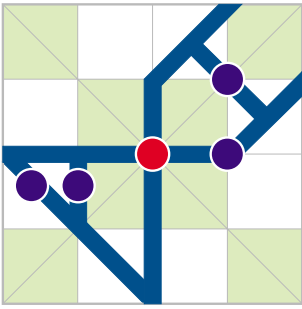


KANALBRÜCKE

WASSERSTRASSENKREUZ MAGDEBURG

ÜBER DIE ELBE

ARGE Kanalbrücke Magdeburg



Grundlagen und Vorplanung

Kernstück der Wasserstraßenverbindung Hannover-Magdeburg-Berlin ist das Wasserstraßenkreuz Magdeburg. Schon in den 30er Jahren wurde mit dem Bau der dafür notwendigen Kanalbrücke über die Elbe begonnen. Der Bau wurde 1942 kriegsbedingt eingestellt und blieb bis heute unvollendet.

Im Zuge der deutschen Einheit und der Öffnung der osteuropäischen Märkte hat die West-Ost-Verbindung an verkehrlicher Bedeutung gewonnen.

Unter Einbeziehung einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung des Wasserstraßenkreuzes Magdeburg erwies sich der Bau einer Kanalbrücke – in Verbindung mit einer Doppelsparschleuse in Hohenwarthe – als ökonomisch und ökologisch beste Variante, eine wasserstandsunabhängige Elbquerung zu erreichen. Da der Verkehrsablauf im wesentlichen von der nahen Schleusenanlage in Hohenwarthe bestimmt wird und noch erhebliche Leistungsreserven auch bei einer einschiffigen Brücke vorhanden sind, entschied man sich im Jahre 1992, die Kanalbrücke für den einbahnigen Verkehr zu bauen.



M A G D E B U R G

Konstruktion:

Die Brücke wird auf ganzer Länge als Stahlkonstruktion ausgeführt. Die Gesamtlänge von 918 m gliedert sich in die Strombrücke mit einer Länge von 228 m sowie die Vorlandbrücke mit einer Länge von 690 m.

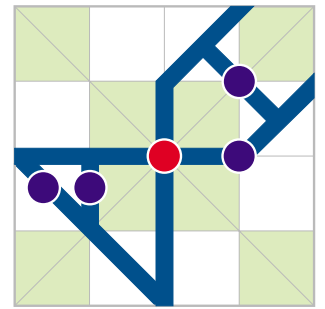
Die maximale Stützweite der Strombrücke liegt bei ca. 106 m. Um der Schifffahrt einen dreilagigen Containerverkehr auf der Elbe zu ermöglichen, beträgt die lichte Durchfahrts Höhe – im Fall des höchsten schiffbaren Wasserstandes (HSW) – 6,50 m. Die Vorlandbrücke, die als Flutbrücke ebenfalls zum Hochwasserabfluss der Elbe beiträgt, besitzt 16 Felder mit einer Stützweite von 42,85 m.

Bei Normalwasserstand des Mittellandkanals liegt die Wassertiefe im Trog der Kanalbrücke bei 4,25 m. Die nutzbare Trogbreite zwischen den Fendern beträgt 32 m.

Gestaltung:

Um auch optisch eine Trennung zwischen Strom- und Vorlandbrücke zu erreichen, ist die Ansicht des jeweiligen Überbaus unterschiedlich gestaltet. Prägend für den Bereich der Strombrücke sind die zu Fachwerken aufgelösten Außenwände der Hauptträger, wohingegen sich die Hauptträger der Vorlandbrücke als geschlossene Stauwand darstellen. Verstärkt wird diese Trennung durch die im Übergangsbereich sowie am Anfang und Ende der Brücke an den Widerlagern angeordneten Turmpaare in Prismenform.

Die ausladend geschwungene Form der Vorlandpfeiler erinnert an Schiffsspanten und liefert damit auch symbolisch den Bezug zum Nutzer des Bauwerks, der Schifffahrt.



Technische Daten:

Gesamtlänge:

918 m

davon Vorlandbrücke:

690 m

davon Strombrücke:

228 m

Trogbreite:

34 m

Wassertiefe:

4,25 m

Max. Stützweite:

106 m

Stahlgewicht:

rd. 24.000 to

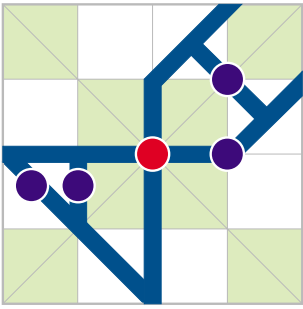
Stahlbeton:

rd. 68.000 m³



Architektenentwurf Kanalbrücke





Bauvorbereitende Maßnahmen

Unmittelbar nach Vorlage des Planfeststellungsbeschlusses im August 1996 für das gesamte Wasserstraßenkreuz wurden die ersten Aufträge bauvorbereitender Maßnahmen für die Kanalbrücke erteilt. Neben der Sicherung und Dükerung einer den Baustellenbereich kreuzenden Ferngasleitung mussten die bestehenden Altanlagen abgerissen werden. Die ursprüngliche Planung, die neu zu errichtende Kanalbrücke auf den in den 30er Jahren errichteten Fundamentkörpern zu gründen, musste aufgegeben werden. Die Begutachtung der Pfeiler ergab, dass diese aufgrund der schlechten Betonqualität nicht weiter verwendet werden konnten. Der Abriss der alten Bauteile erfolgte sowohl durch Lockerungssprengungen als auch durch mechanischen Abbruch. Insgesamt wurden rund



53.000 m³ Stahlbeton abgebrochen, zu Schotter recycled und für den Unterbau von Baustraßen und Betriebswegen verwendet. Für die Lockerungssprengungen wurden mehr als 10 to Sprengstoff benötigt.

Ausschreibung und Vergabe des Neubaus

Nachdem durch die bauvorbereitenden Maßnahmen Baufreiheit für die neue Kanalbrücke bestand, wurde der Neubau im Juni 1997 im offenen Verfahren EU-weit ausgeschrieben. An der Submission im September 1997 beteiligten sich 11 Bietergruppen. Verlesen wurden 10 Hauptangebote und 171 Nebenangebote. Nach Prüfung der Angebote wurde im Dezember 1997 eine Bietergemeinschaft, bestehend aus den Firmen DSD Dillinger Stahlbau GmbH (Saarlouis) – zuständig für die technische Federführung – und Bilfinger + Berger Bauaktiengesellschaft (Magdeburg) – zuständig für die kaufmännische Federführung – beauftragt. Das beauftragte Bauvolumen beläuft sich auf brutto ca. 210 Mio. DM und beinhaltet 18 Sondervorschläge. Baubeginn war im Januar 1998, das geplante Bauende ist vertraglich für den 04. Januar 2003 terminiert. Am 14. Juli 1998 führte der damalige Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Matthias Wissmann, die Grundsteinlegung durch.



Sprengung / Abbruch Widertager Ost



Abbruch der alten Vorlandbrücken-Bögen

Bauausführung

Widerlager West

Das Widerlager West erhält eine Tiefgründung aus Ortbetonrammpfählen $d = 51 \text{ cm}$. Nur im Bereich des Beruhigungsbeckens der in das Bauwerk integrierten Hochwasserentlastungsanlage wird eine Tiefenverdichtung durchgeführt. Neben Betriebs-, Trafo- und Batterieräumen erhält das Widerlager West eine Hochwasserentlastungsanlage für den Mittellandkanal. Diese dient zur Ableitung von überschüssigem Wasser aus dem Kanal in niederschlagsreichen Zeiten. Des Weiteren wird die Entlastungsanlage als Entleerungsanlage zur Trockenlegung für Unterhaltungsarbeiten im Trog oder im Havariefall genutzt.

Strompfeiler

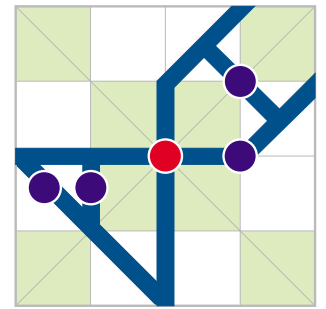
In der Achse der Spundwand für die Strompfeiler-Baugruben sollte laut Ausschreibung eine überschnittene Bohrpfahlwand aus leicht rambbarem Kunstboden hergestellt werden. Statt dessen hat die Arge angeboten, die Sohle bis zum Mergel zu beräumen, so dass der schwer rambbare Überlagerungsbereich ersetzt wird. Einschlüsse in Form von Findlingen im Mergel wurden vorab durch geophysikalische Verfahren geortet und beseitigt oder durch Veränderung der Spundwandachse umfahren. Die Spundwand-Oberkante wurde um $1,5 \text{ m}$ abgesenkt. Die Pfeiler-Fundamente wurden mit Unterwasserbeton hergestellt.

Widerlager Ost

Das Widerlager Ost steht auf einer Tiefgründung aus 122 Ortbetonrammpfählen. Im Widerlager integriert sind ebenfalls Betriebsräume, Traforäume und die Aggregaträume für eine zu installierende Luftsprudelanlage zur Eisfreihaltung der Brücke. Das Widerlager wird in zwei Bauabschnitten erstellt. Der erste Abschnitt, bis OK Verschubbahn, wird als Fundament für den Vershub der Strombrücke benötigt, der zweite Teil bis auf endgültige Bauhöhe, d.h. Anschluss an die Strombrücke und an den nachfolgenden Kanal, kann erst nach Einschub der Strombrücke begonnen werden.

Vorlandpfeiler

Die Gründung der 17 Vorlandpfeiler erfolgt ebenfalls auf Ortbetonrammpfählen mit einem Durchmesser von 51 cm . Die Pfähle durchörtern die Fluss- und Talsande und binden $5,0 \text{ m}$ in den Geschiebemergel ein. Für die in Mittel 12 m langen Pfähle wurde durch Probelastungen eine Tragkraft von ca. $2,0 \text{ MN}$ ermittelt. Durch die Tiefgründung werden die Setzungen der Pfeiler minimiert und vereinheitlicht. Für die Vorlandpfeiler wurden ca. 15.000 m Ortbetonrammpfähle erstellt. Auf diesem Pfahlrost werden dann die durch die architektonisch ansprechende Spantenform gekennzeichneten Pfeiler aus Beton erstellt.



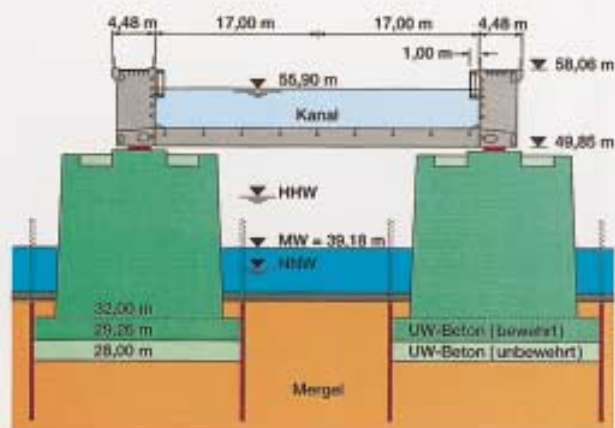
Stahl-Überbau Vorlandbrücke

Die Vorlandbrücke wird als 16-Feld-Durchlaufträger als längsorientiertes System mit offenen Profilen hergestellt. Die Montage der Stahlkonstruktion erfolgt von der Mitte aus (Pfeiler 9) in zwei Richtungen. Die Träger werden per Schiff angeliefert und vor Ort auf die Lagersockel gesetzt.

Überbau Strombrücke

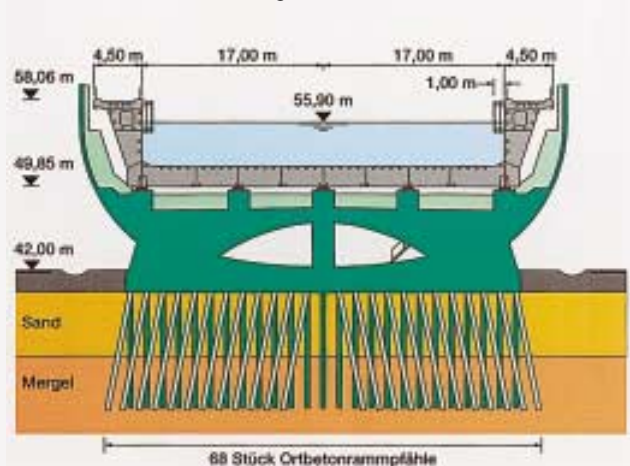
Der Überbau der Strombrücke wird aus 2 Randträgern, je ca. $4,0 \text{ m}$ breit und ca. $8,0 \text{ m}$ hoch, außen als Fachwerk und zur Innenseite als Vollwandkonstruktion ausgeführt, die untereinander durch eine orthotrope Platte verbunden werden. Die Strombrücke wird auf dem Ostufer der Elbe auf eine vormontierte Verschubbahn und in mehreren Einzelschüben über die Elbe geschoben.

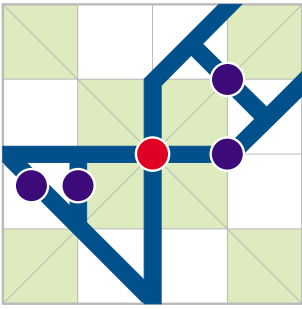
Strombrücke Querschnitt



Vorlandbrücke Querschnitt

Dargestellt Pfeiler 7





Technische Daten:

Abmessungen:

4 Pfeilerbaugruben
à 12 m * 22 m
Tiefe unter MW 11,2 m

Spundwände:

Profil Larssen 23
Länge 21,8 m

Massen:

9.320 m³ Beton
3.000 m² Schalung
1.070 to Bewehrung



Herstellung Strompfeiler

Die Herstellung der Strompfeiler in der Elbe ist ein wesentlicher und technisch sehr anspruchsvoller Teil des gesamten Bauvorhabens. Die Strompfeiler müssen im gefüllten Zustand der Brücke je Pfeiler 13.000 to zuverlässig in den Baugrund weiterleiten. Da diese Pfeiler nicht auf Pfählen tief gegründet sind, sondern auf flachgegründeten Fundamenten abgesetzt werden, ist mit großen Setzungen zu rechnen.

Für diese sensiblen Bauteile wurde in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Wasserbau und dem Wasserstraßen-Neubauamt unter Berücksichtigung der statischen Erfordernisse ein Bauablauf in 8 Phasen entwickelt und ausgeführt.

Phase 1

- Rammen eines dreiseitigen Spundwandkastens (Stirnwand Oberstrom, Längswände) vom Ponton aus.

Phase 2

- Aushub bis Endtiefe (von 34,50 mNN auf 28,00 mNN) von einem auf einem Ponton installierten Grabgerät unter Wasser
- Einbau einer unterstromigen Spundwand (1,50 m hoch) als Querschott zum Schutz gegen Eintrieb
- Anlegen einer Böschung unterstromig
- Rammen eines Schutzrohres d = 56 cm in Kastenmitte für den späteren Extensometereinbau

- Absaugen der Sohle mit einer Toyo-Pumpe zur Beseitigung von aufgeweichten Bestandteilen und Verunreinigungen
- Herstellen einer UW-Beton-Sauberkeitsschicht von 1,26 m Stärke.



Phase 3

- Herstellen der Bohrung für den Extensometereinbau durch das gerammte Schutzrohr hindurch von einem Stelzenponton aus
- Fertigung des Bewehrungskorbes an Land (Gewicht ca. 100 to je Korb).

Phase 4

- Schließen des Spundwandkastens durch Rammen der unterstromigen Stirnwand vom Ponton aus.

Phase 5

- Einsetzen des Bewehrungskorbes mit Hilfe des größten auf deutschen Gewässern fahrenden Schwimmkranes
- Bergen des Datenloggers für das Extensometer und Sichern über Wasser
- Verfüllen der unterstromigen Böschung
- Sichern mit Wasserbausteinen
- Betonieren des 2,74 m hohen Fundamentes unter Wasser.

Phase 6

- Herstellen der Flutöffnungen
- Einbau der Aussteifungen
- Teillenzen des Spundwandkastens bis auf 37,20 mNN
- Einbau der Auftriebssicherungen in Form von HEB-Profilen an der Spundwand.

Phase 7

- Vollständiges Lenzen der Baugrube
- Herstellen des Pfeilerschaftes in 3 Kletterabschnitten bis UK Aussteifung
- Ausbau der Auftriebssicherung
- Fluten des Spundwandkastens.

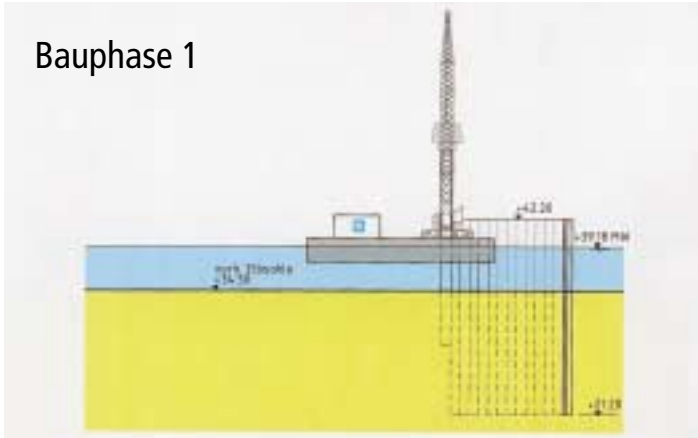
Phase 8

- Herstellen des Pfeilerschaftes in weiteren 4 Kletterabschnitten
- Rückbau des Spundwandkastens
- Einbau der Kolksicherung.

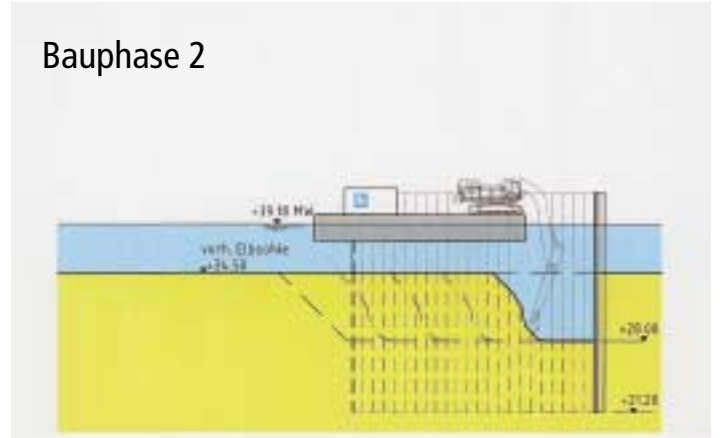
Nach Abschluss dieser Arbeiten sind die Voraussetzungen für den Verschluss der Strombrücke in mehreren Teilabschnitten geschaffen.

MAGDEBURG

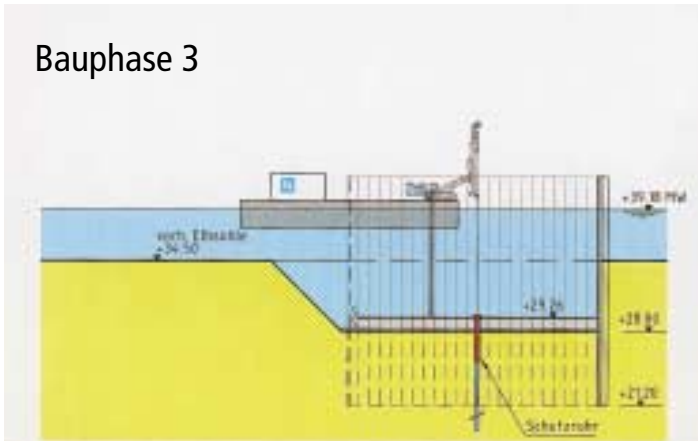
Bauphase 1



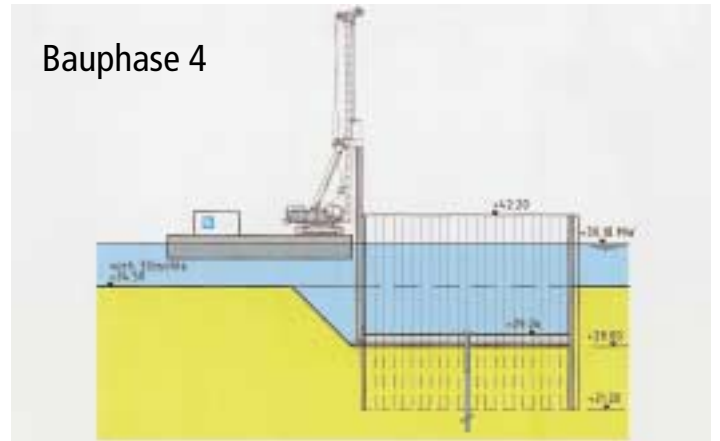
Bauphase 2



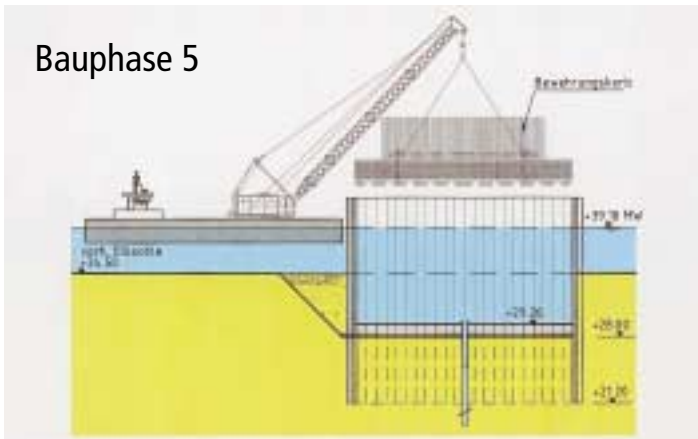
Bauphase 3



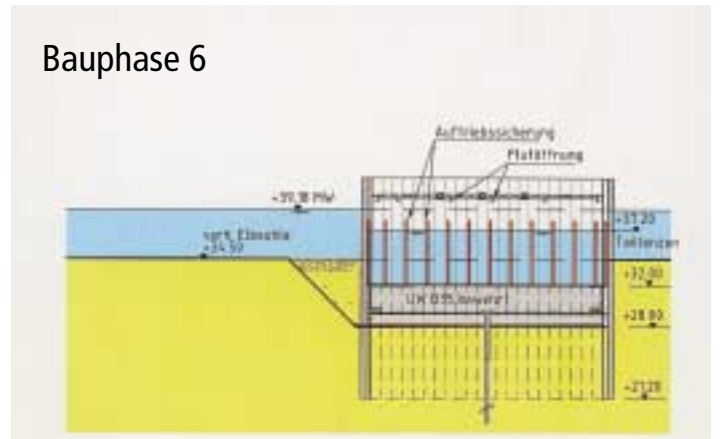
Bauphase 4



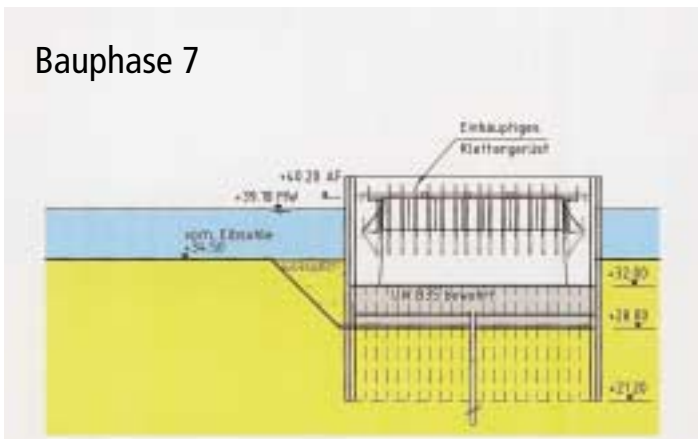
Bauphase 5



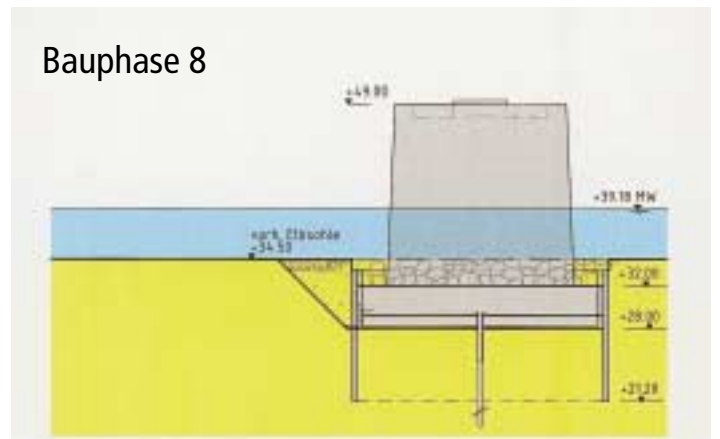
Bauphase 6

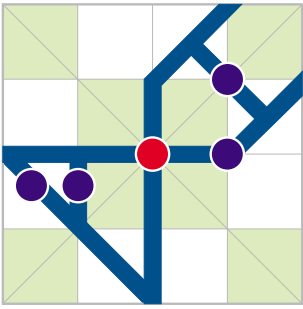


Bauphase 7



Bauphase 8





Auftrags-Daten:

Ausführung:

GGB Gesellschaft für Geomechanik
und Baumeßtechnik GmbH

Extensometer:

5-fach Extensometer
1 Stück je Strompfeiler

Messungen im Baugrund

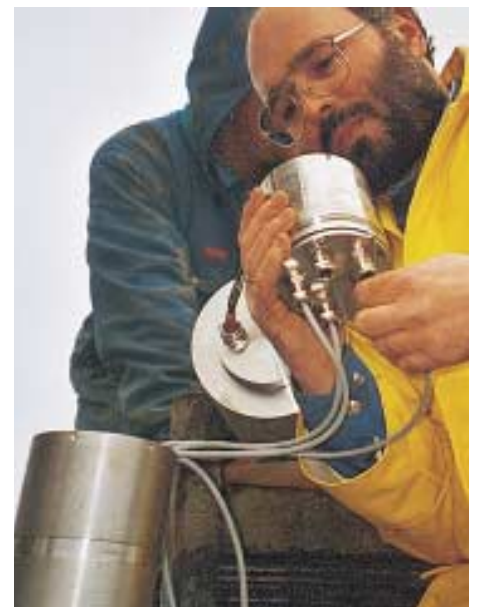
Zur Ermittlung des Setzungsverhaltens unter den Strompfeilern ist der Einbau von Mehrfachextensometern mit automatischer Datenerfassung erforderlich. Diese Messtechnik ermöglicht eine dem Schichtaufbau des Untergrundes entsprechende differenzierte Setzungsermittlung. Auf Grund des Bauablaufes und der technischen Gegebenheiten musste der Einbau der Extensometer in ca. 10 m Wassertiefe erfolgen. Die zur Installation der Extensometer erforderlichen Bohrungen mit einer Tiefe von ca. 40 m wurden von einem Stelzenponton aus unter teilweise schwierigen Bedingungen (schwankende Elbwasserstände durch Hochwasser) abgeteuft. Die sichergestellten Bodenproben lieferten dem Baugrundgutachter die notwendigen Informationen zur Festlegung der Schichtgrenzen. Die Verankerungspunkte der Glasfaserstangen-Extensometer GKSE 16 der Fa. Glötzl Baumeßtechnik werden exakt in diesen Grenzen fixiert. Das Bohrgerät stand auf einem Stelzenponton in der nur dreiseitig geschlossenen Baugrube. Die Personen- und Materialtransporte erfolgten dabei per Kran. Die Arbeiten wurden teilweise durch Taucher unterstützt, die das mit einem Deckel verschlossene Schutzrohr öffnen und das Bohrgerät in Position bringen mussten. Das an Land vormontierte Extensometer wird in voller Länge in die verrohrte Bohrung eingelassen. Die

Extensometerköpfe sind druckwasserdicht und zur Aufnahme von elektrischen Wegaufnehmern und Datenlogger vorbereitet. Diese Datenlogger sollen bereits unmittelbar nach dem Einbau mit der Speicherung der Messdaten beginnen, um bereits sehr frühzeitig Informationen über das Setzungsverhalten zu dokumentieren.

Die Messanschlüsse der Extensometer werden nach den Vorgaben des Gutachters vorjustiert. Nach der Montage der Wegaufnehmer und der Funktionsprüfung beginnt die schrittweise Komplettierung des Messkopfes. Alle Dichtungsstellen werden sorgsam geprüft, um die dauerhafte Funktion der Messstellen zu garantieren.

Nach der Montage und dem elektrischen Anschluss der Wegaufnehmer wird der gesamte Messkopf wasserdicht vergossen. Nach der Programmierung der Datenlogger und einer Nullmessung sind die Montagearbeiten abgeschlossen. Das Absenken des Extensometers auf die vorgegebene Einbauhöhe (Oberkante Sauberkeitsschicht) musste sehr präzise erfolgen, da einerseits das Bergen der Datenlogger vor dem Betonieren und andererseits eine optimale Messwerterfassung eine exakte Realisierung aller Vorgaben voraussetzt.

Anschließend erfolgt die stufenweise Verfüllung der Bohrung (Zementation der Verankerungspunkte, Einbau von Kies- und Dichtstrecken).



Ortbetonrammpfähle

Das Widerlager Ost mit Pfeiler 20, das Widerlager West mit Pfeiler 1 sowie die Vorlandpfeiler von Nr. 2 bis 17 sind auf Ortbetonrammpfählen im Sinne der DIN 4026, 2.4 (Spezialpfahl) gegründet. Der Pfahl kann in allen Lockergesteinen auch bei Überlagerungen von bindigen, weichen bis festen Böden oder Bauschutt o.ä. Auffüllungen hergestellt werden.

Als Trägergeräte zur Herstellung von Ortbetonrammpfählen werden Raupenbagger eingesetzt (z. B. Liebherr 872 HD). Diese Geräte haben hydraulische Rammereinrichtungen, bestehend aus bis zu 45 m langen Mäklern, Verschiebebühnen, Rammhären und Offshore-Rammhären mit Energiestationen.

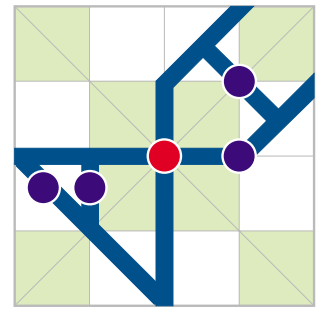
Der Ortbetonrammpfahl sollte mindestens 3,0 m tief in den ausreichend tragfähigen Baugrund einbinden. Als tragfähiger Baugrund im Sinne der DIN-Normen für Pfahlgründungen sind mindestens mitteldicht gelagerte Sande ab ca. 10 MN/m² und bindige Bodenschichten in annähernd halbfester Konsistenz zu betrachten.

Die äußere Tragfähigkeit ist wie bei anderen Pfählen auch von den speziellen Baugrundverhältnissen in der Gründungstiefe abhängig. Sie erhöht sich dadurch, dass beim Herstellungsvorgang der Boden des Gründungsbereiches seitlich verdrängt wird.

Die endgültige Pfahllänge für die sichere Ableitung einer äußeren Last ergibt sich durch Einhaltung objektbezogener Rammkriterien (Einbindelänge, Schlagzahl, Eindringtiefe pro Endhitze). Diese Rammkriterien werden in Zusammenarbeit mit dem Bodengutachter erstellt und nach den ersten Probelastungen ggf. angepasst. Wird zu Beginn der Rammarbeiten eine Probelastung durchgeführt, so werden aus den Messwerten Traglast, Rammenergie und Absetztiefe des Probepfahls die Kriterien für die folgenden Pfähle entwickelt und festgelegt. Aufgrund von ausgeführten Probelastungen wurde eine Tragfähigkeit von 2,0 bis 2,5 MN je Pfahl ermittelt.

Die innere Tragfähigkeit wird nach DIN 1045 ohne Knickgefahr nachgewiesen. Die Mindestbewehrung für einen Ortbetonrammpfahl mit einem Durchmesser von 51 cm besteht aus 6 Längseisen, Durchmesser 20, und einer Wendelbewehrung aus d=8 mm.

Wegen umfangreicher horizontaler Lasten aus dem Stahlüberbau wurde eine Vielzahl der Pfähle unter jedem Fundament geneigt ausgebildet. Die Neigung betrug 5:1 bis 4:1.



Technische Daten:

Ausführung:

F+Z Baugesellschaft Hamburg
(Tochterunternehmen von B+B)

System:

VIBRO

Durchmesser der Pfähle:

51 cm

Anzahl der Pfähle:

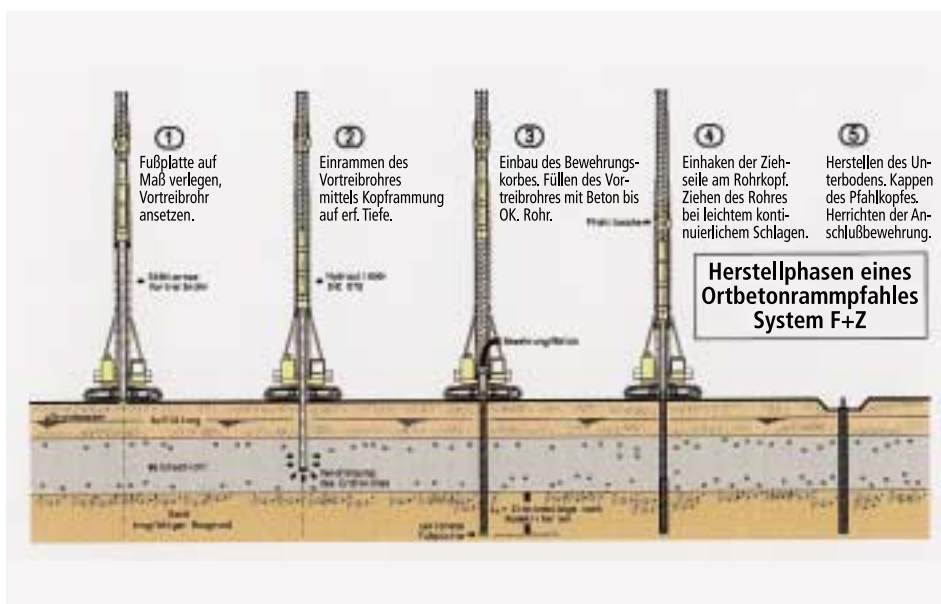
1.655 Stück

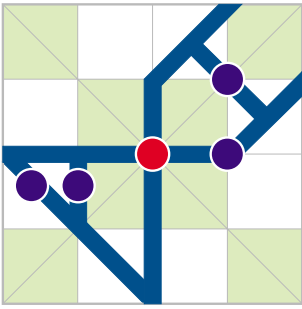
Gesamtlänge der Pfähle:

17.760 m

Bewehrung:

ca. 32 kg/m





Technische Daten:

Widerlager Ost / Pfeiler 20

11.000 m³ Beton

5.300 m² Schalung

1.100 to Bewehrung

Widerlager West / Pfeiler 1

12.400 m³ Beton

12.650 m² Schalung

2.400 to Bewehrung

Pfeiler 2 bis 17

18.900 m³ Beton

18.300 m² Schalung

2.250 to Bewehrung

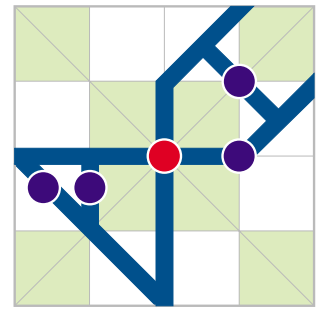
Widerlager

Die Kanalbrücke wird im Westen und Osten durch zwei Widerlager, den Übergangsbauwerken zwischen Brücke und anschließendem Kanal, begrenzt. Im „alten Widerlager West“ aus den 30er Jahren befindet sich eine in Betrieb befindliche Hochwasserentlastungsanlage, die erst abgebrochen und neu erstellt werden kann, wenn im August 2000 die neue Hochwasserentlastung der Schleuse Rothensee funktionsfähig ist. Das Widerlager Ost wird in zwei Abschnitten erstellt. Da die Strombrücke hinter dem Widerlager vormontiert und dann in mehreren Abschnitten über die Elbe bis zum Pfeiler 17 geschoben wird, müssen zunächst die für den Vershub erforderlichen Bauteile erstellt werden. Dazu gehören die Vershubbahn, die Widerlagerflügel und die Widerlagerdecke. Nach dem kompletten Vershub des Stahltrages für die Strombrücke können dann die aufgehenden Widerlagerwände betoniert werden. Wie auch die Vorlandpfeiler werden beide Widerlager auf Ort betonrammpfählen gegründet. Auch hier konnte durch die Rammpfähle die Gründungsebene angehoben und Masseneinsparungen bei den Verbau- und Betonarbeiten erreicht werden. Als markantes Gestaltungselement erhalten beide Widerlager eine aufwendige Verklinkerung an den Seitenwänden.

Vorlandpfeiler

Der Unterbau der Vorlandbrücke besteht aus 17 tiefgegründeten massiven Pfeilern. Die Begrenzungspfeiler 1 und 17 erhalten als charakteristische Merkmale je zwei ca. 30 Meter hohe, zu Wartungszwecken begehbare Türme. Die übrigen Vorlandpfeiler (2 bis 16) erhalten, wie im ausgeschriebenen Entwurf vorgesehen, die architektonisch anspruchsvolle, schlanke Spantenform. Die Gründung dieser Vorlandpfeiler erfolgt auf Ort betonrammpfählen. Diese Gründungsart war einer der maßgeblichen Sondervorschläge der Bietergemeinschaft. Mit Hilfe dieser Gründungsvariante konnte die Gründungsebene der Pfeiler angehoben und somit umfangreiche Verbau- und Erdarbeiten eingespart werden. Die Pfeiler 2 und 16 werden jeweils auf 80 Stück Ort betonrammpfähle mit einem Durchmesser von 51 cm abgesetzt. Davon sind 50 Stück mit einer Neigung von 5:1 ausgebildet. Die Pfeiler 3 bis 8 und 10 bis 15 werden auf 68 Pfählen abgesetzt, von denen 44 Stück mit 5:1 geneigt sind. Der Pfeiler 9 gründet sich auf 92 geneigte (4:1) Pfähle, da sich hier das Festlager der Vorlandbrücke befindet und dadurch hohe Horizontallasten aufzunehmen sind. Die Ort betonrammpfähle haben eine mittlere Länge von ca. 12 m und binden 5 m in den tragfähigen Baugrund (Mergel) ein. Der mittlere Bewehrungsgehalt liegt bei ca. 32,5 kg/stgm.





Lagerung des Stahlüberbaus

Für die Lagerung des Stahlüberbaus kommen verschiedene Lager zur Ausführung, z. B.

	Strombrücke	Vorlandbrücke
Vertikallager	Kalottenlager	Kalottenlager
Horizontallager	Kriechlager	Elastomerlager

Die Vorlandbrücke wird in den Auflagerachsen auf je 5 Vertikallager und 2 horizontalen Halterungen gelagert.

Die Strombrücke wird auf 4 Strompfeiler-Lager und je 3 Vertikallager am Widerlager (Hohenwarthe = WL Ost) und am Übergangspfeiler (Westufer = Achse 17) gelagert.

In horizontaler Richtung wird aufgrund der Kenntnisse aus den Temperaturuntersuchungen ein Lagerungssystem gewählt, in dem die hohen Zwängungskräfte infolge Temperatur nicht auftreten, die Erdbebenkräfte jedoch in allen Pfeilerachsen aufgenommen werden können. Dies wird dadurch erreicht, indem nur in den Strompfeilerachsen querfeste Lager angeordnet werden. Zur Aufnahme der Erdbebenkräfte werden zusätzliche ‚Kriechlager‘ am Übergangspfeiler und Widerlager eingebaut, die eine langsame Verformung des Überbaus infolge Temperatur zulassen und plötzliche Bewegungen infolge Erdbeben blockieren (Stoßdämpfer).

Die Lager der Strombrücke auf den Pfeilern 18 und 19 müssen eine Vertikallast von ca. 135 MN (13.500 Tonnen) abtragen.

Alle Vertikalkraftlager der Brücke sind mit einem automatischen Mess- und Auswertungssystem zur Erfassung der Gleit- und Kippspalte und insbesondere der Lagerkraft ausgerüstet. Dabei handelt es sich bei der Lagerkraftmessung um eine neue Entwicklung in der Lagertechnik, die bei der Kanalbrücke zum ersten Mal realisiert wird.

Im Betriebszustand ‚leerer Trog‘ entstehen Zugkräfte in den einzelnen Vertikallagern infolge Zwängung und Umlagerung unter Temperaturbeanspruchungen. Zur Vermeidung von Lagerschäden infolge Abheben und späterer undefinierter Rückstellung in

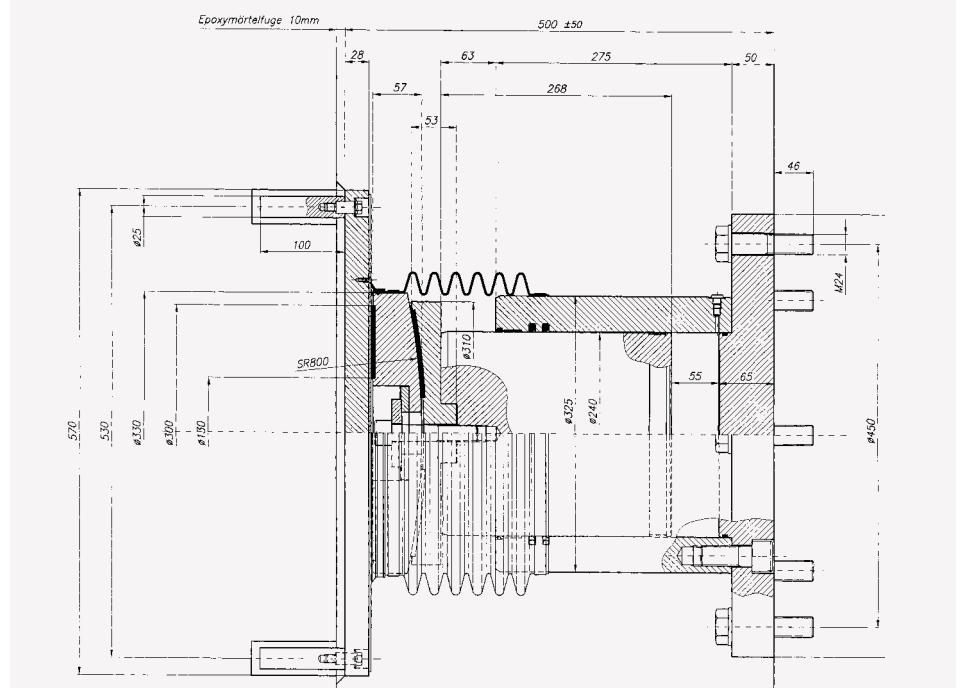
anderer Lage werden alle Auflagerquerträger in die Pfeiler abgespannt (Vorspannung). Dadurch sind permanente Druckkräfte in allen Lagern gewährleistet. Damit entfällt für spätere planmäßige Trockenlegungen eine bauseitige Vorspannung.

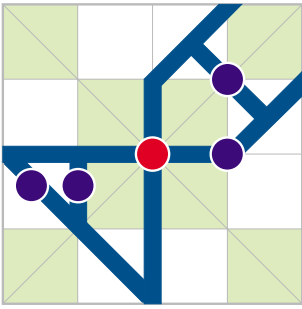


Technische Daten:

Mauer & Söhne, Dortmund
FIP, Italien

Kriechlager der Pfeiler 17 und 20 der Strombrücke





Auftrags-Daten:

Ausführung:

HRA Ing. Büro Bochum
DSD Dillinger Stahlbau GmbH

Konstruktion der Strombrücke

Die Strombrücke ist als dreifeldriger Durchlaufträger ausgebildet mit Stützweiten von 57,1+106,2+57,1 m + 6,3 m Kragarm auf der Seite Widerlager Ost. Der Querschnitt besteht aus zwei torsionssteifen Hauptträgerkästen und den Querträgern des Trogbodens.

Die Hauptbauelemente der Hauptträgerkästen bilden die wasserseitige vollwandige Trogwand, die mit Flachsteifen ausgesteiften Fahrbahn und Kastenbodenbleche, ein zusätzlich über die Querträgerhöhe angeordneter unterer Kastenquerschnitt und die kastenförmig ausgebildeten Ober- und Untergurte sowie Diagonalen und Pfosten des äußeren Fachwerks

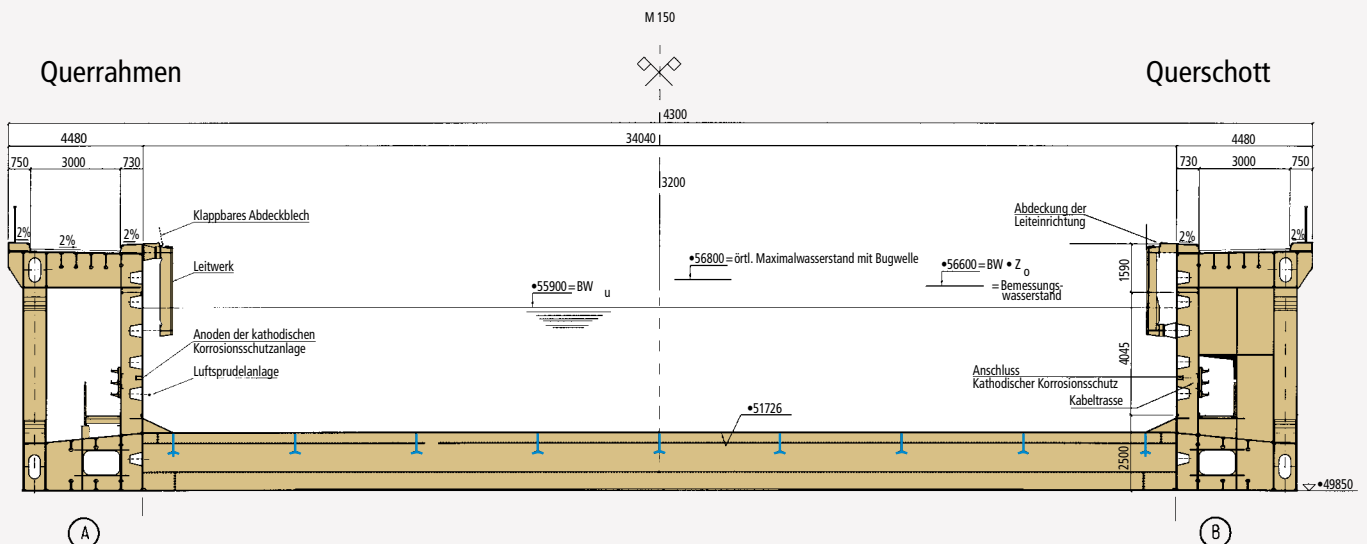
Der horizontale Wasserdruck auf die wasserseitige vollwandige Trogwand wird über Blechbiegung und durchlaufende horizontale Trapezsteifen in die Querrahmen und Querschotte des Kastens eingeleitet. Die Trapezsteifen dienen gleichzeitig als Beulsteifen zur Aussteifung der Trogwand. Das Obergurtblech dient auch als Betriebsweg und wird daher als othotrope Fahrbahnplatte ausgebildet. Der untere Kastenquerschnitt integriert den unteren Teil der Trogwand, dem Hauptträgerbodenblech und dem Fachwerkträgeruntergurt und leitet die Kräfte der Querträger in den Hauptträgerquerschnitt ein.

Die Hauptträgerkästen sind in den Knotenachsen des Fachwerks abwechselnd durch Querrahmen und vollwandige Querschotte ausgesteift. In den Achsen 17 und 20 sind jeweils vollwandige Auflagerschotte vorhanden. An den Strompfeilern 18 und 19 wurden die Auflagerschotte zweiwandig mit einem Abstand von 1.400 mm und Blechdicken von 60 mm ausgeführt. Die Pressenansatzpunkte befinden sich jeweils 2.130 mm vor und hinter der Lagerachse.

Die Querträger des Trogbodens sind als offene Querschnitte ausgebildet und spannen sich 34 m zwischen den Hauptträgerkästen. Sie binden in den unteren Kastenquerschnitt ein. In der Mittelöffnung beträgt der Querträgerabstand 3.540 mm und in den Seitenöffnungen 3.807 mm. Der Trogboden ist als Trägerrost ausgebildet, der aus den Querträgern, den im Abstand von 4 m in Brückenlängsrichtung verlaufenden Längsträgern und den in Brückenquerrichtung orientierten Trapezhohlsteifen besteht. Um bei Eisbildung am Trogboden übermäßige Beanspruchungen aus horizontalem Eisdruck auf die Trogwand zu verhindern, sind im Übergang vom Trogboden zur Trogwand schräge Eisabweisbleche erforderlich, an denen sich das Eis hochschieben und brechen kann.



Brückenquerschnitt



Konstruktion der Vorlandbrücke

Die Vorlandbrücke ist ein 16-feldriger Durchlaufträger mit einer einheitlichen Stützweite von 42,85 m. Der auskragende Endüberstand beträgt am westlichen Widerlager 4,9 m und am östlichen Übergang zur Strombrücke 1,2 m. Daraus ergibt sich eine Gesamtlänge von 691,7 m.

Im Querschnitt sind sieben 1,9 m hohe Bodenlängsträger und zwei 6,27 m hohe Randträger angeordnet, die im oberen Bereich kastenförmig ausgeführt sind. Der 4,5 m breite Randträger-Obergurt dient, wie bei der Strombrücke, gleichzeitig als Betriebsweg. Der Randträger hat keinen ausgeprägten Untergurt.

Als Untergurt wirkt die mittragende Breite des Bodenblechs. Zur Aussteifung der Fahrbahn des Betriebsweges, zur örtlichen Ableitung des Wasserdrucks auf Trogwände und -boden sowie zur Beulaussteifung des Hohlkastens sind insgesamt 58 Trapezhohlsteifen vorgesehen.

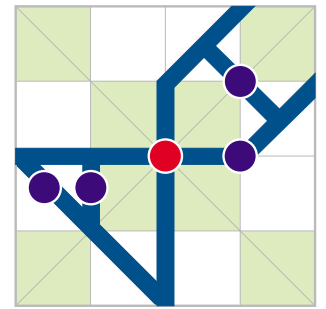
Die aussteifenden Querrahmen haben einen Abstand von $42,85 \text{ m} / 9 = 4,761 \text{ m}$. Es sind drei verschiedene Typen zu unterscheiden: Hauptquerrahmen, Nebenquerrahmen und Auflagerquerrahmen.

Die Hauptquerrahmen in den Drittelpunkten wirken als lastverteilende Querträger. Sie tragen die Lasten der Bodenlängsträger teilweise zu den steiferen Randträgern ab. Diese Tragwirkung wird durch die Bauhöhe der Bodenquerträger optisch betont. Sie ist mit 2,3 m um 0,4 m größer als die der Längsträger.

Die Nebenquerrahmen haben nur zwischen den beiden äußeren Längsträgern die gleiche Bauhöhe wie die Längsträger. Im Innenbereich sind die Bodenquerträger mit 0,9 m Bauhöhe weich ausgebildet, so dass sie sich an der Lastverteilung kaum beteiligen. Sie haben die Aufgabe, die Lasten der längslaufenden Trapezhohlsteifen zu den benachbarten Längsträgern abzutragen.

Die Auflagerquerrahmen haben vielfache Aufgaben. Da nur jeder zweite Längsträger gelagert ist, werden sie stark durch Biegung beansprucht. Außerdem müssen sie die Pressenkräfte beim Lagerwechsel, die Ankerkräfte der permanent vorgespannten Abhebesicherung und die Anschlusskräfte der Konsolen für die Querlagerung aufnehmen.

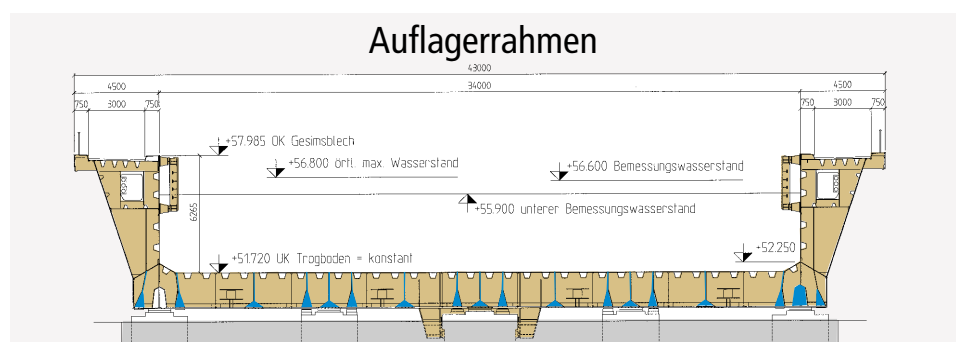
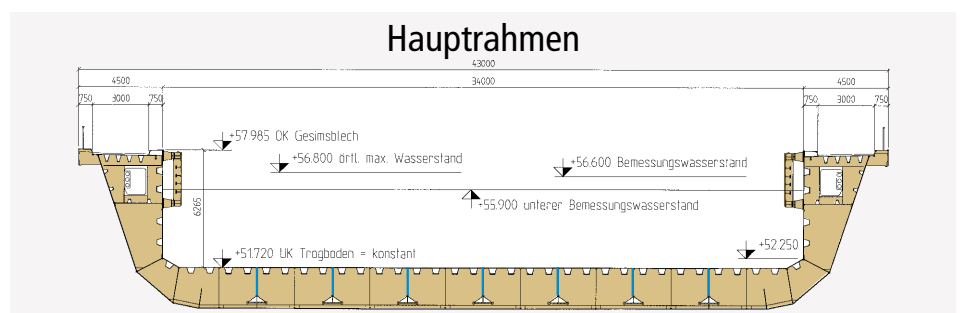
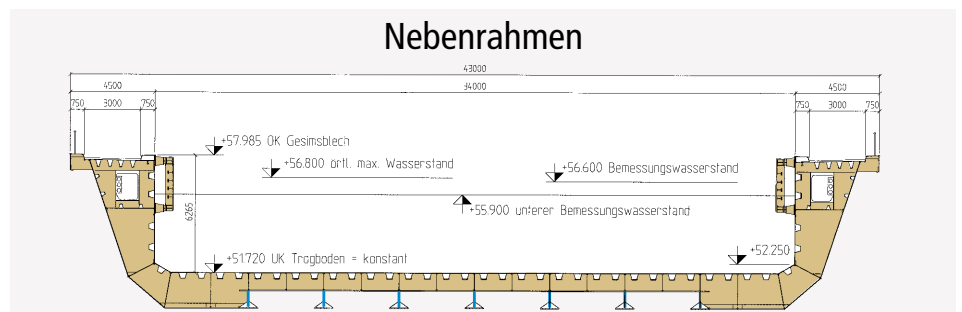
In den Rahmenecken sind die Gurte zweifach abgeknickt. Die Abtriebskräfte werden durch Quersteifen aufgenommen.

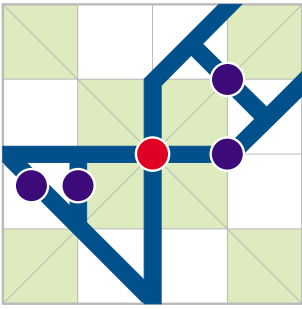


Technische Daten:

Ausführung:

Ing. Büro Meyer & Schubart
DSD Dillinger Stahlbau GmbH





Technische Daten:

Strombrücke

Trogbodenkonstruktion:

Gewicht: 3.650 to

63 Bauteile

Fertigung im Werk Sarralbe

Hauptkonstruktion:

Gewicht: 5.850 to

66 Bauteile

Fertigung im Werk Homburg

und im Werk Niesky

Walzmaterial:

Lieferung Dillinger Hütte

Fertigung

Material

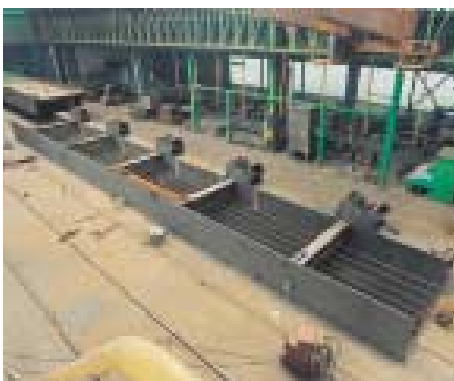
Für den kompletten Überbau der Strom- und Vorlandbrücke wurden Grobbleche der Güte St52.3N (S355J2G3) verwendet. Die Bleche sind projektbezogen auf exakte Abmessungen bestellt und gewalzt. Die max. Breite beträgt 4,5 m und die max. Länge 28 m. Um die Materialabstufung in Längsrichtung zu minimieren, wurden in weiten Bereichen LP-Bleche (Längsprofilblech) verwendet (etwa 15% der Tonnage). Die Materialgüten sämtlicher Grobbleche/LP-Bleche werden mit Abnahmeprüfzeugnissen 3.1C nach EN 10204 belegt. Die Abnahmen selbst werden durch den TÜV durchgeführt.

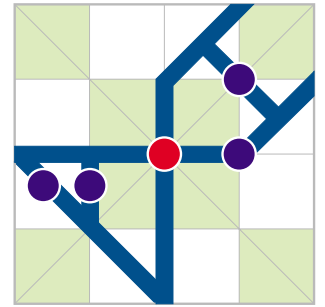
Fertigungs- und Montageeinheit

Für die Fertigung wird die Strombrücke in drei unabhängige Einheiten unterteilt, bestehend aus der Trogbodenkonstruktion und den beiden Hauptträgerkästen Seite A und B. Die Trogbodenkonstruktion ist wiederum in 63 Einzelträger unterteilt. Die Fertigungselemente im Werk sind Träger mit ca. 3,8 m Breite, 1,9 m Höhe und 34 m Länge. Das jeweilige Stückgewicht beträgt

ca. 60 to. Die Hauptkonstruktion wird in 11 Schüsse mit Einzellängen von 13,8 m bis 30,3 m unterteilt. Die Querschnitte der Hauptträger sind wiederum in 4 Segmente unterteilt: Obergurt, Untergurt, Trogwand sowie Pfosten und Diagonalen des Fachwerks. Hieraus ergeben sich für Seite A und B 2 x 33 große Fertigungseinheiten mit Stückgewichten von 90 to bis 150 to und diverse kleine Elemente.

Für die Fertigung der Vorlandbrücke wird die Schusslänge entsprechend der Stützweite von 42,85 m gewählt. Damit ergeben sich 16 Schüsse plus einem Zwischenschuss mit einer Länge von 12,6 m an der Symmetrieachse (Pfeiler 9). Im Querschnitt sind die Fertigungseinheiten in 11 Elemente unterteilt, 7 Längsträger mit 4 m Breite und 1,9 m Höhe, zwei Eckteile mit über 5 m Breite und Höhe sowie zwei Randträgerkästen mit 4,5 m Breite und 3 m Höhe. Damit ergeben sich 187 Fertigungseinheiten. Das Stückgewicht jeder Fertigungseinheit beträgt etwa 60 to bei den Längsträgern, ca. 75 to bei den Eckteilen und ca. 95 to bei den Randträgerkästen.





Fertigungsablauf

Die vom Hüttenwerk gelieferten Bleche werden beim Wareneingang kontrolliert, umgestempelt und kommissionsweise gelagert. Vom Lager aus werden die Bleche zunächst über Rollgänge zur Strahlanlage (Durchlaufanlage) geführt. Hier werden mittels Stahlkies Walzhaut und Zunderungen entfernt. In den NC-Brennanlagen werden die Bleche einschließlich der Schweißkantenvorbereitungen in einzelne Positionen der einzelnen Baugruppe werden zusammengefasst und zur Zusammenbauhalle transportiert.

Für den Zusammenbau der einzelnen Konstruktionsteile wird eine Zulage (Schnürboden) gemäß der Werkstattsform hergerichtet. Die zugeschnittenen Bleche werden auf diesem Schnürboden zusammengebaut, ausgerichtet und abgeheftet. Anschließend werden die Bauteile nach einem Schweißfolgeplan abgeschweißt, der alle wichtigen Angaben zur Ausführung, Qualität und Wertigkeit der Schweißnähte (z.B. Schweißverfahren, Vorwärmtemperatur, Anzahl und Richtungen der einzelnen Schweißlagen usw.) enthält.

Während der Zusammenbauphase werden alle wichtigen Schweißnähte entsprechend den Vorgaben aus dem Schweißnahtprüfplan überwacht und US-geprüft.

Die zusammenschweißten Bauteile werden danach vermessen und geometrisch kontrolliert. Anschließend erfolgt in einer Strahlkabine zuerst das Vorstrahlen. Nach dem Vorstrahlen werden alle Schweißnähte visuell kontrolliert und eventuelle Ausbesserungsarbeiten vorgenommen. Danach werden die Bauteile endgestrahlt, bis der geforderte Reinheitsgrad SA 2,5 erreicht wird. Nach der Kontrolle durch das vom Bauherrn beauftragte Prüfinstitut, Fa. BGS, Frankfurt, werden die Beschichtungen, bestehend aus 1x Grundbeschichtung, 1x Kantenschutz und 1x Deckbeschichtung aufgetragen.

Technische Daten:

Vorlandbrücke

Trogbodenkonstruktion:

6.650 to

119 Teile

*Fertigung im Werk Arend
und im Werk Sarralbe*

Eckteilkonstruktion:

2.650 to

66 Teile

*Fertigung im Werk OSB
Roßlauer Schiffswerft*

Randträger:

3.100 to

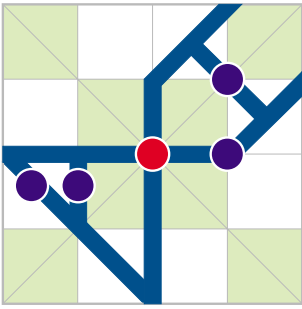
34 Teile

Fertigung im Werk SAM

Walzmaterial:

*Lieferung Dillinger Hütte und
Stahl Salzgitter*





Montage der Strombrücke

Die Montage der Strombrücke erfolgt im Taktschiebeverfahren. Die einzelnen Bauteile werden auf dem östlichen Ufer hinter Widerlager Ost zusammengebaut und anschließend in Richtung westliches Widerlager über die Elbe verschoben.

Zusammenbau

Die beiden Hauptträger der einzelnen Schüsse werden wie folgt zusammengebaut

- Auflegen des Untergurtes auf die Zulage und Ausrichten
- Montieren und Ausrichten der Pfosten, Diagonalen des Fachwerkes sowie der Querschotte
- Montage der Trogwand
- Aufsetzen des Obergurtes
- Ausrichten des Querschnittes und Abschweißen der Konstruktionen nach dem Schweißfolgeplan



Nach dem Zusammenbau der Hauptträger Seite A und B werden diese um je 1% nach außen geneigt. Zwischen beiden Hauptträgern werden dann die Querträger des Trogbodens eingebaut und ausgerichtet. Nach dem Abschweißen der einzelnen Querträger untereinander werden die An-



schlüsse zwischen den Hauptträgern und der Trogbodenkonstruktion hergestellt. Damit ist der komplette Brückenquerschnitt in einer Schusslänge montiert.

Verschub

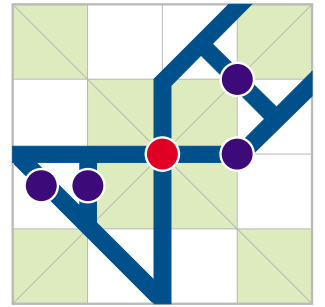
Zum Verschub werden zwei Verschubbahnen mit einer Länge von je 85 m hinter dem Widerlager Ost gebaut. Die Verschubbahnen aus Stahlbeton mit einer Breite von 6 m und Höhe von 2 m leiten die wandernden Lasten von max. 950 to während des Verschubes in das Fundament ab. Am Rand jeder Verschubbahn sind zwei Schienen installiert. Auf diesen Schienen gleitet ein Verschubwagen, der zunächst beim Zusammenbau des Schusses als Zulage verwendet wird, und dann während des Verschubs die Lasten von der Verschubanlage in den Überbau einleitet. In der Mitte der Verschubbahn wird eine Klemmschiene für die Verschubanlage einbetoniert. Die Verschubanlage besteht aus zwei hydraulischen Aggregaten mit einer Kapazität von jeweils 260 to, die auf einer Seite an die Klemmschiene greift und auf der anderen Seite an den Verschubwagen anschließt.

Auf den Strompfeilern 18 und 19 sowie in der Widerlagerachse 20 sind stationäre Verschublager installiert. Die Verschublager bestehen aus einer oberen und unteren Lagerplatte mit dazwischenliegenden Tellerfedern, die näherungsweise eine gleichmäßige Einleitung der Auflagerkraft in den Steg des Überbaues über einer Länge von 5,74 m gewährleisten.

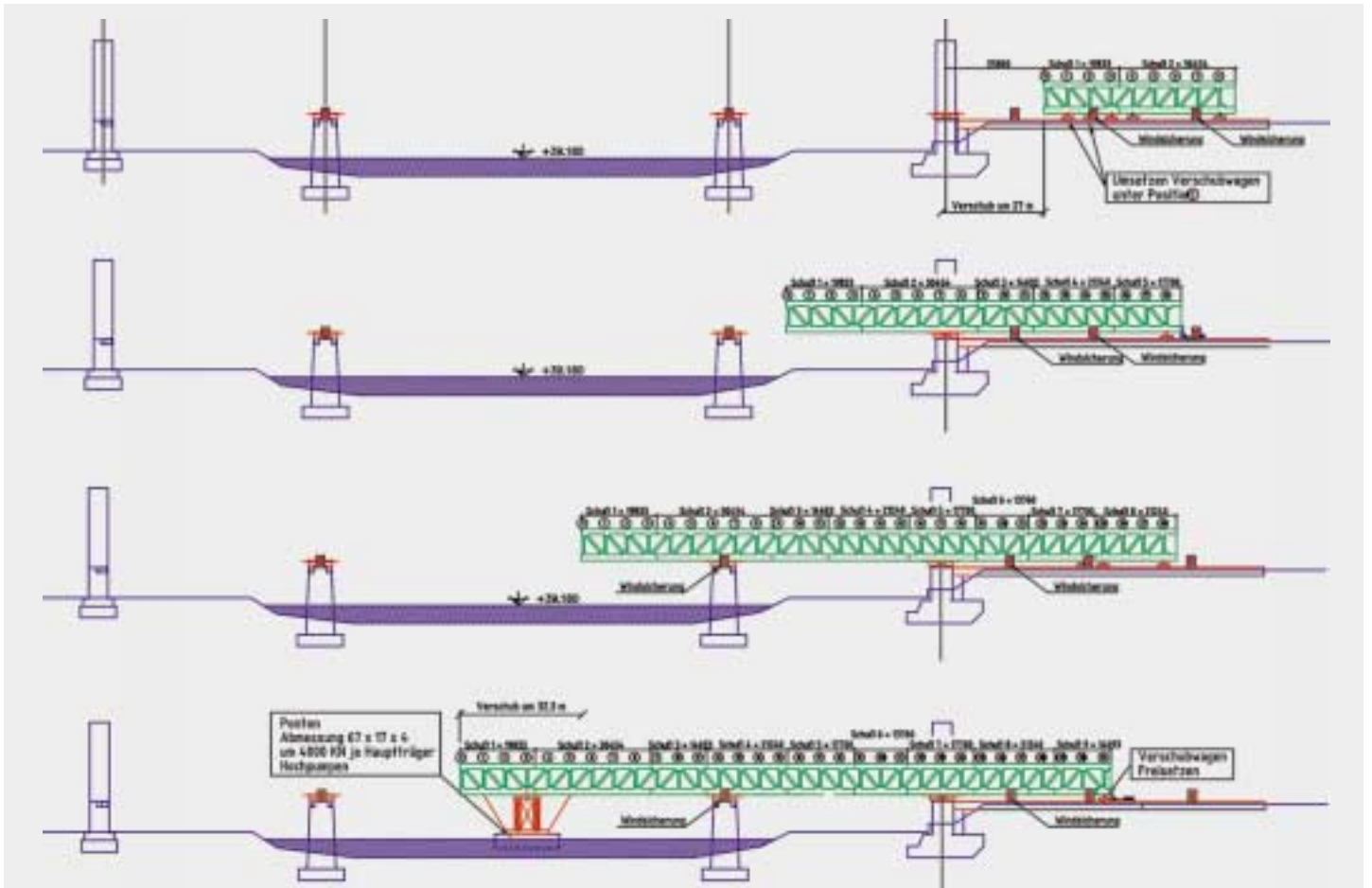


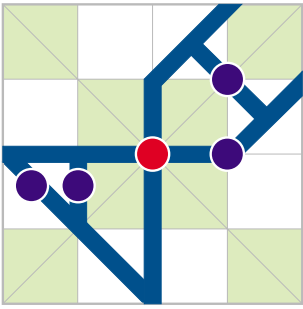
Nach dem Zusammenbau und Abschweißen von Schuss 1 und 2 erfolgt der erste Verschub. Danach ragt die Brücke etwa 10 m über Widerlager Ost. Nach dem Anschluss von Schuss 3 und 4 wird die Brücke um weitere 20 m verschoben. Der weitere Verschub mit Schuss 5 und 6 bringt die Brücke über die Strompfeiler 19. Nach dem Anschweißen von Schuss 7, 8 und 9 folgt der wichtigste und schwierigste Verschub über die Elbe mit Hilfe eines Zwillingspontons mit einer Tragfähigkeit über 3.000 to.

MAGDEBURG



Montagephasen der Strombrücke





Montage der Vorlandbrücke

Die Montage der Vorlandbrücke beginnt mit dem Schuss 8/8a des Feldes 8-9. Danach folgt die Montage parallel in zwei Gruppen in Richtung Widerlager West und Strombrücke. Die Montage wird mit Hilfe eines Raupenkrans direkt in der endgültigen Lage durchgeführt.

Montage des Feldes 8-9

Im Gegensatz zu den restlichen Brückenfeldern erfolgt bei der Montage des ersten Feldes 8-9 eine Vormontage der Bodenlängsträger am Boden. Dazu werden die sieben Bodenlängsträger des Schusses 8 mit einer Länge von 42,85 m am Boden auf vorbereiteten Zulagen mit den 12,6 m langen Bodenlängsträgern des Zwischenschusses 8a verschweißt, so dass sich eine Gesamtlänge von 55,45 m ergibt. Diese sieben „überlangen“ Bodenlängsträger werden mit dem Raupenkran auf die Pfeiler 8 und 9 gesetzt und mit Hilfsstützen im Bereich der Hauptrafmen abgestützt. Nach dem Ausrichten werden zuerst die Bodenbleche mit dem Verfahren Unterpulverschweißen und danach die darunterliegenden Querträger mit dem Verfahren Lichtbogenhandschweißen abgeschweißt.

Die Anlieferung der Eckträger für Feld 8-9 (Schuss 8/8a) erfolgt pro Seite in drei Teilen unterschiedlicher Länge. Die Teile werden ohne Vormontage direkt in ihrer

Endlage montiert und mit den Bodenlängsträgern verschlossert. Zusätzlich werden zur Abstützung Pendelstützen unter die Eckteile eingesetzt. Nach dem Ausrichten erfolgt das Abschweißen der Querstöße dieser drei Teile.

Die Randträger des Feldes 8-9 (Schuss 8/8a) werden ohne Vormontage in zwei Teile von 42,85 m und 12,6 m Länge direkt auf den bereits montierten Eckträger abgesetzt. Nach dem Ausrichten erfolgt zunächst das Abschweißen der Quernaht von Schuss 8/8a. Durch diese Vorgehensweise kann verhindert werden, dass keine Schweißschumpfspannungen entstehen. Anschließend folgt die Verschweißung der Längsnähte zwischen Bodenlängsträger, Eckträger und Randträger. Damit ist das erste Feld mit dem Gesamtquerschnitt fertiggestellt.

Montage Feld 1-8 und Feld 9-17

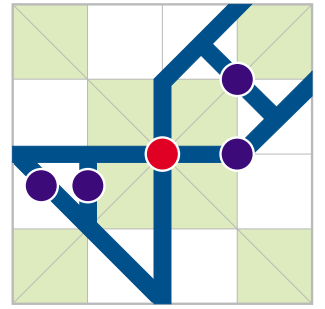
Das zuerst zu montierende Feld 8-9 mit Länge von 55,45 m kragt in beiden Richtungen 6,3 m über Pfeiler 8 und 9 hinaus. Dieser Überstand dient dann als Auflager für die nachfolgend zu montierenden Schüsse. Die Schüsse in westlicher Richtung Schuss 7 bis 1 und in östlicher Richtung Schuss 9 bis 16 werden weitgehend parallel montiert. Der Zusammenbau des Querschnitts wiederholt sich darauf Schuss für Schuss.

Die Montage der Längsträger erfolgt dann im gleichen Ablauf mit einem Raupenkran. Die Einzelträger mit einer Länge von 42,85 m werden dabei am hinteren Ende über den Auflagerknaggen auf den bereits montierten Schuss und das vordere Ende auf dem nächsten Pfeiler aufgesetzt, ausgerichtet und danach untereinander verschweißt.

Anschließend erfolgt die Montage der Eckträger und der Randträger sowie das Verschlossern mit den Bodenlängsträgern. Nach dem Ausrichten der einzelnen Baugruppen werden die Längsnähte zwischen Bodenlängsträger, Eckträger und Randträger geschweißt. Nach der Fertigstellung des gesamten Querschnitts eines Schusses erfolgt erst die Schweißung der Quernahte.



MAGDEBURG





Wasserstraßen-Neubauamt Magdeburg
Kleiner Werder 5c
39114 Magdeburg
Telefon: 03 91-5 35-0
Telefax: 03 91-5 35 21 14

ARGE Kanalbrücke Magdeburg



DSD Dillinger Stahlbau GmbH
Henry-Ford-Straße
66740 Saarlouis
Telefon: 0 68 31-18-0
Telefax: 0 68 31-18-24 16



Klausenerstraße 12
39112 Magdeburg
Telefon: 03 91-5 68 82-0
Telefax: 03 91-5 68 82-20

Qualitätssicherung Stahlbau:
BGS Ingenieursozietät, Hannover

Prüfingenieur:
Prof. Dr.-Ing. Knut Hering, Braunschweig



Impressum

Herausgeber:
ARGE Kanalbrücke Magdeburg und
Wasserstraßen-Neubauamt Magdeburg

Gestaltung:
DSD Werbeabteilung

Druck/Litho:
Krüger Druck + Verlag, Dillingen

Bildnachweis:
DSD Diersch/Kohl
Bilfinger + Berger Bauaktiengesellschaft
Schriever Design GmbH
Hubert Harst
Luftbild & Pressefoto®
Flugdienst Magdeburg GmbH

