

Bauen im Bestand: Ersatzneubau der ersten Hochbrücke Levensau bei Kiel

Vor den Toren der Schleswig-Holsteinischen Landeshauptstadt Kiel wird im Zuge der Verbreiterung der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals der Neubau einer über 241 m spannenden kombinierten Straßen- und Eisenbahnbrücke in Stahlbauweise als Ersatz für die 1894 errichtete erste Hochbrücke Levensau vorbereitet. Außer gewöhnliche Berücksichtigung bei der Planungsvorbereitung gilt der weitgehenden Aufrechterhaltung des Schienen- und Schiffsverkehr auf und unterhalb des bestehenden Bauwerkes sowie dem zu garantierenden Erhalt eines sich in den Bestandswiderlagern befindenden EU-kartierten Fledermauswinterquartiers. Neben den Randbedingungen aus Verkehrsführung und Artenschutz ist für die Planung die Berücksichtigung der genehmigungsrelevanten Belange des angrenzenden allgemeinen Wohngebietes von besonderem Interesse. Die Ergebnisse der komplexen Grundlagenermittlungen und der nach EU-weit ausgeschriebenen Ingenieur- und Architektenwettbewerb vergebenen Planungsleistungen sollen hier vorgestellt werden.

Design and construction in existing contexts: Replacement of the first High Bridge Levensau. *Not far from Kiel, the capital city of Schleswig-Holstein, the first Levensau High Bridge (Hochbrücke Levensau) built in 1894, is being replaced by a combined rail and road steel bridge with a span of over 241 m. During construction special attention was paid to the maintenance of railway traffic and shipping and to the preservation of a winter hibernation site for bats.*

1 Einleitung

Eine besondere Herausforderung an planende und bauschaffende Ingenieure stellt der Ersatz von Bauwerken im eng begrenzten baulichen Bestand dar. Aus unterschiedlichen Erwägungen ist bei Brückenbauten die Nutzung der vorhandenen Trassen für ein Ersatzneubauvorhaben oft unumgänglich. Neben den Anforderungen aus Aufrechterhaltung des öffentlichen Verkehrs haben über die übliche Rechtssicherung hinausgehende umfangreiche Abstimmungen mit Dritten (Anwohnern, Verkehrsbetrieben, Leitungsträgern, Umweltverbänden etc.) hohe Priorität und verlangen eine detailgenaue Bauverfahrens- und Bauablaufplanung.

Ein Beispiel dafür stellt der Ersatzneubau der ersten Hochbrücke Levensau bei Kiel dar. Es soll aufgezeigt werden, wie eng Abstimmungen mit Kreuzungspartnern und Dritten schon im Vorfeld der Planungen erfolgten und welche konkreten Einflüsse die Abstimmungen auf die konstruktive Gestaltung sowie auf die geplante Umsetzung des Projektes haben.

2 Geographische Lage

Der Nord-Ostsee-Kanal (NOK, international Kiel-Canal) verbindet auf eine Länge von knapp 100 km die Nordsee bei Brunsbüttel (Kanalkilometer Kkm 0) mit der Ostsee bei Kiel (Kkm 99). Die Stadt Kiel ist Landeshauptstadt des nördlichsten deutschen Bundeslandes Schleswig-Holstein. Die durch die Fähr- und Kreuzschifffahrt, den Schiffsbau und die nautische Industrie geprägte 235 000 Einwohner starke Universitätsstadt entwickelte sich um die Kieler Hörn, dem bis ins Zentrum der Stadt reichenden äußersten Zipfel der Kieler Förde.

Um in die nord-westlichen Stadtteile zu gelangen, ist der NOK über vier Hochbrücken und eine regelmäßig verkehrende Personenfähre zu queren. Das zu ersetzende Bauwerk liegt an der Stadtgrenze Kiel bei Kanalkilometer Kkm 93,48. Der NOK wird hier von zwei Brücken überspannt: der kombinierten Straßen- und Eisenbahnhochbrücke Levensau (1. Hochbrücke Levensau/HbLev 1) von 1894 und der 1986 dem Verkehr übergebenen vierstreifigen Kraftfahrtstraßenbrücke (2. Hochbrücke Levensau/HbLev 2). Während bei der Wahl der Stützenstellungen beim Bau der HbLev 2 bereits Kanalerweiterungsoptionen berücksichtigt wurden, begrenzt die aus der ersten Kanalbauzeit stammende HbLev 1 den NOK in diesem Bereich. Er gilt deshalb als navigatorische Engstelle im Gesamtverlauf des NOK (Bild 1).

3 Verkehrliche Bedeutung des Bereiches

Die Bundeswasserstraße NOK verkürzt den sonst über Jütland führenden Seeweg der Häfen Hamburg, Wilhelmshaven und Rotterdam zu Zielhäfen in Südschweden, Polen, Finnland und dem Baltikum um ca. 450 km (Bild 2). Da Zeit- und Kraftstoffersparnis für die Schifffahrt relevante Größen sind, nimmt die Attraktivität des NOK für die internationale Schifffahrt stetig zu.

Heute ist der NOK mit über 30 000 Schiffen/Jahr die meistbefahrene künstliche Wasserstraße der Welt. Während die Anzahl der Schiffspassagen seit der Jahrtausendwende nahezu gleichbleibend ist, nehmen die Frachtraten und Schiffsgrößen deutliche zu. 2008 wurde erstmals die Durchgangstonnage von 100 Mio. Gütertonnen überschritten (Bild 3).

Um den Anforderungen aus größeren Schiffstypen gerecht zu werden und die bestehende Gefahr von Schiffsstö-



Bild 1. Luftbild 1. HB-Levensau (unten) und 2. HB-Levensau (oben); der Bereich gilt als Engstelle im Gesamtverlauf des NOK (Foto: Stadtvermessungsamt LHK/WSV)

Fig. 1. Aerial view of the first and second Levensau Bridges; the area is the bottleneck of the whole Kiel Canal



Bild 2. Lage des NOK zwischen Nordsee und Ostsee; Seeweg um Dänemark rot gestrichelt (Zeichnung: WSV)

Fig. 2. Kiel Canal between North Sea and Baltic Sea; the thin broken line is the seaway round Denmark

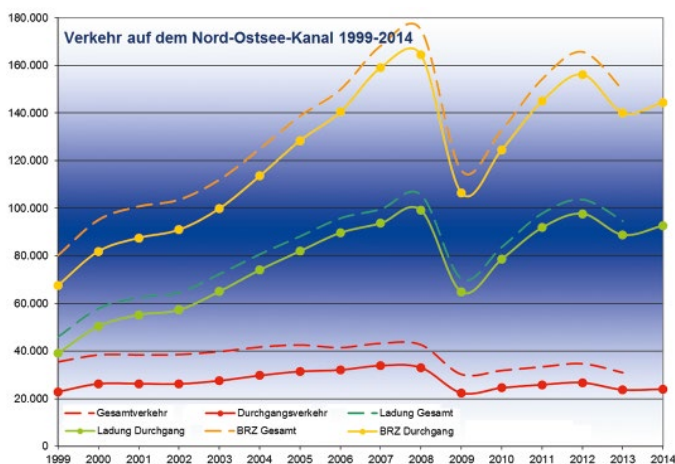


Bild 3. Verkehrszahlen NOK 1999 bis 2014

Fig. 3. Volume of traffic: Kiel Canal 1999 to 2014

ßen auf Brückenüber- und -unterbauten zu minimieren, soll die navigatorische Engstelle im Bereich der Hochbrücken Levensau beseitigt werden. Dazu ist der Kanal zu verbreitern und die erste Hochbrücke Levensau durch einen Neubau zu ersetzen.

Die vorhandene Brücke wird von der eingleisigen Bahnstrecke Kiel-Flensburg sowie von der Kreisstraße K 27 gequert. Die Eisenbahnstrecke wird im 20-minütigen Takt von Zügen der DB-Regio genutzt. Verschiedene Kieler Industrieunternehmen sind über den Schienenweg an das DB-Netz angeschlossen. Die Güterverkehrsnutzung erfolgt außerfahrplanmäßig in unregelmäßigen Abständen.

Im Straßenverkehrsnetz hat die Brücke eine ausgeprägte Nahverkehrsfunktion. Die Nutzung ist geprägt von Kurzstreckenverkehr, regelmäßig querenden Buslinien, landwirtschaftlichen Fahrzeugen, kleinmotorigen Zweirädern, Radfahrern und Fußgängern. Verkehrszählungen ergaben Durchschnittswerte von 2000 Kfz/Tag. Der DTV 2030-Wert (DTV durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke) wurde mit 2500 Kfz/Tag ermittelt. Der Schwerlastanteil liegt unter 5 %.

Parallel zum Bauwerk wurde bereits 1986 eine zweite Hochbrücke Levensau (HbLev 2) gebaut. Das Bauwerk wird von einer vierstreifigen Kraftfahrtstraße mit einem Ausbauquerschnitt RQ 29,5 gequert. Der Streckenabschnitt ist für eine Entwurfsgeschwindigkeit von 120 km/h trassiert. Baulich sind keine Nutzungsmöglichkeiten für Radfahrer und Fußgänger vorgesehen.

4 Baulicher Bestand

Der NOK wurde 1895 für den internationalen Seeverkehr freigegeben. Begründet durch die sprunghafte Entwicklung im Schiffsbau zu größeren Schiffstypen, neuen Antriebssystemen und dem Ziel der kaiserlichen Marine, das deutsche Kaiserreich zur international führenden Seemacht auszubauen, erfolgte von 1909 bis 1914 eine erste Kanalverbreiterung. Im Zuge der ersten Kanalverbreiterung wurden viele Brückenneubauten geschaffen (u. a. Eisenbahnhochbrücken Rendsburg, Hochdonn). HbLev 1 wurde 1894 dem Verkehr übergeben und ist die einzige noch bestehende Brücke aus der Bauzeit vor der ersten Kanalverbreiterung. Sie ist die älteste Brücke über den NOK (Bild 4).

In den Nachkriegsjahren entwickelten sich der Pkw- und Lkw-Verkehr überdurchschnittlich. Die Verkehrssituation auf der Bundesstraße B 76 im Bereich der Nord-Ostseekanalquerung über die Levensauer Hochbrücke wurde zum Engpass für den schleswig-holsteinischen Straßenverkehr (Bild 5).

Um baulich getrennte Verkehrswege für Straße und Schiene einrichten zu können, wurde 1955 das Fahrbahntragwerk durch eine breitere Fahrbahnplatte ersetzt. Zur Realisierung der Breiten wurden die Turmaufbauten abgerissen. Die Fahrbahnplatte wurde als offenrippige, orthotrope Platte ausgebildet, die Gleise wurden offen auf Schienenträgern verlegt. Technisch entsprach das Bauwerk nun dem bis heute andauernden Zustand (Bilder 6 und 7).

5 Planungsvorbereitung

Im Mai 2009 erteilte das Bundesverkehrsministerium auf Bestreben der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) der Planungsgruppe für den Ausbau des

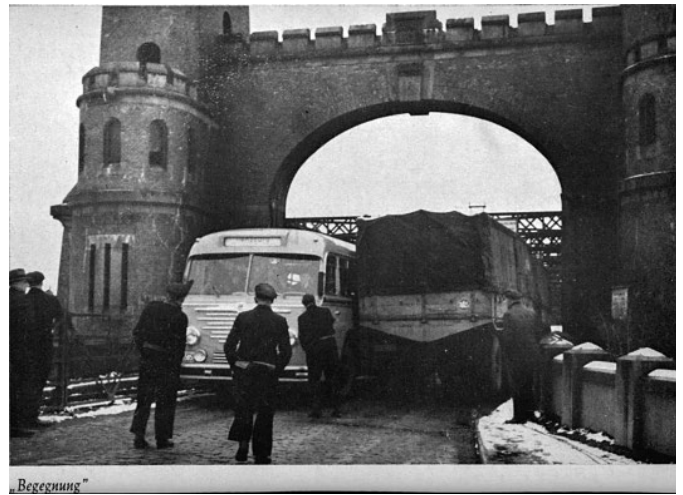


Bild 5. Verkehrssituation auf der Bundesstraße 76 vor dem Brückenumbau 1955 (Foto: WSV)

Fig. 5. Traffic situation before the 1955 bridge modification



Bild 6. Hochbrücke Levensau nach Umbau 1955 – heute; Rückbau der Turmaufbauten, Fahrbahnverbreiterung (Foto: WSV)

Fig. 6. Levensau Bridge after the 1955 bridge modification to the present day



Bild 4. Hochbrücke Levensau; Bauzustand 1894 (Foto: WSV)
Fig. 4. Levensau Bridge in state of construction in 1894

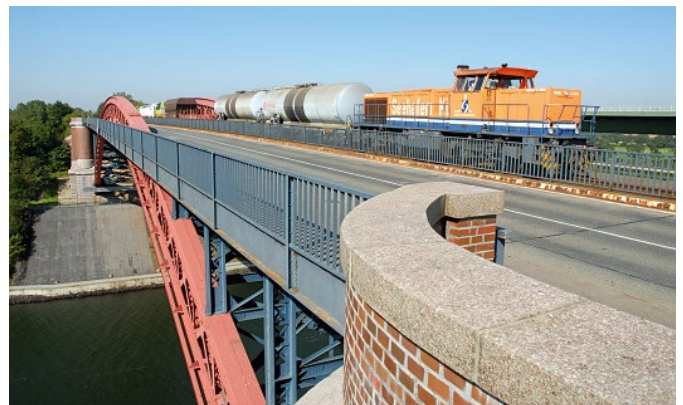


Bild 7. Fahrbahn Hochbrücke Levensau heute (Foto: WSV/Behling)

Fig. 7. Deck of the original Levensau Bridge from 1955 to the present day

Nord-Ostsee-Kanals im Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau (PlausNOK) den Auftrag, die HbLev 1 durch einen Neubau zu ersetzen. Wesentlicher Ansatz der WSV war die Beseitigung der durch das vorhandene Brückenprofil und den Ausbauquerschnitt begründeten Engstelle im Gesamtverlauf des NOK (Bild 8).



Bild 8. Schiffspassage der Engstelle Levensau mit Frachter Verkehrsgruppe VG 5 ($l = 200\text{ m}$, $b = 25\text{ m}$, max. Tiefgang = $9,50\text{ m}$); Schiffgröße NOKmax = VG 6 ($l = 235\text{ m}$, $b = 32,50\text{ m}$, Tiefgang beschränkt); Breite der Fahrrinne 44 m (Foto: Behling)
Fig. 8. Passage of a ship $l = 235\text{ m}$, $b = 32.50\text{ m}$ through the bottleneck; the width of the canal is 44 m

Aufgabe der PlausNOK war zunächst, für eine europaweite Ausschreibung und Vergabe der Ingenieurleistungen Grundlagen zu schaffen, Randbedingungen zu definieren und Wertgrenzen zu ermitteln. Zu beschaffende Grundlagen und Randbedingungen waren insbesondere:

- Festlegung des freizuhaltenden Lichtraumprofils und der maximalen Schienenoberkanten (nach Abstimmung mit Kreuzungspartner DB-AG)

- Festlegung der maximalen Höhe von Konstruktionsteilen (nach Abstimmung mit dem Luftfahrtbundesamt)
- Festlegung der Kanalausbautrassen nach Trassierungsuntersuchung des NOK-Abschnitts unterhalb der Brücken (Kkm 93,2 bis 94,2) und Ergebnisüberprüfung durch Schiffsführungssimulation
- Baugrunduntersuchungen
- Vereinbarungen mit Kreuzungspartnern Bahn/Straße über Ausbaquerschnitte, Entwurfsgeschwindigkeiten und Sperrpausen
- Untersuchungen Fledermaushabitat

5.1 Trassierungsuntersuchungen

Für den Ausbaubereich Kanalkilometer 93,2 bis 94,2 wurde ein Fachplaner mit der Untersuchung unterschiedlicher Kanaltassen und unterschiedlicher Kanalquerschnitte beauftragt. Hierbei sollte der Kanalquerschnitt geometrisch und hydraulisch den Begegnungsverkehr der Begegnungsziffer 8 erlauben. Die Begegnungsziffer ergibt sich hierbei aus der Addition der im NOK zulässigen Verkehrsgruppen VG1 bis VG6, also Begegnung von VG2 und VG6, VG3 und VG5 sowie VG4 und VG4 (s. auch [1]).

Im Ergebnis wurden insgesamt vier Varianten der Lage und Querschnitte des Ausbaubereiches vorgelegt. Diese Varianten wurden zunächst von der Hochschule für Seeschifffahrt und Hydrographie in Bremen mittels Schiffsführungssimulation untersucht und bewertet. In einer Nutzwertanalyse wurden abschließend die Ergebnisse un-

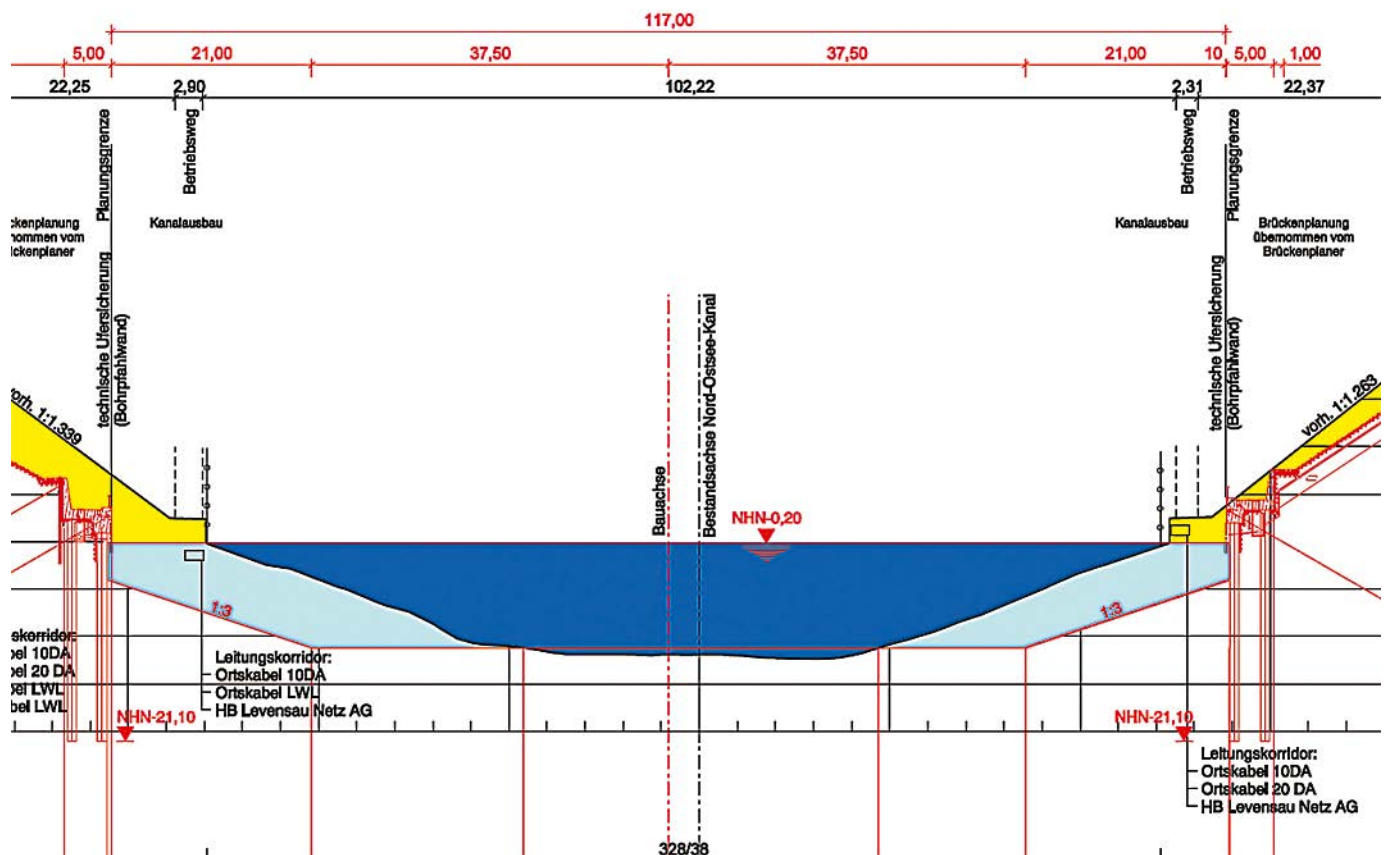


Bild 9. Querschnitt Ausbauprofil NOK Kkm 93,48 (1.HB-Lev); dunkelblau Bestand, hellblau Ausbau, gelb Bodenabtrag (trocken); im optimierten Querschnitt wird die Kanalsohle von 44 m auf 75 m verbreitert; die Wassertiefe beträgt unverändert 11 m (Zeichnung: HPI-Lahmeyer Consult)
Fig. 9. Profile of the Kiel Canal widening

ter Nutzung gewichteter Eignungskriterien bewertet. Übergeordnete Entscheidungskriterien waren hierbei die Gewährleistung der Leichtigkeit und der Sicherheit des Schiffsverkehrs, die technische Qualität, die Wirtschaftlichkeit und die Umweltverträglichkeit bzw. Genehmigungsfähigkeit.

Die Zielvariante sieht bei minimalem Eingriff eine Verbreiterung der nutzbaren Kanalbreite von 31 m vor. Der Kanaluferbereich wird in Uferwänden gefasst. Die Wassertiefen vor den Uferwänden betragen 4 m. Der Abschnitt unterhalb der Brücke wird in einer Geraden geführt (Bild 9).

5.2 Baugrunduntersuchungen

Die von der Bundesanstalt für Wasserbau Hamburg (BAW-DH) in Zusammenarbeit mit der Ingenieurgesellschaft für Grundbau und Bodenmechanik Kiel (IGB-Kiel) durchgeführten Baugrunduntersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass die Nutzung des Raumes zwischen den Brücken wegen der ausgeprägten Setzungsempfindlichkeit der aus Seitenentnahmen hergestellten Dammbauwerke der parallelen HbLev 2 auszuschließen ist (Bild 10). Im Ergebnis wurde die Empfehlung ausgesprochen, von einem Ersatzneubau zwischen den beiden Brücken abzusehen. Da eine Ausweichtrasse westlich des Bauwerkes wegen der massiven Eingriffe in Privatgrundstücke im angrenzenden Wohngebiet Kiel-Suchsdorf ausgeschlossen werden sollte, entschied man sich, Verhandlungen mit den Kreuzungspartnern DB-AG und Straßenbauverwaltungen aufzunehmen. Im Ergebnis wurde die Zustimmung zum Ersatzneubau in der vorhandenen Trasse erreicht.

5.3 Verwaltungsvereinbarungen

In Vereinbarungen mit dem Landesbetrieb für Straßenbau und der Landeshauptstadt Kiel wurden auf Grundlage von aktuellen Verkehrszählungen der Straßenquerschnitt auf



Bild 10. 1. und 2. Hochbrücke Levensau im Luftbild (1986); Seitenentnahmen für Dammbauwerke HbLev 2 links oberhalb und unterhalb des Kanals; rechts oben allgemeines Wohngebiet Kiel Suchsdorf (Foto: LBV-SH)

Fig. 10. Aerial view of the first and second Levensau Bridges; the new embankment was constructed with material taken from the areas on the left of the Fig. on both sides of the canal

RQ 9,5 und die Beibehaltung der Ausbaugeschwindigkeit auf 50 km/h festgelegt.

In einer Vereinbarung mit der Deutschen Bahn AG wurde festgelegt, die Einleisigkeit der Strecke beizubehalten. Begründet durch die negativen Setzungsprognosen des Bauwerkes HbLev 2 und nicht auszuschließende Auswirkungen auf die bauzeitlich unter Verkehr stehende HbLev 1 stimmte die DB-AG dem Ersatzneubau in vorhandener Trasse und einer Vollsperrung der Brücke von 4,5 Monaten zu.

5.4 Untersuchungen Fledermaushabitat

Seit Mitte der 90iger Jahre ist bekannt, dass sich in bis zu 2 m tiefen Mauerwerksspalten der Widerlager (Bild 11, gelbe Fuge) der bestehenden HbLev 1 mit über 5000 Tieren eines der größten Winterlager der unter strengem Artenschutz stehenden Fledermausart *Nyctalus Noctula* (Großer Abendsegler) befindet (Bild 12, *Nyctalus Noctula* im Widerlagerspalt). Das Winterquartier ist EU-kartiert. Als Grundlage für die weiteren Planungen sollte das Quartier zunächst biologisch kartiert und bewertet werden.

Im Sommer 2009 wurden die Biologen *Kugelschafter* und *Dietz* mit einer Bestandserfassung des Fledermaushabitats und der konzeptionellen Entwicklung eines Ersatz-

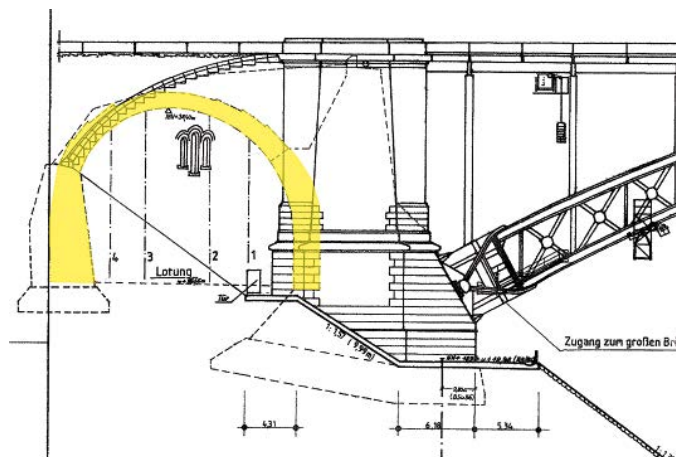


Bild 11. Fledermaushabitat im Mauerwerksspalt zwischen Seitenwand und Widerlagerspalt (gelb) (Skizze: WSA)
Fig. 11. Bat habitat in the wall gap (yellow)



Bild 12. *Nyctalus Noctula* im Mauerwerksspalt (Foto: Kugelschafter)

Fig. 12. *Nyctalus Noctula* in the wall gap

habitats beauftragt. Die quantitative Bewertung des Habitats erfolgte vornehmlich durch Zählung und Auswertung des Bestandes mittels Infrarotlichtfallen. Die qualitative Bewertung des Habitats erfolgte durch Langzeittemperatur- und Feuchtigkeitsmessungen in den betreffenden Fledermausspalten. In Zusammenarbeit der Biologen Kugelschaffer und Dietz mit dem in Fragen der Entwicklung von Habitatstrukturen erfahrenen Architekten v. Kessel (Zartwitz) wurde zunächst ein den Randbedingungen entsprechendes Ersatzhabitat entwickelt. Weitere Abstimmungen mit den Umweltbehörden und den zu beteiligenden Umweltverbänden zeigten jedoch, dass bei der Umsetzung gemäß EU-Artenschutzrichtlinie die „Kontinuität der ökologischen Funktion (CEF)“ zu garantieren ist. Das bedeutet,

dass der Rückbau der alten Widerlager erst erfolgen darf, wenn das Ersatzhabitat durch die Tiere vollständig angenommen ist. Eine Vergrämung der Tiere durch Verschluss bzw. Abriss ist nach Gesetzeslage auszuschließen.

In weitergehenden Untersuchungen stellten Kugelschaffer und Dietz durch Knicklichtmarkierungen der Tiere fest, dass die sehr standorttreuen Großen Abendsegler in einer Schwarmphase vor dem Masseneinzug in die Winterquartiere beide Widerlager erkunden. Auf dieser Grundlage wurde mit den Umweltbehörden und Naturschutzverbänden vereinbart, im Ausnahmetatbestand das südliche Widerlager ökologisch aufzuwerten und zu erhalten und das nördliche Widerlager zum Raumgewinn für die Kanalverbreiterung rückzubauen.



Bild 13. Rahmenentwurf Ersatzneubau 1. Hochbrücke Levensau. Überbau als Netzwerkbogenkonstruktion (Visualisierung: meyer + schubart)

Fig. 13. Conception of a network-arch

5.5 Rahmenentwurf

Zur Feststellung der grundsätzlichen Machbarkeit und zur Ermittlung von Wertgrenzen für weiterführende Planungsaufgaben wurden Mitte 2010 zunächst auf Grundlage der bisherigen Ergebnisse die Ingenieurbüros KSK-Ascheberg (Unterbauten) und Meyer-Schubart aus Wunsdorf (Überbau) mit der Entwicklung eines Rahmenentwurfes beauftragt. Als Planungsgrundlagen wurden von der PlausNOK festgesetzt:

- Ersatzneubau in der vorhandenen Trasse
- maximale Gleissperrung 4,5 Monate
- Dauererhalt Widerlager Süd
- freizuhaltender Lichtraum Kanalschiffahrt $b = 117\text{ m}$ und $h = 41,80\text{ mNHN}$
- maximale Schienoberkante im Zwangspunkt SOK = $43,75\text{ mNHN}$
- maximale Konstruktionshöhe $< 75\text{ mNHN}$

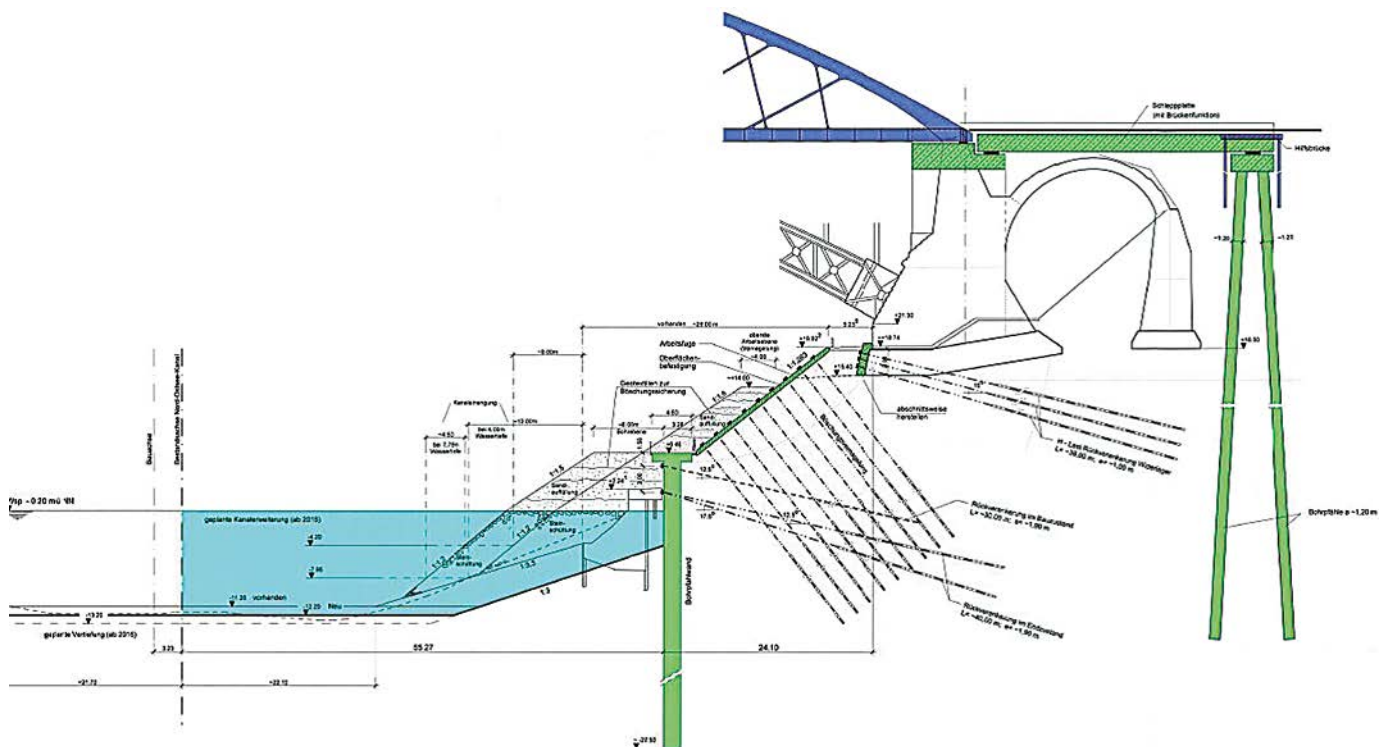


Bild 14. Rahmenentwurf Böschungssicherungen im Bereich der Unterbauten (Planung KSK-Ascheberg)

Fig. 14. Conception of retaining walls under the bridge

- Regelquerschnitt Straße RQ 9,5, Entwurfsgeschwindigkeit 50 km/h (innerorts)
- Entwurfsgeschwindigkeit Schiene 100 km/h
- Einwirkungen LM 1/LM 71
- Dauererhalt WL-Süd als Fledermaushabitat

Im Ergebnis wurde eine Lösung aufgezeigt, bei der unter Weiternutzung eines vorhandene Widerlagers und unter weitgehender Nutzung des Altüberbaus als Einschubgerüst der vorhandene Überbau durch eine Netzwerkbogenkonstruktion ersetzt werden könnte (Bild 13). Um das in der Kanalböschung ohne Schub aus der bestehenden Bogenkonstruktion verbleibende Widerlager zu sichern, wurden umfangreiche konstruktive Böschungssicherungen erforderlich (Bild 14). Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde im Sommer 2011 ein EU-weiter Ingenieur- und Architektenwettbewerb ausgelobt.

6 EU-weiter Ingenieur- und Architektenwettbewerb

Durch die exponierte Lage des Bauwerkes vor den Toren der Landeshauptstadt Kiel und das besondere öffentliche Interesse an dem bestehenden, regionalhistorisch bedeutsamen Brückenbauwerk entschied sich die WSV, für die Planungsleistungen einen Architekten- und Ingenieurwettbewerb in Anlehnung an RPW 2008 durchzuführen. Ab Mitte 2011 wurde auf Grundlage der Randbedingungen und Ergebnisse des Rahmenentwurfes ein EU-weites dreistufiges VOF-Verfahren ausgelobt. Im Auswahlverfahren (Stufe 1) wurden mittels bekanntgegebener Wertungskriterien aus einem Feld von zehn Bewerbern vier leistungsstarke Berggemeinschaften ausgewählt und zum Verhandlungsverfahren (Stufe 2) eingeladen.

Das Verhandlungsverfahren (Stufe 2) gliederte sich in einen Präsentationsteil, bei dem neben der die persönliche Kompetenz umfassenden Vorstellung einem Schiedsgremium eigene gestalterisch-technische Lösungsansätze präsentiert wurden. Die Wertungskriterien, deren Wichtung sowie eine detaillierte Zusammenstellung der ermittelten Grundlagen wurden den Teilnehmern zur Vorbereitung auf den Termin zur Verfügung gestellt. Zur Vereinfachung der baugestalterischen Bewertung der Lösungsansätze wurden den Teilnehmern georeferenzierte Standortfotos zur Verfügung gestellt. Der Beurteilung der unterschiedlichen Gestaltungsansätze aus der direkt vergleichbaren Perspektive hat sich dabei als vorteilhaft erwiesen.

Das Schiedsgremium wurde mit sieben Juroren bestehend aus Vertretern der WSV, der Landeshauptstadt Kiel, des Kreises Rendsburg-Eckernförde sowie der Architektenkammer Schleswig-Holstein und dem Prüfenieur Dr. *Karl Morgen* (Hamburg) als nichtstimmberechtigten Beisitzer besetzt. Das Gremium bewertete die Präsentationen anhand zuvor festgelegter, bekanntgegebener Kriterien. Die Bewertung der Stufe 2 des Verfahrens ging mit insgesamt 70 % in die Gesamtwertung ein.

Im anschließenden Verhandlungsverfahren wurden Umfang, Inhalt und Spezifikationen des mit den Vorbereitungsunterlagen übergebenen Vertragsentwurfes diskutiert. Begründete Hinweise und Anregungen aller Teilnehmer wurden in gleichgestellte Vertragsunterlagen eingearbeitet und den Bietern für die Bearbeitung der 3. Stufe übersandt.

In der 3. Stufe des VOF-Verfahrens wurden die Angebotspreise mit insgesamt 30 % der Gesamtwertung bewertet. Um vergleichbare Preisangebote zu bekommen, wurde vom Auftraggeber festgelegt, die Fortschreibung der HOAI-Tafelwerte gemäß RiFT (Richtlinie für die Fortschreibung der Tafelwerte) anzuwenden. Besondere Leistungen, besonders ausgewiesene Stundenhonorare, Aufwandsentschädigungen und Nebenkosten waren Gegenstand des Preiswettbewerbes.

Als Lösungsansätze wurden Realisierungsvorschläge präsentiert, die sich abweichend vom Rahmenentwurf nah an der baulichen Bestandssituation orientierten (Bild 15 in absteigender Platzierung).

Gestalterisch lehnten sich alle Konzepte an den baulichen Bestand an und sahen einen von der Fahrbahntafel durchschnittenen Bogenträger vor. Die Bogenstützweiten lagen jeweils bei ca. 200 m. Es wurden bereits erste Lösungsansätze aufgezeigt, bei denen zur Vereinfachung der Bogenmontage im begrenzten Zeitfenster Gründungen neben dem bestehenden Widerlager gewählt wurden.

Im sehr engen Bewerberfeld konnte sich die Ingenieurgemeinschaft WKC-Anwika (Hamburg/Würzburg) in der Gesamtwertung mit dem Konzept durchsetzen, das Haupttragwerk der neuen Konstruktion neben der zunächst unter Eisenbahnverkehr stehenden vorhandenen Brücke zu errichten. Das zu erhaltende Widerlager Süd sollte lastfrei überbaut werden. Der Neubau von Widerlager Nord sollte im Schutz von Hilfsbrücken unterhalb der vorhandenen Gleislage weitgehend vorbereitet werden. Es wurde nachvollziehbar aufgezeigt, wie der Rückbau des Bestandes und die Montage der Fahrbahnplatten innerhalb der vereinbarten Gleissperrung von 4,5 Monaten erfolgen können.

7 Bauentwurf

An der Gesamtplanung des Projektes „Ersatzneubau Hochbrücke Levensau, Verbreiterung des Nord-Ostseekanals Kkm 93,2–94,2“ sind unterschiedliche, bereits durch andere Vergabeverfahren gebundenen, Fachplanungen beteiligt. Folgende Fachplanungen sind zu nennen sind:

- Planung Brückenbau
- Kanalplanung
- Straßenplanung/Gleisplanung
- Baugrundgutachten
- hydrologisches Gutachten
- Ingenieurvermessung
- Umweltplanung
- Fachbeitrag Artenschutz (Fledermäuse)
- Simulation Schiffsstoß

Die Projektleitung wird durch die Planungsgruppe für den Ausbau des NOK wahrgenommen. Aufgabe der Projektleitung ist, die einzelnen Fachplanungen zielgerichtet zum Gesamtergebnis zu führen.

Im August 2012 fand zur Abstimmung mit allen Planungsbeteiligten die Grundsatzbesprechung statt. Die konstruktiv engsten und geometrisch anspruchsvollsten Verknüpfungen bestanden zu den Planern des überführenden Schienenverkehrs. Deren Ergebnisse sollen kurz vorgestellt werden.

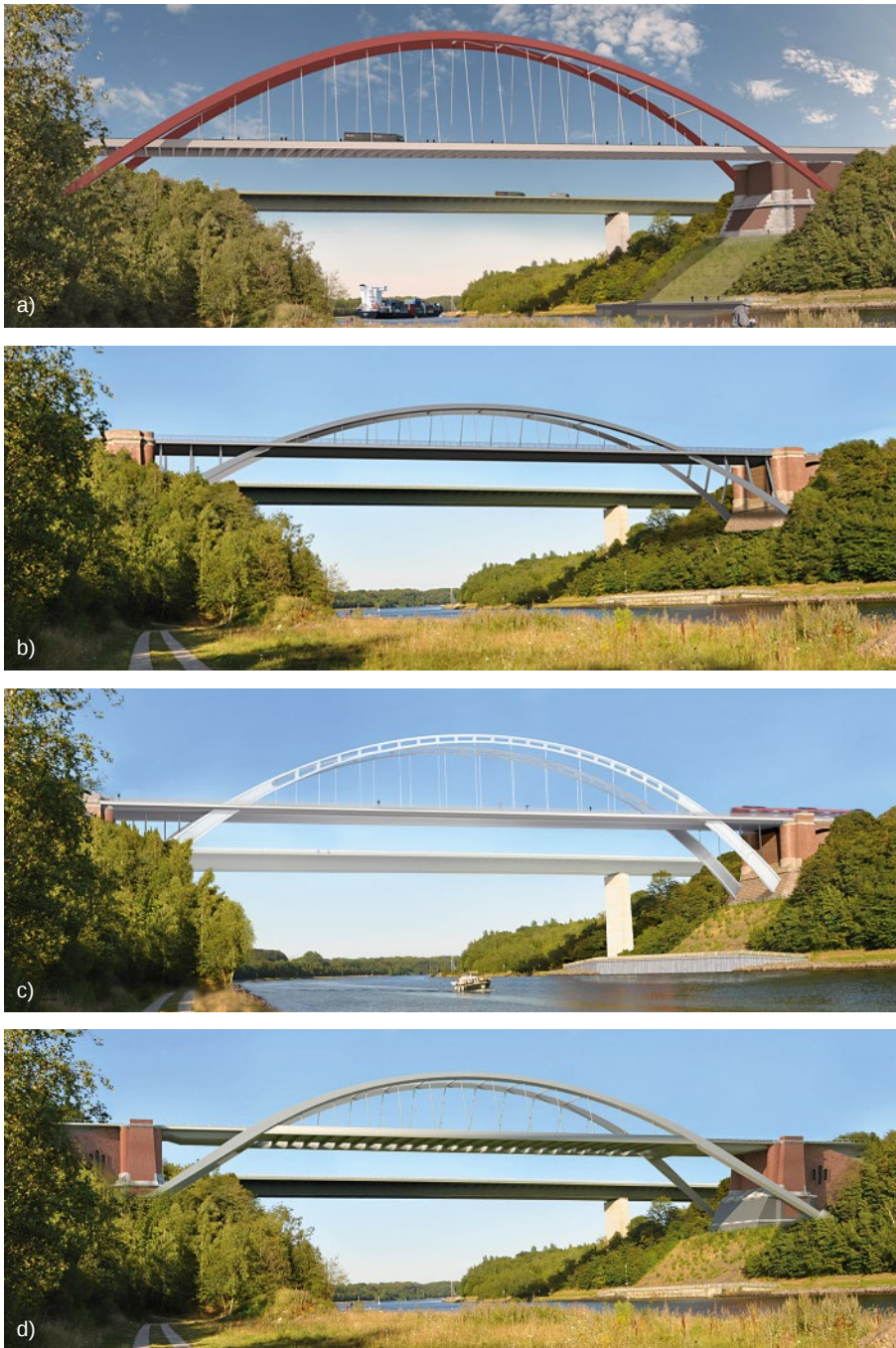


Bild 15. a) WKC-Anzwickar/Blunck Architekten; b) Leonhardt, Andrä und Partner/PPL-Architekten; c) meyer-schubart/GRBV/Kolb-Ripke Architekten; d) IMS/Schömig-Plan

Fig. 15. a) architectural competition WKC-Anzwickar/Blunck Architekten – 1st Place; b) architectural competition Leonhardt, Andrä und Partner/PPL-Architekten – 2nd Place; c) architectural competition meyer-schubart/GRBV/Kolb-Ripke Architekten – 3rd Place; d) architectural competition IMS/Schömig-Plan – 4th Place

7.1 Gleisplanung/Straßenplanung

Bestimmend für die Linienführung der überführenden Gesamttrasse war die Gleisplanung (Bild 16). Durch die engen Randbedingungen aus den Anforderungen der Planung des Ersatzneubau in der vorhandenen Trasse, dem planerischen Ziel der weitgehenden Nutzung des vorhandenen Dammbauwerkes und der vorgesehenen Umsetzung des Ersatzbrückenbaus innerhalb enger Zeitfenster war ein enger Abstimmungsprozess zwischen Gleisplaner, Überbau- und Unterbauplaner und den beteiligten Baugrund-sachverständigen erforderlich. Bestimmende Faktoren bei der Wahl der Linienführung waren:

- stark begrenzte Gradientenanpassung gegenüber dem Bestand zur Vermeidung von Überhöhungen und konstruktiven Folgemaßnahmen im Bereich der benachbarten Streckenbauwerke

- durch den zwingenden Erhalt des Fledermausgewölbes nur begrenzte realisierbare Bauhöhen auch im Vorlandbereich, dadurch Entfall von Gleisüberbauvarianten mit Schotterbett für den Gesamtüberbau
- durch das Erfordernis von Schienenstützpunkten auf dem Deckblech und die erforderliche Begrenzung der planmäßigen Schienenspannungen keine Möglichkeit, Gleisradien auf den Überbau zu ziehen
- begrenzte Bewegungsgrade durch Anforderung, die Unterbauten und Teile des Überbau unter Aufrechterhaltung des Bahnverkehrs auf dem Bestandsbauwerk zu errichten

Im Ergebnis gelten für die geplante Trasse folgende Parameter:

- Entwurfsgeschwindigkeit Schiene VE = 100 km/h
im Bereich des Norddammes VE = 90 km/h

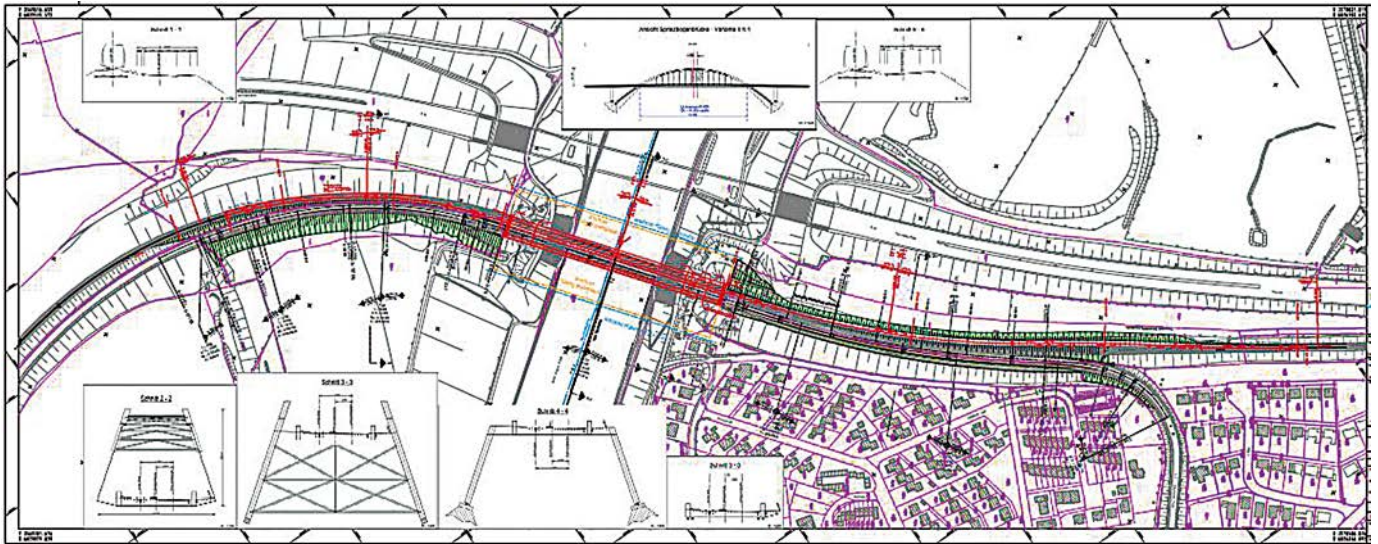


Bild 16. Lageplan – Verkehrsplanung (Planung Dannenberg-EDS)

Fig. 16. Site plan – rail and road traffic

- Höchstneigung der Gradiente gem. EBO 1,25 %
- Konstruktionshöhe SO bis UK 1,656 m
- kleinster Radius (Nordrampe) 390 m
- Überhöhungsrampen nach Bloß 1:400
- größte Überhöhung 120 mm
- Böschungsneigungen $\geq 1:1,7$
(im Bereich neuer Böschungen, sonst wie Bestand)
- bei Höhen größer 12 m Berme $b = 2,50$ m

Durch das Erfordernis, im Überbaubereich und im Bereich der Schienenauszüge vor und hinter dem Bauwerk im Radius ∞ zu trassieren, gelang es, durch Drehung der Bestandsachse die Trasse mit begrenztem erdbaulichen Aufwand im Bestand zu halten. Die Trasse wurde dabei so verschoben, dass die Dammeingriffe im Süden (Stadtteil Kiel-Suchsdorf) in Richtung B 76 und im Norden Richtung Westen verschoben wurden. In beiden Fällen ist das angrenzende Geländeniveau deutlich höher als auf den jeweils gegenüber liegenden Seiten. Entsprechend gering sind die Eingriffe im Bestandsdamm (Bild 16).

7.2 Brückenbau

Die Planungsleistungen für den Ersatzneubau der Hochbrücke Levensau wurden gemäß Ingenieurwettbewerb der Ingenieurgemeinschaft WKC-Anwika (Hamburg/Würzburg) mit Blunk + Morgen-Architekten als baugestalterischem Berater übertragen. In der Ingenieurgemeinschaft ist WKC Hamburg für die Planung der Unterbauten, der Böschungssicherungen, die Planungen zum Erhalt des Widerlagers Süd und die interne Projektleitung verantwortlich, Anwika-Consultants ist innerhalb der Ingenieurgemeinschaft für den Stahlbaubrückenbau verantwortlich.

Die Konstruktion für den Ersatzneubau wurde sukzessive aus den Randbedingungen der Verkehrsplanung, den Anforderungen an die weitgehende Aufrechterhaltung des Schienenverkehrs und den Ansprüchen aus dem Artenschutz entwickelt. Begleitend wurden schon im frühen Planungsstadium Kriterien zur Dauerhaftigkeit und zur Inspezierbarkeit des Bauwerkes formuliert und im Planungsfortschritt konsequent verfolgt.

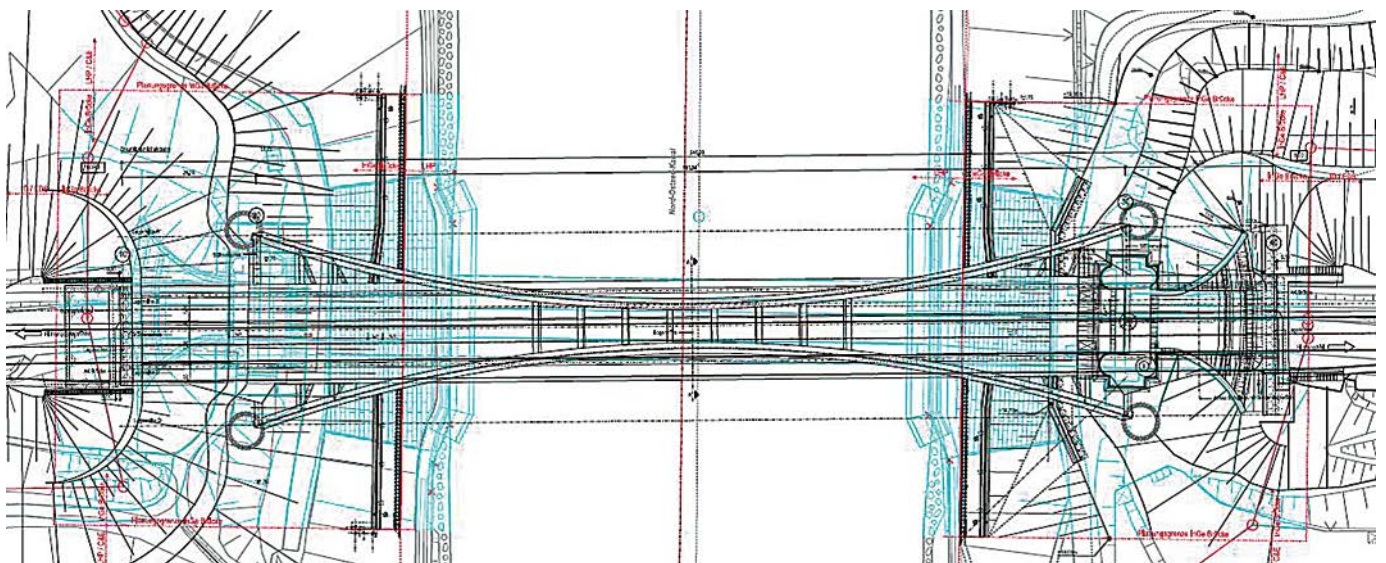


Bild 17. Draufsicht Brückenbau; Bestand blau hinterlegt (Planung WKC-Anwika)

Fig. 17. Plan view of new bridge; original bridge overlaid in blue

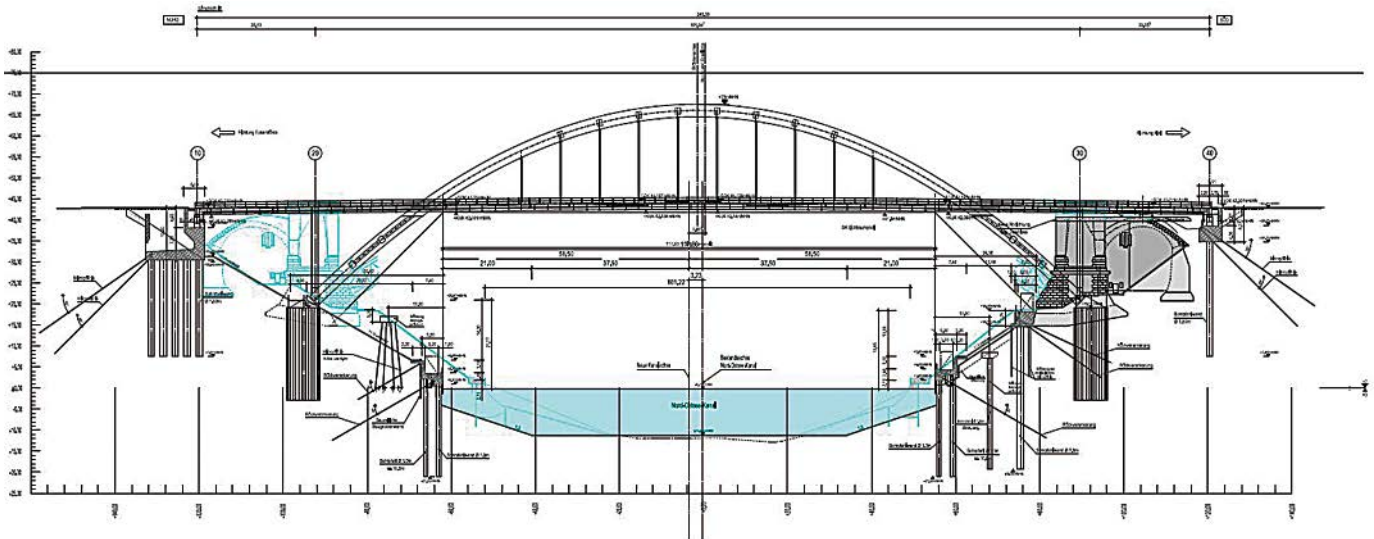


Bild 18. Längsschnitt Brückenbau; Bestand über Wasser blau hinterlegt (Planung WKC-Anwilar)
 Fig. 18. Longitudinal section new bridge; original above water blue

In der Draufsicht (Bild 17) sind wesentliche Konstruktionsprinzipien erkennbar:

Der neu zu errichtende Zweigelenkbogen (Spreizbogenbrücke) überspannt den bestehenden Brückenüberbau (blau hinterlegt). Die Gründungen des Haupttragwerkes liegen neben den vorhandenen Widerlagern. Die Bogenträger sind gegeneinander geneigt. In der Grundrissprojektion verlaufen die Bogenträger deshalb parabelförmig. Der Berührungspunkt des um die auskragenden Geh- und Dienstwege reduzierten vorhandenen Querschnitts mit den neuen Bogenträgern liegt geometrisch über den neuen Böschungsbauwerken (Bild 18) und damit außerhalb des freizuhaltenen Schiffsprofils. Gründungen und Bogenunterteile können so unter Nutzung der tiefgegründeten Böschungssicherungen und weitgehender Aufrechterhaltung des Schienenverkehrs hergestellt werden. In der Gleissperrung erfolgen der Rückbau des Bestandes, der Einhub des Bogenmittelteiles und der Einschub der vorgefertigten Fahrbahntafeln.

7.2.1 Bauwerksgründung und Unterbauten

Die im Planungsgebiet anstehenden Böden sind eiszeitlich geprägt. Die Baugrundsichtung wird als ausgesprochen heterogen bezeichnet (Bild 19). Oberflächennah liegen vorwiegend Geschiebemergel und Beckensedimente vor, danach folgen Sande und Sand-Kies-Böden. Die nichtbindigen Böden sind von Geschiebemergelschichten unterschiedlicher Mächtigkeit durchsetzt. Die Festigkeit der nichtbindigen Homogenbereiche kann überwiegend als sehr groß, die Konsistenz der bindigen Böden als überwiegend steif bis halbfest bezeichnet werden.

Die an jedem Bogenauflager auftretenden charakteristischen Kämpferkräfte betragen horizontal ca. 30 MN und vertikal ca. 25 MN.

Die Auflagerpunkte befinden sich in der Böschung des Kanals und der Dämme neben den bestehenden Widerlagern. Voruntersuchungen ergaben, dass für diesen Einsatzzweck eine so genannte Brunnengründung gut geeignet ist. Dabei handelt es sich um einen Monopfahl mit 8 m Durchmesser und ca. 20 m Tiefe. Die Horizontallasten



Bild 19. Deutlich erkennbare heterogene eiszeitlich geprägte Geschiebeböden im Bereich der Hochbrücke Levensau um 1890 (Bild: WSA)
 Fig. 19. Ice-age ground formation beneath the Levensau Bridge, photo 1890

werden über die laterale Bettung des nahezu biegestarren Monopfahls, die Vertikallasten über Mantelreibung und Spitzendruck abgetragen. Der Kopfbereich kann zur weiteren Reduzierung der ermittelten Verformungen vergrößert werden.

Die Bauablaufplanung der Brunnengründungen sieht vor, zuerst einen überschnittenen Bohrpfahlring abzuteufen. Im Schutz dieses Brunnenringes erfolgen der Aushub und die Herstellung des eigentlichen Gründungskörpers. Die Ausführungssicherheit hinsichtlich der Durchörterung von Hindernissen wird als gut eingeschätzt.

Im Zuge der Planung wurde die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Brunnengründungen mit räumlichen FE-Modellen nachgewiesen (s. Bild 20). Die Baugrundreaktionen wurden durch horizontale und vertikale Bettungen ersetzt. Um das ausgeprägt nichtlineare Last-Verformungsverhalten der Bodenschichten näherungsweise berücksichtigen zu können, wurden die Bettungen iterativ gemäß den Mobilisierungsfunktionen nach DIN 4085 bestimmt. Die Bettungsgrößen wurden solange opti-

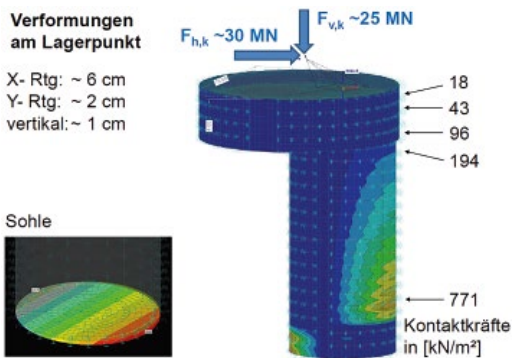


Bild 20. Ergebnisdarstellung FE-Analyse der Brunnengründung

Fig. 20. Result of the foundation FE analysis

miert, bis in jeder 1-m-Schicht das Gleichgewicht zwischen den Kontaktkräften im FE-Modell und den Bodenreaktionskräften – die wiederum von den vorliegenden Verschiebungen abhängen – erfüllt war. Die mit diesen Berechnungen ermittelten Verformungen liegen auf der sicheren Seite. Die erste Verifikation der Ergebnisse wurde mit Hilfe einer Plaxis-3D-Analyse durchgeführt.

Die Gründung des südlichen Vorlandfelds erfolgt auf einer rückverankerten Großbohrpfahlwand mit Pfahlbalken. Das nördliche Vorlandfeld wird auf einem auf Großbohrpfählen gegründeten und rückverankerten Widerlagerkasten aufgelagert.

7.2.2 Überbau

Die Überbaukonstruktion wird federführend vom Ingenieurgesellschaftspartner Anwika-Consultants, Würzburg, bearbeitet. In Analogie zur bestehenden Brücke sieht der Entwurf ein Zweigelenk-Bogentragwerk vor (s. Bild 17).

Die Planung erfolgte unter den bereits in Abschnitt 5.5 aufgeführten und mit den Kreuzungspartner Straße/Schiene abgestimmten Randbedingungen:

- SOK = 43,75 mNHN (Zwangs punkt)
- Konstruktionshöhe < 75 mNHN
- Straße RQ 9,5/V_{Entw.} = 50 km/h (innerorts)
- Schiene V_{Entw.} = 100 km/h
- $r = \infty$
- Schiffsstoß auf den Überbau = 1 MN

7.2.2.1 Querschnitt

Durch die Lage im Stadtgebiet und die geringe Kfz-Belastung wurde die Entwurfsgeschwindigkeit ≤ 50 km/h beibehalten. Auf die Anordnung von abweisenden Schutzeinrichtungen gemäß RPS konnte deshalb verzichtet werden. Als Schutz gegenüber abirrenden Rädern werden Schrammborde gemäß Bast-Richtzeichnung KAP 7 vorgesehen.

Der 2,50 m breite kombinierte Geh- und Radweg wird straßenseitig außerhalb der Versteifungsträger geführt. Um Konflikte mit den Schiffsverkehr beobachtenden Passanten zu vermeiden, werden im Bereich der Widerlager Aussichtsplattformen geschaffen (Bild 21).

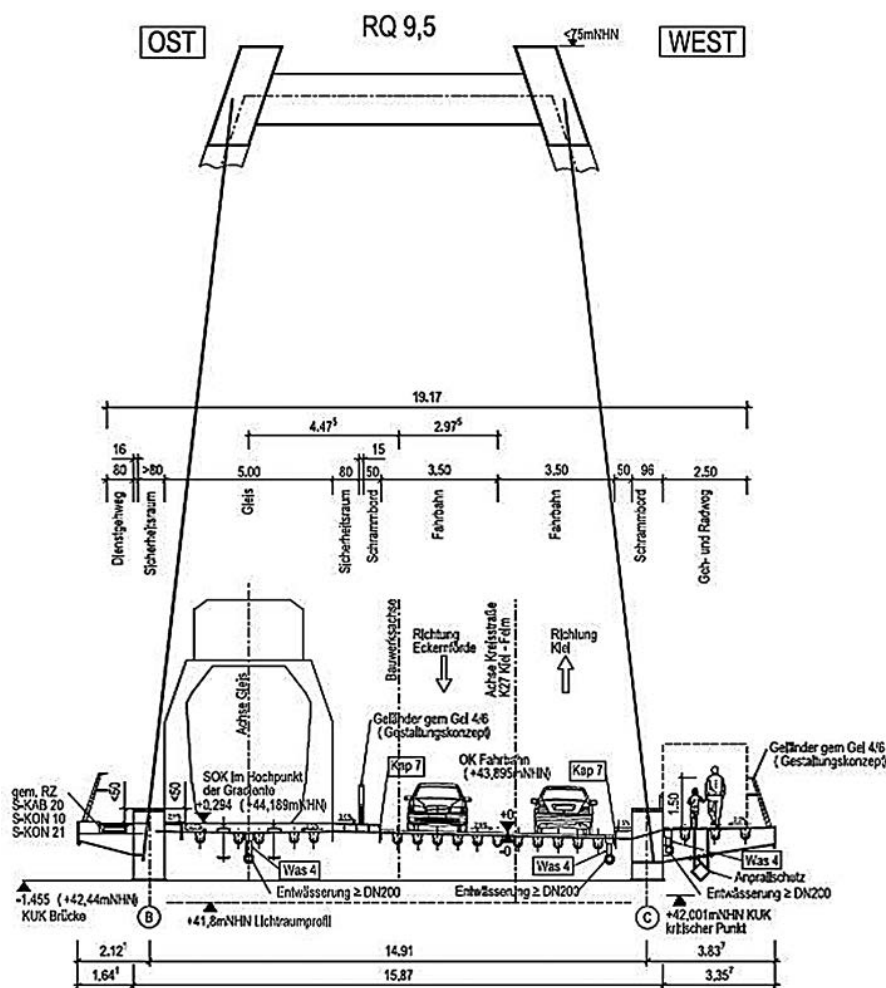


Bild 21. Regelquerschnitt (Zeichnung: Anwika Consultants)

Fig. 21. Cross section of the new bridge

Als Fahrbahntafel wird aus Gründen der begrenzt zur Verfügung stehenden Bauhöhe eine orthotrope Platte gewählt. Im Bereich der Gleise ist die Fahrbahntafel durch offene Profile verstärkt. Die Schienenbefestigungen erfolgen analog den Befestigungen entsprechend z. B. der Eisenbahnbrücke Hochdonn über elastomergelagerte Einzelstützpunkte.

Der Querträgerabstand beträgt rund 3 m. Die Querträger binden in die als luftdicht verschweißte Hohlkästen ausgebildeten Versteifungsträger ein. Die Versteifungsträger haben eine Gesamtbauhöhe von 3 m. Sie ragen damit aus dem Querschnitt heraus. Der Überstand wird als Schutzelement gegenüber dem Rad- und Fußgängerverkehr genutzt.

Die Versteifungsträger werden über Hängestäbe im Abstand von 9 m in das Haupttragwerk zurückgehängt. Durch die im Verhältnis zum Bogenstich starke Neigung der Bogenträger wurden zur Reduzierung der Querträgerstützweite die Hänger nicht wie bei Vergleichsbauwerken üblich (z. B. Saalebrücke Beesedau) an den Querträgern außen rückgehängt, sondern unmittelbar am Hauptträger verankert. Im Profil verlaufen die hintereinanderliegenden Hänger somit parabelförmig und werden durch den bewusst größeren Hängerabstand als gestalterisches Element eingesetzt (s. Bild 22).

7.2.2.2 Bogentragwerk

Die parabelförmigen Vollwandbögen sind zur Ermöglichung des neuen Lichtraumprofils infolge der Kanalausbauplanungen mit rund 181 m Spannweite deutlich weiter gespannt als die Bestandsbrücke. Durch die Neigung der beiden Bogenebenen zueinander liegen die südlichen Auflagerpunkte jeweils neben dem zu erhaltenden Widerlager Süd (vgl. Bild 13). Dadurch werden keine Lasten aus dem Ersatzneubau in das bestehende nahezu 120 Jahre alte Widerlager eingeleitet. Das Widerlager bleibt somit nur als Fledermaus habitat erhalten.

Die Spannweite der Vorlandfelder wird durch in die Bogenebene gekippte Stützen verringert. Diese Stützen lagern unmittelbar auf den Bogenkämpfern auf. Im Bereich zwischen den Kreuzungspunkten der Bogenträger mit der Fahrbahn werden die Versteifungsträger der Fahrbahn von den Bögen abgehängt. Im Gleisbereich sind zusätzliche Gleisträger vorgesehen. Zur Erhöhung der Gesamtsteifigkeit und zur Vermeidung von zusätzlichen Brückenlagern erfolgen alle Anschlüsse im Bereich der Kreuzungspunkte zwischen den Bögen mit der Fahrbahn biegesteif.

Zur Vermeidung von abhebenden Kräften sind die Endquerträger der Vorlandfelder mit jeweils 140 t ballastiert. Ballastgewichte sind in Form von in den Endquerträgern einbetonierten schiffsbautypischen Stahlbrammen vorgesehen.

Die Aussteifung des Tragwerkes in Querrichtung erfolgt durch einen *Vierendeel*-Verband. Die Einwirkung von Hauptspannungen auf die Verbandsstruktur kann so auf ein Minimum reduziert werden. Die orthotrope Ausbildung der Fahrbahntafel gewährleistet gleichzeitig die horizontale Aussteifung in Fahrbannebene. Die Bogenteile unterhalb der Fahrbahn werden mittels K-Verbänden ausgesteift.

Die Bogenträger werden als luftdicht verschweißte Hohlkästen mit gleichbleibender äußerer Querschnittsgeometrie $h/b = 3,0/1,20$ m ausgebildet. Die Blechdicken der Ober- und Untergurte sowie der Stege liegen entsprechend den Belastungen bei 30 bis 60 mm.

Die Lager an den Vorlandfeldern sind längsverschieblich, eines jeweils quer fest. An beiden Brückenenden sind Schienenauszüge erforderlich. Der Zweigelenkbogen setzt seine Lasten über geneigt angeordnete Kalottenlager auf den Brunnenfundamenten ab.

Alle Hohlkästen werden luftdicht verschweißt ausgeführt. Auf inneren Korrosionsschutz wird verzichtet. Als Notöffnungen werden verschweißte Einstiegluken vorgesehen.

Die Brückenunterkonstruktion kann auf gesamter Länge mit einem Besichtigungswagen befahren werden. Bauwerksteile oberhalb der Fahrbahn können unabhängig vom Gleisverkehr mit Hubsteigern inspiziert werden. Für die Teile des Bogentragwerks unterhalb der Fahrbannebene ist ebenfalls die Inspektion mit Hilfe von Hubwagen vorgesehen.

8 Ausblick

Der geplante Brückenneubau (Bilder 22 bis 24) passt sich harmonisch in das Umfeld ein. Die frühe Beteiligung der Umweltverbände an der Entwicklung und der Planung der Maßnahmen zum Schutz der Fledermauspopulation hat sich konstruktiv ausgewirkt. Durch die schon ganz zu Beginn regelmäßig durchgeführten Öffentlichkeitsveranstaltungen, mit Informationen für Bürger und Bürgerinnen zum Brückenneubau, stoßen die Planungen bisher auf positives Echo.

Die PlausNOK beabsichtigt im Frühjahr 2015 für das Projekt „Ausbau des Nord-Ostseekanals Kkm 93,2–94,2 und Ersatzneubau der 1. Hochbrücke Levensau“ den Antrag auf Planfeststellung bei der zuständigen Generaldirektion für Wasserstraßen und Schifffahrt Außenstelle Nord



Bild 22. Visualisierung, Neuplanung, Ersatzneubau Hochbrücke Levensau – Gestaltung Blunck-Morgen-Architekten
Fig. 22. Image of the new Levensau Bridge



Bild 23. Visualisierung Brückenquerschnitt – Gestaltung Blunck-Morgen-Architekten

Fig. 23. Image of the bridge cross section



Bild 24. Visualisierung Brückenuntersicht – Gestaltung Blunck-Morgen-Architekten

Fig. 24. Image of the view under the bridge

(GDWS Ast. Nord) zu stellen. Mit einem Baubeginn ist 2018 zu rechnen.

Konstruktion/Hauptmassen:

Bauwerkstyp:

Zweigelenkbogenbrücke in Stahlbauweise mit durchschnitterter Fahrbahntafel (Spreizbogenbrücke)

Bauwerkslänge:

28 m – 182 m – 31 m (N – S)

Bogen, Querträger, Versteifungsträger:

Stahlhohlkästen, luftdicht verschweißt

Fahrbahn:

orthotrope Platte, Schienenbefestigung im Gleisbereich auf Einzelstützpunkten

Stahltonnage:

4 500 t

Gründung:

Großbohrpfähle, insgesamt ca. 5 000 Pfahlmeter

Zeitspiegel:

1894 Baufreigabe Bestandbauwerk

1955 Rückbau Widerlagertürme,
Montage breitere Fahrbahn

2009 Planungsauftrag BMVBS zur Planung Ersatzneubau
Grundlagenermittlung: Kanaltrassierung, Schiffs-
führungssimulation, Baugrunduntersuchungen, Vor-
untersuchungen Brückenbau

2011 Einleitung EU-weiter Ingenieurwettbewerb

2012 Vergabe Planungsauftrag Ingenieurgemeinschaft
WKC-Anwika

2015 Antrag auf Planfeststellung

2016 Planfeststellungsbeschluss

2017 EU-weite Ausschreibung VOB/Bauvertrag

2018 Baubeginn

2020 Verkehrsfreigabe

2021 Gesamtfertigstellung (Straßen- und Wegebau,
Freianlagen)

Projektbeteiligte:

Bauherr:

WSA Kiel-Holtenau

Projektleitung:

Planungsgruppe für den Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals
(PlausNOK)

Voruntersuchungen:

Brückenbau:

Meyer-Schubart, Wunsdorf

Unterbauten/Böschungssicherungen:

KSK-Ingenieure, Ascheberg

Kanaltrassierung:

Merkel Consult, Kiel

Baugrund:

IGB-Kiel

Gutachten zum Fledermaushabitat:

Kugelschäfer, Lohra

Dietz, Gonterskirchen

v. Kessel, Zartwitz

Planung Ausbau NOK und Ersatzneubau:

Planung Ersatzneubau HB-Lev:

WK-Consult/Anwika-Consultants,

Hamburg/Würzburg

Baugestalterische Beratung:

Blunck + Morgen Architekten, Hamburg

Kanalplanung:

Lahmeyer Consult/C&E, Weimar/Chemnitz

Straßenplanung/Gleisplanung:

Dannenberg/EDS, Hamburg/Gettorf

Baugrundgutachten:

BAW Hamburg, IGB Kiel

Umweltplanung:

Arge TGP-PU-Leguan, Lübeck

Fachbeitrag Artenschutz:

Chirotec Kugelschäfer,

Institut für Kleintierökologie Dietz

Simulation Schiffsstoß:

BAW-Karlsruhe, IMS-Hamburg, Böger + Jäckle,

Henstedt-Ulzburg

statische Prüfung:

Prof. Dr. Karsten Geißler/Dr. Karl Morgen,

Dresden/Hamburg

Literatur

[1] www.wsa-kiel.wsv.de/Schifffahrt/Verkehrsmanagement/Verkehrsgruppen

Autor dieses Beitrages:

Dipl.-Ing (TU) Thomas Janßen,

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes,

Planungsgruppe für den Ausbau des Nord-Ostseekanals

beim WSA Kiel-Holtenau, Schleuseninsel 2, 24159 Kiel,

t.janssen@wsv.bund.de