



Planung und Bau einer semiintegralen Eisenbahnüberführung in Walzträger-in-Beton (WiB)-Bauweise

Andreas Brunner
Wolfgang Frühauf
Peter Kotz
Torsten Schantz
Daniel Windisch

Planung und Bau einer semiintegralen Eisenbahnüberführung in Walzträger-in-Beton (WiB)-Bauweise

Die aus dem Jahr 1898/99 stammende Eisenbahnüberführung Großenhainer Straße in Dresden entspricht nicht mehr den gestellten Anforderungen. Sie wird als moderne semiintegrale Dreifeldbrücke in Walzträger-in-Beton (WiB)-Bauweise mit zwei zweigleisigen Überbauten unter laufendem Eisenbahnverkehr und unter innerstädtischem Fahrzeug- und Straßenbahnverkehr erneuert. Unter den vorgegebenen schwierigen Randbedingungen stellt sie eine innovative und äußerst anspruchsvolle Ingenieuraufgabe dar. Dem sensiblen innerstädtischen Raum geschuldet waren besondere gestalterische Vorgaben zu erfüllen. Mit der neuen Eisenbahnüberführung Großenhainer Straße wird ein gestalterisch, konstruktiv und funktional hervorragendes Bauwerk geschaffen.

1 Das Projekt

Die Deutsche Bahn, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH in Dresden, realisiert seit den 1990er-Jahren den Ausbau des Eisenbahnknotens Dresden. Die aktuelle Maßnahme im Zuge der Ausbaustrecke Leipzig-Dresden (VDE9) und der S-Bahn S1 Dresden umfasst den Bauabschnitt Bahnhof Coswig bis Dresden-Neustadt. Im Bereich zwischen Radebeul-Ost und Dresden-Neustadt sind insgesamt 13 Eisenbahnbrücken über Straßen zu erneuern. Die Eisenbahnüberführung über die Großenhainer Straße im Stadtgebiet Dresden ist hier das markanteste und in Konstruktion und Baudurchführung anspruchsvollste Bauwerk (Bild 1).

Die bestehende Brücke aus dem Jahr 1898/99 stellt eine dreifeldrige genietete Trogbrücke aus Stahl, bestehend aus vier eingleisigen Trogüberbauten, an den Stützen und Widerlagern gevoutet und mit Gehstegen an den äußeren Überbauten dar. Die Widerlager sind als flach gegründete Schwergewichtsmauern aus unbewehrtem Beton hergestellt und teilweise mit Sandsteinmauerwerk verkleidet. Die Zwischenstützen bestehen aus Pendelstützen aus Gusseisen bzw. geschweißten Kästen und sind ebenfalls flach gegründet.

Als Hauptabmessungen sind zu nennen:

- Gesamtbreite der Überbauten: 21,20 m
- lichte Weiten: 16,20 m/19,40 m/16,20 m
- lichte Höhe: 4,40 m – 4,65 m

Design and construction of a semi-integral railway overpass using the "rolled steel girders in concrete" (WiB) construction method

The existing railway overpass "Großenhainer Straße" in Dresden, built in 1898/99, does not comply to the latest requirements. The structure will be replaced by a modern three-span bridge in "rolled steel girders in concrete" (WiB) construction method with two superstructures with double track lines. During construction the rail traffic, motor vehicles and tramway will be continuously in service. With respect to the present boundary conditions, the structure represents an innovative and extremely ambitious engineering task. Due to the sensitive urban environment, ambitious visual design requirements have to be fulfilled. The new railway bridge "Großenhainer Straße" is an outstanding structure in respect of architectural and technical design as well as functionality.



Bild 1 Gesamtansicht neues Bauwerk
Overall view of the new bridge

Die überführte Straße kreuzt mit einem Winkel von $64,85^\circ$. Wegen des viergleisigen Ausbaus der Strecke mit Trennung der S- und Fernbahnen, der vorgesehenen Erhöhung der Streckengeschwindigkeit und der geometrischen Unzulänglichkeiten bezüglich des überführten Fahrbahnquerschnitts war das vorhandene Bauwerk zu ersetzen. Unter der Brücke sind zwei zweispurige Fahrbahnen, großzügige Fußgängerbereiche und eine zweigleisige Straßenbahn, die sich direkt hinter dem Bauwerk in zwei Linien verzweigt, vorhanden.

An das neue Bauwerk waren folgende Anforderungen gestellt:

- Beibehaltung der lichten Abmessungen der Brückenöffnungen

- Deckbrücke mit über alle Gleise durchgehendem Schotterbett
- Regelabmessungen der Fahrbahn
- Lastenzüge LM71, SW/2 und SW/0
- weitestgehende Wiederverwendung der bestehenden Widerlager
- Die Gleise laufen an beiden Enden des Bauwerks lückenlos zwischen Überbau und Damm durch
- Baudurchführung in zwei Bauabschnitten
- Aufrechterhaltung des Eisenbahn-, KFZ- und Straßenbahnverkehrs während des Baus

Wegen der sensiblen städtebaulichen Situation und der Absicht, gemeinsam mit den benachbarten Bauwerken über die Hansastraße und Friedensstraße eine einheitliche Gestaltung zu erzielen, sollte eine architektonische Begleitplanung erstellt werden, um zwischen diesen drei Bauwerken eine „Brückenfamilie“ herzustellen.

2 Die Ausschreibung der Hauptbauarbeiten

Aufgrund der sensiblen innerstädtischen Lage, der Komplexität der Baumaßnahme und der verschiedensten Abhängigkeiten der Teilleistungen sowie unter Berücksichtigung der betriebstechnologischen Zwänge durch den aufrecht zu erhaltenden Eisenbahnbetrieb wurden alle bautechnischen Arbeiten als Generalunternehmervergabe teilfunktional ausgeschrieben. Dadurch wurden vom Auftraggeber folgende Hauptziele erreicht:

- Ausschöpfung des Optimierungspotenzials der Fachfirmen mit ihren Planern
- Verantwortlichkeiten des Leistungspakets in einer Hand
- Vertragssicherheit mit Festtermin

Vom Auftraggeber wurde mit der Ausschreibung ein Beispielentwurf mit folgendem Inhalt vorgelegt:

Hauptabmessungen:

- Stützweiten: $19,40\text{ m} + 22,10\text{ m} + 19,40\text{ m} = 60,90\text{ m}$
- kleinste lichte Höhe: $4,66\text{ m}$ (UK Überbau – OK Insel)
- Kreuzungswinkel: $64,85^\circ$
- gesamte Breite Überbau: $21,20\text{ m}$

Widerlager:

Die vorhandenen Widerlager bleiben weitgehend erhalten. Auf diese werden neue Auflagerbänke mit Kammermauern aufgesetzt. Die in den Widerlagern vorhandenen Risse sind zu säubern und zu füllen. Die Ansichtsflächen der Widerlager und Flügel sind entsprechend dem Bestand und gemäß der architektonischen Begleitplanung zu erneuern.

Zwischenstützen:

Es werden relativ schlanke, lediglich $0,65\text{ m}$ dicke Stahlbetonscheiben, teilweise aufgelöst, gezeigt. Diese sollen anprallsicher ausgebildet werden. Die Gründung erfolgt flach auf den bestehenden Fundamenten des Bestandsbauwerks.

Überbauten:

Je zwei Überbauten sind für die Fernbahn und die S-Bahn vorgesehen. Stählerne Trägerroste bilden die vier über drei Felder durchlaufenden Deckbrücken. Senkrechte Abschlüsse kennzeichnen die Überbauten des schiefwinkligen Beispielbauwerks. Dienstgehewege sind an den äußeren Überbauten angehängt.

Lagerung:

Auf den Widerlagern sind längsfeste Elastomerlager vorhanden. Um die Längskräfte gleichmäßig auf die Widerlager zu verteilen, werden die Längsfesthaltungen je Überbau abwechselnd auf dem gegenüberliegenden Widerlager angeordnet.

Baudurchführung:

Die Errichtung des Bauwerks ist in Bauabschnitten für den Fernbahn- bzw. S-Bahnbereich getrennt durchzuführen. Dadurch ergeben sich Interims-Bauzustände zwischen dem neu zu errichtenden Bauwerk und dem alten Restbauwerk.

3 Der Angebotsentwurf

3.1 Tragwerk

Aufgrund der vorgegebenen Randbedingungen wurde von der Baufirma und ihrem Planer in Anlehnung an den Beispielentwurf ein technisch, funktional und wirtschaftlich optimierter Angebotsentwurf aufgestellt und eingereicht (Bilder 2 und 3). Dieser besteht im Wesentlichen aus einem semiintegralen Tragwerk in Walzträger-in-Beton (WiB)-Bauweise. Die Flachgründung der Zwischenstützen auf den Bestandsfundamenten wurde vom Beispielentwurf übernommen. In Stichworten aufgelistet zeichnen den Angebotsentwurf folgende Merkmale aus:

- Überbauten in Walzträger-in-Beton (WiB)-Bauweise
- Ausbildung von zwei zweigleisigen Überbauten
- Längsfesthaltung durch die beiden Mittelstützenreihen und deren Einspannung in den Überbau
- schräger Abschluss der Überbauten, in Anlehnung an den Kreuzungswinkel
- Gründung der Mittelstützenreihen auf den Altfundamenten
- weitgehende Wiederverwendung der Bestandswiderlager mit neuer Auflagerbank mit nach hinten auskragendem Sporn

Damit werden folgende vorteilhafte Eigenschaften erreicht:

- robuster verformungsarmer Überbau mit geringen Lärmemissionen
- Minimierung der Längs- und Querfugen
- sichere und verformungsarme Abtragung der angreifenden Kräfte aus Bremsen und Anfahren in die Gründung
- einfache Ausbildung des Abschlusses der Überbauten ohne Schienenausüge

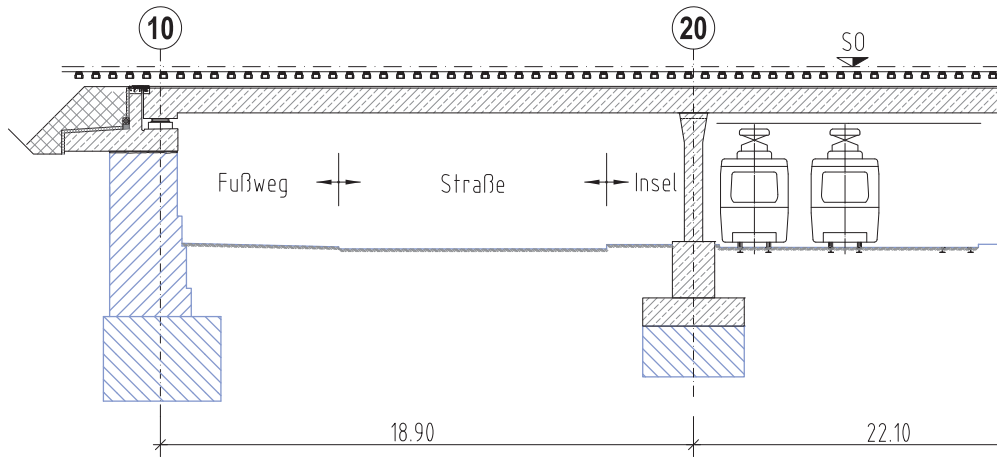


Bild 2 Angebotsentwurf – Bauwerkslängsschnitt
Contractor design – Longitudinal section

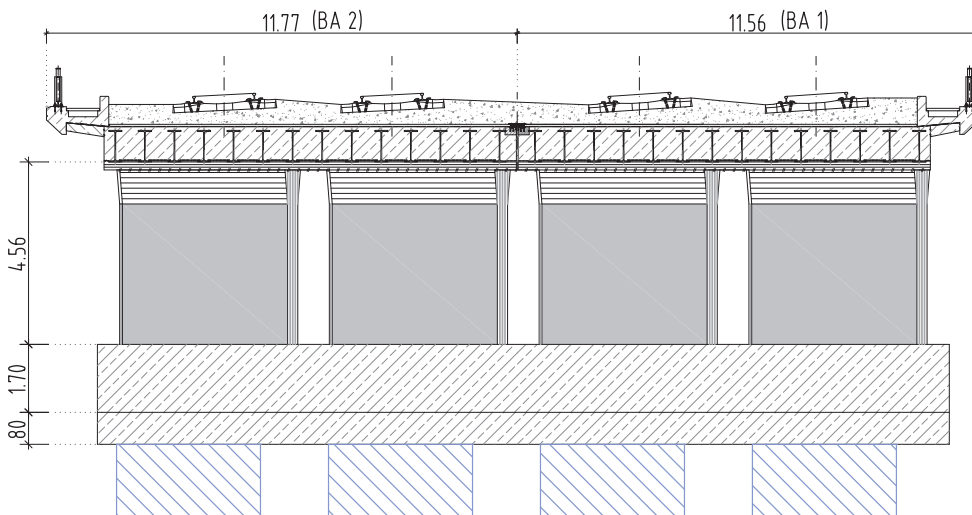


Bild 3 Angebotsentwurf – Bauwerksquerschnitt
Contractor Design – Cross section

- vorteilhafte Nachbildung des äußeren Erscheinungsbildes der historischen Brücke
- Instandhaltungsvorteil infolge weniger Lager und Fugen
- Kombination der Vorteile der Rahmenbauweise mit der WiB Bauweise

3.2 Überbau

Es werden zwei zweigleisige Überbauten in Walzträger-in-Beton (WiB)-Bauweise als Durchlaufträger über drei Felder mit den Stützweiten 18,90 m + 22,10 m + 18,90 m ausgeführt. Im Verhältnis zu den vorgegebenen Stützweiten steht mit 0,88 m nur eine geringe Bauhöhe zur Verfügung. Umgekehrt fordert der Eisenbahnbetrieb eine erhebliche Bauwerkssteifigkeit. Das günstige statische System als Durchlaufträger und die verformungsarme WiB-Bauweise sind hier eine vorteilhafte Lösung. Die zweigleisigen Überbauten vermindern die Differenzverformungen an den Fugenrändern und schaffen durch die Möglichkeit einer Lastverteilung zusätzliche Lastreserven mit günstiger Auswirkung auf die Lebensdauer des Bauwerks. Die Reduzierung der Fugen und Lager wirkt sich

vorteilhaft auf den Aufwand für den künftigen Bauwerksunterhalt aus.

Es werden schräge Überbauabschlüsse innerhalb der zulässigen Grenzen des gültigen Regelwerks ausgebildet. Konstruktiv schwierige Versprünge werden vermieden, und die kürzeren Überbauüberstände minimieren die Endverdrehungen und den Verschleiß des Oberbaus. Zementverfestigte Hinterfüllkeile schaffen den erforderlichen rechtwinkligen Bauwerksabschluss. Auf den Überbauten werden zwischen den Gleisen Entwässerungseinläufe im Abstand von ca. 30 m angeordnet. Die Ableitung des anfallenden Oberflächenwassers erfolgt an den Pfeilern.

3.3 Lagerung

Die Pfeilerscheiben in den Achsen 20 und 30 werden zur Abtragung der Lasten aus Bremsen und Anfahren biegesteif mit dem Überbau verbunden. Damit werden die vorhandenen Widerlager von Horizontalkräften entlastet. Auf den Widerlagern werden je Überbau und Achse ledig-

lich zwei Elastomerlager, davon eines querfest, angeordnet. Statt der insgesamt 32 Lager des Beispielentwurfs kommt die vorliegende semiintegrale Bauweise mit nur noch acht Lagern aus.

3.4 Mittelstützenreihen

Bedingt durch die Vorgaben der Gestaltung und die geforderten Sichtverhältnisse der Straßenbahn war die Dicke der Pfeiler auf 0,65 m begrenzt. Um eine „Tunnelwirkung“ zu vermeiden, wurden je Achse vier ca. 4,25 m lange Einzelpfeilerscheiben angeordnet. Durch die voutenartige Aufweitung der Pfeilerscheiben am Übergang zum Überbau wird eine fließende Lasteinleitung vom Überbau in die Pfeilerscheiben ermöglicht. Beide Maßnahmen, die Einspannung der Pfeiler in den Überbau und die Verbreiterung der Pfeiler am Übergang, lösen die Aufgabe der sicheren und verformungsarmen Lasteinleitung der enormen Brems- und Anfahrlasten durch die sehr schlanken Pfeilerscheiben in die Gründung.

3.5 Widerlager

Die vorhandenen Widerlager in den Achsen 10 und 40 bleiben erhalten. Die Form der neuen Auflagerbänke mit dem zur Erdseite auskragenden Sporn gewährleistet neben der ausreichenden vertikalen Lastverteilung durch die Abschirmung von Erddrücken und die rückdrehenden Erdaufasten eine deutliche Minimierung der Beanspruchungen aus den horizontalen Einwirkungen. Auf diese Weise werden die Bodenpressungen in der Gründungsfuge zentriert und die Widerlagerstandsicherheit sichergestellt. Eine schubfeste Verbindung mit dem Bestand wird durch eingebaute Bewehrungsstäbe erreicht.

3.6 Baubehelfe

Die Herstellung der Gründung der neuen Pfeilerreihen erfolgt neben Straße und Straßenbahn im Schutze eines

Baugrubenverbau. Zur Sicherung der Herstellung in zwei Bauabschnitten ist die Herstellung und das Umankern eines Längsverbaus im Widerlagerbereich notwendig.

4 Besondere Randbedingungen und deren planerische Lösung

4.1 Gründung der Pfeilerreihen auf Großbohrpfählen

Im Verlauf der Ausführungsplanung wurden der Angebotsentwurf aufgrund besonderer Anforderungen fortgeschrieben und weitere planerische Lösungen gefunden. Die Abstimmung mit den Dresdner Verkehrsbetrieben ergab, dass wegen der besonderen Verkehrssituation der Straßenbahn im Bauwerksbereich keine längeren Verkehrsunterbrechungen möglich sind. Damit stand für die Baudurchführung in Achse 20 kein ausreichender Platz mehr zur Verfügung.

Vom Ausführungsplaner wurde im Einvernehmen mit dem Auftragnehmer der Lösungsvorschlag eingebracht, in Achse 20 platzsparend mit einer Reihe von Großbohrpfählen zu arbeiten und in Achse 30 durch eine Pfahlbockkonstruktion im Wesentlichen die angreifenden Brems- und Anfahrlasten abzutragen. Das in Abschn. 3.4 beschriebene günstige Tragverhalten der Pfeilerscheiben macht diese Ausführung möglich (Bild 4).

4.2 Walzträgerstöße

Bei der Ausarbeitung des Angebotsentwurfs war erkennbar, dass aufgrund der großen Länge der Walzträger von 60,60 m eine Ausbildung von Schweißstößen notwendig sein wird. Im Zuge der Arbeitsvorbereitung wurde aufgrund der beengten Baustellensituation und der hohen Qualitätsanforderungen an die Herstellung die Ausführung von Werkstattstößen im Walzwerk als optimale Lösung erachtet. Die Anordnung der Stöße musste versetzt und an Stellen mit möglichst geringer statischer Beanspruchung vorgesehen werden.

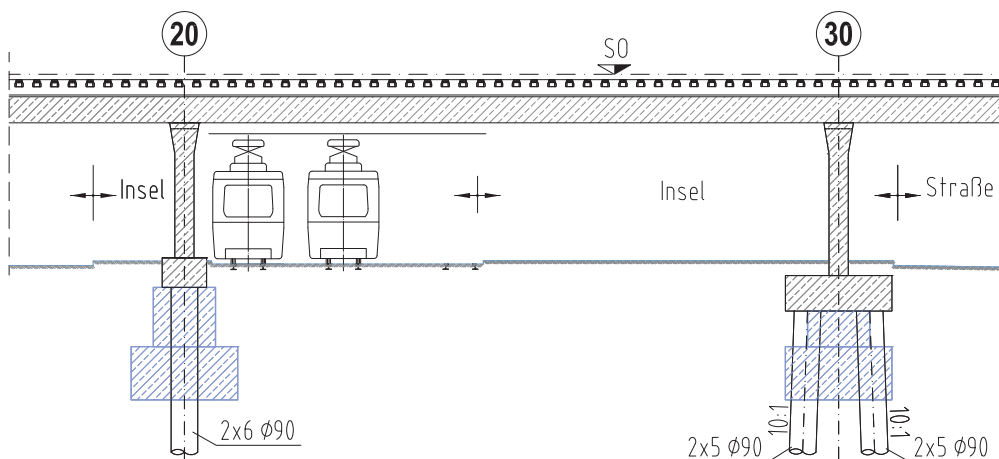


Bild 4 Pfahlgründung der Pfeiler
Pile foundation of the piers



Bild 5 Gestaltungsdetail
Detail of design

4.3 Bauwerksgestaltung

Aufgabe der architektonischen Begleitplanung war die Erreichung folgender Ziele:

- Nachbildung des äußeren Erscheinungsbilds der historischen Brücke
- optimale Einbindung in die vorhandene sensible städtebauliche Situation
- vorteilhafte filigrane Gestaltung

Folgende Gestaltungselemente werden verwendet (Bild 5):

- schlanke aufgelöste Pfeilerscheiben
- abgestufte Schalungsausbildung der neuen Betonsichtflächen
- Sondergeländer als besonders gestaltetes Füllstabgeländer
- Beibehaltung bzw. Wiederherstellung der Pfeilervorlagen an den Brückenenden mit strukturierten Betonoberflächen
- Kanzelausbildung auf den Pfeilervorlagen mit gestaltetem Massivgeländer
- gestaltete und konturierte Verputzflächen der Widerlageroberflächen

5 Planung und Konstruktion

5.1 Randbedingungen

Die planerische Berücksichtigung der unter 3.4 und 4.1 beschriebenen Vorgaben stellte eine besondere Herausforderung in der Ausführungsplanung dar. Die einreihige Pfahlgründung in Achse 20 besitzt deutlich weniger horizontale Steifigkeit als der Pfahlbock in Achse 30 mit zwei Pfahlreihen. Verbunden mit den schlanken Pfeilerscheiben bedeutete dies für den Nachweis der Verformungsbeschränkungen in Längsrichtung einen besonderen Aufwand. Zusätzlich mussten Sichtweitennachweise im Bereich der Pfeilerscheiben geführt werden, um die Gleichwertigkeit mit dem Beispielentwurf und die Herstellung der Verkehrssicherheit zu belegen.

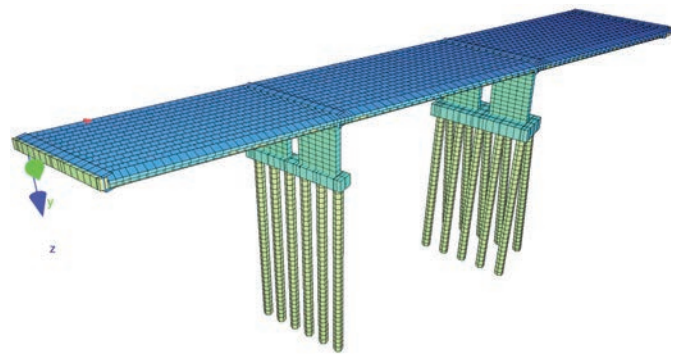


Bild 6 Statische Modellbildung
Model of static calculation

Im Bauzustand werden die Walzträger auf Montagejochen aufgelagert. Die Stützenjoch an den Pfeilerachsen stehen jeweils vor den Bauwerksachsen auf der Pfahlkopfplatte. Die Joch an den Widerlagerachsen sind mit einer Flachgründung vor der Stirnwand aufgelagert.

5.2 Statische Modellbildung

Die statische Berechnung wurde an einem räumlichen Finite-Element-System durchgeführt. Der Überbau, die Pfeiler und die Pfahlkopfplatten wurden als Schalenelemente abgebildet. Die Bohrpfähle wurden im statischen System als Stäbe berücksichtigt und sind durch starre Koppelbedingungen mit dem System verbunden (Bild 6). Wesentliche Eigenschaft von semiintegralen Bauwerken ist, dass die Baugrund- und Gründungssteifigkeit in die Bauwerksbemessung entscheidend einfließt und daher im statischen Modell realistisch abgebildet werden muss.

Es war eine Gründung zu entwerfen, die auf der einen Seite eine ausreichende Steifigkeit aufweist, um die Lasten aus Bremsen und Anfahren aufzunehmen und zusätzlich die Verformungskriterien zu erfüllen. Andererseits aber darf die Steifigkeit nicht zu hoch sein, damit die Zwangsschnittgrößen infolge Temperatur, Kriechen und Schwinden beherrschbar bleiben. Wesentliches Merkmal der Berechnungen von semiintegralen Bauwerken mit Bettungsgrenzwerten ist, dass es infolge von Last und Zwangsbeanspruchungen pauschal keine „sichere Seite“ gibt. Die Veränderung der Bettung kann sich beispielsweise für die Bewehrung der Pfähle als günstig, jedoch beim Nachweis des Überbaus als ungünstig herausstellen. Dies hat zur Konsequenz, dass eine entsprechende Bandbreite an Eingangswerten in die statische Berechnung einzuführen ist.

5.3 Zulassung im Einzelfall

Für die semiintegrale Bauweise des Bauwerks mussten eine Unternehmensinterne Genehmigung (UiG) und eine Zulassung im Einzelfall (ZiE) beantragt werden. Die entsprechenden Antragsunterlagen wurden parallel zur Aus-

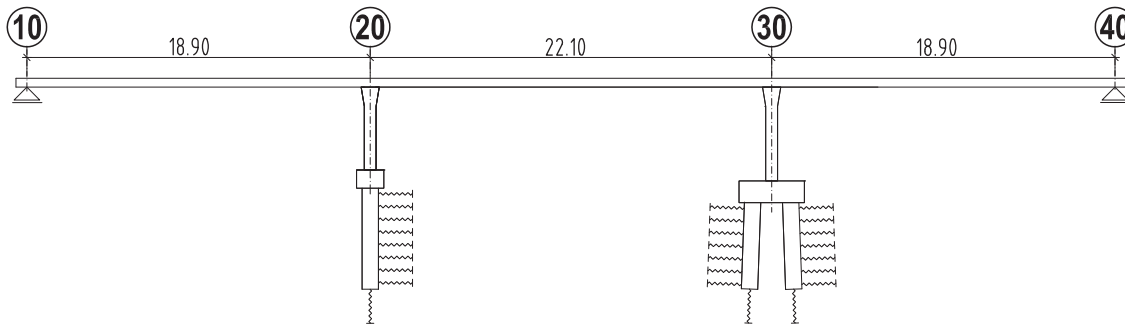


Bild 7 Interaktion zwischen Baugrund und Bauwerk
Interaction between soil reactions and construction

führungsplanung erarbeitet. Die ZiE wurde mit den folgenden Auflagen erteilt:

- Interaktion Baugrund – Bauwerk
- Erneuerungskonzept für das semiintegrale Bauwerk
- Detaillierte Ausführungsplanung der Knotenpunkte
- Nachweis der Schienenspannungen
- Messtechnische Überwachung

5.4 Interaktion Baugrund – Bauwerk

Durch die Abbildung der Pfahlgründung im statischen Modell konnte die Interaktion zwischen Baugrund und Bauwerk berücksichtigt werden. Die Bohrpfähle wurden unter Berücksichtigung der Gruppenwirkung im System als elastisch gebettete Stäbe und einer Pfahlfußfeder, die aus der Widerstandssetzungslinie abgeleitet wurde, idealisiert (Bild 7). Die im Baugrundgutachten definierten Bettungsansätze wurden entsprechend den Vorgaben der ZiE variiert. Die Tatsache, dass die Bohrpfähle durch die Bestandsfundamente abgeteuft werden mussten, schaffte zusätzliche Variablen.

Die Bettungsansätze und die Pfahlfußfeder aus dem Bodengutachten sollten als untere Grenzwerte in die Berechnung eingehen. Als oberer Grenzwert der Pfahlbettung sollten die Werte aus dem Bodengutachten mit dem Faktor fünf im Bereich der Bestandsfundamente und mit dem Faktor drei darunter beaufschlagt werden. Die Federsteifigkeit der Pfahlfußfeder sollte für den oberen Grenzfall mit dem Faktor drei erhöht werden. Durch den Ansatz von oberen und unteren Grenzwerten der Bettung wurde der möglichen Streuung der Baugrundeigenschaften Rechnung getragen.

5.5 Erneuerungskonzept für das semiintegrale Bauwerk

Bei der EÜ Großenhainer Straße ist im Erneuerungskonzept vorgesehen, dass der Überbau und die Pfeiler erneuert werden. Nur die Bohrpfahlgründung verbleibt im Boden, wobei beim Abbruch auf den Erhalt der Pfahlbewehrung zu achten ist. Ein semiintegrales Bauwerk kann nicht analog einer gelagerten Brücke erneuert werden. Da es aber im Zuge der Bauwerkserneuerung immer zu

einer Beeinträchtigung der Strecke kommen wird, sind die Unterschiede zwischen einem gelagerten Bauwerk und einem semiintegralen Bauwerk in dieser Hinsicht akzeptabel.

5.6 Detaillierte Ausführungsplanung im Bereich der Knotenpunkte

Ein Hauptaugenmerk der Ausführungsplanung galt der statischen und konstruktiven Durchbildung der biegesteifen Verbindung zwischen Pfeiler und Überbau. Der Kraftfluss in den Rahmenknoten wurde an einem Fachwerkmodell abgebildet, das im Besonderen das Zusammenwirken der Stahlträger mit dem Beton im Verbund zu berücksichtigen hatte (Bild 8). Im Vergleich zu normalen semiintegralen Rahmenbauwerken aus Stahlbeton mussten auch die geometrischen und konstruktiven Zwänge durch die (WiB)-Bauweise bewältigt werden. Bei Stahlbetonrahmen kann die erforderliche Rahmeneckbewehrung in einfacher Weise aus den Unterbauten in den Überbau geführt werden. Dies ist bei einem (WiB)-Überbau mit der gleichen Bewehrungsführung nur sehr eingeschränkt möglich.

Aufgrund der vertikalen Belastung und der horizontalen Lasten infolge Bremsen und Anfahren entstehen über den Stützen Biegemomente, die zum Teil in die Pfeiler und die Gründung abgeleitet werden müssen. Die vertikalen Zugbänder wurden als Schlaufen über die Stahlträger und als Längsbewehrung im Überbau geführt (Bild 9). Dieses Prinzip der Bewehrungsführung mit Schlaufen ist auch von Spannbetonrahmenbrücken bekannt. Das Zugband wird nicht „ums Eck“ geführt, sondern umschließt nur als Schlaufe das horizontale Zugband. Die Toleranzanforderungen an den Einbau der Bewehrung waren sehr hoch, da die Schlaufen direkt über die Walzträger geführt werden mussten. Eine zusätzliche Erschwernis war, dass alle Schlaufen oberhalb der Arbeitsfuge zwischen Pfeiler und Überbau durch eine Muffenverbindung gestoßen werden mussten. Dies war notwendig, weil der Pfeiler bis auf Unterkante Überbau betoniert werden sollte, die Träger jedoch nicht durch einbetonierte Schlaufen „eingefädelt“ werden konnten. Die vertikale Bewehrung zwischen Pfeiler und Überbau muss bei einem (WiB)-Überbau zwischen den Stahlträgern angeordnet werden. Aufgrund des

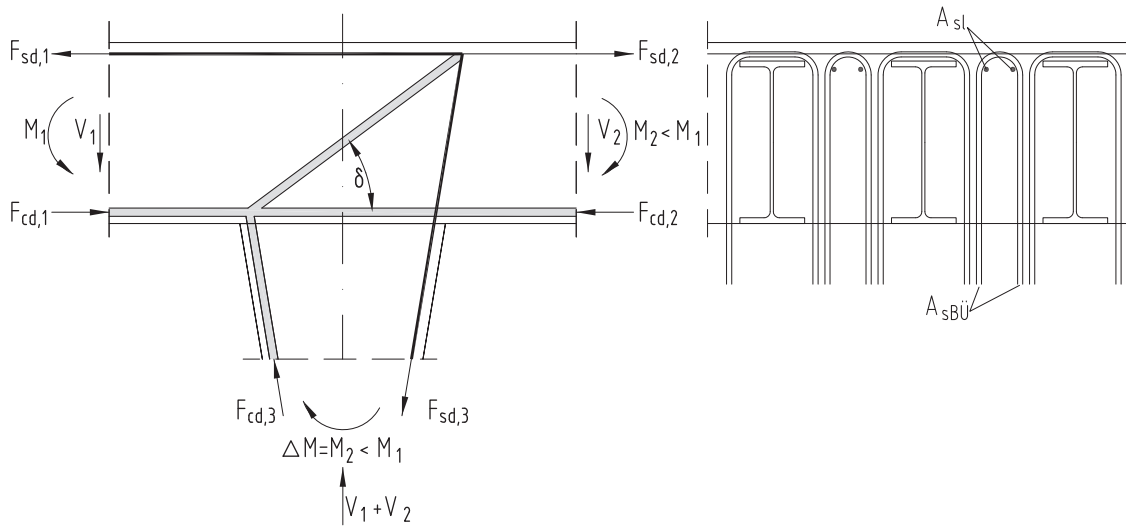


Bild 8 Stabwerksmodell
Framework model

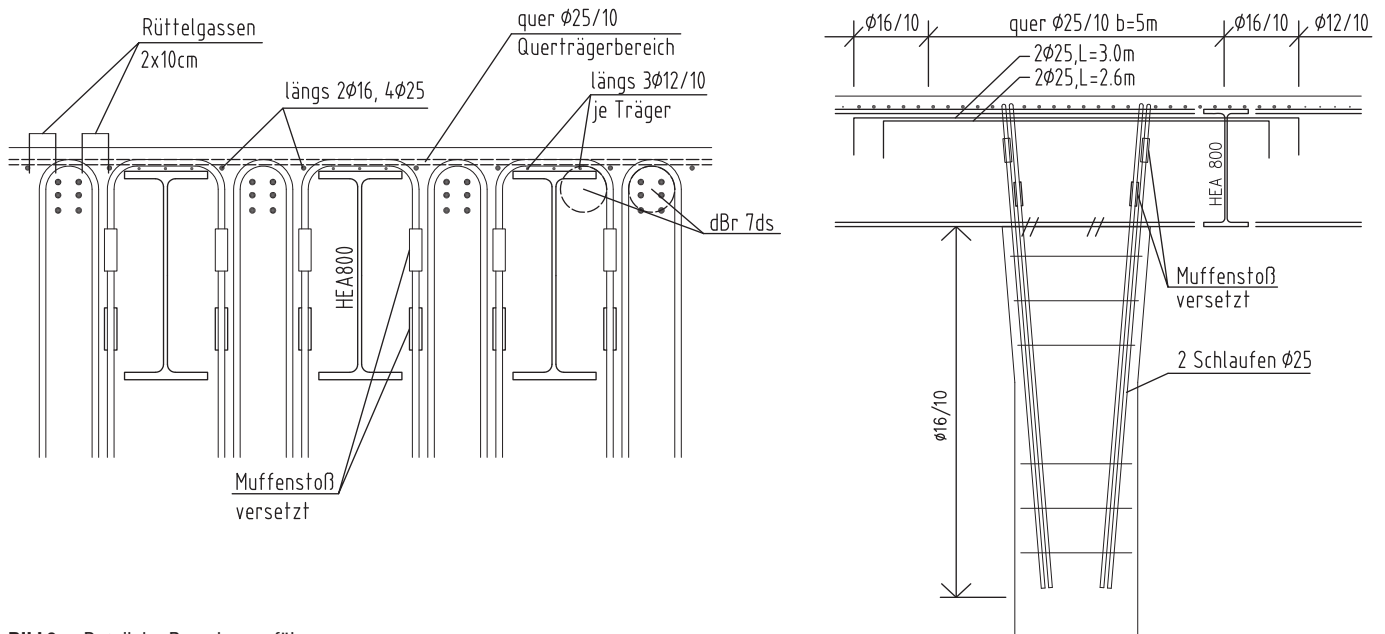


Bild 9 Detail der Bewehrungsführung
Detailing of reinforcement



Bild 10 Verlegen der Bewehrung auf der Baustelle
Installation of reinforcement in site

Trägerabstands von nur 66,9 cm und der Trägerbreite von 30 cm entstehen relativ hohe Bewehrungsgrade, die konstruktiv bei Beachtung ausreichender Stababstände und Rüttelgassen zu bewältigen waren (Bilder 9 und 10).

5.7 Nachweis der Schienenspannungen

Die Schienenspannungen mussten unter Ansatz von oberen und unteren Grenzwerten der Gründungssteifigkeiten nachgewiesen werden. Bei stoßartiger Belastung wie Bremsen und Anfahren reagiert der Baugrund mit höheren Steifigkeiten als bei langsamen Verformungen aus Temperatur, Kriechen und Schwinden. Entscheidend ist die Belastungsgeschwindigkeit. Demnach konnten die Bettungswerte für den Lastfall Bremsen und Anfahren um den Faktor zwei erhöht werden. Zusätzlich wurde nachgewiesen, dass die Pfeiler im Stützenkopfbereich im

Gebrauchszustand im Zustand I verbleiben. Diese Randbedingungen sind entscheidend für den Nachweis der Verformungen gemäß DIN-Fachbericht 101, Anhang K. Bei diesem Nachweis ist die maximale Längsverschiebung aus Bremsen und Anfahren auf 5 mm zu beschränken, anderenfalls ist der Nachweis der Einhaltung der zulässigen Werte für die Schienenspannungen zu erbringen. Der Nachweis der Beschränkung der Längsverschiebungen und der Nachweis der Schienenspannungen konnten unter Berücksichtigung der in der ZiE geforderten Auflagen geführt und der Einbau von Schienenauszügen vermieden werden.

5.8 Messtechnische Überwachung

Eine wesentliche Auflage aus der ZiE war die messtechnische Überwachung. Es wurden nicht nur die üblichen baubegleitenden Messungen und Kontrollmessungen nach Rohbaufertigstellung durchgeführt, sondern es sollten auch Langzeitmessungen durchgeführt werden, die das Verformungsverhalten unter Kriechen, Schwinden, Temperatur und Verkehr nachweisen. Des Weiteren sollten die Effekte aus der Interaktion zwischen Gründung und Tragwerk durch die Messungen erfasst werden können.

Durch ein Ingenieurbüro wurde hierzu ein Messkonzept erarbeitet und vor Ort die entsprechenden Messungen durchgeführt. Es wurden Dehnmessstreifen und Temperaturfühler an einem Walzträger im Bereich der Pfeilerachsen 20 und 30 appliziert. Zusätzlich wurden Dehnmessstreifen am Pfeilerkopf und Pfeilerfuß eingebaut, um das Beanspruchungsniveau der Unterbauten nachweisen zu können. Die Längsbewegungen zwischen Überbau und Widerlager wurden durch ein Seilzug-Potentiometer erfasst. Für alle Messstellen wird der momentane Messwert jede Stunde gespeichert und kann aus der Datenbank abgelesen werden.

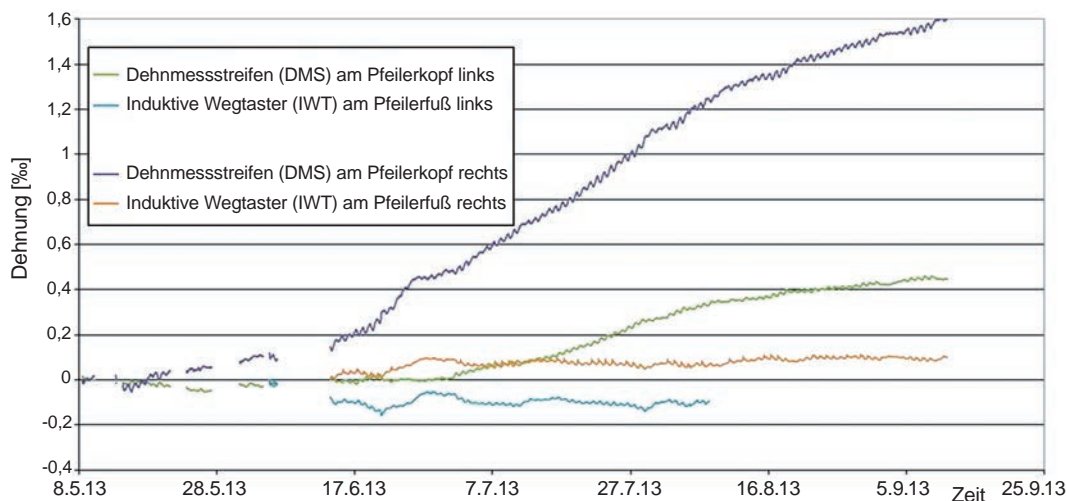


Bild 11 Messergebnisse aus der Dauerüberwachung im Pfeilerkopfbereich
Results of long term survey top of piers

Seit der Installation der Dauerüberwachung wurden die Messwerte zweimal mit den Rechenwerten verglichen.

Exemplarisch sind die Dehnungen in Promille für die Messstellen am Pfeiler Achse 30 über die Zeit in Bild 11 dargestellt. Insbesondere am Messpunkt Pfeilerkopf oben sind die hohen Temperaturen im Zeitraum Juni und August an den entsprechend hohen Dehnungen ersichtlich. Die Auswertungen bestätigen, dass die im Rahmen der Planung angesetzten Steifigkeiten der Unterbauten und die Zwangsbeanspruchung für die Pfeiler zutreffend, d. h. auf der sicheren Seite liegend, angenommen wurden.

6 Besondere Aufgaben der Baudurchführung

6.1 Bauen im innerstädtischen Bereich bei laufendem Verkehr

Die Baumaßnahme ist in Bezug auf die Ausführung auf der Baustelle in erster Linie von den komplizierten verkehrlichen Randbedingungen geprägt. Durch die innerstädtische Lage im Zentrum von Dresden muss bei allen Tätigkeiten der jeweils im Nahbereich vorhandene Eisenbahn-, Straßen- und Straßenbahnverkehr berücksichtigt werden. Dieser darf während der gesamten Maßnahme nur im Ausnahmefall, und dann jeweils nur kurzzeitig an Wochenenden, gesperrt werden. Sämtliche Bauabläufe mussten langfristig darauf abgestimmt werden. Durch die sehr langen Anmeldefristen von bis zu 33 Wochen für derartige Sperrungen sind eine gründliche Arbeitsvorbereitung sowie ein bis in das letzte Detail durchdachter Bauablaufplan und eine permanente Überwachung der gesetzten Zwischentermine erforderlich (Bild 12).

6.2 Herstellung des Bauwerks in zwei Bauabschnitten

Die Bauaufgabe wurde definiert durch den herzustellenden Ersatzneubau in zwei Bauabschnitten. Sowohl die



Bild 12 Baudurchführung unter Verkehr
Construction under traffic

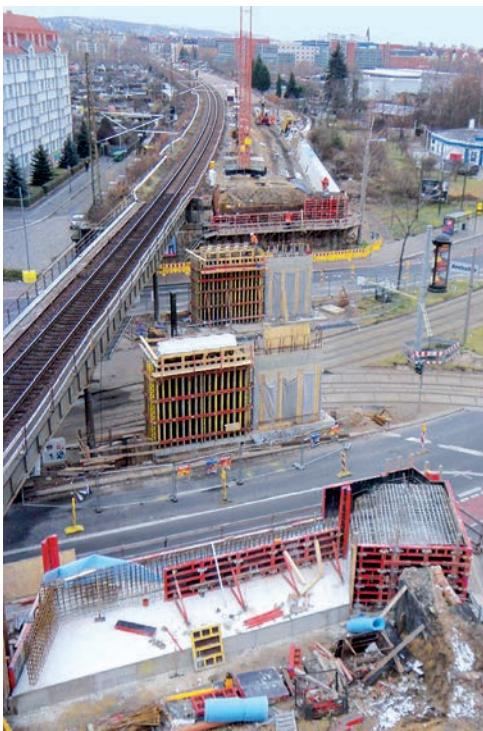


Bild 13 Baudurchführung in zwei Bauphasen
Construction in two erection phases

Planung der Bau- und Endzustände als auch die Abstimmungen mit allen betroffenen Behörden und Institutionen der Stadt Dresden waren von Hentschke Bau zu leisten (Bild 13).

6.3 Medienumverlegung/Baufreiheitsmaßnahmen

Als bauvorbereitende Maßnahmen mussten zahlreiche Medien im Vorfeld der eigentlichen Brückenbauarbeiten umverlegt werden. Dabei wurden zum Teil Provisorien für die Bauzeit geschaffen; an anderer Stelle waren die Medien in neue Trassen außerhalb der neuen Bauteile zu verlegen. Über die aus den Schachtscheinen bekannten Medien hinaus wurden auch unbekannte Medien ange-troffen. An dieser Stelle war es besonders wichtig, eine

schnelle gemeinsame Lösungsfindung mit den Projektbeteiligten zu erzielen, um die Folgetermine zu keinem Zeitpunkt zu gefährden.

Die an der Bestandsbrücke angehängten zahlreichen Abspannungen der Straßenbahnoberleitung wurden während der Bauzeit provisorisch an mehreren Hilfsmasten befestigt. Durch die Bogenlage der Gleise und die im direkten Bauwerksbereich vorhandene Weiche war ein ausgereiftes Konzept für alle Bauzustände zu entwickeln, welches einen permanenten Straßenbahnbetrieb gewährleistet. Der Endzustand in Bezug auf Oberleitungsführung und Berührungsschutztafeln wird vollständig im neuen Brückenbauwerk integriert.

6.4 Herstellung der Bohrpfähle

Durch die geometrischen Randbedingungen – hier sind vor allem die minimalen Abstände von ca. 2,50 m zwischen Bohrpfahlachse und Gleisachse der Straßenbahn zu nennen – konnten die Bestandsfundamente in den Pfeilerachsen nur teilweise abgebrochen werden. Bei der Herstellung der Bohrpfähle mussten daher die alten Betonfundamente durchbohrt werden. Im Bereich des Pfeilers Achse 20 wurden zwölf senkrechte Pfähle mit einer Länge von 18 m und einem Durchmesser von 90 cm hergestellt. Im Bereich Pfeiler Achse 30 wurde ein Pfahlbock aus Pfählen mit einer Länge von 15 m und einer Neigung von 10:1 erforderlich.

Für die Bohrpfahlarbeiten musste je eine stadtein- und eine stadtauswärtige Fahrspur der Straße gesperrt werden. Der Straßenbahnbetrieb war uneingeschränkt aufrecht zu erhalten. Allein die Herstellung der Bohrpfähle zwischen den im Bauwerksbereich zahlreich vorhandenen Abspannungen der Straßenbahnoberleitung stellte eine große Herausforderung dar.

6.5 Herstellung der Widerlager und Pfeiler

Die Sicherung der Baugruben für die Mittelunterstützungen im Bereich der Straßenbahntrasse wurde mittels Berliner Verbau realisiert. Die Herstellung der Unterbauten erfolgte weitgehend auf Basis üblicher Bauweisen und Schalungssysteme. Durch die zentrale Vorfertigung der Schalungstafeln für die Pfeilerscheiben im Werk konnten die Arbeiten im Nahbereich der Straßenbahngleise minimiert werden. Die Herstellung der Widerlager in zwei Bauabschnitten wurde durch einen Hilfsflügel in der Bauwerksachse sowie einen Gleislängsverbau ermöglicht. Nach Fertigstellung des ersten Bauabschnitts muss dieser Gleislängsverbau lediglich umgeankert werden, um seiner Funktion für den zweiten Bauabschnitt gerecht zu werden.

6.6 Herstellung Rahmeneck

Besonderes Augenmerk galt es auf die Herstellung der Rahmenecken zwischen Überbau und Pfeilerscheiben zu

legen. Bereits die zukünftig zwischen den WiB Trägern liegende Anschlussbewehrung musste im Sinne einer reibungslosen Verlegung der Stahlträger vom Vermesser eingemessen und ebenso millimetergenau eingebaut werden. Darüber hinaus sollten die Träger nach der Verlegung von Bewehrungsschlaufen aus den Pfeilern umschlossen und somit in die Pfeilerbewehrung eingebunden werden. Dies erfolgte mit Bewehrungsmuffen. Durch den hohen Bewehrungsgrad dieser Anschlussbereiche wurde es zudem erforderlich, die oberen Pfeilerbereiche mit zusätzlichen Vouten zu versehen. Die Ausbildung der Vouten wurde frühzeitig mit der architektonischen Begleitplanung abgestimmt.

6.7 Transport und Verlegung der WiB-Träger

Ein Novum im Eisenbahnbrückenbau stellen die Herstellung und der Einbau der über 60 m langen Walzträger für die Überbaukonstruktion dar. Nach über einjähriger Vorbereitungszeit wurden die 14 Träger für den ersten Bauabschnitt über mehrere Monate bis Mitte März 2013 in einem Stahlwerk in Luxemburg produziert und zu je sieben Trägerpaaren zusammenschraubt. Bisher waren Stahlträger des Profils HEA 800 noch nie in dieser Überlänge hergestellt worden. Da ein Walzen von Trägern in dieser Länge technisch nicht realisierbar ist, wurden Träger mit 36,75 m und 23,85 m Länge unter höchsten Fertigungs- und Überwachungsstandards bereits im Werk verschweißt und beschichtet.

Anschließend erfolgte die Verladung auf einen über 500 m langen Sonderzug. Die 80 cm hohen Trägerpaare waren auf den Waggons mit einer freien Spannweite von ca. 50 m unterstützt. Der Transport von Differdingen in Luxemburg nach Dresden erfolgte dabei über ausgewählte Strecken, die zu kleine Radien in den Bögen vermeiden. Die Stahlträger lagerten auf Wagengruppen von je drei Waggons. Drehgleitschemel, jeweils auf dem ersten und dritten Waggon einer Wagengruppe, erlaubten, dass die Träger während der Fahrt vollkommen gerade auflagen, während die Waggons dem Gleisverlauf folgen können. Für die Fertigung und Lieferung dieser überlangen Walzträger wird durch das Stahlwerk ein Eintrag ins Guinness-Buch der Rekorde beantragt. Die Verlegung dieser überdimensionalen Stahlträger wurde mithilfe von zwei Mobilkränen und erfahrenen Baufachleuten am Wochenende 17./18. März 2013 realisiert (Bild 14).

Anschließend wurden die Träger mit Faserzementplatten ausgelegt, die durch die in den Stahlträgern vorhandenen Bohrungen führende Bewehrungslage verlegt und die seitliche Schalung des Überbaus hergestellt. Um die verkehrliche Beeinträchtigung des Straßen- und Straßenbahnverkehrs zu minimieren, standen für alle diese benannten Leistungen lediglich 30 Stunden zur Verfügung. Daher wurden im Vorfeld die erforderlichen Baustellenabstimmungen mit den Projektbeteiligten bis ins kleinste Detail geplant und optimiert.



Bild 14 Verlegen der Walzträger
Installation of the rolled iron girders

7 Fazit

Mit dem Ersatzneubau der Eisenbahnüberführung Großenhainer Straße in Dresden waren äußerst enge Randbedingungen zu erfüllen. Mit dem vorgelegten Entwurf und dessen Realisierung wurden die gesteckten Ziele

- dauerhafte Konstruktion
- voll befriedigende Funktionalität
- gestalterisch vorteilhaftes Bauwerk
- Terminsicherheit in der Baudurchführung

erreicht. Dies ist das Ergebnis der erfolgsorientierten Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten (Tab. 1). Mit

Tab. 1 Projektbeteiligte
Participants

Bauherr	DB Netze vertreten durch DB ProjektBau GmbH Regionalbereich Südost Dresden
Baudurchführung	Arbeitsgemeinschaft Strabag Rail GmbH Freital Hentschke Bau GmbH Bautzen
Ausführungsplanung	SSF Ingenieure AG, München
Prüfingenieur	Prof. Dr.-Ing. Manfred Curbach Dresden
Architektonische Begleitplanung	Kremtz Architekten, Dresden
Bodengutachten	BBG Bauberatungs- gesellschaft, Dresden
Gutachten UiG + ZiE	König und Heunisch Planungsgesellschaft mbH Dortmund mit Kempfert + Partner Geotechnik, Würzburg
Messüberwachung	IBW GmbH, Weimar

dem erfolgreichen Einbau der überlangen Walzträger wurden bisher geltende Machbarkeitsgrenzen überschritten, was in der Fachwelt anerkennend entgegengenommen wurde.



Dipl.-Ing. Peter Kotz
SSF Ingenieure AG
Domagkstraße 1
80807 München
pkotz@ssf-ing.de

Autoren



Dr.-Ing. Andreas Brunner
DB ProjektBau GmbH
Ammonstraße 8
01069 Dresden
andreas.brunner@deutschebahn.com



Dipl.-Ing. Torsten Schantz
Hentschke Bau GmbH
Zeppelinstraße 15
02625 Bautzen
schantz.torsten@hentschke-bau.de



Dipl.-Ing. Wolfgang Frühauf
SSF Ingenieure AG
Domagkstraße 1
80807 München
wfruehauf@ssf-ing.de



Dipl.-Ing. (FH) Daniel Windisch
Hentschke Bau GmbH
Zeppelinstraße 15
02625 Bautzen
windisch.daniel@hentschke-bau.de



SSF Ingenieure

SSF Ingenieure AG
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Domagkstraße 1a
D-80807 München

T +49 (0)89 3 60 40 - 0
F +49 (0)89 3 60 40 - 100

www.ssf-ing.de