



- Zum Planungsstand der festen Fehmarnbeltquerung
- Neubau der Kanalüberführung Elbeu bei Magdeburg
- Technische Textilien für den mobilen Hochwasserschutz
- 4-Stufen-Risikosimulation zur Ermittlung von Mittelabflüssen
- Menscheninduzierte Schwingungen in Stadien
- „Echolot“ – ein hölzerner Experimentalpavillon
- Aus der Frühzeit des Betonbaus

Neubau der Kanalüberführung Elbeu in der Osthaltung des Mittellandkanals bei Magdeburg

Der Mittellandkanal (MLK) ist eine Bundeswasserstraße und mit 325,3 km Länge die längste künstliche Wasserstraße in Deutschland. In europäischer Dimension ermöglicht der MLK über das innerdeutsche Kanalnetz eine Verbindung zwischen den Niederlanden, Belgien, Luxemburg, Frankreich und der Schweiz auf der einen, mit Polen und Tschechien auf der anderen Seite. Im Zuge des Ausbaus der West-Ost-verbindenden Binnenwasserstraßen (Projekt 17 der Verkehrsprojekte Deutsche Einheit) erfolgt derzeit der Neubau der Kanalüberführung bei Elbeu einschließlich des Ausbaus des Mittellandkanals von MLK-km 315,15 bis 318,45. Mit einer eigens für die Maßnahme hergestellten Umfahrung des Kanals (Ausweiche) stellt dieses Projekt eine Besonderheit im Bereich der Infrastrukturplanung dar. Der Bericht beschreibt die Aufgaben und Anforderungen dieses herausragenden Projektes, welches sowohl bei der Planung als auch bei der Ausführung eine besondere Herausforderung für alle an der Umsetzung des Großprojektes Beteiligten darstellt.

Keywords Mittellandkanal; Ausbau Osthaltung; Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 17; Kanalüberführung Elbeu; Hohe Dammlage; Ausweiche, einschiffige; Dammfußertüchtigung

Reconstruction of the overfly Elbeu in the eastern section of the Mittellandkanal near Magdeburg

The Mittellandkanal (MLK) is a federal waterway and with a length of 325,3 kilometres the longest canal in Germany. Regarding Europe the MLK establishes together with the German canal network a connection among the Netherlands, Belgium, France and Switzerland on the one side and Poland and Czech Republic on the other side. In the course of expanding the east-west connecting inland waterways (project No. 17 „Verkehrsprojekte Deutsche Einheit“) the new overfly Elbeu including the expansion of the Mittellandkanal from MLK-km 315,15 to 318,45 is presently being built. Because of the bypass especially built for this construction work this represents a special project in infrastructure planning. The report shows the tasks and requirements of this outstanding project which represents as well in planning as in completion unique challenges for all parties involved.

Keywords Mittellandkanal; expanding eastern section; project No. 17 „Verkehrsprojekte Deutsche Einheit“; overfly Elbeu; high dam position; one-way bypass; retrofitting of dam bases

1 Grundlagen

Der Ausbau des Mittellandkanals (MLK) stellt den Anschluss der Großräume Magdeburg und Berlin an die wichtigsten Nordseehäfen und die westlichen Industriezentren durch eine leistungsfähige, sichere und umwelt-

freundliche Wasserstraßenverbindung der Klasse Vb sicher (Bild 1).

Der vorhandene, unzureichende Kanalquerschnitt wird aufgeweitet für leistungsfähige Großmotorgüterschiffe bis 110 m Länge und Schubverbände bis 185 m Länge mit einer Breite von 11,45 m und einem Tiefgang von 2,80 m. Die Schiffe haben eine Tragfähigkeit von 2 100 t bzw. 3 500 t.

Das Wasserstraßen-Neubauamt (WNA) Helmstedt ist für den Ausbau der Osthaltung des MLK zwischen Wolfsburg und Magdeburg verantwortlich.



Bild 1 Osthaltung des Mittellandkanals
Eastern section of the Mittellandkanal

2 Die vorhandene Situation

Der Ausbau dieser Wasserstraßenverbindung ist weit vorangeschritten und steht nun kurz vor seinem Abschluss. Von Westen her ist Haldensleben schon fast optimal angebunden. Es fehlen noch Teile des Bereichs, der sich östlich von Haldensleben rund 15 km bis zum Wasserstraßenkreuz in Magdeburg erstreckt. In diesem Bereich nordwestlich von Magdeburg liegt der Kanal in der Hohen Dammlage. Der Kanalwasserspiegel befindet



Bild 2 Die Kanalüberführung Elbeu vor Beginn der Bauarbeiten
The flyover Elbeu before starting the construction works

sich ca. 15 m über dem umliegenden Gelände. Die Sohle des Kanals ist mit einer Naturdichtung aus Ton gedichtet, um das Durchströmen der Dämme zu verhindern.

In der „Hohen Dammstrecke“ nördlich von Magdeburg wird der MLK bei Elbeu über die Hauptstrecke der DB AG von Magdeburg nach Stendal überführt (Bild 2). Die

Kanalüberführung (KÜ) wurde 1928 über die bereits bestehende Bahntrasse errichtet. Um das Lichtraumprofil der Bahnstrecke einzuhalten, standen damals bis zur Kanalsohle (NN + 52,00 m) nur wenige Dezimeter Bauhöhe zur Verfügung. Deshalb wurde ein gemauertes Klinkergewölbe auf Stampfbetonwiderlagern erbaut. Das ca. 100 m lange Bauwerk hat eine lichte Weite von 9,60 m. Der Mauerwerksbogen hat im Scheitel eine Stärke von 64 cm, die Widerlager messen an der Basis jeweils 8 m (Bild 3). Das Bauwerk ist zu ersetzen, da es den modernen Regelprofilen des Kanals sowie denen der DB AG nicht mehr gerecht wird. Auch der Streckenabschnitt des MLK in diesem Bereich (Streckenlos Wolmirstedt), der derzeit noch im ursprünglichen Muldenprofil vorhanden ist, muss aufgeweitet werden.

3 Planung und Neubau

Nach Abwägung aller wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen und baulichen Belange wird vom WNA Helmstedt zunächst unmittelbar südlich der vorhandenen KÜ eine einschiffige Kanalbrücke im Rechteckquerschnitt als Ausweiche erstellt (Bild 4). Nach Fertigstellung dieser wird

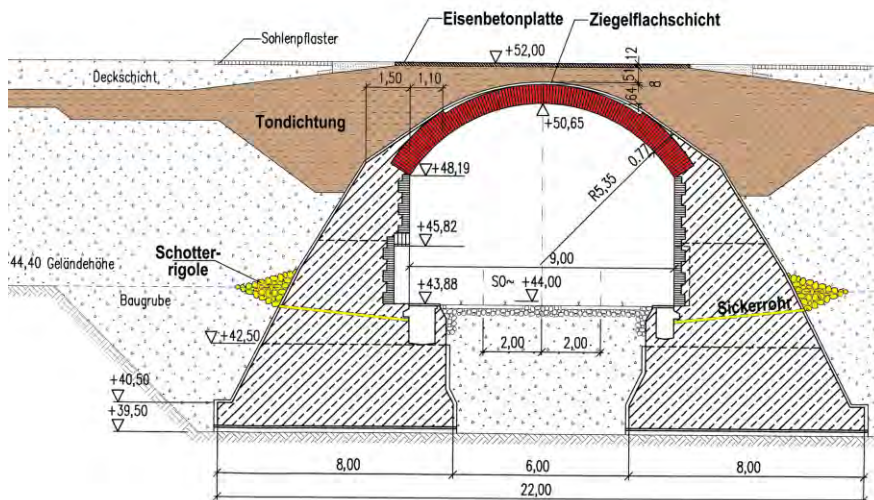


Bild 3 Querschnitt des bestehenden Bauwerkes
Cross section of the existing structure

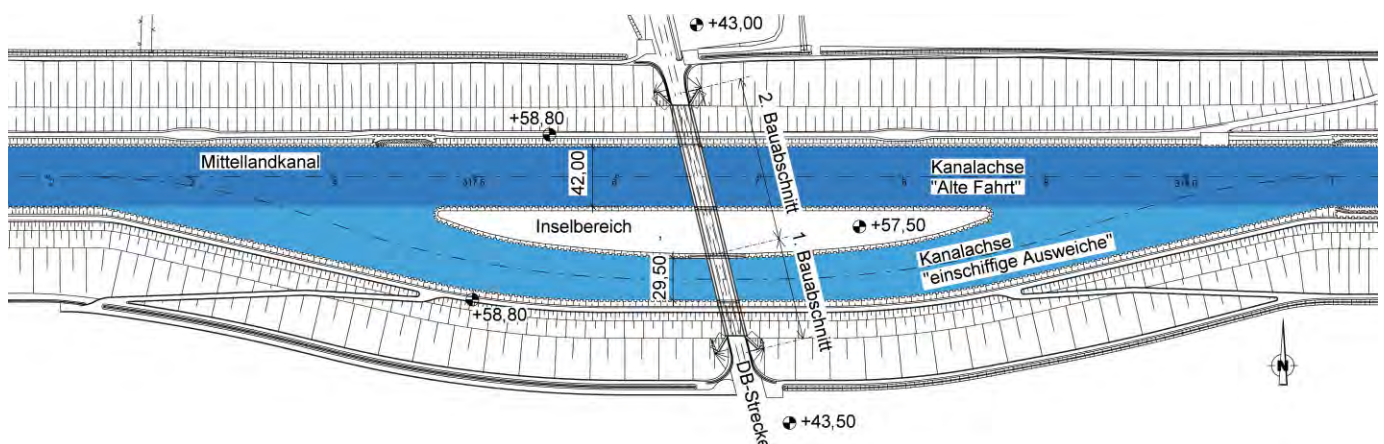


Bild 4 Lageplan: Neubau als Brücke in Standardbreite in Alter Fahrt mit einschiffiger Ausweiche in Neuer Fahrt
Layout drawing: new bridge with standard width for the main route „Alte Fahrt“ and one-way bypass „Neue Fahrt“

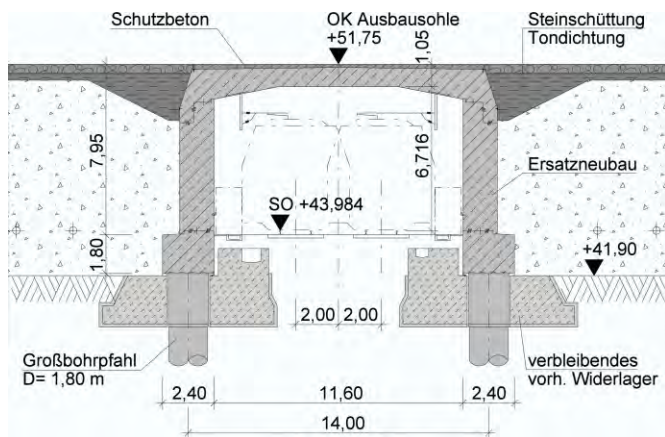


Bild 5 Querschnitt des Rahmenbauwerks
Cross section of framed structure

die alte Kanalüberführung abgebrochen und anschließend an der gleichen Stelle eine zweischiffige Kanalbrücke (Wasserspiegelbreite 42,00 m) über die Bahntrasse errichtet. Der Betrieb auf dem Kanal kann aufrecht erhalten werden. Der Bodenabbau über dem alten Gewölbe und dessen Abbruch sind während einer zweiwöchigen Vollsperrung der Bahn vorgesehen.

Bei der Planung hat sich als wirtschaftlichster Baustoff Stahlbeton erwiesen, der in Form eines nach unten offenen Rahmens ohne Lager ausgebildet wird (Bild 5) und damit besonders wartungsarm ist. Der Rahmen wird in gleicher Form auch unter der Mittelinsel zwischen Alter Fahrt und Ausweiche sowie unter den Außenböschungen ausgeführt. Die vollständige Verfüllung der Mittelinsel und der Außenböschungen über den Portalen führt neben einem Sicherheitsgewinn zu einer ökologisch günstigeren und optisch gefälligeren Lösung. Durch die Verbindung der beiden Kanalbrücken entsteht ein insgesamt 164 m langer Bahntunnel.

Entsprechend dem vorzuhaltenden Lichtraumprofil der Bahn beträgt die lichte Weite zwischen den Rahmenstiele 11,60 m. Die Bauhöhe des Rahmenriegels wird durch die obere Begrenzung des Lichtraumprofils der Bahn und durch die Kanalsole beschränkt. Sie beträgt in der Mitte 90 cm, und die Riegeloberseite ist mit einem Dachprofil (1:75) versehen. Im Bereich der Rahmenstiele ist der Riegel auf einer Länge von jeweils 3,00 m bis auf eine Bauhöhe von 1,40 m angevoutet. Die Dicke der Rahmenstiele beträgt konstant 1,60 m. Der Pfahlkopfbalken besitzt eine Breite von 2,40 m bei einer Bauhöhe von 1,80 m. Der Rahmen wird auf Großbohrpfählen $D = 1,80$ m gegründet. Der Achsabstand der Pfähle variiert belastungsabhängig über die Bauwerkslänge. In den Regelbereichen beträgt der Abstand bis zu 4,60 m, während in den Randbereichen die Bohrpfähle tangierend eingebracht werden.

Aufgrund der hohen horizontalen Einwirkungen aus dem Erd- und Wasserdruck auf die Rahmenstiele werden die Bohrpfähle in den Pfahlkopfbalken des Rahmens konstruktiv eingespannt. Diese konstruktive Einspannung



Bild 6 Herstellung der Rahmenstiele und -riegel der einschiffigen Kanalbrücke
Constructing the supporting and horizontal members of the bypass bridge

führt zu einer Bauwerksversteifung. Hierdurch werden die horizontalen Verformungen der Rahmenstiele in Richtung Gleisbett verringert und die Biegebeanspruchung der Rahmenecke reduziert.

Diese Reduzierung der Biegebeanspruchung ist aufgrund der hohen erforderlichen Bewehrungsgehalte zur normativen Sicherstellung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zwingend erforderlich. Trotz der Bohrpfahleinspannung sind Bewehrungsgehalte von bis zu $120 \text{ cm}^2/\text{m}$ in der Rahmenecke erforderlich. Diese werden durch eine zweilagige Bewehrung ($\varnothing 28/10 \text{ cm}$) abgedeckt. Um die erforderlichen Sicherheitsabstände der Bewehrung zur vorhandenen und in Betrieb befindlichen Oberleitungsanlage der DB AG einzuhalten, werden die Bewehrungsanschlüsse in Teilbereichen (Anschlussbewehrung Rahmenstiel an Rahmenriegel) durch Schraubverbindungen realisiert.

Die zweischiffige Kanalbrücke und die einschiffige Ausweiche werden in monolithischer Bauweise hergestellt. Zur Herstellung sowie zur Aufnahme unterschiedlicher Setzungsverhalten der Teilbauwerke sind beide Bauabschnitte durch eine umlaufende Raumbaugliederung getrennt. Die Herstellung der Pfahlkopfbalken und der Rahmenstiele erfolgt mit einem konventionellen Schalensystem. Die Länge der Betonierabschnitte beträgt rund 30 m. Während der Arbeiten an den Rahmenstiele ist die DB-Strecke jeweils einseitig gesperrt.

Die Herstellung des Rahmenriegels erfolgt auf einem verfahrenbaren Schalwagen (Bild 6). Dieser ist am Wandkopf auf einer Verschiebbahn mittels Konsolträgern gelagert. Der Verschiebung des Schalwagens und die Betonage des Riegels erfolgen in nächtlichen Sperrpausen.

4 Herausforderung Baugrubensituation 1./2. Bauabschnitt

Der Übergang vom 1. Bauabschnitt (1. BA, Errichtung der einschiffigen Kanalbrücke) zum 2. Bauabschnitt

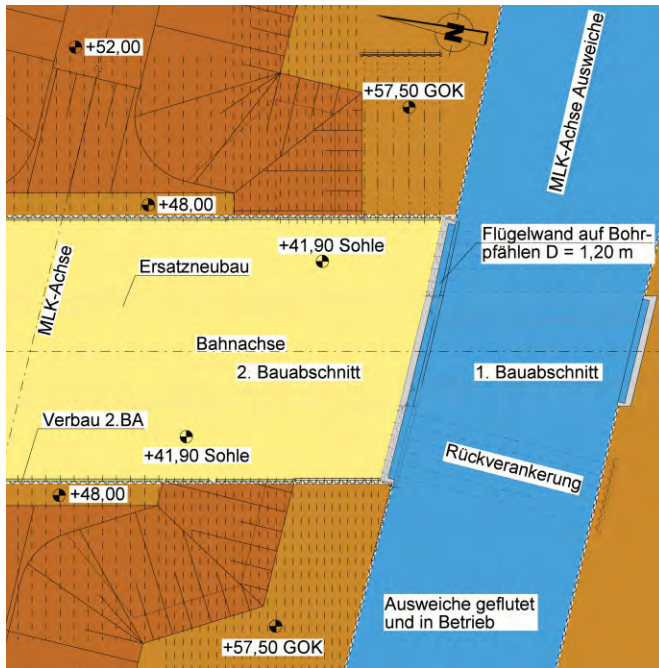


Bild 7 Draufsicht Übergang Baugrube 1. BA zum 2. BA
Top view building pit changeover between block 1 – block 2

(2. BA, Errichtung der zweisechiffigen Kanalbrücke) stellt eine besondere Herausforderung an die Konzeption und Auslegung der Baugrube dar.

Nach der Fertigstellung und Inbetriebnahme der einschiffigen Ausweiche sowie der Herstellung der Baugrube für den 2. BA bildet die nördliche Trogwand der einschiffigen Kanalbrücke zusammen mit zwei anschließenden, parallel zur Kanalachse verlaufenden Flügelswänden die südliche Begrenzung der Baugrube des 2. BA (Bild 7). Die auf

überschnittenen Bohrpfehlen $D = 1,20$ m tiefgegründeten Flügelswände und die Trogwand bilden somit die direkte Trennung zwischen der Baugrube und der schiffahrts-technisch genutzten Ausweiche.

An diese stirnseitige Verbauwand werden demzufolge besondere Anforderungen hinsichtlich der Standsicherheit und Dichtigkeit gestellt, da diese Wand die einzige Sicherungslinie zum ca. 15 m höher liegenden Kanal darstellt.

Neben den Einwirkungen aus Erddruck, Eisdruck und Schiffsanprall muss die Wand im Falle einer eventuellen Undichtigkeit der Kanalsohle ebenfalls dem anstehenden hydrostatischen Wasserdruck vom oberen Bemessungswasserstand BW_0 bis zur Baugrubensohle standhalten (Bild 8).

Die Verbauwände (in Baugrubenlängsrichtung) und die Flügelswände (als Teil des stirnseitigen Verbaus) erfahren zeitlich und belastungstechnisch differenzierte Einwirkungen. Die für die Flügelswände zu berücksichtigenden Einwirkungen wie z. B. Eisdruck und Schiffsanprall können für die Verbauwände nicht auftreten. Der Wasserdruck infolge einer defekten Dichtung steht für die Flügelswände in voller Größe an, für die Verbauwände baut sich dieser mit zunehmendem Abstand zu den Flügelswänden ab. Bei einer Aussteifung der Flügelswände gegen die Verbauwände würden sehr hohe Abtriebskräfte generiert werden, welche von der Verbaukonstruktion nicht abgeleitet werden können.

Für die Ausführung wurde daher ein belastungsorientiertes Baugrubenkonzept mit einer Entkopplung der Verankerung der Verbauwände und der Flügelswände entwickelt.

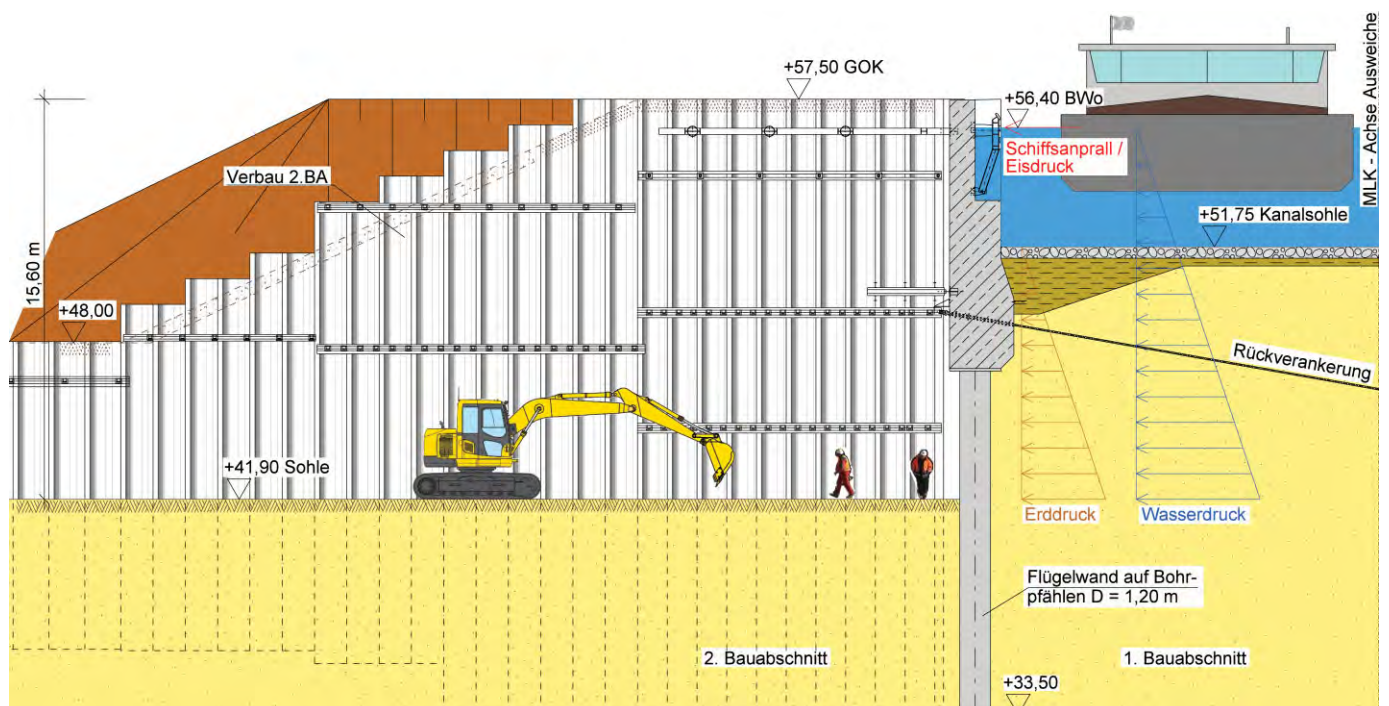


Bild 8 Einwirkungen auf stirnseitige Flügelswand (außergewöhnliche Bemessungssituation BS-A, „Dichtung defekt“)
Actions on return wall (accidental situation BS-A, „sealing failure“)



Bild 9, 10 Rohrdurchführungen der Verankerungselemente, Ansicht der Flügelwände
Passing pipes for anchoring elements, view of return walls

Die Verbauwände werden im direkten Anschlussbereich an den 1. BA in drei Lagen mit bis zu 42,50 m langen Verpressankern mit einem minimalen Abstand von 58 cm verankert, um die hohen Verankerungskräfte infolge des Wasserdrucks aufnehmen zu können.

Die tiefgegründeten Flügelwände werden mit einer vorgespannten Totmann-Konstruktion (GEWI-Stähle $\varnothing 63,5$ mm an Ankerwand AZ25) einfach rückverankert. Die Rückverankerung liegt dabei unterhalb der Kanalsohle im Bereich der neu aufgefüllten Ausweiche. Die Rohrdurchführungen und Verankerungselemente wurden bereits bei der Herstellung der Uferwände mit eingebaut (Bilder 9 und 10).

Die sichere Umsetzung der Maßnahme hat oberste Priorität, sodass das gewählte Verankerungskonzept einen wesentlichen Anteil zur Minimierung der Risikopotenziale beiträgt.

5 Streckenausbau

Im Vorfeld der Planungen wurden Standsicherheitsuntersuchungen für den 3,3 km langen Abschnitt in der Hohen Dammstrecke bei Elbe durchgeführt. Die Dammhöhen ergeben sich zu 7 m bis 17 m. Für diese Untersuchungen wurde das geplante Ausbauprofil des Kanals (Rechteckprofil mit 42 m Wasserspiegelbreite) zugrunde gelegt. Die Standsicherheit der wasserseitigen Böschungen war bereits bei früheren Untersuchungen nachgewiesen worden, sodass nur die luftseitigen Böschungen betrachtet wurden.

Die Berechnungen zeigten eindeutig, dass der vorhandene Damm (Bild 11) keine ausreichende Standsicherheit aufweist. Als Sicherungsmaßnahmen wurden je nach Ab-

schnitt Vorschüttungen und Bodenaustausch konzipiert, sodass die Standsicherheit nach dem „Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen“ (MSD, 1998) der Bundesanstalt für Wasserbau nachgewiesen werden konnte.

Nach einer EU-weiten Ausschreibung beauftragte das WNA Helmstedt im Februar 2010 die Firma Johann Bunte aus Papenburg mit dem Neubau der KÜ und dem Ausbau des zugehörigen Streckenabschnitts Wolmirstedt. Die Auftragssumme beträgt 56,5 Mio €. Die beschriebene Variante wird derzeit ausgeführt.

Vor Beginn der Bauarbeiten am Kanalquerschnitt wurden die Dammfüße ertüchtigt. Durch die Ertüchtigung der Dämme, die eine schadlose Durchströmung ermöglicht, wird das Sicherheitsniveau so erhöht, dass ein Versagen der Dichtung nicht zu Schäden im Dammbereich führen kann.



Bild 11 Ertüchtigung der Dammfüße
Retrofitting of dam bases



Bild 12 Ausweiche in Betrieb, Alte Fahrt gelenzt
Bypass in use, main route "Alte Fahrt"
pumped out



Bild 13 Abbruch Tunneldecke in zweiwöchiger Sperrpause der Bahn
Demolition of tunnel soffit during a two weeks rail shutdown

Der Ausbau erfolgt mit einer Breite von 42,00 m zwischen den bereits vorhandenen Spundwänden. Da der Kanalwasserspiegel in diesem gesamten Abschnitt über dem Grundwasser liegt, muss der Kanal mit einer 30 cm dicken Tonschicht, die zwischen den Spundwänden auf der Kanalsohle eingebaut wird, gedichtet werden. Zum Schutz gegen Erosion wird die Tonschicht mit einem geotextilen Filter abgedeckt. Abschließend wird als Schutz gegen Strömung und Wellen sowie gegen Ankerwurf und Schiffsanfahrung eine Deckschicht aus Wasserbausteinen aufgebracht. Der Streckenabschnitt erhält auf den Seitendämmen beidseitig einen Betriebsweg.

6 Stand der Baumaßnahme

Die Erdarbeiten einschließlich des Spundwand- und Dichtungseinbaus für die Ausweiche außerhalb des Bauwerkes sind abgeschlossen, sodass die Ausweiche im Dezember 2011 geflutet und in Betrieb genommen werden konnte (Bild 12).

Im März 2012 ist die Tunneldecke der vorhandenen Überführung in einer zweiwöchigen Vollsperrung der Bahn abgebrochen worden. Die Alte Fahrt des Kanals wurde dafür mittels Querdämmen unterbrochen und in diesem Bereich gelenzt (Bilder 12 und 13).

Der Bauablauf nach dem Abbruch der vorhandenen KÜ wird in dem zweiten Bauabschnitt entsprechend dem ersten sein, d. h. nach dem Herstellen der Baugrubenspund-

wand werden die Gründungspfähle eingebracht, dann schließt sich der Bau des Rahmenbauwerkes und der Uferwände an.

Die Umsetzung der Gesamtmaßnahme zum Neubau der Kanalüberführung Elbeu am MLK erfolgt als Ersatzneubau unter „rollendem Rad“ und durchgängiger Aufrechterhaltung der Schifffahrt und stellt dadurch eine besondere Herausforderung für alle an der Planung und am Bau Beteiligten dar.

Gemäß Ausschreibung werden ca. 2000 t Spundwand, 10 000 m³ Stahlbeton, 1 000 000 m³ Bodenmaterial, 160 000 m² gedichtetes Deckwerk sowie ca. 50 000 m² Wegebau realisiert.

Die Gesamtbauzeit der Kanalüberführung einschließlich des Streckenausbaus beträgt ca. 3 1/2 Jahre und wird Mitte 2013 abgeschlossen sein.

Autoren

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Wiese
Sachbereichsleiter, Wasserstraßen-Neubauamt Helmstedt
Walbecker Straße 23b
38350 Helmstedt
karl-heinz.wiese@wsv.bund.de

Dipl.-Ing. MSc. Björn Helfers
grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG
Expo Plaza 10
30539 Hannover
b.helfers@grbv.de
www.grbv.de