Straßenbauverwaltung des Landes Schleswig-Holstein Straße: A 7 / Abschnittsnummer: 080 / Station: von km 0,2 bis 5,5	
A7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke **einschließlich sechsstreifiger Erweiterung der A 7 zwischen der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf und dem Autobahnkreuz Rendsburg**	
PROJIS-Nr.:	

FESTSTELLUNGSUNTERLAGE

Unterlage 1

Erläuterungsbericht mit integrierter allgemeinverständlicher, nichttechnischer Zusammenfassung (AVZ) nach dem UVPG

Deckblatt, vollständig überarbeitete Fassung 28.08.2020

Planfeststellungsunterlage vom 15.04.2019

aufgestellt: Berlin, 28.08.2020 gez. i.A. Schönherr **DEGES** Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und –bau GmbH	

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **IV**

Tabellenverzeichnis **IV**

1 Darstellung des Vorhabens **1**
1.1 Planerische Beschreibung 1
1.2 Straßenbauliche Beschreibung 1
1.3 Streckengestaltung 3

2 Begründung des Vorhabens **4**
2.1 Vorgeschichte der Planung, vorausgegangene Untersuchungen und Verfahren 4
2.2 Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung 5
2.3 Besonderer naturschutzfachlicher Planungsauftrag (Bedarfsplan) 5
2.4 Verkehrliche und raumordnerische Bedeutung des Vorhabens 6
2.4.1 Ziele der Raumordnung/Landesplanung und Bauleitplanung 6
2.4.2 Bestehende und zu erwartende Verkehrsverhältnisse 6
2.4.3 Verbesserung der Verkehrssicherheit 6
2.5 Verringerung bestehender Umweltbeeinträchtigungen 7
2.6 Zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses 7

3 Vergleich der Varianten und Wahl der Linie **8**
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes 8
3.2 Beschreibung der untersuchten Varianten 9
3.2.1 Variantenübersicht 9
3.2.2 Variante 1 (Ost, nah) 14
3.2.3 Variante 2 (West, nah) 15
3.2.4 Variante 3 (Ost, fern) 15
3.2.5 Variante 4 (West, fern) 16
3.2.6 Variante 5 (Tunnelvariante) 16
3.3 Variantenvergleich 19
3.3.1 Raumstrukturelle Wirkungen 19
3.3.2 Verkehrliche Beurteilung 20
3.3.3 Entwurfs- und sicherheitstechnische Beurteilung 20
3.3.4 Umweltverträglichkeit 23
3.3.5 Wirtschaftlichkeit 24
3.3.6 Übersicht Variantenvergleich 25
3.4 Gewählte Linie 29
3.5 Änderungen auf Grund der sechsstreifigen Erweiterung der A 7 30

4 Technische Gestaltung der Baumaßnahme **31**
4.1 Ausbaustandard 31
4.1.1 Entwurfs- und Betriebsmerkmale 31
4.1.2 Vorgesehene Verkehrsqualität 32
4.1.3 Gewährleistung der Verkehrssicherheit 33
4.2 Bisherige/zukünftige Straßennetzgestaltung 33
4.3 Linienführung 34
4.3.1 Beschreibung des Trassenverlaufs 34
4.3.2 Zwangspunkte 34
4.3.3 Linienführung im Lageplan 35
4.3.4 Linienführung im Höhenplan 35

- 17.09.2020 16:05:00 - G:\PROJEKTE\A03\A031\S_VERKEHRSANLAGEN\04_GENEHMIGUNGSPLANUNG\2020-08_PLANÄNDERUNG\U01_EB\U01_EB-VA_2020-09-15_MASTER_DRUCK.DOCX -

4.3.5 Räumliche Linienführung und Sichtweiten 36
4.4 Querschnittsgestaltung 36
4.4.1 Querschnittselemente und Querschnittsbemessung 36
4.4.2 Fahrbahnbefestigung 39
4.4.3 Böschungsgestaltung 40
4.4.4 Hindernisse in Seitenräumen 40
4.5 Knotenpunkte, Wegeanschlüsse und Zufahrten 40
4.5.1 Anordnung von Knotenpunkten 40
4.5.2 Gestaltung und Bemessung der Knotenpunkte 41
4.5.3 Führung von Wegeverbindungen in Knotenpunkten und Querungsstellen, Zufahrten 42
4.6 Besondere Anlagen 42
4.7 Ingenieurbauwerke 43
4.7.1 Übersicht 43
4.7.2 Bauwerk 603, Rader Hochbrücke 44
4.8 Lärmschutzanlagen/Windabweiser 49
4.9 Öffentliche Verkehrsanlagen 50
4.10 Leitungen 50
4.11 Baugrund/Erdarbeiten 54
4.12 Entwässerung 58
4.13 Straßenausstattung 60

5 Angaben zu den Umweltauswirkungen/AVZ 62
5.1 Menschen einschließlich der menschlichen Gesundheit 62
5.1.1 Bestand 62
5.1.2 Umweltauswirkungen 62
5.2 Tiere/Pflanzen/biologische Vielfalt 63
5.2.1 Bestand 63
5.2.2 Umweltauswirkungen 64
5.3 Boden 65
5.3.1 Bestand 65
5.3.2 Umweltauswirkungen 66
5.4 Wasser 67
5.5 Luft und Klima 69
5.5.3 Wechselwirkungen 70
5.6 Landschaftsbild 70
5.6.1 Bestand 70
5.6.2 Umweltauswirkungen 70
5.7 Kultur- und sonstige Sachgüter 71
5.7.1 Bestand 71
5.7.2 Umweltauswirkungen 71
5.8 Artenschutz 72
5.9 Natura 2000-Gebiete 74
5.10 Weitere Schutzgebiete 76

6 Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung und zum Ausgleich erheblicher Umweltauswirkungen nach den Fachgesetzen/AVZ 77
6.1 Lärmschutzmaßnahmen 77
6.2 Sonstige Immissionsschutzmaßnahmen 80
6.3 Maßnahmen zum Gewässerschutz 82
6.4 Landschaftspflegerische Maßnahmen 82
6.5 Maßnahmen zur Einpassung in bebaute Gebiete 85
6.6 Sonstige Maßnahmen nach Fachrecht: Seveso-III-Richtlinie 85

7 Kosten 87

8 Verfahren 88

9 Durchführung der Baumaßnahme 89
9.1 Vorbereitende Arbeiten 89
9.2 Grunderwerb 89
9.3 CEF-Maßnahmen 90
9.4 Bauablauf 90
9.5 Baustelleneinrichtung und -logistik 91
9.5.1 Baustelleneinrichtungsflächen 91
9.5.2 Baufeld 91
9.5.3 Baustraßen 91
9.5.4 Kaianlage für seeseitige Bauteile 92
9.5.5 Andienung der Rader Insel 94
9.6 Baulärm 97
9.7 Entwässerungsanlagen 98
9.8 Verkehrsführung im nachgeordneten Netz 98

Abkürzungsverzeichnis 99

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte mit untersuchten Varianten der Andienung 94

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Variantenübersicht 11
Tabelle 2: Maßnahmen an Bauwerken 11
Tabelle 3: Variantenvergleich 28
Tabelle 4: Entwurfsparameter der A 7 31
Tabelle 5: Entwurfsparameter der L 42 32
Tabelle 6: vorhandene Straßen und Wege 34
Tabelle 7: Übersicht Dicke frostsicherer Oberbau und Bauklassen 40
Tabelle 8: Brücken 43
Tabelle 9: Übersicht LSW/Windabweiser westliche Richtungsfahrbahn 49
Tabelle 10: Übersicht LSW/Windabweiser östliche Richtungsfahrbahn 50
Tabelle 11: Versorgungsleitungen 53
Tabelle 12: Massenbilanz 55
Tabelle 13: Baugrubensohlniveaus, Grundwasserstände, erforderliche Absenkmaße 57
Tabelle 14: Schutzbedürftige Nutzungen 78
Tabelle 15: Lärmschutzanlagen 79

1 Darstellung des Vorhabens

1.1 Planerische Beschreibung

Die geplante Baumaßnahme umfasst den sechsstreifigen Ersatzneubau der Rader Hochbrücke über den Nord-Ostsee-Kanal (NOK) und den Borgstedter See sowie des übrigen Streckenabschnittes der Bundesautobahn 7 (A 7) zwischen der Anschlussstelle (AS) Rendsburg/Büdelsdorf und dem Autobahnkreuz (AK) Rendsburg. Trägerin der Baulast ist die Bundesrepublik Deutschland (Bundesstraßenverwaltung). Vorhabenträgerin ist die Bundesrepublik Deutschland (Bundesstraßenverwaltung), in Auftragsverwaltung vertreten durch das Land Schleswig-Holstein, dieses vertreten durch die Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES).

Der Streckenabschnitt der A 7 befindet sich in Schleswig-Holstein im Landkreis Rendsburg-Eckernförde, in den Gemeinden Rade bei Rendsburg, Borgstedt, Schacht-Audorf und Schülldorf. Darüber hinaus liegen trassenferne Ersatzmaßnahmen in den Gemeinden Felde, Waabs, Langwedel (alle Kreis Rendsburg-Eckernförde) sowie der Gemeinde Blunk (Kreis Segeberg).

Die A 7 führt als Nord-Süd-Achse von Ellund (Bundesgrenze Deutschland – Dänemark) über Flensburg, Hamburg, Hannover, Göttingen, Würzburg bis nach Füssen (kurz vor der Bundesgrenze Deutschland- Österreich) und verbindet im vorliegenden Bauabschnitt das Oberzentrum Flensburg mit der Metropolregion Hamburg. Der A 7 ist daher die höchste Verbindungsfunktionsstufe VFS 0 gemäß der „Richtlinie für integrierte Netzgestaltung“ (RIN) [1] zugewiesen.

Das Vorhaben ist kein Bestandteil des Bedarfsplans für die Bundesfernstraßen (Anlage nach § 1 Abs. 1 Satz 2 des Fernstraßenausbaugesetzes in der Fassung der Neubekanntmachung vom 23. Dezember 2016). Es war zunächst auch lediglich ein Ersatzbau für die abgängige Rader Hochbrücke vorgesehen. Der gestiegene Verkehrsbedarf, zuletzt nachgewiesen durch die Ergebnisse der Straßenverkehrszählung 2015, erfordert nunmehr jedoch eine kapazitätserhöhende Erweiterung des Streckenabschnitts. Die Auftragsverwaltung beantragte daher die Aufnahme der Maßnahme in den Straßenbauplan gemäß § 6 des Fernstraßenausbaugesetzes (FStrAbG). Die Zustimmung des Bundesministeriums für Verkehr und Infrastruktur liegt mit Schreiben vom 28.05.2019 vor.

1.2 Straßenbauliche Beschreibung

Die Gesamtlänge der Baumaßnahme beträgt 5.300 m. Sie beginnt an der AS Rendsburg/Büdelsdorf auf der östlichen Richtungsfahrbahn (RiFa) bei Bau-km 0-061 und auf der westlichen RiFa bei Bau-km 0-297, nördlich der Unterführung des Wirtschaftsweges Dieksredder (BW 606) und endet am AK Rendsburg bei Bau-km 5+003.

Die vorhandene A 7 weist im Planungsabschnitt einen vierstreifigen Querschnitt mit jeweils 11,50 m breiten Fahrbahnen auf (ehemalige Bezeichnung RQ 29,5). Für die sechsstreifige Erweiterung wird

gemäß aktuellem Regelwerk (RAA [2]) ein Regelquerschnitt mit einer Gesamtbreite von 36 m (RQ 36) vorgesehen.

Die sechsstreifige Erweiterung umfasst lediglich den Streckenabschnitt zwischen den beiden benachbarten Knotenpunkten AS Rendsburg/Büdelsdorf und AK Rendsburg einschließlich der in diesem Bereich befindlichen Rader Hochbrücke. Der zusätzliche Fahrstreifen beginnt an den Knotenpunkten jeweils als Fahrstreifenaddition bzw. endet mit einer Fahrstreifensubtraktion am nachfolgenden Knotenpunkt.

Im nördlichen Teil des AK Rendsburg werden im Rahmen dieser Maßnahme gleichzeitig die angrenzenden Verknüpfungsbereiche von Verteilerfahrbahnen und Direktrampen angepasst, da diese nicht mehr dem aktuellen Regelwerk entsprechen.

Bestandteile der Maßnahme sind:

- Ersatzneubau der Brücke über den Wirtschaftsweg Dieksredder (BW 606),
- Ersatzneubau der Brücke über die L 42 - Rendsburger Straße (BW 604),
- Ersatzneubau der Brücke über den Nord-Ostsee-Kanal und den Borgstedter See mit Enge (BW 603 Rader Hochbrücke),
- Ersatzneubau der Brücke über den Rader Weg (BW 602),
- Erstmalige Errichtung von Lärm-/Windschutzwänden,
- Erneuerung eines Gewässerdurchlasses DN 600/900 (Bau-km 0+100),
- Errichtung von zwei Retentionsbodenfiltern inklusive Geschiebeschacht,
- Anpassung der Rampenanschlüsse an die vorhandene A 7,
- Anpassungen der querenden Verkehrswege (Wirtschaftsweg Dieksredder, L 42 Rendsburger Straße, Rader Weg).

Das Bauwerk der L 47 (BW 601) bleibt unverändert bestehen. Die neue Fahrbahn der A 7 ist in diesem Bereich nahezu lage- und höhengleich zum Bestand. Die Verbreiterung auf sechs Fahrstreifen kann mit reduzierten Bankett-bzw. Muldenbreiten unter dem Bauwerk geführt werden.

Die vorhandenen Parkplätze auf der Südseite der Rader Hochbrücke werden ersatzlos zurückgebaut.

Die Verkehrscharakteristik ist überwiegend durch den Fernverkehr geprägt, wobei zusätzlich die Besonderheit besteht, dass es durch die trennende Wirkung des Nord-Ostsee-Kanals auch deutlich messbare regionale Verkehrsbeziehungen zwischen der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf und dem Autobahnkreuz Rendsburg gibt. Die A 7 wird in ihrer Netzfunktion als Fernautobahn mit einer zulässigen Geschwindigkeit >100 km/h betrieben. Danach wird sie in die Entwurfsklasse EKA1A nach „Richtlinie für die Anlage von Autobahnen“ (RAA) Ausgabe 2008 [2] eingeordnet.

Als Regelquerschnitt für die A 7 ist entsprechend ihrer Verbindungsfunktionsstufe als großräumige Straßenverbindung der Straßenkategorie AS I und der für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrsbelastung von 61.700 Kfz/24h mit 16,1 % Schwerverkehr (Planfall 1 der Verkehrsuntersuchung, Unterlage 22) bei der geplanten Längsneigung nach RAA [2] ein RQ 36 (Fahrbahnbreite jeweils 14,50 m) vorzusehen.

Entsprechend der verkehrstechnischen Untersuchungen wäre bei einem vierstreifigen Ausbau bereits im Bezugsfall für das Jahr 2030 keine ausreichende Leistungsfähigkeit entsprechend Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV > D) mehr gegeben.

1.3 Streckengestaltung

Die Streckengestaltung richtet sich nach dem geltenden technischen Regelwerk und erfolgt in Anlehnung an die vorhandene Streckencharakteristik. Der Bauwerksentwurf der Rader Hochbrücke wird planungsbegleitend durch eine architektonische Beratung unterstützt.

Im Zuge der landschaftspflegerischen Begleitplanung werden unter anderem Maßnahmen zur Einbindung des Straßenkörpers in das Landschaftsbild vorgesehen.

2 Begründung des Vorhabens

2.1 Vorgeschichte der Planung, vorausgegangene Untersuchungen und Verfahren

Die Rader Hochbrücke wurde 1972 im Rahmen des Neubaus der Bundesautobahn (A 7) errichtet. Überprüfungen im Jahr 2013 ergaben gravierende Schädigungen an den Pfeilerköpfen, die als Sofortmaßnahme Teilsperrungen für Lkw über 7,5 t sowie die Beschränkung auf einen Fahrstreifen je Fahrtrichtung erforderten. Nach Abschluss der nötigen Instandsetzungsarbeiten konnten diese Beschränkungen größtenteils wieder aufgehoben werden.

Im Ergebnis der Nachrechnung ist aber nur von einer verbleibenden Nutzungsdauer bis 2026 auszugehen, so dass ein Ersatzneubau unumgänglich wird.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden durchgeführt:

Im Oktober 2014 wurde vom LBV-SH eine Studie (Verkehrsstudie Tunnel Nord-Ostsee-Kanal Straße/Bahn von Büro Böger + Jäckle) [3] in Auftrag gegeben, die verschiedene Tunnelvarianten (unter Einbeziehung der Bahn (Bahnstrecke 1040 Neumünster – Flensburg)) untersuchte.

Von April bis Juli 2015 erfolgte durch das Kieler Institut für Landschaftsökologie (Dr. Mierwald) eine faunistische Planungsraumanalyse (Potenzialanalyse) [4].

Von Juli bis November 2015 wurde durch das Büro Nebel & Partner eine Vermessung durchgeführt, bei der der Planungsbereich vermessungstechnisch erfasst wurde.

Im August 2015 erarbeitete das Ingenieurbüro Bergann Anhaus eine Machbarkeitsstudie zur Variantenfindung (Lärmschutz) [5].

Im Oktober 2015 wurden durch das Büro Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR die geologischen Voruntersuchungen durchgeführt [6].

Im Zuge der Verkehrstechnischen Untersuchung (Ersatzneubau Rader Hochbrücke A 7 zwischen dem AK Rendsburg und der AS Rendsburg/Büdelsdorf in Schleswig- Holstein) von 07/2015 [7] erfolgten Querschnittsbetrachtungen in Hinblick auf die zu erwartenden Verkehre, im Ergebnis dieser Untersuchung wurde ein vierstreifiger Ersatzneubau mit 12,50 m Fahrbahnbreite (Sonderquerschnitt SQ 32) weiter verfolgt.

Seit 2015 werden durch das Büro Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH faunistische Kartierungen im Bereich der Rader Hochbrücke erstellt.

Im April 2016 wurde eine Variantenstudie zum A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke durch das Ingenieurbüro Grassl, Beratende Ingenieure Bauwesen [8] vorgelegt. Bei dieser Untersuchung sind verschiedene Brücken- und Tunnelvarianten miteinander verglichen worden. Dabei wurde die konstruktive Ausbildung der Brückenvarianten untersucht.

Parallel erfolgte eine Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit von Windabweisern, die die Kosten für Windabweiser der derzeitigen Lösung (Verkehrsbeeinflussung, Teil- bzw. Vollsperrungen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit) mit dem damit einhergehenden volkswirtschaftlichen Schaden gegenüberstellt (Rader Hochbrücke BAB A 7, Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Anwendung einer Windabweisung) [9].

Nachdem die Straßenverkehrszählung 2015 (Veröffentlichung Januar 2017) eine deutlich größere Verkehrszunahme als bis dahin angenommen ergab, wurde eine neue Verkehrsuntersuchung von SSP Consult [10] erstellt, die nunmehr deutlich höhere Verkehrszahlen prognostizierte als die Untersuchung von 2015.

Aufgrund der neuen Prognose wurde der bis dahin vorgesehene vierstreifige Querschnitt verworfen und ein sechsstreifiger Querschnitt vorgesehen. Das BMVI bestätigte dieses Vorgehen mit Schreiben vom 11.09.2017.

2.2 Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung

Das Erfordernis der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung ergibt sich für das vorliegende Straßenbauvorhaben aus § 3b UVPG alter Fassung vor dem 16.05.2017 i.V.m. Nr. 14.3 der Anlage 1.

Es ist nach § 74 Abs. 2 Nr. 1 UVPG das UVP a.F. anzuwenden. Denn die Planfeststellungsbehörde Verkehr hat auf Antrag der Vertreterin der Vorhabenträgerin am 28.01.2016 einen Scopingtermin nach § 5 UVPG a.F. über Inhalt und Umfang der voraussichtlich nach § 6 UVPG a.F. beizubringenden Unterlagen über die Umweltauswirkungen durchgeführt. Nach der Umstellung auf eine sechsstreifige Erweiterung des Streckenabschnitts erfolgte eine Anpassung des Untersuchungsraumes mit erneuter Beteiligung der betroffenen Gemeinden und Fachbehörden in einem förmlichen Verfahren sowie einem Informationsgespräch am 22.02.2018. Die im Rahmen der förmlichen Beteiligung bzw. den Veranstaltungen von den Beteiligten vorgetragenen Hinweise wurden in den Untersuchungen und Unterlagen berücksichtigt.

Die voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens werden als UVS in der gesonderten Unterlage 19.4 vorgelegt.

2.3 Besonderer naturschutzfachlicher Planungsauftrag (Bedarfsplan)

Da für die Maßnahme kein besonderer naturschutzfachlicher Planungsauftrag vorliegt, sind weitere Ausführungen an dieser Stelle entbehrlich.

2.4 Verkehrliche und raumordnerische Bedeutung des Vorhabens

2.4.1 Ziele der Raumordnung/Landesplanung und Bauleitplanung

Das Vorhaben umfasst die sechsstreifige Erweiterung der bestehenden Autobahn A 7 und den Ersatzneubau bestehender Brücken, wobei die Rader Hochbrücke das bestimmende Bauwerk ist. Entsprechend der vorangegangenen Untersuchungen und der gegebenen Zwangspunkte (AS Rendsburg/Büdelsdorf, AK Rendsburg) schließen sich weiträumige Varianten aus.

Die A 7 zählt zu den wichtigsten Fernverkehrsverbindungen im Norden Deutschlands. Als eine von wenigen festen Querungen des Nord-Ostsee-Kanals im Raum Rendsburg stellt sie gleichzeitig auch eine wichtige regionale Verkehrsachse im Raum dar. Die Sicherung des bestehenden Straßennetzes ist ein Grundsatz der Landesraumordnung [12].

2.4.2 Bestehende und zu erwartende Verkehrsverhältnisse

Auf Grundlage der Ergebnisse der Straßenverkehrszählung (SVZ) 2015 wurde eine Verkehrsuntersuchung erstellt, die für das Jahr 2030 im Bereich der Rader Hochbrücke im Bezugsfall, d.h. ohne bauliche Eingriffe, von einer Verkehrsbelegung von 60.900 Kfz/24h bei einem Schwerverkehrsanteil von 16,3 % ausgeht.

Mit den prognostizierten Verkehrszahlen für 2030 wäre für den vierstreifigen Querschnitt keine ausreichende Leistungsfähigkeit mehr gegeben (siehe Verkehrsuntersuchung QSV > D, Auslastung über 100%). Die Rampenneigungen von rd. 2,7% wirken sich dabei ungünstig auf die Leistungsfähigkeit aus. Dementsprechend wird nunmehr ein sechsstreifiger Querschnitt vorgesehen, der die zukünftigen Verkehre leistungsfähig und verkehrssicher aufnehmen kann.

Da es sich um eine Erweiterung eines bestehenden Streckenabschnittes handelt, ergeben sich keine wesentlichen Auswirkungen auf die Verteilung der Verkehre im Netz (vgl. Abb. 8.2 der Verkehrsuntersuchung, Unterlage 22: Belastungsdifferenzen Planfall 1 – Bezugsfall). Ziel der Baumaßnahme ist die Aufrechterhaltung der Verkehrsbeziehung und die Gewährleistung einer ausreichenden Leistungsfähigkeit für die künftig zu erwartende Verkehrsbelastung.

2.4.3 Verbesserung der Verkehrssicherheit

Die Rader Hochbrücke ist wegen der Lage mit bis zu 50 m über dem umliegenden Gelände und der Ausrichtung (Nord/Süd) anfällig für Seitenwind. In der Vergangenheit ergaben sich dadurch im Brückenbereich häufig Unfälle. Aus diesem Grund wurde bereits im Jahr 2011 eine Verkehrsbeeinflussungsanlage installiert, die abhängig von der Windstärke die für den Verkehr zulässige Geschwindigkeit auf der Brücke reduziert bzw. die Brücke teilweise (für unbeladene Lkw) oder ganz für den Verkehr sperrt und diesen über das nachgeordnete Netz umleitet.

Eine Auswertung der Schaltung der Verkehrsbeeinflussung in den Jahren 2012 bis 2015 ergab, dass in mehr als der Hälfte der Stunden eines Jahres Geschwindigkeitsbegrenzungen bzw. Teil-/Vollsper-

rungen angeordnet werden mussten. Aus diesem Grund wurde bereits in der ursprünglichen Planung für einen vierstreifigen Ersatzneubau mit Hilfe einer Wirtschaftlichkeitsberechnung [9] sowie Untersuchungen im Windkanal und numerischen Modellen zum Windeinfluss nachgewiesen, dass durch den Einsatz von Windabweisern auf dem Bauwerk sowie den angrenzenden Dammbereichen (jeweils 500 m vor bzw. nach der Brücke) die windbedingten Anordnungen erheblich reduziert werden können.

Dabei werden die Windabweiser so ausgebildet, dass sie gleichzeitig eine Lärmschutzfunktion erfüllen, um die Lärmsituation für betroffene Anwohner zu verbessern.

Nachdem durch die Festlegung auf die sechsstreifige Erweiterung der Anspruch auf Lärmvorsorge besteht, werden die Windabweiser bereichsweise durch Lärmschutzwände ergänzt.

2.5 Verringerung bestehender Umweltbeeinträchtigungen

Schutzgut Mensch

Bezogen auf das Schutzgut „Mensch“ ergibt sich durch den Ersatzneubau der Rader Hochbrücke und die sechsstreifige Erweiterung der A 7 eine Verringerung bestehender Umweltbeeinträchtigungen. Diese besteht in der Reduzierung staubedingter Schadstoffimmissionen und der Verbesserung des Lärmschutzes in den Gemeinden Borgstedt, Rade und Schacht-Audorf durch den Bau von bisher nicht vorhandenen Lärmschutzwänden.

Schutzgut Wasser

Das im Bereich der neuen Hochbrücke gesammelte Niederschlagswasser wird künftig vor der Einleitung in Retentionsbodenfilteranlagen behandelt. Diese wurden auf Grund ihrer guten Reinigungswirkung bei gleichzeitig nur geringen Wartungskosten ausgewählt. Damit wird die Reinigungswirkung im Vergleich zu den momentan vorhandenen Behandlungsanlagen (Rückhaltebecken mit vorgeschaltetem Absetzbecken) deutlich verbessert.

2.6 Zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses

Da weder eine FFH-Ausnahmeprüfung noch eine artenschutzrechtliche Ausnahmeprüfung vorzunehmen sind, ist eine ergänzende Begründung für das Vorliegen zwingender Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses nach §§ 34 Abs. 3 Nr. 1, 45 Abs. 7 Satz 1 Nr. 5 BNatSchG nicht erforderlich.

3 Vergleich der Varianten und Wahl der Linie

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet (befindet sich im Land Schleswig-Holstein, Kreis Rendsburg-Eckernförde, ca. 5 km nordöstlich von Rendsburg. Es erstreckt sich in Süd-Nordrichtung auf einer Länge von ca. 5,3 km. Der Raum ist im Norden durch die AS Rendsburg/Büdelsdorf und im Süden durch das AK Rendsburg begrenzt. Die westliche Grenze bilden die Ortschaften Borgstedt, Schacht-Audorf und Schülldorf sowie östlich die Ortschaften Lehmbek, Rade und Ostenfeld. Im Untersuchungsgebiet befinden sich weiterhin die Rader Insel sowie der Borgstedter See mit Enge.

Da es sich um eine sechsstreifige Erweiterung der A 7 einschließlich Ersatzneubau für die Rader Hochbrücke handelt, beschränkt sich der Untersuchungsraum auf Varianten im direkten Umfeld der vorhandenen Brücke. Dabei ist der Handlungsspielraum durch die Zwangspunkte AS Rendsburg/Büdelsdorf und AK Rendsburg sowie durch die einzuhaltenden Trassierungsparameter der Regelwerke begrenzt.

Der gesamte Raum ist durch verschiedene Verkehrswege geprägt:

Straßen

- Autobahn (A) 7
- Autobahn (A) 210
- Bundesstraße (B) 203
- Landesstraße (L) 42
- Landesstraße (L) 47

Wasserstraßen

- Nord-Ostsee-Kanal (NOK)
- Borgstedter See

Bahn

- Bahnstrecke 1040 Neumünster – Flensburg (im Bereich Rendsburg)

Da ein Großteil des Verkehrs in Richtung Skandinavien über die A 7 verläuft, ist für die Baumaßnahme die Aufrechterhaltung des Verkehrs auf der A 7 von großer Bedeutung. Auch für den Nord-Ostsee-Kanal (NOK) als Bundeswasserstraße und weltweit meistbefahrene künstliche Wasserstraße sind größere Beeinträchtigungen auszuschließen. Der NOK stellt die Verbindung zwischen der Nord- und der Ostsee dar und schließt damit Skandinavien und die baltischen Staaten an den Weltschiffsverkehr an. Damit erfüllt der NOK eine wichtige wirtschaftliche Funktion. Im Jahr 2012 wurden 104 Mio. Tonnen Güter auf 34.879 Schiffen über den NOK transportiert.

Das FFH-Gebiet DE 1624-392 „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“ befindet sich in einer Entfernung von rd. 1,7 km östlich der A 7. Eine FFH-Vorprüfung ergab keine Beeinträchtigung des Gebietes durch das geplante Vorhaben. Etwa 1,5 km nordöstlich der Maßnahme liegt das Landschaftsschutzgebiet „Wittensee, Hüttener und Duvenstedter Berge“. Im Planungsbereich nördlich des Borgstedter Sees mit Enge reicht der Naturpark „Hüttener Berge“ bis an die vorhandene A 7 heran. Die Planungen befinden sich außerhalb von Landschaftsschutz- und Wassergewinnungsgebieten.

3.2 Beschreibung der untersuchten Varianten

3.2.1 Variantenübersicht

Als Variante ist grundsätzlich immer auch die Null-Variante einzubeziehen. Bei der Null-Variante erfolgt keine Umsetzung des Vorhabens, die damit einhergehenden Konsequenzen sind zu ermitteln.

Im Fall der Rader Hochbrücke besteht die Null-Variante im Erhalt des vorhandenen Bauwerks. Dieses ist gemäß den durchgeführten Begutachtungen und Berechnungen jedoch abgängig und nicht mehr mit vertretbarem finanziellem Aufwand zu ertüchtigen und zu erhalten. Im Ergebnis ergäben sich erhebliche verkehrliche Einschränkungen bis zur Sperrung des Streckenabschnitts. Es besteht ein erhebliches öffentliches Interesse am Erhalt einer leistungsfähigen Straßenverbindung. Die Null-Variante scheidet aus diesen Gründen als Alternative aus und wird nicht in die Variantenbetrachtung aufgenommen.

Als mögliche Varianten drängen sich zunächst bestandsnahe Ersatzbauwerke für die abgängige Rader Hochbrücke auf. Die vorhandene Hochbrücke hat einen einteiligen Überbau, der beide Fahrtrichtungen einschließt. Ein Rückbau des vorhandenen Bauwerkes kann dementsprechend nur erfolgen, wenn das Bauwerk frei von Verkehr ist. Da keine leistungsfähige Umleitungsstrecke für den Verkehr der A 7 zur Verfügung steht, ist eine Erneuerung in gleicher Lage nicht möglich.

Um die Verkehrsführung während der Bauzeit mit zwei Fahrstreifen pro Richtung auf der A 7 aufrecht erhalten zu können, werden deshalb Brücken- und Tunnelvarianten untersucht, die außerhalb der vorhandenen Trasse verlaufen.

In der Örtlichkeit bilden die AS Rendsburg/Büdelsdorf und das AK Rendsburg, sowie die umliegenden Ortschaften die Zwangspunkte, die bei der Variantenfindung zu berücksichtigen sind. Damit schließen sich Varianten, die weit vom Bestand abrücken, d.h. mit einer großräumigen Verlegung der A 7, aus. Sie würden Anpassungsmaßnahmen an weiteren Verkehrsanlagen (AK Rendsburg, AS Rendsburg/Büdelsdorf) erfordern und damit zusätzliche Bau- und Erhaltungskosten erzeugen, aber auch Auswirkungen auf bisher nicht bzw. gering belastete Räume und deren Umwelt haben.

Aus den genannten Gründen und um die Eingriffe in Natur und Landschaft so gering wie möglich zu halten, werden nur bestandsnahe Varianten untersucht. Damit wird sichergestellt, dass die Einflüsse auf o.g. Bereiche auf ein Minimum reduziert und die Bau- und Betriebskosten wirtschaftlich gehalten werden.

Grundsätzlich sind ein- und zweiteilige Brückenkonstruktionen für einen Ersatzneubau der Rader Hochbrücke möglich. Bei einem einteiligen Brückenquerschnitt (beide Richtungsfahrbahnen auf einer Brückenkonstruktion) müsste die neue Brückenachse um eine ganze Brückenbreite zum Bestandsbauwerk verschoben werden. Bei einem zweiteiligen Brückenbauwerk reicht dagegen eine Verschiebung um eine Überbaubreite (halbe Brückenbreite) aus. In diesem Fall wird zuerst ein Überbau, d.h. eine Richtungsfahrbahn neben dem Bestandsbauwerk hergestellt. Dann wird der Verkehr vom Bestandsbauwerk auf den neuen Überbau mit einer 4+0-Verkehrsführung umgelegt. Nun kann das Bestandsbauwerk abgebrochen und der zweite Überbau an der Stelle des Bestandsbauwerkes hergestellt werden.

Die Achsverschiebung kann in beiden Fällen sowohl in Richtung Osten als auch in Richtung Westen vorgenommen werden.

Dementsprechend werden vier Trassierungsvarianten mit einem Brückenersatzneubau über den NOK betrachtet. Dabei wurden zwei Varianten (Ost und West//nah) mit einem Versatz zur Bestandsbrücke von einer Überbaubreite vorgesehen. Bei den anderen beiden Varianten (Ost und West//fern) wurde ein Versatz von einer kompletten Brückenbreite (zwei Überbaubreiten, damit gleichzeitig die Möglichkeit eines einteiligen Brückenquerschnittes) untersucht. Der Abstand des neuen zum vorhandenen Bauwerk beträgt bei allen Varianten jeweils mindestens 1,50 m.

Diesen Brückenvarianten wurde die Vorzugsvariante der vorausgegangenen Verkehrsstudie Tunnel Nord-Ostsee-Kanal Straße/Bahn [3] bzw. der Variantenstudie zum A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke durch das Ingenieurbüro Grassl, Beratende Ingenieure Bauwesen [8] gegenübergestellt.

In der Verkehrsstudie Tunnel Nord-Ostsee-Kanal Straße/Bahn [3] wurden drei Tunnelvarianten (westlich A 7, östlich A 7 und stadtnahe Variante) und zwei Bauweisen (Absenktunnel, Bohrtunnel) auf ihre Machbarkeit untersucht. Die Varianten beinhalten neben dem Straßentunnel auch einen Bahntunnel. Die beiden Verkehrsarten (Bahn und Straße) unterführen bei allen Varianten den Nord-Ostsee-Kanal (NOK) gebündelt.

Bei dieser Untersuchung stellte sich die Tunnelvariante 1 (westlich A 7) als die vorteilhafteste heraus, da sie gegenüber den anderen Varianten Vorteile im Trassenverlauf bietet. Für die Variante 1 der Tunnelstudie zeigte sich, dass ein Bohrtunnel deutliche Vorteile gegenüber dem Absenktunnel aufweist, da bauzeitlich keine Einschränkungen des Schiffsverkehrs auf dem NOK bestehen.

In der Voruntersuchung wurde der Straßenteil dieser Vorzugsvariante als Variante 5 weiter bewertet. Der Achsabstand der Tunnelvariante zur vorhandenen Fahrbahnachse beträgt ca. 110 m.

Die in der Variantenuntersuchung gegenübergestellten Varianten wurden auf Grundlage der Verkehrszählung 2010 und den darauf beruhenden Prognosezahlen für 2030 erstellt. Dementsprechend wurden für die Varianten jeweils vierstreifige Querschnitte vorgesehen. Die Ergebnisse aus der Variantenuntersuchung der vierstreifigen Varianten treffen für eine sechsstreifige Erweiterung jedoch grundsätzlich ebenfalls zu, da die Mehrbreite pro Richtungsfahrbahn nur 2 m beträgt und damit die grundsätzlichen Aussagen weiterhin Gültigkeit haben. Die Mehrbreite ergibt sich dabei aus dem Regelwerk RAA [2], die vierstreifigen Querschnitte wurden als RQ 31 mit verbreitertem Randstreifen geplant (12,50 m Fahrbahnbreite), die sechsstreifigen Querschnitte werden mit einem RQ 36 (Fahrbahnbreite 14,50 m) ausgeführt.

In der Voruntersuchung wurden nur Trassierungsvarianten betrachtet. Eine Variantenuntersuchung der Brückenkonstruktion erfolgte separat im Zuge der Vorplanung Ingenieurbauwerke. Dabei wurden bereits in der in der Machbarkeitsstudie einteilige Brückenquerschnitte ausgeschieden [8].

Variante	Name	Beschreibung	Strecken-länge
1	Ost nah	Versatz um eine Fahrbahnbreite	3.250 m
2	West nah	Versatz um eine Fahrbahnbreite	3.234 m
3	Ost fern	Versatz um zwei Fahrbahnbreiten	3.525 m
4	West fern	Versatz um zwei Fahrbahnbreiten	3.348 m
5	West Tunnel	Bohrtunnel	4.677 m

Tabelle 1: Variantenübersicht

Die folgenden Bauwerke sind bei den einzelnen Varianten zu erneuern:

Bauwerk	Variante				
	1	2	3	4	5
BW 602 (Rader Weg)	Anpassung Böschung	Anpassung Böschung	bauliche Anpassung	bauliche Anpassung	Rückbau
BW 603 (Nord-Ostsee-Kanal)	X	X	X	X	X (Tunnel)
BW 604 (L 42)	X	X	X	X	Rückbau
BW 606 (Wirtschaftsweg Dieksredder)	-	-	-	-	X

Tabelle 2: Maßnahmen an Bauwerken

Folgende Aspekte waren für die Planung der Brückenvarianten zu beachten:

- NOK, Einhaltung des Lichtraumprofiles für den NOK (lichte Höhe 42 m),
- BW 602 (Rader Weg) sollte möglichst unverändert bestehen bleiben,
- Abstände zum BW 603 (Rader Hochbrücke) für Montage Ersatzneubau und Wartung des bestehenden Bauwerkes,

- BW 604 (L 42), Ersatzneubau wenigstens eines Überbaus neben Bestandsbauwerk möglich,
- BW 606 (Wirtschaftsweg, Dieksredder) Bauwerk soll möglichst unverändert bleiben,
- Borgstedter See mit Enge, Einhaltung des Lichtraumprofiles für das Gewässer (lichte Höhe 23,30m),
- Anschlusshöhen der vorhandenen Verkehrsanlagen,
- Wiederherstellung vorhandener Wegebeziehungen.

Für die Tunnelvariante sind folgende Aspekte zu beachten:

- NOK, ausreichende Tiefe (Überdeckung des Tunnels) unter der Gewässersohle (Sollprofiltiefe Kanal 14 m),
- Borgstedter See mit Enge, ausreichende Tiefe unter der vorhandenen Muddeschicht,
- Minimierung der Beeinträchtigung des Rader Weges,
- Vorhandene bauliche Anlagen (Häuser, Sportplatz),
- BW 604 (L 42), wird unterquert, Straße sollte möglichst unverändert bleiben,
- BW 606 (Wirtschaftsweg, Dieksredder) Ersatzneubau des vorhandenen Bauwerkes,
- Anschlusshöhen der vorhandenen Strecke,
- Wiederherstellung vorhandener Wegebeziehungen.

Die folgenden Aussagen gelten für alle Brückenvarianten.

Querschnitt

Der vorhandene Querschnitt der A 7 im betrachteten Bereich entspricht einem RQ 29,5. Die Querschnittsaufteilung in den Anschlussbereichen der A 7 ist unter Punkt 4.4 erläutert.

Entwässerung

Die Entwässerung der Strecke der A 7 erfolgt derzeit dezentral über eine Versickerung in Mulden. Dabei erfolgt die Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers in den Bereichen hoher Dämme geschlossen. Die Abläufe leiten das Wasser über Stichleitungen in die Mulden am Böschungsfuß. In den übrigen Bereichen erfolgt die Entwässerung offen. In der Planung wird die Entwässerung der Brückenvarianten offen über die Bankette vorgesehen.

Momentan wird das Niederschlagswasser vom Bauwerk 603 über eine geschlossene Entwässerung in zwei Regenrückhaltebecken im Bereich der Widerlager geleitet. Von diesen Regenrückhaltebecken erfolgt die Einleitung in den Borgstedter See mit Enge und in den Nord-Ostsee-Kanal.

In der Planung soll das Niederschlagswasser, das vom Bauwerk 603 anfällt, über eine geschlossene Entwässerung in zwei Retentionsbodenfilter (RBF) an den Widerlagern geleitet werden. Die RBF

werden so bemessen, dass sowohl der Endzustand (fertige Brücke mit zwei Überbauten), als auch der Bauzustand (Bestandsbauwerk und ein Überbau Ersatzneubau) berücksichtigt sind.

Die Entwässerung der Tunnel- und Trogbereiche der Tunnelvariante erfolgt geschlossen mittels Rohrleitungen und Pumpenanlagen über Bodenfilter zur Vorflut NOK bzw. Borgstedter See.

Querende Verkehrswege und Leitungen

Unmittelbar nach dem Bauanfang unterführt der Wirtschaftsweg Dieksredder//Schlagbaum (BW 606) in einem Rahmenbauwerk die A 7.

Bei ca. Bau-km 0+100 quert ein vorhandener Durchlass die A 7.

Bei ca. Bau-km 0+700 wird die A 7 über ein überschüttetes Rahmenbauwerk über die L 42 (BW 604) geführt.

Im Zuge des Bauwerkes Rader Hochbrücke (BW 603) überquert die A 7 den Treidelweg, den Borgstedter See mit Enge, die Rader Insel und den NOK bis ca. Bau-km 2+410.

Bei ca. Bau-km 3+157,7 wird die A 7 über ein weiteres überschüttetes Bauwerk über den Rader Weg (BW 602) geführt.

Bei ca. Bau-km 0+228 und Bau-km 0+318 überqueren zwei Hochspannungsfreileitungen (220 und 380 kV) die Baustrecke und im weiteren Verlauf bei Bau-km 3+450 wird die A 7 durch zwei Hochspannungsfreileitungen (110 kV und 220 kV) gekreuzt.

Die Planung der neuen 380 kV-Freileitung (TenneT, Stand Planfeststellung) im Bereich der A 7 wurde nachrichtlich in die Lagepläne übertragen.

Weitere Planungen Dritter mit Auswirkungen auf die untersuchten Varianten sind nicht bekannt.

Knotenpunkte

Innerhalb der Baustrecke der Brückenvarianten befinden sich keine Knotenpunkte.

Bauwerke

Das bestimmende Bauwerk ist bei allen Brückenvarianten die Rader Hochbrücke (BW 603), die mit einer Brückenlänge von ca. 1.500 m den Borgstedter See mit Enge, die Rader Insel und den NOK überquert und dabei eine lichte Höhe von 42 m über dem NOK erreicht. Die Achslage der geplanten Trasse wird mit einem Mindestabstand von 1,50 m zwischen der Außenkante des Bestandsbauwerkes und der Außenkante des jeweilig benachbarten Überbaus des geplanten Bauwerkes vorgesehen, der sowohl die Brückenwartung des bestehenden Bauwerkes zulässt, als auch den technologisch notwendigen Arbeitsraum zum Aufbau des neuen Überbaus und zum Abriss des vorhandenen Bauwerkes sicherstellt.

Das Bauwerk 602 (Rader Weg) ist überschüttet und bleibt als Bauwerk bei allen vierstreifigen Brückenvarianten unverändert. Durch den leichten Achsversatz sind Anpassungen im Böschungsbereich nötig. Bei den beiden Varianten, die eine Brückenbreite von der Bestandsachse abgerückt sind, ist das Versatzmaß etwas größer. Deshalb sind hier Stützwände zur Abfangung der Böschung auf der beeinträchtigten Seite erforderlich. Der Rader Weg bleibt in Lage und Höhe unverändert. Bei der sechsstreifigen Erweiterung der A 7 wird das Bauwerk 602 als Ersatzbrücke erneuert und den neuen Verhältnissen angepasst.

Durch die Baumaßnahme ist bei allen Brückenvarianten das Bauwerk über die L 42 (BW 604) betroffen. Wegen des für die Rader Hochbrücke notwendigen Achsversatzes (eine Überbaubreite oder eine Brückenbreite) und dem geringen Abstand des BW 604 von der Rader Hochbrücke, liegt im Bereich des BW 604 die neue Achse ebenfalls neben dem Bestandsbauwerk. Dementsprechend wird das Bauwerk 604 als Ersatzneubau hergestellt.

3.2.2 Variante 1 (Ost, nah)

Die Variante 1 verläuft parallel zur Rader Hochbrücke und ist zu dieser um eine Überbaubreite in Richtung Osten verschoben.

Die Variante beginnt unmittelbar südlich des BW 606 bei Betriebskilometer 58,6 und endet südlich des BW 602 bei Betriebskilometer 61,85. Die Länge der Baustrecke beträgt 3.250 m.

Der geplante Bereich schließt am Bauanfang und Bauende an die vorhandene Autobahn A 7 an. Die Wartungswege zu den Brückenwiderlagern der Rader Hochbrücke werden in neuer Lage wiederhergestellt. Die Wirtschaftswege am Böschungsfuß werden soweit erforderlich an den neuen Böschungsfuß verlegt.

<u>Linienführung</u>

Die vorhandene A 7 befindet sich im Planungsabschnitt in einem Rechtsbogen (in Stationierungsrichtung) mit einem Radius von 12.500 m. Die Achse der Variante 1 wird als Parallele zur vorhandenen A 7 mit einem Achsabstand von ca. 17,55 m östlich der A 7 vorgesehen. Der Übergang vom bestehenden 12.500 m-Radius auf den parallelen Bereich der Variante 1 wird auf der Südseite über eine Gerade (Länge der Gerade > 400 m) und einen Radius 4.500 m (R>4.000 m, Vermeidung von Querneigungswechseln) und auf der Nordseite über einen großen Gegenbogen R=40.766 m, der optisch wie eine Gerade wahrgenommen wird, und einem Radius 4.800 m hergestellt. Aufgrund der geringen Winkeländerung und der großen Radien kann auf Klothoiden verzichtet werden.

Die Gradiente wird mit einer maximalen Längsneigung von 2,7 % und einem Kuppenhalbmesser entsprechend RAA für eine Autobahn der Entwurfsklasse 1 A von 13.000 m geplant. Diese Kuppe wird mit dem Hochpunkt über der Achse des NOK platziert. Um eine gestalterisch gefällige Ansicht zu erhalten, werden die Tangenten der Kuppe mit identischen Neigungen geplant. In Richtung Nor-

den wird die Neigung über das gesamte Bauwerk 603 beibehalten. Der nördlich anschließende Wannenradius wird über das Bauwerk 604 hinweggeführt. Für alle Halbmesser werden die Mindesttangentenlängen von 150 m entsprechend RAA eingehalten.

Die Querneigungen bleiben wie im Bestand mit 2,5% zum Außenrand der jeweiligen Richtungsfahrbahn geneigt.

3.2.3 Variante 2 (West, nah)

Die Variante 2 verläuft parallel zur Rader Hochbrücke und ist zu dieser um eine Überbaubreite in Richtung Westen verschoben.

Die Strecke beginnt bei Betriebskilometer 58,6 und endet südlich des Bauwerkes 602 bei Betriebskilometer 61,85. Die Länge der Baustrecke beträgt 3.253 m.

Wie bei Variante 1 erfolgt am Bauanfang/Bauende der Anschluss an die vorhandene Autobahn A 7. Auch hier werden die Wartungs- und Wirtschaftswege in neuer Lage wieder hergestellt.

<u>Linienführung</u>

Die Achse der Variante 2 wird als Parallele zur vorhandenen A 7 mit einem Achsabstand von ca. 17,55 m westlich der A 7 vorgesehen. Der Übergang vom bestehenden 12.500 m-Radius auf die parallele Führung der Variante 2 wird auf der Südseite über eine Gerade (Länge der Gerade > 400 m) und einen Radius 4.500 m (R>4.000 m Vermeidung von Querneigungswechseln) hergestellt. Auf der Nordseite wird dies über eine Gerade (Länge der Gerade > 400 m) und einem Radius 6.000 m realisiert. Aufgrund der geringen Winkeländerung und der großen Radien wird auch hier auf Klothoiden verzichtet.

Die Gradiente der Variante 2 entspricht (angepasst auf die Achslage) in der Wahl der Parameter der Variante 1. Unterschiede ergeben sich nur in den Anschlussbereichen.

Die Querneigungen bleiben, wie bei Variante 1, zum Außenrand der jeweiligen Richtungsfahrbahn geneigt.

3.2.4 Variante 3 (Ost, fern)

Die Variante 3 verläuft parallel zur Rader Hochbrücke und ist zu dieser um eine Brückenbreite (zwei Überbauten) in Richtung Osten verschoben.

Die Variante beginnt südlich des Bauwerkes BW 606 bei Betriebskilometer 58,6 und endet südlich des Bauwerkes 602 bei Betriebskilometer 62,0. Die Länge der Baustrecke beträgt 3.424 m.

Wie bei den beiden vorgenannten Varianten erfolgt am Bauanfang/Bauende der Anschluss an die vorhandene Autobahn A 7. Auch hier werden die Wartungs- und Wirtschaftswege in neuer Lage wiederhergestellt.

Linienführung

Die Achse der Variante 3 wird als Parallele zur vorhandenen A 7 mit einem Achsabstand von ca. 34,05 m östlich der A 7 vorgesehen. Der Übergang vom bestehenden 12.500 m-Radius auf den parallelen Bereich der Variante 3 wird auf der Südseite über einen Gegenbogen (R=20.000 m) und einen Radius 4.500 m (R>4.000 m Vermeidung von Querneigungswechseln) hergestellt. Auf der Nordseite wird dies über einen Gegenbogen (R=6.500 m) und einem Radius 4.500 m realisiert. Aufgrund der geringen Winkeländerung und der großen Radien wird auch hier auf Klothoiden verzichtet.

Die Gradiente der Variante 3 entspricht (angepasst auf die Achslage) in der Wahl der Parameter der Variante 1. Unterschiede ergeben sich nur in den Anschlussbereichen.

Die Querneigungen bleiben, wie bei Variante 1, zum Außenrand der jeweiligen Richtungsfahrbahn geneigt.

3.2.5 Variante 4 (West, fern)

Die Variante 4 verläuft um eine Brückenbreite (zwei Überbauten) verschoben parallel westlich des vorhandenen Bauwerkes Rader Hochbrücke.

Die Variante beginnt südlich des Bauwerkes BW 606 bei Betriebskilometer 58,6 und endet südlich des Bauwerkes 602 bei Betriebskilometer 62,0. Die Länge der Baustrecke beträgt 3.298 m.

Entsprechend den anderen Brückenvarianten erfolgt der Anschluss an die vorhandene Autobahn A 7 am Bauanfang/Bauende. Auch hier werden die Wartungs- und Wirtschaftswege in neuer Lage wiederhergestellt.

Linienführung

Die Achse der Variante 4 wird als Parallele zur vorhandenen A 7 mit einem Achsabstand von ca. 34,05 m westlich der A 7 geführt. Der Übergang vom bestehenden 12.500 m-Radius auf die parallele Führung der Variante 4 wird auf der Südseite über einen Gegenbogen (R=4.900 m) und einen Radius 4.500 m (R>4.000 m Vermeidung von Querneigungswechseln) hergestellt. Auf der Nordseite wird dies über einen Gegenbogen (R=5.800 m) und einem Radius 5.800 m realisiert. Aufgrund der geringen Winkeländerung und der großen Radien wird auch hier auf Klothoiden verzichtet.

Die Gradiente der Variante 4 entspricht (angepasst auf die Achslage) in der Wahl der Parameter der Variante 1. Unterschiede ergeben sich nur in den Anschlussbereichen.

Die Querneigungen bleiben, wie bei Variante 1, zum Außenrand der jeweiligen Richtungsfahrbahn geneigt.

3.2.6 Variante 5 (Tunnelvariante)

Die Variante 5 entspricht der Vorzugslösung der 2014 erstellten Tunnelstudie (Verkehrsstudie Tunnel Nord-Ostsee-Kanal Straße/Bahn) [3], wobei für die Voruntersuchung nur der Straßentunnel betrachtet wurde.

Die Tunnelvariante verläuft westlich parallel zur vorhandenen A 7.

Die Variante beginnt unmittelbar südlich des Kreuzungspunktes der A 7 mit der B 203 an der AS Rendsburg/Büdelsdorf bei Betriebskilometer 58,1 und endet nördlich der Kreuzung der A 7 mit der L 47 bei Betriebskilometer 62,8. Die Länge der Baustrecke beträgt 4.677 m.

Die Variante schließt am Bauanfang und Bauende an die vorhandene Autobahn A 7 an. Unterbrochene Wegebeziehungen werden wieder hergestellt. In den Bereichen der Einschleifung der Tunneltrasse in die A 7 ist die Herstellung von provisorischen Umleitungsstrecken für die Aufrechterhaltung des Verkehrs auf der A 7 während der Bauzeit erforderlich.

Andere Planungen im direkten Umfeld, die durch die Baumaßnahme beeinträchtigt sind, sind nicht bekannt.

Die Ein- und Ausfahrrampen der Anschlussstelle AS Rendsburg/Büdelsdorf müssen an den neuen Zustand angepasst werden. Das Bauwerk mit dem Wirtschaftsweg Dieksredder//Schlagbaum (BW 606) bei Bau-km 0+500 muss im Zuge der Baumaßnahme erneuert werden, da die Tunneltrasse im Bereich des Bauwerkes aus der Achse des Bestandes herausverschoben ist und die Gradiente der Tunnelvariante hier deutlich unter der des Bestandes der A 7 liegt. Dementsprechend muss der Wirtschaftsweg die A 7 mit einem Überführungsbauwerk überqueren.

Bei Bau-km 0+650 überqueren zwei 220 kV-Hochspannungsfreileitungen die Baustrecke.

Die geplante Trasse taucht vom Bauanfang mit 5 % ab. Die Trogstrecke beginnt bei Bau-km 0+618 und endet mit Beginn des Tunnels in offener Bauweise bei Bau-km 0+760. Der Bereich der offenen Bauweise verläuft bis Bau-km 1+060. Von Bau-km 1+060 bis 3+600 wird der Tunnel als Bohrtunnel im Schildvortrieb hergestellt. Von Bau-km 3+600 bis 3+840 schließt wieder ein Tunnelbereich in offener Bauweise an und von Bau-km 3+840 bis 4+060 wird der Querschnitt als Trogstrecke vorgesehen, bevor der Anschluss an die vorhandene A 7 erfolgt.

Bei Bau-km 1+289 unterquert die Tunnelvariante die L 42 (BW 604), anschließend den Treidelweg, die Borgstedter Enge, die Rader Insel, den NOK und den Rader Weg. Die Bauwerke 604 (L 42), 602 (Rader Weg) und 603 (Rader Hochbrücke) werden nicht mehr benötigt und können nach Inbetriebnahme des Tunnels rückgebaut werden. Während der Bauzeit wird der Rader Weg durch die Tunnelbauarbeiten (offene Bauweise) unterbrochen.

Bei Bau-km 4+040 kreuzen zwei Hochspannungsfreileitungen die Tunnelvariante (110 kV und 220 kV).

<u>Querschnitt</u>

Im Anschlussbereich an die vorhandene A 7 ist ein Querschnitt RQ 29,5 (entspricht dem Bestand) vorgesehen.

Auf der freien Strecke der A 7 wird ein Regelquerschnitt RQ 31 entsprechend RAA vorgesehen. Im Bereich der Trogstrecken und der Tunnelbereiche in offener Bauweise ergibt sich ein Querschnitt 31T nach RAA mit folgender Aufteilung je Richtungsfahrbahn:

Notgehweg außen	1,00 m
Seitenstreifen außen (linke RiFa)	2,00 m
Randstreifen außen (linke RiFa)	0,50 m
2. Fahrstreifen (linke RiFa)	3,50 m
1. Fahrstreifen (linke RiFa)	3,50 m
Randstreifen innen (linke RiFa)	0,50 m
Notgehweg innen	1,00 m
Breite	12,00 m

Im Bereich des Bohrtunnels wird ein Tunnelquerschnitt 31Tr mit folgender Aufteilung je Richtungsfahrbahn vorgesehen:

Notgehweg außen	1,00 m
Seitenstreifen außen	1,50 m
Randstreifen außen	0,25 m
2. Fahrstreifen	3,50 m
1. Fahrstreifen	3,50 m
Randstreifen innen	0,25 m
Notgehweg innen	1,00 m
Breite	11,00 m

Linienführung

Die Achse der Variante 5 verläuft parallel zur vorhandenen A 7 mit einem Achsabstand von i.M. 110 m westlich der A 7. Die Variante 5 schleift im Norden mit zwei gegensinnigen Radien (R=1.500 m) und entsprechenden Klothoiden aus der A 7 auf die parallele Führung aus. Für den Radius (R= 12.000 m) wird in den Anschlussbereichen an die Radien (R=1.500 m) wegen der nur geringen Winkeländerung auf die Anlage einer Klothoide verzichtet. Es werden nur die Klothoiden der Radien (R=1.500 m) ausgebildet. Auf der Südseite entspricht die Radienfolge der der Nordseite.

Die Gradiente wird mit Halbmessern entsprechend RAA [2] für eine Autobahn der Entwurfsklasse 1A geplant. Die Neigungen in bzw. aus dem Tunnel wurden mit 5 % bzw. mit 4 % vorgesehen. Die entsprechend der Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT, Ausgabe 2006) [14] vorgegebene Höchstlängsneigung (ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen) von 3 % wird damit überschritten. Bei Ausbildung einer Längsneigung von 3 % müssten sowohl die Anschlussstelle, als auch das Überführungsbauwerk der L 47 (BW 601) zusätzlich umgebaut werden. Entsprechend der RABT [14] ist bei zusätzlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit eine

Maximallängsneigung von 5 % möglich. Mögliche Maßnahmen können sein: Geschwindigkeitsbegrenzung, Sperrung für Gefahrguttransporte, verkürzte Fluchtwege, zusätzliche Verkehrstechnik.

Für alle Halbmesser werden die Mindesttangentenlängen von 150 m entsprechend RAA [2] eingehalten.

Durch die engen Radien sind Verwindungen der Querneigungen erforderlich. Die Verwindungsbereiche wurden so vorgesehen, dass eine Längsneigung von > 1 % vorhanden ist.

Knotenpunkte

Für den Bau der Variante 5 ist die Anpassung der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf erforderlich.

Bauwerke

Das Bauwerk 606 (Wirtschafsweg Dieksredder) ist bei der Tunnelvariante neu herzustellen. Die Bauwerke 604 (L 42), 603 (Rader Hochbrücke) und 602 (Rader Weg) können nach Fertigstellung des Tunnels rückgebaut werden.

Entwässerung

Die Entwässerung des Tunnel- und Trogbereiches erfolgt geschlossen mittels Rohrleitungen. Das gesammelte Niederschlagswasser wird über eine Pumpenanlage in eine Vorreinigung geleitet und von dort in die Vorflut NOK abgegeben. In den Bereichen der freien Strecke, in denen eine Richtungsfahrbahn zur Mitte geneigt ist (Sägezahn) erfolgt die Entwässerung ebenfalls geschlossen. Für die Bereiche der freien Strecke mit nach außen geneigten Richtungsfahrbahnen ist eine offene Entwässerung über Mulden vorgesehen.

3.3 Variantenvergleich

Die Bewertung der Varianten ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die Bewertung erfolgt dreistufig: positiv (+), neutral (o) und negativ (-). Für die Gesamtbewertung werden die Einzelbewertungen addiert. Dabei gehen alle betrachteten Themenkomplexe mit der gleichen Wichtung in die Gesamtbewertung ein.

3.3.1 Raumstrukturelle Wirkungen

Bezüglich der Siedlungsentwicklung zeigen die Varianten aufgrund der nur geringen Abweichung zur bestehenden Anlage keine Änderung der Bestandssituation. Die bestehende Verkehrsanlage wird in unmittelbarer Nähe wiederhergestellt und alle Verkehrsbeziehungen werden in gleicher Weise angebunden.

Vorrang- und Vorbehaltsgebiete sind im Bereich des Planungsraumes nicht bekannt.

Die Flächeninanspruchnahme ist entsprechend dem Grad des Achsversatzes (Brückenvarianten) unterschiedlich. Bei der Tunnelvariante werden neben den durch den Bau in Anspruch genommenen auch die Flächen für die Verkehrsführung während der Bauzeit berücksichtigt. Im Vergleich der Varianten ist die Flächeninanspruchnahme der nahen Trassenvarianten am geringsten. Die entfernteren Trassenvarianten und die Tunnelvariante sind bezüglich der Flächeninanspruchnahme in etwa gleich und verbrauchen fast doppelt so viele land- und forstwirtschaftliche Flächen wie die nahen Trassenvarianten. Der genaue Flächenverbrauch ist in der Tabelle 3 dargestellt.

Die Auswirkungen auf vorhandene Infrastruktureinrichtungen sind bei allen Varianten gering. Die Freileitungen werden bei allen Varianten nicht beeinträchtigt und die Verkehrsbeziehungen werden entsprechend dem vorhandenen Zustand wiederhergestellt.

Auf der A 7 wird sich durch die Anlage eines zukunftssicheren regelgerechten Querschnittes und durch den Wegfall der temporären Geschwindigkeitsreduktionen bzw. Umleitung der Verkehre auf das nachgeordnete Netz bei allen Varianten der Verkehrsfluss verbessern.

3.3.2 Verkehrliche Beurteilung

Bei der Planung handelt es sich um einen Ersatz einer bestehenden Verkehrsanlage. Da alle Verkehrsbeziehungen wiederhergestellt werden, kommt es im Verkehrsnetz zu keinen nennenswerten Be- bzw. Entlastungswirkungen. Auf Grund der geringen Lageunterschiede gibt es auch aus qualitativer Sicht zwischen den Varianten keine Unterschiede.

Durch die deutliche Reduzierung von temporären Sperrungen durch Seitenwind auf der A 7 würde das nachgeordnete Netz entlastet. Diese Wirkung ist bei allen Brücken-Varianten gleich.

Auch der Einfluss auf den Verkehr auf dem NOK ist bei allen Varianten gering.

Bei einer späteren Verkehrsführung im Planungsbereich bieten die Brückenvarianten gegenüber der Tunnelvariante den Vorteil, dass der Verkehrsfluss während der Bauzeit und bei späteren Bauarbeiten durch die Möglichkeit der Einrichtung einer 4+0-Verkehrsführung mit komfortablen Breiten weniger beeinträchtigt wird.

Wegen der geringen Breite der Tunnelröhren ist eine 4+0-Verkehrsführung bei der Tunnelvariante nicht möglich. Das bedeutet, dass bei einer erforderlichen Sperrung einer Tunnelröhre entweder der entsprechende Richtungsverkehr komplett gesperrt werden oder eine 2+0 Verkehrsführung in der anderen Tunnelröhre eingerichtet werden muss. Dafür sind alle Verkehrszeichen entsprechend für den Gegenverkehr auszurichten. 2+0 Verkehrsführung bedeutet, dass pro Fahrtrichtung nur eine Fahrspur zur Verfügung steht.

3.3.3 Entwurfs- und sicherheitstechnische Beurteilung

Der gewählte Ansatz der Lagetrassierung ist bei den Brückenvarianten gleich. Es werden möglichst große Radien verwendet, um zum einen die Änderung gegenüber dem bestehenden Radius optisch

und fahrtechnisch so gering wie möglich zu halten und zum anderen auf Querneigungswechsel verzichten zu können. Dabei sind die Winkeländerungen so klein, dass auf Klothoiden verzichtet werden kann. Diese Linienführung gliedert sich harmonisch in die vorhandene Linienführung der A 7 ein. Die einzelnen Trassierungswerte sind in der Tabelle 3 zu finden.

Bei der Tunnelvariante ist durch den größeren Abstand zum Bestand eine großzügige Linienführung wie bei den Brückenvarianten nicht möglich. Um den notwendigen Abstand zum Bestand herstellen zu können, sind 1.500 m-Radien erforderlich. Bei Radien dieser Größe sind entsprechend RAA [2] Querneigungswechsel auszubilden. Hier ist für die Höhentrassierung auf eine ausreichende Längsneigung im Verwindungsbereich zu achten.

Um genügend Rampenlänge zur Erreichung der erforderlichen Tiefe für den Bohrtunnel unter Beachtung der nicht durchfahrbaren Bodenschicht unter dem Gewässer (Faulschlamm) herstellen zu können, muss die Trasse bereits deutlich früher aus der Bestandstrasse ausschleifen als die Brückenvarianten. Der Umbauabschnitt erstreckt sich deshalb bis in den Bereich der AS Rendsburg/Büdelsdorf.

Wegen der kleineren Radien, die sich nicht harmonisch in die sonst großzügige Linienführung der A 7 eingliedern, der Notwendigkeit des Umbaus der AS Rendsburg/Büdelsdorf und des Vorsehens von Geschwindigkeitsreduzierungen wird die Tunnelvariante gegenüber den Brückenvarianten schlechter eingeschätzt.

Auch bei der Höhentrassierung sind die Brückenvarianten in der Herangehensweise identisch. Mittig des Kanals wird der Hochpunkt mit einer 13.000 m-Kuppe vorgesehen. Die Längsneigungen sind aus gestalterischen Gründen beidseitig gleich groß. Im übrigen Brückenbereich weist die Gradiente eine konstante Längsneigung auf. Die Wannen sind so vorgesehen, dass sie erst hinter dem Brückenwiederlager BW 603 beginnen, was vorteilhaft für die Brückenherstellung ist. Die Trassierungswerte sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Bei der Tunnelvariante ist der Tiefpunkt im Bereich des Borgstedter Sees mit Enge, da in diesem Bereich ungünstige Bodenverhältnisse (Faulschlamm) vorzufinden sind, die mit der gewählten Bautechnologie (Bohrtunnel) unterfahren werden müssen. Im Bereich der Kanalquerung ist ebenfalls eine Sohltiefe von ca. -41 (NHN) m erforderlich, um den für einen Bohrtunnel unter der Kanalsohle erforderlichen Sicherheitsabstand des 1,5-fachen Tunneldurchmessers zu erreichen.

Das umgebende Gelände nördlich des Borgstedter Sees Richtung AS Rendsburg/Büdelsdorf und südlich des NOK liegt bei ca. + 15 m (NHN). Damit sind beim Bau eines Tunnels Höhenunterschiede von mindestens 56 m zu überbrücken. Um die Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf durch die dafür erforderliche Länge nicht komplett (inklusive Bauwerk) umbauen zu müssen, wurde eine Längsneigung von 5 % in der Zufahrt zum Tunnel vorgesehen.

Diese Neigung überschreitet die in der RABT [14] angegebene maximale Längsneigung ohne zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen. Dementsprechend müssten in der Tunnelzufahrt zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit vorgesehen werden. Auch in der südlichen Tunnelzufahrt wurde die maximale Längsneigung von 3 % überschritten, um auf einen Umbau des Überführungsbauwerkes der L 47 verzichten zu können. Auch hier sind zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit erforderlich. Damit schneidet die Tunnelvariante gegenüber den Brückenvarianten bezüglich der Höhentrassierung schlechter ab.

Die Beeinträchtigung von bestehenden Knotenpunkten ist bei den Brückenvarianten gering. Am Überführungsbauwerk der L 42 (BW 604) wird durch den Achsversatz ein Ersatzneubau des Bauwerkes erforderlich. Das überschüttete Überführungsbauwerk des Rader Weges muss wegen des Achsversatzes im Böschungsbereich angepasst werden. Diese Anpassungen sind je nach Maß des Achsversatzes unterschiedlich umfangreich.

Bei den nahe gelegenen Trassenvarianten sind Anpassungen der Böschung ausreichend, während bei den entfernteren Trassenvarianten Stützwände zur Abfangung der Böschung notwendig werden.

Bei der Tunnelvariante werden die Bauwerke BW 604, BW 603 und BW 602 überflüssig und können ersatzlos zurückgebaut werden. Im Bereich der Unterführung des Wirtschaftsweges (Dieksredder) BW 606 wird durch die veränderte Lage- und Höhensituation der Neubau eines Überführungsbauwerkes erforderlich. Im Bereich der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf sind die Bereiche der Ein- und Ausfahrten umzubauen. Damit sind die Auswirkungen auf bestehende Knotenpunkte bei der Tunnelvariante größer als bei den Brückenvarianten. Die Beeinträchtigungen auf den Schiffsverkehr auf dem NOK sind bei allen Varianten gering. Bei der Tunnelvariante entfallen Beeinträchtigungen aus dem Brückenneubau.

Die Brückenvarianten sind bezüglich der Verkehrssicherheit als gleichwertig anzusehen. Durch den regelgerechten Querschnitt mit zusätzlichen Reserven für die Verkehrsführung während der Bauzeit und die gewählte harmonische Linienführung wird die Verkehrssicherheit positiv beeinflusst.

Die Tunnelvariante bietet wegen des schmaleren Querschnittes (Regelquerschnitt nach RAA für Tunnel) nicht die Möglichkeit einer 4+0 Verkehrsführung (Führung von 2 Fahrstreifen pro Richtung im Gegenverkehr) wie sie bei den Brückenvarianten möglich ist. Das bedeutet, bei erforderlicher Tunnelsperrung einer Tunnelröhre wegen Instandsetzung/Fahrbahnerneuerung o.ä. steht in der anderen Tunnelröhre nur ein Fahrstreifen pro Fahrtrichtung zur Verfügung. Diese Verkehrsführung könnte den zu erwartenden Verkehr nicht mehr aufnehmen.

Die Trassierung ist hier weniger harmonisch (widerspricht Vorgaben der Relationstrassierung), die Längsneigung im Tunnel ist im Grenzbereich des Regelwerkes gewählt und damit nur mit zusätzlichen Maßnahmen zu realisieren. Im Tunnelbereich muss die Geschwindigkeit auf 80 km/h reduziert

werden (Regelwerk), was die Verkehrssicherheit im Tunnel verbessert, aber insbesondere bei starkem Urlaubsverkehr zusammen mit der starken Steigung zu erhöhter Staugefahr führen wird. In diesen Punkten ist die Tunnelvariante schlechter zu bewerten als die Brückenvarianten.

3.3.4 Umweltverträglichkeit

Bei allen Varianten sind keine Natur- bzw. Landschaftsschutzgebiete betroffen.

Den vorausgegangenen landschaftspflegerischen Untersuchungen folgend werden Beeinträchtigungen östlich der bestehenden A 7 wegen der Qualität der dort vorzufindenden Lebensbedingungen für Tiere als geringer eingestuft als Beeinträchtigungen westlich der A 7. Dementsprechend sind die östlich verlaufenden Varianten bezüglich der Auswirkungen auf Natur und Landschaft günstiger zu bewerten.

Bei der Tunnelvariante werden für die Herstellung der Tunnel- bzw. Trogabschnitte in offener Bauweise hauptsächlich Flächen mit aus landschaftspflegerischer Sicht untergeordneter Bedeutung (Ackerflächen) beeinträchtigt. Für die Herstellung des Tunnels sind aber Grundwasserabsenkungen erforderlich, die sich negativ auf die Natur und Landschaft auswirken.

Für die Herstellung des Bohrtunnels ist ein erheblich umfangreicherer Bodenaushub/-abtrag erforderlich als bei den Brückenvarianten. Dieser kann zudem kaum wiederverwendet werden und ist in großem Umfang zu verwerten bzw. zu entsorgen.

Die Flächeninanspruchnahme ist bei den nahen Trassierungsvarianten gering. Bei den entfernteren Trassen und der Tunnelvariante (auch wegen Verkehrsführung während der Bauzeit) ist die Flächeninanspruchnahme größer.

Die Auswirkungen auf das Landschaftsbild sind für eine Brücke bei den bauwerksnahen Brückenvarianten am geringsten. Bei einem Bohrtunnel werden die Auswirkungen technischer Bauwerke auf das Landschaftsbild reduziert. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die vorhandenen sehr hohen Dämme erhalten bleiben und in ihrer Funktionslosigkeit eine Landschaftsbildbeeinträchtigung bilden würden. Ein Abtrag der Dämme (Volumen ca. 3,5 Mio. m³) würde ca. 350.000 Lkw-Fahrten bedeuten. Zudem ist dieser Landschaftsbereich im Status Quo mit dem Kanal und der Hochbrücke deutlich durch große technische Infrastrukturen charakterisiert und vom Zusammenwirken der Ingenieurbauwerke, Kanal und Brücke, geht auch eine Faszination an diesem Ort aus.

Aus schalltechnischer Sicht sind die Unterschiede der Brückenvarianten insgesamt nicht groß. Die größere Abrückung der östlichen Varianten von den Wohngebieten in Schacht-Audorf und Borgstedt wirken sich eher positiv aus, da durch die größere Entfernung die Beeinträchtigungen für die Bewohner niedriger sind. Bei der Tunnelvariante wird sich eine Verbesserung der Lärmsituation einstellen.

3.3.5 Wirtschaftlichkeit

Es wurden für die Varianten die Kosten entsprechend AKVS ermittelt. Sie enthalten die Kosten für die Strecke, Bauwerke und für die Windabweiser. Die Ergebnisse der Kostenermittlung für die Varianten 1 bis 5 sind in der Tabelle 3 enthalten.

Die Kosten für Betrieb und Erhaltung sind für die Brückenvarianten wegen der nur geringen Unterschiede zwischen den Varianten gleich. Die Tunnelvariante hat im Vergleich zu den Brückenvarianten deutlich höhere Betriebskosten, da hier Pumpenanlagen für die Entwässerung und Belüftungsanlagen für den Tunnel vorgesehen werden müssen. Auch die Telematik für den Tunnel sorgt für höhere Betriebskosten. Die Betriebs- und Erhaltungskosten gehen nur qualitativ in die Wertung ein.

3.3.6 Übersicht Variantenvergleich

	Variante 1 (17,55 m, Ost)	Variante 2 (17,55 m, West)	Variante 3 (34,05 m Ost)	Variante 4 (34,05 m West)	Variante 5 (Tunnel)
Raumstrukturelle Wirkung					
Siedlungsentwicklung	o	o	o	o	o
Flächeninanspruchnahme Land- und Forstwirtschaft	23.600 m² +	24.000 m² +	45.000 m² -	39.300 m² -	43.700 m² -
Auswirkungen Infrastruktur	geringe +	geringe +	geringe +	geringe +	geringe +
Bewertung Raumstrukturelle Wirkung	**+**	**+**	**o**	**o**	**o**
Verkehrliche Beurteilung					
Be- und Entlastungswirkung/ Netzstrukturelle Wirkung	geringe Verbesserung im Vergleich zum Bestand +	geringe Verbesserung im Vergleich zum Bestand +	geringe Verbesserung im Vergleich zum Bestand +	geringe Verbesserung im Vergleich zum Bestand +	geringe Verbesserung im Vergleich zum Bestand +
Verknüpfung mit dem nachgeordneten Netz	Netzanbindung unverändert, Querschnitt A 7 für Normalbetrieb und zukünftige Verkehrsführung (4+0) geeignet +	Netzanbindung unverändert, Querschnitt A 7 für Normalbetrieb und zukünftige Verkehrsführung (4+0) geeignet +	Netzanbindung unverändert, Querschnitt A 7 für Normalbetrieb und zukünftige Verkehrsführung (4+0) geeignet +	Netzanbindung unverändert, Querschnitt A 7 für Normalbetrieb und zukünftige Verkehrsführung (4+0) geeignet +	Netzanbindung unverändert, Querschnitt A 7 für Normalbetrieb geeignet, Verkehrsführung (4+0) nicht möglich -
Bewertung Verkehrliche Beurteilung	**+**	**+**	**+**	**+**	**o**
Entwurfs und sicherheitstechnische Beurteilung					
Lagetrassierung	Ausschleifung aus R=12.500 m Radius über Gerade und Radius 4.500 m (Süden) und R=40.766 m Gegenbogen und Radius 4.800 m (Norden)	Ausschleifung aus R=12.500 m Radius über 4.500 m Radius und Gerade (Süden) und R=6.000 m Radius und Gerade (Norden)	Ausschleifung aus R=12.500 m Radius über einen Gegenbogen R=20.000 m und Radius 4.500 m (Süden) und R=6.500 m Gegenbogen und Radius 4.500 m (Norden)	Ausschleifung aus R=12.500 m Radius über 4.500 m Radius und 4.900 m Gegenbogen (Süden) und R=5.800 m Radius und 5.800 m Gegenbogen (Norden)	Ausschleifung aus R= 12.500 m Radius über 1.500 m Radius und 1.500 m Gegenbogen im Norden und Süden Es entstehen zwei Verwindungsbereiche auf der

	Variante 1 (17,55 m, Ost)	Variante 2 (17,55 m, West)	Variante 3 (34,05 m Ost)	Variante 4 (34,05 m West)	Variante 5 (Tunnel)
	Mindestradius 4.500 m (Verzicht auf Verwindungs-bereiche) Gestreckte harmonische Linienführung, Ausschlei-fung tritt optisch nur wenig in Erscheinung +	Mindestradius 4.500 m (Verzicht auf Verwindungs-bereiche) Gestreckte harmonische Linienführung, Ausschlei-fung tritt optisch nur wenig in Erscheinung +	Mindestradius 4.500 m (Verzicht auf Verwindungs-bereiche) Gestreckte harmonische Linienführung, Ausschlei-fung tritt optisch etwas stärker in Erscheinung +	Mindestradius 4.500 m (Verzicht auf Verwindungs-bereiche) Gestreckte harmonische Linienführung, Ausschlei-fung tritt optisch etwas stärker in Erscheinung. +	Nord- und zwei auf der Südseite. Aus der langgestreckten Linienführung der A 7 er-folgt die Ausschleifung mit deutlich wahrnehmbaren Radien. Vorsehen von Ge-schwindigkeitsreduzierung im Tunnelbereich erforder-lich. Anpassung der AS Rends-burg/Büdelsdorf erforder-lich. -
Höhentrassierung	Mindesthalbmesser 13.000 m (Kuppe) und 22.100 m (Wanne) Max. Längsneigung 2,7 % Mindesttangentenlänge > 150 m Langgezogene Bögen, Mi-nimierung von Anzahl der Elemente im Bereich der Bauwerke +	Mindesthalbmesser 13.000 m (Kuppe) und 22.100 m (Wanne) Max. Längsneigung 2,7 % Mindesttangentenlänge > 150 m Langgezogene Bögen, Mi-nimierung von Anzahl der Elemente im Bereich der Bauwerke +	Mindesthalbmesser 13.000 m (Kuppe) und 22.100 m (Wanne) Max. Längsneigung 2,7 % Mindesttangentenlänge > 150 m Langgezogene Bögen, Mi-nimierung von Anzahl der Elemente im Bereich der Bauwerke +	Mindesthalbmesser 13.000 m (Kuppe) und 22.500 m (Wanne) Max. Längsneigung 2,7 % Mindesttangentenlänge > 150 m Langgezogene Bögen, Mi-nimierung von Anzahl der Elemente im Bereich der Bauwerke +	Mindesthalbmesser 13.000 m (Kuppe) und 10.000 m (Wanne) Max. Längsneigung 5,0 % Mindesttangentenlänge > 150 m Überschreitung der emp-fohlenen max. Längsnei-gung von 3%, um komplet-ten Umbau der AS Rends-burg/Büdelsdorf und An-passungen am Kreuzungs-bauwerk mit der L 47 zu vermeiden. Dadurch be-sondere Sicherungsmaß-nahmen erforderlich. (RABT) -

	Variante 1 (17,55 m, Ost)	Variante 2 (17,55 m, West)	Variante 3 (34,05 m Ost)	Variante 4 (34,05 m West)	Variante 5 (Tunnel)
Knotenpunkte	Geringe Beeinträchtigung von querenden Verkehrs-anlagen Keine Knotenpunkte be-troffen Neubau BW 604, geringe Böschungsanpas-sungen am Bauwerk mit dem Rader Weg (BW 602) +	Geringe Beeinträchtigung von querenden Verkehrs-anlagen Keine Knotenpunkte be-troffen Neubau BW 604, geringe Böschungsanpas-sungen am Bauwerk mit dem Rader Weg (BW 602) +	Geringe Beeinträchtigung von querenden Verkehrs-anlagen Keine Knotenpunkte be-troffen Neubau BW 604, Anpassungen (Stütz-wände) am Bauwerk mit dem Rader Weg (BW 602) erforderlich. o	Geringe Beeinträchtigung von querenden Verkehrs-anlagen Keine Knotenpunkte be-troffen Neubau BW 604, Anpassungen (Stütz-wände) am Bauwerk mit dem Rader Weg (BW 602) erforderlich. o	Stärkere Beeinträchtigung von querenden Verkehrs-anlagen (Beeinträchtigung Schiffverkehr NOK gering) Anpassungen an der AS Rendsburg/Büdelsdorf er-forderlich, Ersatzneubau des Bau-werkes 606 erforderlich. Die Bauwerke 602, 603 und 604 können abgebro-chen werden. Während der Tunnelbauar-beiten Beeinträchtigungen des Rader Weges (Sper-rung/Teilsperrung) -
Erdmengenbilanz	Bodenabtrag: 75.750 m³ Bodenauftrag: 177.750 m³ Zulieferung: 102.000 m³ +	Bodenabtrag: 63.750 m³ Bodenauftrag: 194.250 m³ Zulieferung: 130.500 m³ +	Bodenabtrag: 120.750 m³ Bodenauftrag: 478.500 m³ Zulieferung: 357.750 m³ o	Bodenabtrag: 102.500 m³ Bodenauftrag: 370.500 m³ Zulieferung: 268.000 m³ o	Ohne Tunnelbereich Bodenabtrag: 195.650 m³ Bodenauftrag: 2.150 m³ Entfernen: 193.500 m³ Nur Tunnelbereich Bodenabtrag: 1.011.500 m³ Gesamt Bodenabtrag:1.207.150 m³ Bodenauftrag: 2.150 m³ Entfernen: 1.205.000 m³ -
Verkehrssicherheit	gut +	gut +	gut +	gut +	schlecht -
Bewertung Entwurf und Sicherheit	**+**	**+**	**o**	**o**	**-**

	Variante 1 (17,55 m, Ost)	Variante 2 (17,55 m, West)	Variante 3 (34,05 m Ost)	Variante 4 (34,05 m West)	Variante 5 (Tunnel)
Umweltverträglichkeit					
Darstellung der Umweltauswirkungen	Geringe Beeinträchtigungen Natur und Landschaft Die Flächeninanspruchnahme ist gering. Schalltechnisch günstig, da weiter von Bebauung entfernt	Größere Beeinträchtigung Natur und Landschaft (Westseite) Die Flächeninanspruchnahme ist gering. Schalltechnisch ungünstig, da näher an Bebauung gelegen	Geringe Beeinträchtigungen Natur und Landschaft Die Flächeninanspruchnahme ist groß. Schalltechnisch günstig, da weiter von Bebauung entfernt	Größere Beeinträchtigung Natur und Landschaft (Westseite) Die Flächeninanspruchnahme ist groß. Schalltechnisch ungünstig, da näher an Bebauung gelegen	Größere Beeinträchtigung Natur und Landschaft (Grundwasser, Boden). Die Flächeninanspruchnahme ist groß. Schalltechnisch günstig, da Tunnel
Bewertung Umweltverträglichkeit	**+**	**o**	**o**	**-**	**o**
Wirtschaftlichkeit					
Baukosten entsprechend Kostenschätzung (brutto)	173,75 Mio. € +	174,19 Mio. € +	179,38 Mio. € o	177,32 Mio. € o	603,45 Mio.€ -
Kosten Unterhaltung/Betrieb	gering +	gering +	gering +	gering +	hoch -
Bewertung Wirtschaftlichkeit	**+**	**+**	**o**	**o**	**-**
Auswertung der Hauptbewertungsgruppen	**+5**	**+4**	**+1**	**0**	**-2**
Rangfolge der Varianten	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Tabelle 3: Variantenvergleich

3.4 Gewählte Linie

In der Tabelle 3 sind die entscheidungsrelevanten Merkmale beschrieben und bewertet. Bei der Bewertung der Varianten bietet die Variante 1 die meisten Vorteile aller untersuchten Varianten. Bei einer unterschiedlichen Wichtung der Kriterien würde sich keine andere Vorzugsvariante ergeben.

Bezüglich der unter Punkt 3.2.1 genannten Zwangspunkte gibt es bei den Brückenvarianten nur geringe Unterschiede. Grundsätzlich sind die Zwangspunkte bei allen Brückenvarianten eingehalten. Bei der Tunnelvariante ergeben sich durch den größeren Versatz zur Bestandsachse größere Beeinträchtigungen. Hier ist im Gegensatz zu den Brückenvarianten der Umbau des Bauwerkes BW 606 und der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf erforderlich.

Die entfernteren Brückenvarianten haben gegenüber den nahen den Nachteil, dass sie eine größere Flächeninanspruchnahme und einen größeren Umbauaufwand erzeugen. Bei Herstellung eines zweiteiligen Brückenüberbaus, bei der ein Überbau für eine 4+0 Verkehrsführung genutzt werden kann, bieten die entfernteren Varianten gegenüber den nahen Varianten keine Vorteile.

Bei den nahen Varianten sind die Unterschiede sehr gering. Hier sind die Auswirkungen auf die vorhandenen Wohngebiete durch die etwas größere Entfernung bei der östlich gelegenen Variante kleiner. Auch werden bei der östlich gelegenen Variante ökologisch weniger hochwertige Flächen in Anspruch genommen. Weiterhin rückt bei der östlich gelegenen Variante die Brücke auch weiter von den Gewerbeflächen auf der Rader Insel ab, wodurch sich geringere Beeinträchtigungen für diese Gewerbeflächen ergeben.

Die Tunnelvariante hat gegenüber den Brückenvarianten viele Nachteile. Die Linienführung fügt sich weniger harmonisch in die Linienführung der A 7, der Umbauaufwand ist größer und die Verkehrssicherheit ist bedingt durch die ungünstigere Trassierung schlechter als bei den Brückenvarianten. Vorteile bietet die Tunnelvariante hauptsächlich bezüglich des Schallschutzes. Da die erforderlichen Grenzwerte aber auch mit den Brückenvarianten eingehalten werden können, wiegt dieser Vorteil die vielen Nachteile nicht auf.

Die nahen Brückenvarianten stellen sich auch als die wirtschaftlichsten Lösungen dar. Die entfernteren Varianten ergeben durch den größeren Versatz auch größere Erdmengen und damit höhere Kosten. Die Unterhaltungskosten sind bei den Brückenvarianten in etwa gleich. Die Tunnelvariante ist deutlich teurer als die Brückenvarianten. Auch die Betriebs- und Unterhaltungskosten sind bedingt durch Pumpenanlagen zur Entwässerung und Belüftung höher als bei den Brückenvarianten.

In der Summe hat die Tunnelvariante gegenüber den Brückenvarianten hauptsächlich Nachteile und erzeugt deutlich höhere Kosten.

Die Variante 1 bietet die meisten Vorteile bei gleichzeitig den geringsten Kosten. Sie wird deshalb als Vorzugsvariante zur weiteren Betrachtung vorgeschlagen.

Die Ergebnisse aus der Variantenuntersuchung der vierstreifigen Varianten treffen für eine sechsstreifige Erweiterung jedoch grundsätzlich ebenso falls zu, da die Mehrbreite pro Richtungsfahrbahn nur 2 m beträgt. (vgl. Kap. 3.5).

3.5 Änderungen auf Grund der sechsstreifigen Erweiterung der A 7

Die Erweiterung auf sechs Fahrstreifen erfordert bezüglich des Umbauaufwandes zusätzliche Maßnahmen gegenüber dem vierstreifigen Ausbau. So ist das Bauwerk 602 (Rader Weg) als Ersatzneubau vorzusehen. Dies würde auf Grund der Breite aber auch alle anderen Brückenvarianten betreffen.

Das Bauwerk 606 Wirtschaftsweg Dieksredder muss bei einer sechsstreifigen Erweiterung ebenfalls ersetzt werden. Diese Änderung betrifft ebenfalls alle Brückenvarianten.

Um verkehrstechnisch wirksam zu sein, wird die sechsstreifige Erweiterung von der AS Rendsburg/Büdelsdorf bis zum AK Rendsburg vorgesehen. Damit erweitert sich auch der Ausbaubereich. Nachdem der Achsversatz südlich des NOK möglichst schnell zurück auf den Bestand geführt wird, gibt es die Möglichkeit die vorhandene A 7 symmetrisch zu verbreitern oder eine Verbreiterung nur auf der Ostseite vorzusehen.

Beide Varianten wurden untersucht. Dabei hat die Variante einer einseitigen Verbreiterung den Vorteil, dass die vorhandenen westlichen Böschungen der A 7 weitestgehend einschließlich Bewuchs erhalten bleiben können und der Eingriff auf dieser Seite minimiert werden konnte. Auch bleibt der Sportplatz der Gemeinde Schacht-Audorf unverändert erhalten. Dem gegenüber stehen Mehrmengen beim Bodenauftrag.

Die sechsstreifige Erweiterung wird durch die einseitige östliche Verbreiterung der A 7 realisiert. Um das vorhandene Überführungsbauwerk mit der L 47 nicht baulich verändern zu müssen und den Umbauaufwand am AK Rendsburg zu minimieren, wurde die geplante Achse der A 7 nördlich der Querung der L 47 auf die Bestandsachse trassiert und verläuft ab da bis zum Bauende in Lage der Bestandsachse.

Eine sechsstreifige Tunnelvariante mit einem Bohrtunnel wurde auf Grund der bereits in der vierstreifigen Variante festgestellten Nachteile ausgeschlossen. Ein sechsstreifiger Tunnelbau mit Schildvortrieb ist im Regelwerk nicht vorgesehen, entsprechend große Tunnelbohrmaschinen waren bisher in Deutschland auch nicht im Einsatz. Andere Bauweisen schließen sich auf Grund der Randbedingungen in Bezug auf den Nord-Ostsee-Kanal sowie die anstehenden Bodenverhältnisse aus.

4 Technische Gestaltung der Baumaßnahme

4.1 Ausbaustandard

4.1.1 Entwurfs- und Betriebsmerkmale

A7

Die Fernautobahn A 7 wird aufgrund ihrer kontinentalen Verbindungsfunktion in die Kategorie AS 0 eingeordnet. Straßen dieser Kategorie werden gemäß RAA [2] in die Entwurfsklasse EKA 1A eingestuft. Als Regelquerschnitt wird entsprechend der Entwurfsklasse und der prognostizierten Verkehrszahlen ein sechsstreifiger Regelquerschnitt mit einer Gesamtbreite von 36 m (RQ 36) gewählt.

Der vorliegenden Planung liegen folgende Parameter zugrunde:

- Straßenkategorie AS 0
- Entwurfsklasse EKA 1A
- Planungsgeschwindigkeit 130 km/h

Entsprechend der Entwurfsklasse und der Geschwindigkeit wurden die erforderlichen Entwurfsparameter gewählt. Die Trassierungsgrenzwerte der RAA werden eingehalten.

Entwurfsparameter A 7		**gewählt** ***130 km/h***	**Grenzwert** ***RAA***
Kurvenmindestradius	min R	4.800 m	900 m
Höchstlängsneigung	max s	2,7 %	4,0 %
Kuppenmindesthalbmesser	min Hk	14.500 m	13.000 m
Wannenmindesthalbmesser	min Hw	22.100 m	8.800 m
Tangentenmindestlänge	min T	150 m	150 m
Höchstquerneigung in Kurven	max q	2,5 %	6,0 %
Mindesthaltesichtweite bei max s	Sh	339 m	237 m

Tabelle 4: Entwurfsparameter der A 7

Landesstraße L 42

Bei Bau-km 0+696 überquert die A 7-Trasse die Landesstraße L 42. Die L 42 entspricht der Straßenkategorie LS III. Straßen dieser Kategorie werden in die Entwurfsklasse EKL 3 gemäß RAL eingestuft. Als Regelquerschnitt wird folglich ein Regelquerschnitt RQ 11,0 gewählt. Die Planungsgeschwindigkeit beträgt bei dieser Entwurfsklasse 90 km/h.

Die Anpassung der L 42 beschränkt sich auf den Kreuzungsbereich am Bauwerk 604. Dementsprechend werden lediglich die Anschlüsse an den Bestand hergestellt. Dabei ist es auf dem kurzen Abschnitt (132 m) nicht möglich, die empfohlenen Richtwerte der RAL (z.B. Längsneigung im Verwindungsbereich) einzuhalten. Für den Fall eines späteren Ausbaus der L 42 wurde eine mögliche

Gradiente vorgesehen, die eine ausreichende Längsneigung im Verwindungsbereich aufweist und weitgehend den empfohlenen Richtwerten der RAL entspricht.

Diese wurde neben der Anpassungsgradiente auch zur Ermittlung der erforderlichen lichten Höhe im Brückenbereich herangezogen. Bei dieser möglichen Gradiente wird die Mindesttangentenlänge (geplant: 60,4 m, RAL: 70 m) wegen der vorhandenen Zwangspunkte geringfügig unterschritten.

Folgende Parameter wurden entsprechend RAL festgelegt:

Entwurfsparameter L 42		**gewählt** ***90 km/h***	**Grenzwert** ***RAL***
Kurvenmindestradius	min R	630 m	300-600 m
Höchstlängsneigung	max s	0,562 %	6,5 %
Kuppenmindesthalbmesser	min H_K	- m	$\geq$ 5.000 m
Wannenmindesthalbmesser	min H_W	- m	$\geq$ 3.000 m
Tangentenmindestlänge	min T	- m	70 m
Höchstquerneigung in Kurven	max q	3,0 %	7,0 %
Mindestquerneigung	min q	2,0 %	2,5 %

Tabelle 5: Entwurfsparameter der L 42

Wirtschaftsweg Dieksredder

Bei Bau-km 0-008,035 kreuzt der Wirtschaftsweg Dieksredder die A 7 (BW 606). Der Wirtschaftsweg wird im Bereich der freien Strecke entsprechend RLW geplant. Im Bauwerksbereich wird der Wirtschaftsweg entsprechend RE-Ing als einstreifige Unterführung ausgebildet. Die bisherige Beschränkung der Durchfahrtshöhe auf 4,00 m wird mit dem Ersatzneubau aufgehoben.

Gemeindestraße Rader Weg

Der Rader Weg wird bei Bau-km 3+157,707 unter der A 7 unterführt (BW 602). Der Rader Weg ist der Straßenkategorie LS IV zuzuordnen und dementsprechend der EKL 4 gemäß RAL. Die Planungsgeschwindigkeit beträgt 70 km/h.

Die Trassierung orientiert sich am Bestand. So wird auch die Querneigung wieder als Dachprofil vorgesehen. Der vorhandene Radweg wird in der Planung mit berücksichtigt und unter dem Bauwerk mitgeführt.

4.1.2 Vorgesehene Verkehrsqualität

Ziel der Baumaßnahme ist die Gewährleistung einer angemessenen Verkehrsqualität mit der prognostizierten Verkehrsbelastung im Jahre 2030. Die Berechnungen nach HBS ergaben für einen vierstreifigen Querschnitt lediglich die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs QSV = F in Fahrtrichtung Nord bzw. QSV = E in Fahrtrichtung Süd (s. Verkehrsuntersuchung, Unterlage 22).

Mit der vorgesehenen Erweiterung auf sechs Fahrstreifen verbessert sich die Qualitätsstufe auf QSV = C in beiden Fahrtrichtungen. Damit wird das Ziel einer Qualitätsstufe QSV = D erreicht.

4.1.3 Gewährleistung der Verkehrssicherheit

Die Linienführung im Grund- und Aufriss entspricht den Vorgaben der RAA.

Im Bereich von Bau-km 0+392 bis 2+936 sind auf beiden Richtungsfahrbahnen Lärm-/Windschutzwände vorgesehen, die im Zusammenspiel mit der an der Rader Hochbrücke bereits vorhandenen Verkehrsbeeinflussungsanlage die Verkehrssicherheit bezüglich Abkommen durch Seitenwinde verbessern. Auf der Westseite beginnen die Lärm-/Windschutzwände bereits bei Bau-km 0+010 und enden bei Bau-km 4+340.

Der vorausliegende Streckenabschnitt kann ausreichend weit eingesehen und ein sicheres Überholen gewährleistet werden (s. Sichtweiten, Unterlage 4). Der Querschnitt ist ausreichend breit und verfügt über einen Seitenstreifen. Die Ein- und Ausfädelungsstreifen bzw. Fahrstreifenaddition und -subtraktion am AK Rendsburg sind regelgerecht und frühzeitig erkennbar.

Die Beschilderung ist gut einsehbar. Die Entwässerung ist durch das Entwässern über die außenliegenden Bankette der beiden RiFa gewährleistet. Die bereichsweise vorzusehenden Fahrzeugrückhaltesysteme sowie Markierungen und Leiteinrichtungen tragen weiterhin zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit bei.

4.2 Bisherige/zukünftige Straßennetzgestaltung

Die A 7 kreuzt die in der nachfolgenden Tabelle genannten vorhandenen Straßen und Wege. Im Rahmen der Baumaßnahme sind keine Verlegungen oder Widmungsänderungen von Straßen und Wegen geplant.

Bau-km/Straße	vorh. Querschnitt	gepl. Querschnitt	Belastungsklasse	gepl. Maßnahme
0-008,035//Dieksredder	Wirtschaftsweg mit 3 m Fahrbahnbreite	Wirtschaftsweg mit 3,5 m Fahrbahnbreite	RLW, hohe Beanspruchung	Umbau vorh. Wirtschaftsweg, Anpassung an Bestand, Erhöhung der Durchfahrtshöhe von 4,00 m auf 4,50 m.
0+696//L 42	RQ 11	RQ 11	3,2	Umbau Bauwerksbereich - Bestandsanpassung/ Bauaußenkanten für RQ 11 bemessen
3+157,707//Rader Weg	5,0 m Fahrbahnbreite-	RQ 9	3,2	Umbau Bauwerksbereich - Bestandsanpassung, Weiterführung vorh. Radweg unter dem Bauwerk

Bau-km/Straße	vorh. Quer-schnitt	gepl. Quer-schnitt	Belastungs-klasse	gepl. Maßnahme
4+379//L 47	RQ 10,5 (RAS-Q)	-	-	Bauwerk 601, und L 47 bleiben unverändert, sechsstreifige Erweiterung A 7 wird innerhalb der lichten Weite des bestehenden Bauwerks geführt

Tabelle 6: vorhandene Straßen und Wege

Die vorhandenen Betriebswege am Böschungsfuß und auf den Bermen östlich der A 7 werden mit der Herstellung der neuen Böschung neu errichtet und an den Bestand angebunden.

4.3 Linienführung

4.3.1 Beschreibung des Trassenverlaufs

Der Trassenverlauf der A 7 ist unter Punkt 3.2.2 beschrieben und entspricht in der Lage zum bestehenden Bauwerk im Wesentlichen der Variante 1 der Vorplanung.

Im Rahmen der Entwurfsplanung wurde eine Optimierung der Achslage vorgenommen, die den Abstand zwischen vorhandenem Brückenbauwerk Rader Hochbrücke und dem östlichen Überbau der geplanten Rader Hochbrücke von 2,50 m auf 1,50 m verringert. Dementsprechend ändert sich auch der Achsabstand zwischen Bestand und Planung von 17,55 m auf 16,55 m.

4.3.2 Zwangspunkte

Die Zwangspunkte im Grund- und Aufriss lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bauanfang, Anschluss an die vorhandene Fahrbahn der A 7 und an die Rampen der AS Rendsburg/Büdelsdorf
- Bau-km 0-008, BW 606 (Wirtschaftsweg, Dieksredder). Erhöhung der Durchfahrtshöhe von 4,0 m auf mindestens 4,5 m.
- Bau-km 0+696 - BW 604 (L 42). Abstand für Ersatzneubau eines Überbaus neben Bestandsbauwerk.
- Bau-km 2+032 - BW 603 (Rader Hochbrücke). Abstände für Montage Ersatzneubau und Wartung des bestehenden Bauwerkes sind zu beachten (Minimum 1,50 m lichter Abstand). Einhaltung des Lichtraumprofiles für den NOK (lichte Höhe 42 m). Einhaltung des Lichtraumprofiles für das Gewässer Borgstedter See mit Enge (lichte Höhe 23,30m).
- Bau-km 3+157 - BW 602 (Rader Weg) wird erneuert,
- Bau-km 4+379 – BW 601 (L 47) soll unverändert bleiben. Die sechsstreifige Erweiterung wird innerhalb der Lichten Weite des vorhandenen Bauwerks geführt.

- Bauende, Anschluss an die vorhandene Fahrbahn der A 7 und an die Rampen des AK Rendsburg.

Merkmale der Trassierung für die Haupt- und Nebenachsen:

- auf dem Brückenbauwerk – Vermeidung von Klothoiden, Minimierung unterschiedlicher Trassierungselemente,
- Anpassung an die Anschlusshöhen der vorhandenen Verkehrsanlagen,
- Wiederherstellung vorhandener Wegebeziehungen (Betriebswege, Fußwege etc.).
- Verbesserung der Situation der Einfahrt der Direktrampen in die Verteilerfahrbahn (nördlich) am AK Rendsburg
- Herstellung der sechsstreifigen Erweiterung durch Fahrstreifenaddition/-subtraktion am AK Rendsburg und der AS Rendsburg/Büdelsdorf

4.3.3 Linienführung im Lageplan

Die neue Trassierung im Bereich der Rader Hochbrücke wird parallel zur vorhandenen Achse der A 7 mit einem Achsabstand von ca. 16,55 m östlich der A 7 vorgesehen. Der Übergang vom bestehenden 12.500 m-Radius auf den versetzten Kreisbogen wird auf der Südseite über eine Gerade (L > 400 m) und einen Kreisbogen 4.800 m erreicht. Auf der Nordseite sind im Übergangsbereich einen großer Gegenbogen R=22.000 m, der optisch wie eine Gerade wahrgenommen wird, und ein Kreisbogen 4.800 m vorgesehen. Aufgrund der geringen Winkeländerung und der großen Radien kann dabei auf Klothoiden verzichtet werden.

Südlich des NOK wird die Achse bis nördlich des Bauwerks 601 (L 47) östlich der Bestandsachse geführt, so dass die westliche Böschung nicht angepasst werden muss. Ab dem Bauwerk 601 bis zum Bauende wird auf Grund der vorhandenen Zwangspunkte die Achslage der bestehenden A 7 aufgenommen, d.h. es erfolgt eine symmetrische Verbreiterung.

4.3.4 Linienführung im Höhenplan

Die Gradiente wird mit einer Längsneigung von maximal 2,7% und einem Kuppenhalbmesser von 14.500 m geplant. Diese Kuppe wird mit dem Hochpunkt über der Achse des Nord-Ostsee-Kanals platziert. Um eine gestalterisch gefällige Ansicht zu erhalten, werden die Tangenten der Kuppe mit identischen Neigungen geplant. In Richtung Norden wird die Neigung über das gesamte Bauwerk 603 beibehalten. Der nördlich anschließende Wannenradius wird über das Bauwerk 604 hinweggeführt. Für alle Halbmesser werden die Mindesttangentenlängen von 150 m entsprechend RAA eingehalten. Am Bauanfang (Bau-km 0-297) beträgt die geplante Längsneigung 0,168%.

Auf der gesamten Länge des Planungsabschnittes ist kein Querneigungswechsel vorgesehen. Die Entwässerung erfolgt auf der freien Strecke über die Bankette und Böschungen sowie im Brückenbereich über die geschlossene Bauwerksentwässerung jeweils zum äußeren Fahrbahnrand.

4.3.5 Räumliche Linienführung und Sichtweiten

Die Aspekte der räumlichen Linienführung wurden bei der Auswahl und Abstimmung der Trassierungsparameter in Lage und Höhe berücksichtigt.

In der Unterlage 4 „Übersichtshöhenpläne“ sind die Ergebnisse der Sichtweitenanalyse dargestellt. Die erforderlichen Haltesichtweiten werden durchgängig erreicht.

4.4 Querschnittsgestaltung

4.4.1 Querschnittselemente und Querschnittsbemessung

Für den Planungsabschnitt der A 7 wird eine Querschnittsaufteilung gemäß Regelquerschnitt RQ 36 vorgesehen. Dabei wird die Mittelstreifenbreite im überwiegenden Teil der Strecke mit 3,50 m statt 4 m angesetzt. Der Grund dafür ist, dass im Bereich längerer Bauwerke entsprechend RAA [2], Bild 8, die Mittelstreifenbreite von 4 m auf 3,50 m reduziert wird. Nördlich der Hochbrücke wird dieser Querschnitt bis zum Anschluss an den Bestand (RQ 29,5 mit 3,50 m Mittelstreifenbreite) aufgrund des kurzen Abschnitts von nur ca. 970 m beibehalten. Südlich der Rader Hochbrücke wird ab Baukm 3+126 der Mittelstreifen mit einer Breite von 4 m ausgeführt, da der Mittelstreifen im Bestand in diesem Bereich ebenfalls 4 m breit ausgebildet ist. Die Verziehung der Mittelstreifenbreite erfolgt auf einer Länge von 200 m.

Der Querschnitt setzt sich wie folgt zusammen:

Bankett linke Richtungsfahrbahn (RiFa) außen	1,50 m
Seitenstreifen außen (linke RiFa)	2,50 m
Randstreifen außen (linke RiFa)	0,50 m
3. Fahrstreifen (linke RiFa)	3,75 m
2. Fahrstreifen (linke RiFa)	3,75 m
1. Fahrstreifen (linke RiFa)	3,50 m
Randstreifen innen (linke RiFa)	0,50 m
Mittelstreifen	3,50 m/4,00 m
Randstreifen innen (rechte RiFa)	0,50 m
1. Fahrstreifen (rechte RiFa)	3,50 m
2. Fahrstreifen (rechte RiFa)	3,75 m
3. Fahrstreifen (rechte RiFa)	3,75 m
Randstreifen außen (rechte RiFa)	0,50 m
Seitenstreifen außen (rechte RiFa)	2,50 m
Bankett rechte Richtungsfahrbahn (RiFa) außen	1,50 m
Kronenbreite	35,50m/36,00m

Im Bereich der Fahrstreifenaddition/-subtraktion wird die Fahrbahnbreite je Richtungsfahrbahn bis zum Ende des Ein- Ausfahrbereiches um jeweils 0,25 cm verbreitert, um der im Vergleich zum RQ 36 breiteren Fahrstreifenbreite des angrenzenden RQ 29,5 im Bereich des Hauptfahrstreifens Rechnung zu tragen. Der gesamte 6-streifige Bereich wird als überlanger Verflechtungsstreifen markiert. Bei der Aufteilung des Querschnittes wird der 2. Fahrstreifen (als Laststreifen) in einer Breite von 3,75 m ausgeführt. Dafür wird der innere Randstreifen auf 0,50 m verringert.

Rampen Kreuz Rendsburg

Die Verteilerrampen erhalten grundsätzlich einen Querschnitt entsprechend RAA, Q 1. Dieser besteht aus:

Randstreifen innen	0,75 m
Fahrstreifen	4,50 m
Randstreifen außen	0,75 m
Fahrbahnbreite	6,00 m

Im Bereich der Ein- Ausfädelung der Direktrampen in die Verteilerfahrbahn ergibt sich folgende Fahrbahnaufteilung:

Randstreifen innen	0,25 m
Fahrstreifen Direktrampe	3,50 m
Fahrstreifen	4,50 m
Randstreifen außen	0,75 m
Fahrbahnbreite	9,00 m

Landesstraße L 42

Für die L 42 wird ein Querschnitt RQ 11 mit einer Breite des Randstreifens von 0,25 m gewählt, der sich aus dem Bestandsquerschnitt ergibt (s. Unterlage 14.2, Bl. 3).

Gehweg	1,75 m
Randstreifen	0,25 m
Fahrbahn	3,50 m
Fahrbahn	3,50 m
Randstreifen	0,25 m
Trennstreifen	2,00 m
Geh-/Radweg	2,50 m
Bankett	0,50 m
Kronenbreite	14,25 m

Für den späteren Ausbau der L 42 wird die Breite des Randstreifens gemäß der RAL auf 0,50 m erhöht. Die Lage der Achse kann beibehalten werden. Auf der rechten Fahrseite wird die Breite des

Trennstreifens auf 1,75 m und auf der linken Fahrseite die Breite des Gehweges auf 1,50 m reduziert. Der Radweg wird auf der rechten Fahrseite mit 2,50 m ausgebaut und bleibt im späteren Ausbau an dieser Stelle und mit dieser Breite erhalten.

Rader Weg (s. Unterlage 14.4 „Straßenquerschnitt“)

Der Rader Weg wird in Anlehnung an den RQ 9 (RAL) ausgebaut im Bauwerksbereich ergibt sich folgende Aufteilung:

Radweg	2,00 m
Fahrbahn	3,00 m
Fahrbahn	3,00 m
Notgehweg	1,00 m
Kronenbreite	9,00 m

Betriebs- und Wirtschaftswege (s. Unterlage 14.5 „Straßenquerschnitt“)

Die Betriebswege auf Bermen, am Böschungsdammfuß und alle Provisorien erhalten einen Querschnitt gem. RLW:

Seitenstreifen	0,75 m
Fahrbahn	3,50 m
Seitenstreifen	0,75 m
Kronenbreite	5,00 m

Die Betriebswege der Retentionsbodenfilter „Nord“ und „Süd“ erhalten einen Querschnitt gem. RLW:

Seitenstreifen	0,50 m
Fahrbahn	3,00 m
Seitenstreifen	0,50 m
Kronenbreite	4,00 m

Der Betriebsweg auf der Berme der RiFa Flensburg (Bau-km 2+400 bis 2+445) erhält einen zweistreifigen Querschnitt in Anlehnung an RLW:

Seitenstreifen	0,75 m
Fahrbahn	2,75 m
Fahrbahn	2,75 m
Seitenstreifen	0,75 m
Kronenbreite	7,00 m

Die Fahrbahnen der Betriebswege wurden erforderlichenfalls mit Kurveninnenrandverbreiterungen versehen.

4.4.2 Fahrbahnbefestigung

Grundlage für die Ermittlung der Belastungsklassen (s. Unterlage 14.1) sind die projektbezogenen Verkehrsbelastungen für das Jahr 2030. Die anstehenden Böden im Bereich der Baumaßnahme entsprechen überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F 2/F 3.

Es ist davon auszugehen, dass der geforderte Verformungsmodul von 120 MN/m² auf dem frostunempfindlichem Material nicht zu erreichen ist. Aus diesem Grund wird eine 20 cm dicke Verfestigung mit hydraulischen Bindemitteln vorgesehen.

Bezeichnung	Belastungsklasse	Korrekturwert D_{StrO} [dB(A)]	Gesamtdicke frostsicherer Oberbau [cm]
A 7	Bk100	- 2	75
Rampen AK Rendsburg (Verteiler- und Direktrampe)	Bk10	- 2 (für > 60km/h)	75
L 42	Bk3,2	-	65
Rader Weg	Bk3,2	-	65
Wirtschaftsweg Dieksredder	RLW 2005 Bild 8.3a, Spalte 1, Zeile 3, hohe Beanspruchung	-	43

Bezeichnung	Belastungsklasse	Korrekturwert D_{StrO} [dB(A)]	Gesamtdicke frostsicherer Oberbau [cm]
Wirtschaftswege	RLW 2005 Bild 8.3a, Spalte 1, Zeile 2, hohe Beanspruchung	-	45
Geh-/Radweg	-	-	30
Gehweg	-	-	30

Tabelle 7: Übersicht Dicke frostsicherer Oberbau und Bauklassen

4.4.3 Böschungsgestaltung

Die Regelböschungsneigung beträgt 1:1,8. Der Übergang zwischen Böschung und Gelände wird bei Nichtvorhandensein einer Entwässerungsmulde ausgerundet. Im Bereich der Betriebswege wird zur Minimierung der Eingriffsflächen generell auf eine Ausrundung der Böschungen verzichtet.
Die Böschungsflächen werden mit 10 cm Oberboden angedeckt und im gesamten Trassenbereich mit Gehölzen bepflanzt.
Soweit Bestandsböschungen zu verbreitern sind, ist zunächst eine Abtreppung vorzunehmen (siehe Unterlage 14). Nördlich der Rader Hochbrücke wurde neben den bestehenden Dämmen bereichsweise nichttragfähiger Boden (Torfe) vorgefunden, dieser ist entsprechend gegen tragfähiges Material auszutauschen. Die betreffenden Bereiche einschließlich der voraussichtlichen Austauschtiefe sind in Unterlage 14.2, Blatt 1 dargestellt.

4.4.4 Hindernisse in Seitenräumen

Unvermeidbare Hindernisse in den Seitenräumen wie z.B. Beschilderung, Bauwerke, Lärm- oder Windschutzwände sind in erforderlichem Umfang gemäß RPS mit Fahrzeugrückhaltesystemen (FRS) zu sichern. Die FRS sind in den Lageplänen (Unterlage 5) dargestellt.

4.5 Knotenpunkte, Wegeanschlüsse und Zufahrten

4.5.1 Anordnung von Knotenpunkten

Die geplante Baumaßnahme befindet sich zwischen den Knotenpunkten AK Rendsburg und AS Rendsburg/Büdelsdorf. Dort werden jeweils die Ein- und Ausfahrten bzw. Rampen an die neue Situation angepasst.

4.5.2 Gestaltung und Bemessung der Knotenpunkte

Autobahnkreuz Rendsburg

Am AK Rendsburg werden die vorhandenen nördlichen Ein- und Ausfahrten sowie Verteilerfahrbahnen an die neue Situation angepasst. Die bisherigen Ein- und Ausfahrtsausbildungen am AK Rendsburg in die und von der A 7 entsprechen nicht dem aktuellen Regelwerk.

Die Einfahrt der Verteilerfahrbahn in Richtung Norden auf die A 7 wird entsprechend RAA, Einfahrttyp E 3 (Fahrstreifenaddition) mit einer markierten Einfahrtslänge von 250 m ausgebildet.

Die Kurvenradien der Rampen sind für eine Rampengeschwindigkeit von 80 km/h bemessen. Für die neuen Ein- bzw. Ausfahrtsituationen wurde zur Vermeidung von Verwindungsbereichen (entwässerungsschwache Bereiche) unter Beachtung der RAA die Querneigung durchgehend zum äußeren Fahrbahnrand geneigt. Da sich bei den Ein- und Ausfahrrampen jeweils für einen Radius eine negative Querneigung ergibt, wurden diese Radien entsprechend RAA Pkt. 6.4.2. R=1.000 m geplant. Wegen der geringen Winkeländerung wird bei der Radienfolge der Ein- und Ausfahrrampen auf Klothoiden verzichtet.

Die Einfahrt der Direktrampe (Ost – Nord) auf die Verteilerfahrbahn wird entsprechend RAA Einfahrttyp ER 1 ausgebildet. Entsprechend HBS ergibt sich mit der prognostizierten Verkehrsbelastung für die Einfahrt eine Qualitätsstufe C (im Grenzbereich zu D). Statt der laut RAA geforderten Mindestlänge des Einfädelungsstreifens (150 m) wird deshalb die Länge des Einfädelungsstreifens für eine höhere Verkehrssicherheit und harmonischeren Verkehrsablauf auf 250 m erhöht.

Die Ausfahrtsituation von der A 7 auf die Verteilerfahrbahn wird entsprechend RAA Ausfahrttyp A 6 (Fahrstreifensubtraktion) mit einer Ausfahrtlänge von 250 m ausgebildet. Die Ausfädelung von der Verteilerfahrbahn auf die Direktrampe (Nord-West) wird entsprechend RAA Ausfahrttyp AR 1 ausgebildet. Die Länge des Ausfädelungsstreifens beträgt 150 m. Es ergibt sich eine Qualitätsstufe C für diesen Bereich.

Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf

Im Bereich der AS Rendsburg/Büdelsdorf endet der sechsstreifige Ausbau der A 7 in Form einer Fahrstreifensubtraktion auf der östlichen Richtungsfahrbahn als Ausfahrtyp A 6 entsprechend RAA mit einer Ausfahrlänge von 250 m.

Die Einfahrt von der AS Rendsburg/Büdelsdorf auf die A 7 in Richtung Süden erfolgt in Form des Einfahrtyps E 3 (Fahrstreifenaddition) mit einer Einfahrtslänge von 250 m.

Die Gemeinde Borgstedt hat mit Beschluss der Gemeindevertretung vom 06.06.2019 die Aufstellung eines planfeststellungsersetzenden Bebauungsplans (B-Plan Nr. 24) beschlossen. Ziel der Planung ist ein Umbau der Anschlussstelle zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit mittels eines Bypasses im

südwestlichen Quadranten der Anschlussstelle. Die Umsetzung dieses Vorhabens wird durch die hier gegenständliche Erweiterungsplanung der A 7 nicht beeinträchtigt.

4.5.3 Führung von Wegeverbindungen in Knotenpunkten und Querungsstellen, Zufahrten

Durch die Aufschüttung des neuen Dammes unterbrochene oder rückzubauende Wege östlich der A 7 (Berme, am Böschungsfuß, Betriebswege) werden in geänderter Lage wiederhergestellt.

Der begleitende Geh-/Radweg an der L 42 wird in der Länge von ca. 138 m erneuert.

Der vorhandene Radweg entlang des Rader Weges wird im Bereich des Brückenneubaus neu errichtet und an den Bestand angepasst.

Für die Bauzeit werden provisorische Baustraßen parallel zur Baustrecke geplant.

4.6 Besondere Anlagen

An beiden Richtungsfahrbahnen der A 7 befinden sich bei Bau-km 2+700 die Parkplätze „Rade“. Beide Parkplätze dürfen gemäß Beschilderung nur von Pkw und Bussen befahren werden. Sie weisen jeweils einen Längsparkstreifen von ca. 145 m Länge auf, der an die Fahrgasse grenzt. Rechnerisch ergibt sich damit eine Kapazität von jeweils 24 Pkw- bzw. sieben (Reise-)Bus-Parkständen. Sanitäre Einrichtungen sind nicht vorhanden.

Die Parkplätze dienen hauptsächlich der touristischen Nutzung, da von ihnen ein Zugang zum Aussichtspunkt am Widerlager der Rader Hochbrücke mit Blick auf den Nord-Ostsee-Kanal möglich ist).

Im Zuge der sechsstreifigen Erweiterung werden die beiden Parkplätze nicht wiederhergestellt. Die Neuanlage des Parkplatzes auf der Ostseite wäre durch die zusätzlichen Erdauftragsmengen und die Flächeninanspruchnahme mit hohen Kosten verbunden. Gemäß ERS ist daher auch von einer Anlage von Rastanlagen in hohen Dammbereichen aus wirtschaftlichen Gründen abzusehen.

Zudem würden bei einem Ersatzneubau an gleicher Stelle die Ein- bzw. Ausfädelungsstreifen bis auf die Rader Hochbrücke reichen. Damit wäre eine Verbreiterung der Brücke in diesem Bereich erforderlich oder alternativ ein weiter südlich gelegener Standort zu wählen.

Durch den Entfall der Parkplätze entsteht keine Lücke im Raster der Rastanlagen, da der Regelabstand von 15 - 20 km gewahrt ist. Der Abstand zu den nächstgelegenen Rastanlagen beträgt in nördlicher Richtung ca. 6 km (Tank-und Rastanlage „Hüttener Berge“, in südlicher Richtung ca. 6,2 km (PWC-Anlage „Ohe“).

4.7 Ingenieurbauwerke

4.7.1 Übersicht

Folgende Brückenbauwerke sind Bestandteil der Baumaßnahme:

Bau-werk	Bauwerksbezeich-nung	Bau-km	lichte Weite [m]	Kreu-zungs-winkel [gon]	lichte Höhe [m]	Breite zw. Ge-ländern [m]	vorgese-hene Grün-dung
602	Brücke über den Ra-der Weg	3+157	9,00	97,64	4,70	60,30	Flachgrün-dung
	Überschüttetes Bauwerk als offener Stahlbetonrahmen mit Parallelflügeln. Verkehrslast nach DIN-EN 1991-2/NA – LM1 und MLC nach STANAG 2021 – 50/50-100. Ersatz i. W. analog zum Bestandsbauwerk In Abhängigkeit von der bauzeitlichen Verkehrsführung Herstellung auf Lehrgerüst in 2 Abschnitten.						
603	Brücke über den Nord-Ostsee-Kanal	2+032	1.497,00	98,75	42,00	36,10	Flach- und Tiefgründung
	Stahlverbundbrücke mit getrennten Überbauten für jede RF. Durchlaufträger über 16 Felder, semi-integrales Bauwerk durch Ausbildung biegesteifer, gevouteter Anschlüsse in den Kanalpfeilerachsen zum Überbau Verkehrslast nach DIN-EN 1991-2/NA – LM1 und MLC nach STANAG 2021 – 50/50-100. Das Bauwerk quert von Nord nach Süd Wohnbebauung mit einer Anliegerstraße, den Borgstedter See, die Rader Insel sowie den Nord-Ostsee-Kanal. Festlegung der Stützweiten unter Beachtung der Bestandsgründungen (möglichst wenig Überschneidungen) und wirtschaftlicher Ausführung. Wahl der Gründungen angepasst an inhomogene Baugrundverhältnisse. Herstellung der Überbauten durch kombiniertes Einschieben und Einheben des Stahlüberbaus mit anschließendem Verlegen von Betonfertigteilen und Ergänzung der Betonfahrbahnplatte.						
604	Brücke über die L 42	0+696	17,50	68,1	4,90	48,20	Tiefgründung
	Überschüttetes Bauwerk als offener Stahlbetonrahmen mit Parallelflügeln. Verkehrslast nach DIN-EN 1991-2/NA – LM1 und MLC nach STANAG 2021 – 50/50-100. In Abänderung zum Bestandsbauwerk Ausführung als überschüttetes Bauwerk wegen ausreichender Dammhöhe Breiten des unterführten Verkehrsweges analog zum Bestand. Ausführung mit Tiefgründung zur Minimierung der Baugruben im vorhandenen Straßendamm und Nutzung der Teileinspannung In Abhängigkeit von der bauzeitlichen Verkehrsführung Herstellung auf Lehrgerüst in 2 Abschnitten.						
606	Brücke über den Wirt-schaftsweg Dieksred-der	0-008	5,50	100	4,20	36,35	Flachgrün-dung
	Geschlossener Stahlbetonrahmen mit getrennten Bauwerksteilen je RF analog zum Bestandsbauwerk. Verkehrslast nach DIN-EN 1991-2/NA – LM1 und MLC nach STANAG 2021 – 50/50-100. Lichte Weite in Anlehnung an die RE-ING, Teil2, Abschn. 1, 2.4. Wegen der großen Dammbreite werden die Notgehwege mit 1,0 m Breite vorgesehen. Um die lichte Weite gegenüber dem Bestand nicht zu sehr zu verändern, ist die Fahrbahn mit 3,5 m Breite geplant. Die lichte Höhe des Neubaus beträgt ≥ 4,20 m. Eine größere lichte Höhe ist aufgrund der Zwangsgradiente der Autobahn und des anstehenden Grundwassers nicht möglich. Das Bestandsbauwerk ist mit einer Höhenbeschränkung < 4,00 m beschildert. In Abhängigkeit von der bauzeitlichen Verkehrsführung Herstellung auf Lehrgerüst in 2 Abschnitten.						

Tabelle 8: Brücken

Das Brückenbauwerk BW 601 (Überführung der L 47) bleibt unverändert bestehen.

4.7.2 Bauwerk 603, Rader Hochbrücke

Bauwerkskonstruktion des Bestandsbauwerk Rader Hochbrücke

Das Bestandsbauwerk aus dem Jahr 1972 ist eine Deckbrücke mit einteiligem Ganzstahlquerschnitt. Das Längssystem ist ein Durchlaufträger über 15 Felder. Alle Pfeilerköpfe sind mit Stahlkonstruktionen verstärkt. Das Bauwerk ist mit drei stationären Besichtigungswagen ausgestattet. Das Bestandsbauwerk wird im Zuge der Baumaßnahme komplett abgebrochen.

Variantenfindung für den Ersatzneubau

Machbarkeitsstudie:

Im Zeitraum von Juni 2015 bis April 2016 wurde im Auftrag der DEGES eine Machbarkeitsstudie (MBS) zum Ersatzneubau der Rader Hochbrücke erarbeitet [8]. In dieser MBS erfolgte eine erste Variantenuntersuchung zur Trassenlage, zur generellen Frage, ob eine Brücke oder ein Tunnel die geeignetere Lösung wäre, zum Tragsystem und in diesem Zusammenhang auch zu Stützweiten sowie zur Querschnittsausbildung des Überbaus.

Im Ergebnis empfahl die Machbarkeitsstudie die Vorplanung auf Grundlage folgender Randbedingungen fortzuführen:

- zweiteilige Überbauten, da diese Vorteile gegenüber einteiligen Querschnitten aufweisen (Redundanz insbesondere bei zukünftigen Bauzuständen).
- Deckbalkenbrücken in Stahlverbundbauweise, da Brücken mit obenliegendem Tragwerk, wie Schrägseil-, Extradosed- und Bogenbrücken in der vergleichenden Bewertung vor allem aus den folgenden Gründen eine nachteilige Bewertung erhielten:
    - Unterhaltung/ Erhaltung
    - Umwelt/ Vogelflug
    - Herstellungskosten
    - Einpassung in die Landschaft
- Die Hauptspannweite über den Nord-Ostsee-Kanal ist für ca. 220 m und für bis maximal 250 m zu untersuchen.

Vorplanung:

Im Zuge der Vorplanung wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der MBS Varianten zur Stützenstellung und zur Querschnittsausbildung erarbeitet.

- Variante I: Hauptstützweite 248 m
  Diese Stützweite sieht eine Gründung des neuen Bauwerks hinter den vorhandenen Senkkästen beidseitig des NOK vor.
- Variante II: Hauptstützweite 224 m
  Die Stützweite von 224 m ergibt sich aus dem frei zu haltenden Gefährdungsraum der Schifffahrt von 216 m, den voraussichtlichen Pfeilerabmessungen sowie der leicht schiefwinkligen Kreuzung der Kanalachse zusammen.

In Übereinstimmung mit den Empfehlungen der MBS sind im Rahmen der Vorplanung als Überbauquerschnitte ausschließlich Deckbrücken in Verbundbauweise untersucht worden, da diese sich für die vorliegende Planungsaufgabe als am geeignetsten und wirtschaftlichsten herausgestellt haben.

Im Ergebnis der Vorplanung wurde für die weiteren Planungsphasen die Variante II mit einer Hauptstützweite von 224 m über dem Nord-Ostsee-Kanal in Verbindung mit Querschnittsvariante 2, Kasten mit Konsolträgern, in einem Abstimmungsprozess mit dem BMVI festgelegt.

Ausschlaggebend für die Entscheidung gegen die Hauptstützweite von 248 m sind die deutlich größeren Beanspruchungen trotz der lediglich 10% größeren Stützweite. Um eine ausgewogene Momentenbeanspruchung im Überbau zu erhalten, müssten die sich an das Kanalfeld anschließenden Felder ebenfalls vergrößert werden. Trotzdem wären erheblich größere Vertikal- und Horizontallasten sowie Biegebeanspruchungen vom Überbau aufzunehmen und von den Kanalpfeilern und -gründungen aufzunehmen und abzutragen.

Bereits bei der 224 m Stützweite werden für die Kanalpfeiler Großbohrpfähle mit einem Durchmesser von 1,8 m und einer Länge von mehr als 40 m erforderlich. Eine Stützweite von 248 m erfordert noch einmal deutlich längere Bohrpfähle, deren Herstellung in dem anstehenden festen Boden die Grenzbereiche der Machbarkeit erreicht. Aufgrund der erforderlichen Außerbetriebnahme der Bestandbrücke bis zum Jahre 2026 sind Risiken für Bauverzögerungen soweit möglich auszuschließen.

Im Ergebnis der Untersuchungen zur Vorplanung steht für die 248 m-Variante ein deutlich erhöhtes Herstellungsrisiko bei überproportional steigenden Kosten.

Bauwerkskonstruktion des Ersatzneubaus der Rader Hochbrücke

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. Die Pfeiler beidseits des Kanalfeldes werden mit Stahlbetonvouten in den Überbau eingespannt.

Überbau:

Die Bauhöhe der Überbauten ergibt sich aus der Konstruktionshöhe in Überbauachse von 4,00 m und dem Querversatz zwischen Gradiente und Bauwerksachse im Regelquerschnitt zu 4,14 m. In der Mitte des Kanalfeldes erreicht die Bauhöhe 6,15 m.

Der Gesamtquerschnitt besteht aus zwei spiegelgleichen, parallelgurtigen, geschlossenen Stahlhohlkästen mit ebenfalls spiegelgleichen äußeren Konsolträgern. Der Überbauquerschnitt wird mit einer Ortbetonfahrbahnplatte ausgebildet, die sich in den Kragbereichen auf Stahlkragträger abstützt.

Zur Reduzierung des Eigengewichts wird im Bereich des Kanalfeldes und der anschließenden Vouten der Überbauquerschnitt über eine Gesamtlänge von 304 m als Orthoverbundkonstruktion ausgebildet.

Widerlager:

Die Widerlager werden kastenförmig mit Parallelflügeln ausgebildet und sind zur Wartung der Lager und Übergangskonstruktionen und für den Zugang zu den Überbauhohlkästen begehbar. Entsprechend der Teilbauwerke des Überbaus erfolgt eine räumliche Trennung durch eine Bewegungsfuge.

Pfeiler:

Alle Pfeilerachsen stehen senkrecht zur Achse der A7. Bei den Pfeilern ist zwischen den Regel- und den Kanalpfeilern zu unterscheiden.

Auf den Regelpfeilern erfolgt eine konventionelle Auflagerung der Überbauten auf Lagern. Die Regelpfeiler bestehen aus zwei V-förmig angeordneten Stielen mit einer konstanten Breite am Pfeilerkopf und einem seitlichen Anzug in Querrichtung. In Längsrichtung erfahren die Pfeiler von der Auflagerbank ausgehend nach unten eine Aufweitung. Die Pfeilerhöhen der Regelpfeiler oberhalb der Gründung variieren zwischen ca. 21,30 m (Achse 20) und ca. 41,80 m (Achse 120).

Die Kanalpfeiler sind monolithisch über die Betonvoute mit dem Überbau verbunden und werden begehbar ausgebildet. Ihre Form lehnt sich an die der Regelpfeiler an, wobei aber eine Aufweitung vom Voutenansatz in Bauwerkslängs- und -querrichtung nach unten erfolgt. Die Höhen der Kanalpfeiler ab Unterkante Hohlkasten betragen ca. 43,80 m.

Entwässerung:

Die Überbauten werden über Brückenabläufe nach Richtzeichnung (RiZ) Was 1, Querleitungen DN 150 und eine Entwässerungslängsleitung DN 150-400 mit Längsneigung von 1,5% bis 2,67% (parallel zur Gradiente) vom Hochpunkt über dem Nord-Ostsee-Kanal jeweils in Richtung der Widerlager entwässert. Die Entwässerungslängsleitungen verlaufen in den Stahlhohlkästen.

In den Widerlagern erfolgt die Ableitung über Fallleitungen mit Anbindung an Schächte vor den Widerlagern und von dort zu am Böschungsfuß gelegenen Retentionsbodenfiltern, von denen eine Einleitung in die Vorflut (Borgstedter See und NOK) vorgenommen wird.

Zugänglichkeit:

Die Widerlager sind vom öffentlichen Straßennetz aus über Zugangswege mit Aufstellflächen für Wartungsfahrzeuge unter dem Überbau erreichbar. Zwischen den Pfeilern an Land werden ebenfalls Zugangswege hergestellt. Die Pfeiler im Borgstedter See (Achsen 40 bis 60) sind nur mit Wasserfahrzeugen oder vom Brückenüberbau aus erreichbar.

Neben den Parallelflügeln der Widerlager werden Böschungstreppen angeordnet, so dass auch von der A7 die Widerlagerzugänge erreicht werden können. Die Widerlager werden begehbar mit Wartungsgängen zur Kontrolle der Lager und der Fahrbahnübergänge ausgebildet. Vom Wartungsgang aus erfolgt auch der Einstieg zum Hohlkasten der Überbauten.

Die Überbauhohlkästen sind auf der gesamten Länge mit einem Wartungssteg ausgestattet, der oberhalb der Querrahmen verläuft. In den Voutenbereichen sind Wartungsstege in beiden Seitenkästen vorgesehen.

Die Pfeilerköpfe der Regelpfeiler sind mit Wartungsstegen mit seitlichem Geländer zur Prüfung der Lager ausgestattet. Der Zugang erfolgt über den Überbau.

Die Hohlräume der Kanalpfeiler sind über Zugangstüren von den Kanalseitenwegen erreichbar. Das Pfeilerinnere wird zur Bauwerksprüfung mit Leitern und Bühnen ausgestattet.

Die Sichtprüfung des Überbaus von außen einschließlich der Vouten und Pfeiler erfolgt entweder mit Hilfe eines mobilen Brückenbesichtigungsgeräts vom Überbau aus oder in den landseitig zugänglichen Bereichen auch vom Zugangsweg zwischen den Pfeilern.

Sonstige Ausstattungen

Das gesamte Bauwerk ist im Hohlkasten mit einer Beleuchtungsanlage auszustatten.

Die vorhandene Windmessanlage sowie die Temperatursensoren in der Fahrbahn werden auch auf dem neuen Bauwerk wiederhergestellt.

Auswirkungen auf den Schiffsverkehr/ Nord-Ostsee-Kanal

Die A 7 kreuzt den NOK bei Bau-km 2+032,241 der Autobahn und bei ca. km 68,1 der Kanalachse des NOK.

Die Baumaßnahme der A 7 wird unter Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs und unter Gewährleistung von dessen Sicherheit und Leichtigkeit durchgeführt. Über den Bauzeitraum hinweg sind pha-

senweise einzelne Einschränkungen der Schifffahrt zur Erneuerung des Brückenbauwerkes unumgänglich. Diese werden in den Unterlagen 21.1 (Herstellungskonzept Rader Hochbrücke) und 21.2 (Rückbaukonzept Rader Hochbrücke) näher beschrieben.

Auch ist während der Bauzeit mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen im Kanal zu rechnen. Dies betrifft im Wesentlichen Bautransporte in Richtung Borgstedter See. Diese Bautransporte müssen sich in den Schiffsverkehr im Kanal eingliedern. Die Passage aller Verkehre durch den NOK wird durchgehend sichergestellt.

Die Einschränkung der Schifffahrt durch die zeitlich begrenzte Einengung des Fahrweges um 50 m im NOK (jeweils nur einseitig) wird durch die günstige Weichensituation im Bereich der Großweiche Rade-Audorf auf den unmittelbaren Baubereich begrenzt. Es ist nicht von erheblichen Auswirkungen für die Schifffahrt auszugehen. Die Einschränkungen sind erforderlich für die die Montage der Vouten der Kanalpfeiler und die Anlieferung von Brückenteilen.

Die beidseits des NOK geführten Kanalseitenwege werden für den öffentlichen Verkehr gesperrt und sind nur für Kraftfahrzeuge der WSV nutzbar. Eine Ausnahme bildet die kurzzeitige Sperrung im Rahmen der Teilsprengung des Bestandsbauwerkes. Der an der südlichen Seite des Kanals geführte Radweg wird umgeleitet.

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.

Gefährdungsraum, Schiffstoß

Zu Beanspruchungen des Bauwerks infolge des Schiffsverkehrs auf dem Nord-Ostsee-Kanal als Havarie- bzw. Sonderlasten wurde durch die Bundesanstalt für Wasserbau das Gutachten „Ermittlung von Schiffsstoßlasten für die Schutzböschungen vor der Rader Hochbrücke (A7), NOK-km 68,1“ (BAW-Nr. A3951.00.10.10120) erstellt. Das Gutachten ist als Unterlage 21.3 beigefügt.

Im Gutachten wird nachgewiesen, dass aktuelle Schiffstypen keinen größeren Auffahrtsweg oder geometrischen Überstand aufweisen. Der aktuelle Gefährdungsraum ist für den geplanten Ersatzneubau der Rader Hochbrücke ausreichend dimensioniert.

Der Böschungsverlauf und die Profilausbildung im Unterwasserbereich werden nach aktueller Planung der bestehenden Schutzböschung entsprechen, so dass sich hieraus keine negative Querschnittseinengung ergibt. Die Schutzböschung wird jedoch in Kanallängsrichtung der neuen Achslage des Ersatzbauwerks angepasst.

4.8 Lärmschutzanlagen/Windabweiser

Im Planungsbereich sind folgende Lärmschutzanlagen bzw. Windabweiser vorgesehen:

RiFa Hamburg (westliche Richtungsfahrbahn)

lfd. Nr.	Lärmschutzanlage/ Windabweiser	Bau-km von - bis	Länge [m]	Höhe über Grad. [m]	Absorptionseigenschaft
01	Lärmschutzwand	0+010 bis 0+058	48	2 - 5	Abtreppung von 2 m auf 5 m, LSW straßenseitig hochabsorbierend
01	Lärmschutz-wand/Windabweiser	0+058 bis 0+838	780	5	LSW straßenseitig hochabsorbierend
01	Lärmschutz-wand/Windabweiser	0+838 bis 1+327	489	4,5	LSW bis 3 m straßenseitig hochab-sorbierend, darüber transparent
01	Lärmschutz-wand/Windabweiser	1+327 bis 1+343	16	4,5 - 3	Abtreppung von 4,5 m auf 3 m, LSW transparent
01	Lärmschutz-wand/Windabweiser	1+343 bis 2+470	1.127	3	LSW transparent
01	Lärmschutz-wand/Windabweiser	2+470 bis 2+478	8	3 - 4	Abtreppung von 3 m auf 4 m, LSW transparent
01	Lärmschutz-wand/Windabweiser	2+478 bis 3+124	646	4	LSW straßenseitig hochabsorbierend
01	Lärmschutzwand	3+124 bis 3+140	16	4 – 5,5	Abtreppung von 4 m auf 5,5 m, LSW straßenseitig hochabsorbierend
01	Lärmschutzwand	3+140 bis 4+040	900	5,5	LSW straßenseitig hochabsorbierend
01	Lärmschutzwand	4+040 bis 4+056	16	5,5 - 4	Abtreppung von 5,5 m auf 4 m, LSW straßenseitig hochabsorbierend
01	Lärmschutzwand	4+056 bis 4+340	284	4	LSW straßenseitig hochabsorbie-rend, Einbindung in vorh. Böschung

Tabelle 9: Übersicht LSW/Windabweiser westliche Richtungsfahrbahn

RiFa Flensburg (östliche Richtungsfahrbahn)

lfd. Nr.	Lärmschutzanlage/ Windabweiser	Bau-km von - bis	Länge [m]	Höhe über Grad. [m]	Absorptionseigenschaft
02	Lärmschutz-wand/Windabweiser	0+392 bis 0+408	16	2 - 3	Abtreppung von 2 m auf 3 m, LSW stra-ßenseitig hochabsorbierend
02	Lärmschutz-wand/Windabweiser	0+408 bis 1+343	935	3	LSW straßenseitig hochabsorbierend

lfd. Nr.	Lärmschutzanlage/ Windabweiser	Bau-km von - bis	Länge [m]	Höhe über Grad. [m]	Absorptionseigenschaft
02	Lärmschutz-wand/Windabweiser	1+343 bis 2+470	1.127	3	LSW transparent
02	Lärmschutz-wand/Windabweiser	2+470 bis 2+920	450	3	LSW straßenseitig hochabsorbierend
02	Lärmschutz-wand/Windabweiser	2+920 bis 2+936	16	3 - 2	Abtreppung von 3 m auf 2 m, LSW straßenseitig hochabsorbierend

Tabelle 10: Übersicht LSW/Windabweiser östliche Richtungsfahrbahn

4.9 Öffentliche Verkehrsanlagen

Öffentliche Verkehrsanlagen sind durch die Maßnahme auf der A7 nicht betroffen. Der ÖPNV wird über das nachgeordnete Straßennetz abgewickelt. Durch den Neubau der Bauwerke BW 602 (Rader Weg) und 604 (Brücke über die L 42) im Zuge der A7 sind Einschränkungen des Busverkehrs erforderlich. Erforderliche Sperrungen und Umleitungen sind rechtzeitig mit dem Träger des ÖPNV sowie den zuständigen Schulverbänden von Schacht-Audorf und Rade abzustimmen.

4.10 Leitungen

Leitungen der öffentlichen Versorgung und Entsorgung werden, soweit erforderlich, den neuen Verhältnissen angepasst. Die Kostentragung regelt sich nach den bestehenden Verträgen und Vereinbarungen, bzw. den gesetzlichen Bestimmungen und wird außerhalb des Planfeststellungsverfahrens geregelt.

Durch die Baumaßnahme der A 7 sind die in Tabelle 11 aufgeführten Anlagen von Versorgungsunternehmen zu sichern, umzuverlegen bzw. zurückzubauen:

Regelungsverzeichnis Nr.	Bau-km oder von - bis	Lageplan Bl-Nr.	Leitungsart	Versorgungsunternehmen	Maßnahmen
06	0+122	1	Regenwasser DN 300 Beton	WBV Wittensee-Exbek	Sicherung der Leitung
07	0+228	1	Höchstspannungsfreileitung 380-kV-Leitung Audorf - Jardelund (LH-13-305)	TenneT TSO GmbH	keine
08	0+318	1	Höchstspannungsfreileitung 220-kV-Leitung Audorf - Flensburg (LH-13-205)	TenneT TSO GmbH	Leitung wird voraussichtlich Mitte/Ende 2020, d.h. vor Beginn der Straßenbaumaßnahme zurückgebaut.
09	0+398	1	geplante Höchstspannungsfreileitung 380-kV-Leitung Audorf - Flensburg (LH-13-324)	TenneT TSO GmbH	keine
11	0+098	1	Durchlass Eiprofil 600/900	Bundesrepublik Deutschland	Neubau Durchlass
14	0+688	2	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
15	0+991	2	Elektrokabel 20 kV	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
16	1+014	2	Elektrokabel Niederspannungsleitung A 150	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
17	1+033	2	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
18	1+038	2	Schmutzwasser DN 300 Stz	Gemeinde Borgstedt	Sicherung der Leitung
19	1+039	2	Regenwasserleitung DN 300 Beton	Gemeinde Borgstedt	Sicherung der Leitung
20	1+040	2	Trinkwasserleitung, VW 100 PVC	Stadtwerke Rendsburg GmbH	Sicherung der Leitung
21	1+040	2	Gasleitung, VG 100 PE	Stadtwerke Rendsburg GmbH	Sicherung der Leitung
22	1+425	2	Trinkwasserleitung, VW 100 PVC	Stadtwerke Rendsburg GmbH	Sicherung der Leitung
23	1+445	2	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung

Regelungsverzeichnis Nr.	Bau-km oder von - bis	Lageplan Bl-Nr.	Leitungsart	Versorgungsunternehmen	Maßnahmen
24	1+445	3	Elektrokabel H-Netz AG Niederspannungsleitung A 240	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
25	0+666	2	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
34	2+361	3	Elektrokabel Niederspannungsleitung A 150	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
35	2+359	3	Elektrokabel Mittelspannungsleitung, 20 kV A 120/16	Schleswig-Holstein Netz AG	abschnittsweise Umverlegung, Sicherung der Leitung
41	3+150	4	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
42	3+129	4	Gas Mitteldruck 110 PE	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
43	3+359	4	Höchstspannungsfreileitung 220-kV-Leitung Audorf - Flensburg (LH-13-205)	TenneT TSO GmbH	Leitung wird voraussichtlich Mitte/Ende 2020, d.h. vor Beginn der Straßenbaumaßnahme zurück-gebaut.
44	3+150	4	Hochspannungsfreileitung 110 kV Bahnstrom	DB Energie GmbH	Mastsicherung bauzeitlich
47	3+508	4, 5	Hochspannungsfreileitung 110 kV Audorf - Schuby	Schleswig-Holstein Netz AG	Masterhöhung des westlich der A 7 befindlichen Mastes; Mastsicherung bauzeitlich
48	4+011	5	Fernmeldekabel, Breitbandkabel, PE 160	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
49	4+012	5	Gas Niederdruckleitung PE 160, ROR Biogas	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
50	4+168	5	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
51	4+172	5	Fernmeldekabel 1xFM770502/0 A-2YoF(L)2Yb2Y	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
52	4+178	5	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung

Regelungsverzeichnis Nr.	Bau-km oder von - bis	Lageplan Bl-Nr.	Leitungsart	Versorgungsunternehmen	Maßnahmen
53	4+349	6	Mittelspannungsleitung, 20 kV A 120/16	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
54	4+349	5	Gas Hochdruckleitung, PE 160	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung
55	4+395	5	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
56	4+402	5	Fernmeldekabel	Deutsche Telekom AG	Sicherung der Leitung
60	4+870	6	Höchstspannungsfreileitung 380-kV-Leitung Audorf - Jardelund (LH-13-305)	TenneT TSO GmbH	keine
61	4+940	6	Hochspannungsfreileitung 110 kV Bahnstrom	DB Energie GmbH	keine
62	4+765	6	Abwasserdruckrohrleitung	Abwasserzweckverband Wirtschaftsraum Rendsburg	Sicherung der Leitung
76	3+790 – 3+830	5	Elektrokabel Niederspannungsleitung A 150	Schleswig-Holstein Netz AG	Sicherung der Leitung

Tabelle 11: Versorgungsleitungen

4.11 Baugrund/Erdarbeiten

Für die Vorplanung „Ersatzneubau Rader Hochbrücke“ wurden vom Ing.-Büro „Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR“ vorhandene Daten und Unterlagen zum Baugrund ausgewertet und die folgenden Berichte erstellt:

- Bericht 1 – „Grundlagenermittlung, Stellungnahmen und Unterlagen“ vom 02.10.2015
- Bericht 2 – „Bestandsanalyse Baugrund und Ergebnisse der Drucksondierungen im Bereich der Widerlage“ vom 22.01.2016

2017-2019 erfolgten eingehende Erkundungsarbeiten im Bereich der Rader Hochbrücke sowie in den angrenzenden Dammstrecken. Die Ergebnisse sind in den geotechnischen Berichten des Büros Kempfert+Partner GmbH dargestellt:

- Rader Hochbrücke:
  - Band 1: „Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen, Festlegung der charakteristischen Werte“ (21.12.2017)
  - Band 2: „Empfehlungen zu den Gründungen der Bauwerke und zur Bauausführung“ (11.05.2018)
- Dammbauwerke – Streckengutachten von km 58,6 bis km 61,9
  - Band 1: „Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen, Festlegung der charakteristischen Werte“ (10.11.2017)
  - Band 2: „Gründungsempfehlung“ (16.02.2018)
- Dammbauwerke – Streckengutachten von km 58,3 bis km 59,0 (Abschnittserweiterung Nord) und km 61,9 bis 63,8 (Abschnittserweiterung Süd)
  - Band 1: „Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen und Festlegung der charakteristischen Werte“ (19.12.2019)

Im Folgenden werden die Baugrundverhältnisse kurz dargelegt. Die Berichte der Erkundungsarbeiten 2017-2019 sind in den entsprechenden Gutachten enthalten.

<u>Baugrund</u>

Unter einer ehemaligen bis zu ca. 0,8 m mächtigen oberen humosen Sandschicht (Mutterboden) stehen überwiegend Sande unterschiedlicher Kornverteilung an, in die bindige Schichten wie Geschiebelehm, Geschiebemergel, Beckenschluff und Beckenton eingelagert sind.

Die Mächtigkeit und die Tiefenlage der bindigen Schichten wechseln stark.

Der Baugrundaufbau der gewachsenen Böden unterhalb der Dammbauwerke sowie im östlichen Dammerweiterungsbereich ist durch eine örtlich uneinheitliche Wechsellagerung aus Geschiebelehm, Geschiebemergel, Beckenschluff und Sanden mit variierenden Anteilen schluffiger Beimengungen gekennzeichnet.

Das Dammbauwerk Nord liegt im Bereich der Eisrandlage und wird von Bau-km 0+000 bis zum BW 604 bei Bau-km 0+700 durch eine oberflächennahe Geschiebemergel-/ Geschiebelehmschicht mit einer Mächtigkeit von bis zu ca. 5 m geprägt. Südlich der L 42 dominieren Schmelzwassersande und Kiessande. Im Liegenden der Schmelzwassersande stehen Beckenablagerungen, die z.B. beim BW 604 eine Mächtigkeit von bis zu 6,5 m aufweisen können, sowie ältere Grundmoränenablagerungen und Sande an. Lokal (B55a, B54) wurden holozäne Ablagerungen (Torf, organischer Schluff, Mudde) im Hangenden des weichselzeitlichen Geschiebemergels angetroffen.

Im Bereich des Dammbauwerks Süd befindet sich NW-SE orientiert die Eisrandlage des Weichselvorstoßes. Die Böden am westlichen Dammfuß bestehen aus Schmelzwasserablagerungen, während am östlichen Dammfuß Geschiebelehme und Beckenablagerungen anstehen. Am östlichen Dammfuß weisen die im Hangenden anstehenden Geschiebelehm- und Geschiebemergelhorizonte Mächtigkeiten von bis zu 2,5 m auf. Im Liegenden dominieren schluffige Feinsande, welche in Wechsellagerung mit Beckenschluffen und Beckentonen, mit Mächtigkeiten von bis zu 9 m, anstehen.

Das Spülfeld Trajektfähre westlich des Dammbauwerks Süd ist mit den bei der Verbreiterung des NOK angefallenen Aushubböden im Spülverfahren aufgehöht worden. Die eingespülten Böden sind durch Sande und schluffige Sande geprägt. Lagenweise wurden auch gemischtkörnige Böden (Geschiebelehm, Geschiebemergel und Sand-Schluff-Gemische) sowie Schluffe und Tone abgelagert.

Die grundsätzliche Eignung der vorliegenden Bodenverhältnisse für die geplanten Dammerweiterungen wird als gegeben bewertet. Zum Teil wird ein Austausch oberflächennaher, gering tragfähiger, bindiger Böden erforderlich.

Im Übrigen stehen gut tragfähige pleistozäne Bodenschichten an.

Erdarbeiten

Abtrag	50.000 m³
Auftrag	300.000 m³
Differenz	-250.000 m³

Tabelle 12: Massenbilanz

Für die Erdarbeiten ist eine Zulieferung von ca. 250.000 m³ Boden erforderlich.

Hydrologie

Im Bereich des Dammbauwerks Nord auf der östlichen Dammseite, Bau-km 0+000 betragen die Grund- und Schichtwasserstände etwa +9,4 mNN und in südliche Richtung, Bau-km 0+800 fallen sie auf etwa +4,7 mNN ab. Im weiteren Verlauf in Richtung Borgstedter Enge beträgt der Grundwasserstand etwa +2,3 mNN (GWM04). Im Dammbauwerk selbst wurden Schichtwasserstände im Bereich von Bau-km 0+500 bis Bau-km 0+740 von +10,3 mNN bis +12,5 mNN gemessen, die auf gering durchlässige Geschiebeböden im Untergrund zurückzuführen sind. Im Bereich des Damm-

bauwerks Süd wurden auf der Ostseite im Bereich von Bau-km 3+120 bis Bau-km 3+165 Grundwasserstände von +8,7 mNN bis +11,4 mNN gemessen. In Richtung Norden fällt der Grundwasserstand kontinuierlich zum NOK auf etwa +4,5 mNN bei Bau-km 2+520 ab. Im südlichen Vorland der Rader Hochbrücke wurde mit dem Pegel GWM01 ein Grundwasserstand von etwa +1,0 mNN gemessen. Im Bereich des Dammbauwerks selbst wurden im Bereich von Bau-km 2+500 bis Bau-km 2+620 Schichtwasserstände von etwa +19,3 mNN bis +22,2 mNN eingemessen.

Im Bereich des Spülfeldes Trajektfähre wurden von Bau-km 2+600 bis Bau-km 3+020 Stauwasserstände von etwa 1,0 m bis 5,0 m u. GOK bzw. +14,0 mNN bis +19,0 mNN innerhalb der Auffüllung eingemessen. Diese Stauwasserstände korrespondieren mit den Stauwasserständen innerhalb des Dammbauwerks im Bereich von Bau-km 2+500 bis Bau-km 2+620 und sind auf die gering durchlässigen Geschiebeböden im Baugrund zurückzuführen. Die Langzeitmessungen zeigen wiederkehrende jahreszeitliche Schwankungen von etwa 1 m bis 2 m.

Aufgrund der heutigen Geländetopografie wird sich auf der Rader Insel unterhalb der Brücke kein Grundwasserstand über dem Geländeniveau von etwa +2,8 mNN einstellen.

Zusätzlich kann Schichtenwasser, das sich oberhalb von bindigen Schichten staut, auf unterschiedlichen Höhen anstehen.

Die Trasse befindet sich außerhalb von Grundwasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebieten.

Grundwasserhaltung

- Brückenbauwerk BW 603

  Bei der überwiegenden Anzahl der für die Fundamentherstellung auszuhebenden Baugruben liegt das Niveau der Baugrubensohle mehrere Meter unterhalb des Grundwasserspiegels. Um die Baugruben trocken zu halten, werden Grundwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht über die diesbezüglich zu erwartenden Verhältnisse (Kempfert + Partner „Empfehlungen zu den Gründungen der Bauwerke und zur Bauausführung“ (11.05.2018)), BGS = Baugrundsohle.

Achse	ca. Niveau BGS	ca. Grundwasserstände[1)]	ca. erf. Absenkmaße[2)]	ca. Abmessungen Baugrube L x B[3)]	vorherrschende Bodenarten im Aquifer
	[m NN]	[m NN]	[m]	[m]	[-]
20	-1	1 bis 1,5	3	16 x 11	Sande, Kiese
30	-2	±0,0 bis 0,5	3	16 x 11	Sande, Kiese
70	1	0,5 bis 1,5	0,5	16 x 11	Sande, Kiese
80	-1,5	0,5 bis 1,5	3	16 x 13	Sande
90	-1,5	0,5 bis 1,5	3	16 x 15	Sande, Schluffe
100	-1,5	0,5 bis 1,5	3	16 x 15	Sande, Schluffe
110	-1,5	0,5 bis 1,5	3	16 x 15	Sande
120	-2	0,5 bis 1,5	3,5	18 x 14,5	Sande
130	-3	±0,0 bis 0,5	4	25,5 x 18	Sande, Schluffe
140	-3	±0,0 bis 0,5	4	25,5 x 18	Sande, Schluffe
150	10	1 bis 1,5	-	18 x 14,5	k. A.
160	13,5	1 bis 8	-	16 x 12	k. A.

1) wahrscheinliche Grundwasserstände
2) bei Berücksichtigung eines Absenkziels von 0,5 m unter BGS
3) unter Berücksichtigung von beidseits 1,0 m Arbeitsraum

Tabelle 13: Baugrubensohlniveaus, Grundwasserstände, erforderliche Absenkmaße

Die Übersicht macht deutlich, dass bei der überwiegenden Anzahl herzustellender Baugruben Grundwasserabsenkungen mit Absenkmaßen von etwa 3,0 m bis 4,0 m erforderlich werden. Unter Berücksichtigung dieser Absenkmaße sowie der überwiegend anstehenden hydraulisch gut durchlässigen Böden wird empfohlen, die Grundwasserabsenkungen mittels innerhalb oder ggf. auch außerhalb der Baugruben angeordneter Schwerkraftbrunnen zu realisieren. Zum Teil wurden auch erhöhte Schluffanteile erbohrt. Um auch im Falle hydraulisch geringerer Durchlässigkeit, mit denen v. a. auf der Rader Insel und bei den Kanalpfeilern zu rechnen ist, eine ausreichende Entwässerung zu gewährleisten, sollte daher grundsätzlich die Vorhaltung und bei Bedarf der Einsatz einer Vakuumanlage mit Kleinfilterbrunnen mit vorgesehen werden.

Die Schwerkraftbrunnen sind im verrohrten Trockenbohrverfahren ohne Spülhilfe herzustellen.

Zur Bemessung der Grundwasserhaltung werden hydraulische Berechnungen erforderlich, um Anordnung, Anzahl, Ausbaudurchmesser und Ausbautiefe der Schwerkraftbrunnen sowie die zu erwartenden Grundwasserfördermengen zu bestimmen.

Bei den Baugruben der Achse 70 sind aufgrund des geringen Absenkmaßes offene Wasserhaltungsmaßnahmen, bestehend aus Dränsträngen und Pumpensümpfen, ausreichend.

Bei den Baugruben der Achsen 150 und 160 werden Wasserhaltungsmaßnahmen wahrscheinlich nicht erforderlich. Aufgrund der auf den Niveaus der Baugrubensohlen z. T. erbohrten erhöhten bindigen Anteile sollten jedoch Einrichtungen für eine offene Wasserhaltung zur Fassung des Tagwassers vorgehalten und bei Bedarf eingesetzt werden.

- Dammbauwerke Nord und Süd

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegen die Stau- bzw. Schichtwasserstände bereichsweise auf einem Niveau dicht unter Gelände. Bei den Erdbaumaßnahmen im Dammfußbereich, insbesondere den z. T. erforderlichen Bodenaustauschmaßnahmen ist demnach mit Zutritt von Schichtenwasser zu rechnen.

In Bereichen mit gering durchlässigen Böden (Beckenschluff, Beckenton und Geschiebeböden) ist grundsätzlich witterungsbedingt mit sich oberflächennah auf diesen Böden sammelnden Wasser zu rechnen, so dass hierfür generell geeignete offene Wasserhaltungsmaßnahmen bestehend aus Gräben, Dränsträngen, Pumpensümpfen etc. vorzuhalten sind. Darüber hinaus wird grundsätzlich das Vorhalten und bei Bedarf der Einsatz einer Vakuumwasserhaltungsanlage mit Kleinfilterbrunnen empfohlen.

Versickerungseigenschaften

Eine Versickerung von Niederschlagswasser im Dammseitenbereich kann in den Trassenbereichen mit oberflächennah anstehenden Sanden und sofern ein ausreichender Grundwasserflurabstand vorhanden ist, grundsätzlich erfolgen. In Bereichen mit Vorkommen bindiger oder gemischtkörniger Böden (Beckenschluff, Beckenton oder Geschiebeböden) ist eine Versickerung generell nicht möglich, so dass anfallendes Wasser über geeignete Längsentwässerungseinrichtungen abzuführen ist. Aufgrund der großen Bandbreite der Kornzusammensetzung der Sande kann eine allgemeingültige Angabe eines Durchlässigkeitsbeiwerts nicht erfolgen. Für die Nachweise der Versickerung wurde davon ausgegangen, dass die Böden der vorhandenen Dämme und die neu herzustellenden Dämme im Mittel einen k_f – Wert von $5x10^{-5}$ erreichen.

Im Bereich des Bauendes ist gemäß der geologischen Karte mit sandigen Böden zu rechnen. Für die Nachweise wurde ebenfalls der zuvor genannte Durchlässigkeitswert angesetzt.

Verdichtungseigenschaften

Neben den Bodenaustauschbereichen (siehe Unterlage 14.2) ist für die Verdichtung des Dammmaterials insbesondere der hohen Dämme folgendes zu beachten.

Anhand von beispielhaften Konsolidations- und Standsicherheitsberechnungen wird empfohlen, die maximale Schütthöhe auf h ≤ 3,0 m zu begrenzen und anschließend eine Konsolidierungszeit von jeweils t =1 Woche bis zum Einbau der nächsten Schüttlage abzuwarten. Es wird für die Erdbauarbeiten empfohlen, einen Schüttplan unter Berücksichtigung der Zusatzlasten, Einbauzeiten und geotechnischen Randbedingungen zu erstellen.

Verwendung und Entsorgung der Aushubböden

Beim Baugrubenaushub, den Bohrarbeiten sowie den weiteren erforderlichen Erdarbeiten fallen hinsichtlich ihrer Entsorgung bzw. Weiterverwertung zu differenzierende Boden an.

Die bei den Bauarbeiten anfallende Mudde und der Torf sind für eine Weiterverwertung als Baumaterial innerhalb der Baumaßnahme nicht geeignet. Diese Böden sind auf Deponien unter Beachtung der Bestimmungen der Deponieverordnung (DepV) zu entsorgen. Hierbei ist die geogene Belastung zu berücksichtigen.

Schadstoffuntersuchungen

Im unmittelbaren Baufeld sind keine Altlasten und Altlastenverdachtsflächen bekannt.

4.12 Entwässerung

Das Entwässerungskonzept sieht vor, möglichst viel Wasser über die Dammböschungen und Versickerungsmulden versickern zu lassen. Die Mulden werden im Regelfall 2,50 m breit und 0,50 m tief angelegt.

Zur Ableitung des Oberflächenwassers erhält die neue Fahrbahn eine Mindestquerneigung von 2,5 % im Dachprofil.

Die geplante Strecke wird in fünf Entwässerungsabschnitte unterteilt:

Entwässerungsabschnitt 1, Bau-km 0-297,203 bis 0+912,130

A_u = 2,86 ha

Die Versickerung erfolgt über die Bankette, Böschungen und Mulden. Die Lärm-/Windschutzwand wird als durchströmte Wand ausgebildet, sodass das Straßenwasser offen über die Böschungen in die Mulden entwässern kann.

Entwässerungsabschnitt 2, Bau-km 0+912,130 bis 2+033,234

A_u = 3,83 ha

$Q_{r=15,n=1}$ = 372,1 l/s

Im nördlichen Bauwerksabschnitt bis zum Hochpunkt über dem NOK wird das Oberflächenwasser über Rinnen mit Abläufen am äußeren Fahrbahnrand gesammelt und in den Retentionsbodenfilter 1 (Nord) abgeleitet.

Entwässerungsabschnitt 3, Bau-km 2+033,234 bis 2+412,130

A_u = 1,32 ha

$Q_{r=15,n=1}$ = 127,9 l/s

Im südlichen Bauwerksabschnitt wird das Oberflächenwasser über Rinnen mit Abläufen am äußeren Fahrbahnrand gesammelt und zum Retentionsbodenfilter 2 (Süd) abgeleitet.

Entwässerungsabschnitt 4, Bau-km 2+412,130 bis 4+660,302

A_u = 6,17 ha

Die Versickerung erfolgt über die Bankette, Böschungen und Mulden. Die Lärm-/Windschutzwand wird als durchströmte Wand ausgebildet, sodass das Straßenwasser offen über die Böschungen in die Mulden entwässern kann.

Entwässerungsabschnitt 5, Bau-km 4+660,302 bis 5+002,741

A_u = 1,12 ha

Das Straßenwasser der A 7 wird in die Mulden-/Muldenrigolen in den Trenninseln geleitet und dort versickert. Zur Verhinderung einer Überstauung auf die Fahrbahn werden Notüberläufe mit Stichleitungen in die Mulden am Böschungsfuß vorgesehen. Die Verteilerfahrbahnen und Direktrampen leiten ihr Straßenwasser über die Bankette, Böschungen und Mulden ab, wo es versickert.

Retentionsbodenfilter

Die Behandlung des Straßenwassers im Bereich der geschlossenen Entwässerung (Entwässerungsabschnitte 2 und 3) erfolgt über neu zu errichtende Retentionsbodenfilter. Für die Retentionsbodenfilter gelten folgende Kennwerte:

Retentionsbodenfilter 1 (Nord) mit Geschiebeschacht, Bau-km 0+970, rechte RiFa

- $A_{Bodenfilter}$ = 482 m²
- angeschlossene versiegelte Fläche A_u = 3,83 ha
- max $Q_{r15(1)}$ = 372,1 l/s
- Q_{Dr}=24,1 l/s
- bisher genehmigte Einleitmenge: maxQ = 390 l/s (Planfeststellungsbeschluss zum Neubau der Bundesautobahn Hamburg - Flensburg/Kiel, Streckenabschnitt 6 von Strecken-km 83,2+50 bis Strecken-km 86,5+00 vom 10.11.1967 (Az.: VII/44c – S 9204/6/3).
- Vorfluter: *Borgstedter See mit Enge*

Retentionsbodenfilter 2 (Süd) mit Geschiebeschacht, Bau-km 2+270, rechte RiFa

- $A_{Bodenfilter}$ = 157 m²
- angeschlossene versiegelte Fläche A_u = 1,32 ha
- max $Q_{r15(1)}$ = 127,9 l/s
- Q_{Dr}=7,85 l/s
- bisher genehmigte Einleitmenge: maxQ = 92 l/s (Planfeststellungsbeschluss zum Neubau der Bundesautobahn Hamburg - Flensburg/Kiel, Streckenabschnitt 6 von Strecken-km 80,9+00 bis Strecken-km 83,2+50 vom 30.01.1968 (Az.: VII/44c – S 9204/6/3).
- Vorfluter*: Nord-Ostsee-Kanal*

Die Retentionsbodenfilter wurden auf Grund ihrer guten Reinigungswirkung und der nur geringen Wartungskosten ausgewählt. Damit wird die Reinigungswirkung im Vergleich zur momentanen Anlage deutlich verbessert.

Das Rohrleitungsnetz wurde bemessen und geplant. Die Ergebnisse der wassertechnischen Berechnungen sind der Unterlage 18 zu entnehmen.

Bei ca. Bau-km 0+100 kreuzt ein Durchlass die A 7. Dieser Durchlass wird neben dem vorh. Durchlass erneuert. In den Tiefpunkten des Wirtschaftsweges Dieksredder werden für starke Regenereignisse Notüberläufe in der Mulde vorgesehen. Diese sind wie bereits im Bestand an den geplanten Durchlass angeschlossen.

Im Bereich der Rader Hochbrücke ist ein Gradientenhochpunkt unvermeidlich. In diesem Bereich werden zur Kompensation der zu geringen Längsneigung die Ablaufabstände auf dem Bauwerk verringert.

4.13 Straßenausstattung

Die Fahrbahnen werden gemäß dem geltenden Regelwerk mit Fahrzeugrückhaltesystemen, Leiteinrichtungen, Fahrbahnmarkierung und Beschilderung versehen.

Es sind folgende wegweisende Beschilderungen und Aufstellvorrichtungen entsprechend RWBA vorgesehen:

- Wegweiser (Bau-km 0-070, li. RiFa, Seitenaufsteller, vorhanden, bleibt unverändert)
- Wegweiser (Bau-km 0+485, li. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 0+734, li. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 2+475, li. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 4+480, li. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 0+056, re. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 2+488, re. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 3+460, re. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 3+968, re. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 4+468, re. RiFa, Schilderbrücke)
- Wegweiser (Bau-km 0+041, Direktrampe West (Achse 141), Kragarm)

Schutzeinrichtungen

Für den geplanten Abschnitt werden Fahrzeugrückhaltesysteme entsprechend RPS vorgesehen.

Notrufsäulen

Bei Bau-km 0+778, 2+745 und 4+555 sind beidseitig der A 7 Notrufsäulen geplant.

Wildschutzzaun

Der geplante Wildschutzzaun auf der rechten RiFa beginnt am Bauwerk 606 (Dieksredder) und schließt an die Lärmschutzwand bei Bau-km 0+392,450. Ein weiterer Abschnitt beginnt im Anschluss an die Lärmschutzwand (rechte RiFa), Bau-km 2+936,250 und verläuft bis Bau-km 3+150 an der Berme entlang. Weitere Abschnitte Bau-km 3+162 bis Bau-km 4+381 und Bau-km 4+402 bis 5+002,741(Bauende) verlaufen entlang der Mulde.

5 Angaben zu den Umweltauswirkungen/AVZ

5.1 Menschen einschließlich der menschlichen Gesundheit

5.1.1 Bestand

Datengrundlagen

- Flächennutzungspläne der Gemeinden Borgstedt (Amt Hüttener Berge), Schacht-Audorf, Ostenfeld und Schülldorf (Amt Eiderkanal).

Entscheidungsrelevante Strukturen und Funktionen

Die Schwerpunkte der Siedlungsentwicklung liegen in den Gemeinden Borgstedt und Schacht-Audorf. Die Ortschaften Lehmbek, Rade, Ostenfeld und Schülldorf sind überwiegend dörflich geprägt. Auf der Rader Insel befinden sich neben dem Kleingewerbe einzelne Wohnhäuser sowie Wochenendhäuser (baurechtlich nicht gesichert). Für die regenerative Erholungsfunktion spielt der Ort des Wohnens mit den unmittelbar angrenzenden Freiräumen in allen Ortschaften eine wichtige Rolle; die landschaftsbezogene Erholungsfunktion wird unter Kapitel 5.3 betrachtet.

5.1.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: Insbesondere für die Bebauung am östlichen Ortsrand von Borgstedt kommt es während der Bauzeit zu Belastungen durch Lärm- und Schadstoffimmissionen, sowie Vibrationen.

Anlagebedingt: Aufgrund der geringfügigen Verschiebung der Trasse nach Osten sind keine anlagebedingten Beeinträchtigungen zu verzeichnen.

Betriebsbedingt: Ein wichtiger Faktor für die menschliche Gesundheit sind die Lärmimmissionen. Untersucht wurden neben den Grenzwerten nach 16. BImSchV (vgl. Kap. 6.1) die Orientierungswerte nach DIN 18005 (Schallschutz im Städtebau: 45 dB(A) nachts in Wohngebieten und 50 dB(A) nachts in Mischgebieten). In Borgstedt und Schacht-Audorf verläuft die 45 dB(A) - Isophonlinie in beiden Ortschaften innerhalb der Wohngebiete, es kommt durch die Lärmschutzwände jedoch zu Entlastungswirkungen.

In Schülldorf liegt die 45 dB(A) Isophonlinie direkt am östlichen Ortsrand außerhalb der Bebauung – es gibt hier keine relevanten Unterschiede mit und ohne Lärmschutz. Östlich der A 7 verläuft die 45 dB(A) Isophonlinie durch die Ortschaften Lehmbek, Rade und Ostenfeld. Die Lärmausbreitung mit Lärmschutz geht aufgrund der Schallreflektion auf der Brücke etwas über die Lärmimmissionen ohne Lärmschutzwände hinaus - die Unterschiede liegen jedoch unterhalb der Wahrnehmungsschwelle, die bei Pegeländerungen von etwa 1 dB(A) anzunehmen ist. Auf der Rader Insel sind mit Lärmschutzwand weniger Gebäude betroffen. Der gemäß DIN 18005 im Rahmen der Bauleitplanung für Dorf- und Mischgebiete anzusetzende Wert von 50 dB(A) verläuft mit und ohne Lärmschutzwand östlich der A 7 außerhalb der Ortschaften;

5.2 Tiere/Pflanzen/biologische Vielfalt

5.2.1 Bestand

Datengrundlagen

- Cochet Consult Planungsgesellschaft Umwelt Stadt & Verkehr: Biotoptypenkartierung, 2016 ergänzt 2017 für den erweiterten Untersuchungsraum.
- Cochet Consult Planungsgesellschaft Umwelt Stadt & Verkehr: FFH-Vorprüfung für das Natura 2000-Gebiet DE 1624-392 „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“, 2018, 2020.
- Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbh, GFN: Faunistische Untersuchungen (Fledermäuse, Haselmaus, Reptilien, Amphibien, Brutvögel), 2017. Ergänzende Untersuchung im Bereich des Brückenbauwerkes der L 47 im Hinblick auf mögliche Fledermausquartiere, 2017. Im Frühjahr 2018 erfolgte eine ergänzende Amphibienkartierung am westlichen Rand des AK Rendsburg. Im Jahr 2019 erfolgte eine zusätzliche Untersuchung der Fledermausflugstraßen zur sechsstreifigen Erweiterung.
- Büro Michael Neumann: Fachbeitrag zur Fischfauna im Borgstedter See, 2017, aktualisierte Auswertung 2018
- Kieler Institut für Landschaftsökologie: Faunistische Potenzialanalyse, 2015
- MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH: Untersuchungen des Makrozoo- und Makrophytobenthos im Borgstedter See, 2017, aktualisierte Auswertung 2018
- Auf der Basis der faunistischen Potenzialanalyse wurden 2017 folgende faunistische Erfassungen durchgeführt: Fledermäuse, Haselmaus, Reptilien, Amphibien, Brutvögel (GESELLSCHAFT FÜR FREILANDÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZPLANUNG MBH, GFN). Ergänzende Untersuchungen im Bereich des Brückenbauwerkes der L 47 fanden 2017 im Hinblick auf mögliche Fledermausquartiere statt.
- Im Jahr 2018 wurde eine ergänzende Amphibienkartierung am westlichen Rand des AK Rendsburg im Hinblick auf mögliche Kammmolchvorkommen durchgeführt.
- Im Jahr 2019 erfolgte eine zusätzliche Untersuchung der Fledermausflugstraßen für die sechsstreifige Erweiterung der A7.

Entscheidungsrelevante Strukturen und Funktionen

Bei den Biotoptypen im Bezugsraum 1 „Nördliches Offenland“ und Bezugsraum 3 „Südliches Offenland“, die im unmittelbaren Trassenbereich betroffen sind, handelt es sich vorwiegend um Offenlandbiotope und Gehölze (z.T. Knicks) am östlichen Trassenrand sowie um die Vegetation auf den Böschungen der A 7. Biotoptypen mit einem hohen Naturschutzfachwert befinden sich insbesondere in den Uferbereichen von NOK und Borgstedter See (Bezugsraum 2).

Maßgeblich bei der Lebensraumfunktion sind unter anderem die Reviere der Offenlandvogelarten Kiebitz (nördliches Offenland) und Feldlerche (nördliches Offenland, Rader Insel) sowie Uferschwalbe in der Abbaufläche bei Ostenfeld.

Die A 7 mit der Rader Hochbrücke sowie den begleitenden Böschungen bildet eine wichtige Leitstruktur (Flugroute) für Fledermäuse, ebenso wie Knicks und Feldhecken im Offenland. Die nördlichen Uferbereiche der Rader Insel, die beiden Widerlager sowie die größeren Gehölzbestände stellen zudem Jagdhabitate für die Fledermäuse dar. Vorkommen von Wochenstuben oder Winterquartieren können ausgeschlossen werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass einzelne Tiere die potenziellen Quartiere als sommerliches Tagesversteck nutzen.

Im Brückenbauwerk brütet der Wanderfalke, sowie Dohle, Turmfalke und Uhu (Nachweis 2015). Weiterhin wurden Brutplätze von Star und Eisvogel in den Uferbereichen des Borgstedter Sees nachgewiesen, nähere Ausführungen in Kapitel 5.5. Amphibienlebensräume befinden sich in den Kleingewässern (Regenrückhaltebecken) an den beiden Widerlagern.

Der Borgstedter See ist für die Fischzönose als einer der wenigen Flachwasserbereiche im Nord-Ostsee-Kanal-System von Bedeutung. Der Fischbestand besteht vor allem aus den Arten Flussbarsch, Zander, Flunder, Aal, Brassen, Plötze und Schwarzmundgrundel. Alle anderen Arten sind im Gewässer relativ selten, darunter auch die in den Roten Listen geführten Arten wie Hecht und Quappe. Und auch der Ostseeschnäpel kommt im Borgstedter See offensichtlich nur selten vor. Bei dem Borgstedter See handelt es sich um einen Brackwasserlebensraum, in dem einige wenige opportunistische Arten dominieren. Diese Arten weisen meist kurze Lebenszeiten und hohe Reproduktionsraten auf.

5.2.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: Durch den Rückbau der vorhandenen Brücke kommt es zu einem Verlust der im bzw. am Brückenbauwerk vorhandenen Brutplätze geschützter Vogelarten.

Im Borgstedter See kommt es durch den Neubau und Rückbau der Pfeilerfundamente potenziell zu Sedimentumlagerungen, Stoffeinträgen und Erschütterungen und somit zu einer vorübergehenden Einschränkung der Lebensraumfunktion für Fische und Makrozoobenthos. Durch die Vermeidung- und Minderungsmaßnahmen kommt es bei den temporären Belastungen zu keinen nachhaltigen Beeinträchtigungen. Da eine geringe Reduzierung der Bestände von Aal und Ostseeschnäpel durch die baubedingten Wirkungen nicht vollständig auszuschließen sind, erfolgt ein vorsorglicher Besatz mit Jungfischen.

Der durch die Sprengung erzeugte Staub wird sich auf den Wasserflächen absetzen und auf den Grund absinken. Durch Sedimentumverteilungen, Aufwirbelungen und Sedimentieren infolge der Sprengung kommt es zu einer zeitweisen Veränderung bzw. Verringerung der Lebensgemeinschaften; eine Wiederbesiedlung wird jedoch stattfinden.

Die Lebensraumfunktion für Amphibien des vorhandenen Regenrückhaltebeckens am südlichen Ufer des Nord-Ostsee-Kanals wird durch die Baumaßnahme vorübergehend eingeschränkt.

Insbesondere östlich der geplanten Erweiterung kommt es zu Verlärmung und Beunruhigung durch den Baubetrieb.

Anlagebedingt: Im Randbereich der A 7 werden Biotopflächen beseitigt. Es handelt sich insbesondere um Gehölze (vor allem auf den Böschungen der A 7) und Ruderalflächen. Gesetzlich geschützt sind vor allem Knicks und Röhrichtbestände. Insbesondere bei den Knicks handelt es sich in der Regel um Teilabschnitte am Rand des Eingriffsbereichs.

Betriebsbedingt: Der Raum ist bereits durch die bestehende A 7 vorbelastet. Die Auswirkungen durch Lärm- und Schadstoffimmissionen auf die benachbarten Lebensräume sind von den Lärmschutzwänden abhängig. In den Abschnitten mit Lärmschutzwänden kommt es zu Entlastungswirkungen seitlich der Trasse. In den übrigen Abschnitten kommt es zu einer geringfügigen Zusatzbelastung.

5.3 Boden

5.3.1 Bestand

Datengrundlagen

- Grundlegende Daten für die Beschreibung des Schutzgutes Boden sind vor allem der Bodenübersichtskarte entnommen, ergänzt durch die Geologische Karte im M. 1:25.000:
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Geologischer Dienst: Bodenübersichtskarte M. 1:250.000, 2016.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein: Geologische Übersichtskarte im Maßstab 1:250.000 von Schleswig-Holstein, Stand März 2013.
- Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein (Hrsg.): Geologische Karte von Schleswig-Holstein 1:25.000 – Blatt 1624 Rendsburg, Kiel 1984.

Als Grundlagen für die Ermittlung der verschiedenen Bodenfunktionen wurden folgende Unterlagen ausgewertet:

- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Geologischer Dienst: Moor- und Anmoorböden gemäß Dauergrünlanderhaltungsgesetz (DGLG) für Schleswig-Holstein, 2016.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Geologischer Dienst: Ertragsfähigkeit (landesweit und regional bewertet), Maßstäbe 1:5.000 und 1:25.000, 2016.

- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Geologischer Dienst: Bodenkundliche Feuchtestufen
  M. 1:25.000 und 1:5.000, 2016.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Geologischer Dienst: Geotope, 2016.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Geologischer Dienst: Rohstoffe, 2016, ergänzt 2018.

Die Altlastenverdachtsflächen wurden auf Grundlage folgender Informationen dargestellt:

- Kreis Rendsburg-Eckernförde Fachdienst Umwelt – Untere Bodenschutzbehörde: Informationen zu den altlastrelevanten Bereichen, 2016, ergänzt 2017.

Östlich der Anschlussstelle Büdelsdorf befindet sich ein ehemaliger Gletscherwall, der zur erdgeschichtlichen Dokumentation zu schützen ist. Vor allem als Archiv der Naturgeschichte sind die Niedermoore von Bedeutung. Sie befinden sich nördlich des Borgstedter Sees sowie westlich der Ortschaft Rade. Neben den Flächen der Moorkulisse haben die „stark feuchten Standorte“ vor allem an den beiden östlichen Ufern des Borgstedter Sees eine wichtige Funktion für die Biotopentwicklung.

Die Böden haben generell eine Funktion für die Nahrungsmittelproduktion; die Ertragsfähigkeit ist im Untersuchungsraum jedoch sehr niedrig bis mittel. Die ackerbaulich genutzten Böden östlich der Autobahn sind weitgehend durch Staunässe geprägt.

Nördlich von Borgstedt befinden sich ausgedehnte Kiesvorkommen, die zum großen Teil bereits abgebaut sind. Die Kiesgrube an der Kieler Straße in Ostenfeld ist noch in Betrieb.

Die Ausprägung der Deckschichten hat eine wichtige Bedeutung für den Grundwasserschutz. Im Bereich des Gebietes mit besonderem Schutz des Grundwassers gemäß Landschaftsrahmenplan für den Planungsraum II (2020) befinden sich vor allem Sande und Kiese mit einer höheren Durchlässigkeit für mögliche Stoffeinträge.

5.3.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: Mit dem Bau sind vorübergehende Flächeninanspruchnahmen, Verdichtungen und Stoffeinträge im gesamten Eingriffsbereich verbunden.

Flächenbeanspruchung: ca. 305.228 m²

Anlagebedingt: Mit der sechsstreifigen Erweiterung ist eine dauerhafte Neuversiegelung und Flächenbeanspruchung verbunden. Es handelt sich um die Verbreiterung der Trasse, sowie den Bau der neuen Anschlüsse und Straßenquerungen (Brücken über den Wirtschaftsweg Dieksredder, über die L 42 und den Rader Weg.

- Flächenversiegelung gesamt: ca. 85.796 m²
  (Teilversiegelung 50 %, Entsiegelung berücksichtigt)

- Flächeninanspruchnahme Eingriffsbereich: gesamt: 324.498 m²

Mit den Anpassungen der Rampen ist zudem ein Bodenauftrag und Bodenabtrag verbunden:

- Bodenauftrag: ca. 230.000 m³ / Bodenabtrag: ca. 59.400 m³ / Differenz: 170.600 m³

Betriebsbedingt: Der Raum ist bereits durch die bestehende A 7 vorbelastet. Die Auswirkungen durch Schadstoffimmissionen auf die benachbarten Böden sind von den Lärmschutzwänden abhängig. In den Abschnitten mit Lärmschutzwand kommt es zu Entlastungswirkungen seitlich der Trasse. In den übrigen Abschnitten kommt es zu einer geringfügigen Zusatzbelastung.

5.4 Wasser

5.4.1 Bestand

Datengrundlagen

Die Aussagen zu den Oberflächengewässern basieren auf folgenden Informationen:

- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Abt. 4 Gewässer: Amtliches Wasserwirtschaftliches Gewässerverzeichnis, 2016, ergänzt 2018.
- Einen weiteren Wertehintergrund stellt die Oberflächengewässerverordnung vom 20.06.2016 dar.

Für die Einschätzung der Grundwasserverhältnisse wurden die gutachterlichen Aussagen für die geplante Ausweisung eines Wasserschutzgebietes in der Gemeinde Schacht-Audorf zu Grunde gelegt.

- Staatliches Umweltamt Kiel: Hydrogeologischer Bericht zur Ausweisung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Schacht-Audorf, 2006.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein: Beschreibung der hydrogeologischen Situation im Bereich Schacht-Audorf, 2017.
- Amt Eiderkanal: Flächennutzungsplan Gemeinde Schacht-Audorf, 2017.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen auf das Grundwasser wurde zudem die geohydrologische Situation im Untersuchungsraum durch das LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN eingeschätzt.

Grundwasser

Im Vorhabengebiet sind drei Grundwasserkörper zu berücksichtigen. Der tiefe Grundwasserkörper Rendsburger Mulde Nord befindet sich südöstlich des Nordostseekanals, während sich der obere Hauptgrundwasserleiter NOK – Geest nahezu über den gesamten Vorhabenbereich erstreckt. Der obere Hauptgrundwasserleiter NOK – östl. Hügelland West grenzt östlich an das Vorhabengebiet an und liegt unterhalb des Kreuzes Rendsburg.

Oberflächengewässer

Im Untersuchungsraum befinden sich folgende Oberflächengewässer:

- Nord-Ostsee-Kanal / Borgstedter See: Gewässer 1. Ordnung; NOK: Schifffahrtskanal, Borgstedter See: ehemaliger Abschnitt der Obereider mit Verbindung zum NOK – Unterhaltung Bundesrepublik Deutschland, Wasserwirtschaftsamt Kiel.
- Exbek mit Zuflüssen, z.T. verrohrt: Gewässer 2. Ordnung, mündet östlich von Borgstedt in den Borgstedter See – Unterhaltung Wasser- und Bodenverband Wittensee-Exbek.
- Kleiner Abschnitt westlich Rade, z.T. verrohrt – Unterhaltung Wasser- und Bodenverband Rade-Ostenfeld
- Dörpsee, ein größeres Stillgewässer im Südwesten des Untersuchungsraumes
- Einige Kleingewässer, u.a. auf der Rader Insel, im Bereich des Kiesabbaus sowie am AK Rendsburg

5.4.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: Durch den Neubau und Rückbau der Brücke, insbesondere der Pfeilerfundamente ist eine Bautätigkeit im Borgstedter See erforderlich, dadurch bedingt erfolgen Sedimentumlagerung und Stoffeinträge – im Vergleich zum Gesamtgewässer auf relativ kleiner Fläche und in entsprechend geringem Umfang.

Durch die Staubentwicklung in Folge der Sprengung kann sich vorübergehend der pH-Wert des Wassers geringfügig erhöhen. Nach Umsetzung der Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen verbleiben keine relevanten nachteiligen Auswirkungen auf das Gewässer.

Anlagebedingt: Durch den Neubau der Pfeilerfundamente sowie durch das abgeleitete Oberflächenwasser sind keine Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers zu erwarten.

Betriebsbedingt: Mit der Ausbaumaßnahme erfolgt die Reinigung des Oberflächenwassers nach den neuesten technischen Standards. Das anfallende Oberflächenwasser wird außerhalb des Brü-ckenbauwerks über die Seiten versickert und von der Brücke über Retentionsbodenfilter gedrosselt in den NOK und den Borgstedter See eingeleitet, so dass es zu einer deutlichen Verringerung betriebsbedingter stofflicher Einträge in die Gewässer kommt.

5.5 Luft und Klima

5.5.1 Bestand

Datengrundlagen

- Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG: BAB 7, Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke – Luftschadstofftechnische Untersuchung, 2018
- Gemeinde Schacht-Audorf (Hrsg.): Landschaftsplan Schacht-Audorf; BfL Büro für Landschaftsentwicklung GmbH, 1997
- Messwerte von LÜSH Stationen (Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein) liegen im oder am Rand des Untersuchungsraumes nicht vor.

Geländeklima

Der Nord-Ostsee-Kanal sowie der Borgstedter See sind für den Luftaustausch von Bedeutung. Die größeren Wasserflächen haben insgesamt eine ausgleichende Wirkung. Durch die bis 40 m hohen Rampen der A 7 ist eine Barrierewirkung für den Luftaustausch in Bodennähe gegeben. Bei den vorherrschenden Westwinden sind für die angrenzenden größeren Siedlungsflächen jedoch keine relevanten Auswirkungen zu erwarten. Größere Waldflächen sind im Untersuchungsraum nicht vorhanden, die Gehölzbestände auf den Autobahnböschungen haben jedoch eine lufthygienische Ausgleichsfunktion.

Der Untersuchungsraum ist durch Offenlandbereiche mit kleineren Ortschaften geprägt. Richtung Rendsburg befinden sich beidseitig des Nord-Ostsee-Kanals ausgedehntere Siedlungs- und Gewerbegebiete. Neben den bestehenden Belastungen durch das relative dichte Straßennetz (A 7, A 210, B 203, L 47 und L 42) sind die Emissionen durch den Schiffsverkehr auf dem Nord-Ostsee-Kanal zu berücksichtigen.

5.5.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: Durch den Baubetrieb erfolgt eine vorübergehende lokale Belastung der Luftqualität. Die Staubwolke infolge der Teilsprengung wird sich je nach Windstärke zwischen 100 und 500 m weit ausdehnen, jedoch keine dauerhafte Belastung der lufthygienischen Qualität bewirken.

Anlagebedingt: Die Gehölzbestände entlang der A 7 mit Bedeutung für den Immissionsschutz werden im Zuge der Baumaßnahme zum Teil beseitigt; durch die Bepflanzung der neuen Böschungen, werden dauerhafte nachteilige Auswirkungen vermieden.

Betriebsbedingt: Der Raum ist bereits durch die bestehende A 7 vorbelastet. Die Auswirkungen durch Schadstoffimmissionen sind von den Lärmschutzwänden abhängig. In den Abschnitten mit Lärmschutzwänden kommt es zu Entlastungswirkungen auf seitlich der Trasse. In den übrigen Abschnitten kommt es zu einer geringfügigen Zusatzbelastung.

Da die Siedlungsgebiete nicht unmittelbar angrenzen und geeignete Schutzpflanzungen möglich sind, sind keine signifikanten Mehrbelastungen für die menschliche Gesundheit zu erwarten.

5.6 Landschaftsbild

5.6.1 Bestand

Datengrundlagen

- Landesamt für Denkmalpflege Schleswig-Holstein: Informationen zu Kulturdenkmalen, 2017
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein: Umweltatlas – Unzerschnittene Lebensräume, 2016.
- Touristische Arbeitsgemeinschaft Nord-Ostsee-Kanal e.V. sowie Büro Lebensraum Zukunft, 2018

Entscheidungsrelevante Strukturen und Funktionen

Der Nord-Ostsee-Kanal mit dem Borgstedter See ist im Landschaftsrahmenplan als Gebiet mit besonderer Erholungseignung dargestellt. Aufgrund der hohen visuellen Verletzlichkeit und der hohen Eigenart an den beiden Gewässern kommt der Landschaftsbildfunktion in dem Bezugsraum 2 eine hohe Bedeutung zu. Die landschaftsbezogene Erholungsnutzung ist hier ebenfalls besonders zu berücksichtigen, da vor allem die Bereiche am nördlichen Ufer des Borgstedter Sees eine hohe Bedeutung für die Erholungsnutzung haben. Nördlich und südlich der beiden Gewässer handelt es sich um charakteristische Offenlandbereiche des Schleswig-Holsteinischen Hügellandes im Übergang zur Geest. Nördlich des Borgstedter Sees wurde die Autobahn als westliche Grenze des Naturparkes Hüttener Berge festgelegt; südlich des Nord-Ostsee-Kanals ist der Rader Friedhof östlich der Rader Hochbrücke sowie die Freizeitnutzung am Dörpsee zu berücksichtigen.

5.6.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: Aufgrund der langen Bauzeit und der lärm- und schadstoffintensiven Tätigkeiten im Zuge des Brückenneubaues sowie durch den Rückbau der Brücke kommt es zu erheblichen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes mit der landschaftsbezogenen Erholungsnutzung.

Anlagebedingt: Es besteht durch das vorhandene Brückenbauwerk eine Vorbelastung des gesamten Raumes. Derzeit prägt neben dem Bauwerk der ständig fließende Verkehr mit dem hohen Lkw-Anteil die optische Situation. Mit der Lärmschutzwand bzw. den Windschutzwänden erhöht sich zwar das Brückenbauwerk um ca. 3,00 bis 4,50 m. Dadurch wird jedoch die ständige Bewegung (in der Dunkelheit mit den Lichtern der Scheinwerfer) kaum mehr wahrgenommen. Bei der Landschaftsbildfunktion kommt es anlagebedingt zwar zu einer Veränderung der Brückensilhouette, bei einer optisch ansprechenden Gestaltung der Brücke aber nicht zu einer erheblichen Beeinträchtigung.

Betriebsbedingt: Für die landschaftsbezogene Erholungsnutzung kommt es aufgrund der Lärmschutzwände überwiegend zu einer Entlastung des Raumes; erhebliche Eingriffe sind daher nicht zu verzeichnen.

5.7 Kultur- und sonstige Sachgüter

5.7.1 Bestand

Datengrundlagen

- Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein, Obere Denkmalschutzbehörde: Archäologische Interessensgebiete nach § 12 (2) 6 DSchG, 2016, ergänzt 2017
- Landesamt für Denkmalpflege Schleswig-Holstein: Informationen zu Kulturdenkmalen, 2017
- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung: Onlinebeteiligung in der Landesplanung (www.bolapla-sh.de), Stand 02/2020

Entscheidungsrelevante Strukturen und Funktionen

Es befindet sich ein Kulturdenkmal (Einfamilienhaus) in Ostenfeld sowie ein vermutetes Kulturdenkmal (ehemalige Direktorenvilla) auf der Rader Insel. Der Bereich Nord-Ostsee-Kanal mit dem Borgstedter See ist im Regionalplan als Gebiet mit besonderer Eignung für Tourismus und Erholung dargestellt.

Ein Großteil des Untersuchungsraumes ist gemäß § 12 (2) DSchG als archäologisches Interessensgebiet festgelegt.

5.7.2 Umweltauswirkungen

Baubedingt: In dem archäologischen Interessensgebiet bedürfen die Bauarbeiten gemäß § 12 (2) DSchG einer Genehmigung der oberen Denkmalschutzbehörde.

Betriebs- und anlagebedingte Auswirkungen sind nicht zu erwarten, da sich die Kulturdenkmale außerhalb des Eingriffsbereiches befinden. Die Auswirkungen auf das Gebiet mit besonderer Erholungseignung werden in Kapitel 5.3 betrachtet.

5.8 Wechselwirkungen

Bei der Einschätzung der Wechselwirkungen spielt die erhebliche Veränderung des Raumes durch den Bau des Nord-Ostsee-Kanals (sowie zuvor des Eiderkanals) eine wesentliche Rolle. Das technische Straßenbauwerk der Rader Hochbrücke stellt zum einen eine erhebliche Vorbelastung dar. Andererseits brüten im Brückenbauwerk einige Vogelarten und die Rampen mit den Gehölzbeständen stellen eine Leitlinie als Flugroute für die Fledermäuse dar. Auf den Aufschüttungsflächen, die

den natürlichen Boden erheblich verändert haben, konnte sich Pioniervegetation mit Lebensraumfunktionen für verschiedene Tiergruppen entwickeln.

5.9 Artenschutz

Die Notwendigkeit zur Durchführung einer Artenschutzprüfung im Rahmen des Planungs- bzw. Zulassungsverfahrens zum Ersatzneubau der Rader Hochbrücke einschließlich der sechsstreifigen Erweiterung der A 7 ergibt sich aus den unmittelbar geltenden Regelungen des § 44 Abs. 1 BNatSchG i. V. m. §§ 44 Abs. 5 und 6 und 45 Abs. 7 BNatSchG.

Durch das Bauvorhaben sind artenschutzrechtliche Konflikte der folgenden Arten bzw. Artengruppen nicht ausgeschlossen:

- Säugetiere (Fledermäuse, Fischotter) des Anhangs IV der FFH-RL
- Kreuzkröte
- Grüne Mosaikjungfer
- Brutvögel
- Zugvögel

Die im Untersuchungsraum nachgewiesenen Arten der Artengruppen wurden einer arten-schutzrechtlichen Prüfung unterzogen.

Für die Fledermausfauna des Untersuchungsraumes (Braunes Langohr, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Große Bartfledermaus, Großer Abendsegler, Kleine Bartfledermaus, Kleiner Abendsegler, Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Teichfledermaus, Wasserfledermaus, Zweifarbfledermaus, Zwergfledermaus) besteht keine vorhabenbedingte artenschutzrechtliche Betroffenheit. Durch das Aussetzen der Baufeldräumung während der Aktivitätszeit von Anfang März bis Ende November und eine vorgezogene Baumhöhlenkontrolle vor Beginn der Fällarbeiten wird das Eintreten von Verbotstatbeständen für in Baumhöhlen übertagende Fledermäuse gem. § 44 (1) Nr. 1 BNatSchG vermieden. Die lärm- und erschütterungsintensiven Rückbauarbeiten führen zu einer deutlichen Störung der im Brückenbauwerk übertagenden Fledermäuse. Es ist davon auszugehen, dass die Tiere während des Rückbaus in baustellenfernere Bereiche ausweichen werden und somit kein Verbotstatbestand eintritt. Vorsorglich erfolgt eine Kontrolle des Bauwerkes bzw. der Bauwerksteile vor Beginn der Rückbauarbeiten auf Vorkommen von Fledermäusen.

Unter Berücksichtigung, dass es den potenziell im Brückenbauwerk übertagenden Fledermäusen während der geplanten Sprengung nicht möglich ist das Bauwerk rechtzeitig zu verlassen, ist die Sprengung nach Möglichkeit in den Monaten Dezember bis Februar durchzuführen.

Für den Verlust einzelner Höhlenbäume sowie die Rader Hochbrücke als Tagesversteck stehen den Fledermäusen genügend Ausweichhabitate im Umfeld der Maßnahme zur Verfügung. Bau- und betriebsbedingte Kollisionen sowie eine artenschutzrechtlich relevante Betroffenheit von Flugrouten oder Jagdhabitate können für alle Arten ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung von Irritationen bei empfindlichen Arten wird ein fledermausfreundliches Konzept für die Baustellenbeleuchtung erarbeitet (Maßnahme 34 V_{AR}). Zudem wird auf eine Brückenbeleuchtung verzichtet.

Des Weiteren wurden der Fischotter, die Kreuzkröte sowie die Grüne Mosaikjungfer einer artenschutzrechtlichen Prüfung unterzogen. Die Prüfung ergab keine artenschutzrechtlichen Konflikte i. S. der Verbotstatbestände nach § 44 (1) Nr. 1, Nr. 2 oder Nr. 3 BNatSchG.

Bei den im Untersuchungsraum nachgewiesenen Brutvögeln wurden 12 planungsrelevante Arten auf Artniveau (Dohle, Eisvogel, Feldlerche, Kiebitz, Mehlschwalbe, Rauchschwalbe, Star, Trauerschnäpper, Uferschwalbe, Wanderfalke, Wespenbussard, Uhu) betrachtet. Mit Ausnahme des Turmfalkens wurden die restlichen Arten zusammenfassend in vier Gilden einer artenschutzrechtlichen Prüfung unterzogen. Da der Turmfalke sowohl als Freibrüter auf Bäumen als auch an Gebäuden in Nischen brütet und er daher in verschiedene Gilden eingeordnet werden kann, wurde er ebenfalls in einem gesonderten Formblatt betrachtet. Durch die zeitliche Beschränkung der Baufeldfreimachung auf den Zeitraum Oktober bis Februar und des Brückenrückbaus auf den Zeitraum Juli bis Februar wird das Eintreten von Verbotstatbeständen gem. § 44 (1) Nr. 1 BNatSchG für alle Arten vermieden. Da sich in Einzelfällen das Brutgeschehen am Brückenbauwerk über den genannten Zeitraum hinaus erstrecken kann, erfolgt vor Beginn der Rückbauarbeiten vorsorglich die Kontrolle des Bauwerkes bzw. der Bauwerksteile (LBP-Maßnahmen-Nr. 31 V_{AR}).

Für den Verlust von Biotopstrukturen mit Eignung als Bruthabitat stehen den meisten Arten genügend Ausweichhabitate im Umfeld der Maßnahme zur Verfügung. Bei fünf Arten (Dohle, Star, Wanderfalke, Uhu, Turmfalke) kommt es zu einem dauerhaften Verlust von Lebensstätten. Diese werden durch Schaffung von Ersatzlebensräumen kompensiert (CEF-Maßnahmen 10 ACEF bis 14 ACEF), so dass die ökologische Funktion der Fortpflanzungs- und Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang gewahrt und ein Eintreten von Verbotstatbeständen gem. § 44 (1) Nr. 3 BNatSchG verhindert werden kann.

Bau- und betriebsbedingte Kollisionen mit dem Straßen- und Baustellenverkehr können für alle Arten ausgeschlossen werden. Um Kollisionen mit den transparenten Lärm- bzw. Windschutzelementen auf dem Brückenbauwerk zu vermeiden bzw. deutlich zu reduzieren sind diese mit entsprechenden „Kollisionsschutz-Mustern“ zu versehen.

Die möglichen bau- und betriebsbedingten Störungen sind für die meisten Arten gering. Bei zwei Arten (Feldlerche, Kiebitz) ist eine störungsbedingte Aufgabe des Brutplatzes, die zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes der lokalen Population führt, denkbar. Durch die Errichtung

von Irritationsschutzzäunen (Maßnahmen 29 VAR) werden die bauzeitlichen Störungen jedoch deutlich reduziert, so dass Auswirkungen auf den Erhaltungszustand der lokalen Population vermieden und ein Eintreten von Verbotstatbeständen gem. § 44 (1) Nr. 2 BNatSchG verhindert werden können. Erhebliche bauzeitlichen Störungen der am Brückenbauwerk verbleibenden Dohlen, Wanderfalken und Turmfalken können durch ein Aussetzen der lärm- und erschütterungsintensiven Rückbauarbeiten im Zeitraum März bis Juni vermieden werden. Um die bauzeitlichen Störungen durch das Errichten der neuen Richtungsfahrbahnen am Brutplatz so gering wie möglich zu halten, werden die Ersatznistkästen jeweils auf der dem Baubetrieb abgewandten Seite der Pfeiler angebracht.

Als Maßnahme zur Vermeidung des Eintretens von Verbotstatbeständen nach § 44 (1) Nr. 3 BNatSchG bei Zugvögeln werden die Schallschutzelemente auf dem Brückenbauwerk mit entsprechenden „Kollisionsschutz-Mustern“ versehen (Maßnahme 24 VAR).

Als Ergebnis der Artenschutzrechtlichen Prüfung lässt sich zusammenfassend feststellen, dass bei konsequenter Umsetzung der vorgesehenen artenschutzrechtlichen Vermeidungsmaßnahmen 24 VAR und 29 VAR bis 34 VAR sowie der vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen 10 ACEF bis 14 ACEF für die Arten nach Anhang IV der FFH-Richtlinie sowie für die europäisch geschützten Vogelarten kein Verstoß gegen die Verbote des § 44 (1) BNatSchG zu erwarten ist.

5.10 Natura 2000-Gebiete

Der Ersatzneubau der Rader Hochbrücke einschließlich des sechsstreifigen Ausbau der A 7 verursacht möglicherweise Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele des als Natura 2000-Gebiet ausgewiesenen FFH-Gebietes DE 1624-392 „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“.

Das dem geplanten Vorhaben am zweitnächsten gelegene Natura 2000-Gebiet ist das FFH-Gebiet DE 1724-302 „Wehrau und Mühlenau“. Das Gebiet liegt südwestlich des geplanten Vorhabens und weist zu diesem einen minimalen Abstand von knapp 4 km auf (vgl. MELUND 2020b). Wertgebende Bestandteile sind die Lebensraumtypen 3150, 3260, 6230, 6430, 7140, 9110, 9190 und 91E0 des Anhangs I der FFH-Richtlinie sowie die Arten Bachneunauge, Bauchige Windelschnecke, Fischotter und Steinbeißer des Anhangs II der FFH-Richtlinie (vgl. EUROPÄISCHE UNION 2019). Von den Wirkfaktoren des Vorhabens (siehe Kapitel .3) ist keiner geeignet, eines dieser wertgebenden Bestandteile mittelbar oder unmittelbar zu berühren, so dass auch Beeinträchtigungen des Gebiets in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen offensichtlich und verlässlich anhand objektiver Umstände ausgeschlossen werden können. Dies betrifft auch die ggf. erforderliche Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes.

Die FFH-Vorprüfung bezieht sich daher ausschließlich auf das FFH-Gebiet DE 1624-392 „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“.

Gemäß § 34 BNatSchG erfordern Pläne oder Projekte, die nicht unmittelbar mit der Verwaltung eines Natura 2000-Gebietes in Verbindung stehen oder hierfür nicht notwendig sind, die ein solches Gebiet jedoch einzeln oder in Zusammenwirkung mit anderen Plänen oder Projekten erheblich beeinträchtigen könnten, eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den für dieses Gebiet festgelegten Erhaltungszielen.

Für das FFH-Gebiet DE-1624-392 „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“ wurde eine FFH-Vorprüfung durchgeführt. Primärer Schutzgegenstand im FFH-Gebiet sind folgende Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie:

- 3140 Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen,
- 3260 Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und des Callitricho-Batrachion,
- 6410 Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (Molinion caeruleae),
- 6430 Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe,
- 7140 Übergangs- und Schwingrasenmoore,
- *7220 Kalktuffquellen (Cratoneurion) (*prioritärer Lebensraum).

Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie sind nicht Schutzgegenstand im FFH-Gebiet.

Beeinträchtigungen der für das FFH-Gebiet „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“ relevanten Lebensraumtypen des Anhangs der FFH-Richtlinie sowie deren Erhaltungsziele können durch das Bauvorhaben ausgeschlossen werden, da zum einen das FFH-Gebiet zum geplanten Vorhaben einen minimalen Abstand von ca. 1.700 m aufweist; zum anderen:

- baubedingte Wirkungen auf das nähere Umfeld des geplanten Vorhabens beschränkt sein werden;
- anlagebedingte Wirkungen nur im näheren Umfeld der bereits bestehenden Rader Hochbrücke erfolgen werden;
- eine relevante Zunahme der betriebsbedingten Wirkungen ausgeschlossen werden kann, da es sich um einen Ersatzneubau handelt, durch den an sich keine Zunahme der Verkehrsbelastung ausgelöst wird.

Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie sind im FFH-Gebiet „Wittensee und Flächen angrenzender Niederungen“ kein Schutzgegenstand, so dass keine weiteren Ausführungen erforderlich sind.

Die FFH-Vorprüfung kommt im Rahmen ihrer Abschätzung zu dem Ergebnis, dass mögliche erhebliche Beeinträchtigungen des FFH-Gebietes DE-1624-392 „Wittensee und Flächen angrenzender

Niederungen“ in seinen für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteilen durch den Ersatzneubau der Rader Hochbrücke einschließlich der sechsstreifigen Erweiterung der A 7 aufgrund des großen Abstandes des Gebietes zum geplanten Vorhaben (minimal 1.700 m) und der Begrenzung der relevanten Wirkfaktoren auf das nähere Umfeld der Brücke ausgeschlossen werden können. Dies betrifft auch die ggf. erforderliche Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes. Eine FFH-Verträglichkeitsprüfung wird somit als nicht erforderlich angesehen.

5.11 Weitere Schutzgebiete

Die Grenze des Naturparkes Hüttener Berge verläuft entlang der A 7 und endet im Borgstedter See. Weitere Schutzgebiete liegen außerhalb des Untersuchungsraumes und des möglichen Einflussbereiches des geplanten Vorhabens.

Folgende Gebiete sind gemäß § 12 LNatSchG als Biotopverbund ausgewiesen:

- Uferbereiche Nord-Ostsee-Kanal
- Uferbereiche Borgstedter See (nördliches Ufer und Abschnitte der Rader Insel im Norden)
- Exbek

Die gesetzlich geschützten Biotope nach § 30 BNatSchG bzw. § 21 LNatSchG sind den Biotoptypen gemäß Bestandserhebung entsprechend zugeordnet.

Als schützenswert ist folgendes Geotop abgegrenzt: Os 005, Os von Neu-Duvenstedt (Auskunft LLUR – Geologischer Dienst). Bei dem ehemaligen Gletscherwall handelt es sich um einen wertvollen erdgeschichtlichen Aufschluss.

6 Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung und zum Ausgleich erheblicher Umweltauswirkungen nach den Fachgesetzen/AVZ

6.1 Lärmschutzmaßnahmen

Auf der Grundlage der Untersuchung über die Notwendigkeit von Lärmschutzmaßnahmen (gem. Bundesimmissionsschutzgesetz in Verbindung mit der 16. und 24. Verordnung zur Durchführung des BImSchG) wurde der Umfang an aktiven und passiven Lärmschutzmaßnahmen ermittelt. Im Ergebnis dieser Ermittlung wurden Bereiche der A 7 mit aktivem Lärmschutz versehen. Die Bereiche sind in den Unterlagen 5 und 6 dargestellt.

Bei der 6-streifigen Erweiterung der A 7 handelt es sich um die Erweiterung der BAB um zwei durchgehende Fahrstreifen, so dass eine wesentliche Änderung gem. § 1, Absatz 2, Nr. 1 der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) vorliegt und die Immissionsgrenzwerte nach § 2, Absatz 1 der Verordnung zu beachten sind.

Die Ermittlungen der Emissionen und Immissionen des Straßenverkehrslärms wurden dem Stand der Technik entsprechend auf Grundlage der 16. BImSchV und den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) durchgeführt. Die Berechnung erfolgte mit dem EDV-Programm SoundPlan, Version 7.4. Das Programm basiert auf einem Rechenmodell, in dem die schalltechnisch relevanten Objekte (Geländeverlauf, Gebäude, Straßen, etc.) in einem dreidimensionalen, digitalen Geländemodell erfasst sind. Bei der Schallausbreitung werden wichtige Einflussgrößen wie beispielsweise Abschirmung, Reflexion und Beugung sowie Boden- und Meteorologiedämpfung berücksichtigt. Die Berechnungen basieren auf den Verkehrszahlen der Prognose 2030. Weitere Einzelheiten sind der Unterlage 17.1 (Lärmtechnische Untersuchung) zu entnehmen.

Die untersuchten Gebäude sind in den Ergebnistabellen (Unterlage 17.1.2) nach Straßennamen, Hausnummern, Gebäudeobjektnummern und Immissionsortnummern geordnet. Die Gebäudeobjektnummern sind auch im Lageplan der Immissionsschutzmaßnahmen (Unterlage 7) eingetragen. In den Ergebnistabellen sind die Beurteilungspegel für alle Geschosse einschließlich des Dachgeschosses enthalten.

Die im Einwirkungsbereich der Trasse vorhandenen schutzbedürftigen Nutzungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Bau-km	Siedlungsgebiet	Nutzung	Beschreibung	Anspruch auf Lärmvorsorge (ohne aktiven Lärmschutz)
km 0-600 bis 1+700	Borgstedt	Wohngebiete, Mischgebiete, Sondergebiete, Außenbereich	überwiegend südwestlich, im Bereich Treidelweg auch nordöstlich der A 7	102 Gebäude (Überschreitung von 1 dB(A) bis 8 dB(A))
km 1+400 bis 3+700	Schacht-Audorf	Wohngebiete, Gewerbegebiete, Außenbereich	südwestlich der A 7 incl. Rader Insel	115 Gebäude (Überschreitung von 1 dB(A) bis 7 dB(A))
km 0+800 bis 1+200	Lehmbek (zu Borgstedt)	Außenbereich	nordöstlich der A 7	kein Anspruch
km 1+500 bis 2+900	Rade	Außenbereich	nordöstlich der A 7 incl. Rader Insel	2 Gebäude (Überschreitung von 1 dB(A) bis 2 dB(A))
km 0-300	Neu Duvenstedt	Außenbereich	nordöstlich der A 7	kein Anspruch
km 4+600 bis 5+100	Ostenfeld	Wohngebiete, Außenbereich	nordöstlich der A 7	kein Anspruch

Tabelle 14: Schutzbedürftige Nutzungen

Die tabellarische Übersicht zeigt, dass ohne aktiven Lärmschutz für insgesamt 219 Gebäude Ansprüche auf Maßnahmen der Lärmvorsorge dem Grunde bestehen. Davon befinden sich 209 Gebäude südwestlich der A 7 und 10 Gebäude nordöstlich der A 7.

Aufgrund der umfangreichen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV wurden verschiedene Varianten mit aktivem Lärmschutz untersucht. Im Zuge der Variantenberechnungen stellte sich heraus, dass aufgrund der Höhe der Grenzwert-Überschreitungen und der räumlichen Situation annähernd ein Vollschutz der betroffenen Gebäude möglich ist. Vor diesem Hintergrund wurde eine Optimierung des aktiven Lärmschutzes durchgeführt, mit der alle betroffenen Gebäude während des Tagzeitraums (6 bis 22 Uhr) geschützt werden können (Vollschutz tags). Während des Nachtzeitraums verbleibt eine Überschreitung der Immissionsgrenzwerte bei 12 Gebäuden am Treidelweg in Borgstedt, bei allen übrigen werden die Grenzwerte eingehalten. Für die verbleibenden Gebäude mit Grenzwertüberschreitungen besteht Anspruch auf passive Lärmschutzmaßnahmen dem Grunde nach.

Bei der Abwägung zwischen aktivem und passivem Lärmschutz wurde zugunsten des aktiven Lärmschutzes berücksichtigt, dass die Lärmschutzwände im Brückenbereich die Funktion der Windabweiser übernehmen. Windabweiser mit einer Höhe von 3 m über Gradiente sind erforderlich, um Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Teil- bzw. Vollsperrungen bei Starkwind oder Sturm zu vermeiden.

In der nachfolgenden Tabelle sind alle vorgesehenen aktiven Lärmschutzanlagen zusammengefasst.

von Bau-km bis Bau-km	Lärmschutz	Länge in m	Höhe in m
Westseite (RiFa HH)			
0+010 – 0+058	Abtreppung von 2 m auf 5 m	48	2 – 4,5
0+058 – 0+837,950	LSW 5 m straßenseitig hochabsorbierend(*)	780	5
0+837,950 – 1+327	LSW untere 3 m straßenseitig hochabsorb.(*) +1,5 m transparent	489	4,5
1+327 – 1+343	Abtreppung, untere 3 m straßenseitig hochabsorb.(*), darüber transparent	16	4 – 3,5
1+343 – 2+470	LSW 3 m transparent	1.127	3
2+470 – 2+478	Abtreppung von 3 m auf 4 m, straßenseitig hochabsorbierend(*)	8	3,5
2+478 – 3+124	LSW 4 m straßenseitig hochabsorbierend(*)	646	4
3+124 – 3+140	Abtreppung von 4 m auf 5,5 m	16	4,5 – 5
3+140 – 4+040	LSW 5,5 m straßenseitig hochabsorbierend(*)	900	5,5
4+040 – 4+056	Abtreppung von 5,5 m auf 4 m	16	5 – 4,5
4+056 – 4+340	LSW 4 m straßenseitig hochabsorbierend(*), Auslauf in Böschung	284	4
Ostseite (RiFa Flensburg)			
0+392,450 – 0+408,450	Abtreppung von 2 m auf 3 m	16	2 – 2,5
0+408,450 – 1+343	LSW 3 m straßenseitig hochabsorbierend(*)	935	3
1+343 – 2+470	LSW 3 m transparent	1.127	3
2+470 – 2+920	LSW 3 m straßenseitig hochabsorbierend(*)	450	3
2+920 – 2+936	Abtreppung von 3 m auf 2 m	16	2,5 - 2

(*) Absorptionsklasse A3

Tabelle 15: Lärmschutzanlagen

Im Wesentlichen wurden im Brückenbereich beidseitig 3 m hohe transparente Lärmschutzwände, im Bereich Borgstedt 4,5 bis 5 m hohe Lärmschutzwände, im Bereich Schacht-Audorf 4 bis 5,5 m hohe Lärmschutzwände sowie in den Bereichen Lehmbek und Rade 3 m hohe Lärmschutzwände vorgesehen.

Bei den Lärmschutzwänden auf der Ostseite handelt es sich um Windschutzwände mit Lärmschutzfunktion. Dabei werden diese Wände technisch genauso ausgebildet, wie die reinen Lärmschutzwände. Übergänge zwischen unterschiedlichen Wandhöhen sowie die Enden der Lärmschutzwände wurden abgetreppt. Lage und Höhe der Lärmschutzanlagen sind im Lageplan der Immissionsschutzmaßnahmen (Unterlage 7) dargestellt.

Mit den geplanten aktiven Lärmschutzmaßnahmen werden im gesamten Untersuchungsbereich -mit Ausnahme von 12 Gebäuden am Treidelweg in Borgstedt- die Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV eingehalten. Damit wird annähernd ein Vollschutz erreicht. Zusätzlicher passiver Schallschutz ist für 12 Gebäude am Treidelweg erforderlich. Betroffen ist ausschließlich der Nachtzeitraum. Am Tage wird ein Vollschutz erreicht. Eine Entschädigung für Außenwohnbereiche entfällt.

Für die Gemeinde Ostenfeld erfolgte bereits in 2018 aufgrund der räumlichen Nähe zu einem weiteren Verkehrsweg, der A 215, eine Gesamtlärmbetrachtung. In dieser wurden sowohl etwaige Überschreitungen der Auslösewerte der Lärmsanierung von 67 dB(A) tags bzw. 57 dB(A) nachts, als auch die Immissionsgrenzwerte für einen sog. enteignungsgleichen Eingriff von seinerzeit 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts überprüft. Letztere werden wohl durch die Rechtsprechung zur grundrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle auf 67 dB(A) tags bzw. 57 dB(A) nachts für allgemeine Wohngebiete und 69 dB(A) tags bzw. 59 dB(A) nachts in Kern-, Dorf- und Mischgebieten gesenkt, wie das BVerwG in seinem Hinweisbeschluss vom 25.04.2018 (Az. 9 A 16.16) in Aussicht stellte.

Auch bei Ansatz dieser gesenkten Zumutbarkeitsschwelle verbleibt es jedoch bei der gutachterlichen Feststellung, dass die Zumutbarkeitsschwelle nicht überschritten wird, somit keine weiteren Lärmschutzmaßnahmen vorgesehen werden können. Das Gesamtlärmgutachten Ostenfeld ist als Unterlage 17.1.2.4 beigefügt.

6.2 Sonstige Immissionsschutzmaßnahmen

Es wurde ein Lufthygienisches Gutachten erstellt (siehe Unterlage 17.3). Hierbei erfolgte die Begutachtung folgender Betrachtungsfälle:

- Prognose-Nullfall 2026 ohne Realisierung des Vorhabens, d.h. mit der baulichen Situation des Istzustands und den Verkehrszahlen 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2026, dem Jahr der frühestmöglichen Inbetriebnahme der 1. Richtungsfahrbahn
- Planfall 2026 (nach Realisierung des Vorhabens, d.h. mit Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr 2026).

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM10, PM2.5) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der Maßnahme erfolgte im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Auf Basis des Handbuches für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner aktuellen Version 4.1 vom September 2019 [13] wurden mit PROKAS die Kfz-verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr das Jahr 2026 ermittelt. Die Emissionen aus dem Schiffsverkehr, welche zur Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet beitragen, wurden explizit in der Ausbreitungsberechnung berücksichtigt.

Die nicht motorbedingten PM10- und PM2.5-Emissionen des Kfz-Verkehrs wurden auf der Grundlage vorliegender Systematisierungen aus der Literatur bestimmt.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrangemodell in Anlehnung an das Modell der TA Luft). Die Schadstoffausbreitung wurde dabei flächenhaft für die Kombinationen aus Emissionssituationen, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und atmosphärischen Stabilitätsbedingungen simuliert.

Die so berechneten Zusatzbelastungen, verursacht vom Kfz-Verkehr auf den berücksichtigten Straßen und dem Schiffsverkehr auf dem Nord-Ostsee-Kanal, wurde mit der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen und dem NOK vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten und in Abstimmung mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein angesetzt. Die NO/NO_2-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

An den im Untersuchungsgebiet liegenden Wohnbebauungen sowie an deren beurteilungsrelevanten Immissionsorten werden deutliche Unterschreitungen der beurteilungsrelevanten Lufschadstoffbelastungen berechnet. Dies gilt sowohl für den Prognose-Nullfall 2026 als auch für den Planfall 2026.

Veränderungen der Luftschadstoffbelastung zwischen Planfall und Prognose-Nullfall ergeben sich durch die Erhöhung der zugelassenen Fahrzeuggeschwindigkeit auf der Brücke, die zu einer Erhöhung der Emissionen führen wird. Des Weiteren werden durch die Verschiebung der Brücke sowie unterschiedliche Höhen der Lärmschutzwände je nach Lage der Immissionsorte geringe Veränderungen der Konzentrationen erwartet. Diese Veränderungen sind an den beurteilungsrelevanten Immissionsorten sehr klein und betragen auch bei Berücksichtigung der Emissionsfaktoren des aktuellen HBEFA 4.1 beim NO_2-Jahresmittelwert max. 1 µg/m^3 und bei den Feinstäuben PM10 und P2.5 weniger als 1 µg/m^3.

Aus Sicht der Lufthygiene sind die Planungen im Hinblick auf die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bezogen auf die bestehende Wohnnutzung im Prognosejahr 2026 deshalb nicht abzulehnen.

6.3 Maßnahmen zum Gewässerschutz

Das Planungsgebiet befindet sich außerhalb von Wassergewinnungsgebieten. Besondere bauliche Maßnahmen nach RiStWag zum Schutz des Grundwassers sind dementsprechend nicht erforderlich.

Überschwemmungsgebiete sind nicht betroffen.

6.4 Landschaftspflegerische Maßnahmen

Vermeidungsmaßnahmen

Die Vermeidungsmaßnahmen beziehen sich größtenteils auf die baubedingten Wirkungen. Neben Begrenzungen der Baufeldgrenzen und zeitlicher Einschränkungen handelt es sich vor allem um Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen benachbarter Lebensräume sowie um den Schutz der natürlichen Boden- und Oberflächenwasser- bzw. Grundwasserschutzfunktionen.

- 24 VAR Kollisionsschutz an den Lärm- bzw. Windschutzelementen auf dem Brückenbauwerk
- 25 V Begrenzung der Baufelder
- 26 V Schutz wertvoller Vegetationsbestände
- 28 V Minderung der baubedingten Belastungen im Borgstedter See
- 29 VAR Schutzzaun zur Verminderung bauzeitlicher Störungen von Kiebitz und Feldlerche
- 30 VAR Zeitliche Einschränkung beim Rückbau der Brücke zum Schutz der Brutvögel und Fledermäuse
- 31 VAR Überprüfung von Baumhöhlen und des Brückenbauwerkes vor Beginn der Fäll- und Rückbauarbeiten
- 33 VAR Beschränkung der Baufeldfreimachung auf die Wintermonate
- 34 VAR Beleuchtungskonzept auf den Baustellen
- 35 V Schutz des Bodens während der Baumaßnahme
- 36 V Schutz von Grund- und Oberflächengewässern während der Baumaßnahme
- 37 V Minderung der baubedingten Belastung durch Lärm und Erschütterungen
- 52 V Minderung der baubedingten Staub- und Schadstoffbelastung

Maßnahmenkonzept

Ein Teil der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erfolgt nördlich der Anschlussstelle Rendsburg/ Büdelsdorf. Der Schwerpunkt der Maßnahmen ist die Umwandlung von Acker in Extensivgrünland. Zudem wird ein Kleingewässer angelegt und Uferstrukturen geschaffen. Die Kleingewässer sowie

die Uferstrukturen bilden eine funktionale Kompensation für die Beeinträchtigung des Borgstedter Sees. Die Maßnahmenfläche wird durch die Anlage und durch die Nachverdichtung vorhandener Feldhecken und Knicks strukturiert. Insbesondere für die Beeinträchtigung von Ruderalfluren, Straßenbegleitgrün ohne Gehölze und ähnliche Biotopflächen werden Saumstrukturen entlang der Gehölzbestände angelegt.

Durch diese Maßnahmenfläche werden nicht nur Biotopflächen aus demselben Bezugsraum 1 „Nördliches Offenland“ kompensiert, sondern auch ein Teil der Gehölzstrukturen sowie die Beeinträchtigung des Borgstedter Sees aus Bezugsraum 2 und 3.

In den Bezugsräumen 1 und 3 „Nördliches und Südliches Offenland“ wird ein Teil des Gehölzverlustes mit Anpflanzungen am Böschungsfuß sowie am Friedhof und südwestlich der Trasse am AK Rendsburg direkt ausgeglichen, so dass die Auswirkungen auf die Biotop- und Lebensraumfunktion sowie das Landschaftsbild und die landschaftsgebundene Erholungsfunktion unmittelbar im Wirkungsbereich kompensiert werden können.

Im Umfeld der Rader Hochbrücke konnten keine weiteren Kompensationsflächen gesichert werden. Ein flächenmäßig großer Anteil der Kompensationsflächen befindet sich auf zwei Ökokontoflächen im Kreis Rensburg-Eckernförde: Ökokontofläche „Waabs 1“ und „Olendieksau 3“.

Mit Ökokontoflächen liegen bevorratete Kompensationsflächen im Sinne einer Angebotsplanung vor, die zu einer konfliktfreien Umsetzung der für einen Eingriff erforderlichen Kompensation beitragen.

Weitere Ersatzmaßnahmen befinden sich auf der Kompensationsfläche bei Blunk im Kreis Segeberg sowie auf der Maßnahmenfläche Ersatzwald Hasenmoor.

Neben der erforderlichen Kompensation für Flächenbeanspruchung und Versiegelung sowie für die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und der landschaftsgebundenen Erholungsnutzung, sind verschiedene CEF-Maßnahmen notwendig, die vor allem die Neuschaffung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten von Brutvögeln im Brückenbauwerk beinhalten (Maßnahmen 10 ACEF bis 14 ACEF).

<u>Darstellung der Maßnahmen</u>

Die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden wie folgt differenziert:

- Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nördlich der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf
- Nisthilfen neues Brückenbauwerk/Umfeld
- Ausgleichsmaßnahmen an der Trasse
- Ersatzmaßnahmen

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nördlich der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf

- 1 E Entwicklung Extensivgrünland durch Umwandlung Grünlandnutzung
- 2 A Anlage Saumstrukturen durch Umwandlung Acker
- 3 A Anlage Knicks/Feldhecken
- 4 A Anlage Kleingewässer
- 5 A Entwicklung Uferstrukturen
- 6 A Entwicklung von Röhrichtbeständen

Nisthilfen Brückenbauwerk/Umfeld

- 10 ACEF Anbringung Nisthilfen Star
- 11 ACEF Anbringung Nisthilfen Dohle
- 12 ACEF Anbringung Nisthilfen Wanderfalke
- 13 ACEF Anbringung Nisthilfen Uhu
- 14 ACEF Anbringung Nisthilfen Turmfalke

Ausgleichsmaßnahmen an der Trasse

- 16 A Anlage Feldhecke mit kleinem Feuchtbiotop
- 17 A Gehölzanpflanzung auf den neuen Böschungen
- 18 A Anlage einer Baumreihe am Friedhof
- 19 A Entsiegelung der ehemaligen Straßenflächen und Pfeilerstandorte
- 20 A Anlage naturnaher Laubwald am Friedhof
- 22 A Anlage naturnaher Laubwald im Südwesten
- 23 A Anlage Saumstrukturen Wald am Friedhof und im Südwesten

Ersatzmaßnahmen

- 43 E Ökokonto 078-01 „Waabs 1“
- 44 E Ökokonto 01-3 „Olendieksau 3“
- 45 E ÖK 112-02 Ersatzwald Hasenmoor
- 46 E Besatz mit Jungfischen (Aal, Ostseeschnäpel) bei Bestandsrückgang
- 47 E Anlage von Baumgruppen
- 48 E Anlage eines Redders
- 49 E Anlage eines Knicks
- 50 E Wiederherstellung eines Knicks
- 51 E Anlage von Feldhecken

Gestaltungsmaßnahmen

Die Gestaltungsmaßnahmen befinden sich häufig im räumlichen Zusammenhang mit den Ausgleichsmaßnahmen, zum Teil handelt es sich um ähnliche Maßnahmen, die Gestaltungsmaßnahmen befinden sich im Gegensatz zu den Ausgleichsmaßnahmen jedoch im unmittelbaren Umfeld der Trasse.

- 15 G Anlage Feldgehölze beidseitig Dieksredder
- 21 G Anlage Feldhecke am südöstlichen Böschungsfuß
- 38 G Rasenansaaten auf den Straßenrandflächen
- 39 G Bepflanzung der Böschung im unmittelbaren Trassenbereich
- 40 G Gestaltungsmaßnahmen im unmittelbaren Umfeld der Brücke
- 42 UBB Zusammenstellung der Maßnahmen mit Umweltbaubegleitung

Gesamtbeurteilung des Eingriffs

Die beeinträchtigten Funktionen – Biotop- und Lebensraumfunktion, Bodenschutzfunktion sowie Grund- und Oberflächenwasserschutzfunktionen – können mit den vorgesehenen Maßnahmen nördlich der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelsdorf und im Trassenbereich sowie auf den trassenfernen Maßnahmenflächen kompensiert werden.

Mit den geplanten Gehölzpflanzungen im Umfeld der Trasse werden die Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und der landschaftsgebundenen Erholungsnutzung in den Bezugsräumen 1 und 3 (Nördliches und Südliches Offenland) kompensiert. Im Bezugsraum 2 (Nord-Ostsee-Kanal und Borgstedter See) sind die wesentlichen Eingriffe während der Bauphase zu verzeichnen. Eine funktionale Kompensation ist nicht möglich. Der Schwerpunkt der Maßnahmen liegt hier in der größtmöglichen Minimierung und Vermeidung der Auswirkungen durch Lärm, Schadstoffe und Erschütterungen.

6.5 Maßnahmen zur Einpassung in bebaute Gebiete

entfällt

6.6 Sonstige Maßnahmen nach Fachrecht: Seveso-III-Richtlinie

Mit E-Mail vom 22.02.2018 hat das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) mitgeteilt, dass im Umfeld des Vorhabens derzeitig folgende Anlagen mit Betriebsbereichen der unteren Klasse nach 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) bekannt sind:

(1) Ceravis AG, Kieler Straße 211, 24768 Rendsburg (Pflanzenschutzmittellager)
(2) Hohenberg Energie GmbH, Hohenberg 1, 24790 Schülldorf (Biogasanlage/brennbare Gase)

(3) Riboer Bioenenergie GmbH & Co. KG, Dorfstraße 34a, 24782 Rickert (Biogasanlage/brennbare Gase)

Entsprechend den KAS-18 (Leitfaden für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG) und KAS-32 (Arbeitshilfe, szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18) sind entsprechend Art. 13 der Seveso-III-Richtlinie von den Mitgliedsstaaten neue Entwicklungen in der Nachbarschaft bestehender Betriebe wie Verkehrswege zu überwachen.

Das Ziel besteht darin, Menschen und besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete vor den Auswirkungen eines Störfalls mittels Sicherheitsabstands zu schützen.

Den o.g. Unterlagen sind dabei Mindestabstände zu entnehmen, die für Anlagen mit Betriebsbereichen der unteren Klasse bei 200 m liegen.

Der Abstand des Vorhabens zu der nächstgelegenen Biogasanlage (lfd. Nr. 2) beträgt ca. 1.000 m. Nach Einschätzung des LLUR wird das geplante Vorhaben von den drei Anlagen nicht beeinträchtigt und wird auch die Anlagen nicht beeinträchtigen. Störfälle sind durch das Vorhaben nicht zu besorgen, die Folgen eines etwaigen Störfalls werden nicht verschlimmert.

7 Kosten

Kostenträger ist Bundesrepublik Deutschland, soweit nicht eine andere Kostentragung im Regelungsverzeichnis vereinbart ist. Bei den erforderlichen Leitungsverlegungen erfolgt eine Kostenbeteiligung der Versorgungsträger gemäß den jeweiligen Rahmenverträgen bzw. nach Bestimmungen des bürgerlichen Rechts. Bei Telekommunikationslinien wird die Kostentragung gemäß dem Telekommunikationsgesetz geregelt.

8 Verfahren

Für die Erlangung des Baurechts wird ein Planfeststellungsverfahren nach § 17 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) durchgeführt.

Die Maßnahme soll nach Vorliegen der baurechtlichen und haushaltsrechtlichen Voraussetzungen umgehend durchgeführt werden.

Der in den Unterlagen enthaltene Abschnitt der A 7 von AS Rendsburg/Büdelsdorf bis AK Rendsburg wird sechsstreifig ausgebaut. Der Abschnitt ist durch die beidseitig angrenzenden Knotenpunkte für sich verkehrswirksam.

Die Gemeinde Borgstedt hat mit Beschluss der Gemeindevertretung am 06.06.2019 die Aufstellung eines planfeststellungsersetzenden Bebauungsplans (B-Plan Nr. 24) beschlossen (s. Kap. 4.5.2). Weitere laufende Verfahren der Bauleitplanung oder Flurbereinigung im Planfeststellungsbereich sind nicht bekannt.

9 Durchführung der Baumaßnahme

9.1 Vorbereitende Arbeiten

Notwendige Leitungsänderungsmaßnahmen werden im Vorfeld des Streckenbaus ausgeführt.

Mit Kampfmitteln aus Bombenabwürfen ist im Baufeld nicht zu rechnen, da die von der Baumaßnahme betroffenen Gemeinden nicht in der Liste der Gemeinden mit bekannten Bombenabwürfen der Kampfmittelverordnung Schleswig-Holstein aufgeführt sind.

9.2 Grunderwerb

Der für die Durchführung des Bauvorhabens benötigte Grund und Boden wird vom Träger der Straßenbaulast käuflich erworben. Die Höhe der zu zahlenden Entschädigungen für Grunderwerb, Wirtschaftserschwernisse, Aufwuchs und sonstige Nachteile wird außerhalb dieses Verfahrens in besonderen Verhandlungen in freier Vereinbarung, ggf. unter Hinzuziehung eines Sachverständigen, festgelegt.

Der Umfang des für die Baumaßnahme erforderlichen Grunderwerbs geht aus den Grunderwerbsplänen und dem Grunderwerbsverzeichnis hervor (siehe Anlagen 10.1 und 10.2). Die Flächenangaben - aus den vorliegenden Planunterlagen als Etwa-Flächen ermittelt - gelten vorbehaltlich des Ergebnisses der Schlussvermessung. Soweit mit den betroffenen Anliegern Vereinbarungen abgeschlossen wurden, ist dies im Grunderwerbsverzeichnis vermerkt.

Flächen, die vorübergehend für die Bauausführung von Bauwerken, Leitungsverlegungen, Bodenaustauschmaßnahmen etc. sowie für Behelfsfahrbahnen in Anspruch genommen werden müssen, sind in den Planunterlagen ausgewiesen und unterliegen der Planfeststellung.

Die Art der Verwendung der jeweiligen Flächeninanspruchnahme ist in der Spalte 13 „Bemerkungen“ des Grunderwerbsverzeichnisses vermerkt. Danach wird unterschieden in Inanspruchnahmen für (a) den Straßenbau, (c) Dritte und (d) landschaftspflegerische Maßnahmen.

Soweit im Grunderwerbsverzeichnis bisherige öffentliche Verkehrsflächen als zu erwerbende Flächen mit aufgeführt sind, hat ihre Aufzählung nur nachrichtlichen Charakter. Sie gehen gemäß § 6 Abs. 1 FStrG (§ 17 Abs. 1 StrWG) ohne Entschädigung in das Eigentum des neuen Trägers der Straßenbaulast über.

Die im Planfeststellungsbereich abzureißenden Gebäude sind in den Lage- und Grunderwerbsplänen gelb angelegt und ausgekreuzt worden (siehe Anlagen 5, 10.1, 11).

Im Einzelnen handelt es sich um folgendes Gebäude:

Bau-km	Flurstück	Flur	Gemarkung	Gebäudeart

1+020	50/7	4	Borgstedt	1 Teilabbruch Nebengebäude lfd. Nr. 69, Anlage 11 Regelungsverzeichnis

9.3 CEF-Maßnahmen

Bei den CEF-Maßnahmen handelt es sich um Nisthilfen, die den Verlust der Brutplätze auf der Rader Hochbrücke (Dohle, Wanderfalke, Turmfalke, Uhu) sowie im Baufeld (Star) kompensieren.

Die Nisthilfen außerhalb des Brückenbauwerkes für Star und Uhu werden vor Baubeginn in geeigneten Habitaten geschaffen.

Für Wanderfalke, Turmfalke und Dohle werden an der Westseite des bestehenden Bauwerkes Nisthilfen angebracht. Die Nisthilfen können den betroffenen Brutvögeln als temporäre Ausweich-quartiere dienen. Nach Fertigstellung des östlichen Teilbauwerkes und vor dem Abriss des alten Brückenbauwerkes werden die Nisthilfen an der Ostseite des neuen Teilbauwerkes angebracht. Hier dienen sie den am Brückenbauwerk brütenden Dohlen, Turmfalken und Wanderfalken dauerhaft als Ausweichquartier. Die Anbringung erfolgt damit jeweils auf der dem Baugeschehen in der jeweiligen Bauphase abgewandten Seite der Brücke.

9.4 Bauablauf

Der Bauablauf lässt sich in zwei Haupt-Bauphasen einteilen:

Bauphase 1

Bau des östlichen Teilbauwerkes der Rader Hochbrücke und Bau der östlichen Richtungsfahrbahn inklusive der östlichen Überbauten der Bauwerke 606, 604 und 602.

Der Verkehr wird dazu über Mittelstreifenüberfahrten am Bauanfang und Bauende auf die Westseite geleitet und als 4+0 Verkehrsführung geführt. Für die Einrichtung der 4+0 Verkehrsführung ist die vorhandene westliche Richtungsfahrbahn von 11,50 m auf 12,50 m bauzeitlich zu verbreitern (Hauptfahrstreifen von je 3,25 m, Überholfahrstreifen 2,85 m, zzgl. 0,3 m Mitteltrennung).

Bis zur Fertigstellung des östlichen Teilbauwerks wird die gesamte bestehende Rader Hochbrücke für den Verkehr genutzt. Dementsprechend wird die Fahrtrichtung Flensburg direkt vor und hinter der Brücke über Mittelstreifenüberfahrten auf die östliche Bestandsbrücke geführt.

Bauphase 2

Nachdem die östliche Richtungsfahrbahn und das östliche Teilbauwerk der Rader Hochbrücke neben dem vorhandenen Bauwerk fertiggestellt wurden, wird der Verkehr mit einer 4+0 Verkehrsführung auf diese 14,50 m breite Richtungsfahrbahn umgelegt.

Danach beginnt der Abbruch der vorhandenen Rader Hochbrücke und das neue westliche Teilbauwerk wird an der Stelle der alten Brücke errichtet. Im Zuge des Baus der westlichen Richtungsfahrbahn werden die westlichen Überbauten der Bauwerke 606, 604 und 602 hergestellt.

Für den Rückbau des Hauptfeldes der Rader Hochbrücke (Bereich NOK) und das Einheben der neuen Überbauten werden Sperrungen des Nord-Ostsee-Kanals erforderlich. Diese sind mit dem WSA Kiel-Holtenau rechtzeitig abzustimmen und werden auf maximal einen Tag je Sperrung begrenzt.

Die detaillierten Herstellungs- und Rückbaukonzepte für den Neubau der Rader Hochbrücke sind zur Information als Unterlagen 21.1 und 21.2 beigefügt.

9.5 Baustelleneinrichtung und -logistik

9.5.1 Baustelleneinrichtungsflächen

Für die Abwicklung der Baumaßnahme werden u.a. Flächen zur Demontage und Montage von Bauteilen, zur Lagerung von Baustoffen, zur Unterbringung der Beschäftigten oder zum Abstellen von Fahrzeugen benötigt. Hierfür stehen grundsätzlich die bundeseigenen Flächen unter und neben der bestehenden Hochbrücke sowie die außer Betrieb befindlichen Teile der Verkehrsanlage zur Verfügung. Zusätzliche Flächen sind im Bereich nördlich des Treidelweges ausgewiesen.

9.5.2 Baufeld

Zur Durchführung der Baumaßnahme wird über den eigentlichen baulichen Eingriff hinaus ein Baufeld benötigt. Diese Flächen werden nur vorübergehend in Anspruch genommen und nach Abschluss der Maßnahme rekultiviert. Das Baufeld ist im Bereich besonders schutzwürdiger Biotopstrukturen eingeengt.

9.5.3 Baustraßen

Die Erschließung der Baustelle erfolgt grundsätzlich über das öffentliche Straßennetz. Insbesondere für die Massentransporte sind im nördlichen und südlichen Bauabschnitt provisorische Ab- und Auffahrten zur A 7 vorgesehen, um das nachgeordnete Straßennetz nicht mit diesen Verkehren zu belasten. Über parallel zur A 7 geplante Baustraßen ist damit eine direkte Andienung der Baustelle möglich.

Die Baustraßen werden nach Abschluss der Baumaßnahme zurückgebaut.

Zur Erschließung von der B 203 zum Baufeld wird der Wirtschaftsweg auf der Ostseite parallel zur A 7 bis zur Brücke über den Wirtschaftsweg Dieksredder als Baustraße mit genutzt. Für den Weg wird vor Baubeginn eine Zustandsfeststellung durchgeführt. Von dem Wirtschaftsweg werden bisher und zukünftig die anliegenden landwirtschaftlichen Flächen bewirtschaftet. Auch während der Bauzeit ist die Zufahrt zu gewährleisten. Notwendige Vollsperrungen sind rechtzeitig gegenüber den

Bewirtschaftern anzukündigen. Nach Fertigstellung der Bauarbeiten wird der Weg wiederhergestellt oder in gleichwertiger Bauweise neu hergestellt.

Eine Nutzung der innerörtlichen Gemeindestraßen für Bodenmassentransporte und/oder zugehörige Leerfahrten ist ohne Einvernehmen mit der betroffenen Gemeinde ausgeschlossen.

9.5.4 Kaianlage für seeseitige Bauteile

Sowohl die vorhandene als auch die geplante Hochbrücke sind mit Pfeilern im Borgstedter See gegründet. Die Andienung dieser Bauteile kann ausschließlich über den Wasserweg erfolgen. Für Massentransporte kommen z.B. Schuten, als Arbeitsplattformen beispielsweise Pontons in Betracht. Für die Wahl der Anlegestellen stehen verschiedene Varianten zur Verfügung, die im Folgenden erläutert werden:

- Andienung über Kaianlage in größerer Entfernung zur Baustelle
  Die Andienung über den Wasserweg lässt nur geringe Fahrgeschwindigkeiten zu. Mit größerer Fahrstecke wächst somit die Fahrzeit und es wird für die gleiche Transportleistung eine größere Anzahl an Wasserfahrzeugen benötigt. Anlegestellen außerhalb des Borgstedter Sees sind daher nicht geeignet und werden ausgeschlossen. Bei einer Wahl einer Kaianlage im Bereich des NOK ist zusätzlich zu beachten, dass der Schiffsverkehr auf dem Kanal immer Vorrang hat und es dadurch zu Wartezeiten kommen kann.
- Variante I: Andienung über Kaianlage der Bundesmarine in Borgstedt
  Östlich von Lehmbek (zu Borstedt) befindet sich die Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71). Da die Liegenschaft mit Ihrer Anlegestelle bereits gut erschlossen ist, wäre sie als provisorische Anlegestelle für die Andienung der Baustelle gut geeignet. Nach Auskunft der WTD sind die dortigen Anlagen jedoch für größere Lasten nicht ausgelegt. Zudem sind die in der Liegenschaft untergebrachten magnetischen Vermessungsanlagen empfindlich gegenüber äußere Einflüsse. Innerhalb eines Schutzbereiches von 300 m um die Messanlage sind daher bauliche Änderungen über oder unterhalb der Erdoberfläche bzw. über oder unterhalb der Wasserlinie untersagt. Die Einrichtung und der Betrieb von Elektrischen Einrichtungen (z. B. Umspannanalgen) sind genehmigungspflichtig, der Betrieb von Gleichstrom-Hochstromanlagen (> 150 A) sind verboten. Ferner ist der Betrieb von Schweißanlagen nicht zulässig. Eine Nutzung des Areals für die Baumaßnahme scheidet daher aus.
- Variante II: Andienung über provisorische Kaianlage am Treidelweg
  Der Treidelweg verläuft im Wesentlichen parallel zum Ufer des Borgstedter Sees. Insofern bietet es sich an, hier einen provisorischen Kai vorzusehen. Das Ufer direkt unterhalb des Bestandsbauwerks wurde bereits beim Bau der Hochbrücke in den 1970er Jahren für die

Baudurchführung befestigt. Dieser Bereich ist auch über die Zuwegung östlich des Autobahndammes auf kürzestem Wege erreichbar, die Beeinträchtigungen der Anlieger des Treidelsweges können somit minimiert werden.

Im Vergleich der aufgeführten Varianten stellt die Variante II, d.h. der Bau eines provisorischen Kais unterhalb der bestehenden Hochbrücke die Vorzugslösung dar. Es wird eine provisorische Kaianlage mit einer Nutzfläche von ca. 30 x 45 m vorgesehen. Die Konstruktion besteht aus Spundwänden mit einer Hinterfüllung. Nach Abschluss der Baumaßnahme wird die Anlage wieder zurückgebaut.

9.5.5 Andienung der Rader Insel

Auf der Rader Insel befinden sich sieben Pfeilerpaare der Bestandsbrücke. Das geplante neue Bauwerk soll ebenfalls auf sieben Pfeilerpaaren auf der Insel gegründet werden. Zur Andienung der dort gelegenen Baustellenflächen gibt es verschiedene Varianten:

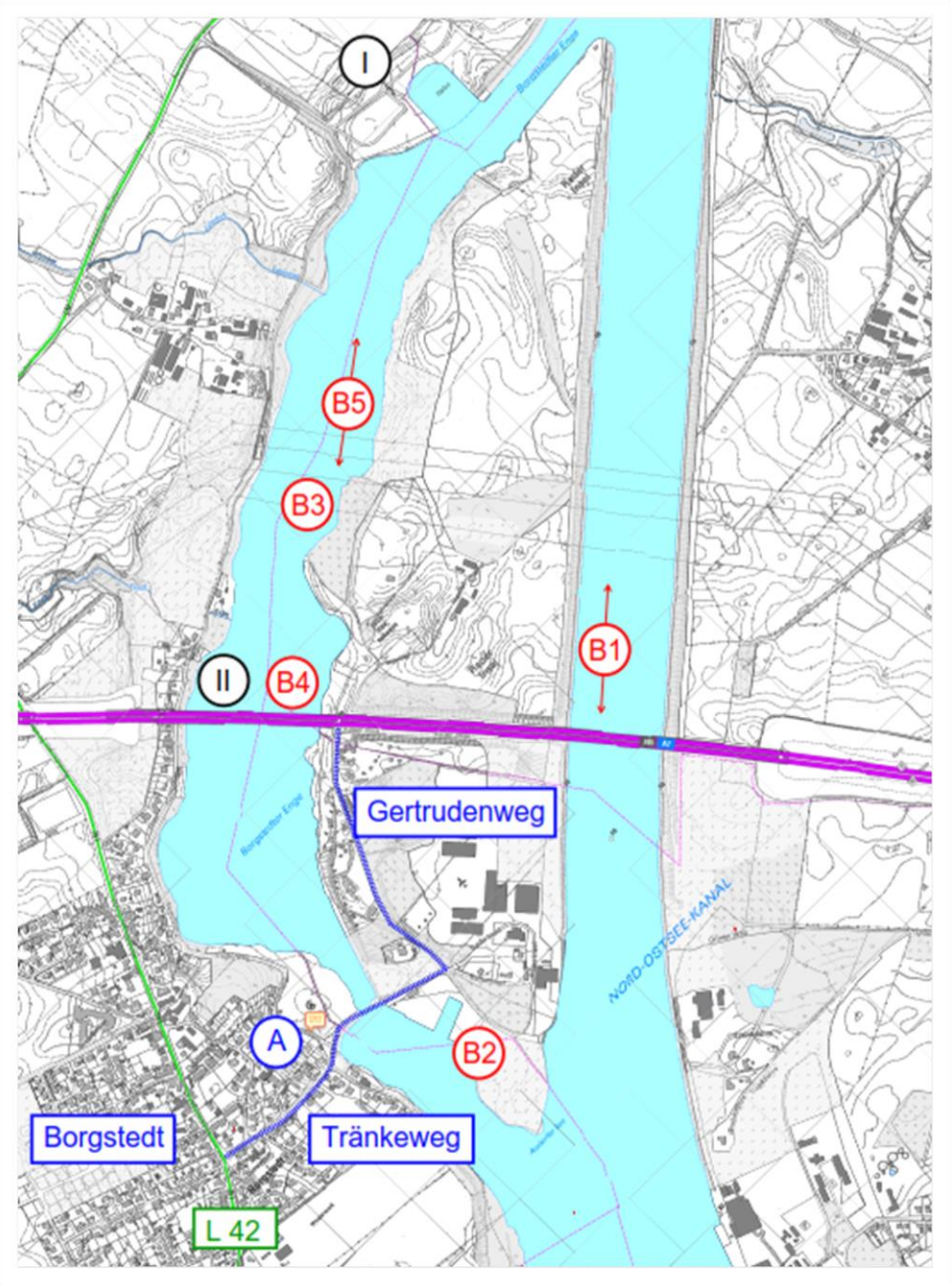

Abbildung 1: Übersichtskarte mit untersuchten Varianten der Andienung

- <u>Variante A: Andienung landseitig über Ortslage Borgstedt und Brücke</u>
  Die Rader Insel ist landseitig über eine Straßenbrücke erreichbar. Die Zufahrt zur Brücke erfolgt von der Rendsburger Straße (L 42) in der Ortslage Borgstedt über den Tränkeweg.

Letzterer ist eine Anliegerstraße mit Einbauten zur Verkehrsberuhigung und weist z.T. größere Längsneigungen auf. Die Brücke zur Insel wurde in den 1950er Jahren errichtet und weist eine Fahrbahnbreite von 3,50 m auf. Gewichtsbeschränkungen bestehen nicht. Die Tragfähigkeit der Konstruktion ist gemäß Gutachten aus dem Jahr 2016 ausreichend. Auf der Insel müsste der Privatweg „Gertudenweg“ auf einer Länge von ca. 650 m bis zum Erreichen der Baustelle befahren werden. Für den Weg ist für die Beauftragten der Bundesstraßenverwaltung eine Dienstbarkeit eingetragen. Damit ist es gestattet, den Weg für erforderliche Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten zu befahren, Fahrzeuge über 6 Tonnen sind dem Eigentümer anzukündigen.

Als nachteilig wird bei dieser Variante die Befahrung des Tränkeweges bewertet. Die Anliegerstraße ist für die Massentransporte des Abbruchs und der Baustoffe eher ungeeignet. Die Beeinträchtigungen der Anlieger durch den Baustellenverkehr wären gesondert zu untersuchen. Es wäre in jedem Fall von einer hohen Belastung der Ortslage mit Baustellenverkehren über einen relevanten Zeitraum auszugehen.

- Varianten B1 bis B5: Andienung über Kaianlagen auf der Rader Insel

  Die Massentransporte könnten alternativ über den Wasserweg erfolgen. Hierfür wird inselseitig eine Kaianlage zur Verladung der Baustoffe und Fahrzeuge benötigt. Die nachfolgenden Varianten wurden betrachtet:

  - Variante B1: Bau einer provisorischen Kaianlage am NOK:

    Der NOK weist entlang der Rader Insel eine konstante Breite auf. Eine provisorische Kaianlage würde entweder das Fahrwasser einengen oder es müsste eine künstliche Bucht angelegt werden. Ersteres wird aus betrieblichen und Sicherheitsgründen ausgeschlossen. Die Erdarbeiten zur Anlage einer künstlichen Bucht im NOK wären mit einem erheblichen bautechnologischen und auch zeitlichen Aufwand verbunden. Hinzu kämen die umweltrechtlichen Eingriffe sowie Grundstücksbetroffenheiten Dritter. Kritisch wäre aus Sicht des WSA Kiel-Holtenau zudem die Beeinträchtigung des Schiffverkehrs durch zusätzliche Schiffsbewegungen des Baustellenverkehrs. Einschränkungen im seitlichen Lichtraumprofil des Kanals sind grundsätzlich jedoch bei Montage- und Demontagearbeiten an den Kanalpfeilern einschließlich Überbau sowie bei der Voutenherstellung notwendig.

  - Variante B2: Marina Fa. Yachtservice Schreiber GmbH & Co. KG:

    Südlich der Brücke zur Rader Insel befindet sich die Marina der Fa. Schreiber für Sport- und Freizeitboote. Diese wäre grundsätzlich für eine bauzeitliche Nutzung gut geeignet. Es wäre jedoch mit erheblichen Beeinträchtigungen des Geschäftsbetriebes zu rechnen, so dass diese Variante nicht weiter verfolgt wird.

  - Variante B3: ehemalige Kaianlage des früheren Kokswerkes:

    Etwa im Bereich der westlichsten Hochspannungsleitung befanden sich bis Anfang des 20. Jahrhunderts u.a. ein Kokswerk und eine Benzolfabrik. Zu diesen Anlagen

gehörte eine Kaianlage, von der heute noch Reste vorhanden sind. Hier könnte eine provisorische Kaianlage für die vorliegende Baumaßnahme vorgesehen werden. Die erforderlichen Wassertiefen sind hier gemäß den vorliegenden Peildaten ausreichend.

Für den Transport zur Baustelle müssten Wege als Baustraßen auf einer Länge von rd. 500 m ausgebaut bzw. neu angelegt werden. Zu den Seilen der Hochspannungsleitungen sind die vorgeschriebenen Sicherheitsabstände einzuhalten, was insbesondere beim Einsatz von Hebezeugen, Kranen etc. zu beachten wäre. Weiterhin beabsichtigt die untere Bodenschutzbehörde das Gelände aufgrund der früheren Nutzung als altlastenverdächtige Fläche in das Boden- und Altlastenkataster aufzunehmen (Kategorie K gemäß Altlasten-Leitfaden Erfassung des Landes Schleswig-Holstein; Auskunft Umweltamt des Kreises Rendsburg-Eckernförde vom 05.07.2016 und 31.10.2019).

- Variante B4: Kaianlage Fa. Yachtservice Schreiber GmbH & Co. KG im Bereich der Hochbrücke:

  Unterhalb der vorhandenen Hochbrücke ist eine Kaianlage der Fa. Schreiber, die bereits für Bau den Bau der Brücke in den Jahren bis 1972 genutzt wurde. Aufgrund der in diesem Bereich befindlichen Bestandspfeiler und der geplanten neuen Gründungen müssen große Bereiche der Kaianlage baubedingt - unabhängig von einer Nutzung als Anlegestelle - in Anspruch genommen werden. Damit ist eine Nutzung der Kaianlage während der Bauphase durch die Eigentümerin Fa. Schreiber nur sehr eingeschränkt möglich. Die Kaianlage ist für eine bauzeitliche Nutzung konstruktiv zu ertüchtigen. Die Wassertiefen sind hier gemäß den vorliegenden Peildaten ausreichend.

- Variante B5: Bau einer provisorischen Kaianlage am Ufer des Borgstedter Sees:

  Eine weitere Variante besteht im Bau einer neuen, provisorischen Kaianlage am seeseitigen Ufer der Rader Insel. Hierfür wäre an einer bisher nicht verbauten Uferstelle eine Kaianlage mit ca. 40 - 50 m Breite zuzüglich Rangier- und Lagerflächen angelegt werden. Von dieser Anlage wären die Transporte zur Baustelle durchzuführen. Zu beachten ist, dass mit Ausnahme der Kaianlagen Fa. Schreiber und ehemaliges Kokswerk an den naturnahen Uferabschnitten keine ausreichenden Wassertiefen gemessen wurden. Für neue Kaianlagen wäre im Borgstedter See eine entsprechende Ausbaggerung bis zur benötigten Wassertiefe erforderlich.

Die Abwicklung des gesamten Baustellenverkehrs zur Rader Insel durch die Ortslage von Borgstedt (Variante A) wird als nicht zumutbar für die Anlieger der betroffenen Straßen erachtet. Die Haupttransporte sind daher über den Borgstedter See abzuwickeln.

Beim Bau einer neuen Kaianlage an den naturnahen Uferabschnitten (Variante B5) müssten im See größere Bereiche ausgebaggert werden, um ausreichenden Tiefgang für Wasserfahrzeuge zu gewährleisten. Dieser Eingriff sollte unterbleiben, soweit andere Varianten umsetzbar sind. Ausreichende Wassertiefen sind bereits bei den Kaianlagen der Fa. Schreiber (Variante B4) und des ehemaligen Kokswerks (Variante B3) vorhanden. Die Anlage am ehemaligen Kokswerk müsste baulich erneuert werden. Negativ sind dort allerdings die Beschränkungen im Bereich der Hochspannungsfreileitungen zu bewerten und insbesondere die zu erwartenden Belastungen des Bodens durch Altlasten.

Die Vorzugslösung stellt damit im Vergleich die Kaianlage der Fa. Schreiber unterhalb der Hochbrücke (Variante B4) dar. Hier sind konstruktive Verstärkungsmaßnahmen erforderlich, die vorhandene Wassertiefe lässt aber das Anlegen der Wasserfahrzeuge ohne weitere Eingriffe zu. Besonders hervorzuheben ist, dass die Anlage bauzeitlich für den Abriss und den Brückenneubau in Anspruch genommen werden muss und somit für die Eigentümerin - unabhängig von einer Nutzung als Anlegestelle - nicht zur Verfügung steht. Der Eingriff in das Betriebsgrundstück und Eigentum der Fa. Schreiber ist damit unumgänglich. Die zusätzliche Nutzung der Kaianlage fällt nur unwesentlich ins Gewicht und wird als verhältnismäßig bewertet. Mit der Marina steht Fa. Schreiber die hauptsächlich für den Betrieb genutzte Kaianlage uneingeschränkt zur Verfügung. Der Nutzungsausfall der Kaianlage unterhalb der Hochbrücke wird entschädigt. Nach Abschluss der Inanspruchnahme erfolgt eine Rückgabe der Anlage in wenigstens gleichwertigen Zustand.

9.6 Baulärm

Die baubedingten Lärmauswirkungen der Baumaßnahme wurden mit Hilfe einer rechnerischen Schallprognose gemäß AVV Baulärm ermittelt und beurteilt. Signifikante Schallimmissionen sind sowohl beim Abbruch des Bestandsbauwerkes als auch bei Straßenbauarbeiten und der Herstellung der neuen Hochbrücke zu erwarten.

Die Schallprognose ergab, dass für einige besonders geräuschintensive Bauphasen mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte gemäß AVV Baulärm zu rechnen ist. Betroffen sind im Wesentlichen die Gebäude am Treidelweg und auf der Rader Insel. Die prognostizierten Überschreitungen treten nur temporär auf und beschränken sich auf kurze Zeiträume zwischen wenigen Tagen und maximal 1-2 Wochen. Da die Bauarbeiten nur am Tage erfolgen, dürfte aufgrund der nur temporären Überschreitungen in der Regel ein Ausweichen der Bewohner auf Räume an den lärmabgewandten Gebäudeseiten zumutbar sein. In Härtefällen, insbesondere für Gebäude mit möglicher Überschreitung von 70 dB(A) am Tage, wird der Vorhabenträger mit den Betroffenen individuelle Lösungen vereinbaren.

Für besonders lärmintensive Bauphasen ist eine Überprüfung der Schallprognose durch baubegleitende Schallpegelmessungen vorgesehen.

9.7 Entwässerungsanlagen

Die nördliche Retentionsbodenfilteranlage (RBFA) soll auf der Fläche des vorhandenen Regenrückhaltebeckens errichtet werden. Somit stünde ab Baubeginn bis zum Aufwuchs der Bepflanzung der RBFA keine Behandlungsanlage zur Verfügung. Für die bauzeitliche Wasserbehandlung ist daher eine Rohrsedimentationsanlage vorgesehen, die diese Funktion übernimmt.

Damit wird zuverlässig verhindert, dass Abbruchgut (Staub, Leichtflüssigkeit usw.) in den Borgstedter See gelangt.

Auf der Südseite bleibt das bestehende Regenrückhaltebecken so lange in Betrieb, bis der südliche Retentionsbodenfilter voll einsatzfähig ist.

9.8 Verkehrsführung im nachgeordneten Netz

Für die Bauzeit ist eine Vollsperrung des Wirtschaftsweges Dieksredder (Bauwerk 606) im Bereich der Autobahnkreuzung (Unterführung) notwendig.

Während des Baus des Bauwerks 604 (L 42) wird auf der Landesstraße eine einstreifige Verkehrsführung mit Ampelregelung vorgesehen. Für den Rückbau des alten Überbaus und den Einbau des neuen Überbaus ist der Verkehrsweg tageweise voll zu sperren. Eine gleichzeitige Vollsperrung am Treidelweg und am BW 604 ist nicht vorgesehen.

Für die Bauzeit des Bauwerks 602 (Rader Weg) ist eine Vollsperrung des Rader Weges für Kraftfahrzeuge unumgänglich. Für den Rad- und Fußgängerverkehr wird soweit möglich die Durchlässigkeit unter der Autobahn gewährleistet. Dennoch sind zeitlich begrenzte Vollsperrungen nicht zu vermeiden. Sperrungen des Rader Weges für den Rad- und Fußgängerverkehr werden rechtzeitig (mindestens 14 Tage vorher) bekannt gemacht. Bei mehrtägigen Sperrungen wird eine provisorische Ersatzwegeverbindung vorgesehen, die aus Richtung Schacht-Audorf vor dem Bauwerk Rader Weg in Richtung Norden bis zum Widerlager der Hochbrücke geführt wird. Nach Unterquerung der Rader Hochbrücke erfolgt die Verbindung in Richtung Friedhofsallee zur Ortslage Rade.

Abkürzungsverzeichnis

A	Bundesautobahn
AK	Autobahnkreuz
AS	Anschlussstelle
AVZ	Allgemeinverständliche, nichttechnische Zusammenfassung
B	Bundesstraße
Bau-km	Baukilometer
BW	Bauwerk
CEF	Continuous Ecological Functionality
DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
EKA	Entwurfsklasse Autobahn
EKL	Entwurfsklasse Landstraßen
L	Landesstraße
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
RAA	Richtlinie für die Anlage von Autobahnen
RAL	Richtlinie für die Anlage von Landstraßen
RLW	Richtlinien für den ländlichen Wegebau
RiFa	Richtungsfahrbahn
RIN	Richtlinie für integrierte Netzgestaltung
RQ 36	Regelquerschnitt mit Angabe der Kronenbreite
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt

Quellennachweis

[1] Richtlinie für die integrierte Netzgestaltung (RIN), „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Arbeitsgruppe "Verkehrsplanung"," Ausgabe 2008.

[2] Richtlinie für die Anlage von Autobahnen (RAA) mit Korrekturen von 07/2008, „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Arbeitsgruppe „Straßenentwurf"," Ausgabe 2008.

[3] Büro Böger + Jäckle, „Verkehrsstudie Tunnel Nord-Ostsee-Kanal Straße/ Bahn," 2014.

[4] Kieler Institut für Landschaftsökologie (Dr. Mierwald), „faunistische Planungsraumanalyse Potenzialanalyse," 2015.

[5] Ingenieurbüro Bergann Anhaus, „Machbarkeitsstudie zur Variantenfindung (Lärmschutz)," 2015.

[6] Büro Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR, „Ersatzneubau der Rader Hochbrücke Grundlagenermittlung, Stellungnahmen," 2015.

[7] PTV, „Ersatzneubau Rader Hochbrücke A 7 zwischen AK Rendsburg und AS Büdelsdorf in Schleswig- Holstein Verkehrstechnische UNtersuchung," 2015.

[8] Grassl Beratende Ingenieure Bauwesen, „Variantenstudie zum A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke," 2016.

[9] Schüßler-Plan, „Rader Hochbrücke BAB A 7, Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Anwendung einer Windabweisung," 2016.

[10] SSP Consult, „A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke Verkehrsuntersuchung," 09/ 2017.

[11] „Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein," 2010.

[12] Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT), „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen," Ausgabe 2006.

[13] „Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 4.1".

[14] BASt, „Manuelle Verkehrszählung," 2010.

[15] BMVI, „StB 21/72131.15/0007/2557330," 19.02.2016.

[16] „Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)".