

Voruntersuchungen und Entwurfsplanung Neubau der Elbebrücke Schönebeck

■ ■ ■ von Wolfgang Eilzer, Markus Morawietz

Im Zuge der Ortsumgehung Schönebeck der Bundesstraße B 246a wird der Neubau einer Brücke über die Elbe erforderlich. Kernstück dieser neuen Elbquerung ist eine einhüftige Schrägseilbrücke mit einer Hauptspannweite von 185 m, mit deren Errichtung im März 2010 begonnen werden soll. Nachfolgend werden die entsprechenden Entwurfsüberlegungen und die gewählte Vorzugslösung erläutert.

1 Allgemeines

Die neue Elbebrücke Schönebeck ist der wichtigste Teil der Ortsumgehung der B 246a, die aus insgesamt drei Planungs- bzw. Bauabschnitten besteht; der Brückenneubau erfolgt dabei im dritten Planungsabschnitt.



2 Historische Brücke
© Landeshauptstadt Magdeburg

Mit der Fertigstellung der Ortsumgehung wird die Schönebecker Innenstadt vom stark angestiegenen Durchgangsverkehr entlastet. Gleichzeitig wird eine neue leistungsfähige Verbindung zwischen der Bundesautobahn BAB A 14 Halle–Magdeburg und den ostelbischen Gebieten geschaffen.

Die Bundesstraße verläuft heute noch direkt durch das Zentrum Schönebecks und überquert die Elbe auf der seit 1912 existierenden Stadtbrücke, die ursprünglich als eine den Strom frei überspannende Bogenstruktur mit einer Spannweite von 134 m errichtet wurde. Der 23 m hohe, mit seiner schlanken Fahrbahn in sich selbst verankerte, fachwerkförmige Zweigelenbogen aus Stahl stellte damals das die Stadtansicht prägende Ingenieurbauwerk dar. Für den sich ostelbisch anschließenden Vorlandbereich wurde



1 Übersichtskarte
© VIP Ingenieurgesellschaft mbH



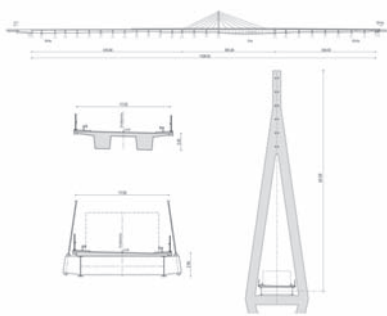
3 Bestehendes Bauwerk
© Leonhardt, Andrä und Partner

eine über zehn Felder durchlaufende, untenliegende Fachwerkkonstruktion mit Spannweiten von 34–56 m ausgeführt. Zusammen mit der westlich vorgelagerten Flutbrücke ergab sich ein insgesamt 585 m langer Brückenzug. Am Ende des Zweiten Weltkrieges wurde der Bogen gesprengt, so dass die Elbquerung in den Nachkriegsjahren wie vor 1912 mit einer Fähre erfolgen musste. Erst im Mai 1952 konnte die Stromöffnung mit einer zweifeldrigen, obenliegenden Fachwerkkonstruktion mit den Spannweiten von 73 m und 61 m wieder geschlossen werden. Der hierfür mitten im Strom errichtete Pfeiler stellt seitdem eine Behinderung für die Schifffahrt dar, die Flutbrücke wurde außerdem durch eine zweifeldrige Stahlbetonkonstruktion mit 2 × 13 m ersetzt.

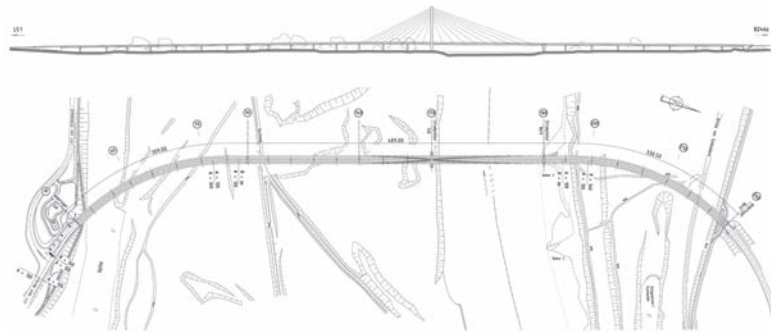
Nach umfangreichen Voruntersuchungen wurde für das neue Bauwerk ein zwischen den Elbdeichen insgesamt 1.128,50 m langer Brückenzug gewählt. Die Trasse verläuft, von Südosten kommend, in einem Radius von 340 m über das südliche Vorland, geht in eine 520 m lange Gerade über und quert den Elbestrom nahezu rechtwinklig. Anschließend passiert sie das nördliche Vorland in einem weiteren Bogen mit einem Radius von 340 m und biegt dann nach Nordosten ab.

2 Voruntersuchungen

Ziel der im November 2007 begonnenen Entwurfsplanung war es, im Hinblick auf die exponierte Lage des Bauwerks geeignete Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, so dass sich die neue Stromquerung harmonisch in die vorhandene Elblandchaft einpasst, sich wirtschaftlich herstellen



4 **Vorzugslösung der Studie**
© Leonhardt, Andrä und Partner



5 **Ansicht und Grundriss**
© Leonhardt, Andrä und Partner

und unterhalten lässt und den umweltschutzrechtlichen Belangen angemessen Rechnung trägt. Besonderes Augenmerk wurde so auf die gestalterisch ansprechende Wirkung in der umgebenden Stadt-Fluss-Landschaft, die am südlichen Elbufer durch die Silhouette der Schönebecker Altstadt und stromauf durch elbnahe Auwälder bestimmt wird, gelegt. Das nördliche Ufer wird hingegen durch seine freie, unverbaute Elbwiese mit einzelnen Baum- und Buschgruppen und einer dahinter angrenzenden dichteren Bewaldung geprägt.

Im Ergebnis der Wertung kristallisierte sich die einhöftige Schrägseilbrücke mit einem über 185 m spannenden Stromfeld als Vorzugslösung heraus. Im Zuge der Vorplanung erfolgten dann für die in ihren wesentlichen Parametern feststehende Vorzugslösung umfangreiche Variantenuntersuchungen zu den wichtigen Detailpunkten wie

- Anordnung und System der Seile,
- Überbauquerschnitt Vorlandbrücke und Strombrücke,
- Pylonform,
- Pfeilerform,
- Lagerschema.

3 Bauwerksentwurf

3.1 Allgemeines

Der gesamte Brückenzug besteht aus der 309 m langen südlichen Vorlandbrücke, der 489 m langen Strombrücke zur Querung der Elbe und der 330,50 m langen nördlichen Vorlandbrücke; die Gesamtlänge beträgt somit 1.128,50 m.

3.2 Unterbauten

Beide Widerlager werden als begehbare, kastenförmige Baukörper ausgebildet, die Flügel sind 1 m dick. Zur Reduzierung der Bauteilabmessungen und aus gestalterischen Gründen wird die ebenfalls 1 m dicke Widerlagerwand mit einer Pfeilervorlage versehen, um ausreichend Platz für die Brückenlager und die Pressenstellplätze zu schaffen.

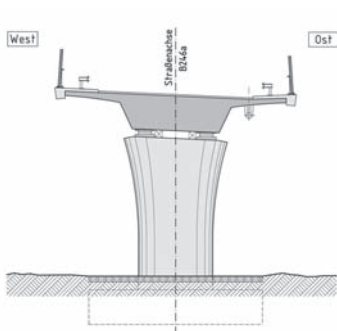
Die Vorlandpfeiler erhalten einen elliptischen, hydraulisch günstigen Querschnitt, wobei der Schaft für die Aufnahme der Lager und Pressen noch mit einer leichten kapitelförmigen Aufweitung versehen wurde. Die beiden Trennpfeiler in den Achsen 90 und 180 sind in Abstimmung mit der Gestaltung der Vorlandpfeiler für ihre spezielle Funktion an den Trennstellen der Überbauabschnitte kelchförmig konzipiert.

3.3 Pylon

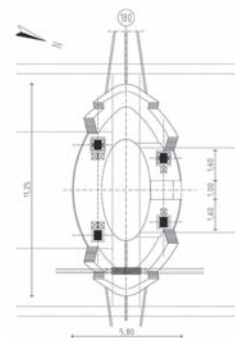
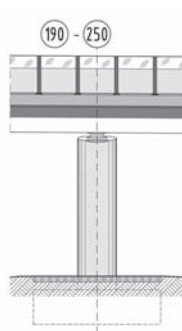
Die Gestaltung des Pylonen als der zukünftigen Dominante im umgebenden Landschaftsraum ist für das Bauwerk von besonderer Bedeutung.

Für die frei in der Landschaft stehende Brücke mit ihrem schmalen Verkehrsweg stellt sich hier der klassische A-Pylon als am geeignetsten dar: Seine Form spiegelt den direkten Kraftfluss vom Pylonkopf bis in die Gründung wider, und die Lasten können auf eine möglichst große Fläche verteilt werden. Die Gesamthöhe des Pylonen wird aus Rücksicht auf die umgebende Landschaft etwas niedriger als das statische Optimum von 85 m geplant. Um die Pylonschäfte nicht zu steif wirken zu lassen, werden diese mit einer leichten Ausrundung belebt. Der Pylonkopf ist durch die sichtbare Gestaltung seiner tragenden Elemente Stahl und Beton wirkungsvoll gegliedert.

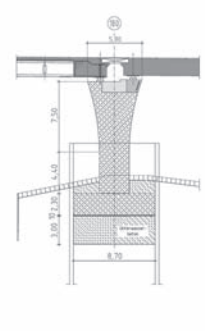
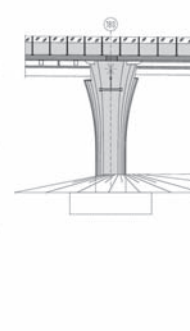
Der A-Pylon der Strombrücke wird im unteren Bereich bis zum Verschmelzungspunkt seiner Schäfte als reine Stahlbetonkonstruktion ausgeführt. Für seinen Kopf ist hingegen, um die Querschnittsabmessungen zu begrenzen und eine einfache Verankerung der Seile zu ermöglichen, ein aus einem inneren Stahlhohlkasten und

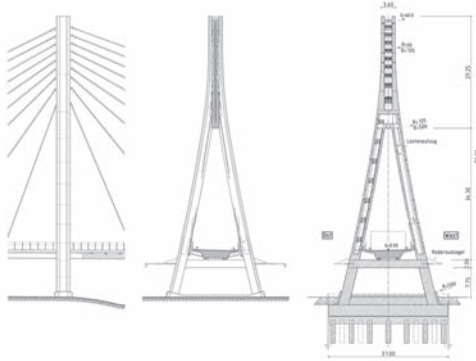


6 **Vorlandpfeiler**
© Leonhardt, Andrä und Partner



7 **Trennpfeiler**
© Leonhardt, Andrä und Partner

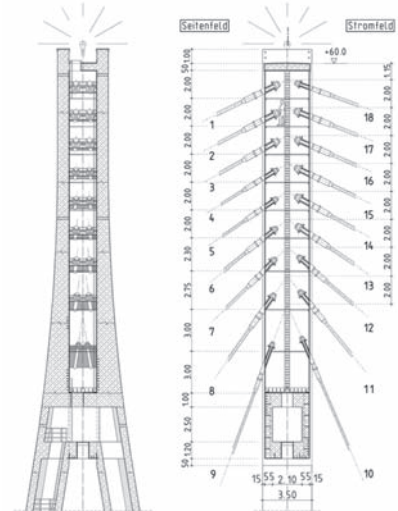




8 Pylon
© Leonhardt, Andrä und Partner

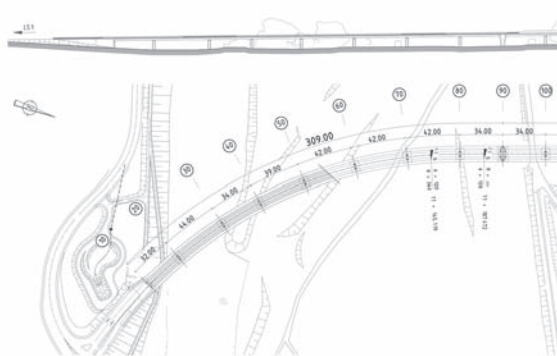
beiderseitigen Betonflanken bestehender Verbundquerschnitt vorgesehen. Die Gesamthöhe des Pylonen beträgt 73 m über dem Gelände, wobei sich die maximale Spreizung der Schäfte über dem Fundament zu 23 m ergibt. Der Querriegel zur Stützung des Überbaus wird in 8 m Höhe über dem Gelände angeordnet. Der in Brückenlängstragrichtung auch auf Biegung beanspruchte Pylon wird über seine gesamte Höhe mit einer konstanten Konstruktionsdicke von 3,50 m ausgeführt. In Brückenquerrichtung werden die Pylonschäfte 2,50 m breit ausgebildet und mit einer leichten Krümmung mit

$R = 500$ m versehen, welche dann bis in den Pylonkopf hinein fortgesetzt wird. Der untere Teil der Schäfte wird bis auf die Höhe des Querriegels als Vollquerschnitt hergestellt. Über dem Riegel werden die Schäfte als begehbare Hohlquerschnitte mit einer Wandstärke von 50 cm realisiert. Ab einer Höhe von 45 m über dem Gelände erfolgt dann die Verschmelzung der Pylonschäfte zum Verbundquerschnitt des Pylonkopfes, wobei der Stahlkern mit seiner konstanten Breite von 2 m über die gesamte Kopfhöhe als Gestaltungselement sichtbar durchgezogen werden soll. Die Gesamtbreite des Pylonkopfes

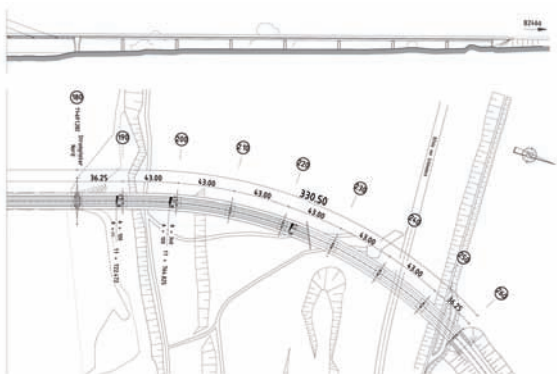


9 Pylonkopf
© Leonhardt, Andrä und Partner

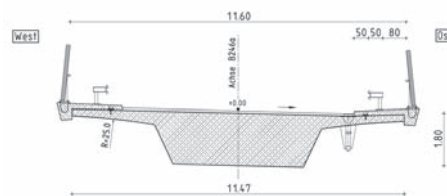
ergibt sich so im Verschmelzungspunkt zu 6,50 m und verjüngt sich mit der Ausrundung der Flanken bis zur Pylonspitze hin auf 3,60 m. Der Verbundquerschnitt besteht aus dem konstant $2,00 \text{ m} \times 3,20 \text{ m}$ messenden inneren Stahlhohlkasten und den diesen beidseitig flankierenden und aussteifenden $1,60\text{--}0,80 \text{ m}$ dicken Betongurten. Die Brechung der Außenkanten der Schäfte wird in den Betongurten konsequent bis zur Pylonspitze hin fortgesetzt.



10 Ansicht und Grundriss der Vorlandbrücke Süd
© Leonhardt, Andrä und Partner



11 Ansicht und Grundriss der Vorlandbrücke Nord
© Leonhardt, Andrä und Partner



12 Regelquerschnitt der Vorlandbrücke
© Leonhardt, Andrä und Partner

3.4 Überbau Vorlandbrücken

Die die Stromquerung flankierenden Vorlandbereiche werden mit schlanken Spannbetonüberbauten ausgeführt. Für die bis zu 44 m spannenden Felder wurde hier ein wirtschaftlicher Mittelträgerquerschnitt mit 1,80 m Bauhöhe (Schlankheit $L/H \leq 24,40$) und weit auskragenden Kragarmen gewählt. Die Vorteile des Querschnitts bestehen in der einfachen Schalung und den geringen erforderlichen Pfeilerbreiten. Die Vorlandbrücke Süd wird über acht Felder mit Spannweiten von 32 m, 44 m, 34 m, 39 m, 42 m, 42 m und 32,25 m, die Vorlandbrücke Nord mit Spannweiten von 34,25 m, $6 \times 43 \text{ m}$ und 36,25 m geführt.

Der insgesamt 11,47 m breite Überbauquerschnitt erhält eine obere Stegbreite von 5,77 m, an die sich beidseitig 2,85 m lange Kragarme anschließen. Mit der Neigung der Stegaußenseiten in einem Verhältnis von 1:2,10 entsteht an der Stegunterseite eine statisch günstige Breite von 4,50 m.

3.5 Strombrücke

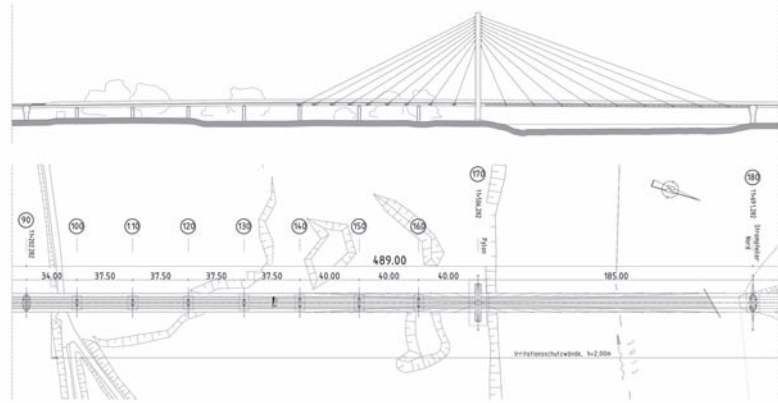
3.5.1 Tragsystem

Die Strombrücke verläuft über acht Felder mit den Spannweiten von 32,25 m, $4 \times 37,50$ m und 3×40 m, um dann mit 183,50 m im neunten Feld die Elbe zu überqueren.

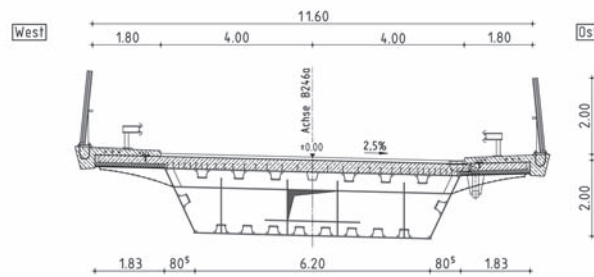
Das Tragsystem der eigentlichen Schrägseilbrücke besteht aus dem Stromfeld, drei Seitenfeldern, dem Pylonen und den Schrägseilen, wobei die Seitenfelder hier mit den Vorlandfeldern monolithisch verbunden werden.

Das Längenverhältnis von Stromfeld zu Seitenfeldern beträgt 185 m zu 120 m (3×40 m) = 1,54, womit zur Herstellung des statischen Gleichgewichtes und zur Vermeidung abhebender Lagerkräfte das Stromfeld leichter als die Seitenfelder ausgebildet werden muss; eine Rückhängung des Systems in den Seitenfeldern über Zuglager bis in die Gründung würde hier zu einer unverhältnismäßig aufwendigen Konstruktion führen.

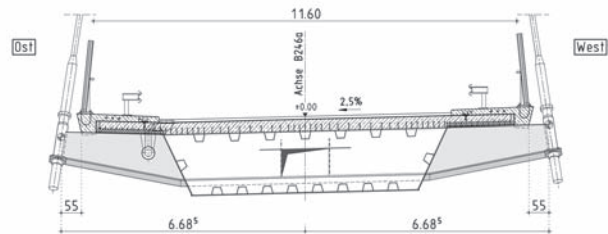
Somit wurde für das Stromfeld ein leichter Stahlverbundquerschnitt gewählt, wohingegen die Seitenfelder einen möglichst schweren Spannbetonmassivquerschnitt erhalten. Durch die monolithische Verbindung mit der Vorlandbrücke kann dabei zusätzlich auch noch das Nachbarfeld als Gegengewicht mit aktiviert werden.



13 Ansicht und Grundriss der Strombrücke
© Leonhardt, Andrä und Partner



14 Querschnitt der Strombrücke
© Leonhardt, Andrä und Partner



15 Querschnitt an der Seilverankerung
© Leonhardt, Andrä und Partner

3.5.2 Stromfeld

Der Verbundquerschnitt des Stromfeldes setzt sich aus dem 1,70 m hohen luftdicht verschweißten Stahlhohlkasten und der 11,47 m breiten, 30 cm dicken Fahrbahnplatte zusammen. Durch die Wahl des torsionssteifen Hohlkastenquerschnitts wird hier für den Überbau eine sehr hohe aeroelastische Stabilität erreicht. Die Stege des Hohlkastens werden, wie die der Vorlandbrücken und Seitenfelder, im Verhältnis 1:2,10 geneigt. Die Breite des Hohlkastens misst in Abstimmung auf den Querschnitt der Seitenfelder oben 7,80 m und an der Unterseite 6,20 m. Zur Profilaussteifung des Hohlkastens werden alle 3,70 m Querschotte vorgesehen, welche in ihrer Mitte eine Durchstiegs-

öffnung erhalten. Nach außen wird der Hohlkasten in den Schottachsen beidseitig mit 1,83 m langen gevouteten Kragarmen versehen, die als Auflager für die auskragende Fahrbahnplatte dienen. Für die Verankerung der Seile und die Aufnahme der sich aus dem Abstand zu den Hohlkastenstegen ergebenden großen Querbiegemomente werden spezielle, im Winkel der Seilneigung liegende Seilquerträger konstruiert. Sie bestehen im äußeren Bereich aus geschlossenen zweistufigen Stahlkonsolen, die innerhalb des Hohlkastens über ein Zugband und die als Druckgurt dienende Verbundplatte gekoppelt werden. Die dazwischen angeordneten Fachwerkdialen gewährleisten die Aussteifung des Querschnitts



16 Geplantes Bauwerk
© Leonhardt, Andrä und Partner

bei ungleichmäßigen Seilkräften, welche insbesondere aus dem Seilausbau oder einem Seilausfall resultieren.

3.5.3 Vorland- und Seitenfelder

Die Vorlandfelder werden analog zu den Vorlandbrücken mit einem schlanken Mittelträgerquerschnitt in Spannbetonbauweise ausgeführt.

Die Felder 1–4 erhalten dabei den gleichen Querschnitt, der dann im fünften Feld durch die kontinuierliche Vergrößerung der Stegbreite und der Bauhöhe auf 2,00 m zu dem für die Seitenfelder benötigten schweren Querschnitt aufgeweitet wird. Für den Übergang zum Stromfeld wird der massive Querschnitt der Seitenfelder um 7,60 m über die Lagerachse des Pylonen geführt und dann mit dem leichten Stahlverbundquerschnitt monolithisch verbunden.

Die Verankerung der Seile ist in den Seitenfeldern im äußeren Bereich analog zu der des Stromfeldes mit geschlossenen zweistegigen Stahlkonsolen und Ankerrohren geplant.

3.6 Schrägkabel

Die Anordnung der Schrägkabel ist für ein wirtschaftliches Schrägseilssystem von entscheidender Bedeutung. So wurden hier in der Entwurfsplanung mehrere Varianten untersucht, wobei sich für das Stromfeld die Anordnung von neun Seilpaaren in Abständen von 18,50 m als Vorzugslösung herausstellte. Für den Be-

reich der Seitenfelder wurde für die neun Seilpaare eine statisch sehr effektive, gestraffte Seilanordnung gefunden: Die Seile werden zum Ende des Schrägseilsystems hin mit den Abständen von 3×16 m, 2×13 m, 3×12 m und 10 m verdichtet. Am Pylonkopf sind die Abstände der Seilverankerungen unter Beachtung ausreichender Platzverhältnisse für die Konstruktion und zur Inspektion mit 2,00 m geplant.

Die Schrägkabel werden aus siebendrahtigen Spannstaahlitzen, welche in einem gemeinsamen äußeren PE-Hüllrohr parallel eingezogen und geführt werden, hergestellt. Die Verankerung der Seile erfolgt durch das Verkeilen der einzelnen Litzen in einem Ankerblock, über den die Spannkraft dann auf die Ankerplatte abgesetzt wird. Vor dem Übergang in das PE-Hüllrohr werden die Seillitzen durch eine spezielle in einem Führungsrohr elastisch gehaltene Lagerungsvorrichtung gebündelt und gedämpft. Mit diesen an allen Seilaustritten konzipierten Führungsvorrichtungen wird die infolge von Überbauverformungen und Seilschwingungen an den Verankerungspunkten in den Seilen auftretende Biegung stark reduziert. Im Pylonkopf werden die Seile mit Festankern verankert. Das Spannen der Litzen ist für die Brücke ausschließlich von den am Überbau anzubringenden Spannankern aus vorgesehen.

Zur Sicherstellung der aeroelastischen Stabilität wurden umfangreiche Windkanalversuche an einem Teilmodell des Überbaus mit den geplanten Vogelschutzwänden durchgeführt und die aerodynamischen Kraftbeiwerte, die aeroelastischen Koeffizienten für Instabilitäten und die Parameter für wirbelerregte Querschwingungen bestimmt.

Autoren:

Dipl.-Ing. Wolfgang Eilzer
Leonhardt, Andrä und Partner,
Beratende Ingenieure VBI, GmbH, Dresden
Dipl.-Ing. Markus Morawietz
Landesbetrieb Bau Sachsen-Anhalt,
Niederlassung Mitte, Magdeburg

Bauherr

Bundesrepublik Deutschland

Auftragsverwaltung:

Straßenbauverwaltung des Landes
Sachsen-Anhalt, Landesbetrieb Bau,
Niederlassung Mitte, Magdeburg

Vor- und Entwurfsplanung, Ausschreibung

Leonhardt, Andrä und Partner,
Beratende Ingenieure VBI, GmbH, Dresden
Dr. Löber Ingenieurgesellschaft für
Verkehrswesen mbH, Halle

Verkehrsplanung

VIP Ingenieurgesellschaft mbH, Magdeburg

Bauausführung

Hermann Kirchner Hoch- und
Ingenieurbau GmbH, Bad Hersfeld
Donges SteelTec GmbH, Darmstadt