

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Fiedler, Klaus**

## **Bau der Kanalbrücke Magdeburg - Erfahrungen bei der Anwendung von Regelwerken vom Lastenheft bis zur Realisierung**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105553>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

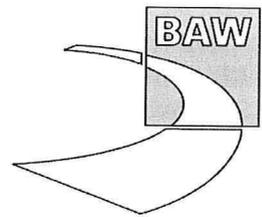
Fiedler, Klaus (2002): Bau der Kanalbrücke Magdeburg - Erfahrungen bei der Anwendung von Regelwerken vom Lastenheft bis zur Realisierung. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Aktueller Stand und Entwicklungstendenzen im Stahlwasserbau und Korrosionsschutz. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 48-67.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





Dipl.-Ing. Klaus Fiedler, Wasserstraßen-Neubauamt Magdeburg

### **Bau der Kanalbrücke Magdeburg – Erfahrungen bei der Anwendung von Regelwerken vom Lastenheft bis zur Realisierung**

Die Kanalbrücke Magdeburg ist das Kernstück des Wasserstraßenprojektes VDE 17 - Ausbau der Wasserstraßenverbindung von Hannover nach Berlin. Die konkreten Planungen begannen mit der Vorentscheidung im Entwurf-HU - Wasserstraßenkreuz Magdeburg - 1992/93 für eine Brückenlösung anstatt der ebenfalls untersuchten Staustufenlösung. Mit der Erarbeitung des Entwurfes-AU - Kanalbrücke - 1993 begann auch die Erstellung eines Lastenheftes. Nun 9 Jahre nach dem Startschuss ist die Kanalbrücke im Rohbau fertig, steht kurz vor der Flutung in diesem Jahr, und wird 2003 mit der Eröffnung des Wasserstraßenkreuzes Magdeburg eingeweiht werden. Es ist an der Zeit, aus stahlwasserbaulicher Sicht hinsichtlich der technischen Umsetzung des Neubaus der Kanalbrücke ein erstes vorläufiges Resümee zu ziehen.

#### ***Entwurf-AU einschl. Lastenheft und Ausschreibung der Kanalbrücke***

Mit der Entwurfsplanung wurde das Ingenieurbüro Grassl in Hamburg beauftragt. Die Planungen wurden 1996 mit einem Kostenvoranschlag von 324 Mio. DM abgeschlossen.

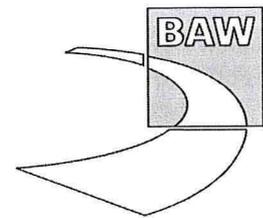
Der wichtigste Ausgangspunkt für den Entwurf der Überbauten war die Berücksichtigung der geometrischen Anforderungen nach EU-Standard für den Schiffsverkehrs auf dem Mittel-landkanal ( Motorgüterschiffe und Schubverbände mit 2,8 m Abladetiefe ) und auf der Elbe ( dreilagige Containerschiffahrt ).

Damit ergab sich eine maximal mögliche Trogbodenhöhe für die *Strombrücke* von 1,90 m. Nur mittels sehr engliegender Querelemente, im Entwurf Hohlkästen alle ca. 3,5 m, die direkt an die unteren Hohlkästen der Hauptträger *verschweißt* wurden, war dies erreichbar. Die 8,15 m hohen und 4,0 m breiten durchlaufenden Hauptträger sind starr an die Querträger des Trogbodens angeschlossen worden. Aus architektonischen Gründen wurde zudem die äußere Scheibe als Fachwerk aufgelöst, während die innere Scheibe zugleich die Trogwand bilden sollte.

Damit war ein Tragsystem vorgegeben, das innerlich hochgradig unbestimmt ist und in dem sehr unterschiedlich steife Bauteile zusammenwirken. Dank moderner Rechentechnik können heute solche Systeme jedoch statisch modelliert und die räumlichen Überhöhung in der Konstruktion berücksichtigt werden.

Für die *Vorlandbrücke* gab es ganz andere Randbedingungen. Die schon vorhandenen schmalen Fundamente der Kanalbrücke, die vor dem 2. Weltkrieg nicht fertiggestellt wurde, sollten zunächst wiederverwendet werden. Daraus entstand die später als Architekturelement gebliebene einmalige Gestaltung der Vorlandpfeiler in Schiffsspantenform.

Gleichzeitig wurde die Entscheidung für eine Konstruktion mit möglichst wenig Dehnfugen (unterhaltungsaufwendig und teuer) getroffen. Hiermit entfielen auch für den Bereich der Vorlandbrücke alle Betonkonstruktionen für den Überbau. Für den durchlaufenden Stahlbrückenüberbau wurde ein Stützweitenoptimum von rund 43,00 m gefunden. Hieraus folgte die Notwendigkeit, alle Betonpfeiler neu zu errichten.



In einem *Lastenheft Wasserstraßenkreuz Magdeburg* wurden versucht, die grundsätzlichen Lastannahmen für die Kanalbrücke und die Schleusen einheitlich zu treffen. Dieses Lastenheft kam über einen 4. Vorabzug 1994 jedoch nicht hinaus, da es eine Illusion war, die Lastannahmen vollständig zu vereinheitlichen. Es ergab sich die Notwendigkeit, immer spezifischer heranzugehen. Übrig blieben die einheitlichen Bemessungswasserstände und die grundsätzliche Bildung der Lastfälle nach der DIN 19704 (damals noch alt von Stand 1976). Speziell für eine solche Kanalbrücke dieser Dimension gab und gibt es auch mit Einführung der neuen DIN 19704 keine durchgehend schlüssigen allgemeingültigen Lastannahmen und Vorschriften. Aber auch die Brückenbaunormen nach DIN 18809 für stählerne Straßenbrücken (Stand 1987) im Zusammenhang mit der allgemeinen Stahlbaunorm DIN 18800, die Norm DIN 1072 für die Lastannahmen der Straßenbrücken sowie die schweißtechnischen Normen und Normen zum Korrosionsschutz konnten nicht „blind“ angewendet werden.

Von Anbeginn solcher Baumaßnahme ist großer ingenieurmäßiger Sachverstand erforderlich. Gerade Normen stellen immer nur den Kompromiss bei Lastannahmen (zum Beispiel bei der Temperaturbelastung auf die verschiedensten Ausführungen in Beton oder Stahl) und den Stand der Technik in der Anwendung für Regelbauwerke dar. Für Sonderbauwerke ist jeweils die Erstellung eines speziellen Lasten- oder auch Anforderungsheftes notwendig.

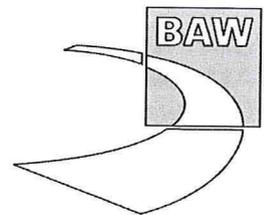
Insofern mündete der Versuch eines einheitlichen Lastenheftes Wasserstraßenkreuz Magdeburg logischerweise in einen speziellen Teil Lastannahmen und Randbedingungen für die technische Bearbeitung im Rahmen der Ausschreibung für die Kanalbrücke.

Dafür wurden in der Entwurfsphase AU etliche spezielle Gutachten erstellt, u.a. ein Gutachten zur dynamischen Berechnung eines Leitwerkes für die Schiffsstoßsicherung der Kanalbrücke einschließlich der Einfahrtsschrägen (erstellt von der BAW Karlsruhe auf der Basis eines speziellen dynamischen Programms der TH Darmstadt), eine gutachterliche Stellungnahme zur Temperaturbeanspruchung der Überbauten (Büro HRA, erstellt von Prof. Mangerig), ein Gutachten über die neue Hochwasserentlastungsanlage im Widerlager West der Kanalbrücke (erstellt von der BAW, AS Berlin, experimenteller Wasserbau) und Betrachtungen zur Erdbebenbelastung (BAW-AS Berlin).

Von entscheidender Bedeutung war danach eine generelle Zuordnung der Bauteile nach der Gültigkeit der ZTV für Wasserbau (ZTV-W) und der ZTV für Kunstbauten (ZTV-K), da die Kanalbrücke ein Mischbauwerk darstellt. Durch diese Aufteilung wurden widersprüchliche Angaben zur Ausführung der Bauteile weitestgehend vermieden.

So wurden die Stahlüberbauten einschließlich der Lager sowie alle nicht wasserbenetzten Ausrüstungsteile (z.B. Geländer, Leitern), der Korrosionsschutz am Stahltrög außen der ZTV-K zugeordnet (also Dimensionierung und Ausführung nach Brückenbaunorm DIN 18809 mit zusätzlichen speziell geregelten Lastannahmen, die es bei Straßenbrücken naturgemäß nicht geben kann) und deren Fertigung, Montage und Ausführung dementsprechend geregelt. Die Hochwasserentlastungsanlage, alle wasserbenetzten Ausrüstungsteile (Leitwerk, Revisionsverschlüsse, Dichtungen usw.) und der Korrosionsschutz im Stahltrög innen wurden der ZTV-W zugeordnet.

Die Zuordnung der Stahlüberbauten zu den Brückenbaunormen wurde vor allem getroffen, da die alte Stahlwasserbaunorm noch nichts zu Gestaltung und Berechnung von Bauteilen, die nicht vorwiegend ruhender Belastet ausgesetzt werden (Fahrbahn der Betriebswege für



SLW 30 ausgelegt) und zu Brückenlagern aussagte. Die neue DIN 19704 gibt da schon mit der Einführung des Betriebsfestigkeitsnachweises bessere Regelungen her und damit wäre die damalige Entscheidung heute evtl. so nicht mehr nötig.

Die Lastfälle wurden, wie schon erwähnt, in Analogie zur DIN 19704 (9/76) gebildet, wobei folgende Lastfälle untersucht werden sollten: die normalen Lastfälle 1-3 (NB, BB und AL), Lastfall 4 Bauzustände und Sonderlastfälle 5a Organisationsversagen und 5b Erdbeben mit außergewöhnlichen Belastungsannahmen (Havariewaterstand, Auswechseln der Lager unter Wasserlast, gesunkenes Schiff, erhöhte Eislast und Temperaturbelastungen entsprechend Computersimulation auf der Basis thermodynamischer Ansätze auch in Trogquer-richtung):

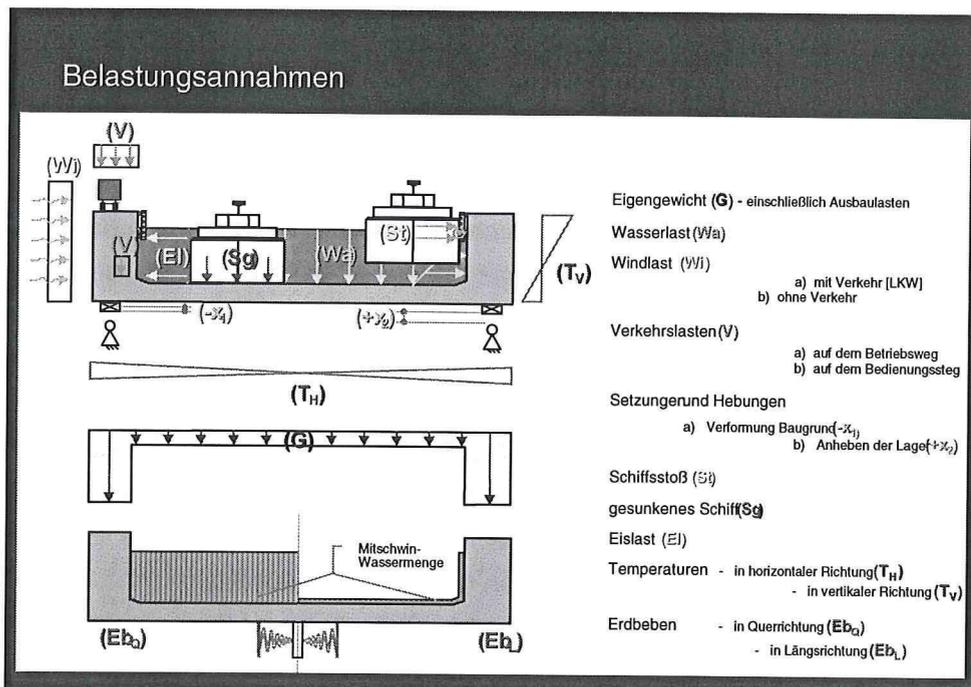


Bild 1

Schon in der Entwurfsphase wurden auf dieser Basis prüffähige statische Vorberechnungen am räumlichen System mittels FEM aufgestellt und durch einen Prüferingenieur (Prof. Albrecht von der TU München) geprüft.

Ein Hauptproblem war die große Temperaturdifferenz an einem Sommertag bei leerem Trog zwischen dem der Sonnenstrahlung direkt ausgesetzten Trogdeckblech und den permanent im Schatten liegenden unteren Konstruktionselementen:

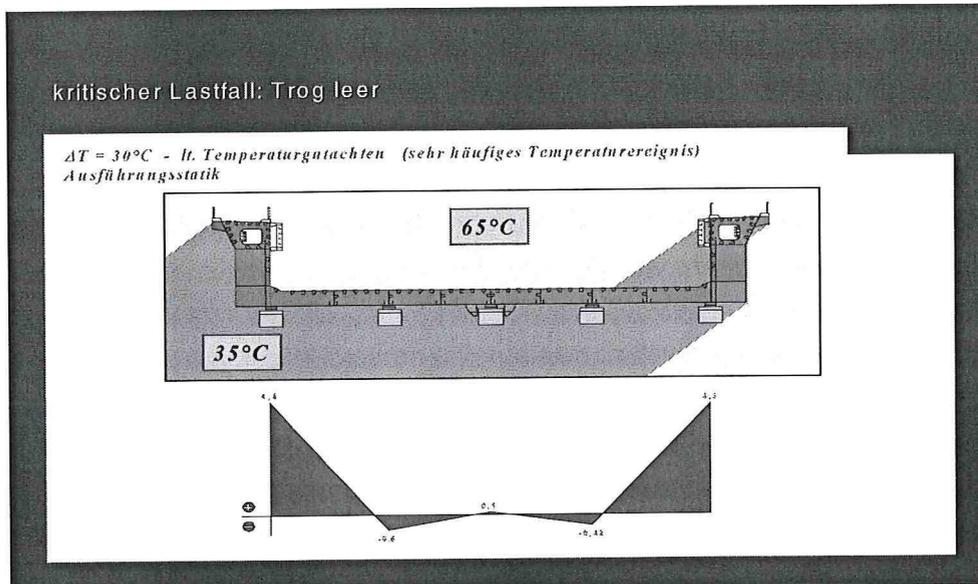


Bild 2 – Darstellung der Lagerkräfte

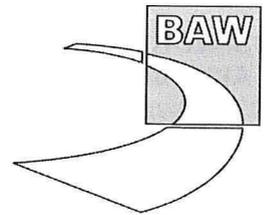
Bei der Kanalbrücke Minden ist es daher zu Lagerabhebungen in Brückenmitte im Montagezustand gekommen, mit denen keiner gerechnet hatte.

Im Ergebnis der Berechnungen ergaben sich für die Brückenüberbauten beeindruckende erforderliche Stahlmassen: rund 10000 t für die Strombrücke und rund 15000 t für die Vorlandbrücke bei Verwendung von Stahl S 355 (alt St 52). Es wurden Stahldicken bis zu 80 mm vorgesehen.

Eine Besonderheit ist die Lagerung der Stahlüberbauten: Es wurde ganz bewusst ein System gewählt, das die Horizontalkraftlagerung von der Vertikalkraftlagerung trennt. Dies hat zu tun mit den Temperaturuntersuchungen und der Berücksichtigung von Erdbebenkräften. Das gewählte System gewährleistet die Aufnahme der Erdbebenkräfte ohne das Auftreten hoher Zwängungskräfte infolge Temperatur.

Bei der Strombrücke wird dies erreicht durch Horizontalkraftlager in der Ausbildung als Kriechlager am Übergangspfeiler und am WL-Ost, die eine langsame Verformung des Überbaues infolge Temperatur zulassen, jedoch plötzliche Bewegungen infolge Erdbeben blockieren (Stoßdämpfer). Bei der Vorlandbrücke sind in jeder Achse Elastomerlager als Horizontalkraftlager angeordnet, die das gleiche bewirken sollen. Zur Vermeidung von Lager Schäden infolge von Abheben und späterer undefinierter Rückstellung in eine andere Lage wurden bei der Vorlandbrücke Abspannungen der Auflagerquerträger vorgesehen, die permanent angespannt sind.

Außerdem wurden im Lastenheft weitere sicherheitsrelevante Ausrüstungsteile klar definiert und im Entwurf umgesetzt. Unter anderem deshalb wurde auf Sicherheitstore verzichtet. Die Brücke wurde bewusst sicherer konzipiert als jeder Streckenabschnitt! Die technischen Details sind sehr interessant und werden hier im folgenden erläutert:



*- Leitwerk - Fenderung:*

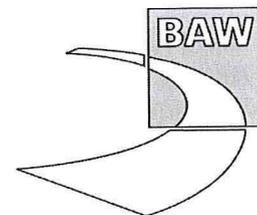
Zum Schutz der Stahlkonstruktion des Überbaues gegen unmittelbaren Schiffsanprall und zur Abminderung der Kräfte infolge Schiffsstoß wurden im oberen Bereich der Seitenwände durchlaufende biegesteife Leitwerkkonstruktionen vorgesehen. Diese bestehen aus Stahlträgerrosten mit einer geschlossenen Blechtafel (anders als bei der KB Minden) auf der Wasserseite. Zur Abminderung der Reibung bei Schiffsberührung sollten auf die Blechtafeln Pressplatten aus UHMW-PE geschraubt werden. Die Übertragung der Horizontalkräfte quer und parallel zur Kanalachse erfolgt über elastische Cone-Fender. Die vertikalen Kräfte werden durch Aufhängungen im Bereich der biegesteifen Schraubstöbe der jeweils ca. 7,2 m langen Leitwerksteile aufgenommen. Durch die Fenderkonstruktion wurden die auftretenden Schiffsstoßlasten so verteilt, dass keine für die Bemessung der Brückenkonstruktion maßgebenden Belastungen auftreten können, dabei wurde von einer Verteilung auf 6 Fender ausgegangen. Am Stahlüberbau wurden dann nur örtlich die statische Lasten an den Fendern angesetzt, die jedoch geringer sind als die anzusetzenden Lasten aus dem Eisdruck.

*- Kathodenschutz im Trog*

Der Brückentrog mit allen in Wasser eingetauchten metallischen Teilen sollte mit einer kathodischen Korrosionsschutz-Fremdstromanlage geschützt werden. Dies bedeutet, der passive Korrosionsschutz an den Stahlwasserbauteilen sollte durch einen aktiven Korrosionsschutz ergänzt werden. An bis zu 5 % der Flächen kann damit der passive KKS beschädigt sein, ohne dass sich Rost an diesen Stellen bildet. Hier soll die galvanische Schutzwirkung ansetzen. Damit wird eine Standzeit des passiven KKS von rund 25 Jahren angestrebt. Es wurde anstatt einer zunächst vorgesehenen Opferanodenanlage ( ausgeführt an den Kanalbrücken des Elbe-Seiten-Kanals ) eine Fremdstromanlage ( analog der KB Minden ) vorgesehen, da dadurch eine bessere Steuerbarkeit und eine geringere Wartung gewährleistet ist. Aufgrund dieser Anlage sind die Brückenüberbauten komplett elektrisch zu isolieren. Dies ist recht aufwendig. (Lager, Geländer, Laufstege, Übergänge, Dehnfugen usw.)

*-Luftsprudelanlage*

Es ist eine Luftsprudelanlage an beiden Trogseite in Anlehnung an der bei der KB Minden ausgeführten Art vorgesehen. Im Entwurf-AU und der Ausschreibung wurde diese Anlage zunächst nur als spätere mögliche Option erwähnt, da zunächst noch Erfahrungen aus Minden gesammelt werden sollten. Aber da keine kalten Winter anstanden, wurde solch eine Anlage dann später schon in der Bauphase per Nachtrag beauftragt. Die Druck-luftleitung mit Sprudelbohrungen (Kunststoffrohrleitung wie auch für die Gasleitungen bei Verlegung im Boden verwendet) ist in ca. 3 m Wassertiefe über die gesamte Brückenlänge befestigt. Vier Verdichterstationen sind im WL-Ost und WL-West untergebracht. Zwei Verdichter je Trogseite fördern Druckluft im Regelbetrieb in das System. Bei Ausfall eines Verdichters kann ein Notbetrieb bei eingeschränkter Sprudelleistung mit nur einem Verdichter aufrecht erhalten werden. Ziel der Anlage ist eine geschlossene Eisdecke an der Wasseroberfläche zu verhindern, da nur bis zu 12 cm Eisdecke die Brücke aushält. Es muss ein geschlossener Eisring verhindert werden , dazu reicht statisch gesehen ein eisfreier Spalt an einer Trogwand aus. Es wurde aus Sicherheitsbetrachtungen und den Betriebsbedingungen ( Eisbrecherein-



satz ) jedoch eine beidseitige Eisfreihaltung hinter dem Leitwerk für erforderlich gehalten. Die Steuerung der Anlage soll automatisch über ein Außenthermostat und manuell vor Ort erfolgen können. Die Anlage wird mit einem Wasserspülanschluss versehen.

**- Dehnfugen**

Die Dehnfugen wurden, wie schon erklärt, minimiert durch die Ausführung der Stahlüberbauten als Durchlaufträger. Es ergeben sich infolge der langen Überbauten große Dehnwege. Die Anforderungen der DIN 1072 , fiktive Temperaturgrenzwerte schreibt für Stahlbrücke die hohen Grenzwerte von +75 °C und - 50°C vor. Bei einer Einbautemperatur von 10°C ergeben sich dann die Dehnwege wie in dem Bild 3 dargestellt. Dabei beträgt der größte Dehnweg zwischen der Vorlandbrücke und der Strombrücke am Übergangspfeiler 17 mehr als 700 mm. Die Ausbildung dieser Fugen erfolgt mittels doppelwandiger Gummiprofile (der Form wegen sogenannter Omegaprofile ). Eine Leckwasserkontrolle erfolgt recht einfach über einen Ablasshahn. Falls dort Wasser austritt, ist das innere Gummiprofil undicht. Ein Schleppblech verhindert eine Beschädigung durch ins Wasser fallende Eisenteile .

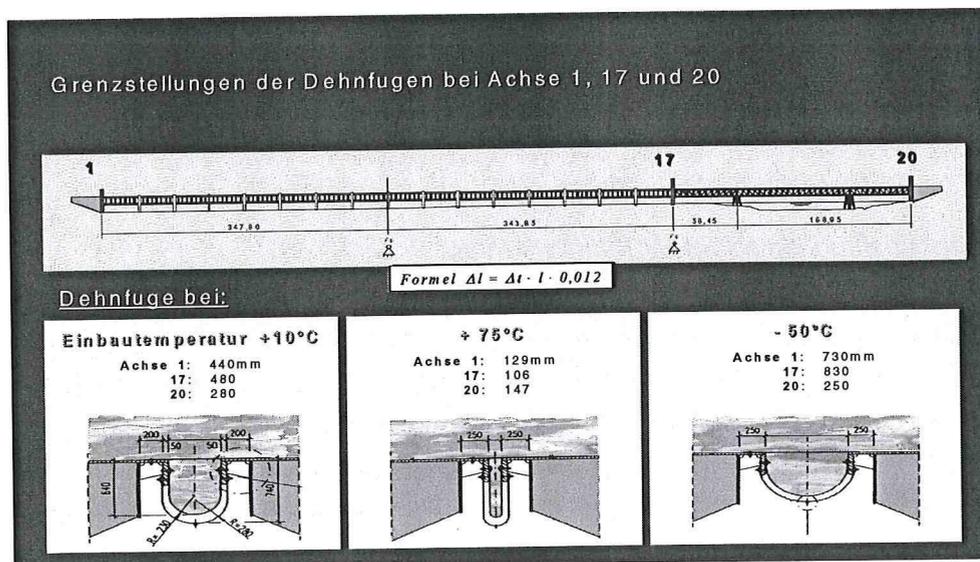
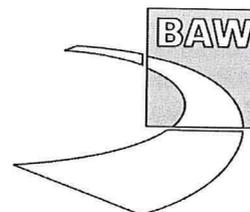


Bild 3

**- Revisionsverschlüsse**

Die Revisionsverschlüsse sind kompatibel mit denen für die Schleusenanlagen vorgesehen. Auf Sicherheitstore wurde bewusst verzichtet, da die Brücke sicherer als jeder Streckenabschnitt ist (siehe Sicherheitsannahmen laut Lastenheft) .

Das Setzen der Verschlüsse erlaubt 7 Absperrvarianten , die zunächst für die Erstfüllung der Brücke, den Probetrieb und später für Konservierungsarbeiten, evt. Reparaturarbeiten oder Schiffshavarien sowie auch zum Absperrern und entleeren der angrenzenden Streckenabschnitte zur Anwendung kommen.



### Technologie der Trockenlegung

Absperrvariante	Gesetzte Verschlüsse	Gesperrte Abschnitte	Skizze
⊃	RV West + RV Ost Damm	Brücke	
⊄	(RV HWE) + RV West + RV Ost Damm		
⊂	RV HWE + RV Ost Damm	HWE + Brücke	
⊆	RV HWE + RV West	HWE	
⊆	RV West	Brücke + Dammstrecke bis Schleuse Hohenwarthe	
⊆	RV HWE	HWE + Brücke + Dammstrecke bis Schleuse Hohenwarthe	
⊆	RV Ost Brücke	Dammstrecke bis Schleuse Hohenwarthe	

Bild 4

- *Hochwasserentlastungsanlage (HWE) im WL- West*

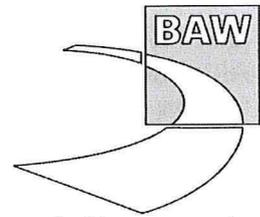
Die HWE im WL-West soll bei größeren Hochwässern Wasser aus dem Drömling und der Aller, die in den Mittellandkanal münden, abführen. Die Leistungsfähigkeit der Anlage wird entsprechend einer Vereinbarung der Länder (Niedersachsen und Sachsen-Anhalt) verdoppelt auf 44 m<sup>3</sup>/s. Dies wird erreicht vier seitlichen Fallschächten und anschließenden Stahlrohrleitungen DN 1400. Die Regulierung erfolgt über Kegelstrahlschiebern. Die seitlichen Einlässe sind eine Forderung des WSA Magdeburg, da die ursprünglichen Grundablässe einen erhöhten Wartungsaufwand bedeuten.

Für die verdoppelte Wasserabführung zur Elbe wird ein ökologisches Abflußgerinne gestaltet, das gleichzeitig eine Ausgleichsmaßnahme für die gesamten Baumaßnahmen am WKM darstellt.

Auf der Grundlage des Entwurfes-AU erfolgte im WNA Magdeburg die Erarbeitung der Ausschreibungsunterlagen 1996/97 gemeinsam in den Sachbereichen 4 (Brücken ) und 7 (Stahlwasserbau) .

Die eigene Ausschreibung auf Basis eines guten Entwurfes kann ich nur empfehlen , dies hat den Vorteil das Leistungsverzeichnis (durch die eigene Aufstellung) gut zu kennen und für die komplizierte Bauabwicklung damit bestens gewappnet zu sein.

Konkretisiert wurden hauptsächlich die Anforderungen an die Einlagerung der Brücke infolge der Erfahrungen an der Kanalbrücke Minden . So wurde u.a. aufgrund der Beweissicherung (Nähe Kaliwerk Zielitz ) und der Vielzahl der Lager entschieden alle Vertikalkraftlager mit einem automatischen Meß- und Auswertesystem zur Erfassung der Gleit- und Kippspalte und insbesondere der Lagerkraft auszurüsten. Darauf aufbauend wurde eine rechnerge-



stützte Einlagerung der Brückenüberbauten entsprechend den Sollauflagerkräften aus der Statik unter Berücksichtigung der Brückengradiente ausgeschrieben.

Weiterhin wurden der Abbruch der Altanlagen in drei vorgezogenen Losen extra ausgeschrieben, um die Unwägbarkeiten dieser Abbrucharbeiten von dem Neubau zu entkoppeln und dem Neubau ein definiertes Baufeld zu übergeben.

Im Juni 1997 wurden die Bauarbeiten für den Neubau der Kanalbrücke im offenen Verfahren EU-weit ausgeschrieben.

### ***Vergabe (1997) und bisherige Bauausführung (1998 bis 3/2002)***

Zum Eröffnungstermin am 30.9.97 gingen 11 Angebote ein. (darunter 4 ausländische Firmen aus den Niederlanden, Belgien, Österreich und Italien). Es wurden 10 Hauptangebote und 171 Nebenangebote eingereicht. Von allen Bietergemeinschaften hat DSD/Bilfinger+Berger das annehmbarste Angebot abgegeben. Es wurden alle Nebenangebote und Sondervorschläge technischer Art, die Vorteile ergaben unter Berücksichtigung der architektonischen Gesamtansicht des Verwaltungsentwurfes, akzeptiert.

Der Auftrag wurde am 15.12.97 rund 2,5 Monate nach der Submission erteilt mit der Auftragssumme von rund 210 Mio. DM.

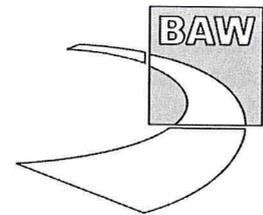
Die Veränderungen infolge der Nebenangebote bezüglich der Stahlüberbauten bestanden hauptsächlich in der umfangreichen Verwendung von LP-Blechen, womit eine Reduzierung von Schweißnähten und vor allem der eingesetzten Stahlmenge (Vorlandbrücke auf rd. 13000 t und Strombrücke auf rd. 9500 t) durch die Anpassung an den Momentenverlauf erreicht wurden. Weiterhin sind die vielen Hohlkästen durch offene Profile unter Beachtung des Vogelschutzes ersetzt wurden. Damit ergab sich automatisch die Ausbildung der Trogböden als orthotrope Platte. Die weiteren Änderungen betrafen vor allem die Vorlandbrücke, bei der die geplanten eigenständigen Spannbetonbetriebswegbrücken durch in den Stahltrog integrierte Randträger ersetzt wurden.

Der eigentliche Neubau begann mit der Grundsteinlegung auf den Resten des alten Widerlagers Ost im Juli 1998.

#### ***- Technische Planung, Prüfung der Fertigungsvoraussetzungen und der Werkstoffe***

Zunächst erfolgte die Erarbeitung der technischen Unterlagen und deren Prüfung. Die Statik erstellten das Büro HRA Bochum (Strombrücke) und das Büro Meyer/Winter Wunschdorf (Vorlandbrücke). Die Zeichnungen fertigte DSD im eigenen technischen Büro mittels CAD (System Autocat 12). Nach Vorliegen der Werkstattzeichnungen, einschließlich der Festlegung der *Schweißnahtbewertungsgruppe* (C bzw. B) und der *Schweißnahtdetails*, wurden in der Arbeitsvorbereitung die Brenndaten für die NC-Brennanlagen unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte für das Schrumpfen der Bleche infolge des *Schweißens* hinzugefügt.

Mit der Prüfung der Unterlagen wurde nach einer europaweiten Ausschreibung Prof. Hering aus Braunschweig beauftragt. Diese Prüfung umfaßte die Statik, die Werkstattzeichnungen und die *Schweißnahtprüfpläne*. Der Auftraggeber (AG) prüfte schließlich, ob in den eingereichten technischen Unterlagen alle Bedingungen des VOB - Vertrages umgesetzt wurden (



konstruktiven Details, die vereinbarten Vorschriften und Regelungen usw. ) und gab die Unterlagen zur Fertigung frei. Die Qualitätssicherung in den Werken für die Stahlbaufertigung wurde an die BGS-Ingenieursozietät mit Sitz in Frankfurt/Hannover, ebenfalls nach einer europaweiten Ausschreibung, vergeben.

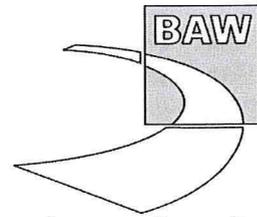
Trotz einer guten AU-Planung und Ausschreibung waren gleich zu Anfang der technischen Bearbeitung durch den AN Anlaufberatungen mit allen Beteiligten beim Prüf.-Ing. erforderlich, in denen u.a. Lastannahmen konkretisiert werden mussten. So wurden infolge der Erfahrungen der gerade abgeschlossenen Montage der KB Minden die Temperaturbelastungen für die Bodenträger der Vorlandbrücke für den Fall „Trog leer“ fast verdoppelt (auf: + 30 k / - 15 k). In enger Zusammenarbeit zwischen AG , AN , dem Prüfenieur und dem Qualitätssicherer wurden auch im Prozess der weiteren technischen Abwicklung die aufgetretenen notwendigen Veränderungen bzw. Abweichungen von den geltenden Regelwerken bzw. der Ausschreibung einer konstruktiven Lösung zugeführt. Bei einigen spezifischen Problemen erfolgte auch die Beteiligung der BAW , so z. B. bei der Konkretisierung für die Lastansätze des Schiffsstoßes auf das Leitwerk .

Entsprechend den in den Vergabeunterlagen aufgeführten Bedingungen wurden alle Fertigungstätten vor Fertigungsbeginn vom AG und dem QS-Prüfer BGS besichtigt und die betrieblichen Voraussetzungen begutachtet. Danach wurde dem Beginn der Fertigung, unter Beachtung von noch zu erfüllenden Auflagen, zugestimmt. Die Überprüfungen umfaßten die Werkstoffnachweise, die Materialrückverfolgung, die werksinterne Qualitätssicherung, die *schweißtechnischen* Voraussetzungen ( großer Eignungsnachweis, Verfahrens- und *Schweißerprüfungen* sowie Prüfpersonal), die *Schweißanweisungen* (WPS) und *Schweißfolgepläne*, die Vermessung und nicht zuletzt den Korrosionsschutz. Als Materialien für die Überbauten wurden hauptsächlich Grobleche der Dillinger Hütte GTS der Güte S355 J2G3 mit dem Abnahmezeugnis 3.1 C eingesetzt. Das Abnahmeinstitut war der TÜV-Saarland. Es wurden Breiten bis zu 4500 mm und Dicken bis zu 80 mm (bei der Strombrücke) verwendet, um eine wirtschaftliche Fertigung zu erreichen.

Ein Hauptproblem bei der technischen Bearbeitung stellten die vier großen Kalottenlager der Strombrücke dar. Sie müssen eine Vertikallast von ca. 135 MN (13500 t) aufnehmen , einer in Deutschland bisher noch nie realisierten Größenordnung . Diese Lager benötigten eine Zustimmung im Einzelfall. An der MPA Stuttgart ist hierzu ein Dauerschwingversuch durchgeführt worden, mit dem die notwendigen Stöße in den PTFE-Ronden sowohl parallel als auch senkrecht zur Stoßfuge auf einer Bewegungsstrecke von 2 km belastet worden. Für die Lagerkraftmessung bei den Kalottenlagern wurde eine neue Entwicklung (Patent der Fa. Maurer) realisiert, die bei der Kanalbrücke zum ersten mal zur Anwendung kommt. Hierfür wurden Druckversuche an einem Kalottenmesslager an der MPA Karlsruhe erfolgreich durchgeführt. Damit konnte die Zustimmung im Einzelfall beim BMVBW, Referat EW 23, beantragt und nach der Erteilung die Lager gebaut werden.

#### *-Werksfertigung des Stahlüberbaues der Strombrücke:*

Die Fertigung der Strombrücke erfolgte im eigenen Werk des DSD in Homburg (Saarland), im Tochterunternehmen Secometal S.A. in Saarlbe in Frankreich und im Werk Niesky des Stahlbau Plauens. Saarlbe fertigte die 63 Trogbodenelemente, die je ca. 60 t wiegen bei



34 m Länge sowie 1,9 m Höhe und 3,8 m Breite. Die kompletten Hauptträger stellten die Werke Homburg und Niesky her. Die beiden Hauptträger sind in 11 Schüsse aufgeteilt mit Einzellängen von 14 m bis 30 m. Im Querschnitt wird jeder Schuß in 4 Segmente unterteilt, dem Untergurt, der Trogwand, den Pfosten und Diagonalen sowie dem Obergurt. Dazu kommen noch Querschotte an jedem 2. Pfosten. Daraus ergeben sich 2x 33 große und diverse kleine Fertigungseinheiten. Das Stückgewicht beträgt maximal etwa 150 t. Alle Teile kamen über die Straße zur Baustelle, da die Werke keinen direkten Wasserstraßenanschluß besitzen.

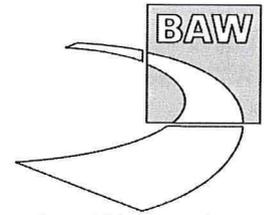
Der Zusammenbau erfolgt auf sogenannten Schnürböden, die gewährleisten, dass die Bauteile in der spannungslosen Werkstattform aneinandergesetzt und nach einem Schweißfolgeplan (hierbei werden das Schweißverfahren, die Vorwärmtemperatur, die Anzahl und die Richtung der Schweißlagen definiert) *verschweißt* werden können. Die Schnürböden müssen entsprechend den Detailüberhöhungszeichnungen in den Werkstätten hergestellt werden. Dies ist recht kompliziert bei räumlich überhöhten Bauteilen wie der Strombrücke. Die Gesamtüberhöhung in Brückenmitte beträgt in Längsrichtung rund 330 mm und in Querichtung rund 110 mm .

Als *Schweißverfahren* kommen das *Metallaktivgas (MAG)*- und das *Unterpulver (UP)*- Verfahren zum Einsatz. Beides sind hochproduktive automatisierte Verfahren. Die fertigen Bauteile werden von der Eigenkontrolle vermessen und die *Schweißnähte* entsprechend dem *Schweißnahtprüfplan* für die Werkstattnähte überprüft. Hier setzt die praktische Kontrolle des Qualitätssicherers BGS ein. Nach der Freigabe für den Korrosionsschutz werden die Teile mittels Strahlkies auf den Reinigungsgrad SA 2,5 entrostet. Die Werksbeschichtung erfolgt nach erneuter Kontrolle der Bauteile nach dem Sandstrahlen. Entsprechend einem Gesamtablaufplan und der Freigabe zum Versand werden die Teile dann zur Baustelle befördert.

#### *-Montage des Stahlüberbaues der Strombrücke*

Die Montage der Strombrücke erfolgte im Taktschiebeverfahren. Die dafür nötige Verschiebeshahn hinter dem WL-Ost war 85 m lang. Die Teile der Hauptträger wurden direkt auf Verschiebewagen bzw. Zulagen mittels eines Raupenkranes montiert. Die Trogbodenelemente wurden zunächst zwischengelagert. Nach der Montage und dem Ausrichten der Hauptträger, wurden diese nach einem *Schweißfolgeplan abgeschweißt*. Auf der Baustelle wurden hauptsächlich das *Lichtbogenhand-* und das *Innershieldschweißen* (dort ist das Pulver mit den *Schweißzusätzen* im endlosen Fülldraht - rund 2,5 mm dick – enthalten) angewendet. Nur zum *Verschweißen* der Trogbodenelemente kam das *UP-Schweißen* zum Einsatz. Damit wurde auf der Baustelle noch recht wenig mit auto-matisierten Verfahren (*UP-* und *Innershieldschweißen* rund 30 % Anteil ) gearbeitet.

Die Trogbodenelemente wurden nach dem hydraulischen Kippen der Hauptträger um ca. 1% nach außen zwischen diese eingefädelt und miteinander *verschweißt*. Das *Verschweißen* der Hauptträger mit den Bodenträgern musste dann schnell erfolgen, um nur eine geringe Temperaturabhängigkeit zuzulassen.



nach einem *Schweißfolgeplan* untereinander und mit dem Trogboden *verschweißt*. Das Ausrichten dieser Teile war recht kompliziert, da diese Teile räumlich überhöht sind. Die Montage der Randträger erfolgte sofort in Endlage mittels Auflageblechen und Verschlösserknaggen auf den Eckträgern. Dann wurde die Schrägstellung der Innenwand kontrolliert (0,45 %) und mit dem *Verschweißen* der Trogwandnähte begonnen. Anschließend wurden die Querrahmen der Eckteile mit dem Randträger verbunden.

Nach dem *Verschweißen* dieser ersten montierten Schusses 8 und 8 a stand der Stahlüberbau in beiden Richtungen um 6,30 m über die Pfeilerachsen hinaus. Dieser Überstand diente als Auflager für die nun nachfolgend zu montierenden Schüsse. Auch die Schüsse 7 und 9 mussten mit Pendelstützen zur Einstellung der Gesamtüberhöhung unterstützt werden. Dann konnten die ersten zwei Querstöße Schuss an Schuss ausgeführt werden. Erst nach diesem *Verschweißen* war die mittragende Wirkung in Längsrichtung gewährleistet, die endgültige Überhöhung gesichert und die Pendelstützen konnten unter dem Schuß 8-8a ausgebaut werden. Alle weiteren Schüsse 1-6 und 10-16 wurden analog montiert und *verschweißt*. Im Oktober 2000 war der erste Schuß 8-8a fertig montiert. Im Oktober 2001 wurden die letzten beiden Schüsse 1 und 16 fertig montiert und Ende Januar 2002 waren die Schüsse endgültig miteinander *verschweißt*.

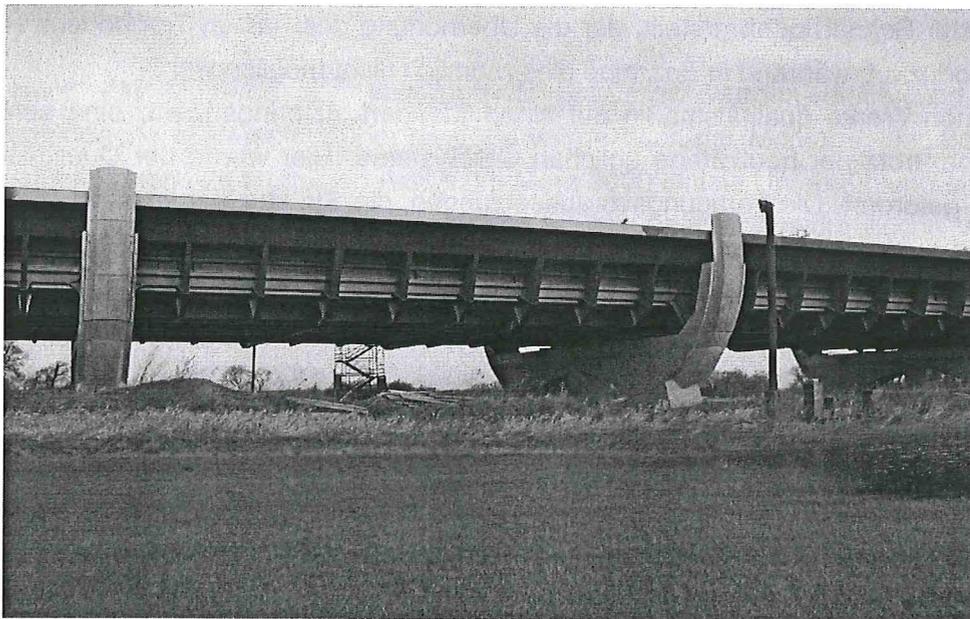
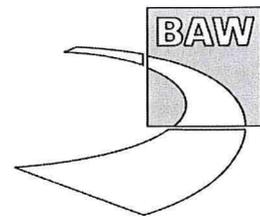


Bild 6

Bei der Montage der Vorlandbrücke kam es anfangs zu größeren Problemen. Diese ergaben sich hauptsächlich aus der Montage des räumlich überhöhten Überbaues in großer Höhe. Die in den Vorfertigungswerken mit großer Genauigkeit hergestellten Teile waren trotz aller Mühe und Sorgfalt nur schwer exakt zu positionieren (speziell die Eckteile). Außerdem ergaben sich technologische Zwänge durch das *Verschweißen* der Bodenbleche von einer abgehängten Plattform aus. Weiterhin gab es Probleme beim *Schweißen* der einseitigen Nähte an der Trogwand und im Trogboden. Es traten an den genannten Stellen größere Luftspalte auf. Auch ist die im Gegensatz zur Strombrücke recht dünnwandige Konstruktion (minimale Blechdicke von 12 mm) anfällig gegen Ausbeulen und Verwerfen beim Richten und *Schweißen*.



Schweißnähte und die Schweißfolge mußten verändert werden. Zwei Arbeitsproben wurden bei der SLV Halle nach DIN EN 288-8 geprüft, da die zu großen Luftspalte außerhalb der Norm lagen. Zum einen wurde eine Stumpfnah, Bl. 20 mm, DV-Naht, E-Hand 111 mit einem Stegabstand von 20 mm geprüft. Die zweite Prüfung betraf eine einseitige Stumpfnah, Bl. 20, V-Naht auf Unterlageblech, E-Hand 111/UP 121 mit einem Stegabstand von 20 mm für das Schweißen der Schüsse untereinander. Um dem Einfallen der dünnen Bleche entgegenzuwirken, wurde zum Teil mit Wärmestrichen die Bauteile entgegengesetzt hochgewölbt. Die Schweißnahtprüfungen mit Ultraschall auf der Baustelle ergaben bisher fast 0% Fehler, eine erstaunliche Leistung trotz der Witterungseinflüsse und des Termindruckes.

Nach dem Ende der Montage lag die Vorlandbrücke auf 2 provisorischen Elastomerlagern auf den äußeren Lagersockeln pro Pfeilerachse und war zusätzlich seitlich ( ebenfalls pro Pfeilerachse) sowie längs am Festpunkt ( Pfeilerachse 9 ) gesichert und konnte sich damit ohne Probleme aus Temperatureinflüssen frei bewegen.

**- Einlagerung der Brückenüberbauten**

Als technologischer Ablauf wurde ausgeschrieben, die Strombrücke im Zustand ,Trog leer, endgültig nach dem Verschub einzulagern. Hier sollen zunächst die 4 Lager auf den Strompfeilern und danach die Lager der Pfeilerachsen 17 und 20 (den Endachsen) eingelagert werden. Dabei wurden die zu erwartenden großen Setzungen der Strompfeiler (rund 10 cm) durch erhöhte Betonage dieser Pfeiler und im Strombrückenüberbau durch eine überhöhte spannungslose Werkstattform berücksichtigt.

Überhöhung

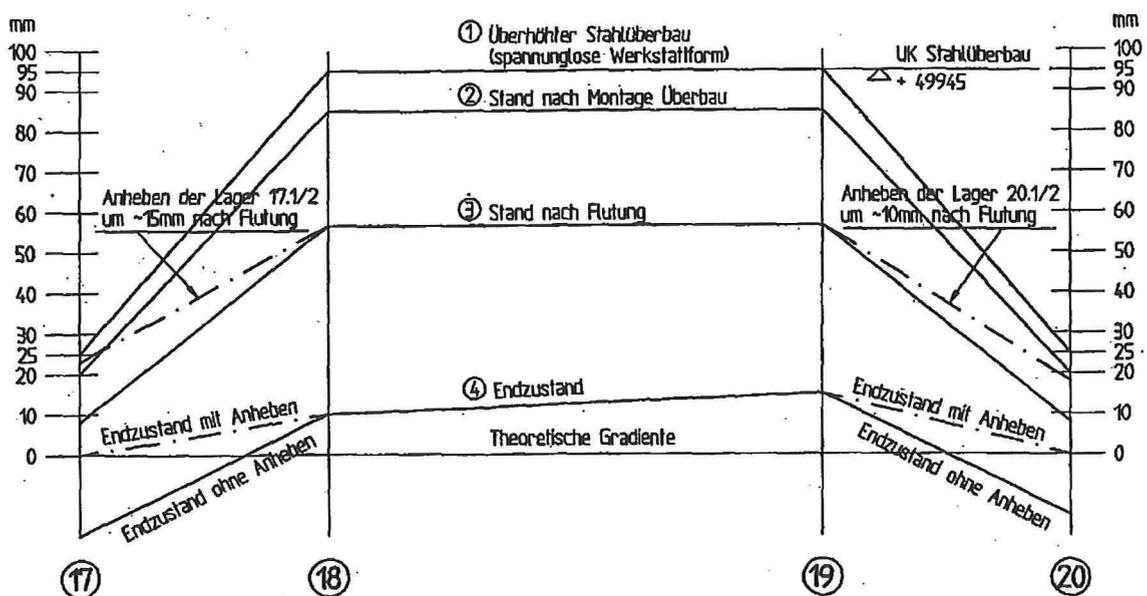
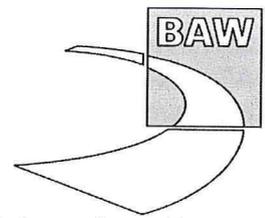


Bild 7 – Einlagerung Strombrücke



Die großen Setzungen ergeben sich aus der Besonderheit von Kanalbrücken, dass die entscheidende Belastung nicht das Eigengewicht der Brücke ( ca. 25.000 t ) sondern die Wasserlast (hier ca.130.000 t ) ist !

Mittels Extensometermessungen erfolgten Hochrechnungen der zu erwartenden Setzungen nach der Wasserfüllung. So sollen möglichst die großen Futterplatten unter den Strompfeilern vermieden werden. Nur bei eventuell auftretenden Setzungsdifferenzen werden sie unerlässlich. Die 4 großen Strompfeilerlager ( je ca. 30 t Gewicht, hergestellt bei der Firma Maurer) wurde im Frühjahr 2001 mittels Mobilkran aus dem Strombrückenüberbau auf die Pfeiler abgelassen und dann unter den Überbau verschoben. Zu diesem Zeitpunkt musste der Überbau wieder mit je 3 1000 t Pressen pro Strompfeiler angehoben werden. Da die Kraftaufnahme von rund 13.500 t bei einer Fläche von rund 10 m<sup>2</sup> eine sehr hohe Genauigkeit an die Anschlüsse der Lager, an die Betonpfeiler und den Stahlüberbau erfordert, wurde hierbei wiederum Neuland beschritten. Laut den noch geltenden Lagereinbauvorschriften hätte der Stahlüberbau im Anschlussbereich mechanisch bearbeitet werden müssen. Dies ist jedoch sehr teuer und bei solch einer großen Stahlkonstruktion fast unmöglich. Deshalb wurde ein sogenanntes Multimetal ( Epoxydharz mit kleinen Metallspänen ) als Vergussmasse zwischen der oberen Lageranschlussplatte und dem Untergurt des Stahlüberbaus eingebracht. Dazu erfolgte vorher ein erfolgreicher 1:1 Test vor Ort. Ebenso wichtig war davor die Erlangung sehr ebener und vollständig unterfütterten unteren Lageranschlussplatten auf den Pfeilern. Dies wurde mittels eines speziellen Vergussmörtels und einer abgestimmten Einbringtechnologie ( erzielt nach acht 1:1 Versuchen vorher an Land ) erreicht. Zusätzlich wurden dann noch nach der Lagermontage diese Lagerankerplatten mittels Epoxydharz mit 200 bar verpresst. Wie notwendig dies war, zeigte sich im Verbrauch des Epoxydharzes von rund 18 l bei 10 m<sup>2</sup> Verpressfläche!

Die Einlagerung für die Vertikalkraftlager an den Endachsen 17 und 20 erfolgte im Januar 2002 im Prinzip analog zur Einlagerung der großen Stromlager mit der selben Genauigkeit und Methode. Damit hat der Strombrückenüberbau seine endgültige überhöhte Gradienten vor der Wasserfüllung erhalten. Nach dieser Gradienten kann nun die Vorlandbrücke beginnend vom Übergangspfeiler 17 in Richtung Widerlager West ( Achse 1 ) eingelagert werden.

Die Einlagerung der Vorlandbrücke ist noch in der Vorbereitungsphase. Vor dem Beginn der Einlagerung des Vorlandbrückenüberbaues müssen zunächst dort an den Achsen 1 bis 17 die unteren Lagerankerplatten eingebaut und vergossen werden analog dem Verfahren und der Gradienten der Strombrücke, der gesamte Überbau auf eine gleiche Höhe auf provisorischen Lager ausgerichtet und die 4 Abspannvorrichtungen pro Achse montiert werden, da abweichend von der Ausschreibung nun vorgesehen ist, die Vorlandbrücke ohne Wasserlast einzulagern.

Die Einlagerung erfolgt dann entsprechend einem Einlagerungskonzept so, dass immer 4 Achsen angehoben werden und die äußere Achse ( 5 Kalottenlager pro Achse ) endgültig eingelagert und mittels der 4 Abspannvorrichtungen gegen Abheben gesichert wird. Dies wird fortgesetzt, bis alle Achsen fest angeschlossen sind. Aufgrund des statischen Systems ist nach spätestens 4 Achsen die Beeinflussungen aus der statischen Unbestimmtheit in Längsrichtung abgeklungen. Bei der rechnergestützten Einlagerung werden über den Druck

der Hydraulikpressen die Kräfte gemessen und über eine mehrstufige Iteration mittels heben und senken der einzelnen Lagerungspunkte die Kräfte auf ca. 5 % genau eingestellt. Dieses Verfahren ist schon bei einzelnen kleineren Brücken und anderen Bauten erfolgt, bei einer so großen Brücke jedoch noch nie. Dafür sind 16 Hydraulikaggregate und 40 Pressen gleichzeitig notwendig. Nach der Einlagerung eine Achse ist dann die Überprüfung der Lagerkräfte durch die installierte interne Lagerkraftmessung in den Lagern möglich und eine gute Kontrolle der vorher über die Pressen gemessenen Kräfte.

Anschließend wird die ganze Kanalbrücke geflutet. Zum Ausgleich der Sofortsetzungen wird das Wasser mindestens 100 Tage stehen gelassen. Zur eventuellen notwendigen Korrektur der Einlagerung durch andere als die erwarteten Setzungen ist danach ein gezielter Futterplatteneinbau möglich.

*- Korrosionsschutz der Überbauten:*

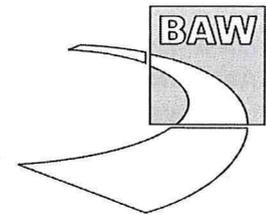
Der Korrosionsschutz erfolgt nach einem speziellen Korrosionsschutzplan für die beiden Überbauten, aufgeteilt nach allgemeinen Angaben und in 9 Bereichen.

Für den wesentlichen Bereich der Außenflächen (Bereich 1 – Ausführung nach ZTV-K) wurde nach starker Diskussion in der Entwurfsphase nur eine Gesamtschichtdicke von 230 mym vorgesehen, da mittlerweile die Umgebung von Magdeburg Landluftqualität hat. Dabei wurde dann allerdings sehr auf Beständigkeit und Optik wertgelegt und ein 3-Schichtensystem (70 mym Zinkstaub, 80 mym Epoxydharz-Eisenglimmer, 80 mym PUR-Eisenglimmer) mit Stoffen nach DB-TL 918 300 BL 87 gewählt. Alle äußeren umhüllenden Flächen (z. B. Fachwerk der Strombrücke) werden blau gestrichen (DB 503) und alle zurückspringenden Flächen (z.B. Trogaußenwand der Brücke) werden grau gestrichen (DB 702). Diese Farbkombination betont die Stahlkonstruktion sehr gut und symbolisiert auch das blaue Wasserstraßenkreuz.

Für die Strombrücke sind die Arbeiten für diesen Bereich zu über 95% abgeschlossen, da sie schon vor dem Taktschieben des Überbaues unter fabrikmäßigen Methoden geschützt hinter einer Einhausung ausgeführt werden konnten. Etwas problematisch ist der jetzt schon zu erkennende erhöhte Vogelbesatz hinter dem architektonisch gewollten Fachwerk der Strombrücke. Hier sollen in diesem Jahr Versuche mit einer neuen Methode der Vogelvergrämung mittels Versprühen von Duftstoffen unternommen werden.

Die selben Arbeiten für die Vorlandbrücke sind wesentlich aufwendiger, da riesige Gerüste unter jedem einzelnen Feld des 16-feldigen Überbaues für den Korrosionsschutz erforderlich sind und eine Beheizung insgesamt nicht realisierbar ist. Bis Oktober 2001 wurden daher nur 5 von 16 Felder fertig konserviert, für die restlichen Felder beginnen gerade wieder die Arbeiten.

Vor der Flutung der Brücke muss natürlich der Korrosionsschutz des gesamten Troges innen (Bereich 2 – Ausführung nach ZTV-W) erfolgt sein. Zunächst wurden die Trogwände auf der Baustelle gesandstrahlt auf Normreinheitsgrad Sa 2,5 und mit 50 mym Zinkstaub grundiert. Anschließend wurde an den Wänden 2x 500 mym eine Dickbeschichtung mit Icosit SW 500 (Fa. SIKA) mit einem Airless-Heizspritzverfahren mittels moderner fest eingestellter Gerätetechnik durchgeführt.



Diese neue Gerätetechnik wurde von dem Applikateur der Fa. Hanisch allerdings erst eingesetzt, nachdem es zu Beginn der Arbeiten an der Strombrücke größere Probleme mit der normalen Handmischtechnik für den 2 K – Beschichtungsstoff gab.

An den Wänden wird aus Sicherheitsgründen 2x 500 mym aufgetragen, um ein Abrutschen der Farbe zu verhindern. Am Boden soll jedoch nach dem automatisierten Strahlen ( fahrbare Kugelstrahlgeräte) und der Grundierung gleich 1x 1000 mym Deckbeschichtung aufgetragen werden. Die Farbstoffe sind spezielle Stahlwasserbaubeschichtungen, die von der BAW in Karlsruhe zugelassen und auch verträglich mit der aktiven KKS-Anlage sind. Noch nicht ganz abgeschlossen sind die Diskussionen ( Fa. SIKA – BAW ) nach den neuen Abriebsprüfungen der BAW im Rahmen der Qualitätsüberwachung. Gegenüber der Zulassungsprüfung ergeben sich für den eingesetzten Stoff geringfügige Abweichungen bei Anwendung anderer Prüfmaschinen. Die Ursache ist jedoch nicht in dem Einsatz von diesem Produkt in einem hellen Ton ( RAL 9002 ) zu suchen. Es wird hier ein heller Grauton angewendet, der ein zu starkes Aufheizen des Troges im leeren Zustand speziell bei der Einlagerung der Überbauten verhindern soll.

Die Farbgebung der Wände für die Strom- und Vorlandbrücke wurde Anfang März 2002 im wesentlichen ohne größere Probleme abgeschlossen, nachdem unter starkem Druck die Fa. Hanisch bewegt werden konnte, eine vernünftige Einhausung und Heizung größerer Bereiche vorzunehmen.

Die Konservierung des Trogbodens erfolgt ab Mai 2002 nach der erfolgten Montage der Leitwerke und der restlichen Ausrüstungsteile im Trog in einer konzentrierten Aktion beginnend am WL-West bis zum WL-Ost hinein bis in den Sommer noch rechtzeitig vor der Wasserfüllung des Troges im Herbst.

### **Ausrüstung der Brücke und Probetrieb**

Die Brücke wird derzeit mit den schon im Abschnitt Neuplanung beschriebenen Ausrüstungsteilen versehen . Die Montage der Standartleitwerke mit über 2000 t Gewicht (hergestellt bei einer Firma in Vitkovice in Tschechien) in den Stahlüberbauten ist gerade abgeschlossen wurden.

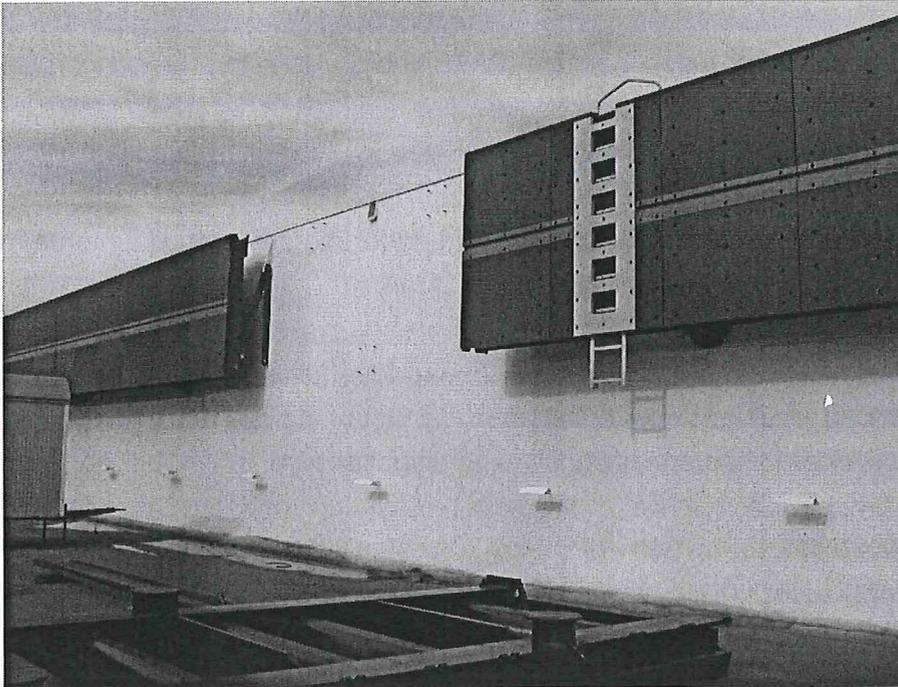


Bild 8

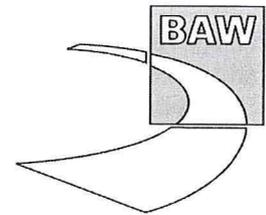
Es fehlen noch die komplizierten Übergangsstücke zwischen den Stahlüberbauten und an den Übergängen zu den Widerlagern sowie die verstärkten Leitwerke in den sich aufweitenden Widerlagern selbst. Hierzu waren noch abweichende Festlegungen von der Ausschreibung ( basierend auf dem BAW-Gutachten ) notwendig, weil sich einfach der Lastfall für ein „aufreitendes“ Schiff mit der gewählten Konstruktion der Aufhängung über Zuglaschen nicht konstruktiv realisieren ließ. Aber in enger Zusammenarbeit ( WNA, BAW, Püf.-Ing. , Statiker und ausführende Firma DSD ) wurde auch dieses Problem in einer Beratung beim Prüf.-Ing. praktisch gelöst, in dem für diesen Bereich zusätzliche Pendel-stützen vorgesehen wurden.

Die Montage der Anlagen der Hochwasserentlastung werden nach der nun erfolgten Fertigstellung des Massivbaues des Widerlagers West ab Mai 2002 beginnen können. Dies gilt ebenso für die Kathodenschutz- und die Luftsprudelanlage im Trog sowie für die Dehnfugen und Fahrbahnübergänge.

Von dem sich ständig erweitertem speziellen automatischen Messprogramm für die Kanalbrücke sind aktuell folgende Teilbereiche schon im Betrieb oder vorgesehen:

- *Stahlüberbauten:*

Bei dem Strombrückenüberbau werden die statischen Berechnungen vor allem die Aufteilung der Kräfte in den aufgelösten Hauptträgern - was kommt wirklich an der Fachwerkscheibe an – überprüft durch den Prüf.-Ing. mittels Dehnungsmessungen an ausgewählten Querschnitten des Überbaues. Die BAW führt Temperaturmessungen an abgestimmten Querschnitten der Strom- und Vorlandbrücke aus , um Erkenntnisse für die Verhältnisse vor und nach der Wasserfüllung für die Einlagerung und Temperatureinflüsse auch in Querrichtung zur Brückenachse zu erhalten.



- *Pfeiler:*

Ständige Setzungsmessungen mittels Extensometern (BAW) und geodätische Messungen geben Vorhersagen für die Bauwerkssicherheit und die Einlagerung.

- *Lager:*

Die vorgesehene Lagerkraftmessungen sowie die Kipp- und Gleitspaltmessungen werden für die endgültige Einlagerung wichtige Hinweise und für die späteren Hauptprüfungen der Kanalbrücke zu erheblichen Erleichterungen führen.

Auf der Basis dieses Messprogramms entwickelte sich eine Idee für ein umfassendes modernes Bauwerksmonitorings, dass auch die automatische Steuerung der KKS-Anlage, der Luftsprudelanlage und der Hochwasserentlastungsanlage enthalten wird.

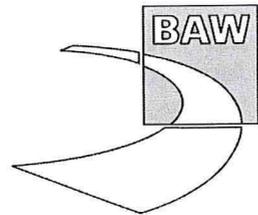
Doch zunächst muss das Bauwerk in Betrieb gehen können. Dazu ist ein speziell abgestimmter Probetrieb notwendig. Als erstes wird der Revisionsverschluss am Anschluss zum Kanal im WL-West im spätestens im Juni dieses Jahres gesetzt werden, um die MLK-Strecke S12 westlich der Kanalbrücke fluten zu können. Nach der Erprobung der HWE im trockenen kann zusätzlich der RV-Verschluss östlich der HWE im WL-West gesetzt werden und die HWE-Anlage mit Wasser unter Betriebsbedingungen getestet werden. Erst danach kann der RV-Verschluss im WL-Ost gesetzt werden und die Kanalbrücke als ganzes langsam geflutet werden und die 100 Tage Wasserfüllung zum Abklingen der Sofortsetzungen beginnen. In der Phase der nochmaligen Troglehrung ab Januar 2003 soll dann die erste Hauptprüfung nach DIN 1076 stattfinden.

### **Bisherige Erfahrungen bei der Ausführung**

Voraussichtlich soll 2003 das erste Schiff die Brücke passieren. Dazu ist allerdings die Fertigstellung der Schleuse Hohenwarthe und der Strecke dazwischen erforderlich. Zum Schluss noch ein kurzes Zwischenresümee:

Die Praxis hat gezeigt, dass eine eigene Ausschreibung sowie Überwachung auf der Baustelle durch den AG vorteilhafter ist als eine vollständige Vergabe an Ing.-Büros. Die Beherrschung der komplexen Prozesse von der Konstruktion über die Fertigung bis zur Montage stellt erhöhte Anforderungen an die Koordination auf der Seite der ausführenden ARGE, da eine sehr hohe Aufteilung und Untervergabe der zu erbringenden Leistungen heute Normalität ist. Demgegenüber ist jedoch ein genauso hoher Aufwand auf der AG-Seite für die Überwachung zu betreiben, um die gewünschte Qualität für das Gesamtbauwerk sicherzustellen.

Speziell zur Problematik der Anwendung von Regelwerken ist zu vermerken, dass die bei Abwicklung einer soll komplexen Baumaßnahme die verschiedensten und sehr umfangreiche Regelwerke beachtet werden müssen in den Phasen von der Planung bis zur Realisierung. Dies bedeutete aber kein einfaches Beachten und Umsetzen, sondern es waren unter Anwendung der aktuell geltenden Regelwerke die Besonderheiten des Bauwerkes zu erkennen und zu berücksichtigen (hier die Notwendigkeit der Erarbeitung eines speziellen



Lastenheftes in der Planungsphase). In der Phase der konkreten statischen und konstruktiven Umsetzung führten die vorher getroffenen Annahmen und Regelungen an einigen Stellen zu Problemen, die nur in enger Zusammenarbeit aller Beteiligten durch Ausnahmeregelungen oder veränderten konstruktive Lösungen bewältigt werden konnten. Die Ausführungsphase in den Werkstätten und auf der Baustelle erforderte der jeweiligen Situation angepasste bauaufsichtliche Regelungen, die in einem umfangreichen speziell aufgestellten Qualitätssicherungssystem für die Baumaßnahme eingingen und bei der Abwicklung des Projektes den verändernden Bedingungen ständig angepasst wurden.

Das Bauwerk soll mindestens 100 Jahre die Elbauenlandschaft bei Magdeburg-Hohenwarthe prägen und vom Vermögen seiner Ersteller zeugen. Die Ingenieure, Techniker, Monteure und *Schweißer*, die für die Stahlüberbauten verantwortlich zeigen tragen zum großen Anteil dazu bei. Der erste große Bewährungstest wird die Wasserfüllung und die Erprobung 2002/2003 sein. Dann wird sich zeigen, ob der Stahl erfolgreich und dauerhaft *zusammengefügt* wurde und die Regelwerke innovativ angewendet wurden !

#### **Literatur**

- (1) Fiedler, K. : Bau der Kanalbrücke über die Elbe - Wasserstraßenkreuz Magdeburg  
Vortrag am 09.11.99 - Uni Stuttgart / Vortragsreihe Ingenieurbau - gestern und heute  
( nicht veröffentlicht )
- (2) Grassl, M. , Menzel, T. , Mündecke, M. : Kanalbrücke Magdeburg - Entwurfsplanung, Ausschreibung , Stand der Bauausführung , Stahlbau 68 (1999), H. 9 S. 693-702
- (3) Eichler, D. , Ehmge, A. , He, S. : Entwurf und Bau der Kanalbrücke über die Elbe , Stahlbau 70 (2001), H. 1 S. 3-10
- (4) Fiedler, K.: Fertigung und Montage der Stahlüberbauten der Kanalbrücke Magdeburg - Qualitätssicheres Schweißen unter schwierigen Bedingungen  
Vortrag am 17.05.01- 11. Schweißtechnische Fachtagung des DVS BV Magdeburg  
( im Tagungsband veröffentlicht )
- (5) Hanswille, G. , Kina, J. , Steffen, A. , He, S. : Die Kanalbrücke über die Elbe  
Teil 1: Tragwerkspl. und Konstruktion der Strombrücke , Stahlbau 70 (2001) H. 6 S. 369-378
- (6) Meyer, H. , He, S. : Die Kanalbrücke über die Elbe  
Teil 2 : Tragwerkspl. und Konstrukt. der Vorlandbrücke , Stahlbau 70(2001) H. 7 S. 425-428
- (7) Ehmge, A. , He, S. , Schwartz, P. , Walesch, P. : Die Kanalbrücke über die Elbe  
Teil 3 : Bauausführung , Stahlbau 70(2001) H. 8 S. 554-558
- (8) Ehmann, R. , Mangerig, I. : Kanalbrücken – Besondere bauwerksspezifische Einwirkungen, Stahlbau 70(2001), H. 1 S. 11-18