

**BW 603 “Rader Hochbrücke“ - A7 / Nord-Ostsee-Kanal; Bau-km. 2+032; Betr.-km. 60,233
A7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschl.
6-streifiger Erweiterung der A7 zw. AS Rendsburg/Büdelisdorf u. AK Rendsburg**

Unterlage 21.1


Herstellungskonzept

Juni 2020

im Auftrag von:

DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

Aufgestellt:

 Schübler-Plan
Greifswalder Straße 80A
10405 Berlin
fon: 030 / 421 06-0
fax: 030 / 421 06-301
berlin@schuessler-plan.de

Dipl.-Ing. Frank Ehrlicher Ltg.
Dipl.-Ing. Angela Napierkowski

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Beschreibung des Bauwerks	1
1.1	Lage des Bauwerks, Randbedingungen	1
1.2	Beschreibung Bauwerkskonstruktion	2
2	Herstellungskonzept im Rahmen der Vorplanung	3
3	Herstellungskonzept	4
3.1	Allgemein	4
3.2	Herstellung der Unterbauten und temporären Anleger	4
3.3	Herstellung der Überbauten	7
4	Verkehrliche Auswirkungen	10
4.1	Öffentlicher Verkehr	10
4.2	Schifffahrt	10
5	Schutzmaßnahmen	12
6	Anlagenverzeichnis	13

1 Beschreibung des Bauwerks

1.1 Lage des Bauwerks, Randbedingungen

Das Bauwerk 603 - „Rader Hochbrücke“ - überführt die Autobahn 7 über den Nord-Ostsee-Kanal. Die Trasse der Autobahn verläuft im gesamten Bauwerksbereich in einem Radius von 12.500,0 m.

Das Bestandsbauwerk aus dem Jahr 1972 wird abgebrochen und durch einen Neubau ersetzt, wobei ein Versatz der Autobahnachse im Bauwerksbereich von ca. 16,60 m Richtung Osten erfolgt.

Im Zuge dessen wird die Bundesautobahn 7 (A 7) zwischen der Anschlussstelle (AS) Rendsburg/Büdelndorf und dem Autobahnkreuz (AK) Rendsburg 6-streifig erweitert.

Die Stationierungsrichtung der Planung erfolgt von Nord nach Süd.

Um über dem Nord-Ostsee-Kanal das Schifffahrtsprofil von 42,00 m über Bezugswasserstand -0,20 NHN zu erreichen, schließen an das Brückenbauwerk Straßendämme von erheblicher Höhe an, so dass Pfeilerhöhen bis ca. 45 m entstehen.

Von Nord nach Süd werden folgende Gebiete, Verkehrswege und Gewässer überbrückt:

- nördliches Vorland
Der nördliche Abschnitt ist geprägt durch beengte Platzverhältnisse infolge der an-grenzenden Bebauung und dem bestehenden Damm sowie dem für den Anliegerverkehr offen zu haltenden Treidelweg als schmale öffentliche Uferstraße. Zusätzlich wird dieser Bereich für die Andienung eines bauzeitlichen Anlegers unterhalb des Bestandsbauwerks mit einer Baustraße vom nördlichen Widerlager aus beansprucht.
- Borgstedter See
Für den Borgstedter See gelten als nahezu ruhendes Gewässer erhöhte Auflagen aus umweltfachlichen Gesichtspunkten. Dies sind insbesondere die Vermeidung von Trübstoffbildung (Laichgewässer), Vertiefungen/Veränderungen der Gewässersohle und Lärm- / Staubimmissionen infolge der Nutzung der Uferbereiche als Wohn-, Freizeit- und Erholungsgebiet. Allgemein gilt nach WRRL das Verschlechterungsver- und das Verbesserungsgebot in Bezug auf die Gewässerqualität.

Der Borgstedter See wird im Rahmen des übergeordneten Baustellenmanagement- und Logistikkonzept über bauzeitliche Anleger zur Andienung der Rader Insel genutzt.

- Rader Insel mit Anliegerstraße
Alle Material- und Baustofftransporte gelangen im Wesentlichen über bauzeitliche Anleger auf die Insel. Die Anfahrt über die Anliegerstraße Gertrudenweg (Privatweg) wird vorwiegend für den Personenverkehr von und zur Baustelle genutzt. Unterhalb des Bestandsbauwerks liegen auf der Insel gute Bedingungen zur Erschließung des Baufeldes vor. Diese sind jedoch seitlich durch angrenzende Böschungen und die gegebenen Eigentumsverhältnisse begrenzt.
Der Privatweg zur Erschließung einzelner Wohnhäuser und Gehöfte auf der Insel kann unter der Brücke nur kurzzeitig (ohne eine alternative Wegeführung) gesperrt werden.
- Nord-Ostsee-Kanal mit beidseitigem Kanalseitenweg
Als wichtige Seeschiffahrtsstraße liegt der Nord-Ostsee-Kanal in der Zuständigkeit des Bundes. Es ist davon auszugehen, dass der Kanal nach Erlangung der erforderlichen Genehmigungen durch die zuständige Wasserschiffahrtsverwaltung nur kurzzeitig gesperrt werden kann. Eine temporäre einseitige Einengung des Kanalquerschnitts ist um maximal 50 m möglich, da der Baubereich innerhalb der Großweiche Rade-Audorf für die Schifffahrt liegt und damit ein überbreiter Kanalquerschnitt vorhanden ist. Eine Querung des NOK durch Baustellenfahrzeuge ist nicht möglich.
Die beidseits des Kanals geführten Wege der WSV sind grundsätzlich offen und zu Inspektionszwecken auch für Kraftfahrzeuge nutzbar zu halten.
- südliches Vorland
Der südliche Abschnitt ist geprägt durch eine große Freifläche, die zwischen Dammfuß vor dem Widerlager und Böschungskante zum Nord-Ostsee-Kanal liegt. Diese ist über das vorgesehene Baustraßenkonzept gut erschlossen. Zur Überwindung des Höhenniveaus zum Kanalpfeiler ist eine Baustraße parallel zur bzw. in der angrenzenden Böschung vorgesehen.
- Anschlussdämme
Die Herstellung des östlichen Teilbauwerks erfolgt im Bereich der Dammerweiterung. Der laufende Verkehr auf der A7 ist mittels Längsverbauten zu den Baugruben zu sichern.

Allgemein ist bei der Planung zu berücksichtigen, dass zum Zeitpunkt der Herstellung des östlichen Teilbauwerks westlich angrenzend das unter Verkehr befindliche Bestandsbauwerk verläuft.

Die Erschließung des Baufeldes erfolgt gemäß übergeordnetem Andienungskonzept über Baustraßen und bauzeitliche Anleger.

1.2 Beschreibung Bauwerkskonstruktion

Der Ersatzneubau von BW 603 wird als Deckbrücke in Verbundbauweise mit getrennten Überbauten je Richtungsfahrbahn (Teilbauwerk 1 = RF Flensburg, Teilbauwerk 2 = RF Hamburg) geplant.

Das Längssystem ist ein Durchlaufträger über 16 Felder.

Vorgesehen sind folgende Stützweiten in Nord-Süd-Richtung, bezogen auf die Achse A7:

64,0 - 2x80,0 - 84,0 - 4x80,0 - 2x84,0 - 88,0 - 124,0 - 224,0 - 124,0 - 80,0 - 64,0 = **1500,0 m**

Die Pfeiler beidseits des Kanalfeldes werden mit Vouten in den Überbau eingespannt. Die Voutenlänge beträgt jeweils 44 m (bezogen auf Achse A7) beidseits zur Achse Kanalpfeiler. Die Voute wird als Stahlbetonkonstruktion ausgebildet, die in den Stahlhohlkasten einbindet.

Die Bauhöhe der Überbauten ergibt sich unter Berücksichtigung der Konstruktionshöhe in Überbauachse von 4,00 m und dem Querversatz zwischen Gradienten- und Bauwerksachse

im Regelquerschnitt zu 4,143 m. In der Mitte des Kanalfeldes wird die Bauhöhe mit 6,143 m gewählt. Zur Herstellung einer harmonischen Bauwerksunterseite wird die Verziehung der Bauhöhe des Verbundkastens sichelförmig über einen Radius R ca. 34.560 m auf 632,00 m Länge symmetrisch zur Mitte des Kanalfeldes vorgenommen.

Das Systemmaß für den Abstand der Querrahmen und Konsolträger beträgt 4,00 m.

Die Fuge zwischen den Teilüberbauten wird aus bautechnologischen Gründen im Mittelstreifen leicht außermittig hergestellt.

Die Widerlager werden in der Dammschüttung als hochgesetzte Widerlager (analog zum Bestand) vorgesehen.

Die Überbauten bestehen jeweils aus einem parallelgurtigen, geschlossenen Stahlhohlkasten mit beidseitigen Konsolträgern. Die Hohlkastenstege sind geneigt, wobei das Obergurtblech schmäler als das Untergurtblech ist. Der Querschnitt erhält eine Fahrbahnplatte aus Betonfertigteilen mit Ortbetonergänzung. Im Bereich der Vouten und des Kanalfeldes wird eine Fahrbahnplattenausbildung in Orthoverbundbauweise vorgesehen.

Eine Überschneidung zu den Pfeilerachsen des Bestandsbauwerks gibt es für das westliche Teilbauwerk am südlichen Ufer des Borgstedter Sees und bei den Kanalpfeilern.

Die Widerlagerachsen 10 und 170 liegen etwa in Achse der Bestandswiderlager, so dass sich hier Bestand und Neubau für das westliche Teilbauwerk ebenfalls überschneiden.

2 Herstellungskonzept im Rahmen der Vorplanung

Aus der Festlegung der Vorzugsvariante für die Gesamtbaumaßnahme der Verkehrsanlage leiten sich die beiden folgenden Hauptbauphasen zur Herstellung des Bauwerk 603 – Rader Hochbrücke ab:

1. Herstellung erstes Teilbauwerk Ost (RF Flensburg)
2. Abbruch Bestandsbauwerk und Herstellung zweites Teilbauwerk West (RF Hamburg)

Im Rahmen der Vorplanung für das Brückenbauwerk wurden für die Festlegung eines Herstellungskonzepts folgende Kriterien herangezogen:

- Wirtschaftliche Herstellung eines dauerhaften und robusten Brückentragwerks
- Risikominimierung bzgl. Bauzeit, Kosten und Mängel in der Bauausführung
- Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt auf dem Nord-Ostsee-Kanal (u. a. Minimierung der Sperrzeiten)
- Minimierung der Eingriffe in die Belange Dritter
- Minimierung der Umweltbeeinträchtigungen
- Minimierung der Bauzeit

Ein wesentliches Kriterium für die Wahl des Herstellungskonzeptes und der Montagetechnologie bildet das Kriterium kurze Bauzeit. Dies gilt insbesondere für das erste, östliche Teilbauwerk, da die Restlebensdauer des Bestandsbauwerks eingeschränkt ist.

Als Ergebnis der Variantenuntersuchung der Vorplanung wurde auf dieser Grundlage die Überbaumontage durch Einschieben des Stahlquerschnitts vom nördlichen Widerlager bis über das Ufer des Nord-Ostsee-Kanals favorisiert. Parallel erfolgt die Kranmontage des südlichen Vorlandbereichs vom Boden aus, mit dem anschließenden Lückenschluss im Kanalfeld durch Einschwimmen des Feldsegmentes und dessen Montage mit Litzenhebern.

Aufgrund der hohen Bedeutung einer kurzen Bauzeit wird ein paralleles Arbeiten in verschiedenen Bereichen und Teilabschnitten vorgesehen, was auch die Wahl der Herstellungs- und

der Abbruchtechnologie wesentlich mit bestimmt hat. Eine Herstellung im Freivorbau analog zum Bestandsbauwerk wurde angesichts der damit verbundenen längeren Bauzeit frühzeitig verworfen.

3 Herstellungskonzept

3.1 Allgemein

Auf Basis des Herstellungskonzeptes der Vorplanung ist das vorliegende Herstellungskonzept im Rahmen des Bauwerksentwurfes ergänzt, detailliert und in Teilen leicht verändert worden. Wesentlicher Bestandteil sind neben dieser textlichen Beschreibung die zugehörigen Planunterlagen, die die hier zusammengefassten Informationen zeichnerisch darstellen und ergänzen (s. Anlage).

Die Beschreibung bezieht sich zunächst auf die Herstellung des ersten Teilbauwerks (Ost). Das zweite Teilbauwerk (West) folgt im Wesentlichen dem gleichen Ablauf. Auf Abweichungen und Besonderheiten wird hingewiesen.

3.2 Herstellung der Unterbauten und temporären Anleger

Temporäre Anleger

Unmittelbar mit dem Baubeginn erfolgt die Herstellung von zwei bauzeitlichen Anlegern im Borgstedter See (am Treidelweg und auf der Rader Insel), um das gesamte Baumaterial und -gerät über den Wasserweg auf die Rader Insel verbringen zu können. Der Standort ist unter dem Bestandsbauwerk vorgesehen. Auf der Seite des Treidelweges werden dabei die Bestandsgründungen der Achse P13 in die Fläche des Anlegers mit einbezogen. Am Ufer der Rader Insel ist in Teilbereichen bereits ein Anleger (Ufermauer) vorhanden, der sich aber in schlechtem Bauzustand befindet und instandgesetzt werden muss. Vorgesehen ist, neue Anleger als rückverankerte Spundwandkonstruktion mit Bodenhinterfüllung und Flächenbefestigung auszubilden. Infolge der an den Standorten vorhandenen Weichschichten ist mit entsprechenden Setzungen des Bodenmaterials zu rechnen, die durch ein Überhöhungsmaß auszugleichen sind. Weiterhin sind folgende Aspekte in der vertieften Planung und Ausführung zu berücksichtigen:

- Bemessung der temporären Anleger gemäß des geltenden Regelwerkes in Abhängigkeit der zum Einsatz kommenden Wasserfahrzeuge und für die anfallenden technologischen Lasten aus Bauwerksneubau und Bauwerksabbruch.
- Ausstattung mit Festmacheeinrichtungen, ggf. mit zusätzlichen Dalben für Vor- und Achterleinen.
- Sicherstellung ausreichender Schwimmtiefe am Anleger.
- Die Höhe der temporären Anleger wird aus der Erfahrung mit vergleichbaren Bauwerken mit etwa 1,0 m über Wasserspiegel angenommen.
- Nach Abschluss der Baumaßnahme werden die neugebauten Anleger vollständig zurückgebaut.

Im Uferbereich des Nord-Ostsee-Kanals wird wasserseitig vor den Spundwandkästen der beiden Kanalpfeilergründungen zur Errichtung des Überbaus im Kanalbereich eine bauzeitliche Anlegemöglichkeit/Liegestelle eingerichtet. Diese wird wechselseitig über einen begrenzten Zeitraum unter einer einseitigen Einschränkung des Gefährdungsraums des NOK bis max. 50 m hergestellt, betrieben und wieder zurückgebaut. Gemäß des vorgesehenen Bau-

ablaufs wird die Anlegestelle zunächst auf der Kanalsüdseite eingerichtet, um die Überbaumontage des Voutenbereichs durchführen zu können. Nach Abschluss der Arbeiten dort wird das Schifffahrtsprofil nach Süden verschwenkt und der Liegeplatz samt Einschränkung am Nordufer eingerichtet.

Zur Herstellung der Liegestelle wird die wasserseitige Spundwand der Baugrube parallel zur Böschung um das erforderliche Maß verlängert. Der Spundwand vorgelagert wird eine Dalbenreihe eingebracht. Zur Herstellung der erforderlichen Schwimmtiefe im Liegeplatzbereich ist in Abhängigkeit von den tatsächlich eingesetzten Wasserfahrzeugen eine Baggerung bis ca. -3,5 m NN erforderlich. Die Sohle ist mit einer ca. 40 cm starken Lage aus mineralischem Kolkschutz, z. B. aus Steinmaterial CP 1/200, zu schützen. Diese Angabe ist vorbehaltlich einer genaueren Dimensionierung der erforderlichen Steingröße u. a. unter Berücksichtigung der eingesetzten Schiffseinheiten und Antriebe sowie des Bauablaufes und der sonstigen hydraulischen Randbedingungen zu sehen. Wasserseitig soll der Kolkschutz die unter Wasser liegende Böschungsschulter auf der Länge von etwa 1 m bis 2 m mit sichern. Uferparallel ist der Kolkschutz an die vorhandene Böschungssicherung anzuschließen. Bei Wiederherstellung der endgültigen Böschungssicherung wird dieser Kolkschutz überbaut.

Mit dem WSA wird ein Konzept abgestimmt und auf dieser Basis entsprechende Unterlagen zur grundsätzlichen Genehmigung der Anlegestelle vorgelegt. Diese beinhalten konkretere Planungen und Berechnungen zur Sicherung von Bauzuständen, einschließlich Konstruktionen und Zeitabläufe. Das betrifft den Kolkschutz und die Böschungssicherungen sowie den Anfahrtschutz der kanalnahen Brückenpfeiler. Eine grundsätzliche Genehmigung wird bis zur Ausschreibung der Bauleistungen erforderlich.

Nach Vergabe der Bauleistungen wird die ausführende Firma ihre Ausführungsplanung auf Basis der grundsätzlichen Genehmigung sowie ggf. weiteren Auflagen erstellen und der Verkehrsbehörde der Bundeswasserstraße zur Genehmigung vorlegen.

Die Anlegestelle wird mit Abschluss der dort vorgesehenen Arbeiten für das erste Teilbauwerk wieder zurückgebaut und die Schutzböschung in Verlängerung der bestehenden bis über den Neubau erweitert. Für das zweite Teilbauwerk wird die Anlegestelle – in versetzter Lage und unter Rückbau der Bestandsschutzböschung – erneut hergestellt. Mit Fertigstellung des 2. Teilbauwerks wird dort die Schutzböschung zur Herstellung des Endzustandes wieder ergänzt. Spundwände (ausgenommen die Umspundung der Pfeilergründungen) und Dalben werden in diesem Zusammenhang vollständig zurückgebaut.

Gründungen

Die Gründungen der Widerlager und die meisten Gründungen der Pfeiler können in offener Baugrube hergestellt werden.

An den Widerlagern ist ein Längsverbau zum Bestandswiderlager bzw. zum ersten Teilbauwerk erforderlich.

An den Gewässerufeln (Achse 30, 130, 140) sind wasserdichte Baugrubenverbauten vorgesehen. Wegen des hohen Grundwasserstandes und der beengten Platzverhältnisse ist an Achse 20 ebenfalls ein Baugrubenverbau geplant. Die Spundwandverbauten werden abschließend bis Höhe OK Fundament bzw. Pfahlkopfplatte gekürzt.

Die Gründungen im Borgstedter See (Achse 40, 50, 60) müssen als Wasserbaustelle ausgeführt werden. Wegen der an der Gewässersohle vorhandenen Muddeschicht mit erheblicher Mächtigkeit ist eine Umspundung der Baugrube wirtschaftlich und technologisch nicht umsetzbar. Deshalb ist vorgesehen, die Pfahlgründungen von einem speziellen Stelzenponton aus einzubringen, der sich über die Stelzen soweit abstützt, dass eine stabile Bohrebene zum Einbringen der Großbohrpfähle gegeben ist. Zur Aufnahme der Kräfte und Lasten zur Bohrpfahlherstellung sind ggf. Maßnahmen zur Verstärkung und Ertüchtigung des Stelzenpontons erforderlich. Vorgesehen ist, Rohrdrehmaschinen als Bohrtechnologie einzusetzen, um die

Gerätelasten deutlich reduzieren zu können. Die Entnahme des Bohrgutes erfolgt mit einem Greifbagger, der auf einem eigenen Ponton steht und entsprechend positioniert werden kann.

Für die Herstellung der Pfahlkopfplatte werden Fertigteilcaissons als verlorene Schalung eingesetzt, die nach Aufmaß des Pfahlrasters mit Aussparungen hergestellt werden, um diese nach einem Einschwimmvorgang mit Hilfe von zwei Pontons über den Pfählen abzulassen und in die Aussparungen einzufädeln. Nach dem Absetzen auf entsprechenden Knaggen an den Mantelrohren der Pfähle werden die Öffnungen zwischen Pfahl und Fertigteilboden unter Wasser abgedichtet, kraftschlüssig verbunden und anschließend der Caisson trockengelegt. Über die Verbindung wirken die Pfähle auf Zug als Auftriebssicherung. Anschließend kann die Pfahlkopfplatte in der trockenen Baugrube des Caissons hergestellt werden.

Zur Herstellung der großen Pfahlkopfplatten an den Kanalpfeilern (Achse 130, 140) ist zunächst die Errichtung eines wasserdichten Spundwandkastens erforderlich, der aus statischen und wirtschaftlichen Gründen als ausgesteifte Konstruktion mit einer Aussteifungslage ausgebildet wird. Im Bereich der Uferböschung ist die Steinlage der vorhandenen Böschungssicherung vor Einbringen der Spundwandprofile zu entfernen.

Zur Abdichtung nach unten ist eine ca. 2,5 m starke Dichtsohle aus UW-Beton vorgesehen, die zwischen den zuvor hergestellten und bis in diese Tiefe freigespülten Großbohrpfählen eingebracht wird. Danach kann die Baugrube gelenzt und die Pfahlkopfplatte in trockener Baugrube errichtet werden. Die Bohrpfähle können begrenzt zur Auftriebssicherung herangezogen werden.

Die Gründungen der Kanalpfeiler des zweiten Teilbauwerks (West) überschneiden sich teilweise mit den Senkkastengründungen des Bestandsbauwerks. Hier ist ein „In-situ“ Bodenaustausch vorgesehen, bei dem der Senkkastenbeton durch verrohrte Großbohrungen mit spezieller Bohrkronen zerstört und sofort gegen Ersatzbodenmaterial ausgetauscht wird, so dass ein Einbringen des Verbau und die Bohrpfahlherstellung ohne klassischen Betonabbruch erfolgen kann. Das einzubringende Material wird soweit lagenweise verdichtet, dass für die einzubringenden Bohrpfähle die vorher definierten Mantel- und Bettungswerte erreicht werden. Restbauteile, die nicht im Zuge des Baugrubenaushubs zur Herstellung der Pfahlkopfplatte entfernt werden, verbleiben im Boden.

Die Herstellungsreihenfolge richtet sich nach den Erfordernissen der Überbaumontage und der dafür notwendigen Reihenfolge der Pfeilerherstellung. Es ist ein paralleles Arbeiten an mehreren Achsen vorgesehen. Ggf. ist in einzelnen Achsen eine gemeinsame Herstellung der Gründungen des ersten und zweiten Teilbauwerks sinnvoll. Diese Vorgehensweise wird im vorliegenden Konzept nicht berücksichtigt, da sich hierdurch auch eine Vielzahl betrieblicher und logistischer Wechselwirkungen ergeben, die eine vertiefte Detailplanung erfordern. Hierzu gehört u. a. auch die Frage, wie die bereits errichteten Bauteile während des Sprengabbruchs geschützt werden.

Für die Gründungen im Borgstedter See (Achse 40, 50, 60) kann eine parallele Herstellung für beide Teilbauwerke sinnvoll sein, um dadurch einen zweimaligen Aufbau der Bohrplattformen in zeitlich großem Abstand vermeiden zu können. Allerdings können geometrische Konflikte mit den Pfahlkopfplatten des zweiten Teilbauwerks bei der vorgesehenen Rückbautechnologie in diesem Bereich ohne exakt spezifizierte Gerätetechnik nicht ausgeschlossen werden, so dass zunächst von einer zeitlich versetzten Herstellung ausgegangen wird.

Widerlager

Die Widerlager des ersten Teilbauwerks werden neben den Bestandswiderlagern errichtet. Für das zweite Teilbauwerk ist der Abbruch der Bestandswiderlager erforderlich. Hinter dem Widerlager Nord (Achse 10) sind jeweils Vormontageplätze für den Einschub der Überbauten vorgesehen, so dass die Kammerwände erst nach Abschluss der Stahlbaumontage betoniert werden können.

Pfeiler

Die Reihenfolge der Pfeilerherstellung richtet sich nach dem Ablauf der Überbaumontage. Es ist vorgesehen, parallel an mehreren Achsen je Teilüberbau zu arbeiten.

Die Herstellung der Kanalpfeiler (Achse 130, 140) erfolgt zunächst bis zum Voutenansatz. Die weitere Betonage inklusive Voute folgt dem Herstellungskonzept des Überbaus in diesem Bereich.

Die Pfeilerbaustellen im Borgstedter See sind als Wasserbaustelle konzipiert, wobei die mit der Oberkante über Wasserspiegel liegenden Pfahlkopfplatten als Teil der Arbeitsplattform dienen.

3.3 Herstellung der Überbauten

Die Herstellung der Überbauten gliedert sich jeweils in fünf Abschnitte:

- Abschnitt 1 Achse 10 bis 110 - Einschieben der Stahlkonstruktion von Norden
- Abschnitt 2 Achse 160 bis 170 - Kranmontage mit Hilfsstützen
- Abschnitt 3 Achse 110 bis 130 inkl. Voute - Freivorbau und Litzenhub
- Abschnitt 4 Achse 140 bis 160 inkl. Voute - Freivorbau und Litzenhub
- Abschnitt 5 Achse 130 bis 140 (Feld 13) - Litzenhub

Abschnitt 1

Von dem Vormontageplatz hinter dem Widerlager wird der Bereich des Überbaus mit konstanter Kastenhöhe eingeschoben.

Der Einschub erfolgt mit Vorbauschubel über die mit Verschublagern ausgestatteten Pfeiler in Verschublängen bis maximal 84 m (entspricht einer Feldweite). Der Einschub erfolgt bis Achse 30 in leicht überhöhter Lage, um die Absenkung des Vormontageplatzes gegenüber dem Endzustand der Straßenlage zu optimieren.

Die Anlieferung der Stahlbauteile zum Vormontageplatz wird jeweils über die A7 vorgesehen. Dafür wird eine Baustellenein- und -ausfahrt von ca. 60 m Länge zum benachbarten Verkehr hergestellt.

Für den ersten Teilüberbau ist die Fertigstellung des ersten Teilbauwerks des nördlich gelegenen BW604 (Unterführung der L42) inklusive Anschlussdamm Voraussetzung für eine ausreichende Zuwegung zum Vormontageplatz.

Für den zweiten Teilüberbau stehen die Fläche der außer Betrieb befindlichen Bestandsfahrbahn inklusive Bestandsbauwerk 604 als Zuwegung zur Verfügung.

Der Vormontageplatz ist mit einem Längsverbau zum angrenzenden Verkehrsraum abzusichern.

Abschnitt 2

In Abschnitt 2 wird mittels Kranmontage der Stahlüberbau des südlichen Randfeldes inklusive Stützenschuss Achse 160 hergestellt. Dafür ist das Aufstellen von zwei Hilfsstützen am Fuß der Dammböschung und nahe der Dammkrone erforderlich. Kranstellflächen befinden sich neben der Pfeilerachse 160 und im Hinterfüllbereich des Widerlagers.

Die Anlieferung der Stahlbauteile erfolgt über die A7 und die am Dammfuß gelegene Baustraße.

Wegen der erheblichen Hubhöhen und Ausladungen ist nur eine relativ kleinteilige Montage mit insgesamt 9 Montageteilen und Längsstößen realisierbar. Ein Zwillingshub ist aufgrund

fehlender geeigneter Kranstellflächen (Dammböschung, Bestandsbauwerk unter Verkehr) nicht möglich.

Alternativ wurde ein Einschub dieses Abschnitts von einem Vormontageplatz hinter dem Widerlager diskutiert. Für den Einschub wäre die Hilfsstütze an der Dammkrone ebenfalls erforderlich. Wegen des unverhältnismäßigen Aufwandes mit der Herrichtung eines Vormontageplatzes, der Verschiebeinrichtungen, etc. für ein relativ kurzes Brückensegment wurde diese Variante verworfen.

Im Bauablauf ist ein paralleles Arbeiten in Abschnitt 1 und 2 möglich aber nicht zwingend erforderlich, da Abschnitt 2 in wesentlich kürzerer Bauzeit als Abschnitt 1 zu realisieren ist.

Abschnitt 3

In diesem Abschnitt werden die nördlichen Kanalseitenfelder (Feld 11 und 12) mit veränderlicher Konstruktionshöhe der Überbauten und die Bereiche der Verbundkonstruktion Stahlüberbau/Voute hergestellt.

Dafür werden auf dem Gelände der Rader Insel in Überbauachse Vormontageplätze eingerichtet. Um ausreichende technologische Flächen zur Verfügung zu haben, ist für das erste Teilbauwerk ein Abtrag der Bestandsböschung östlich der Trasse erforderlich. Für das zweite Teilbauwerk ist nach Abbruch des Bestandes ausreichende Baufreiheit vorhanden.

Die Anlieferung der Stahlbauteile erfolgt über den Nord-Ostsee-Kanal unter einseitiger Einengung des Schiffsverkehrs. Als Anlegemöglichkeit sind temporäre Dalben vorgesehen, die die vor dem seitlich erweiterten Baugrubenverbau des Pfeilers Achse 130 angeordnet sind. Wasserseitig wird eine Liegestelle vor dem Spundwandverbau durch Freibaggerung auf die erforderliche Tiefe ausgebildet, so dass ein Anlegen der Wasserfahrzeuge möglich ist. Der Kanaluntergrund ist temporär mit einem Kolkschutz zu versehen. (siehe auch 3.2)

Vor Herstellung des Pfeilers Achse 120 wird eine Verschiebbahn unterhalb des Überbaus hergestellt, über die die Stahlbauteile an den Montageort verbracht werden können. Das Umsetzen der Stahlbauteile vom Wasserfahrzeug auf die Verschiebbahn erfolgt mit einem Mobilkran, dessen Standort Behinderungen bei der Herstellung von Pfeiler Achse 130 weitestgehend vermeiden soll. Nach Einschub aller Montageteile auf den Vormontageplatz des Feldes 11, kann mit der Herstellung von Pfeiler Achse 120 begonnen und zeitgleich die Stahlbaumontage des Feldes 11 und des angrenzenden Teils von Feld 12 fortgeführt werden. Nach Fertigstellung des Pfeilers wird der Stützenschuss mit einem Mobilkran aufgesetzt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Überbauverschiebung aus Abschnitt 1 abgeschlossen. Auf Pfeiler 120 und am Überbauende von Abschnitt 1 werden Litzenheber installiert. Anschließend wird das Montageteil Feld 11 unter Nutzung des Montageteils Feld 12 als Gegengewicht mit Litzenhub angehoben und mit dem Stützenschuss und dem Ende des Vorschubsegmentes 1 verschweißt. Zu beachten ist, dass für die statisch erforderliche Einprägung von Vorverformungen an Achse 120 eine überhöhte Montagelage von 50 cm vorgesehen ist.

Die Montage der Stahlbauteile im Voutenbereich ist im Freivorbau vorgesehen. Zunächst wird der Stützenschuss mit Mobilkran aufgesetzt und mit dem Pfeiler-/Voutenbeton monolithisch verbunden. In gleicher Weise erfolgt die Montage der benachbarten Schüsse. Ist eine ausreichende Voutenlänge erreicht, wird auf dem fertigen Bauabschnitt eine verfahrbare Hilfskonstruktion (Derrick) installiert, die abwechselnd die nächsten Stahlbauteile vom landseitigen Vormontageplatz oder vom Wasserfahrzeug in Position hebt. Im Abstand von ca. 48 m zur Achse 130 wird landseitig eine Hilfsstütze aufgestellt, auf welcher der Voutenkragarm in überhöhter Lage abgesetzt wird. Nach Fertigstellung der Voute erfolgt die Montage des restlichen Teils von Feld 12 mit Litzenhub analog Feld 11.

Die überhöhte Lage des Überbaus inklusive Hilfsabstützung bleibt bis zum Montageabschluss Abschnitt 5 bestehen.

Abschnitt 4

In diesem Abschnitt werden die südlichen Kanalseitenfelder (Feld 14 und 15) mit veränderlicher Konstruktionshöhe der Überbauten und die Bereiche der Verbundkonstruktion Stahlüberbau/Voute hergestellt.

Die Herstellung erfolgt spiegelbildlich zu Abschnitt 3. Voraussetzung zur Montage von Feld 15 ist die Beendigung der Montage aus Abschnitt 2.

Im Unterschied zu Abschnitt 3 ist es erforderlich, die Verschubbahn wegen der hier vorhandenen erheblichen Abböschung des Geländes zum Kanal hin, mit Aufständigung vorzusehen.

Abschnitt 4 kann vor oder nach Abschnitt 3 ausgeführt werden. Eine Ausführung parallel zu Abschnitt 3 ist wegen der Einschränkung der Schifffahrt nicht möglich.

Abschnitt 5

In diesem Bauabschnitt wird mit der Montage des Feldsegmentes Feld 13 der Lückenschluss über dem Nord-Ostsee-Kanal im Überbau hergestellt.

Das auf einem externen Montageplatz komplett montierte Stahlbauteil wird über den Nord-Ostsee-Kanal eingeschwommen und anschließend mit Litzenhebern von den Kragarmspitzen der Voutenbereiche eingehoben, an den Enden der bereits fertiggestellten Überbauabschnitte verschlossert und anschließend abgeschweißt.

Für diesen Montagevorgang ist eine Vollsperrung des Nord-Ostsee-Kanals mit folgenden Arbeitsabläufen und Zeitansätzen erforderlich:

- Einschwimmen der Pontons mit aufliegendem Brückenelement von der nahegelegenen Liegestelle zum Brückenstandort, Platzierung, Fixierung und Sicherung: ca. 5 Std
- Kontrollierte Lastübernahme vom Ponton auf Litzenheber inkl. Einbolzung ca. 2 Std
- Litzenhub über 45 m Höhe mit ca. 9 m/Std: ca. 5 Std
- Installierung der Schutz- und Schweißgerüste an den Montagestößen ca. 2 Std
- Zeitlicher Sicherheitszuschlag ca. 2 Std

Anmerkung:

Ein Sicherheitszuschlag ist erforderlich, da die Kalkulation der Montagezeiten von einem hundertprozentig reibungslosen Montageablauf ausgeht. Dieser kann jedoch – unter Zugrundelegung von Erfahrungswerten gleichartiger Montagen – aufgrund des Zusammenwirkens einer Vielzahl hochkomplexer Montageschritte mit unterschiedlichen Randbedingungen und teilweise nicht beeinflussbaren äußeren Einflüssen nicht garantiert werden.

In Summe ist daraus eine Sperrung von 16 Stunden für den Schiffsverkehr auf dem NOK erforderlich. Die Verschlosserung des Brückenelementes beschränkt sich bei diesem Ansatz auf die Fixierung in horizontaler Richtung. Vertikal gelagert bleibt das Brückenelement für das anschließende Verschweißen mit den beidseitigen Teilbauwerken an den Litzenseilen. Der Schiffsverkehr auf dem NOK wird vor dem Abschweißen der beiden Montagestöße wieder freigegeben.

Nach Abschluss der Stahlbauarbeiten an der Überbaukonstruktion, erfolgt der Ausbau der Hilfsstützungen in den Feldern 12 und 14 und das Absenken an Achse 120 und 150 auf Solllage.

Nach Abschluss der Stahlbauarbeiten erfolgt die Herstellung der Stahlbetonfahrbahnplatte. Diese beginnt mit dem Verlegen der Halbfertigteile in den Konsolbereichen parallel von beiden Widerlagern ausgehend. Durch den Einsatz des Orthoverbundes im Kanalbereich sind

dort keine Halbfertigteile zu verlegen. Nachlaufend erfolgt das Verlegen der Betonstahlbewehrung und anschließend in größeren Abschnitten die Betonage der Ortbetonergänzung. Nach Fertigstellung der Fahrbahnplatte werden die Arbeiten zum Brückenausbau ausgeführt, die im Weiteren nicht näher detailliert beschrieben werden.

Die Dauer der Baumaßnahme Ersatzneubau der Rader Hochbrücke wird mit 75 Monaten veranschlagt. Dabei entfallen 35 Monate auf den Neubau des ersten Teilbauwerkes Ost / RF Flensburg. 33 Monate sind für das zweite Teilbauwerk West / RF Hamburg vorgesehen, 7 Monate für den Abbruch des Bestandsbauwerkes.

4 Verkehrliche Auswirkungen

4.1 Öffentlicher Verkehr

Verkehr auf der A7

Der Verkehr auf der A7 kann durch das gewählte Herstellungskonzept nahezu vollständig aufrecht erhalten werden. Durch den Bau des ersten Teilbauwerks in Parallellage zum Bestandsbauwerk erfolgt die Verkehrsführung wie bisher auf dem Bestandsbauwerk. Nach Fertigstellung des gesamten Streckenabschnitts RF Flensburg erfolgt die Umverlegung des Verkehrs als 4+0-Verkehrsführung. Mit einer Breite von 14,5 m zwischen den Borden ist das Teilbauwerk Ost für diese Verkehrsführungsphase ausreichend dimensioniert.

Eine kurzzeitige Vollsperrung der A7 für eine Dauer von etwa zwei Stunden ist für den Sprengabbruch des Bestandsbauwerkes vorgesehen. Aus der Erfahrung mit vergleichbaren Vorhaben wird eine Verkehrsfreigabe der A7 spätestens eine Stunde nach der Sprengung abgeleitet. Weitere Details können dem Rückbaukonzept (Unterlage 21.2) entnommen werden.

Verkehr auf dem Treidelweg

Im Zuge der Einschubvorgänge zur Herstellung der Überbauten wird der Treidelweg als öffentliche Anliegerstraße einzelnen kurzzeitigen (stundenweisen) Vollsperrungen unterliegen. Dies betrifft auch die Zugänglichkeit der angrenzenden Grundstücke. Über die gesamte Bauzeit ist phasenweise von einer erschwerten Nutzung durch querenden Baustellenverkehr und lokal eingeschränkter Querschnittsbreite auszugehen.

4.2 Schifffahrt

Schifffahrt auf dem NOK

Das Bauvorhaben wird unter Aufrechterhaltung der Schiffsverkehrs durchgeführt – unter Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt.

Dennoch kommt es über die Gesamtbauzeit phasenweise zu einzelnen Einschränkungen der Schifffahrt, die nachfolgend detailliert beschrieben werden. Hierbei werden auch die Einschränkungen infolge der Demontage des Bestandsbauwerkes aufgeführt.

Alle Einschränkungen der Schifffahrt werden im Vorfeld detailliert mit dem WSA abgestimmt und der Verkehrsbehörde der Bundeswasserstraße zur Genehmigung vorgelegt.

1. Herstellung 1. TBW

- Herstellen Spundwandkästen von Land, dazu teilweise Aufnahme der obersten Lage Steinschüttung zum Einbringen der Spundwandprofile (ohne Einschränkung der Schifffahrt)
=> 4 Wochen je Seite
- Einengung des für die Schifffahrt zur Verfügung stehenden Fahrwegs durch Einschränkung des Gefährdungsraums um 50 m auf der Südseite. Zur Kennzeichnung dieser Einschränkung ist eine Beschilderung und die Anordnung von Sperreinrichtungen (Betonnung) erforderlich.
=> Gesamtdauer 21 Wochen
- Herstellen Liegeplatz am Kanalpfeiler Süd, Arbeiten/Andienung
(=> 2 bis 4 Wochen)
- Andienung Stahlbauteile über Liegeplatz, vorgesehen sind gemäß Herstellungskonzept ca. 10 Transporte per Schute/Ponton
(=> 4 Wochen)
- Voutenherstellung im Freivorbau, innerhalb des abgegrenzten Bereichs des Gefährdungsraums (ca. 6 Transporte per Schute/Ponton)
(=> 18 Wochen)
- Parallel: Rückbau Liegeplatz, Herstellung Schutzböschung mit Anschluss an Bestandsböschung
(=> 8 Wochen)

Aufhebung der Einengung des Fahrweges auf der Südseite und Verlagerung der Einschränkung des Gefährdungsraums um 50 m auf die Nordseite (Rader Insel)
⇒ Gesamtdauer 21 Wochen

- Herstellen Liegeplatz am Kanalpfeiler Nord, Arbeiten/Andienung
(=> 2 bis 4 Wochen)
- Andienung Stahlbauteile über Liegeplatz, vorgesehen sind gemäß Herstellungskonzept ca. 10 Transporte per Schute/Ponton
(=> 4 Wochen)
- Voutenherstellung im Freivorbau, innerhalb des abgegrenzten Bereichs des Gefährdungsraums (ca. 6 Transporte per Schute/Ponton)
(=> 18 Wochen)
- Parallel: Rückbau Liegeplatz, Herstellung Schutzböschung mit Anschluss an Bestandsböschung
(=> 8 Wochen)

Aufhebung der Einengung des Fahrweges auf der Nordseite

- Einheben Mittelsegment Überbau
=> 16 h Vollsperrung

2. Demontage Bestand

Für die Demontage des Bestandsüberbaus sind keine den Schiffsverkehr auf dem NOK einschränkenden Maßnahmen vorgesehen, abgesehen von folgenden Ausnahmen:

- Ablassen und Abtransport des 150 m langen Überbausegmentes im NOK in einer Vollsperrung von ca. 16 Stunden (s. Unterlage 21.2 Rückbaukonzept)
- Kurzzeitige Vollsperrung von ca. 2 Stunden im Zuge der Teilsprengung des Bestandsbauwerkes in den zum NOK angrenzenden Bereichen

3. Herstellung 2. TBW

Einschränkungen Schiffsverkehr analog 1. TBW

Allgemein ist während der Bauzeit mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen im Kanal zu rechnen. Dies betrifft im Wesentlichen Transporte von Bauteilen und Baustoffen, die in oder aus dem Borgstedter See transportiert werden und die sich in den Kanallängsverkehr eingliedern müssen. Phasenweise erfolgen einzelne Schuten-/Pontontransporte aus dem Kanalverkehr in die seitlich abgegrenzten Kanalseitenbereiche zur Anlieferung von Stahlüberbausegmenten (s. o.).

Obwohl die Berufsschifffahrt Vorrang vor bauzeitlichen Schuten-/Pontontransporten hat, können moderat erhöhte Wartezeiten in den angrenzenden Weichen nicht ausgeschlossen werden. Die Passage aller Verkehrsgruppen durch den NOK wird durchgehend sichergestellt.

Die Einschränkung der Schifffahrt durch die zeitlich begrenzte Einengung des Fahrweges um 50 m wird durch die günstige Weichensituation im Bereich der Großweiche Rade-Audorf auf den unmittelbaren Baubereich begrenzt. Es ist nicht von erheblichen wirtschaftlichen Auswirkungen für die Schifffahrt auszugehen. Durch den Verzicht auf Massentransporte über den Wasserweg sind darüber hinaus auch keine Auswirkungen auf die Schiffspassagen an den Kieler Schleusen und auf die Seeschifffahrt in der Kieler Bucht zu erwarten.

Die beidseits des NOK geführten Kanalseitenwege bleiben grundsätzlich offen und zu Inspektionszwecken auch für Kraftfahrzeuge nutzbar. Eine Ausnahme bildet die kurzzeitige Sperrung im Rahmen der Teilsprengung des Bestandsbauwerkes.

Borgstedter See

Die Offenhaltung des Borgstedter Sees für die Sport- und Freizeitschifffahrt wird durchgängig gewährleistet. Dies betrifft insbesondere auch die Querungsmöglichkeit des Baubereichs. Das freizuhaltende Lichtraumprofil wird während der Bauphase mit entsprechender Vorankündigung und Kennzeichnung (z. B. durch Bojen) mehrfach verlegt werden.

5 **Schutzmaßnahmen**

Die im Folgenden benannten Sicherungs- und Schutzmaßnahmen sind während der Herstellung zu beachten und umzusetzen. Im Zuge der späteren Detailplanung werden auf Basis einer speziellen Sicherheitsplanung alle Arbeitsschritte bzgl. möglicher Gefahren für die Sicherheit der Betroffenen untersucht und die erforderlichen Sicherheits- und Schutzmaßnahmen festgelegt. Diese SiGeKo-Planung wird vom AN Bau fortgeschrieben.

1. Allgemein

- Für alle Maßnahmen im Bereich des NOK und des Borgstedter Sees ist die Zustimmung des WSA einzuholen.

- Alle Schweiß- und Montagearbeiten am Stahlbau über Wohngrundstücken sind mit Schutzrüstungen auszuführen. Schweiß- und Brennschneidarbeiten über dem NOK und öffentlichen Flächen werden nur in Verbindung mit einem Sicherungsposten (Warschauer/ VKZ) durchgeführt. Die Arbeiten werden bei Passage von Schiffen mit gefährlicher Ladung eingestellt. Es wird sichergestellt, dass das Herabfallen von Gegenständen in den Kanal verhindert wird.
 - Bei allen Wasserbaustellen sind entsprechende Havariepläne, Sicherungsmaßnahmen und Rettungsmittel vorzusehen.
2. Bereich nördlich Borgstedter See
- Während der Einschubvorgänge der Überbauten ist von kurzzeitigen Sperrungen/Einschränkungen des Treidelweges sowie der unmittelbar angrenzenden Bereiche bzw. der bebauten Grundstücke auszugehen.
3. Borgstedter See, Materialtransport zur Rader Insel
- Es muss permanent gewährleistet sein, dass keine Teile in den See gelangen können.
 - Sicherung des Baustellenverkehrs zur Rader Insel bzgl. der querenden Sport- und Freizeitschifffahrt durch entsprechende Kennzeichnung und Maßnahmenpläne
4. Nord-Ostsee-Kanal
- Einsatz von Sicherungsposten (Warschauer/VKZ) im Zuge der Voutenherstellung im Freivorbau sowie bei Schweiß- und Brennschneidarbeiten mit Funkenflug.
 - Das Hinaufheben von Stahlbauteilen erfolgt in Abstimmung mit der VKZ NOK
 - Im Zuge der Montage des etwa 120 m langen Mittelsegmentes über dem NOK ist eine kurzzeitige Vollsperrung des Schiffsverkehrs von ca. 16 Stunden vorzusehen
 - Installieren von Havarieplänen und Sicherungsmaßnahmen im Rahmen von Schal- und Montagearbeiten oberhalb bzw. seitlich des Gefährdungsrums des NOK
 - detaillierte Abstimmung der Ablaufplanung im Vorfeld der geplanten Schiffssperrung mit dem WSA

6 Anlagenverzeichnis

- Blatt 1 Herstellungsabschnitte
- Blatt 2 Detaildarstellung Herstellungskonzept Abschnitt 2
- Blatt 3 Detaildarstellung Herstellungskonzept Abschnitt 3 und 4
- Blatt 4 Vormontageplätze Nord