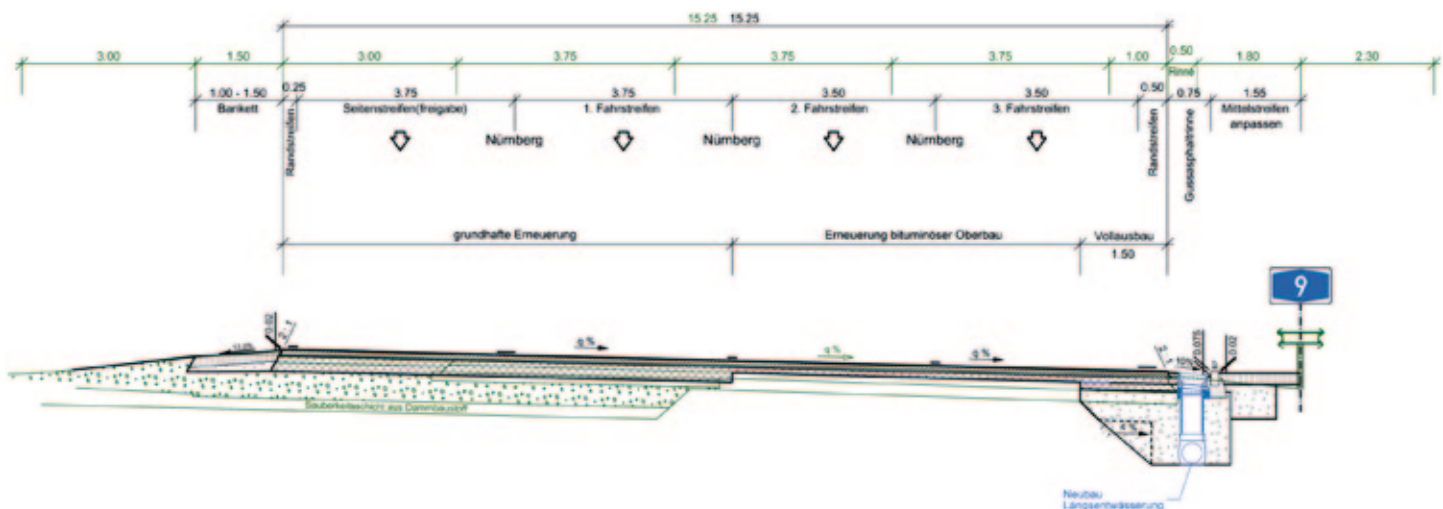


Abb. 2, Regelquerschnitt der Seitenstreifenfreigabe

Dieses, in Lage und Höhe in das bayrische Landessystem eingepasste Festpunktnetz, wurde auch als Grundlage der Bauvermessung an die ausführenden Unternehmen weitergegeben.

Beim Bauen im Bestand ist es von besonderer Signifikanz, dass das Festpunktsystem Bauvermessung genau dem Festpunktsystem der Bestandsvermessung entspricht.

Bei einer Gesamtverkehrsfläche des 3. Bauabschnitts von rd. 250.000 m² dient die exakte Bestandsvermessung einer genauen Massenermittlung im Rahmen der Ausschreibungsplanung und später zur Kontrolle der Abrechnung der Baufirmen.

Abweichungen in den beiden Festpunktsystemen führen unweigerlich zu einem gestörten Bauablauf mit Bauzeitverschiebungen und Nachtragsforderungen.

Auch für die Deckenbuchberechnung zur Seitenstreifenfreigabe war eine neue terrestrische Vermessung der bestehenden Fahrbahnränder unbedingt notwendig, da die bereits vorhandenen Vermessungsdaten aus einer nicht mehr nachvollziehbaren Mischung aus Tachymeter- und GPS-Vermessung stammten, wodurch Höhenungenauigkeiten von bis zu 8 cm auftraten.

Die beiden Fahrbahnränder wurden dazu in einem Punktabstand von ca. 50 m in Geraden und ca. 20 m in Radien (Kurven, Kuppen und Wannen) aufgemessen, in eine Punktfolge mit 5 m Abstand interpoliert und der innere Rand der A 9 als Längsprofil berechnet.

Da die Dicke des bestehenden Oberbaus größtenteils nicht der Bauklasse SV entsprach, wurden im Zuge der

Sanierung ca. 12 cm des Bestandes abgefräst und eine ca. 20 cm dicke Asphalttschicht eingebaut, sodass die neue Fahrbahnoberfläche ca. 8 cm bis 10 cm über dem Bestand zum Liegen kommt. Das bedeutet, der Ausbau erfolgt bestandsnah mit 8 cm Hocheinbau.

Auf Grundlage des erstellten Längsprofils wurde deshalb eine ausgleichende Gradienten mit einer Erhöhung von 7 bis 11 cm im Mittel 8 cm berechnet. Dabei wurden die Abweichungen aller Stützpunkte im 5 m - Abstand über eine Zwangspunktdiagnose überprüft und ggf. Korrekturen in der Gradienten durchgeführt.

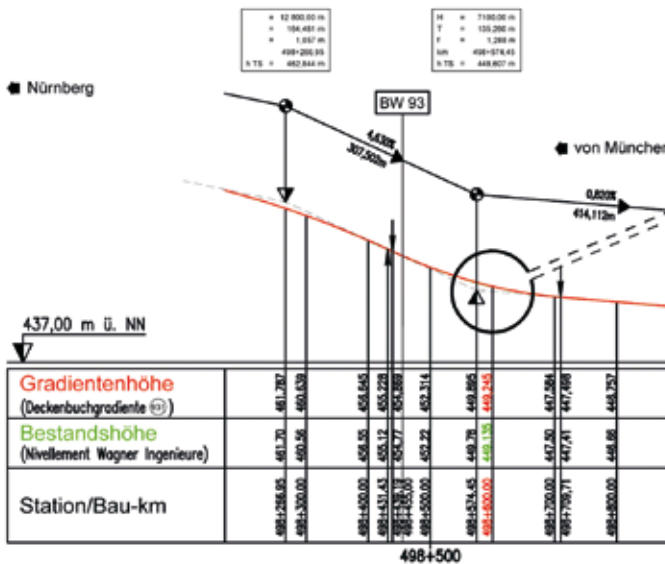
Zusätzlich wurde alle 5 m das Neubauprofil mit dem Bestandsprofil verglichen und ein optimaler und bestandsnaher Querneigungsverlauf festgelegt, sodass auch hier die Abweichungen in einem verträglichen Maß bleiben.

Bauwerksinstandsetzung unter Verkehr

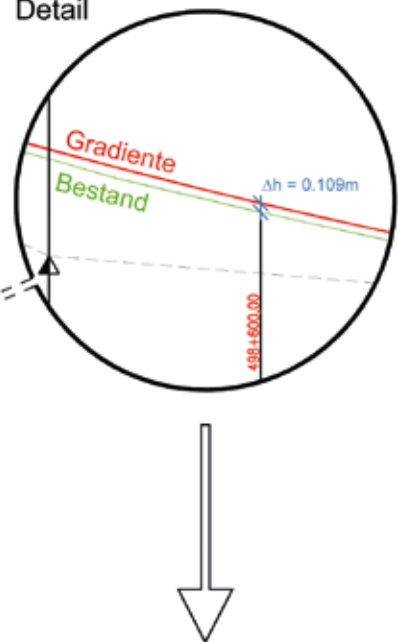
Bestand

Bei den Unterführungsbauwerken handelt es sich im »Mittelbereich«, entspricht dem 2. und 3. Fahrstreifen, meist um Teilbauwerke aus den Jahren 1937 bis 1939 mit 2+2 Fahrstreifen ohne Standstreifen. In den Jahren 1975 bis 1977 wurden die Bauwerke am äußeren Rand um jeweils einen Fahrstreifen plus Standstreifen verbreitert. Die »alten« Bauwerke wurden dabei meist belassen. Die Überbauten der Unterführungsbauwerke sind teilweise verbreitert (Anbau) oder auch komplett erneuert worden.

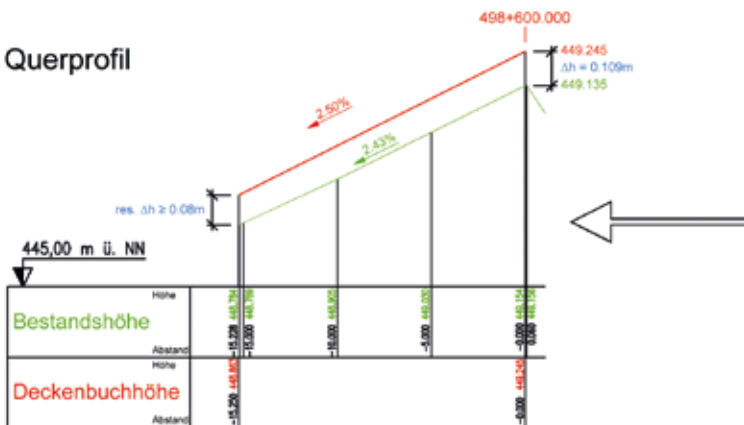
Ausschnitt aus Höhenplan
(Abwicklung innerer Fahrbahnrand)



Detail



Querprofil



Liste

Abweichungen im Gradientenbereich

1. Achse 931: BAB - km 497,556 bis 501,503,18

Station	Bestand Höhe	Gradiente Höhe	Δh
49850,000	450,520	450,629	-0,083
49855,000	450,359	450,452	-0,093
49860,000	450,198	450,323	-0,109
49865,000	450,047	450,159	-0,112
49870,000	449,895	450,018	-0,112
49875,000	449,763	449,880	-0,117
49880,000	449,622	449,746	-0,124
49885,000	449,489	449,615	-0,129
49890,000	449,371	449,498	-0,117
49895,000	449,253	449,385	-0,111
49900,000	449,135	449,245	-0,109
49905,000	449,025	449,128	-0,104
49910,000	448,914	449,015	-0,101
49915,000	448,805	448,906	-0,101
49920,000	448,695	448,800	-0,105
49925,000	448,591	448,697	-0,107
49930,000	448,497	448,598	-0,102
49935,000	448,401	448,503	-0,102
49940,000	448,309	448,411	-0,102
49945,000	448,225	448,323	-0,097
49950,000	448,142	448,238	-0,096

Abb.3, Höhenplan, Querprofil, Abweichungen

Instandsetzung der Ingenieurbauwerke

- An den Unterführungsbauwerken wurden der Asphalt, die Kappen und die Abdichtung abgebrochen (siehe Abb. 6 und 7).
- Aufgrund der starken Asphaltdicken auf den Bauwerken hatte man sich im Vorfeld dazu entschieden, den Regelaufbau mit Hilfe eines Verstärkungsbetons auf den bestehenden Überbaubeton zu erhalten.
- Nach dem Einbau von Verbunddübeln und Bewehrung auf dem freigelegten Überbau wurde der Verstärkungsbeton eingebaut. Bei zwei Bauwerken wurden neue Übergangskonstruktionen eingebaut (siehe Abb. 9-11).
- Anschließend wurden die neuen Abdichtungen aufgebracht und danach die neuen Kappenbauteile betoniert. Die fahrbahnseitigen Vorderkanten der Kappen wurden in der Regel um 0,5 m nach außen (Kappenbreiten damit 0,5 m schmaler) verschoben. Final wurden dann neue Geländer und Schutzrichtungen montiert (siehe Abb. 12).

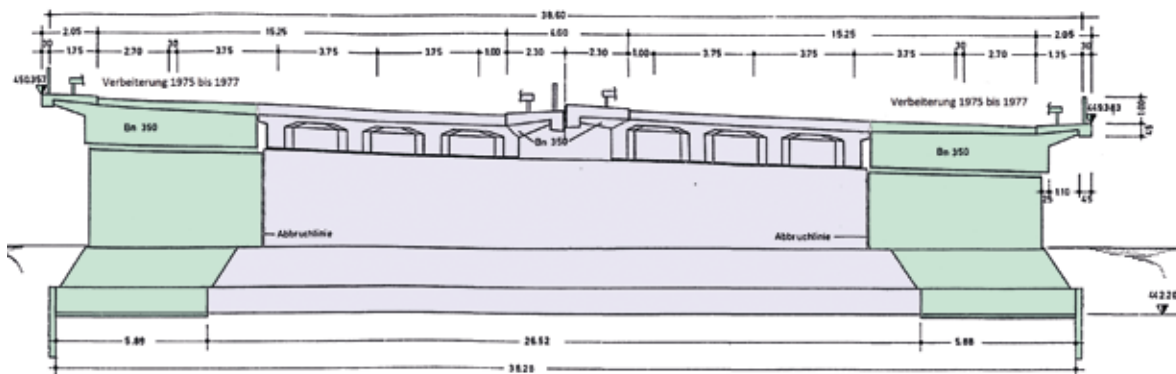


Abb. 4, Querschnitt BW 107; Ursprungsbauwerk aus den Jahren 1937-1939 und seitliche Verbreiterungsbereiche aus den 70er Jahren

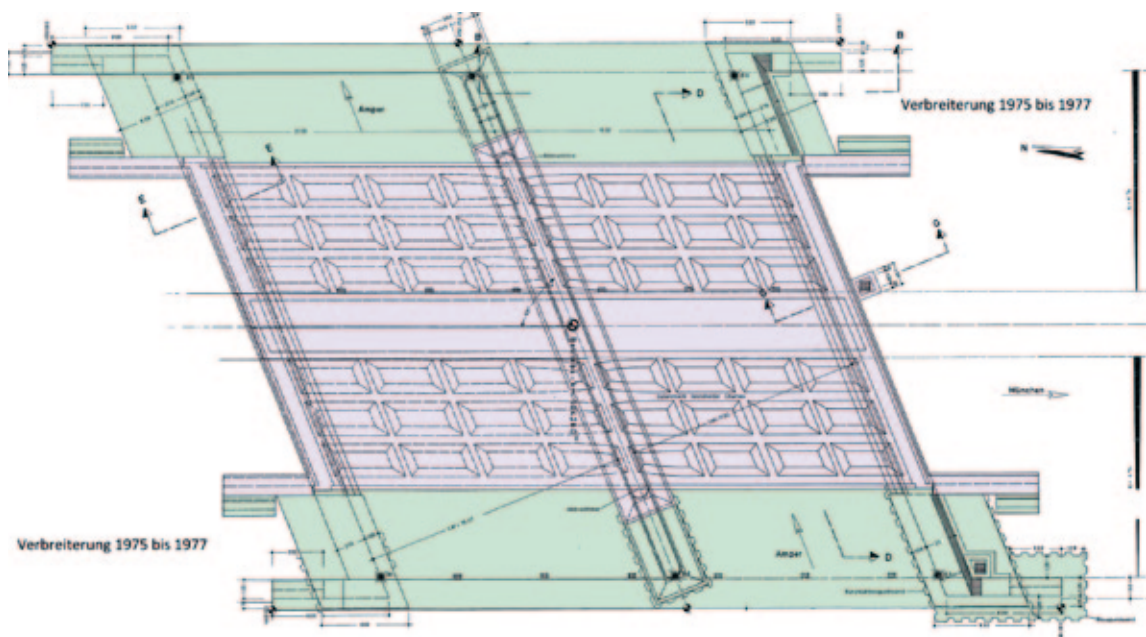


Abb. 5, Draufsicht BW 107



Abb. 6, Abbruch der Kappen und Abdichtung



Abb. 7, Abbruch des Asphalts, der Kappen und der Abdichtung

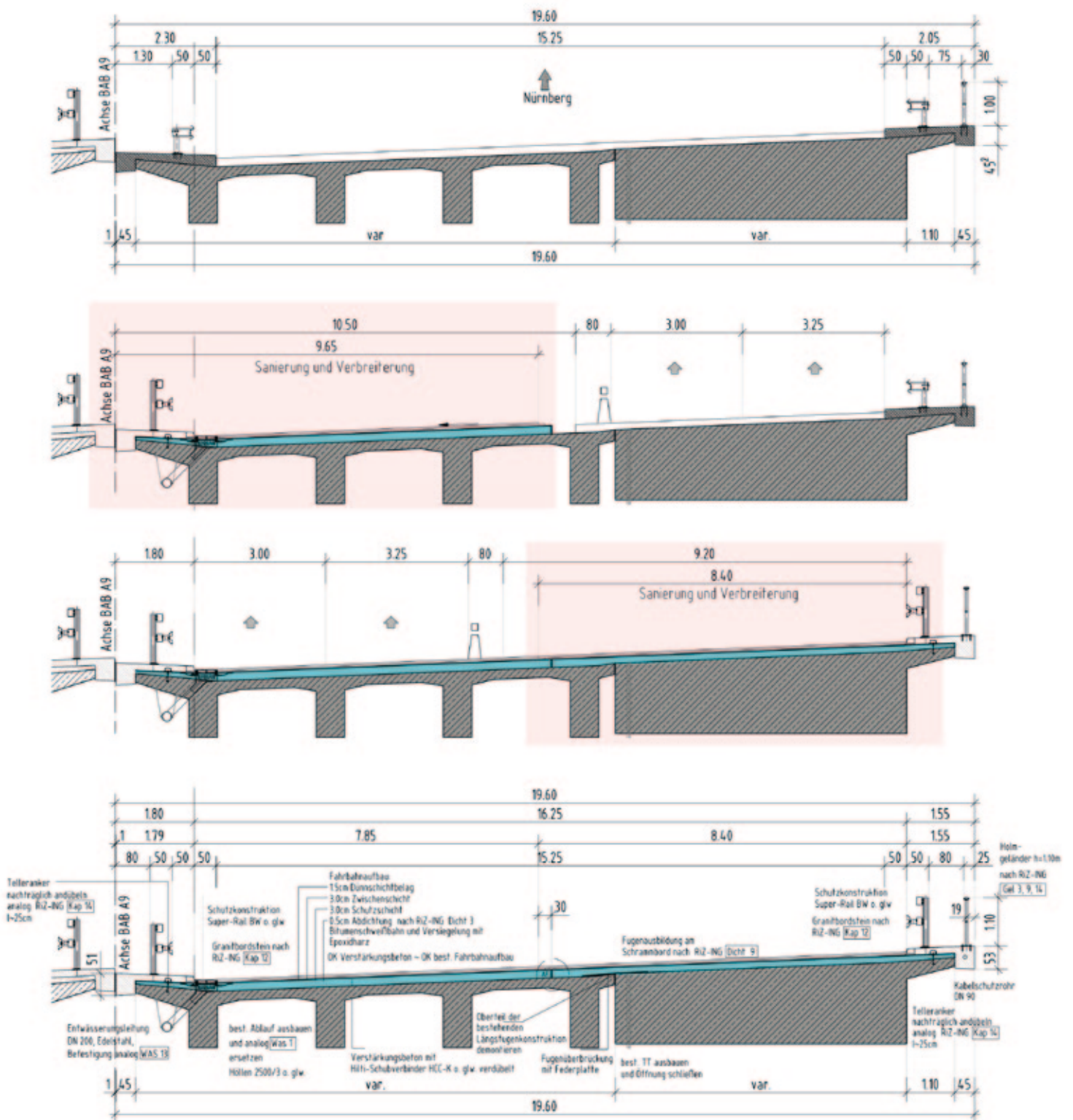


Abb.8, Regelquerschnitt BW 107
 oben: Bestand
 Mitte-oben: Bauphase I
 Mitte-unten: Bauphase II
 unten: Endzustand



Abb.9, Einbau der Verbunddübel und der Bewehrung auf dem freigelegten Überbau



Abb.10, Einbau neuer Übergangskonstruktionen bei zwei Bauwerken



Abb.11, Einbau des Verstärkungsbetons



Abb.12, Fertiggestelltes Bauwerk

Herausforderung bei der Umsetzung der Baumaßnahme

Die vertraglich vereinbarte Bauzeit, einschließlich des Auf- und Abbaus der Verkehrsführung auf der BAB betrug weniger als vier Monate. Innerhalb dieser Bauzeit waren in zwei Verkehrsphasen (innen liegende Inselbaustelle mit 2. und 3. Fahrstreifen und der äußere Bereich mit Stand- und 1. Fahrstreifen) sämtliche Straßenbau- und Brückeninstandsetzungsarbeiten auszuführen.

Erschwerend kam hinzu, dass nach Baubeginn noch vor den Abbrucharbeiten die Bestandshöhen der Bauwerke aufgenommen werden mussten und dies anschließend in die Ausführungsplanung einzuarbeiten war.

Aufgrund der minimalen Bauzeit von nur vier Monaten und einem zu erbringenden monetären Bausoll von insgesamt ca. 28 Mio. € netto, davon 5,5 Mio. € für den Brückenbau, wurde in der Strecke und an allen Bauwerken größtenteils gleichzeitig und rund um die Uhr im 24 Stunden-Betrieb an sieben Tagen die Woche gearbeitet.

Insbesondere die »Inselbaustelle« (1. Bauphase) war für die Baufirma und auch für die Bauüberwachung logistisch genau zu planen und trotz allem sehr zeitaufwendig,

da die Insellage der Baustelle nur über die BAB angefahren werden konnte. Ein Wechsel zum zurückliegenden Bauwerk war nur über den Einzelfahrstreifen, über die nächstliegende Anschlussstelle (Schweitenkirchen), dann zurück zum Bauanfang (AK Neufahrn) und wieder in die Baustelle zum entsprechenden Bauwerk möglich. Es ergaben sich somit einfache Fahrstrecken von bis zu 56 km.

Leistungsumfang Wagner Ingenieure GmbH

1. Bestandsvermessung der Fahrbahn
2. Objektplanung Verkehrsanlagen
3. Planung der Verkehrsführung während der Bauzeit

Leistungsumfang SSF Ingenieure AG

1. Teile der Objekt- und Tragwerksplanung
2. Planprüfung
3. Bauüberwachung und Teile der Bauoberleitung für den Ingenieurbau

Projektübersicht

- Länge	14 km
- Nothaltebuchten	17
- Instandsetzung Unterführungen	17
- Instandsetzung Überführungen	9
- Instandsetzung Durchlässe	2
- Neubau von Stützwänden	2
- Verlegung Beschleunigungs- und Verzögerungstreifen nach außen	6



Donauausbau Straubing – Vilshofen

Seit 25 Jahren vertiefte Untersuchungen mittels GIS
in den ökologischen und umweltplanerischen Sachverhalten

Referent: Dipl.-Ing. Landschaftsarchitekt Prof. Dr. Jörg Schaller

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), als Eigentümer und Betreiber der Bundeswasserstraße Donau und das Land Bayern, vertreten durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, planen seit mehreren Jahrzehnten wasserbauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Schifffbarkeit der Donau zwischen Straubing und Vilshofen. Beide Planungsträger werden wiederum durch die Rhein-Main-Donau AG bzw. deren Tochter, die RMD Wasserstraßen GmbH, München, bei der Durchführung der Planungen und deren Umsetzung unterstützt bzw. vertreten.



Abb. 1, Do-GIS als methodisches Hilfsmittel der Umweltbilanzierungen und Prognosen

Die zu erwartenden Umweltwirkungen des geplanten Donauausbaus zwischen Straubing und Vilshofen werden seit 25 Jahren mittels Einsatz eines GIS (Geographisches Informationssystem) bilanziert und anschließend naturschutzfachlich bewertet sowie die jeweilige künftige Situation (Prognose) mit dem derzeitigen Zustand der Donau und ihrer Auen verglichen.



Abb. 2, Lage des Untersuchungsgebietes, ca. 25.000 ha

Auch bei der Prognose bildeten GIS-gestützte Modelle (Berechnung von Standortpotenzialen, Wirkungsketten, Bestandsrisikokarten) eine wichtige Grundlage.

Bei dieser GIS-gestützten Umweltplanung unterstützte das Planungsbüro Prof. Dr. Jörg Schaller (PbS) und heute dessen geschäftlicher Nachfolger, die Prof. Schaller UmweltConsult GmbH, München, die Bundeswasserstraßenverwaltung seit nunmehr 25 Jahren.

Die noch vom PbS erstellte »Ökologische Studie 2001« diente als Grundlage für die ebenfalls vom PbS erstellten Umweltverträglichkeitsstudien zu dem in den Jahren 2004-2006 nur für die Ausbauvariante C 2,80 erfolgreich abgeschlossenen Raumordnungsverfahren.

Für die Arbeiten wurde bereits im Jahr 2000 das Do-GIS als zentrale Geo-Datenbank für das Projekt aufgebaut und ständig weiterentwickelt.

Do-GIS diente seither als methodisches Hilfsmittel zur

- Bestandserfassung
- Attributierung
- Bilanzierung
- nachvollziehbare Bewertung der Bilanzergebnisse
- Prognose und Variantenuntersuchung
- Planungsoptimierung
- Präsentation (Kartographie)
- Dokumentation und Archivierung

Auf diesem Abschnitt der Bundeswasserstraße Donau von ca. 69 km Länge und mit einem Untersuchungsgebiet von bis zu ca. 25.000 ha wurden mittlerweile zahlreiche verschiedene Ausbauvarianten untersucht (flussbauliche Regulierungen mit Buhnen und Parallelwerken, Sohlberollungen, Staustufen mit unterschiedlichen Stauzielen sowie mit und ohne Durchstichen bzw. Seitenkanälen).

Der Bund und das Land Bayern haben sich im Anschluss an das Raumordnungsverfahren auf eine Prüfung der sogenannten Variante A, einer rein flussbaulichen Variante mit einer Herstelltiefe der Fahrrinne von 2,35 m bei RNW und der sogenannten Variante C 2,80, einer Variante mit einem Schlauchwehr mit Schleusenkanal und mit einer Herstelltiefe der Fahrrinne von 2,80 m bei RNW, verständigt. Seit 2009 wurden die Auswirkungen nur dieser beiden Ausbauvarianten sowohl auf die Schifffahrt als auch auf die Umwelt untersucht, prognostiziert und beurteilt. Um die Eingriffsintensität der beiden Ausbauvarianten beurteilen zu können, diente der jetzige Zustand der Umwelt im Planungsraum als Vergleichsbasis.

In dieser Studie wurden – variantenunabhängig – technische und ökologische Details des Donauausbaus ermittelt. Von den rund 33 Mio € geschätzten Kosten werden 50 % aus der TEN-Finanzierung der Europäischen Union getragen. Die verbleibenden 16,5 Mio € sind von Bund und Freistaat Bayern im Verhältnis 2:1 zu finanzieren. Der verbindliche Förderbescheid der Europäischen Kommission wurde am 20.11.2008 bekanntgegeben (Quelle: WSD Süd 3/2012). Die Studie wurde termingerecht Ende 2012 fertiggestellt.



Abb. 3, Prinzip der flussbaulichen Regelung bei Variante A



Abb. 4, Die »Mühlhamer Schleife« – nicht nur eine nautische Herausforderung!

Auch die umweltplanerischen Untersuchungen wurden bereits in Planfeststellungstiefe durchgeführt, so dass nach einer politischen Einigung auf eine der Ausbauvarianten die unmittelbare Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens möglich ist.

Folglich wurden bei der Bearbeitung der Umweltbelange alle aktuell für ein Planfeststellungsverfahren anzuwendenden gesetzlichen Regelungen, insbesondere die einschlägigen Naturschutz-Richtlinien der EU, berücksichtigt.



Abb. 5, Ein Wehr bei Aicha ist der wesentliche Unterschied zwischen Variante C 2,80 und Variante A. Dargestellt ist eine nur beispielhafte Visualisierung bei Mittelwasser. Aktuell beurteilt wurde ein Schlauchwehr mit vier Wehrfeldern und nur temporärer Wasserspiegelstützung.

Mit der Erstellung der Umweltplanungsbeiträge wurde die ArGe Danubia, ein gleichberechtigter Zusammenschluss der drei Planungsbüros Prof. Schaller Umwelt-Consult, Bosch & Partner und Jestaedt + Partner beauftragt. Ferner wurden die jeweiligen fischökologischen Fachteile der Umweltplanungen von der ArGe Donauplan, einem Zusammenschluss dreier weiterer Firmen, bearbeitet. Für jede der beiden Ausbau-Varianten wurden von der ArGe Danubia folgende Planungsbeiträge erstellt:

- Umweltverträglichkeitsstudie nach UVPG, inkl. Beitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
- FFH-Verträglichkeitsstudie gemäß Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie, inkl. Kohärenzmaßnahmenkonzept
- Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag (saP)
- Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP)

Neben selbständigen gutachterlichen Text- und Kartenbeiträgen zu oben aufgelisteten Fachberichten erarbei-

tete die Prof. Schaller UmweltConsult GmbH hierfür mit ArcGIS 10.1 (Vollversion) die GIS-technischen Grundlagen wie zum Beispiel:

- Digitales Geländemodell (DGM) aus 1x1m Airborne-Laserdaten (ALS) für das Gesamtgebiet von ca. 200 qkm als Terrain-, Raster- und Vektor-Daten (Ist-Zustand und Varianten)
- Wasseranslagslinien für sieben verschiedene stationäre Donau-/ bzw. Isardurchflüsse mittels vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Wasserspiegellagen (Ist-Zustand und Varianten), Karte der Überschwemmungszonen und deren Dauer als 1x1m-Raster- und Vektor-Daten
- Grundwasserflurabstände für mehrere vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte stationäre Grundwasserstände (Ist-Zustand und Varianten) als 1x1m-Raster- und Vektor-Daten
- Berechnung der Mächtigkeit der Auelehmschicht für 69 km Flussaue anhand der zur Verfügung gestellten Daten von ca. 15.000 Bohrstockeinschlägen und mehreren tausend Erkundungsbohrungen und Rammsondierungen sowie des Laser-DGM
- Standortpotentialkarten, aufbauend auf den Modellvorschriften und Vorberechnungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde als 1x1m-Raster- und Vektor-Daten



Abb.6, Die heutigen Deiche bieten Schutz gegen ein Hochwasserereignis, wie es etwa alle 20 bis 30 Jahre eintritt. Nach Landesentwicklungsprogramm sollen Siedlungsbereiche und bedeutende Infrastruktureinrichtungen künftig einen Schutz gegen ein 100-jähriges Hochwasserereignis erhalten.

- Habitatkulissen für indikatorisch besonders bedeutende Charakterarten und charakteristische Arten der FFH-Lebensraumtypen
- fachliche Federführung, Koordination und Qualitätskontrolle der 2011 durchgeführten Geländearbeiten (GISPad-Unterstützung) der flächendeckenden Erfassung der Pflanzengesellschaften, FFH-Lebensraumtypen, aller Biotoptypen inkl. §30 BNatSchG bzw. Art. 63 BayNatSchG sowie der Waldstrukturkartierung (Baumartenzusammensetzung, Altersklassenanteile, Totholzanteile etc.); ca. 50.000 inhaltlich differenzierte Polygone
- fachliche Federführung, Koordination und Qualitätskontrolle und z.T. Durchführung der Digitalisierung, Attributierung, Bewertung und Dokumentation (z.B. Meta-Daten) der Ergebnisse der oben angeführten Geländeerhebungen

Parallel zur Untersuchung der genehmigungsrelevanten Umweltbelange eines geplanten Donauausbaus wurden von der ArGe Danubia für den betroffenen Abschnitt von Straubing bis Vilshofen die Umweltauswirkungen eines umfassenden Hochwasserschutzkonzeptes ebenfalls in Planfeststellungstiefe ermittelt und in die entsprechenden Umweltfachteile zum Donauausbau für ein anschließendes Genehmigungsverfahren integriert.

Das umfassende Hochwasserschutz-Konzept für die gesamte Strecke von 69 km wird derzeit nach Variante A weiterentwickelt. Für die weitere Umsetzung des Hochwasserschutzes stellt die Bayerische Staatsregierung Sonderfinanzierungsmittel in Höhe von 315 Mio. Euro bis zum Jahr 2024 bereit. Bereits 2013 wird mit dem Bau der weiteren Hochwasserschutzmaßnahmen begonnen. Dafür wird ein Startpaket von über 100 Mio. Euro geschnürt. An 35 vorgezogenen Hochwasserschutzprojekten mit einem Gesamtvolumen von rd. 200 Mio. Euro sind die Arbeiten bereits seit 1999 in vollem Gange. Bisher konnten 24 Projekte komplett abgeschlossen werden, 2 Projekte werden noch im Jahr 2012 fertig gestellt und 6 Maßnahmen befinden sich in der Planungsphase.

Die Prof. Schaller UmweltConsult GmbH ist sowohl direkt als auch über die ArGe Danubia mit der Erstellung von Umweltplanungsunterlagen und der Erfolgskontrolle von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bei einigen der vorgezogenen Hochwasserschutzmaßnahmen beauftragt.

Im Vorfeld des 2006 für Variante C 2,80 positiv abgeschlossenen Raumordnungsverfahrens wurden durch das Planungsbüro Prof. Dr. Schaller, Kranzberg, diverse Visualisierungen zu den mittlerweile optimierten Ausbauplanungen mittels ArcGIS erstellt. Hierzu wurden über das damalige Geländemodell die Vegetations- und Landnutzungskarte sowie Ortho-Luftbilder mit den 3D-Geometrien überlagert. Die Technische Planung wurde ebenfalls in 3D-Geometrien umgearbeitet. Die künftige Vegetation und die geplanten Gebäude wurden als 3D-Konstruktionen wiedergegeben.

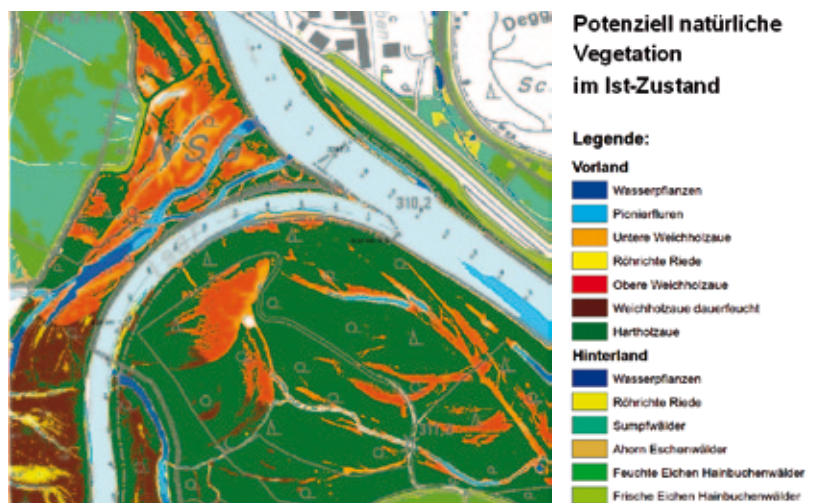


Abb.9, Standortpotentialkarte (1x1m-Raster) als Ergebnis der Modellberechnungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde



Abb.7, Karte der Grundwasserdruckspiegelhöhen für das Raumordnungsverfahren



Abb.10, Kartierung der Pflanzengesellschaften 2011

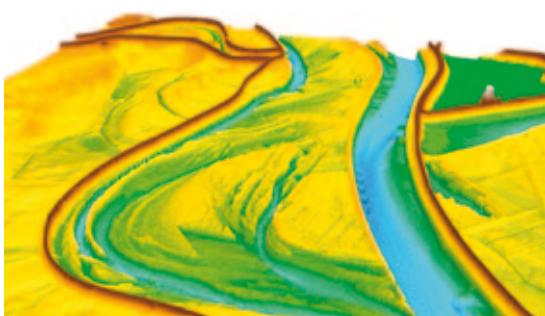


Abb.8, Laser-DGM 2011 (1x1m), kombiniert mit Sonardaten-DGM in der Donau aus 2011

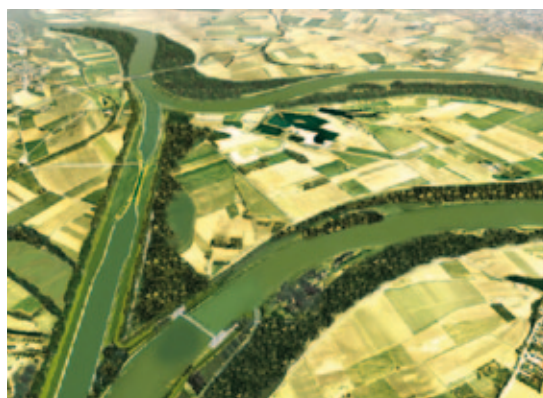


Abb.11, Visualisierung für das Raumordnungsverfahren des bei Variante C 2,80 geplanten Schleusenkanals und des noch oberirdisch angelegten Wehres bei Aicha



Übersicht Infrastrukturprojekte Eisenbahnanlagen

Referent: Dipl.-Ing. (FH) Holger Knippschild

Einführung

Die Eisenbahninfrastruktur sieht sich deutschland- und weltweit permanent wandelnden Anforderungen gegenüber, die regelmäßige Anpassungen an bestehende Schienenverkehrswege und den Bau neuer Strecken mit allen dazugehörigen Anlagen erfordern.

Neben dem Aus- und Neubau der Verkehrswege spielt auch der Ersatz bestehender und am Ende des Nutzungszeitraumes angelangter Bestandteile des Netzes eine wichtige Rolle, um die Verfügbarkeit und optimale Nutzung der Gleisanlagen für die Eisenbahnverkehrsunternehmen sicher zu stellen.

Unabhängig vom beauftragten Gewerk ist eine Anlage des Schienenverkehrs nicht singulär als ein Stück Verkehrsanlage oder Ingenieurbauwerk zu betrachten. Vielmehr sind hier vielfältige Randbedingungen und Einflüsse des in seiner Gesamtheit komplexen Systems, insbesondere mit Blick auf Anforderungen einer hohen betrieblichen Verfügbarkeit zu berücksichtigen. Der planende Ingenieur steht damit vor der Herausforderung, das Zusammenspiel von baulichen Anlagen, bahntechnischer Ausrüstung und Betrieb unter dem Aspekt des Bauens unter oder zumindest neben rollendem Rad im intensiven Austausch mit den Kollegen der übrigen Fachgewerke genau miteinander als ganzheitlichen Prozess abzustimmen und das gesamte System zu einer funktionierenden Einheit auszubilden.

Diesem überaus interessanten Aufgabengebiet mit der Trassierung und Planung der Oberbauanlagen, des zugehörigen Tiefbaus sowie der Objektplanung von Ingenieurbauwerken von der Machbarkeitsstudie über Entwurf und Ausschreibung bis zur Ausführungsplanung widmet sich bei der SSF Ingenieure AG der »Bereich Ingenieurbau / Verkehrsanlagen Schiene«.

Von großem Vorteil für die umfassend fachübergreifende und auch integrale Betrachtung der jeweiligen Aufgabe ist, dass sich mit den Geologen des Baugeologischen Büro Bauer GmbH, den Umweltplanern von Prof. Schaller UmweltConsult GmbH und den Verkehrsanlagenplanern von Wagner Ingenieure GmbH drei Fach- und Objektplaner in unmittelbarer räumlicher Nähe befinden, die organisatorisch eingebunden sind in die SSF Gruppe und mit denen ein reger, interdisziplinärer Austausch selbstverständlich ist.

Die folgenden kurzen Projektinformationen zeigen einen Querschnitt der Expertise und des Portfolios an Planungsleistungen der SSF Ingenieure AG:

- Verkehrsanlagen Schiene, Schotteroberbau und Feste Fahrbahn
- Brücken- und Ingenieurbau
- Tief- und Erdbau
- Personenverkehrsanlagen



Abb. 1/2, NBS Nürnberg – Ingolstadt, Streckengleise in Fester Fahrbahn, Bahnhofsgleise mit Schotteroberbau, Streckentiefbau, Eisenbahnüberführung, Erd- und Dammbau, Personenverkehrsanlagen, Kabeltiefbau, Schallschutzwände, Stützbauwerke

Auf Grund der Vielzahl und Vielfalt bearbeiteter Projekte des Bereichs Ingenieurbau/Verkehrsanlagen Schiene beschränkt sich die nachfolgende Zusammenstellung auf einen kleinen Ausschnitt unserer Referenzen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Maßnahmen der Trassierung von Schienenwegen und der Planung von Gleisoberbau- und Gleistiefbauanlagen.

**Feste Fahrbahn (FF) Roitzsch - Hohenthurm:
Strecke 6132, Bitterfeld - Halle/Saale**

Dieses Projekt stand unter einem enormen Zeitdruck. Von Februar bis April 2013 war die Ausführungsplanung für die Erneuerung des Oberbaus auf dieser zweigleisigen, elektrifizierten Strecke von km 136,0+00 bis km 150,9+00 im Zuge der Strecke 6132 Berlin Südkreuz – Halle Hbf, einschließlich der durchgehenden Hauptgleise im Bf Roitzsch, Hp Brehna und Bf Landsberg sowie der darin integrierten Weichenverbindungen und Überleitstellen vorgesehen. Die Realisierung soll bis Juni 2013 erfolgen.

Die Streckengleise werden in der Bauart Feste Fahrbahn (FF), System FF Bögl (Fertigteilbauweise) ausgeführt. Die Weichenverbindungen und Überleitstellen sind in der Bauart Rheda 2000 geplant. Die Bahnhofsgleise bleiben in Schotterbauweise bestehen und werden mit Übergängen FF–SchO an die Feste Fahrbahn angeschlossen.

Durch den Rückbau der alten Festen Fahrbahn FFYS (auf Asphalttragschicht gelagerte Y-Stahlschwellen) ist ebenfalls die bestehende Mittenentwässerung anzupassen bzw. in den Bahnhofsbereichen komplett zu erneuern.

Die Strecke wird außerdem auf einer Länge von ca. 8,7 km mit Leichtbeton-Schallabsorbieren der Bauart Brist System Liakustik ausgestattet.

Der Leistungsumfang der SSF Ingenieure AG beinhaltet für die Verkehrsanlagen und Ingenieurbauwerke jeweils die Ausführungsplanung. Im Leistungsbild Tragwerksplanung waren die Genehmigungs- und Ausführungsplanung zu erbringen.

Dabei wurde der Oberbau (FF) der Hauptgleise für freie Strecke, Bahnhofsgleise und Brücken mit Übergängen von FF Bögl auf Schotteroberbau FF Bögl auf FF Walter (Bestand) und FF Bögl auf FF System Rheda 2000 (Weiche) geplant.

Weiterhin waren die Planungen für die Anpassung der Entwässerungsanlagen auf der freien Strecke, die Erneuerung der Entwässerungsanlagen in den Bahnhöfen Roitzsch und Landsberg und den Einbau der Schallabsorber Bauart Brist System Liakustik mit den entsprechenden UiG-Anträgen für die Feste Fahrbahn, die Weichen und die Schallabsorber zu erbringen.

Aus den Entwurfsparametern resultierten die folgenden Anforderungen an das FF-System:

- die durchgehenden Hauptgleise sind mit einer Entwurfsgeschwindigkeit von maximal 200 km/h zu befahren, auf den Bahnhofsgleisen beträgt die Geschwindigkeit 60 km/h, für Überleitverbindungen sind 100 km/h vorzusehen
- die Gleise werden zukünftig im Mischverkehr mit Güter- und Personenzüge befahren, daraus resultiert auch das maßgebende Lastbild LM 71 nach DIN Fachbericht 101, der Klassifizierungsfaktor beträgt dazu 1,0 (entspricht 100% LM 71)

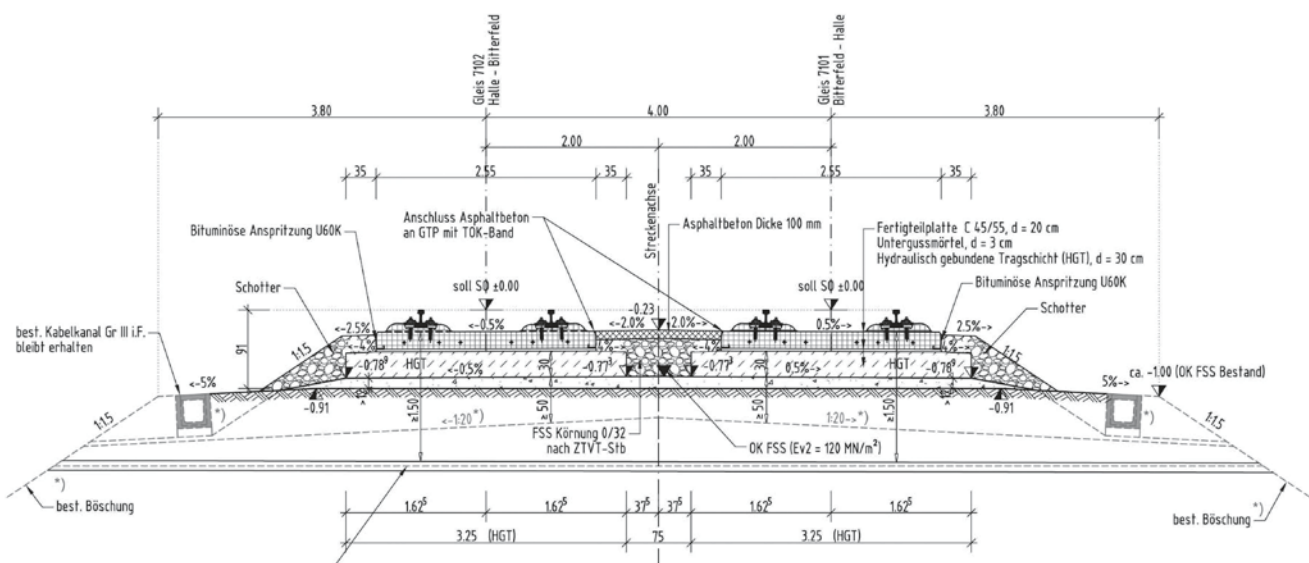


Abb.3, FF Roitzsch – Hohenthurm, Regelquerschnitt FF Bögl auf freier Strecke

**Feste Fahrbahn (FF) Ilmenau – Erfurt:
Strecke 5919, Ebensfeld – Erfurt**

Dieser rund 32,34 km lange Abschnitt der zweigleisigen Neubaustrecke zwischen Ilmenau und Erfurt wird einschließlich aller Hauptgleisweichen in den beiden Überholbahnhöfen Ilmenau–Wolfsberg und Eischleben in der Bauart Feste Fahrbahn (FF), System FF Bögl (Fertigteilbauweise) ausgeführt. Insgesamt werden hier mehr als zehntausend Platten verlegt. Die Überholgleise und die darin enthaltenen Schutzweichen sind in Schotterbauweise ausgeführt. In Fester Fahrbahn sind Weichen der Formen 60-2500-1:26,5 fb und 60-1200-1:18,5 fb eingebaut. Die Schutzweichen im Schotteroberbau sind ABWs 54-190-1:9. In der Summe werden 28 Weichen eingebaut. Die im Streckenabschnitt befindlichen Kunstbauwerke 6 Talbrücken mit Gesamtlängen zwischen

120 m und 1.121 m, 3 »lange« Brücken zwischen 40 m und 90 m Gesamtstützweite, 3 »kurze« Brücken, Tunnel Augustaburg 1.404 m, Tunnel Behringen 463 m, Tunnel Sandberg 1.320 m und Teile der Entwässerung wurden im Rahmen vorgezogener Baumaßnahmen bereits im Zeitraum von 2000 bis 2005 im Rohbau fertiggestellt. Insbesondere die Talbrücken und die »langen« Brücken waren hinsichtlich der aktualisierten Anforderungen an die Bauart FF (Anforderungskatalog FF) zu untersuchen und konstruktiv anzupassen. Daneben wurden auch Instandsetzungs-, Ergänzungs- und teilweise Ertüchtigungsmaßnahmen an den bestehenden Brückenbauwerken durchgeführt. Bausoll ist auch die Erstellung von Lärmschutzwänden auf der freien Strecke und auf Brücken sowie von Windschutzwänden. Insgesamt sind 16 LSW / WSW-Abschnitte herzustellen.

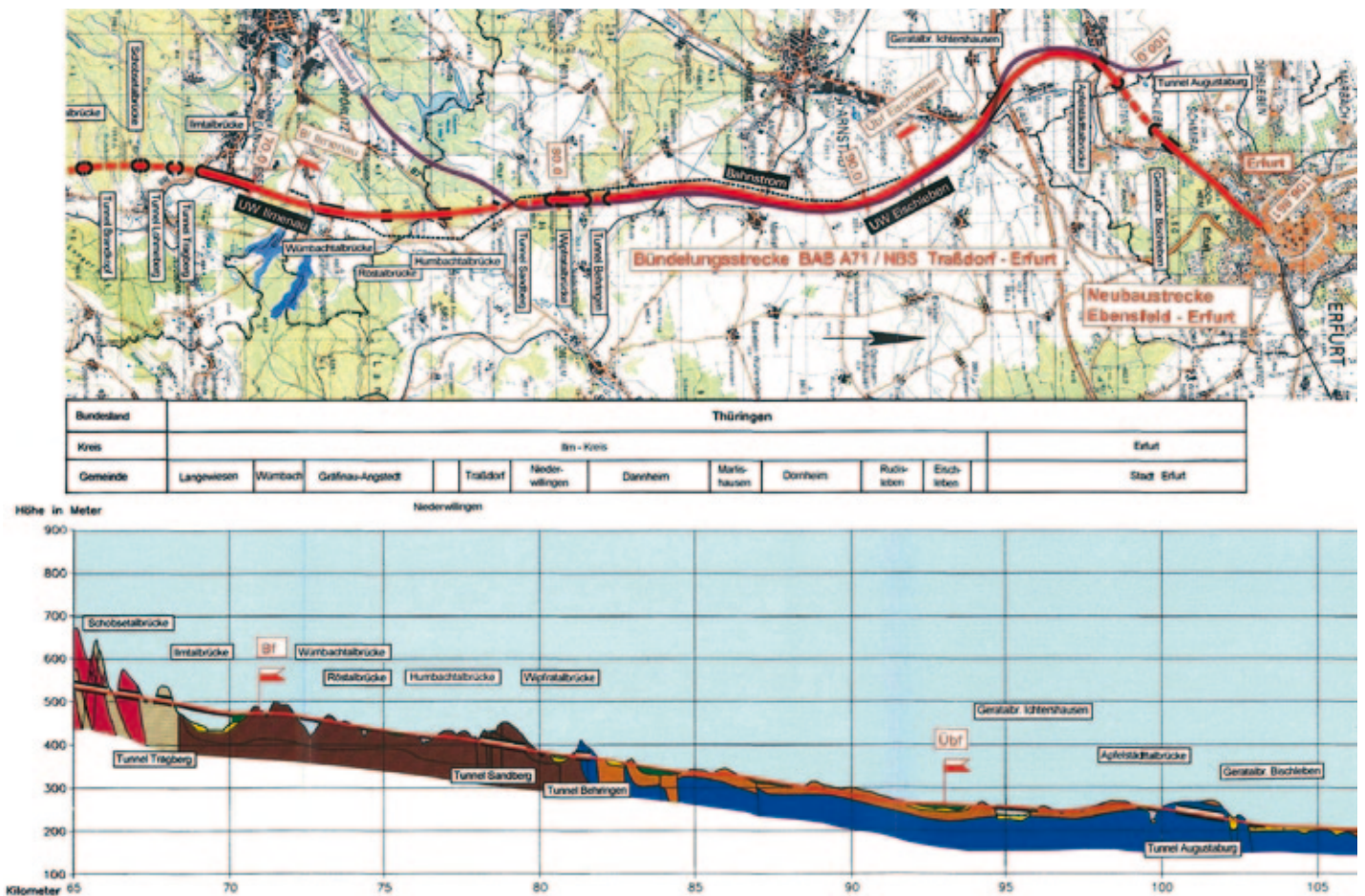


Abb.4 ,FF Ilmenau – Erfurt, Streckenübersicht Lageplan und Längsschnitt; rund 32 km langer Neubaubauabschnitt

Aus den Entwurfparametern resultierten die folgenden Anforderungen an das FF-System:

- die durchgehenden Hauptgleise sind mit einer Entwurfsgeschwindigkeit von maximal 300 km/h zu befahren, auf den Überholgleisen in den Bahnhöfen Ilmenau–Wolfsberg und Eischleben beträgt die Geschwindigkeit 100 km/h, für Überleitverbindungen sind 130 km/h möglich
- die Gleise werden zukünftig im Mischverkehr mit Güter- und Personenzügen befahren, daraus resultiert auch das maßgebende Lastbild LM 71 nach DIN Fachbericht 101, der Klassifizierungsfaktor beträgt dazu 1,0 (entspricht 100% LM 71)



Abb. 5, FF Ilmenau – Erfurt, Weichenverbindung im Bau; Überleitverbindung, im Hintergrund einer von zwei Überholbahnhöfen, Gleislage Bf. in Schotterbauweise

Der Leistungsumfang der SSF Ingenieure AG beinhaltet folgende Planungen:

- Oberbau (FF) der Hauptgleise (einschl. Weichen, Überleitverbindungen und Abzweigweichen) für freie Strecke, Brücken, Tunnelbauwerke
- Kabeltiefbau (Kabeltröge, -schächte, -querungen)
- Ergänzung von Entwässerungsanlagen auf der freien Strecke
- Schotteroberbau im Bereich der Überholbahnhöfe einschl. Flankenschutzweichen

- Gleiseindeckplatten in Tunnelbauwerken sowie auf freier Strecke vor den Tunnelportalen (Rettungsplätze) zur Herstellung der Befahrbarkeit für Rettungsfahrzeuge
- Dammergänzungen / Erdbau
- Böschungsvernagelung
- Lärmschutzwände für freie Strecke und auf Brücken, Windschutzwände auf Brücken
- Ertüchtigung einer »kurzen« Brücke hinsichtlich Resonanzgefährdung
- Ertüchtigung LSW-Verankerung auf Brücken

Hinsichtlich der Eignung der Brücken bezüglich Einbau der Bauart Feste Fahrbahn werden u.a. folgende Nachweise durch die SSF Ingenieure AG erbracht:

- Schienenspannungsberechnungen
- Berechnung der abhebenden Schienenstützpunktkräfte einschließlich Nachweis der Lagesicherheit der Oberbauelemente
- Nachweis der maximalen Einsenkung in den Schienenstützpunkten
- Nachweis der maximalen Schienenstützpunktabstände an Brückenfugen
- Berechnung von Lateralversätzen (vertikal/horizontal) infolge Lagerspiel und Temperatur

Erdinger Ringschluss: Strecke 5601, Markt Schwaben – Flughafen München Terminal

Das Projekt »Erdinger Ringschluss – Verbesserung der Schienenanbindung des Flughafens München« hat zum Ziel, die Schienenanbindung des Flughafens München zu verbessern und neben der bisherigen S-Bahnverbindung noch weitere S-Bahn-ähnliche Schienenverkehre zum Flughafen zu führen. Der Flughafen soll auf dem Schienenweg aus Nordostbayern und Südostbayern direkt erreichbar werden.

Zur Erreichung des Projektziels werden umfangreiche Infrastrukturmaßnahmen notwendig. Das gesamte Vorhaben »Erdinger Ringschluss« umfasst drei Baustufen sowie einen längerfristig notwendigen weiteren Ausbau.

Der mit der Baustufe II veränderte Bereich umfasst insgesamt den Bahnhofsteil München Flughafen Terminal, den neuen Haltepunkt Schwaigerloh, die neue Wende- und Abstellanlage Schwaigerloh, den Lückenschluss zwi-

schen dem Flughafen und der Stadt Erding, den zweigleisigen Ausbau der Strecke von Erding nach Altenerding und die Verlegung des Bahnhofes Erding in das Fliegerhorstareal.

Die SSF Ingenieure AG plant derzeit im Rahmen der Baustufe II – Neubau des zweigleisigen Streckenabschnitts München Flughafen – Altenerding (Erdinger Ringschluss) – in den Leistungsphasen 3 (Entwurf) und 4 (Genehmigungsplanung) die Anlagen zwischen dem Flughafen und der Stadtgrenze Erding (Abb.7).

Die durch die SSF Ingenieure AG geplanten Maßnahmen in der Übersicht:

- 6.257 km Verkehrsanlagen, Gleisober- und Gleistiefbau (Neubau)
- 15 Einzelmaßnahmen Verkehrsanlagen Straße (Neu- und Umbau)
- 9 Eisenbahnüberführungen (EÜ)
- 4 Straßenüberführungen (SÜ)
- 1 Haltepunkt mit 2 Bahnsteigen, Rampen und WSA
- 1 Betriebsbahnhof mit 7 Weichen
- 326 m Eisenbahntrog
- 4 Rohrdurchlässe (unter Schiene und Straße)
- 2 Regenrückhaltebecken

- Konzept 3 ■
- Vorhaben 2 ■
- Vorhaben 1 ■
- Vorhaben 4.1 ■
- Vorhaben 4.2 ■
- Konzept 4.3 ■
- Konzept 6 ■
- Konzept 5 ■

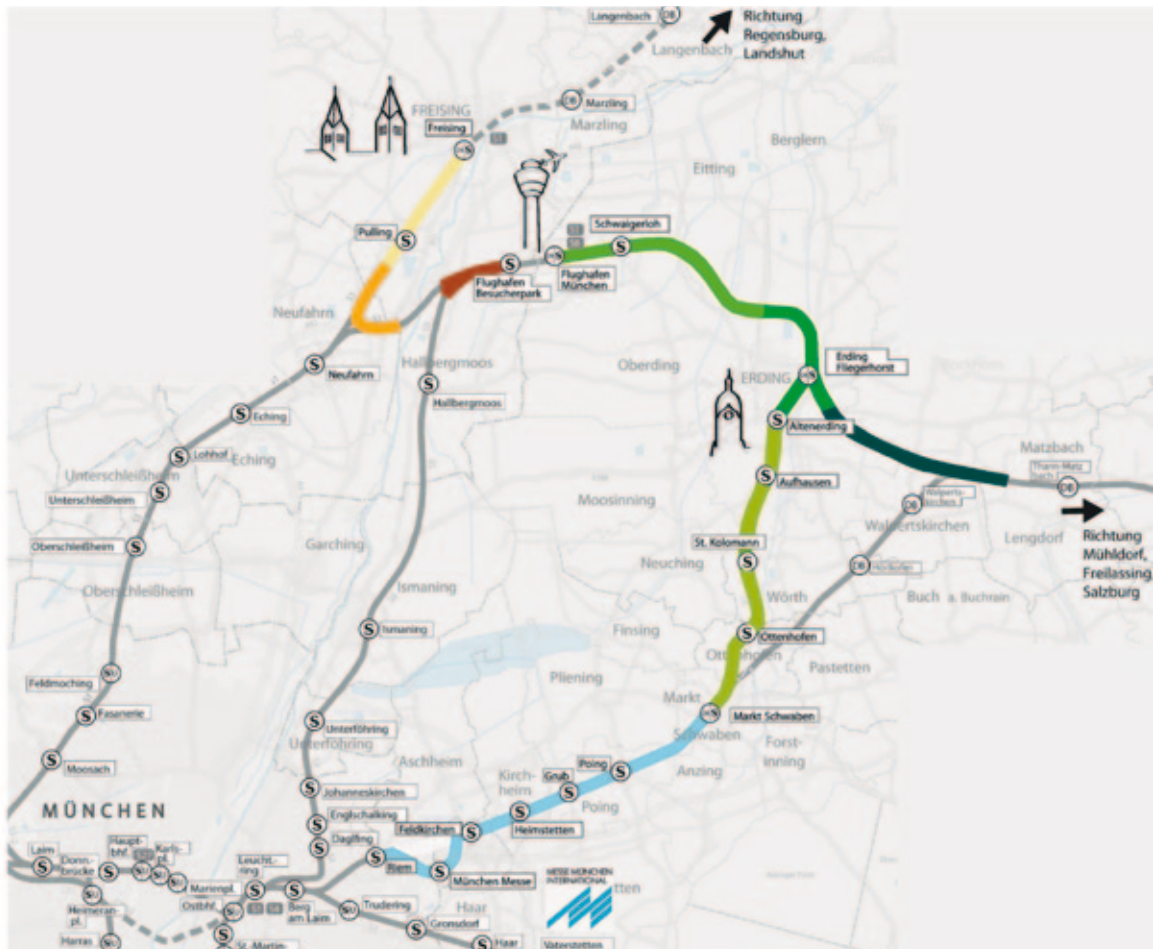


Abb.6, Flughafenanbindung, Übersichtskarte Baustufen



Abb.7, Erdinger Ringschluss, Baustufe II, Übersicht der durch die SSF Ingenieure AG geplanten Maßnahmen

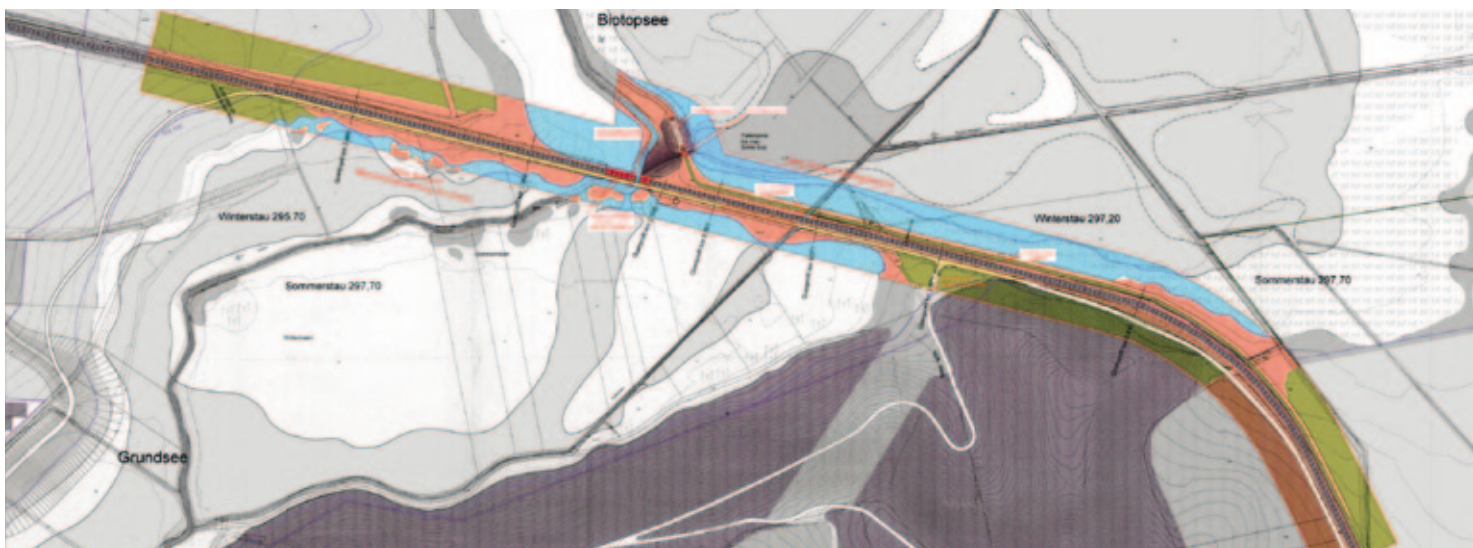


Abb.8, Hochwasserrückhaltebecken Goldbergsee, Übersichtsplan

HRB Goldbergsee: Strecke 5122 Coburg – Bad Rodach

Das Wasserwirtschaftsamt Kronach plante für den Hochwasserschutz der Stadt Coburg im Bereich der Bahnstrecke Coburg–Bad Rodach die Errichtung des Hochwasserrückhaltebeckens Goldbergsee.

Die Anlage besteht aus zwei Wasserflächen, zum einen aus dem Goldbergsee mit einer Stauschwankung von

2,00 m (295,70 mNN–297,70 mNN) und zum anderen aus dem sogenannten Biotopsee mit einer Stauschwankung von 0,50 m (297,20 mNN–297,70 mNN). Die Bahnstrecke Coburg–Bad Rodach verläuft zwischen dem Goldbergsee links der Bahn und dem Biotopsee rechts der Bahn auf einem ca. 2 m hohen Damm.

In dem anzupassenden Streckenbereich von 700 m befinden sich 2 Eisenbahnbrücken, 3 private Bahnübergänge sowie Straßen und Wege.

Die Solltrassierung des Streckengleises war durch zerstörte Vermarkungen in der Örtlichkeit nicht mehr nachvollziehbar. Sie wurde im Baubereich aus der Ist-Lage und den örtlichen Gegebenheiten rekonstruiert, neu überplant und letztendlich auf dieser Basis wieder hergestellt. Für den Einstau des Goldbergsees war der Bahndamm mit einem Uferschutz zu versehen. Weiterhin war für den Austausch der beiden Seen untereinander sowie für die Unterführung des Sulzbaches ein ausreichend großer Öffnungsquerschnitt im Bahndamm vorzusehen. Diese Öffnung wird durch eine neue, vierfeldrige Eisenbahnüberführung, die im Einschubverfahren auf Tiefgründung erstellt wurde, realisiert. Die bestehenden EÜ's wurden ersatzlos zurückgebaut.

Als Fuß- und Radwege, für Besichtigungs- und Wartungsarbeiten sowie für Rettungseinsätze war ein entsprechendes, bahnparalleles Wegenetz zu erstellen. Für die Überführung eines dieser Wege über die Verbindung der Gewässer steht ein entsprechendes Brückenbauwerk (SÜ) analog und parallel der neuen EÜ zur Verfügung.

Der Schutz des bestehenden Bahndammes war so ausulegen, dass die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Bahndammes auch unter Berücksichtigung der

unterschiedlichen Stauziele sowie den daraus resultierenden Dammhebungen /-setzungen und der Belastungen aus Einstau und Ablass nicht gefährdet ist.

Die im Wesentlichen geplanten und ausgeführten Maßnahmen waren:

- Herstellung eines Uferschutzes auf beiden Seiten des bestehenden Bahndammes
- Rückbau der Bahnübergänge (BÜ) bei Bahn-km 3,019, Bahn-km 3,207 und Bahn-km 3,512
- Rückbau der Wegeüberführung nördlich der Bahnstrecke ca. bei Bahn-km 3,218
- Rückbau der EÜ über den Weidengraben ca. Bahn-km 3,084
- Bachbettverlegung des Sulzbaches im Bereich der neuen EÜ
- Rückbau der EÜ über den Sulzbach ca. Bahn-km 3,218
- Neubau der EÜ über den Sulzbach ca. Bahn-km 3,223
- Neubau der SÜ Rad- und Gehweg südlich der Bahnstrecke bei Bahn-km 3,223 inkl. Dammbau
- Neubau eines Geh- und Radweges südlich der Bahn ab ca. Bahn-km 2,900 bis 3,543 inkl. Dammbau
- Herstellung der neuen Gleissolllage



Abb.9/10, Hochwasserrückhaltebecken Goldbergsee, Blick auf die neu trassierte Strecke und den parallelen Weg, im Vordergrund die beiden Brücken

Der Leistungsumfang der SSF Ingenieure AG beinhaltet:

- Planung der Verkehrsanlagen (Schiene und Straße)
- Objekt- und Tragwerksplanung für den Neubau der Ingenieurbauwerke, Eisenbahn- und Straßendämme sowie Dammertüchtigungen
- Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung
- Vermessung
- örtliche Bauüberwachung, Bauüberwacher Bahn
- Bauvorlage beim Eisenbahnbundesamt und dem Wasserwirtschaftsamt für alle Gewerke.

Personenverkehrsanlagen

Auch die Planung von Personenverkehrsanlagen für den schienengebundenen Verkehr ist eine stets gerne von uns angenommene Aufgabe. So wurde in den letzten Jahren, insbesondere in der Ausführungsplanung, eine Vielzahl von Bahnsteigen geplant.

Die Herausforderung liegt auch hier neben der optimierten, sowohl auf die Bedürfnisse der Reisenden als auch auf die Wünsche des Auftraggebers zugeschnittenen Planung der Bauwerke in der Integration der unterschiedlichen Fachplanungen, insbesondere unter laufendem Betrieb.



Abb.11, Neuer Haltepunkt Hirschgarten in München, Planung der Personenverkehrsanlagen, der Gleise, der Anpassung des Bahndammes und der Anbindung über Treppen und Aufzüge von der Friedenheimer Brücke

Schlussbemerkung

Unseren Auftraggebern danken wir herzlich für Ihr Vertrauen und die angenehme Zusammenarbeit. Sehr gerne sind wir Ihr qualifizierter und motivierter Partner in allen Fragen der Eisenbahnplanung. Wir freuen uns sehr auf die kommenden Herausforderungen.



7

Ausgewählte Brückenentwürfe der letzten Jahre

Referent: Dipl.-Ing. Peter Radl

Die nachfolgende Zusammenstellung aus hunderten Projekten der Objektplanungsgruppe beschränkt sich auf eine kleine Auswahl technisch anspruchsvoller, zum Teil neuartiger und individuell gestalteter Brücken.

Integrale Rahmenbauwerke

Vom visuellen Charakter kommen weit gespannte Rahmenbauwerke mit einer bogenförmigen Anvoutung des Überbaus Gewölbebrücken bzw. Steinbögen am nächsten. Sie ähneln der Urform des massiven Brückenbaus und wirken mit ihrem, wenn auch flachen Bogenschwung harmonisch und angenehm. Dabei handelt es sich um moderne Konstruktionen, die fugenlos, ins Erdreich eingebettet statisch ganzheitlich zu betrachten sind. Die Beschaffenheit des Baugrunds hat einen - wenn auch nur geringen - Einfluss auf die Bemessung eines Rahmens.



Abb.1, ABD Südbayern: BAB A 99, BW 5 bei Allach

Neu ist der Entwurf einer Richtlinie, RE-ING, die festlegt, die Interaktion mit dem Baugrund durch einen »Geotechnischen Entwurfsbericht« zu untersuchen und zu dokumentieren. Bei besonders schwierigen Bodenverhältnissen steht uns zur Verifizierung des Bodengutachtens unser Partnerbüro Baugeologisches Büro Bauer beratend zur Seite.

Rahmen eignen sich besonders als pfeilerlose Überführungsbauwerke über Autobahnen und Gewässer. Spannweiten bis weit über 50 m sind sowohl in Spannbeton- als auch Verbundbauweise möglich. Diese weit gespannten Bauwerke zeichnen sich durch ihr hohes Maß nachhaltiger Qualität aus. Es kommen keinerlei mechanische Bauteile wie Lager und Übergangskonstruktionen zum Einsatz.

Zudem birgt der Wegfall von Zwischenunterstützungen Vorteile in der Nachhaltigkeitsbetrachtung unter sozio-ökonomischen Gesichtspunkten: Entfall volkswirtschaftlicher Nachteile durch Staubbildung bei Bau und Unterhalt, damit Minimierung von CO₂-Emissionen.



Abb.2, ABD Nordbayern: BAB A 73, BW 42-2 bei Lichtenfels



Abb.3, ABD Nordbayern: BAB A 73, BW 46-2 bei Coburg

Ein bereits vor 22 Jahren für die Autobahndirektion Südbayern ausgeführter Spannbetonrahmen über die damals im Bau befindliche BAB A 99 München Nord bei Allach ist ein Beleg für die wartungsarme und gestalterisch hochwertige Bauweise (Abb.1). Er weist bei einer lichten Weite von 51,50 m in Feldmitte eine Bauhöhe von nur 1,00 m auf.

Weitere Spannbetonbrücken wurden u. a. für die Autobahndirektion Nordbayern im Zuge des Neubaus der BAB A 73 im Streckenabschnitt Suhl – Lichtenfels als Referenzbauwerke geplant (Abb.2/3). Daraufhin wurden alle Überführungen in diesem 35 km langen Abschnitt als pfeilerlose Rahmenbauwerke ausgeführt. Neben den Spannbetonbrücken kamen auch Verbundbauwerke zur Ausführung.

Integrale Rohrfachwerkbrücke mit geschweißten Knoten

Für das erste bei Lichtenfels gelegene Überführungsbauwerk des o.g. Streckenabschnittes der BAB A 73 wurde von der Autobahndirektion Nordbayern ein in technischer und gestalterischer Hinsicht hochwertiges Bauwerk gefordert, was in den Entwurf einer Rohrfachwerkbrücke in Stahlverbund-Rahmenbauweise mündete. Die Brücke spannt mit einer lichten Weite von 91 m über den neuen und weit sichtbaren an der nördlichen Talflanke des Mains gelegenen Autobahneinschnitt (Abb. 4).

Trotz der enormen Gesamtlänge von 122,62 m wurde ein Rahmenbauwerk geplant. Die beiden im Querschnitt zueinander geneigten Fachwerkträger mit der aufgelegten Stahlbetonfahrbahnplatte gehen innerhalb der Böschung in Widerlagerblöcke über, die auf Großbohrpfählen gegründet sind.



Abb.4/5, ABD Nordbayern: BAB A 73, BW 67-1 bei Lichtenfels

Bei den Fachwerkträgern dieser Brücke wurden zum ersten Mal in Deutschland großformatige Rohre direkt miteinander verschweißt, was auf Grundlage des von der SSF Ingenieure AG vorgeschlagenen, im offshore-Bereich schon länger bekannten und angewendeten Nachweis-

verfahrens der Betriebsfestigkeit ermöglicht wurde. Die Dauerhaftigkeit der Rohrknoten konnte anhand von Bauteilversuchen an der Bundeswehrhochschule München nachgewiesen werden. Für diese Bauweise wurde eine Zulassung im Einzelfall erteilt.

Initiierung einer neuen Brückenbauweise

Das direkte Verschweißen von Rohrknoten war im Brückenbau in Deutschland Neuland. Das Nachweisverfahren ist nicht explizit in den DIN Fachberichten geregelt. Folglich nahmen sich mehrere Universitäten und Forschungsinstitute dieser neuen Bauweise an mit dem Ziel, eine Rechengrundlage zu schaffen und diese in einer DAST-Richtlinie zu veröffentlichen. Mit der Einführung der Richtlinie wird im Sommer 2013 gerechnet.

Das Bauwerk wurde in der Kategorie »Bauteile und Systeme aus Stahl für das Bauen« mit dem 3. Preis im Rahmen der Verleihung des Stahlinnovationspreises 2009 ausgezeichnet.

Fuß- und Radwegbrücke über die BAB A 9 in Bayreuth

Die Rohrfachwerkbrücke über die BAB A 9 stand in gewisser Weise Pate für vorgenannte Straßenüberführung. Die Besonderheit dieses Entwurfs, ebenfalls für die Autobahndirektion Nordbayern, liegt in der Trennung der or-



Abb.6, ABD Nordbayern: BAB A 9, BW 307b bei Bayreuth

thotropen Gehwegtafel von der Untergurtebene. Der BAB-Einschnitt ist im Brückenbereich unterschiedlich hoch, die Gradienten des Weges sind entsprechend geneigt. Um einen gewissen Spannungsbogen aufzubauen, wurde ein in der Ansicht asymmetrisches Bauwerk gewählt. Wäh-

rend der Fachwerkobergurt und die parallel dazu aufgehängte Fahrbahn in einem großen Schwung nach Westen abfallend über die BAB spannen, überbrückt der Untergurt in einem symmetrischen Schwung die Autobahn. Die Konstruktionshöhe nimmt entsprechend von Ost nach West ab. Im Osten liegt eine Einspannung in einen nicht sichtbaren massiven Widerlagerblock auf Bohrpfählen vor, im Westen eine Auflagerung auf einem in der Böschung integrierten Widerlager. Die Abmessungen der Rohre wurden bewusst nicht ausgedünnt, um die Konturen des Bauwerks zu betonen, was nebenbei zu einer eher robusten Bemessung führte.

Gegenüber Straßenbrücken ist bei Fußgängerbrücken kein Nachweis der Betriebsfestigkeit zu führen. Die Schweißnähte sind wesentlich geringer beansprucht. Eine Zulassung im Einzelfall für das direkte Verschweißen der Rohre ist nicht erforderlich.

Vor Ort gegossene Stahlbeton- und Spannbetonbrücken

Besonders wirtschaftliche und auch ansprechend geformte Betonkonstruktionen ermöglicht die Ortbetonbauweise mit einer Schalung auf Lehrgerüst.



Abb.7, ABD Südbayern, BAB A 8 West, Überführung Lochhauser Straße in München



Abb.8, ABD Südbayern, BAB A 9/A92, Direktrampe am AK Neufahrn

Überführung der Lochhauser Straße über die BAB A 8 West in München

Bei der Überführung der Lochhauser Straße über die BAB A 8 im Westen Münchens wurde aufgrund der Lage – es handelt sich um die letzte sichtbare Brücke vor der LH München – ein eher außergewöhnliches Bauwerk angestrebt. Der in diesem Bereich breite Mittelstreifen ermöglichte die Ausbildung v-förmig gespreizter Stützen, die als dünne Stahlrohre konsequent dominant in roter Beschichtung ausgeführt wurden (Abb.7). Sowohl der schlanke Überbau, als auch die niedrigen in der Böschung sitzenden Widerlager reagieren auf die Neigungen der Stützen im Mittelstreifen.

Im weiteren Verlauf der BAB A 8 West wiederholen sich die zur Fahrbahn hin geneigten Widerlager, zunächst in Kombination mit Rahmenbauwerken und später auch als Auflager von Zwei-Feld-Brücken mit zur Stütze hin angevouteten Überbauten. Der Entwurf überzeugte sowohl das Baureferat der LH München als auch die mit der Umsetzung betraute Autobahndirektion Südbayern.

Überflieger am AK Neufahrn im Zuge der BAB A 9 / A 92

Die Ortbetonbauweise ist bei Rampenbrücken, sogenannten »Überfliegern«, über Autobahnkreuze eher die Ausnahme. Sie wurde dennoch für den Bau der Direktrampe der BAB A 92 zur BAB A 9 in Neufahrn bei München gewählt (Abb. 8).

Bereits im Entwurf wurden detailliert alle Bauzustände und die zahlreichen Verkehrsführungsphasen abgebildet und ebenso genau ausgeschrieben, was eine Ausführung ohne nennenswerte Verkehrsbeeinträchtigungen ermöglichte. Der gewählte zweistegige Spannbetonplattenbalken, dessen Stege aufgrund der parallel zu den Autobahnen ausgerichteten Unterbauten und des Brückenschwungs im Grundriss extrem abweichende Stegstützweiten aufweisen, konnte im Gegensatz zu einer Taktschiebebrücke mit begehbarem Hohlkasten sehr schlank und dennoch robust dimensioniert werden. Der Mut der Autobahndirektion Südbayern, an dieser Stelle von der üblichen Taktschiebebauweise abzuweichen, wurde mit der reibungslosen Umsetzung dieses schlanken und extrem wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauwerks belohnt.

Eisenbahnüberführung über die A 8 West bei Gersthofen

Westlich von Augsburg bei Gersthofen quert die relativ hoch frequentierte Bahnstrecke Augsburg – Donauwörth die BAB A 8 West. Aufgrund des Autobahnausbaus musste die alte Bahnbrücke ersetzt werden.

Die Höhenlage beider Verkehrswege war nahezu unveränderlich. Für den Bau einer herkömmlichen Deckbrücke über zwei Felder reichte die zur Verfügung stehende Konstruktionshöhe nicht aus. Mit der Kombination eines Rahmenbauwerks über zwei Felder, ausgesteift mit Randüberzügen (Abb.9), ließ sich dennoch die erforderliche Steifigkeit erzeugen, eine gut doppelt so teure Fachwerkbrücke vermeiden. Ein zusätzlicher Vorteil des Rahmens ist dessen Robustheit und leichte Verschiebbarkeit. Das Bauwerk wurde neben der Bahnstrecke hergestellt und in einer Betriebssperre an einem Wochenende, teilweise unter BAB-Betrieb, in die endgültige Lage verschoben. Die Bahn entschied sich für diese sehr wirtschaftliche Bauweise, da ein alternativer Bau in endgültiger Lage mit einer Behelfsumfahrung und Geschwindigkeitsbeschränkung eine für den Bahnbetrieb wesentlich größere Beeinträchtigung dargestellt hätte. Die Herstellung in Nachbarlage erfolgte auf Lehrgerüst in überhöhter Lage. Erst nach dem Ausbau des Lehrgerüsts konnte der Rahmen auf seine entlang der Autobahn verlaufende Verschub-



Abb.9, ABD Südbayern, BAB A8 West, Eisenbahnüberführung bei Gersthofen

bahn abgestapelt werden. Die DB AG erhielt mit diesem Entwurf ein nachhaltiges, extrem wirtschaftliches und dennoch sehr robustes Stahlbetonrahmenbauwerk.

Flussbrücken

Donaubrücke Günzburg

Zu den klassischen Flussbrücken zählen Stabbogenbrücken, welche Gewässer ohne störende Einbauten in einem Schwung überspannen.



Abb.10, Donaubrücke Günzburg



Abb. 11, Donaubrücke Günzburg

Abb. 12, Donaubrücke Günzburg am Abend – mit wechselnder farbiger Beleuchtung



Abb. 13, ABD Südbayern, BAB A8 Ost, Brücke über die Tiroler Arche, Ansicht

In Günzburg wurde in Zusammenarbeit mit dem staatlichen Bauamt Krumbach eine modern anmutende und kompakt wirkende Bogenbrücke mit gekreuzten, vorgespannten Hängerstäben und zueinander geneigten Bogenebenen entworfen. Die beiden oberen Querriegel schließen das Bauwerk nach oben hin ab und erzeugen ein Einfahrtstor in das Stadtgebiet Günzburg. Die Stahlprofile gehen dabei ruhig und harmonisch in einem Fluss ineinander über. Die als niedrige und klare Bogenauflager inszenierten Pfeiler wurden elliptisch ausgerundet und verjüngen sich entsprechend der Bogenneigung nach oben. Über die kurzen Vorlandfelder spannen schlanke Stahlbetonplatten, die in die Böschung hoch gesetzte Widerlager einspannen. Die Bogenneigung setzt sich auch in der Neigung der Flügelwände fort.

Der Entwurf überzeugte die Stadt Günzburg, die das Bauwerk mit verschiedenfarbiger Effektbeleuchtung ausstattete, aber auch das *bauforumstahl e.V.*, die das Bauwerk mit dem Ingenieurpreis des Deutschen Stahlbaus 2013 auszeichnete.

Brücke über die Tiroler Arche im Zuge der BAB A 8 Ost

Nicht allein die Ausführung als im Grundriss schiefwinklige Stabbogenbrücke über die Tiroler Arche im Zuge der BAB A 8 Ost, sondern vielmehr die Gründung des Tragwerks im Seeton des Chiemseebeckens stellen eine Besonderheit dieser Flussbrücke dar.

Das Bauwerk der Autobahndirektion Südbayern steht auf bis zu 57 m langen, teleskopartig niedergebrachten Großbohrpfählen auf einem Konglomerat aus Schluff- und Tonstein. Die ehemals an dieser Stelle vorhandene Stahlverbundbrücke, die schwimmend mit kurzen Holzpfählen in den oberen Kies und darunter liegenden Seetonschichten gründete, setzte sich zusammen mit dem Autobahndamm um mehr als 1 m. Dank der langen Bohrpfähle ist die neue Brücke in ihrer Solllage fixiert. Lediglich der anschließende BAB-Damm ist nach wie vor turnusmäßig in seiner Höhenlage anzupassen.

Arnulfparkbrücke München

Die Landeshauptstadt München veranstaltete 2012/2013 einen Brückenwettbewerb für eine Fuß- und Radwegüberführung über die zentrale Bahnachse am S-Bahn-Halt Donnersbergerbrücke. Zusammen mit den Architekten Lang Hugger Rampp, München, erlangte die SSF Ingenieure AG mit dem Konzept eines unaufdringlichen Vierendeelträgers den 1. Preis. Die mit den beiden Trägern seitlich gefasste orthotrope Fahrbahn schwingt mit einer Gesamtlänge von 242 m über die 37 Gleise der Bahnanlage. Im unruhigen Bahnumfeld wurde bewusst eine ruhige Konstruktion mit parallelgurtigen Trägern und vertikalen Streben gewählt. Erst im Detail offenbaren sich

dynamische Elemente wie eine nahezu horizontal verlaufende Knicklinie der Träger, die aufgrund des kuppenartigen Brückenverlaufs an den Widerlagern oben ansetzt und zur Brückenmitte hin nach unten wandert. Oberhalb dieser Linie gibt der Träger Öffnungen frei. Dieser Bereich wird von einer geschlossenen Glasfläche überzogen. Unterhalb der Linie verbleiben die Blechwandungen sichtbar. Die unterschiedliche Materialität erzeugt bei den sich wechselnden Lichteinwirkungen im Laufe des Tages stets im Wandel begriffene Lichtreflexionen mit unterschiedlichen Stimmungen.

Eine statische Besonderheit stellt der geplante Einschub des Überbaus von Norden ohne Hilfsstützen mittels Hilfspylonen über die drei Felder mit Spannweiten bis zu 93 m dar.



Abb. 16, Landeshauptstadt München, Fuß- und Radwegbrücke Arnulfpark, Ansicht



Abb. 17, Detailansicht, Brückenkopf Nordseite



Abb. 18, Detailansicht, Brückenkopf Südseite



Abb. 19, Lageplan

Brücken Stadionanbindung Augsburg

Für die fußläufige Anbindung des neuen Stadions in Augsburg wurden zusammen mit den Architekten Lang Hugger Rampp GmbH, München, drei Überführungen in sehr wirtschaftlicher integraler Spannbetonbauweise konzipiert. Die Brücken überspannen Straßen mit jeweils nur einem Feld mit Stützweiten bis zu 44,50 m und einer Nutzbreite bis zu 7,00 m. Im Grundriss sind sie gekrümmt, was eine gewisse Spannung erzeugt und eine optimale Wegeführung ermöglicht. Die Überbauten gehen direkt in die begrünten Böschungen über und spannen in nicht sichtbare Widerlagerblöcke auf Großbohrpfählen ein. Die äußerst schlanken Überbauten gewinnen zu den Widerlagern hin nur dezent an Höhe, was eine maximale Transparenz erzeugt.

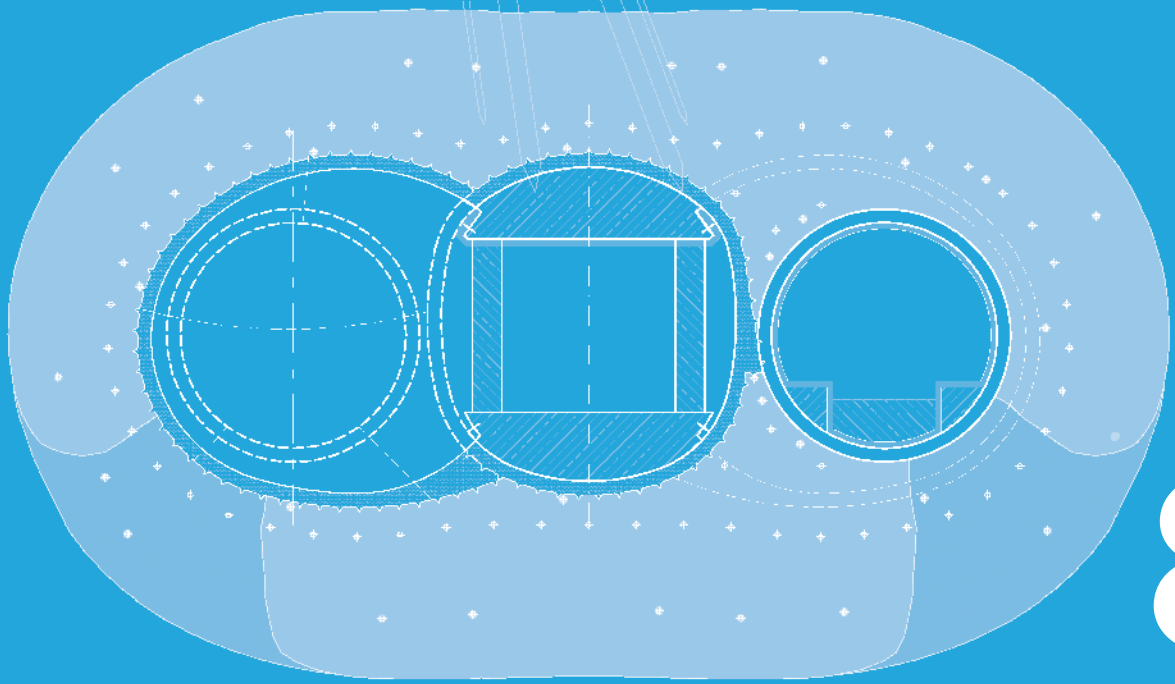
Der Entwurf wurde mit dem 1. Preis eines Realisierungswettbewerbes ausgezeichnet, den die Stadt Augsburg im Zuge des Stadionbaus im Südwesten Augsburgs ausgelobt hatte.

Schlussbemerkung

Bei unseren Auftraggebern dürfen wir uns für Ihr Vertrauen und die Bereitschaft, zusammen mit dem Planer in besonderen Situationen den Entwurf außergewöhnlicher Bauwerke anzustreben, bedanken und freuen uns auf neue bevorstehende Herausforderungen.



Abb.20-22, Stadt Augsburg,
Brücken im Zuge der Anbindung des neuen Stadions



Die U5. Für mehr Mittendrin Planungsleistungen für den Lückenschluss der U5 in Berlin

Referent: Dipl.-Ing. Michael Weizenegger

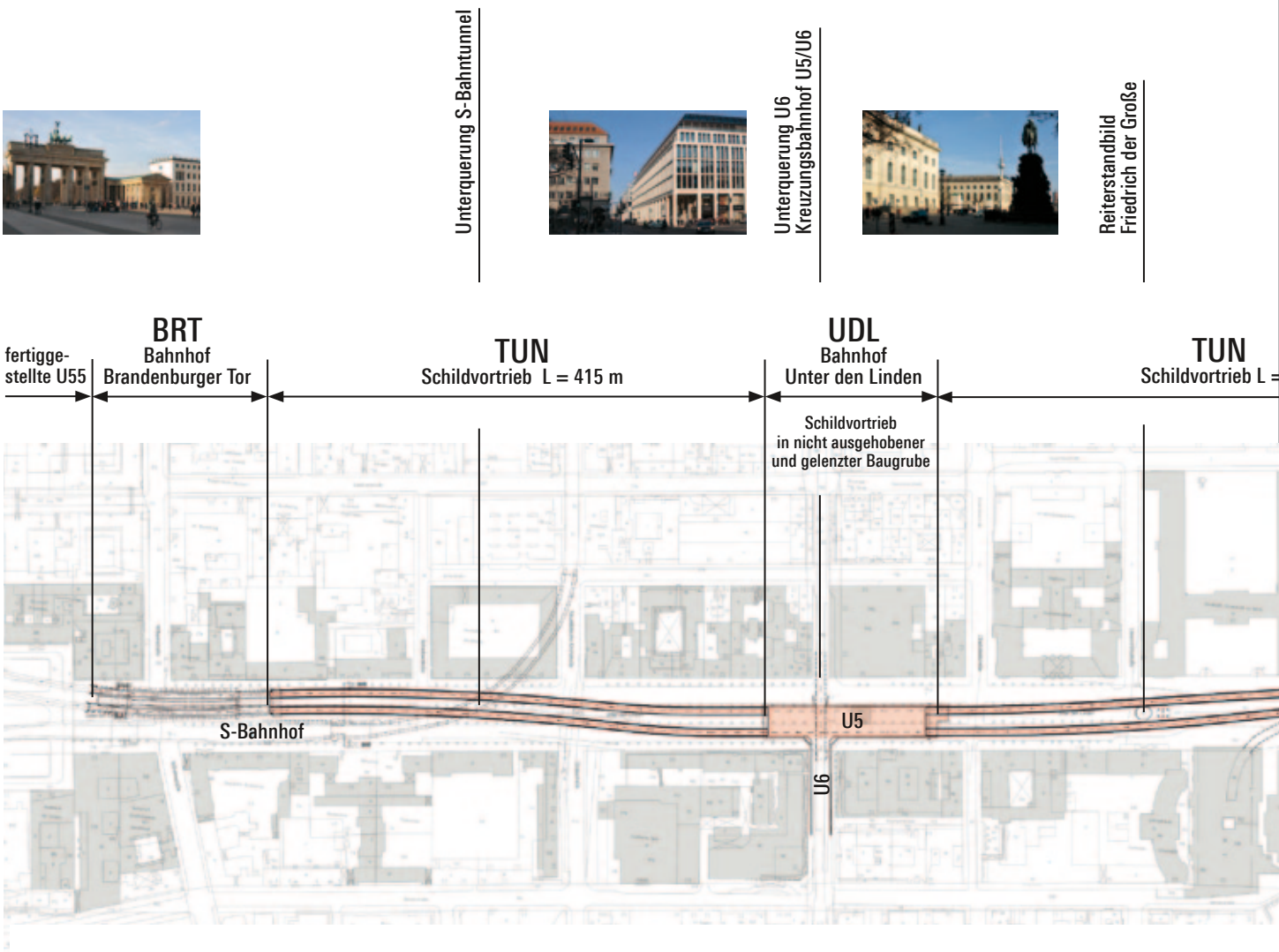
Für die fehlende Verbindung der U-Bahn-Linie U5 bzw. U55 zwischen den Bahnhöfen Alexanderplatz und Brandenburger Tor ist als Lückenschluss vorgesehen, die bestehenden Tunnelanlagen am Berliner Rathaus mit dem vorhandenen Bahnhof Brandenburger Tor zu verbinden. Damit erhält Berlin-Mitte mit der U5 einen direkten Anschluss an den Hauptbahnhof und die Wohngebiete im Ostteil der Stadt.

Die Maßnahme umfasst den Neubau von drei Bahnhöfen und einer verbindenden zweigleisigen Tunneltrasse, die im Schildvortrieb erstellt wird. Sie besteht aus dem Anschluss an die vorhandene Abstellanlage am Berliner Rathaus, dem Bahnhof Berliner Rathaus (BRH), der

anschließenden Gleiswechsellanlage (GWA), dem Bahnhof Museumsinsel (MUI), dem Bahnhof Unter den Linden (UDL), dem Anschluss an den Bahnhof Brandenburger Tor (BRT) und den dazwischen liegenden Streckenabschnitten.

Die neue U-Bahnlinie führt in zwei eingleisigen Tunneln vom neuen Bahnhof BRH aus unter der Spree entlang, unter dem zukünftigen neuen Berliner Schloss (Humboldt-Forum), unter dem Spreekanal und unter der Straße Unter den Linden zum bestehenden Bahnhof BRT.

Die gesamte Baustrecke ist ca. 1,9 km lang.



Unterquerung S-Bahntunnel



Unterquerung U6 Kreuzungsbahnhof U5/U6



Reiterstandbild Friedrich der Große

Geologie

Berlin-Mitte wird durch das von Osten nach Westen verlaufende Berliner Urstromtal geprägt, das durch mächtige Sand- und Kiesablagerungen gekennzeichnet ist, die den Grundwasserleiter darstellen. Diese Schichten werden lokal von organisch durchsetzten Sanden oder Torf und Mudde mit teilweise großen Mächtigkeiten überlagert, die bis in den Bereich des Ausbruchquerschnitts des Schildvortriebs hineinreichen.

Bei der Baudurchführung muss mit dem Antreffen von großen Steinen und Blöcken gerechnet werden.

Im Bereich des Bahnhofs MUI ist es erforderlich, die Gründung bis in die unter den Sanden liegende Mergelschicht zu führen.

Schildvortrieb

Die Tunnelvortriebe beginnen im Startschacht in der GWA und enden vor dem Bahnhof BRT. Die jeweils 1,6 km langen Tunnel werden im Schildvortrieb mit einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) mit einer flüssigkeitsgestützten Ortsbrust aufgeföhren. Der Innendurchmesser der Tunnelröhren beträgt 5,70 m.

Die Tunnelröhren werden mit Stahlbeton-Block-Tübbings mit einer Dicke von 35 cm ausgekleidet. Die konische Ringbreite beträgt i.M. 1,5 m. Die Dichtung der Tübbingfugen erfolgt mit einem in einer Nut eingebetteten geschlossenen Elastomerrahmen und ist auf einen maximalen Wasserdruck von 3,0 bar bemessen.

Unterquerung Lindentunnel



Hindernis alte Holzpfohlgründung

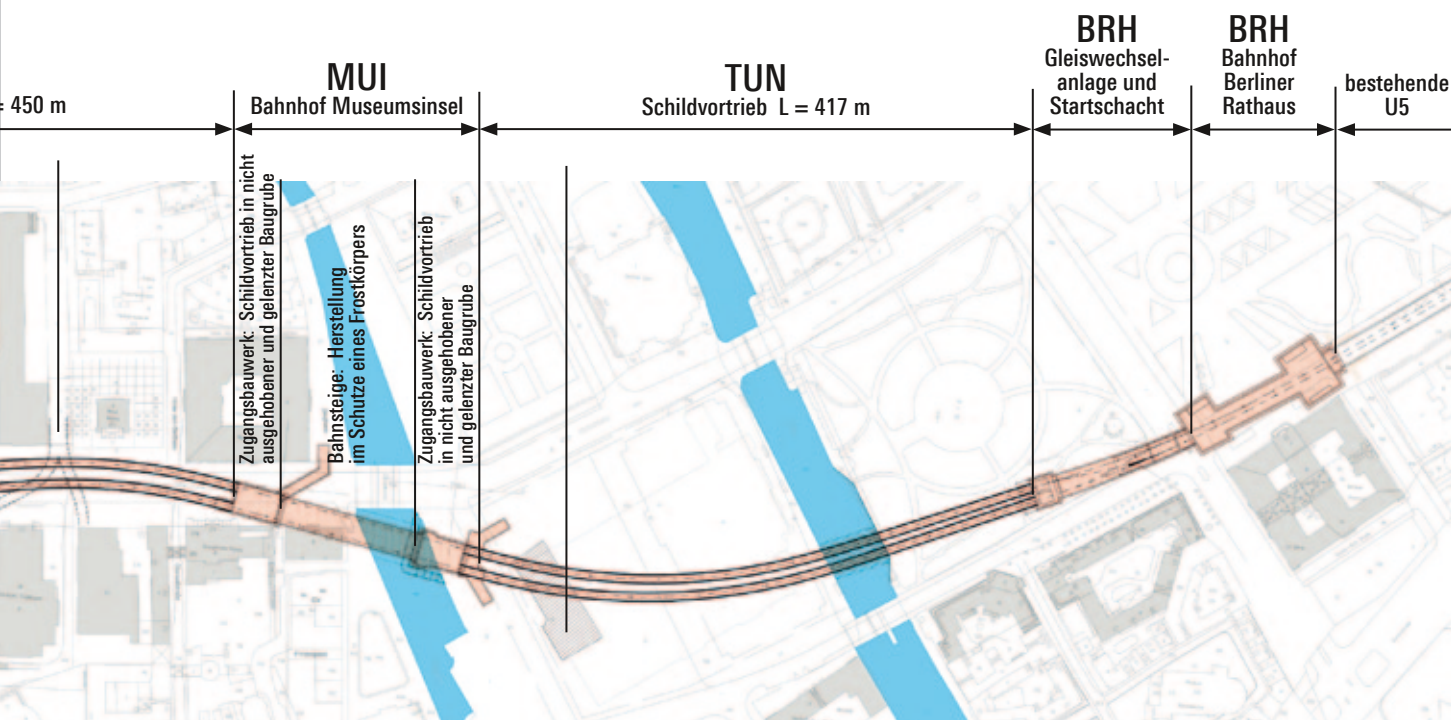


Abb.1, Lageplan

Die Herstellung der Baugrube für den Startschacht im Bereich der GWA erfolgt in Schlitzwandbauweise mit einer Unterwasserbetonsohle. Die für den Anfahrvorgang zu durchörternde Baugrubenwand wird im Bereich des Ausbruchquerschnitts mit Glasfaserbewehrung hergestellt. Für den Anschluss ist ein redundantes Dichtungssystem bestehend aus Anfahrtopf mit Lippendichtungen, aufblasbarer Notdichtung und aus einem erdseitig vor der Schlitzwand hergestellten Dichtblock (DSV-Körper) vorgesehen.

Die Vortriebe erfolgen nach der Herstellung der Baugrubenumschließungen für die Bahnhofsköpfe MUI und den Bahnhof UDL vor dem Lenzen und dem Aushub der Baugruben.

Der Schildvortrieb unterfährt die Spree, das künftige Humboldt-Forum, den Spreekanal, das Bertelsmann-Gebäude, den Lindentunnel, das Reiterstandbild Friedrich des Großen und den S-Bahn-Tunnel im Bereich der Straße Unter den Linden.

Die Unterfahrungen der Gewässer erfordern wegen des geringen Abstands der Gewässersohlen vom Ausbruchquerschnitt von nur ca. 6 m eine Ballastierung der Gewässersohlen mit Stahlplatten oder Schwerbetonfertigteilen unter Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs.

Anschluss Brandenburger Tor

Die Tunnelröhren schließen an die östliche Baugrubenwand des Bahnhofs Brandenburger Tor an. In der östlichen Stirnwand des Bahnhofs wurden bereits Fugenbänder eingebaut und verwahrt. Diese ermöglichen zusammen mit einem Übergangsbloc und einem zusätzlichen DSV-Körper den wasserdichten Anschluss der Tunnelauskleidung an die bestehende Stirnwand.

Die TVM fährt in den DSV-Körper und die unbewehrte Schlitzwand soweit hinein, dass ein sicheres Andichten der TVM möglich ist. Rund um den Schildmantel ist nacheinander unter Druckluft der Spalt im Schneidenraum und der Schildmantel sowie atmosphärisch der Spalt zwischen Schildschwanz und letztem Tübbingring abzudichten.

Bevor die Druckluftbeaufschlagung zurückgenommen wird, muss von Geländeoberkante aus ein Frostkörper hergestellt werden, der es ermöglicht, die wasserführende Fuge zwischen Stirnwand und bewehrter Schlitzwand, die herstellungsbedingten Schlitzwandlamellenfugen und die Fuge zwischen bewehrter und unbewehrter Schlitzwand abzudichten. Hierzu werden Gefrier- und Temperaturmessbohrungen in zwei hintereinanderliegenden Rei-

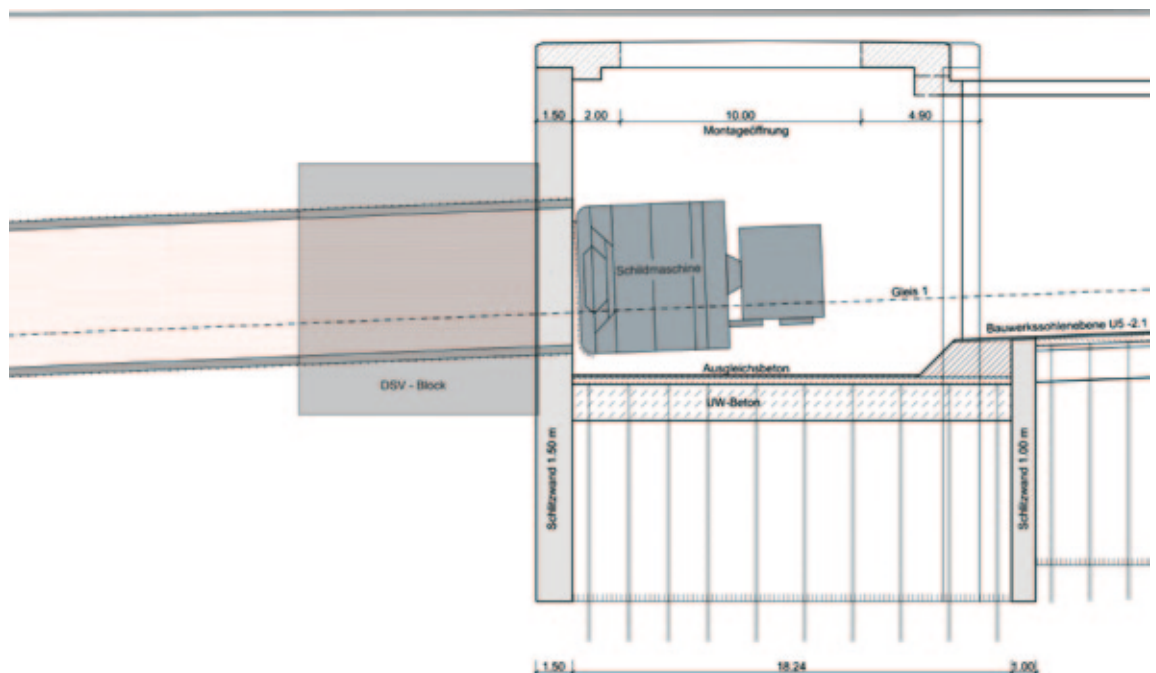


Abb.2, Längsschnitt Startschacht GWA



Abb.3, Baugrube GWA



Abb.4, Startwand



Abb.5, GWA unterhalb der Spandauer Straße



Abb.6, TVM unter der ausgesteiften GWA

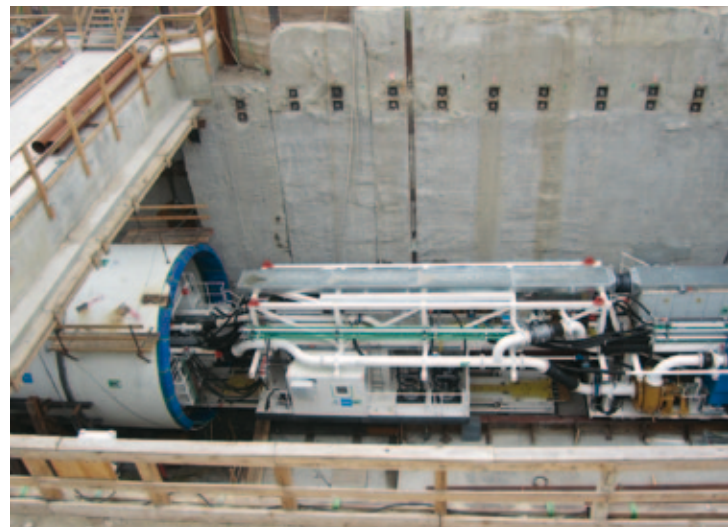


Abb.7, TVM

hen in der bewehrten Schlitzwand als Kernbohrungen abgeteuft. Erst wenn alle Fugen dicht sind, kann mit dem Rückbau der TVM begonnen werden.

Der Restvortrieb zur Durchörterung der Schlitzwand erfolgt »von Hand« im Schutze des Frostkörpers. Hierbei ist dessen Temperatur durch entsprechende Anordnung der Gefrierrohre am Ausbruchrand aufrechtzuhalten. Die in der Stirnwand verwahrten Fugenbänder werden freigelegt und in den Übergangsbereich der Tunnelinnenschale einbetoniert. Danach erfolgt der Tunneldurchbruch in den bestehenden Bahnhof.

Bauen im innerstädtischen Bereich

Der Neubau der U5 im Zentrum Berlins erfordert außer den konstruktiven und technologischen Besonderheiten bei der Unterquerung der bestehenden Gewässer und Annäherung an bestehende Gebäude zusätzliche Maßnahmen, im Besonderen bei der Baufeldfreimachung und bauezeitlichen Verkehrs- sowie Logistikplanung. Exemplarisch werden hier genannt der Bereich des neuen Kreuzungsbahnhofs Unter den Linden und die Querung der Spree einschließlich Anlage eines Umschlaghafens für die Baustofftransporte.

Zur Aufrechterhaltung des Individualverkehrs auf der Straße Unter den Linden und um die problemlose Erreichbarkeit der Randbebauung sicherzustellen, ist eine abschnittsweise Baudurchführung in Baufeldern notwendig.

Bahnhof Berliner Rathaus

Der Bahnhof BRH liegt in unmittelbarer Nähe zum Berliner Roten Rathaus. Er beinhaltet den Anschluss an die sich in Betrieb befindlichen Tunnel-Abstellanlage der bereits bestehenden Strecke der U5. Im weiteren Verlauf des Bahnhofs nach Westen ist die GWA vorgesehen.

Wegen der Notwendigkeit der Aufrechterhaltung des Individualverkehrs auf der Spandauer Straße ist die Herstellung in zwei Bauabschnitten geplant.

Der erste Bauabschnitt beinhaltet im Wesentlichen die GWA, der zweite Bauabschnitt den Bahnhof BRH.

Gleiswechselanlage

Am westlichen Ende der GWA wird im Zuge des späteren Ausbaus ein Wehrtor in einer Wehrkammer untergebracht, das im Fall einer Havarie im Bereich der Spreequerung des U-Bahn-Tunnels die östlich gelegenen Teile der Anlagen vor einer Überflutung schützen. Im Bereich der Wehrkammer und den anschließenden Blöcken ist der Startschacht für den Tunnelvortrieb angelegt.

Die teilweise zweigeschossige GWA wird in offener Bauweise mit Schlitzwänden und einer mit Verpressspählen verankerten Unterwasserbetonsohle errichtet.

Der Bahnhof

Der Bahnhof BRH beinhaltet folgende drei Ebenen:

- Die untere Ebene des Bahnhofs schließt an die untere Ebene des Bestandstunnels an. Vier Gleise des Bestandstunnels werden in den neuen Bahnhof fortgeführt und dort als Abstellanlage genutzt.

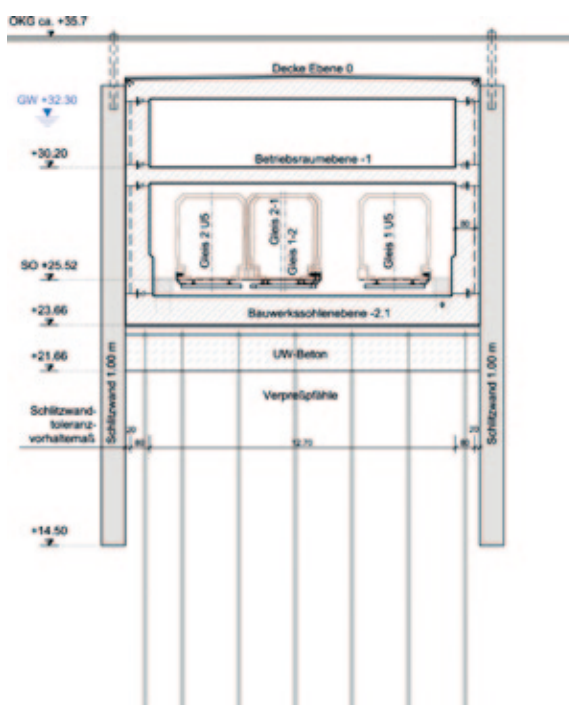


Abb.8, Gleiswechselanlage am Bahnhof »Berliner Rathaus«

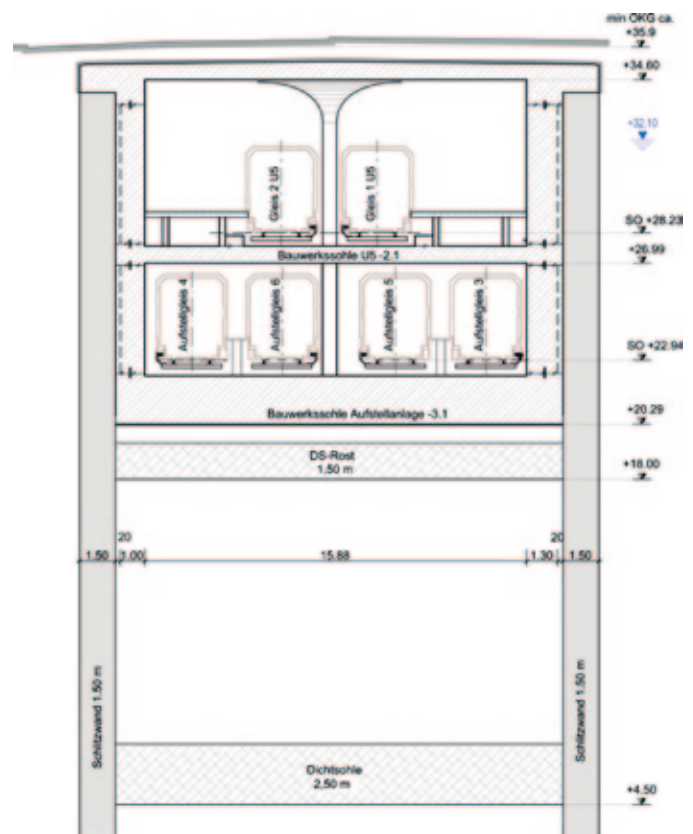


Abb.9, Querschnitt Bahnhof »Berliner Rathaus«

- Die Seitenbahnsteige der U5 liegen in einer Tiefe von ca. 7 m unter GOK. Mit Geh- und Fahrtreppen werden die Verteilerebenen bzw. Bahnhofsausgänge erreicht.
- Die Verteilerebene überspannt im westlichen und östlichen Bahnhofsbereich die Bahnsteigebene und verbindet die beiden Seitenbahnsteige der U5.

Die Herstellung erfolgt teilweise in offenen Baugruben mit einer Schlitzwandumschließung, einer tiefliegenden DSV-Sohle und einem knapp unter der Baugrubensohle liegenden Aussteifungsrost. Aussteifungs- bzw. Rückverankerungsebenen stützen die Schlitzwände ab.

Um die Emission vor dem Rathaus zu minimieren, findet überwiegend die Deckelbauweise Anwendung mit Schlitzwänden und Primärstützen.

Der dichte und gleichzeitig elektrisch isolierende Anschluss des Bahnhofs BRH an den Bestandstunnel wird im Schutz von Untergrundinjektionen ausgeführt. Auf den Anschluss der bituminösen Dichtungsbahnen des Bestandstunnels wird besondere Sorgfalt verwandt.

Bahnhof Museumsinsel

Der Bahnhof beginnt am östlichen Spreekanalufer und endet im Bereich des Kronprinzenpalais. Das Bauwerk besteht aus 2 Bahnhofsköpfen von maximal 43 m Länge mit den zugehörigen Zugängen und Verteilerebenen sowie dem dazwischenliegenden Bahnsteigbereich.

Die Bahnhofsköpfe werden in Deckelbauweise mit Schlitzwandumschließung und einer tiefliegenden DSV-Sohle hergestellt. Zusätzlich ist ein knapp unter der Aushubsohle angeordneter DSV-Aussteifungsrost geplant. Zwischenaussteifungen werden als Stahlkonstruktion ausgeführt.

Der Durchfahrtsvorgang für die TVM erfolgt analog zum Anfahrtsvorgang im Bereich der GWA.

Die Bahnsteighalle liegt im Bereich des Spreekanals und wird nach Durchfahrt der Tunnelvortriebsmaschinen im Schutz eines Frostkörpers in bergmännischer Spritzbeton-

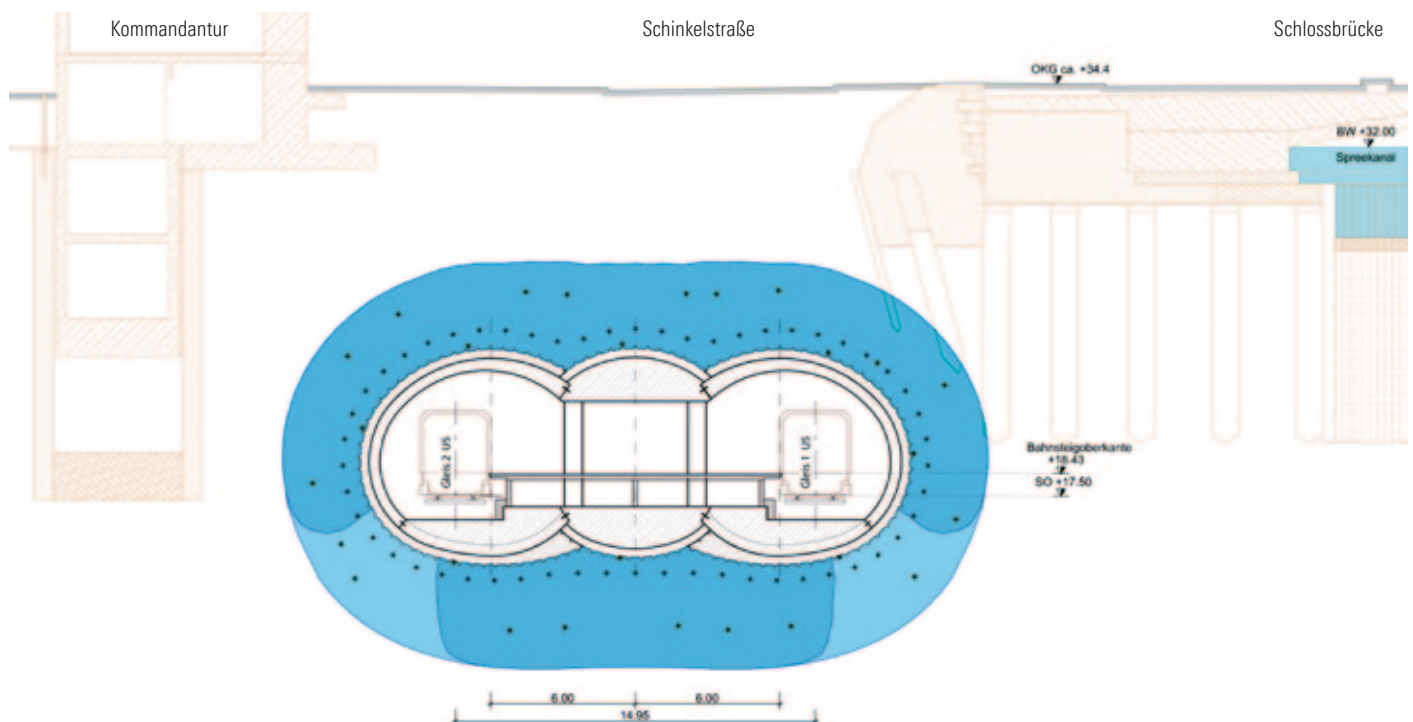


Abb. 10, Querschnitt Bahnsteigbereich und Vereinigung Bahnhof »Museumsinsel«



Abb. 11, Baustelle Bahnhof Museumsinsel

bauweise hergestellt. Die minimale Überdeckung zwischen Frostkörper und Spreekanalsole beträgt ca. 4,50 m. Der Frostkörper wird von beiden Bahnhofsköpfen aus mittels Bohrungen von 85 m Länge (gesteuert) bzw. 25 m (nicht gesteuert) aufgebaut. Die planmäßige statische Dicke des Frostkörpers beträgt 2,0 m.

Die Bahnsteighalle wird in einem dreizelligen Querschnitt, bestehend aus einem Mittel- und zwei Seitenstollen, ausgebrochen. Zunächst wird der Mittelstollen in abgestuftem Vollausschub mit schnellem Sohlschluss in Spritzbetonbauweise aufgefahren.

Anschließend wird das Bauwerk im Bereich des Mittelstollens vollständig hergestellt. Danach werden die Sei-

tenstollen in gleicher Bauweise aufgefahren. Der Vortrieb der Seitenstollen erfolgt im Zuge einer Querschnittsaufweitung des bereits erstellten Schildvortriebs mit kontinuierlichem Abbruch der Tübbingröhren in Teilflächen. Nachfolgend werden die bewehrten Innenschalen in den Seitenstollen hergestellt und kraftschlüssig mit dem Ausbau des Mittelstollens verbunden.

Bahnhof Unter den Linden

Im Bahnhof UDL kreuzt die neue U-Bahnlinie U5 die bestehende U-Bahnlinie U6. Für die Konstruktion des Kreuzungsbahnhofs muss der bestehende Tunnel der U6 bereichsweise zurückgebaut und unter Einbeziehung eines Bahnsteigteiles mit den neuen Umsteigebeziehungen zwischen U6 und U5 neu erstellt werden.

Der im Grundriss T-förmige Kreuzungsbahnhof liegt in Ost-West-Richtung unter der Straße Unter den Linden (U5) und in Nord-Süd-Richtung unter der Friedrichstraße (U6).

Das neue Teilstück der U6 wird in Deckelbauweise mit Schlitzwandumschließung mit Hilfe einer tiefliegenden DSV-Sohle und eines unter der Aushubsohle liegendem DSV-Aussteifungsrosts hergestellt. Bedingt durch den gleichzeitigen Rückbau des bestehenden U-Bahntunnels ist eine Herstellung in Bauphasen erforderlich.

Der Bahnhof der U5 wird in Deckelbauweise mit Schlitzwandumschließung mit Hilfe einer tiefliegenden DSV-Sohle und eines unter der Aushubsohle liegenden DSV-



Abb. 12-14, Baustelle Bahnhof Unter den Linden

Aussteifungsrosts hergestellt. Bemerkenswert ist die erhebliche Schlitzwandtiefe von bis zu 35 m. Die Konstruktion des Bahnhofs erfordert die Ausbildung von Einzelblöcken, die über eine Länge von bis zu 80 m fugenlos reichen.

Zur Aufrechterhaltung des Individualverkehrs auf der Straße Unter den Linden und um die problemlose Erreichbarkeit der Randbebauung sicherzustellen, ist eine abschnittsweise Realisierung in den verschiedenen Baufeldern notwendig.

Die TVM durchfährt den Bahnhof nach der Herstellung der Baugrubenumschließungen und des Deckels der U5

bzw. nach der Herstellung des neu erstellten Teilstücks der U6. Der U-Bahnbetrieb auf der U6 ist bereits wieder aufgenommen.

Die Baugruben sind in diesem Zustand noch nicht ausgehoben oder gelenzt. Zur gesicherten Abdichtung der Fugen werden auf der Außenseite der Abschlusschlitzwände DSV-Säulen erstellt, die Fuge zwischen Schlitzwand und Tübbingring wird nachinjiziert. Auf Gleis 2 hat die TVM einen Bereich zu durchfahren, in dem Anker und Verpresskörper von ehemals erstellten Baugruben der Randbebauung vorhanden sind. Diese werden überbohrt und die Ankerteile dem Schildvortrieb vorlaufend geborgen.

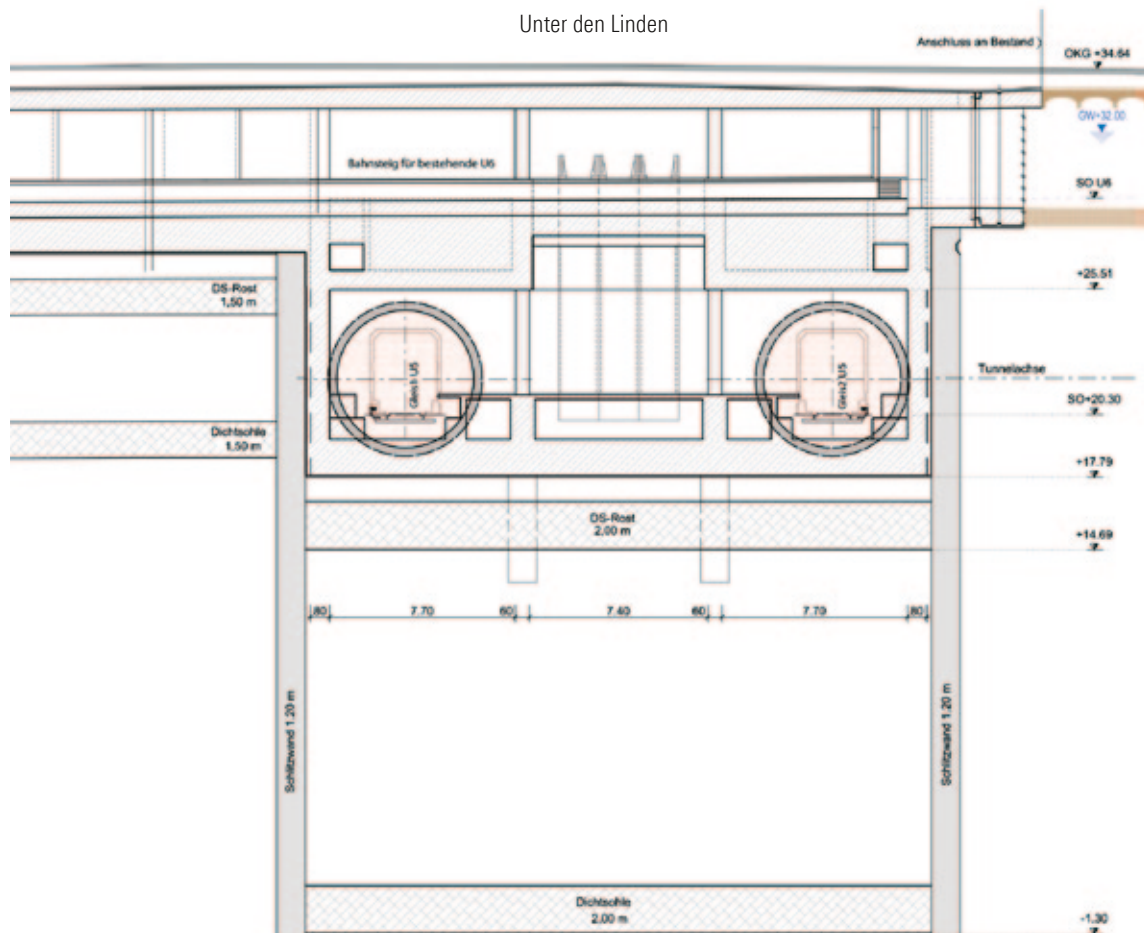
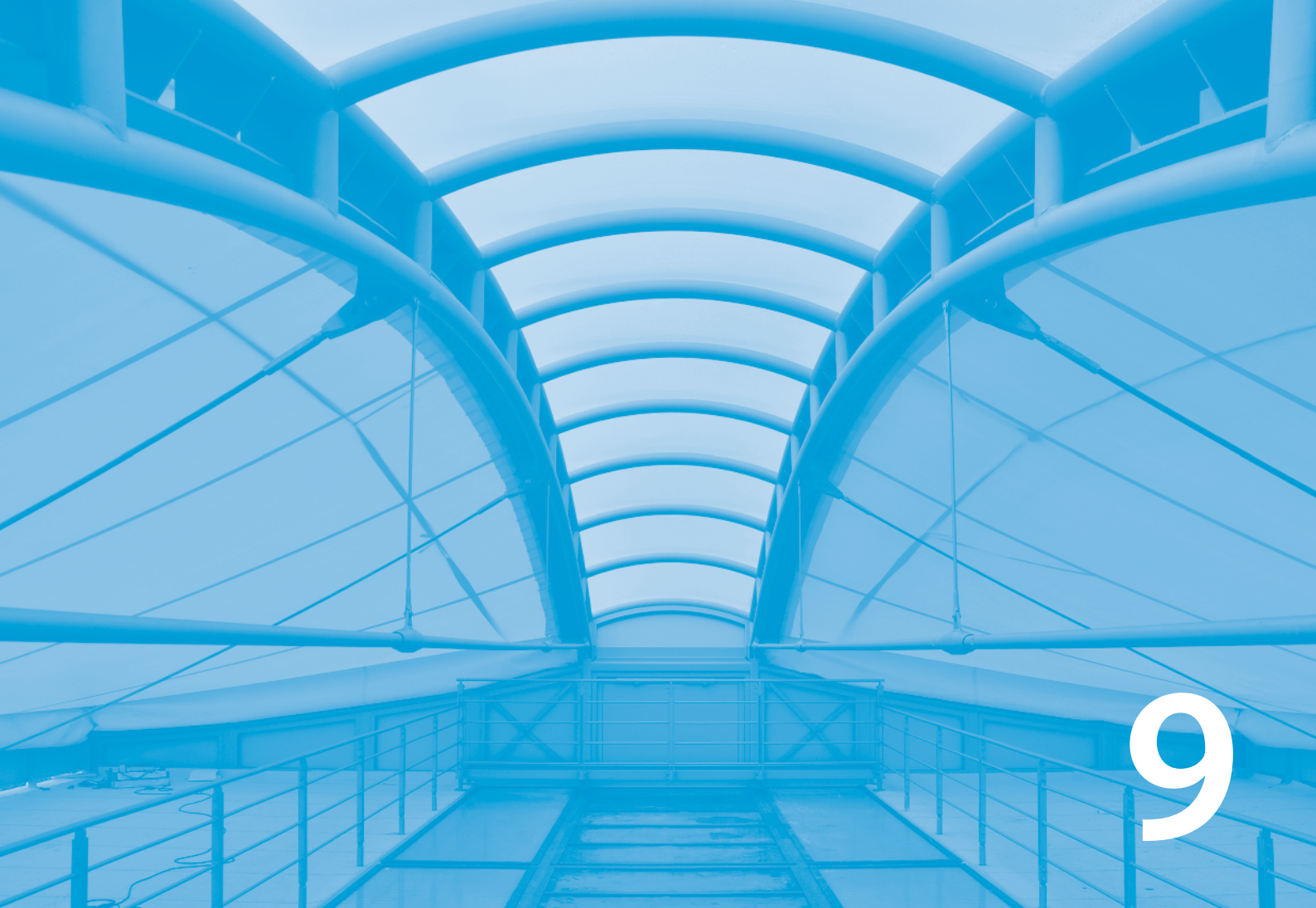


Abb.15, Querschnitt Kreuzungsbereich



9

Neubau des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung (ZAE)

Referent: Dipl.-Ing. Peter Volland

Das Bewusstsein einer zunehmenden Verschärfung des Treibhauseffekts und die damit verbundenen ökologischen Folgen führen zu anspruchsvollen CO₂ Reduktionszielen im Rahmen des internationalen und nationalen Klimaschutzes. Beim geplanten Forschungsgebäude der ZAE in Würzburg sollen neuartige, prototypische und effiziente Baumaterialien, Bausysteme und Technologien eingesetzt werden, um deren Anwendbarkeit im Sinne einer Ressourcen schonenden Bauweise beispielhaft zu verifizieren, zu demonstrieren und durch ein Monitoring-Programm zu begleiten.

Das Gebäude wird auf der 135 ha großen Konversionsfläche der ehemaligen US-Kaserne Leighton-Barracks errichtet. Die veranschlagte Hauptnutzungsfläche des Neubaus beträgt ca. 3.200 m² auf zwei Geschosse verteilt. Das Grundstück umfasst in etwa 10.000 m². Die Nutzung des Gebäudes ist als Experimentiergebäude konzipiert, an dem verschiedene neuartige Entwicklungen im Gebäudebereich unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten erprobt werden sollen. Die Absicht lediglich ein Demogebäude für Null- und Plusenergie (die EnEV - Anforderungswerte werden um 40% unterschritten) oder



Abb. 1, Energy Efficiency Center, Visualisierung

ein Referenzobjekt maximaler Nachhaltigkeit zu errichten (DGNB-Status Silber), stand dabei nicht im Vordergrund. Vielmehr sollte gezeigt werden, wie effiziente Technologien der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik im Rahmen einer integralen Planung intelligent aufeinander abgestimmt zu einer hohen Primärenergieausbeute gelangen können.

Im Gebäude befinden sich Büro-, Labor- und Technikräume sowie die Infrastruktur für Forschungsaktivitäten des ZAE Bayern in Würzburg.

Der Gebäudeentwurf mit seiner Komplexität und des systemimmanenten Zusammenwirkens der Komponenten Baukonstruktion/Tragwerk, Gebäudehülle, Technische Gebäudeausrüstung, Gebäudeautomation und Energiespeicher ist das Ergebnis einer von Beginn an integralen Planung zwischen Architekten, TGA-Fachplaner und dem Tragwerksplaner.

Ziel des technischen Konzeptes war, die Leichtigkeit der Gebäudehülle mit sanften Technologien im Gebäude zu unterstützen. Die Nutzung des natürlichen Ressourcenangebotes des Außenraumes mit Licht, Luft, Sonne und Nachtkühle zur Deckung des Energiebedarfes in Verbindung mit einem hohen Innenraumkomfort war ein wesentlicher Bestandteil des Energie- und Klimakonzeptes. Für das Heizungs- und Kühlkonzept wurde zur Effizienzoptimierung regionaler Energieerzeugungssysteme ein Low-Exergie-Ansatz eingesetzt, bei dem die Systeme mit möglichst geringen Temperaturdifferenzen zur Raumtemperatur ausgelegt sind. Insbesondere die weitreichende Nutzung des Tageslichtangebotes des Außenraumes über optimierte transparente Flächen in der Fassade und der Dachmembrankonstruktion bildeten einen Schwerpunkt des Entwurfes. Der vorgesehene Textilbau kann dabei einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz des geplanten Neubaus liefern. Konzipiert als mehrschalige Gebäudehülle schafft die Überdachung eine Zwischenklimazone, die sowohl eine Reduktion von Wärmeverlusten bewirkt als auch die Anforderungen der thermisch wirksamen Schichten an die Witterungsbeständigkeit der Gebäude-Außenfassaden herabsetzt. Außerdem können der Energieeintrag und die Versorgung des Areals mit Tageslicht durch eine maßgeschneiderte Einstellung der Transmissionseigenschaften der eingesetzten Membranen gezielt beeinflusst werden.

Technische Gebäudeausrüstung

Die technische Gebäudekonzeption umfasst:

- den Einsatz von Klima-Heiz- und Kühldecken aus Graphitplatten mit thermisch angekoppeltem Phasenwechselmaterial (PCM – phase change material)
- sorptive Klimaanlage in offener und geschlossener Bauart
- sowie die nächtliche Strahlungskühlung über den Dachflächen

Gerade durch die Gewerke übergreifende Vernetzung der Gebäudefunktionen können Synergien im Hinblick auf einen energieeffizienten Einsatz der Systeme und zur bestmöglichen Ausnutzung der Umweltenergie erreicht werden.

Tragwerk

Das Gebäude ist im Erdgeschoss als Stahlbeton-Skelettbau ausgebildet. Die zu integrierende, innovative Heizungs-, Kälte- und Lüftungstechnik mit ihren umfangreichen Verteilungsleitungen erforderte die Reduzierung der massiven Wandbereiche auf ein aus statischen und brandschutztechnischen Anforderungen resultierendes Minimum.

Die Ausführung des Tragwerks im Obergeschoss erfolgt mit Ausnahme der Stahlbeton-Zwischenbauten als Leichtbaukonstruktion in Stahl und geht damit optimal auf die sich aus dem innovativen mehrschaligen Dachaufbau ergebenden konstruktiven und bauphysikalischen Belange ein. Die gleichzeitig als Obergeschossdecke fungierende untere Dachschale wird von einem Trägerrost getragen und bereichsweise mit unterschiedlichen Materi-

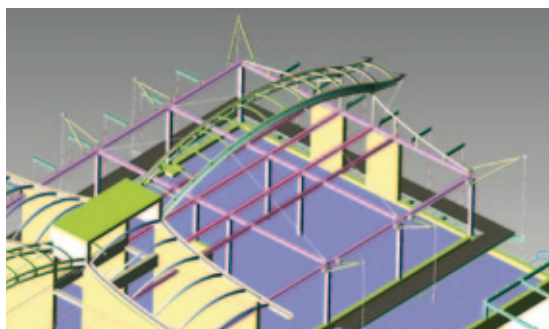


Abb.2, 3D-Stahlkonstruktion



Abb.3, Zwischendach mit ETFE- und PTFE-Membranfeldern

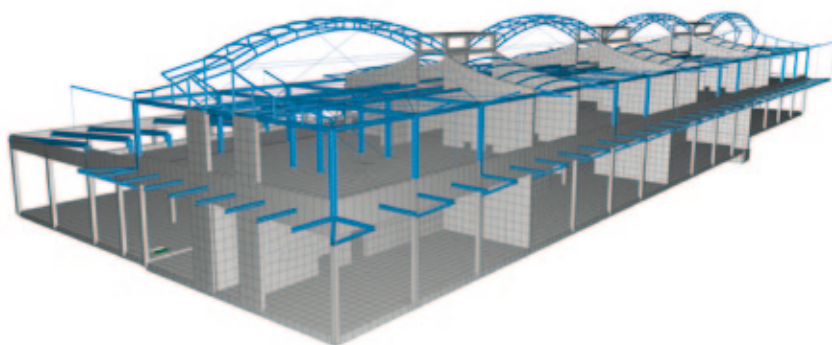


Abb.4, FE-Tragwerksmodell

alien geschlossen. Hierzu zählen sowohl herkömmliche Stahltrapezprofilbleche, die gleichzeitig als Unterkonstruktion der prototypischen Kühldeckensysteme mit Einsatz von Phasenwechselmaterialien dienen als auch horizontale Isolierverglasungen mit Aerogelfüllung in den transluzenten Teilbereichen.

Zur Ausbildung der oberen Dachschale kommen Membranen in drei verschiedenen Bauweisen (PTFE-Überdachung, ETFE-Folien der Zwischenüberdachung, zwei Lagen PVC-Folien als innovative pneumatische Kissen mit integrierter transluzenter Wärmedämmung als Unterkonstruktion im eingeschossigen Gebäudeteil) zum Einsatz. Auf die hieraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen gehen die zugehörigen stählernen Unterkonstruktionen durch ihr räumliches Zusammenwirken in statischer und ästhetischer Hinsicht optimal ein.

Bedingt durch den hohen Detailierungsgrad in der Planung konnte die Montage ohne Anpassungsarbeiten vor Ort ausgeführt werden.

Projektübersicht:

Architekt	Lang Hugger Rampp GmbH Architekten (LHR)
TGA/Bauphysik	EB-Partner GmbH & Co. KG
Projektsteuerung / Tragwerksplanung	SSF Ingenieure AG
BRI	ca. 18.600 m ³
BGF	ca. 4.500 m ²
Planungszeitraum	2010 – 2012
Bauausführung	2011 – 2013
Baukosten	ca. 13,2 Mio. €
	davon KGR 300: 6 Mio €
	davon KGR 400: 2,5 Mio €



10

Entwicklung von neuen Bausystemen und deren Anwendung im Brückenbau

Referent: Dr.-Ing. Günter Seidl

VFT-WIB Bauweise / VFT-Bauweise mit Verbunddübelleisten

Erste Brücken mit Walzträgern als tragendes Element wurden für die Eisenbahn Ende des 19. Jahrhunderts gebaut. Der Beton wurde dabei nicht im Verbund angesetzt, er fungierte als Flächentragelement und als dauerhafter Korrosionsschutz. In den 1930er Jahren kam es dann zu sehr effizienten Systemen mit Buckelblechen, bevor sich die Spannbetonbauweise in kleinen und mittleren Stützweiten etablierte. Die Perfobond-Leiste ist Ausgangspunkt für systematische Untersuchungen des Tragverhaltens der Verbunddübelleiste, die in ihrer Herstellung, im Tragverhalten und im Bauablauf erhebliche Vorteile hat:

- die Schnittlinie ist doppelt symmetrisch und kann nahezu ohne Verschnitt hergestellt werden,
- Walzträger werden mittig mit dieser Schnittlinie halbiert und beinhalten die Verbundmittel,
- die Bewehrung kann als Korb hergestellt und von oben in die offenen Stahldübel eingehoben werden

- der Verbunddübel hat eine hohe Tragfähigkeit und ist robust gegen Ermüdung,
- halbierte Walzträger und geschweißte T-Profile mit Verbunddübeln sind als externe Bewehrung für neue Tragsysteme verwendbar

1. Querschnittstypen von VFT- / VFT-WIB-Trägern mit Verbunddübelleisten

Verbunddübel nur als Ersatz für aufgeschweißte Kopfbolzendübel zu sehen, greift zu kurz. Wegen des unterschiedlichen Tragverhaltens und einer geänderten Konstruktionsform werden neue Bauweisen möglich. Wird die Verbunddübelgeometrie im Stahlträgersteg vorgesehen, kann ein Stahlträgerobergurt, der lediglich der Aufnahme der Kopfbolzendübel dient, entfallen.

Exemplarisch sind nachstehend typisierte Querschnitte angeführt.

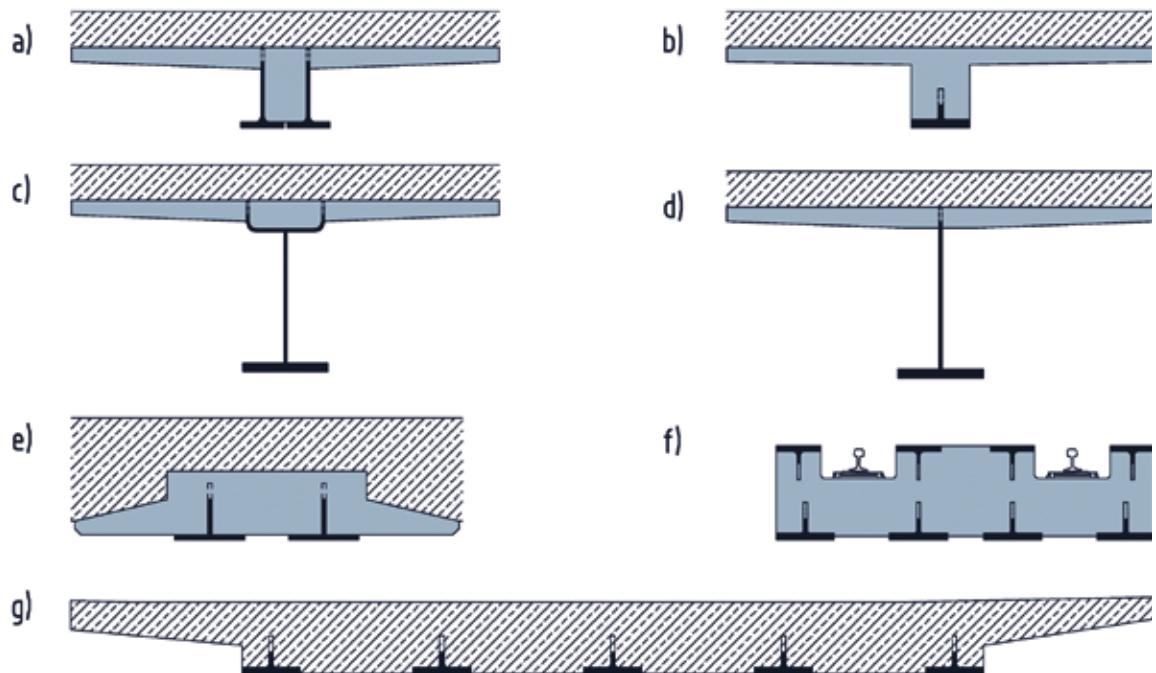


Abb. 1, Typisierte Querschnitte: VFT-WIB Bauweise als »Duo-WIB« (a+e) und »Mono-WIB« (b) und mit geschweißten Profilen (c+d); Sonderformen als VFT-Rail (f) und externe Bewehrung in einer Ortconcreteplatte (g)

Wird ein Walzträger mittig getrennt, entstehen so zwei gleiche Trägerhälften, die den Verbunddübel bereits beinhalten. Diese können nebeneinander liegend zu einem Verbundträger geformt werden. Der Bereich zwischen den Trägern wird mit bewehrtem Beton ergänzt.

Vorteile dieses Querschnitts (Abb. 1a) sind:

- robustes Tragverhalten durch den Kammerbeton bei Anpralllasten,
- schlankes Tragwerk mit zwei Stahlträgern im Querschnitt,
- gutes Erscheinungsbild durch die außenliegenden Stegflächen,
- geringere Fertigungskosten als Vollschweißträger

Das gängige Walzprogramm sieht Trägerhöhen bis 1,10 m vor. Fertigteilhöhen ergeben sich dann maximal bis 0,60 m bei Betonflanschdicken von 12 bis 20 cm. Der Einsatzbereich ist deshalb bei Duo-WIB-Brücken auf ca. 20 m Spannweite begrenzt. Wird nur eine externe Bewehrung in der Mitte des Betonstegs des Fertigteils angeordnet, ist die Höhe der Konstruktion unabhängig von der Stahlträgerhöhe. Die wesentlichen Vorteile dieser Trägerform (Abb. 1b), die als Mono-WIB Träger bezeichnet wird, sind:

- wirtschaftliche Herstellung des Fertigteils, da gängige Vorrichtungen für Spannbetonfertigteilträger eingesetzt werden können,
- effizienter Materialeinsatz, da der Stahl die Zugbeanspruchung, der Beton die Druck- und Schubbeanspruchung übernimmt,
- Trägerhöhe ist durch den variablen Betonsteg unabhängig vom Stahlprofil,
- durch eine Voutung kann der Überbau dem Kraftfluss angepasst werden und Rahmensysteme sind einfach zu realisieren,
- robustes Tragverhalten durch den Betonsteg bei Anpralllasten,
- keine horizontalen Flächen vorhanden (Verschmutzung durch Vögel)

Die Verlegegewichte sind bei beiden Varianten a) und b) bis doppelt so groß wie im Vergleich zu Verbundfertigteilträgern (VFT-Trägern). Für wirtschaftliche Krankapazitäten und eine unkomplizierte Handhabung beim Transport und auf der Baustelle ist der Einsatzbereich der VFT-WIB-Träger ähnlich wie bei Spannbetonträgern bis 35 m Spannweiten sinnvoll. Bei größeren Spannweiten, speziell bei Rahmenbrücken, ist der VFT-Träger mit geschweißten Stahlträgern von Vorteil. Werden Verbunddübel am Stahlträgersteg vorgesehen, kann auf den Obergurt, der beim

konventionellen VFT-Träger die Kopfbolzendübel aufnimmt, verzichtet werden (Abb. 1d). Im Bereich negativer Momente und bei großen Kräften in der Verbundfuge kann ein Obergurt mit Verbunddübeln angeordnet werden (Abb. 1c).

Bei Platten führt die Anordnung einer externen Bewehrung zu deutlich schlankeren Bauteilen. Bei Ortbetonbauweisen für Straßenbrücken oder für Bahnbrücken mit äußerst gedrungenen Querschnittsformen wie die VFT-Rail-Bauweise kommen diese zur Anwendung (Abb. 1e+f).

2. Straßenbrücken

2.1. Überführungen im Zuge der Schnellstraße S7 in VFT-WIB-Bauweise

Die größten Projekte mit Duo-WIB-Trägern wurden in den Jahren 2009 bis 2012 in Polen realisiert.

Die neue vierspurige Schnellstraße S7 zwischen Olsztynek und Nidzica und die Umfahrung Olsztynek wurden in einem Design & Build Verfahren vergeben. Dabei wurden 12 Brücken in Verbundfertigteilt- (VFT-) Bauweise als Rahmenbrücken gebaut. Bei 4 Straßenüberfliegern und 2 Wildbrücken mit Brückenflächen bis zu 3.400 m² fiel die Wahl der Baufirma auf die VFT-WIB-Bauweise mit zwei Walzträgern je Fertigteilt (Duo-WIB).

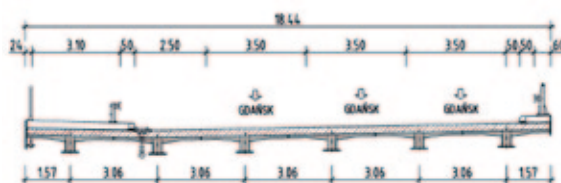


Abb. 2, Richtungsfahrbahn Danzig der Brücke MD-1 mit sechs VFT-WIB-Trägern im Querschnitt



Abb. 3, Fertigungsplatz zum Betonieren der Fertigteile direkt neben der Baustelle

Eine Besonderheit stellt die Brücke WD-4 dar. Die Randbedingungen waren mit 42 gon und einer Schlankheit von $L/h = 34,66 / 0,85 = 42$ sehr schwierig. Ursprünglich war eine schlaff bewehrte Ortbetonplatte geplant, die jedoch über dem laufenden Verkehr nur sehr aufwändig herzustellen gewesen wäre. Deshalb kam ein Nebenangebot mit Fertigteilen zur Ausführung.

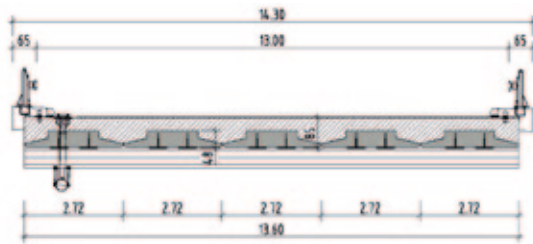


Abb. 4, Querschnitt der Rahmenbrücke WD-4 mit Fertigteilen

Der Nebenentwurf sieht einen Rahmen mit externer Bewehrung in den Fertigteilen vor. Die plane Untersicht war seitens des Bauherrn festgelegt und musste beibehalten werden. Deshalb wurden die Fertigteile mit herabgezogenen Flanschen entworfen. Die vier Fertigteile überspannen nur den Bereich der Bahnstrecke, da diese einfach und schnell in einer Nachtsperrepausa montiert werden können.

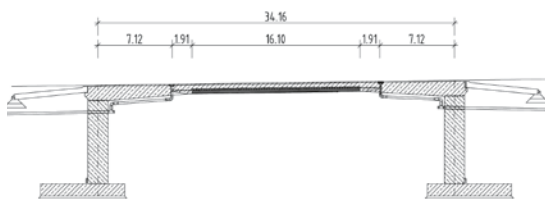


Abb. 5, Längsschnitt der Straßenbrücke WD-4 mit VFT-WIB-Fertigteilen im Bereich der zweigleisigen Bahnstrecke

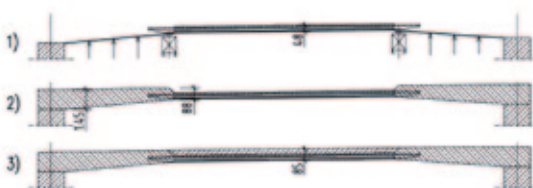


Abb. 6, Bauabschnitte der Brücke WD-4 im Längsschnitt

Wie bei der VFT-Bauweise auch wird das gesamte Rahmeneck samt Voute in einem ersten Abschnitt betoniert und die VFT-WIB-Träger so mit den Unterbauten verbunden. Nach dem Aushärten des Betons wurde im zweiten Schritt die Fahrbahnplatte im Feldbereich betoniert.

Der Übergang des Fertigteilträgers zur Voutung wird entsprechend des Kraftverlaufs ausgeformt. So wird die externe Bewehrung nur im Bereich des Feldmomentes angeordnet. Der Steg mit Verbunddübeln der MCL-Geometrie läuft weiter in die Voute.



Abb. 7, Brücke WD-4 in der Untersicht mit externer Bewehrung, die dem Kraftfluss angepasst ist

2.2 Wildbrücken im Zuge des Schnellstraße S7

Eine im konstruktiven Detail deutlich anspruchsvollere Lösung kam bei den Wildbrücken über die Schnellstraße zur Anwendung. Die Wildbrücken PE-1 und PE-4 weiten sich im Grundriss in den Endfeldern von 40 bis auf knapp 60 m auf. Außerdem sind die ständigen Lasten wegen der Überschüttung von mindestens 0,70 m deutlich höher als bei Straßenbrücken.

Die Brücken als Rahmensystem spannen über vier Felder mit $17,00 + 2 \times 22,00 + 17,00 = 78,00$ m. Die Unterbauten sind auf Pfählen $\varnothing 1,00$ m tief gegründet. Eine Voutung ist technisch bei Duo-WIB-Trägern nur schwer und durch erhebliche Mehrkosten möglich, weil eine veränderliche Höhe des Walzträgersteges nur mit großem Aufwand machbar ist. Wegen der großen Schlankheiten und Lasten ist aber eine Voutung statisch von Vorteil. In diesem Fall wurden die Fertigteilträger mit einer größeren Überhöhung versehen, um so eine veränderlich dicke Ortbohle zu erhalten.

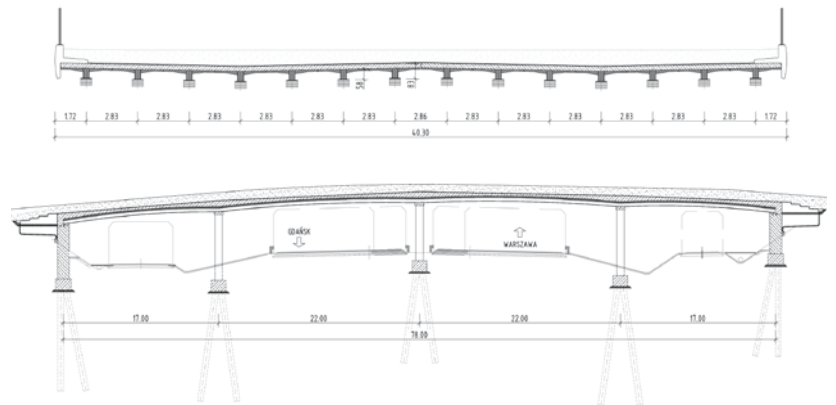


Abb. 8, Längsschnitt und Feldquerschnitt der Wildbrücke PE-4

2.3 VFT-Brücken mit Verbunddübelleisten als Rahmenbrücken in Rumänien

Die Design & Build - Ausschreibung für einen Teilabschnitt der neuen rumänischen Ost-West-Autobahn A1 als Teil des paneuropäischen Korridors IV sieht für den überwiegenden Teil der Brücken die integrale Bauweise mit einer Lebensdauer von 120 Jahren vor.

Für einige Brücken wurde als wirtschaftliche Alternative die VFT-Bauweise mit Verbunddübelleisten vorgeschlagen. Den Schubverbund statt mit Kopfbolzendübel (und dem damit erforderlichen Stahlobergurt) mit im Steg angeordneten Verbunddübelleisten auszubilden, stellt dabei eine wesentliche Vereinfachung in der Herstellung des Stahlbaus dar.

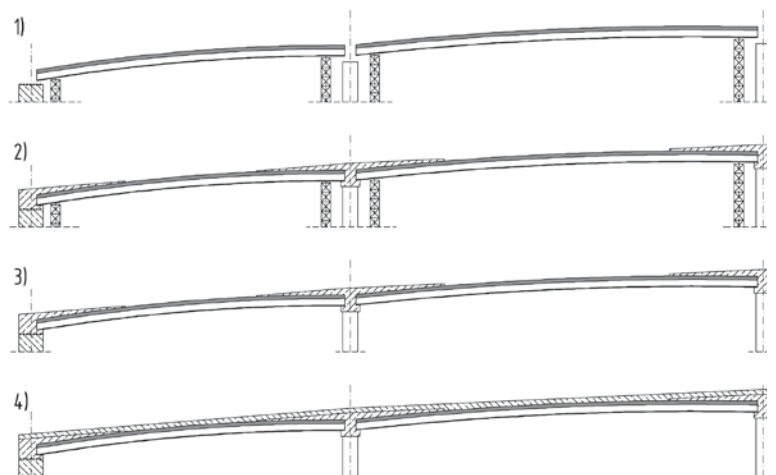


Abb. 9, Exemplarischer Bauablauf der Herstellung der Wildbrücken mit vorbetonierten Rahmenecken

Das Bauwerk P11 überführt eine Kreisstraße mit einer Spannweite von rund 39 m. Das Bauwerk kreuzt in einem Winkel von 79° und ist ein leicht gevouteter, auf Bohrpfählen gegründeter Rahmen mit kurzen Flügeln. Die vier 1,20 bis 1,50 m hohen T-förmigen Stahlträger wurden unter geschützten Bedingungen in der Werkstatt hergestellt und mit einer 0,15 m dicken Fertigteilplatte ergänzt. Im Feldbereich binden die Verbunddübelleisten direkt in das Fertigteil ein. Im Endbereich wurde jeweils ein Obergurt angeordnet, der an seinen Außenkanten zwei Dübelleisten aufnimmt. Die Bleche sind mit dem Schnitt der Verbunddübelleiste eben hergestellt worden. Mit dieser Bauweise wurde ein sehr wirtschaftlicher Stahlverbrauch von lediglich rund 130 kg/m^2 – Überbaufläche erreicht. Da die langen Träger auf den bestehenden Zufahrtsstraßen nur schwierig zu transportieren gewesen wären, wurden die Fertigteile direkt vor Ort auf einer für alle 5 Träger hergestellten Schalung betoniert.

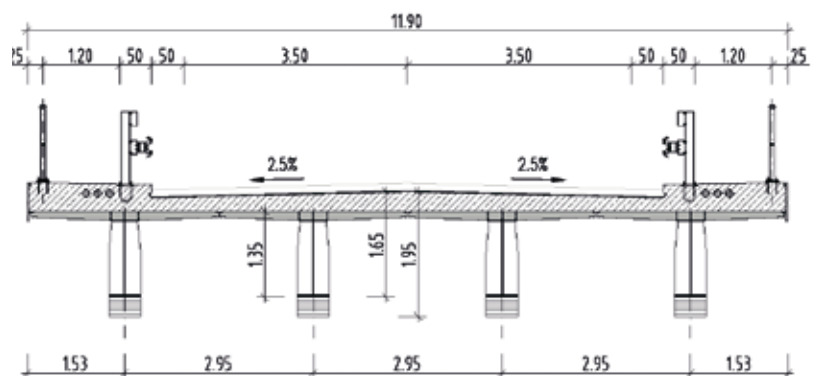


Abb. 10, Regelquerschnitt Brücke P11

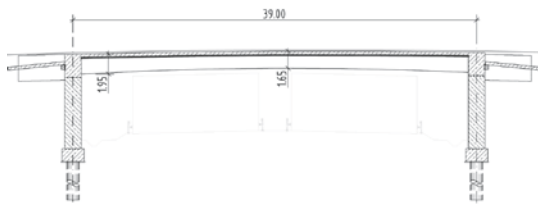


Abb. 11, Längsschnitt der Brücke P11

Abb. 12, Stahlträger auf der Baustelle;
zweireihige Dübelbeiste im Auflager-/Rahmeneckbereich

2.4 Straßenüberführungen über die ÖBB-Strecke Salzburg – Wörgl bei Vigaun und Kuchl

Die Mono-WIB-Bauweise wird bei größeren Spannweiten eingesetzt oder wenn in Rahmensystemen Vouten erforderlich werden. Außerdem stellt die Bauweise die wirtschaftlichste Form bei größeren Stützweiten dar. Der Stahlverbrauch ist am geringsten und die Herstellung in Fertigteilverwerken ist einfach zu realisieren.

Als Einsatzbereich für Rahmensysteme großer Schlankheit haben sich in den letzten Jahren Spannweiten zwischen 25 und 35 m herauskristallisiert. Ein schlanker und gleichzeitig gevouteter Spannbetonfertigteilträger ist schwer zu dimensionieren, da die Spanngliederführung für das Rahmensystem mit großen Stützmomenten und gleichzeitig für das Ausheben aus der Schalung und den Bauzustand ausgelegt werden muss.

Die erste Brücke in Mono-WIB-Bauweise war im Jahr 2008 die Überführung einer Anliegerstraße bei Vigaun über die ÖBB-Strecke Salzburg - Wörgl bei km 23,135. Im Jahr 2010 wurde wegen der sehr günstigen Baukosten von unter 1.500 Euro netto je m² Brückenfläche die benachbarte Brücke in km 26,993 bei Kuchl ebenfalls in dieser Bauweise ausgeschrieben. Im Gegensatz zur Brücke

Vigaun wurde ein gevouteter Rahmen über vier Felder mit den Stützweiten $19,50 + 2 \times 19,70 + 19,50 = 78,40$ m mit Gabionenwiderlagern und einer Tiefgründung entworfen (Abb. 15).

Der Überbau überführt zwei Fahrstreifen à 3,00 m mit drei VFT-WIB-Trägern einer veränderlichen Höhe von 0,60 m in Feldmitte und von 0,90 m an den Widerlagern und Pfeilern. Die Ortbetonplatte ist 0,25 m dick (Abb. 13).

Die Kosten dieser Brücke lagen ebenfalls unter 1.500 Euro je m² Brückenfläche.

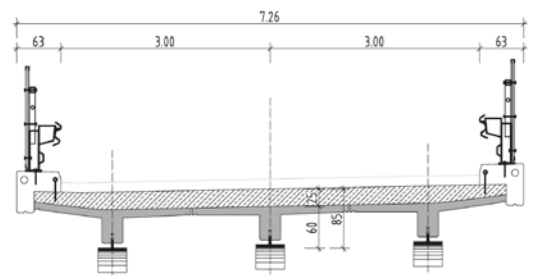


Abb. 13, Feldquerschnitt Brücke Kuchl (A)



Abb. 14, Ansicht Brücke Kuchl;

Abb. 15, Untersicht VFT-WIB-Träger Brücke Kuchl

2.5 Anbindung der Eissporthalle über die Wilde Saale in Halle

Bei der Brücke zum Eissportstadion in Halle an der Saale handelt es sich um einen idealen Einsatzbereich für die VFT-WIB-Bauweise als Mono-WIB. Die Stützweite liegt mit 23,50 m zwischen 20 und 30 m und der geforderte Durchflussquerschnitt eines Armes der Saale erfordert eine sehr schlanke Konstruktion (Abb.16). Die Schlankheit ist mit $l/h = 23,50 / 0,85 = 27,6$ im Feld und $23,50 / 1,00 = 23,50$ an den Widerlagern zu groß für Spannbetonfertigteilträger. Und VFT-Träger wären hier mit Blick auf die Fertigungskosten der Vollschweißträger gegenüber den Walzprofilträgern der eingesetzten Mono-WIB-Bauweise teurer gewesen.

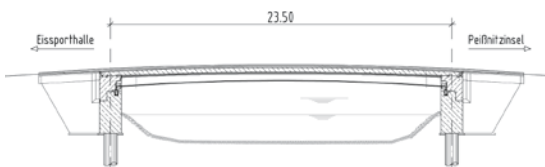


Abb. 16, Längsschnitt Brücke über die Wilde Saale (Saaleschleife) in Halle (D)

3. Eisenbahnbrücken

Die bestehende Eisenbahnfachwerkbrücke im Zuge der zweigleisigen Strecke Kielca-Fosowskie über den Fluss Łososina wurde durch eine Brücke mit Verbundfertigteilen ersetzt. Die vorgestellte Lösung ist ein Nebenentwurf mit VFT-WIB-Trägern als Duo-WIB, der sich gegen eine konventionelle Verbundbrücke durchgesetzt hatte. Die Überbauten bestehen aus zwei Einfeldträgern mit 16,50 m

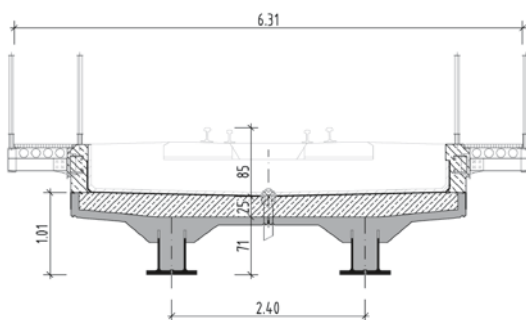


Abb. 17, Querschnitt der eingleisigen Brücke über die Łososina

Stützweite. Je Gleis ist ein getrennter Überbau mit Begleitwegen vorgesehen. Die Stahlträger werden aus einem Walzprofil hergestellt. Sie binden in einen 0,30 m starken Anschnitt des Fertigteils ein, um die Konstruktionshöhe auf 1,00 m zu erhöhen und halbierte Walzträger einsetzen zu können.

Für Eisenbahnüberflieger spielt die Ermüdung bei der Bemessung der Konstruktion eine zentrale Rolle. Für die Brücke über den Łososina wurde als Verbindungsmittel erstmals die modifizierte Klothoidenform MCL 250/115 eingesetzt.

Die Eisenbahnbrücke bei Spergau für den Betreiber Infraleuna ist ein Rahmenbauwerk mit externer Bewehrung in Längsrichtung und einer extern bewehrten Platte in Querrichtung zusammen (Abb.18).

Der Rahmen mit einem Trogquerschnitt hat eine Stützweite von 13,00 m. Die externe Bewehrung liegt an der Ober- und Unterseite der Trogwange. Die oberen Lamellen laufen über die Widerlagerachse in die Flügel und decken das Rahmeneckmoment ab. Die unteren Lamellen leiten über Stirnplatten die Druckkräfte in die Widerlager. In der Fahrbahntafel werden die Kräfte über die externen Bewehrungsprofile in Form von halbierten Walzprofilen, die alle 0,50 m angeordnet sind, in die Trogwangen eingeleitet. Der Überbau wurde eingehoben, mit den Unterbauten verbunden und in einer Wochenendsperrpause seitlich verschoben.

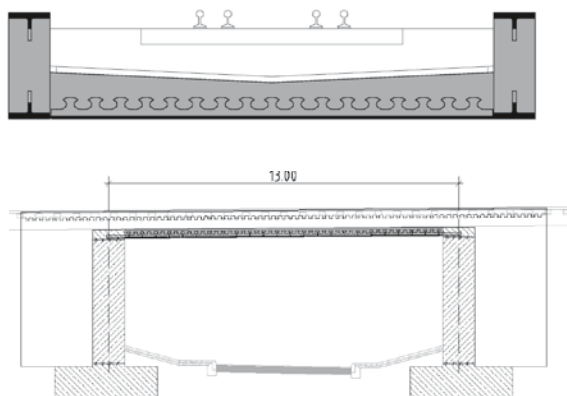


Abb. 18, Querschnitt und Längsschnitt der Rahmenbrücke bei Spergau mit externer Bewehrung an den Trogwangen und in Querrichtung der Fahrbahntafel

VFT, VFT-WIB und VFT-Rail sind eingetragene Marken der SSF Ingenieure AG.

Einzelbildnachweise

WB 1	Abb.6/7	Quist Wintermans Architekten
WB 2	Abb.1/2	Nüssli International AG
WB 3	Abb.1-5	Patrick Berger at Jacques Anziutti architectes/RATP/Láutre Image
	Abb.7	se-austria GmbH & Co. KG
	Abb.11/12	Patrick Berger at Jacques Anziutti architectes/RATP/Láutre Image
WB 4	Abb.1-3	Wagner Ingenieure GmbH
WB 5	Abb.1/2	Prof. Schaller UmweltConsult GmbH
	Abb.3/5/6	WSD Süd, http://www.donauausbau.wsv.de
	Abb.7-9/11	Prof. Schaller UmweltConsult GmbH
	Abb.4	WSD Süd, Faltblatt Zukunft der Donau Foto: Klaus Leidorf
	Abb.10	BfG, Referat U2, 2010-2012
WB 6	Abb.1/2	Fotos: Wolfgang Seitz
	Abb.4	DB AG
	Abb.5	Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG
WB 7	Abb.16/17	Lang Hugger Rampp GmbH Architekten
WB 8	Abb.1/6/7	Fotos: Simone Ommert
	Abb.11-14	Fotos: Simone Ommert
WB 9	Abb.1	Lang Hugger Rampp GmbH Architekten

Impressum

Herausgeber

SSF Ingenieure AG
Domagkstraße 1a | 80807 München
ssf-ing. de

Verantwortlich für den Inhalt

R. Rossiello-Bianco

Texte

SSF Ingenieure AG
Prof. Schaller UmweltConsult GmbH
Wagner Ingenieure GmbH

Abbildungen

SSF Ingenieure AG
Florian Schreiber Fotografie
und siehe Einzelbildnachweise

Gestaltung

GRAFISO.com

Druck

PinguinDruck.de

© 2013 SSF Ingenieure AG