

## 9 Planung und Bau der neuen Elbebrücke Lutherstadt Wittenberg

***BDir. Wolfgang Randolph***

*Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt, Halle/Saale*

### 9.1 Historischer Rückblick

Auch zum heutigen 10. Brückenbausymposium werden wie in den vergangenen Jahren traditionsgemäß neue interessante Brückenbauten vorgestellt, so ist es auch die Elbebrücke Wittenberg, die dieser Tradition folgt.

Dennoch sei ein kurzer historischer Rückblick auf die vergangenen Jahrhunderte gestattet. Ausgangs des Mittelalters wurde im Jahre 1455 die erste Holzbrücke bei Wittenberg errichtet, die aber nach 35 Jahren infolge von Hochwasser und Eisgang zerstört und 1490 durch ein 2. Bauwerk ersetzt wurde. Wie zu dieser Zeit üblich, waren doppelte kombinierte Hänge- und Sprengwerke aus Holz die erste Wahl für Stützweiten um die 14,0 bis 17,0 m. Die Stützpfiler bestanden aus zahlreichen Holzrammpfählen, die doch recht sperrige Bauteile im Strömungsbereich von Flüssen bildeten.

Nahezu 150 Jahre überstand die Elbebrücke alle Beanspruchungen. Selbst wenn viele Reparaturen und Instandsetzungen vonnöten waren, um ein solches Bauwerk über einen derart großen Zeitraum zu erhalten, muß es einer soliden dauerhaften Handwerksleistung entsprochen haben.

Nachdem die Schweden die Elbebrücke während des 30-jährigen Krieges 1637 durch Brandschatzung zerstörten, vergingen weitere 150 Jahre, bevor ein rassereines Sprengwerk, diesmal mit voll verschalteten Pfahljochen mit Eisbrechern errichtet werden konnte. 1842 entschied der sächsische König den Bau von steinernen Pfeilern für eine neue Elbequerung. 1859 gesellte sich in unmittelbarer Nachbarschaft die 1. Eisenbahnbrücke hinzu, die die Strecke Halle/Leipzig nach Berlin überführte. Die heute so hoch im Kurs stehende Bündelungstrasse war seinerzeit bereits Realität. Die damals noch als Holzkonstruktionen ausgebildeten Überbauten wurden 1887/88 durch parabelförmige Stahlfachwerke im Bereich der Schiffsöffnungen ersetzt. Die Vorlandöffnungen der Straßenbrücke erhielten 1907/08 Vollwandträger-Konstruktionen mit aufgenieteten Tonnenblechen. Vom sinnlosen Zerstörungsmechanismus Ende des 2. Weltkrieges wurde auch diese Elbebrücke nicht verschont.

Mit der Unterstützung der sowjetischen Besatzungsmacht ging es um den Wiederaufbau der beiden Stromöffnungen. Akuter Stahlmangel zwang die Brückenbauer, sich abermals mit dem Baustoff Holz auseinanderzusetzen. Aus der Not eine Tugend machend, schufen fähige Ingenieure unter äußerst widrigen materiellen Bedingungen eine geniale Ingenieurholzkonstruktion über die beiden je 45,0 m breiten Schiffsöffnungen. Es entstand ein mehrschnittiges doppeltes Rautenfachwerk mit ausgeprägten Portalen an den Auflagern und räumlicher Queraussteifung zwischen den Ober- und Untergurten. 1965 wurden diese beiden Überbauten durch zweistegige Stahl-Hohlkästen mit orthotroper Fahrbahnplatte ersetzt.



**Bild 9.1:** Luftbildaufnahme während der Bauzeit

## 9.2 Veranlassung des Baues und Anforderungen an die Trassenführung

Der desolate Zustand der etwa 90 Jahre alten Vorlandöffnungen der Elbebrücke wie auch die Abgängigkeit der in den 20er Jahren errichteten Stahlbeton-Flutbrücken ließen der Straßenbauverwaltung Sachsen-Anhalt nur die Wahl des generellen Neubaus eines gesamten Brückenzuges über die Elbe und das Elbevorland.

Die Deutsche Bahn AG war bereits mit der Vorplanung ihrer Bahnbrücken befaßt als es für den Bau der Straßenbrücken grünes Licht vom Bonner Bundesverkehrsministerium gab. So konnte ein gemeinsames Verkehrsbauvorhaben im März 1998 begonnen werden (Bild 9.1).

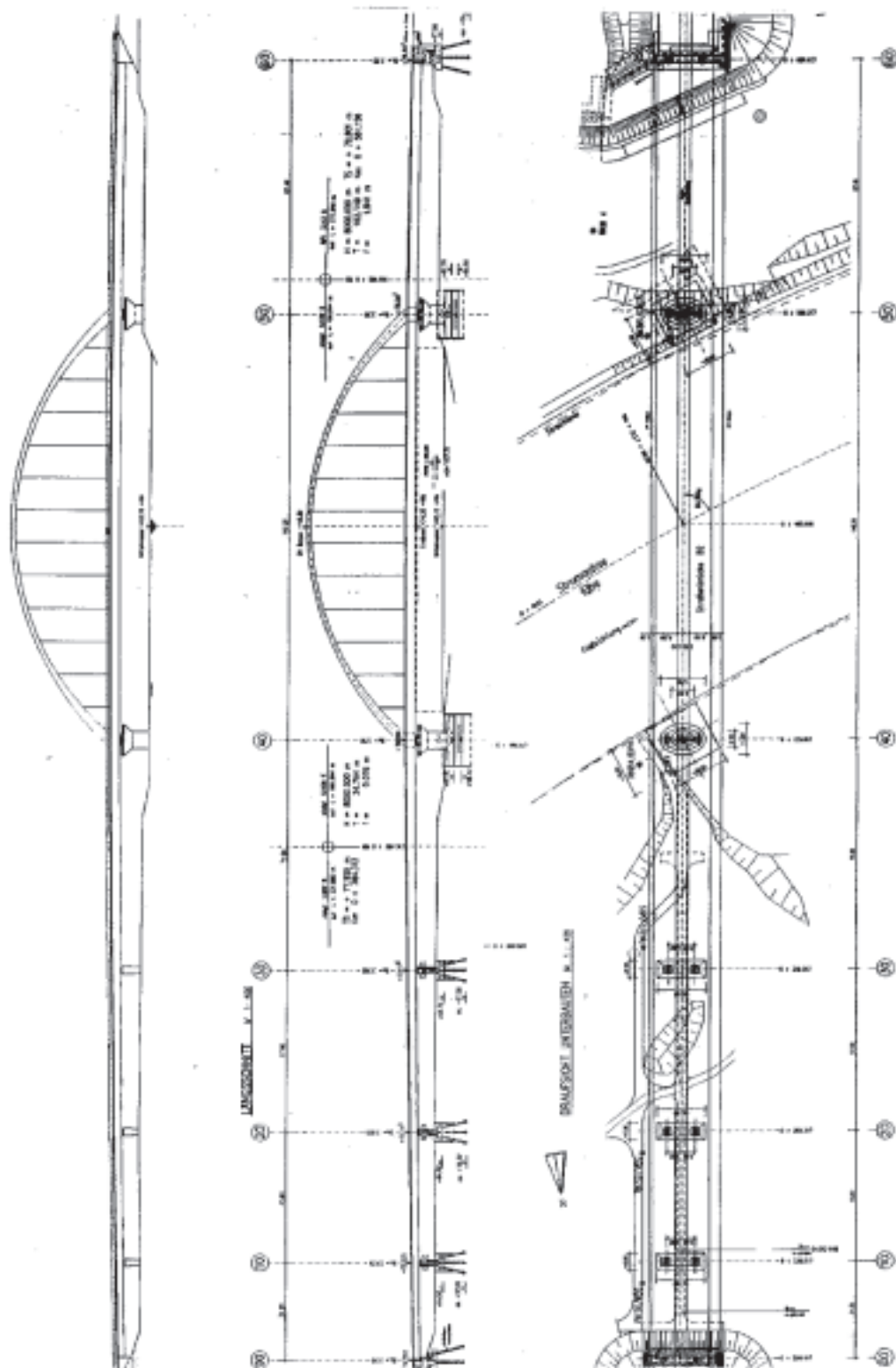
Als Forderung galt auch diesmal, die Verkehrswege in einer Bündelungstrasse zusammenzufassen. Das sensible Elbevorland mußte deshalb auf ca. 1750 m Länge mit einem gemeinsamen Damm gekreuzt werden. Die Überquerung der Elbe unter einem Winkel von  $68,4^\circ$  wurde von der Trassierung der Bahnstrecke bestimmt, ebenso die Stützenstellungen beider Elbebrücken.

In diesem Zusammenhang konnten die Forderungen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung nach Freihaltung des Elbelaufs innerhalb der Streichlinien und nach Vergrößerung der lichten Durchfahrtshöhe auf 7,0 m bezogen auf eine Wasserstandshöhe  $B_w 10$  von + 67,56 m HN erfüllt werden.

Daraus resultierend, entstand ein 7-feldriger Brückenzug mit 452,2 m Gesamtlänge, davon einer 148,2 m langen Strombrücke, einer 87,4 m langen südlichen Vorlandbrücke und einer vierfeldrigen nördlichen Vorlandbrücke mit Stützweiten von 79,8; 57,0; 45,6 und 34,2 m (Bild 9.2).

Im Grundriß liegt das Brückenbauwerk nahezu in einer Geraden. Im Aufriß wurde ein Gradientenscheitelpunkt nahe des südlichen Strompfeilers und ein zweiter im Randfeld neben dem nördlichen Strompfeiler festgelegt. Beide Brechpunkte wurden mit einem Kuppenradius von  $R = 8000$  m ausgerundet. Die Längsneigungen von 3,11% auf der Süd- und 1,0 bzw. 1,8% auf der Nordseite sorgen für ein ausreichendes Längsgefälle der Fahrbahn.

Die überführte Bundesstraße B 2 erhielt einen Querschnitt nach RAS-Q/c 4 m, bestehend aus 2 Fahrbah-



**Bild 9.2:** Elbebrücke Wittenberg: Ansicht, Längsschnitt, Grundriß



**Bild 9.3:** Querschnitt Stahlhohlkasten

nen mit 8,0 m Breite, 4,0 m Mittelstreifen, einem kombinierten Rad-/Gehweg auf der Unterstromseite von 3,0 m und einer oberstromseitigen Notgebahn von 0,7 m Breite. Daraus resultiert eine Gesamtbreite der Brücke zwischen den Gesimsaußenkanten von 25,25 m (Bild 9.3).

Grundlage der Bemessung für die Konstruktion waren die Lastennahmen nach DIN 1072 mit den zivilen Verkehrslasten der Brückenklasse 60/30. Außerdem mußten die militärischen Lastklassen MLC 100 im Einbahn- und MLC 50/50 im Zweibahnverkehr nach STANAG 2021 eingehalten werden. Weiterhin galt es Schiffsanpralllasten für beide Strompfeiler für Bergfahrt von 10 MN und Talfahrt von 15 MN zu berücksichtigen.

### **9.3 Wahl der Konstruktion und Bauwerksgestaltung**

In der Vorentwurfsphase wurden für die Elbequerung 13 Varianten untersucht. Im einzelnen waren es:

- Balkenbrücken mit Voutenformen,
- parallelgurtige Schrägseilbrücken,
- Bogenbrücken mit 2 Tragebenen,
- Fachwerk-Mittelträgerbrücken,
- Bogen-Mittelträgerbrücken.

Wegen der unmittelbaren Nachbarschaft der Bahnbrücke mit nur 45,0 m Achsabstand wurde letztendlich doch der Kompromiß gesucht, einander ähnliche Konstruktionen im Hinblick auf die Stromöffnung zu wählen.



**Bild 9.4:** Brücke vor dem Einschwimmen

Um diese Voraussetzung erfüllen zu können, eignete sich ein Bogentragwerk mit unten liegenden Versteifungsträger als Fahrbahn am besten. Die Wahl fiel somit auf eine Bogen-Mittelträgerbrücke mit einem der Bahnbrücke identischen Bogenstich (Bild 9.4).

Die für die Straßenbrücke außergewöhnliche große Scheitelhöhe wurde mit einem veränderlichen zu den Bogenfüßen sich verstärkenden Bogenträger gestalterisch abgefedert. Die Entscheidung für nur einen Mittelbogen der Straßen- als auch Bahnbrücke verhindert die doch aus der Schrägansicht unvermeidbaren störenden Bogenüberschneidungen erheblich. Der Versteifungsträger ist als zweizelliger torsionssteifer Stahlhohlkasten mit zwei angemessenen Kragarmen mit orthotroper Platte ausgebildet.

Die ursprünglich als Spannbeton-Durchlaufträger konzipierten nördlichen Vorlandbrücken wurden wegen der schwierigen Gestaltung des Gruppenpfeilers nun doch als Stahlkonstruktion unter Beibehaltung des Querschnittes der Stromöffnung ausgelegt (Bild 9.5). Mit den nach Norden kleiner werdenden Stützweiten wurde auch die Konstruktionshöhe der Hohlkästen von 3,5 m auf 2,5 m verringert. Auf eine Teilung der Überbauten, getrennt für jede Fahrbahn, wurde verzichtet.

Der gesamte Brückenzug wird damit zum Durchlaufträger über 7 Stützen, dessen größter Stützweitenabschnitt durch einen Bogen mit 12 Hängern ausgebildet wurde.

## 9.4 Unterbauten

Die Endauflager des Brückenzuges bestehen aus U-förmigen Kastenwiderlagern, während im nördlichen Vorlandbereich auf einer einheitlichen Fundamentplatte Doppelpfeiler mit ovalem Querschnitt angeordnet sind. Um den Pfeilerschäften eine wirksame Schlankheit zu verleihen, wurden diese zum Fußpunkt hin mit einer Neigung von  $2,5^\circ$  verjüngt.

Beide Strompfeiler aus einem zylindrischen Einzelquerschnitt bestehend, besitzen deutlich stärker ausgebildete Stützenschäfte, die nach oben in konisch weit auskragende kapitellartige Pfeilerköpfe mit



**Bild 9.5:** Vorlandöffnung der Elbequerung (Nordseite)

ovalem Grundriß übergehen (Bild 9.6).

Auf Grund der gewählten Bogen-Mittelträgerkonstruktion muß mit Rücksicht auf eine stabile Einlagerung ein Raum für 3 Lager je Auflagerlinie zur Verfügung stehen. Es werden grundsätzlich, bis auf den Wittenberger Strompfeiler, verschiebliche Punktkipplager angeordnet.

Das Festlager auf dem vorgenannten Strompfeiler teilt den Brückenzug in fast nahezu gleiche Längenschnitte.

## 9.5 Überbau

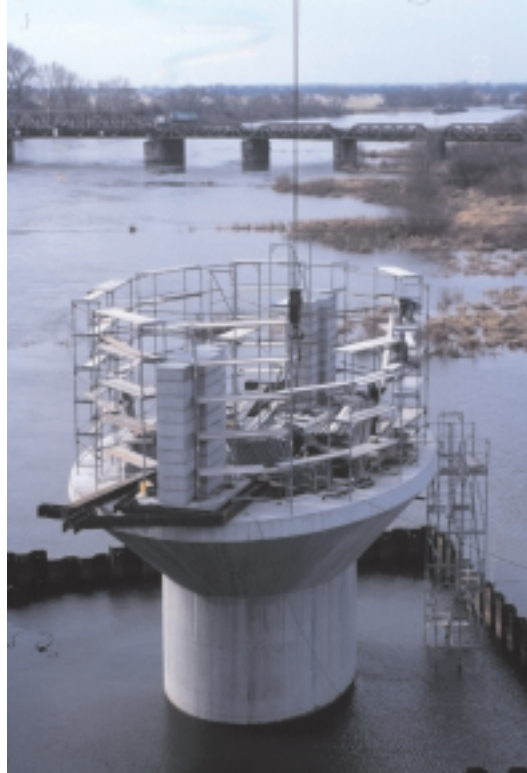
Wichtige konstruktive Ausbildungen des Überbaues wurden bereits zuvor erläutert.

Das die Fahrbahn aufnehmende Tragsystem ist als Deckbrücke ausgelegt. Die äußeren Stege des zweifeldrigen Hohlkastens sind im Verhältnis 2,5/1,0 nach unten eingezogen und werden auch bei der geringeren Konstruktionshöhe der nördlichen Vorlandöffnungen beibehalten. Zwangsläufig verbreitert sich somit die sonst parallelen Kastenuntergurte.

Im Inneren des Hohlkastens werden alle Bleche mit Trapez-Hohlquerschnitten in Brückenlängsrichtung ausgesteift.

Die Querrahmen im Hauptträgerkasten haben gleichbleibende Abstände von 3,8 m. Jeder 3. Querrahmen ist durch Querwände bzw. Querscheiben verstärkt. Diese stellen auch die Verbindungen mit den 12 Stück Hängern sicher.

Der Bogenträger mit einer Stützweite von 148,2 m und einer Stichhöhe von 33,84 m sorgt für ein Pfeilverhältnis  $L/f = 4,4$ . Er ist als Kastenquerschnitt mit einer gleichbleibenden Breite von 2,0 m festgelegt. Im Scheitelbereich beträgt die Querschnittshöhe 1,5 m, am Fußpunkt 3,5 m (Bild 9.7).



**Bild 9.6:** nördlicher Strompfeiler mit Stützkonstruktion vor dem Einschwimmen des Überbaus



**Bild 9.7:** Stabbogen Straßenbrücke nach vollendeter Montage

## 9.6 Gründungen

Nach den Baugrund- und Gründungsgutachten wird der Baugrund durch eine Folge von Auelehmen unterschiedlicher Konsistenz über Terrassen- und Schmelzwassersanden/-kiesen gebildet. Dabei sind südlich der Elbe auch weiche Hochflutlehme mit Torflinsen möglich.

Wegen der uneinheitlichen Bodenschichtungen und Lagerungsverhältnisse sind im Vorlandbereich Ort-betonrammpfähle vorgesehen. Eine zusätzliche Umspundung sollte die Fortsetzung der Gründungsarbeiten bis zum mittleren Hochwasser gewährleisten. Nach dem Bodenaushub zwischen den Ramm-pfählen und dem Einbringen einer 1,0 m dicken Unterwasserbetonsohle, sollte ein Arbeiten bei offener Grundwasserhaltung bei gegebener Auftriebssicherung ermöglicht werden.

Die beiden Strompfeiler wie auch das südliche Widerlager, ursprünglich mit der gleichen Gründungs-variante vorgesehen, wurden gründungstechnisch nochmals auf eine Flachgründung zwischen Spund-wänden mit Unterwasserbetonsohle untersucht und letztlich auch so geplant.

Um die Auftriebskräfte sicher abzutragen, wurden zahlreiche Verpreßpfähle zur Verankerung der Be-tonsohle erforderlich.

## 9.7 Sonstige Ausrüstungen

Zur weiteren Komplettierung sind an den Brückenenden über den Widerlagern wasserdichte Lamellen-übergänge mit Verschiebungswegen bis 320 mm vorgesehen.

Die Oberseite der Fahrbahnbleche erhalten Reaktionsharzdichtungen nach ZTV-BEL-ST 92 mit Guß-asphalt-Schutzschicht und Gußasphalt-Verschleißbelag.

Die Rad- und Gehwege werden mit reaktionsharzgebundenen Dünnbelägen versehen. Die Entwässe-rung erfolgt über geschlossene Rohrsysteme DN 150 bis DN 250 zu beiden Widerlagern hin.

## 9.8 Ausschreibung

Nach der Kostenberechnung beträgt die Bausumme *ca. 45,0 Mio. DM* (netto).

Der von der Straßenbauverwaltung aufgestellte Entwurf wurde, getrennt nach Vorentwurfs- und Haupt-entwurfsphase, durch das Ingenieurbüro *Schüßler Plan - Ingenieurgesellschaft für Stahlbau GmbH* er-arbeitet.

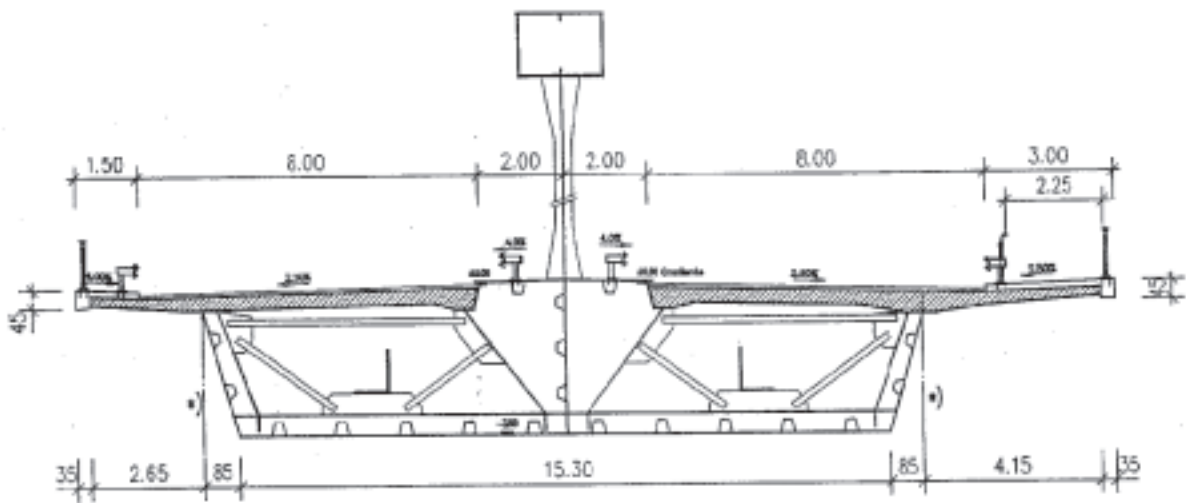
In einem Präqualifikationsverfahren wurden 23 Unternehmen die Ausschreibungsunterlagen zugestellt und von ebenso vielen Angebote abgegeben.

Am 31. März 1998 erhielt die Bietergemeinschaft Walter Bau - AG/Max Bögl GmbH den Zuschlag zum Bau der Straßenbrücke über die Elbe. Beauftragt wurde allerdings ein Nebenangebot der Bieter-gemeinschaft mit einer Angebotssumme in Höhe von *35,5 Mio. DM* (netto).

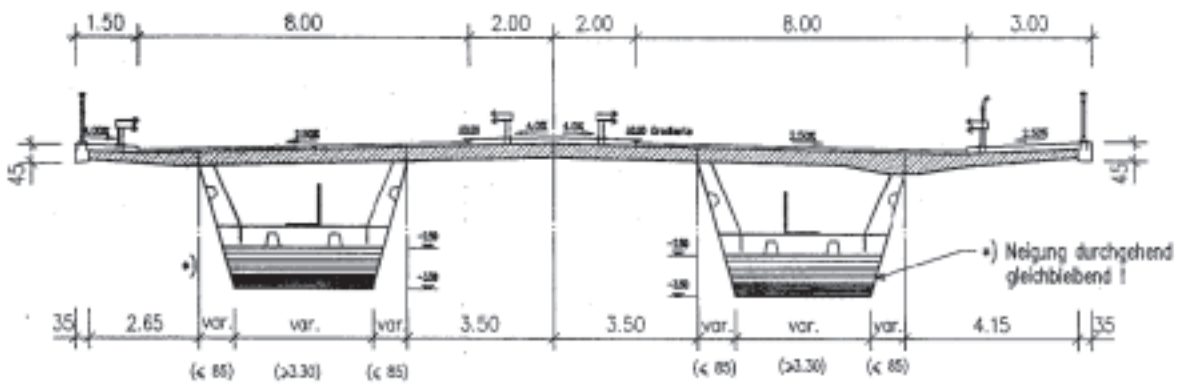
Gegenüber dem Hauptangebot zum Amtsentwurf betrug die Kostenminimierung nochmals 3,0 Mio. DM.

Eine wesentliche Änderung gegenüber dem Amtsentwurf bestand in dem Alternativvorschlag, anstelle der orthotropen Platte eine Stahlverbund-Fahrbahnplatte auszuführen. Dieser Vorschlag galt sowohl für die Vorland- als auch für die Stromöffnung der Elbebrücke (Bild 9.8 und Bild 9.9).





**Bild 9.8:** Nebenangebot: Querschnitt Bogenbereich



**Bild 9.9:** Nebenangebot: Querschnitt Vorlandbrücke

Die mit dieser Bauweise gegebenen Vorteile zur weitestgehenden Minimierung von Blitzeisbildung bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und Herabsetzung von Lärmemissionen waren Gründe des Auftraggebers, sich diesem Angebot zuzuwenden.

## 9.9 Ausführungsplanung

Um jedoch die unangenehmen Öffnungen für die Bogenfüße und Bogenhänger in der Fahrbahnplatte zu vermeiden, forderte die Straßenbauverwaltung, den Mittelstreifenanteil als Stahlkonstruktion auszubilden. Unbeherrschbare Korrosionsschutzprobleme konnten somit von Anfang an verringert werden.

Zwangsläufig mußte die Stahlverbundplatte, die grundsätzlich schlaff zu bewehren war, zweiteilig ausgebildet werden. Damit waren zusätzliche Auflagermöglichkeiten am Stahlmittelstreifen auszubilden. Eine innige Verbindung zwischen Verbundplatte und Stahlmittelstreifen gelang durch senkrechte, waagerechte Kopfbolzen im Auflager- und Anschlußbereich des Mittelstreifens.

Weitere Einsparungen ergaben sich durch Gründungsänderungen der Vorlandpfeiler (Bild 9.10).

Um die Risiken der Wasserhaltung wesentlich abzumindern, wurden die Pfahlkopflatten generell höher gelegt, so daß auf einen Unterwasserbeton verzichtet werden konnte.

Die Strompfeiler dagegen erhielten stärkere Unterwasserbetonsohlen, die einen ausreichenden Widerstand gegen Auftrieb zu aktivieren in der Lage sind. Auf die ursprünglich geplanten Verpreßpfähle zur Verankerung der Unterwasserbetonsohle konnte somit verzichtet werden.

Während der Ausführungsplanung bestätigte sich, daß durch das höhere Eigengewicht der Stahlverbundplatte doch erhebliche Zugkräfte beim Lastfall „Betonieren der Fahrbahnplatte“ entstanden, die durch kräftige Zugstangen zwischen den Obergurten der Außenstege und Mittelträger aufgenommen werden mußten. Zusätzlich notwendige sich kreuzende horizontale Zugstangen sorgten für eine weitere Stabilitätsreserve, die den zweizelligen Hohlkasten eine hohe Torsionssteifigkeit geben konnten.

Für die Ausführungsplanung beauftragte die Arge die Schmitt-Stumpf-Frühauf und Partner Ingenieurgesellschaft mbH.

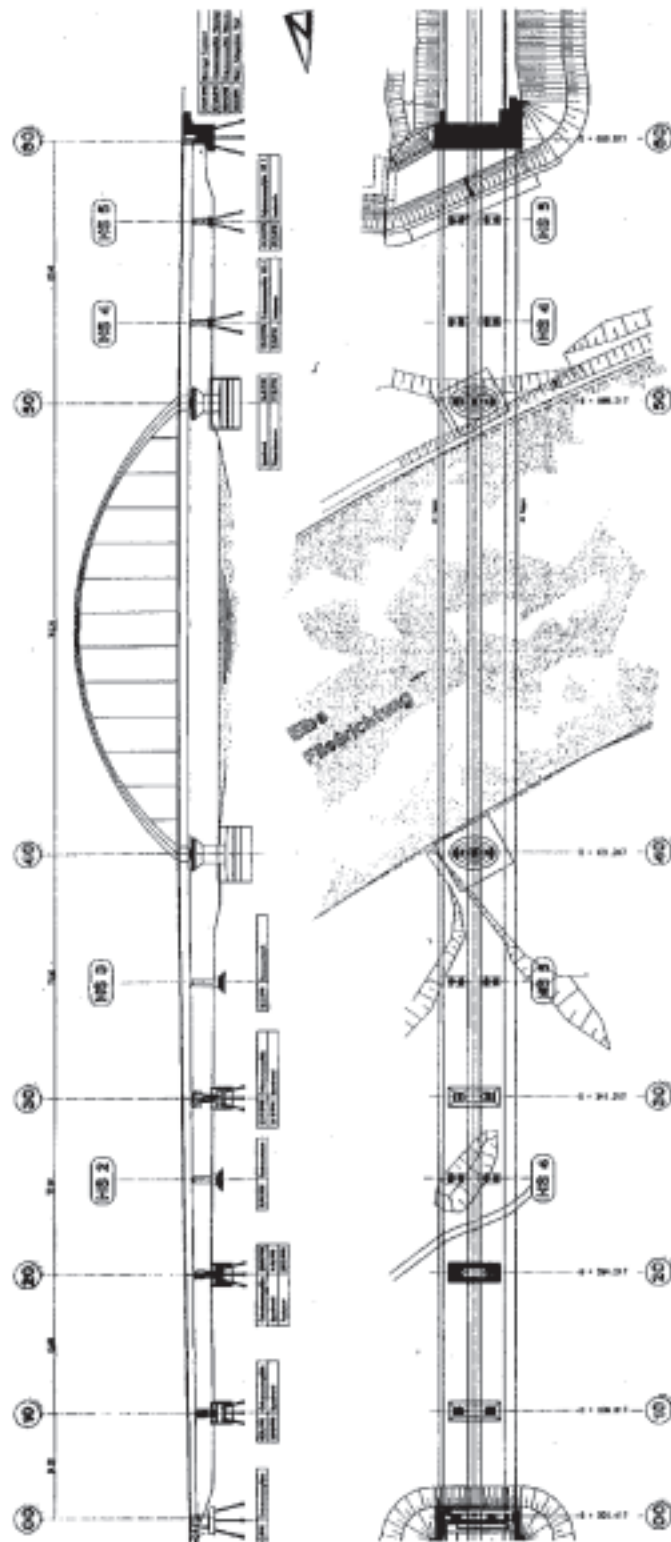
## 9.10 Montage und Bau der Elbebrücke

Zunächst wurde mit dem Zusammenbau und der Montage der Vorlandöffnungen begonnen (Bild 9.11). Das Pratauer Randfeld mit 87,4 m erhielt zwei zusätzliche Hilfsstützen, um einerseits das Frischbetoneigengewicht weitestgehendst ohne Einfluß auf den Stahlhohlkasten zu lassen und andererseits den Montage- und Verschiebevorgang der Stromöffnung zu gewährleisten.

Der Nachunternehmer Brückenbau Plauen orientierte darauf, den Überbau dieser Stromöffnung einschließlich des Bogens auf dem vorzuschüttenden Erddamm und der fertiggestellten südlichen Vorlandöffnung zu montieren.

Nach dem Zusammenfügen der Hohlkästen wurde ein Zwischenverschub geplant, der für eine günstigere Bogenmontage geeigneter erschien. Nach vollständiger Fertigstellung dieses Überbauabschnittes ist ein erneuter Landverschub um ca. 52,0 m in Richtung Elbe vorgesehen (Bild 9.12), um eine Situation zu schaffen, die es einer Pontoneinheit ermöglicht, die Bauwerkslast von 1050 t zu übernehmen.

Nach erfolgtem Einschwimmen ist der gesamte Überbau um ca. 5,0 m abzustapeln und einzulagern. Eine noch anzuschweißende Sektion eines Randfeldes auf der Nordseite komplettiert den gesamten Brückenzug.



**Bild 9.10:** Übersicht mit Montagestützen

- 1.1 Erstellung der Hilfsstütze H54, H55 und H58
- 1.2 Montage der Schlässe 15, 13 und 14
- 1.3 Betonieren der Fehrbühnen im Bereich 513-515



- 2.1 Erstellung der Hilfsstütze H51
- 2.2 Montage der Schlässe 2, 1 und 3



- 3.1 Erstellung der Hilfsstütze H52 und H53
- 3.2 Montage der Schlässe 4 und 5
- 3.3 Rückbau der Hilfsstütze H51



- 4.1 Montage der Schlässe 7, 8, 9 auf verankerten hinter W. 63



Bild 9.11: Montagekonzept Teil A

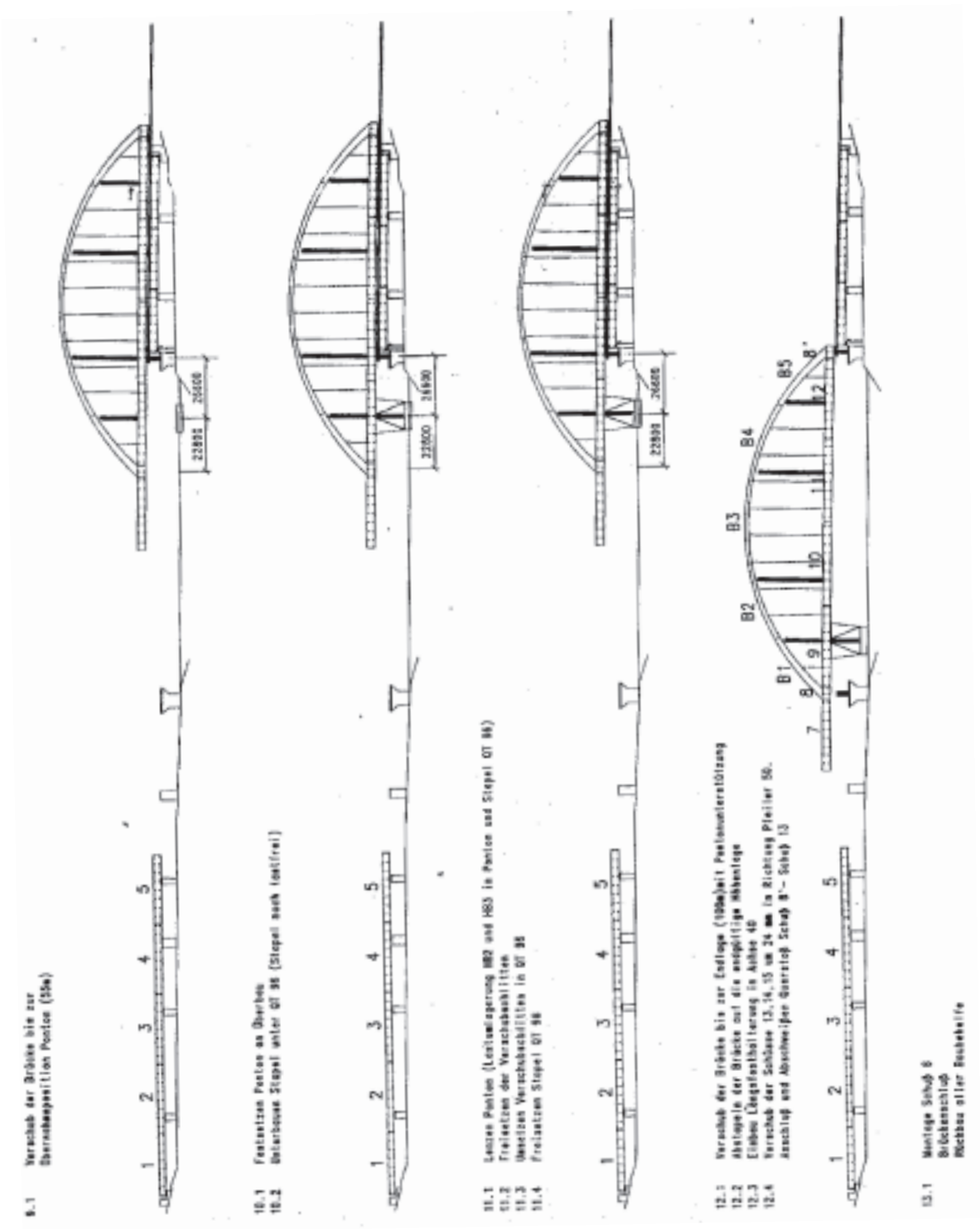


Bild 9.12: Montagekonzept Teil C

Die Betonage der Fahrbahnplatten erfolgte für die Vorlandöffnungen vom Widerlager aus in Richtung Strompfeiler. Um die Zugspannungen an den Stützenbereichen der Strompfeiler zu minimieren, wird in Bogenmitte mit dem Betoneinbau begonnen und gleichmäßig zu beiden Stromfeldenden, also im Pilgerschrittverfahren fortgesetzt. Danach erfolgt die Komplettierung des Überbaues durch Einbau der beiden Fahrbahnübergänge, Aufbringen der Dichtung, Kappen und Beläge sowie die Fertigstellung der Entwässerungs- und Absturzeinrichtungen wie Geländer und Schutzplanken.

Geplant ist, den Brückenzug im November 2000 fertigzustellen und den Verkehr der B 2 auf einer neuen Trasse, die später als Teil einer Ortsumgehung Wittenberg dient, zu führen.