



A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke
einschließlich 6-streifiger Erweiterung
zwischen der AS Rendsburg/ Büdelsdorf
und dem AK Rendsburg

Unterlage 19.5.1 - Anlage I

Ermittlung des zusätzlichen verkehrsbedingten
Salzeintrages in die Gewässer

Auftraggeber	TGP - Trüper Gondesen Partner mbB An der Untertrave 17, 23552 Lübeck
Auftragnehmer	Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH Stiftstraße 12, 30159 Hannover
Berichtsdatum	März 2019

**A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschließlich 6-streifiger Erweiterung
zwischen der AS Rendsburg/ Büdelsdorf und dem AK Rendsburg**

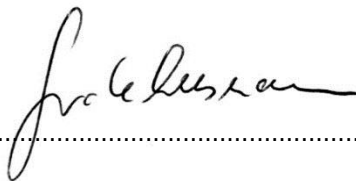
Ermittlung des zusätzlichen verkehrsbedingten Salzeintrages in die Gewässer

Aufgestellt:

Hannover, den 27.03.2019

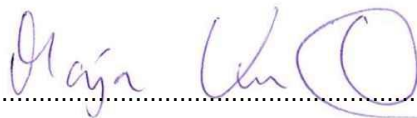
ifs Ingenieurgesellschaft für
Stadthydrologie mbH
Hannover

Dr.-Ing Dieter Grotehusmann



Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Maja Kurth



Inhalt

1	Veranlassung.....	1
2	Beschreibung des Bauvorhabens	1
3	Betroffene Wasserkörper.....	2
3.1	Oberflächenwasserkörper	2
3.2	Grundwasserkörper	7
4	Einleitung von durch den Winterdienst belastete Straßenabflüsse in Oberflächengewässer und ins Grundwasser	9
4.1	Abschätzung der resultierenden Chloridkonzentration im OWK	9
4.1.1	Nok_0 - Nord-Ostsee-Kanal	10
4.1.2	Bewertung.....	11
4.2	Abschätzung der resultierenden Chloridkonzentration im GWK	12
4.2.1	EI03 NOK - östl. Hügelland West	13
4.2.2	EI04 NOK - Geest.....	13
4.2.3	N4 - Rendsburger Mulde Nord	14
4.2.4	Bewertung.....	14
5	Zusammenfassung	15
6	Literatur und Quellen	16

Anlagen

1 Veranlassung

Die DEGES plant im Auftrage des Landes Schleswig-Holstein den 6-streifigen Ausbau der A 7 zwischen der AS Rendsburg/ Büdelsdorf und dem Autobahnkreuz (AK) Rendsburg einschließlich des Ersatzbaus der Rader Hochbrücke. Für diese geplante Baumaßnahme wird derzeit ein Wasserrechtlicher Fachbeitrag erstellt.

Im Rahmen der Prüfung hinsichtlich der potenziellen betriebsbedingten Auswirkungen durch das Bauvorhaben auf die Wasserkörper ist auch eine Prüfung der potenziellen Auswirkung durch die Einleitung und Versickerung von Straßenabflüssen hinsichtlich des Parameters Chlorid durchzuführen.

Die Ergebnisse zur potenziellen Salzfrachterhöhung in den Wasserkörpern werden hiermit vorgelegt.

2 Beschreibung des Bauvorhabens

Auszug aus der Entwässerungsplanung (Schüßler-Plan, 2018a)

Das Bauvorhaben umfasst das Ersatzbauwerk der Rader Hochbrücke einschließlich der Entwässerungsanlagen und die 6-streifige Erweiterung der A 7 in den Anschlussbereichen zwischen Anschlussstelle (AS) Rendsburg/ Büdelsdorf und dem Autobahnkreuz (AK) Rendsburg.

Derzeit entwässert die Rader Hochbrücke und Teile der vorhandenen Fahrbahn der A 7 über zwei Regenrückhaltebecken (Nord und Süd) auf der Nordseite in den Borgstedter See mit Enge und auf der Südseite in den Nord-Ostsee-Kanal (NOK). In den übrigen Dammbereichen wird das Straßenwasser versickert. Im Bereich zwischen AS Rendsburg/ Büdelsdorf und der L 42 sind die Entwässerungsanlagen der A 7 zusätzlich an den vorhandenen Graben II c angeschlossen und entwässern in diesen.

Die Planung sieht für die 6-streifige Erweiterung vor, dass die in der wasserrechtlichen Genehmigung ausgewiesenen Einleitmengen, die mit dem Planfeststellungsbeschluss 1967/ 1968 erteilt wurden, nicht überschritten werden, sodass die wasserrechtliche Genehmigung weiterhin Bestand hat.

Die Ableitung des im Planungsabschnitt anfallenden Straßenwassers erfolgt weitgehend offen über beidseitige Bankette, die anschließende Dammböschung und Versickermulden. Dementsprechend wurden die Bereiche mit offener Entwässerung über die Dammböschung in die Mulde als Entwässerungsabschnitt zusammengefasst.

Eine geschlossene Entwässerung wird im Bereich der Rader Hochbrücke vorgesehen. Da der Hochpunkt der Rader Hochbrücke über dem NOK liegt, ergeben sich dementsprechend zwei Entwässerungsabschnitte. Das in diesen Bereichen anfallende Straßenwasser wird über zwei Retentionsbodenfilter (Nord und Süd) gereinigt und anschließend in die jeweilige Vorflut (Borgstedter See mit Enge und NOK) gedrosselt eingeleitet.

In Richtung Süden schließt dann wieder ein Bereich mit offener Entwässerung über die Dammböschung an.

Im Bereich des AK Rendsburg erfolgt die Entwässerung über die zwischen der A 7 und den Verteilerspuren gelegenen Trennstreifen. Hier wird weitestgehend im Trennstreifen über drainierte Versickermulden versickert. Es werden Notüberläufe mit Stichleitungen

in die Außenmulden vorgesehen, um auch bei seltenen Starkregen eine Überstauung der Mulden im Trennstreifen zu verhindern.

Das Trinkwasserschutzgebiet Rendsburg (Schutzzone IIIA) liegt außerhalb des Planungsbereiches.

Die Bemessung und Gestaltung der Entwässerungs- und Behandlungsanlagen erfolgt nach RAS-Ew (FGSV, 2005), Arbeitsblatt DWA-A 102, DWA-A 117, DWA-A 138 und DWA-A 178, Merkblatt DWA-M 153, Retentionsbodenfilter Handbuch (MKULNV, 2015) u. A. sowie in Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde.

Die Planung der Entwässerung sieht eine Unterteilung in fünf Entwässerungsabschnitte (EA) vor, welche in der nachfolgenden Tabelle 2-1 zusammengefasst sind.

Tabelle 2-1: Daten der geplanten Regenrückhaltebecken (Schüßler-Plan, 2018a)

	Regenwasserbehandlung	EZG A _U ¹	Drosselabfluss Q _{Dr}	Vorflut
		ha	l/s	
EA 1	Versickerung über Böschungen und Mulden	2,86	-	Grundwasser
EA 2	RBF	3,83	24,1	Borgstedter See
EA 3	RBF	1,32	7,85	NOK
EA 4	Versickerung über Böschungen und Mulden	6,17	-	Grundwasser
EA 5	Versickerung über Mulden/ Mulden-Rigolen	1,12	-	Grundwasser

3 Betroffene Wasserkörper

3.1 Oberflächenwasserkörper

Im Planungsraum der A 7, im Bereich der Rader Hochbrücke sind von der Einleitung von Straßenoberflächenwasser die Oberflächenwasserkörper (OWK) Nord-Ostsee-Kanal (NOK) und Borgstedter See mit Enge betroffen. Nach Angaben des LLUR ist der Borgstedter See kein eigener Oberflächenwasserkörper (siehe Anlage 4).

Die Lage der betroffenen OWK einschließlich der zugehörigen Messstellen im Planungsraum sowie die Einleitstellen der Entwässerungsabschnitte sind in Bild 3-1 dargestellt. In Bild 3-2 sind weitere Messstellen des NOKs dargestellt.

¹ A_U = undurchlässige angeschlossene Fläche

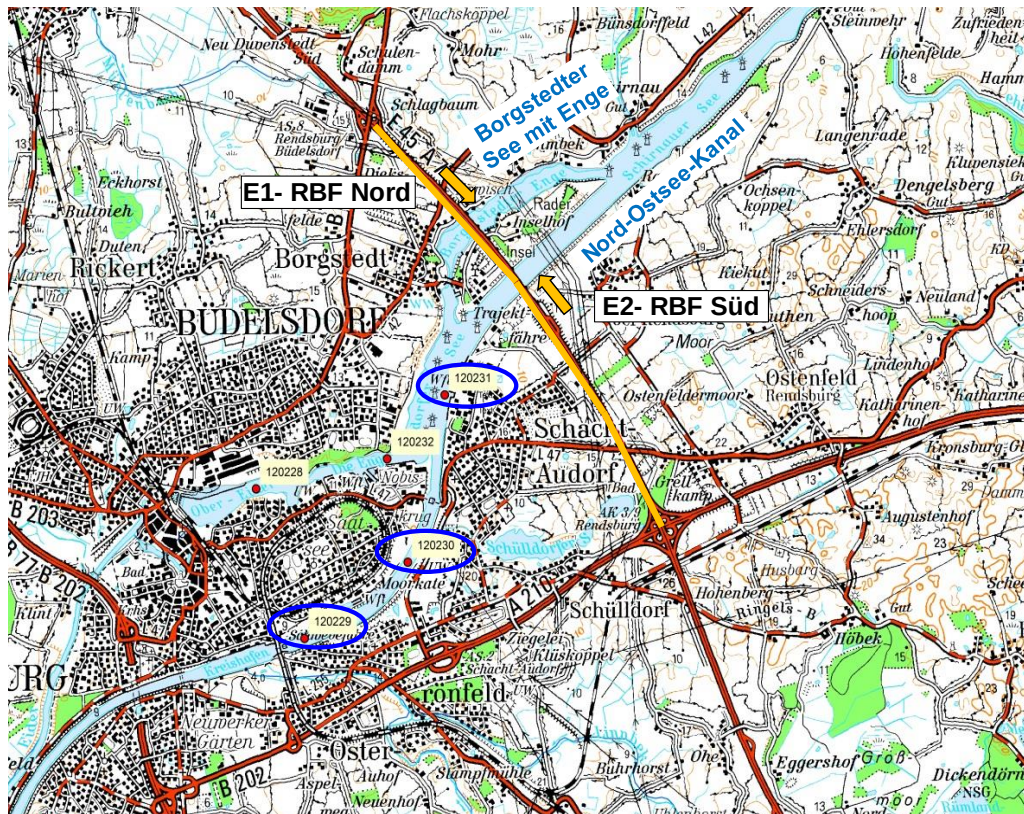


Bild 3-1: Lage OWK mit Messstellen und Einleitstellen im Planungsraum (verändert nach LLUR, 2018a)

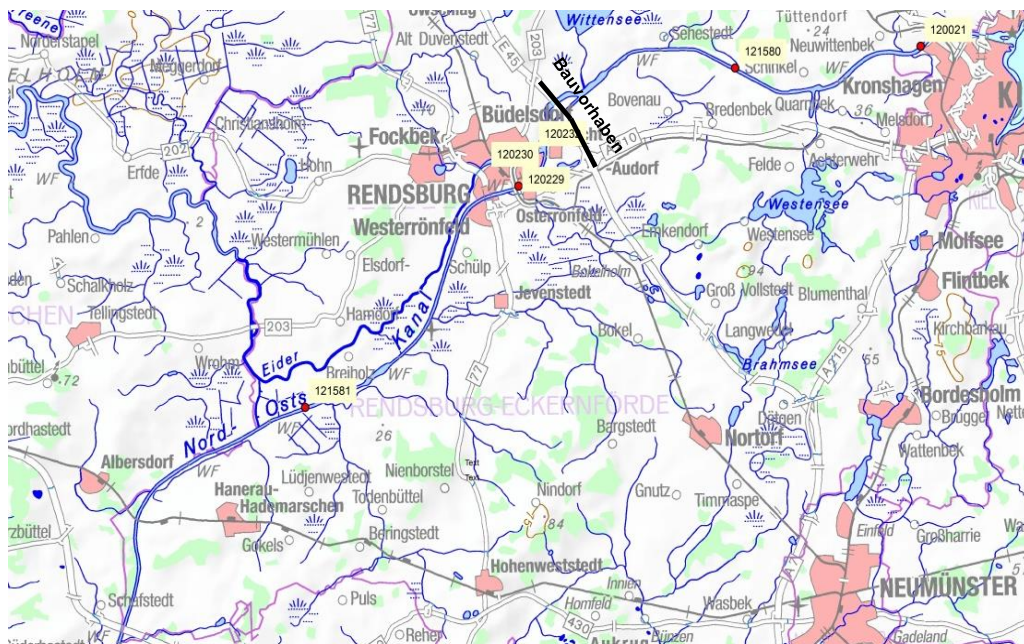


Bild 3-2: Lage weiterer Messstellen des NOKs (verändert nach LLUR, 2018a)

Zur Beurteilung der betriebsbedingten Auswirkungen durch das geplante Bauvorhaben wurden Messwerte sämtlicher Messstellen für den Parameter Chlorid (allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponente nach Anlage 7 OGewV (2016)) beim Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

(LLUR) angefordert. In der weiteren Betrachtung werden in Abstimmung mit dem LLUR nur die Messstellen

- Nr. 120229 - NOK vor Schwebefähre Rendsburg
- Nr. 120230 - NOK, Höhe Moorkate
- Nr. 120231 - NOK, Höhe Lürsen Kröger Werft

berücksichtigt, die sich in unmittelbarer Nähe zum Bauvorhaben befinden (siehe Bild 3-1).

Nord-Ostsee-Kanal (NOK)

Der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) gehört zu den künstlichen Seeschiffahrtsstraßen und wird dem Wasserkörpertyp 77 - Sondertyp Schifffahrtskanal zugeordnet.

Die Einstufungen der Qualitätskomponenten nach OGewV sind in Tabelle 3-1 aufgelistet. Das ökologische Potenzial des Nord-Ostsee-Kanals (nok_0) wurde nicht bewertet.

Tabelle 3-1: Einstufung der Qualitätskomponenten des OWK NOK (LLUR, 2018c)

DESH_nok_0 Nord-Ostsee-Kanal	
Stammdaten	
Status	künstlich
Ökologisches Potenzial	n. b.
Biologische Qualitätskomponenten	
Phytoplankton	n. b.
Makrophyten/Phytobenthos	n. b.
Benthische Wirbellose	n. b.
Fischfauna	n. b.
Hydromorphologische Qualitätskomponenten	
Wasserhaushalt	nicht gut
Durchgängigkeit	ja
Morphologie	nicht gut
Flussgebietsspezifische Schadstoffe gemäß Anlage 6 OGewV (2016)	
Gesamtbewertung	n. b.
Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten gemäß Anlage 7 OGewV (2016)	
Gesamtbewertung	n. b.
Chemischer Zustand gemäß Anlage 8 OGewV (2016)	
inkl. ubiquitärer Stoffe	Nicht gut
ohne ubiquitäre Stoffe	Nicht gut

Zitat Anfang (WSA Brunsbüttel, 2018)

Der NOK verbindet die Kieler Förde (Ostsee) mit der Elbe bei Brunsbüttel. Mit dem Bau des Nord-Ostsee-Kanals wurden die Eider und zahlreiche weitere Flüsse von ihren Oberläufen und Einzugsgebieten abgeschnitten. Infolgedessen werden rd. 10% der Landfläche des Niederungsgebietes von Schleswig-Holstein über den NOK entwässert (WSA Brunsbüttel, 2018). Das Niederschlagseinzugsgebiet des NOK beträgt 1.530 km² (bfg, 2016).

Die Möglichkeiten zur Entwässerung in Elbe- und Ostsee bestehen an den Schleusenanlagen in Brunsbüttel und Kiel-Holtenau nur im Freispiegelgefälle d. h. der Abfluss ist nur bei niedrigeren Außenwasserständen möglich. Die mittleren Wasserstandshöhen an der Ostsee in Kiel und der Kanalwasserspiegel befinden sich etwa auf gleichem Niveau. Daher kann nur in Zeiten mit niedrigerem Ostseewasserspiegel das Wasser auf dieser Seite abfließen. Über das Jahr gesehen fließen in Kiel-Holtenau durchschnittlich nur ca. 10% des überschüssigen Wasservolumens des NOK ab. Der überwiegende Teil fließt durch die regelmäßige Entwässerung in Brunsbüttel in die Elbe ab. Der Wasserstand im NOK wird bei Niedrigwasser in der Elbe durch die Schleuse Brunsbüttel reguliert (WSA Brunsbüttel, telefonische Auskunft 10.12.2018, Hr. Wasmis).

Zitat Ende

Aus der Differenz des Jahresniederschlags von 850 mm/a und einer realen Verdunstung von 550 mm/a ergibt sich eine Abflusshöhe von 300 mm/a = 300 l/(m² · a). Berücksichtigt man das Einzugsgebiet von 1.530 km² berechnet sich für den NOK eine Jahresabflussmenge von 459.000.000 m³/a, die über die Schleuse in Brunsbüttel entwässert wird. Dieser Jahresabfluss wird für die weitere Berechnung berücksichtigt. Die Ausgangsdaten wurden mit dem LLUR abgestimmt (siehe Anlage 5).

Aufgrund des Einflusses von Nord- und Ostsee weist der Nord-Ostsee-Kanal bereits einen hohen Salzgehalt auf. In der Bestandsaufnahme 2016 durch das Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel im Auftrag des LLUR (GEOMAR, 2018) wurde im Bereich der Rader Hochbrücke ein Salzgehalt von 6-7 PSU (Practical Salinity Unit) nachgewiesen (siehe Bild 3-3). PSU ist die Maßeinheit der Salinität. Gemäß Anlage 7 der OGewV (2016) gilt für Übergangsgewässer T1 und T2 ein durchschnittlicher Salzgehalt von 3,6-23,4 PSU.

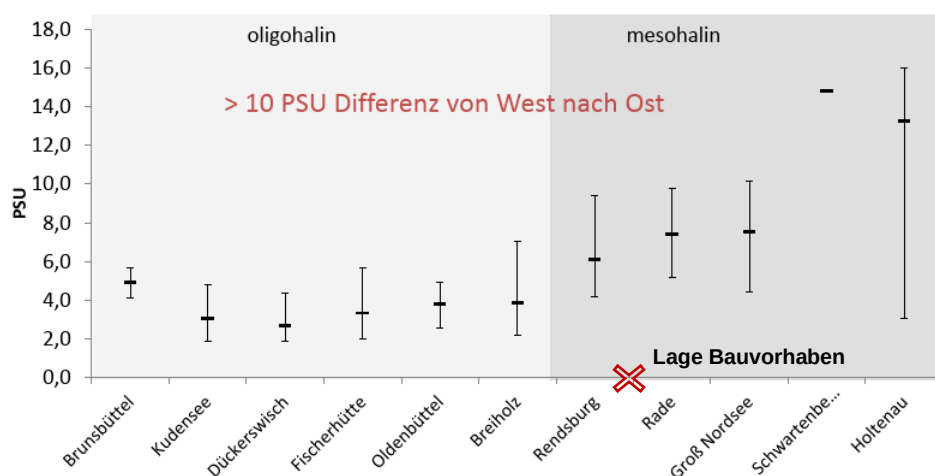


Bild 3-3: Salinität im Nord-Ostsee-Kanal (verändert nach GEOMAR, 2018)

Nach Auswertung der Messwerte für Chlorid über das gesamte Jahr 2011 für die Messstellen Nr. 121580, Nr. 120229 und Nr. 121581 zeigt sich, dass die Chloridkonzentration über das gesamte Jahr gleichbleibend hoch ist und nur geringen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, d. b. der Eintrag von salzhaltigen Straßenabflüssen über den Winterdienstzeitraum hat keinen signifikanten Einfluss auf die Chloridkonzentration im Nord-Ostsee-Kanal.

Weiterhin nimmt der Salzgehalt (Salinität) des Nord-Ostsee-Kanals von Kiel-Holtenau bis Brunsbüttel ab. Dies kann nach Auswertung der Messdaten bestätigt werden. Die ‚rote‘ Kurve in Bild 3-4 zeigt die östlichste Messstelle 121580 im NOK (vgl. Bild 3-2), für die die Messdaten in 2011 zur Verfügung standen und ausgewertet wurden.

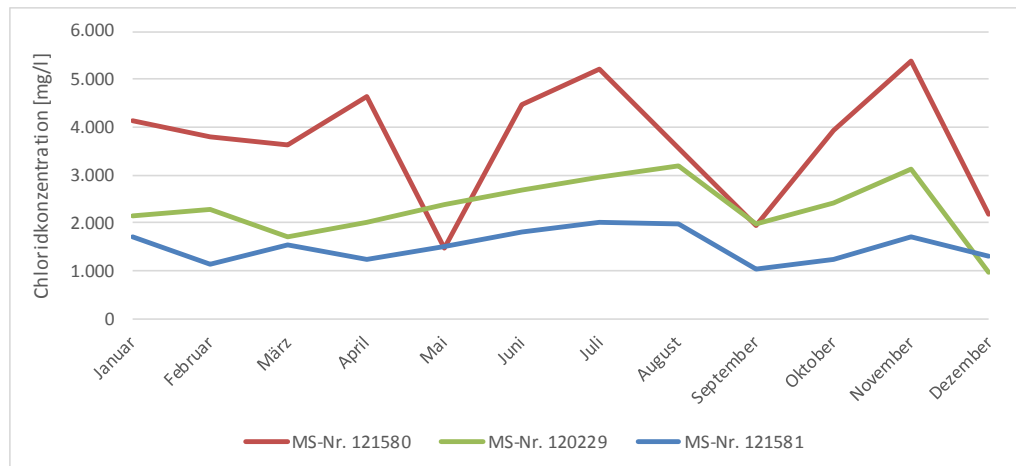


Bild 3-4: Auswertung Chloridkonzentration 2011 (nach LLUR, 2018a)

In Abstimmung mit dem LLUR werden zur Bewertung der Chloridkonzentration die Messstellen 120231 - NOK, Höhe Lürsen Kröger Werft, 120230 - NOK, Höhe Moorkate und 120229 - NOK vor Schwebefähre Rendsburg berücksichtigt. Diese Messstellen befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Bauvorhaben.

Gemäß Datengrundlage wurden für die allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente Chlorid folgende Mittelwerte² (MW) bestimmt (siehe Tabelle 3-2). Um die Schwankungsbreite der Chloridkonzentration im NOK zu verdeutlichen, werden zusätzlich Minima- und Maximawerte gegenübergestellt.

Tabelle 3-2: Chloridkonzentrationen im NOK (LLUR, 2018a)

DESH_nok_0 - Nord-Ostsee-Kanal				
Messstelle		Messwert (MW)	Messwert (Min)	Messwert (Max)
120231 - NOK, Höhe Lürsen Kröger Werft	[mg/l]	2.705	824	3.876
120230 - NOK, Höhe Moorkate	[mg/l]	2.486	802	3.789
120229 - NOK vor Schwebefähre Rendsburg	[mg/l]	2.464	970	3.431

² Mittelwert als arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von 2009 bis 2011

Borgstedter See mit Enge

Zitat Anfang (MariLim, 2018)

Der Borgstedter See ist ein ehemaliger Fließgewässerabschnitt der Eider. Durch die Verbindung dieses Teilstücks mit dem NOK findet hier seit vielen Jahren ein Ein- und Durchfluss von Brackwasser statt. Dieser Brackwassereinfluss spiegelt sich auch im Arteninventar wieder. Der Borgstedter See wird hauptsächlich von marinen Ostseearten besiedelt und kann somit als Brackwasserlebensraum angesehen werden.

Zitat Ende

Der Borgstedter See ist Teil des berichtspflichtigen Oberflächenwasserkörpers nok_0 Nord-Ostsee-Kanal.

3.2 Grundwasserkörper

Durch den geplanten Neubau der Rader Hochbrücke und der Erweiterung der A 7 sind die oberen Hauptgrundwasserleiter (GWK) DE_GB_DESH_EI03 NOK - östl. Hügelland West und DE_GB_DESH_EI04 NOK - Geest von potenziellen Auswirkungen durch die Versickerung von Straßenoberflächenwasser in den Entwässerungsabschnitten 1,4 und 5 betroffen. Darüber hinaus befindet sich südlich der Rader Hochbrücke der tiefe Grundwasserkörper DE_GB_DESH_N4 - Rendsburger Mulde Nord, der durch die Versickerung in den Entwässerungsabschnitten 4 und 5 von potenziellen Auswirkungen betroffen ist.

Eine chemische und mengenmäßige Überwachung des oberen GWK EI03 erfolgt u.a. an den Messstellen Nr. 6476 - Ostenfeld Wald F1 und Nr. 6804 - Ostenfeld Grellkamp, die unmittelbar an den Planungsraum grenzen. Für den oberen GWK EI04 sind die relevanten Messstellen Nr. 6400 - Schacht-Audorf und Nr. 6683 - Borgstedt F1, wobei für letztere nur Messwerte für 2006 vorliegen. Diese werden zur Beurteilung des potenziellen Salzeintrages durch das geplante Bauvorhaben weiter berücksichtigt.

Die chemische Überwachung des tiefen GWK N4 wird an der Messstelle Nr. 6054 - Schneidershoop F3 durchgeführt. Die Messstelle befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Planungsvorhaben. Hier liegen Messwerte bis 2015 vor. Eine mengenmäßige Überwachung erfolgt an zwei weiteren Messstellen, die jedoch für die weitere Betrachtung nicht relevant sind und deshalb hier nicht aufgezeigt werden.

Die Messwerte für den Parameter Chlorid nach Anlage 2 GrwV (2010) wurden beim Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) angefordert und liegen der weiteren Untersuchung zu Grunde (LLUR, 2018b).

Die Lage der relevanten Messstellen, die sich in der Nähe des geplanten Bauvorhabens befinden, ist in Bild 3-5 dargestellt.

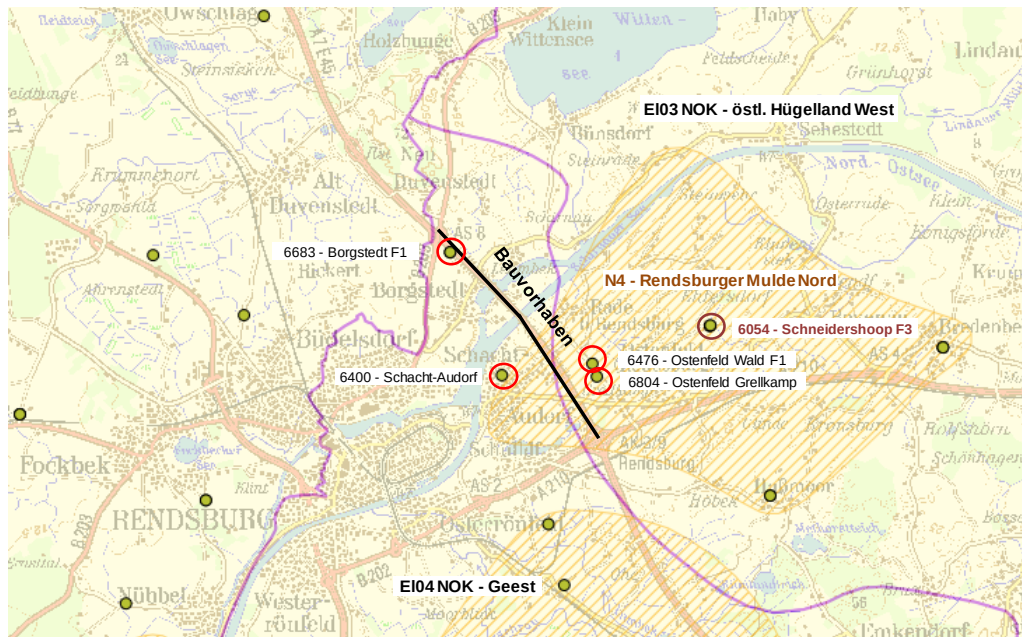


Bild 3-5: Lage der repräsentativen Messstellen im Planungsraum (verändert nach LLUR, 2018d)

Gemäß den aktuellen Wasserkörper-Steckbriefen werden die Grundwasserleiter wie folgt eingestuft (siehe Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4)

Tabelle 3-3: Einstufung des Zustands der oberen GWK NOK – Geest und östl. Hügelland (LLUR, 2018c)

DE_GB_DESH_EI03 NOK - östl. Hügelland West	
Zustand	
Chemisch	nicht gut
Mengenmäßig	gut
Umweltziele	
Guter chemischer Zustand	Fristverlängerung bis 2027
Guter mengenmäßiger Zustand	Zielerreichung 2015
DE_GB_DESH_EI04 NOK - Geest	
Zustand	
Chemisch	nicht gut
Mengenmäßig	gut
Umweltziele	
Guter chemischer Zustand	Fristverlängerung bis 2027
Guter mengenmäßiger Zustand	Zielerreichung 2015

Tabelle 3-4: Einstufung des Zustands des tiefen GWK Rendsburger Mulde Nord (LLUR, 2018c)

DE_GB_DESH_N4 - Rendsburger Mulde Nord	
Zustand	
Chemisch	gut
Mengenmäßig	gut
Umweltziele	
Guter chemischer Zustand	Zielerreichung 2015
Guter mengenmäßiger Zustand	Zielerreichung 2015

4 Einleitung von durch den Winterdienst belastete Straßenabflüsse in Oberflächengewässer und ins Grundwasser

Tausalz wird gezielt durch den Winterdienst aufgebracht, um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Während in Wohngebieten auch abstumpfende Mittel im Winterdienst eingesetzt werden können, ist auf Bundesfernstraßen der Einsatz von Tausalz alternativlos.

In den üblichen Tausalzen ist überwiegend Chlorid enthalten. Am häufigsten wird als Tausalz NaCl verwendet, das entweder in trockener Form oder als Feuchtsalz (z.B. FS30 Gemisch aus 30 % Salzlösung und 70 % Trockensalz) aufgebracht wird. NaCl enthält 61 % Chlorid. Für den Parameter Chlorid sind sowohl in der OGewV (Anlage 7) Grenzwerte als auch in der GrwV (Anlage 2) Schwellenwerte aufgeführt. Chlorid ist sehr gut wasserlöslich und kann in keiner Regenwasserbehandlungsanlage zurückgehalten werden, da auch über Filtration und Adsorption in Filteranlagen keine Wirkung erzielt wird.

4.1 Abschätzung der resultierenden Chloridkonzentration im OWK

Für die Berechnung der Konzentration im Oberflächenwasserkörper, die aus dem Einsatz von Streusalz auf Autobahnen im Winterdienstzeitraum resultiert, wurde neben der Ausgangskonzentration im OWK (vgl. Kapitel 3.1) zusätzlich beim Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (LBV-SH, 2018) Angaben zum Streu- und Winterdiensteinsatz angefragt (siehe Anlage 3). Im Winterdienstzeitraum wurden für die Rader Hochbrücke durchschnittlich 84 Streufahrten pro Jahr mit je einer spezifischen Streusalzmenge von 20 g/m² ausgeführt (Auswertung der AM Neumünster über die letzten drei Jahre). Nach diesen Angaben berechnet sich eine Streusalzmenge von 1.680 g/(m²·a).

Der Chloridanteil im Streusalz beträgt 61% (NLStbV, 2016). Der Verbleib des Streusalzes wird konservativ mit 100% im Straßenabfluss angesetzt.

Die spezifische Schadstofffracht im Straßenabfluss berechnet sich aus der Streusalzmenge von 1.680 g/(m²·a), dem Chloridanteil von 61% und dem Verbleib im Straßenabfluss von 100% zu $B_{RW, Chlorid} = 1.025 \text{ g/(m}^2 \cdot \text{a)}$. Der zu betrachtende Zeitraum ist der Winterdienstzeitraum von Oktober bis April.

Das Chlorid im Streusalz kann mit keiner Regenwasserbehandlungsanlage aus dem Straßenabfluss entfernt werden, so dass eine vermindernde Wirkung hier nicht in Rechnung gestellt werden kann. So wird davon ausgegangen, dass die gesamte aufgebrauchte Chloridfracht über den Straßenabfluss in den OWK eingetragen wird.

Bei dem geplanten Bauvorhaben handelt es sich um eine Erweiterung der A 7 von 2 auf 3 Fahrstreifen je Fahrtrichtung einschließlich des Ersatzbauwerks der bestehenden Rader Hochbrücke, die ebenfalls auf 3 Fahrstreifen je Fahrtrichtung verbreitert wird. Die bestehende Entwässerung des Brückenbauwerks Rader Hochbrücke leitet bereits heute über ein geschlossenes Entwässerungssystem in den NOK und Borgstedter See ein. Daher wird in der Berechnung zunächst die Chloridfracht, die aufgrund des Bestandsbauwerks in den OWK potenziell eingetragen wird, der Chloridfracht, die sich aufgrund der Planung ergibt, gegenübergestellt. Die potenzielle Frachterhöhung im OWK resultiert aus der Differenz der beider Frachten.

Die gestreuten Flächen berechnen sich über die Abschnittslänge, die Breite und einem Betreuungsfaktor. Für Streckenabschnitte mit offenporigem Asphalt wären die gestreuten Flächen um 50 % und für winterdienstintensive Abschnitte mit verkürzter Räumerschleife um 15 % zu vergrößern. Für Bundesautobahnen wird ein Betreuungsfaktor von 1 angegeben. Stand- und Seitenstreifen erhalten einen Betreuungsfaktor von 0,2 (BMVI, 2016).

Die Konzentration im OWK aufgrund der Einleitung streusalzhaltiger Straßenabflüsse wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$c_{OWK,RW} = \frac{\overbrace{C_{OWK} \cdot MQ}^{\text{Ausgangsfracht im OWK [g/a]}} + \overbrace{B_{RW} \cdot A_{E,b,a}}^{\text{Eingeleitete Chloridfracht aus Straßenabfluss [g/a]}}{\underbrace{MQ}_{\text{Jahresabfluss NOK [m}^3\text{/a]}}}$$

$\underbrace{c_{OWK,RW}}_{\text{Konzentration im OWK nach Einleitung [mg/l]}}$

Der Berechnungsansatz wurde mit dem LLUR abgestimmt (siehe Anlage 5). Wie in Kapitel 3.1 erläutert, ergibt sich für den NOK ein Jahresabfluss von 459.000.000 m³/a.

4.1.1 Nok_0 - Nord-Ostsee-Kanal

Gemäß Regelquerschnitt RQ 36B beträgt die gesamte Fahrbahnbreite 29 m im Bauwerksbereich (12 m Fahrstreifen + 2,50 m Standstreifen je Fahrtrichtung). Für den Bestand gilt der RQ 29,5. Die Länge ergibt sich aus den Entwässerungsabschnitten 2 und 3 (siehe Schüßler-Plan, 2018c). Der Betreuungsfaktor für die Fahrstreifen beträgt 1, für den Standstreifen 0,2.

Die gestreute Fläche im EA 2 beträgt $A_{e,b,a} = 28.028 \text{ m}^2$ und im EA 3 $A_{e,b,a} = 9.472 \text{ m}^2$. Die Bestandsflächen berechnen sich für EA 2 zu $A_{e,b,a} = 21.301 \text{ m}^2$ und für EA 3 zu $A_{e,b,a} = 7.199 \text{ m}^2$.

Als Differenz aus Bestand und Planung ergibt sich eine zusätzliche Fläche von 9.000 m², die in der weiteren Berechnung berücksichtigt wird.

Die Ausgangskonzentration an der Messstelle 120231 beträgt 2.704,73 mg/l Chlorid (vgl. auch 3.1). Es werden noch zwei weitere Messstellen berücksichtigt. Für den NOK als Wasserkörpertyp 77 (Sondertyp Schifffahrtskanal) ist kein Orientierungswert für Chlorid in der OGewV (2016) aufgeführt.

Die ermittelte Konzentrationserhöhung ist mit 0,02 mg/l extrem gering und wird angesichts der hohen mittleren Ausgangsbelastung von u.a. 2.704 mg/l Chlorid messtechnisch nicht zu erfassen sein. In Tabelle 4-1 sind die Ergebnisse zusammengefasst. (siehe auch Anlage 1). In Anlage 1 sind zusätzlich Minima- und Maximawerte aufgeführt.

Tabelle 4-1: Ermittlung der Chlorid-Konzentration (Mittelwert) nach Einleitung von Straßenabfluss im Winterdienstzeitraum

DESH_nok_0 - Nord-Ostsee-Kanal				
gestreute Zusatzfläche $A_{e,b,a}$	m²	9.000		
Gesamttausalzfracht Straße B_{RW}	g/a	9.223.200		
Jahresabfluss NOK MQ	m³/a	459.000.000		
QK gemäß Anlage 7 OGewV (2016) $c_{Chlorid}$	mg/l	-	-	
Messstelle Nr. (LLUR, 2018a)		120231	120230	120229
Mittl. Chloridkonzentration OWK c_{OWK}	mg/l	2.704,73	2.486,00	2.463,76
Ausgangsfracht Gewässer B_{OWK}	kg/a	1.241.472.600	1.141.074.000	1.130.866.714,2
Chloridfracht Straße B_{RW}	kg/a	9.223	9.223	9.223
<u>Summe</u>	kg/a	1.241.481.823	1.141.083.223	1.130.875.937
result. Gewässerkonzentration $c_{OWK,RW}$	mg/l	2.704,75	2.486,02	2.463,78

4.1.2 Bewertung

Das im Bereich der Rader Hochbrücke anfallende und mit Tausalz belastete Straßenoberflächenwasser wird in Rohrleitungen abgeleitet und gelangt über die zwei bestehenden Einleitstellen in den NOK. In den beiden Retentionsbodenfilter erfolgt kein Rückhalt von Chlorid, sondern lediglich eine zeitlich verzögerte Einleitung. Aufgrund der Drosselung im Ablauf ist die Konzentration vergleichmäßig. Die rechnerische mittlere Konzentrationserhöhung von Chlorid im NOK beträgt lediglich 0,02 mg/l (s. Kapitel 4.1.1). Aufgrund des natürlich hohen Salzgehalts im NOK verbunden mit einer großen Schwankungsbreite und dem im Vergleich zur Einleitungswassermenge hohen Abflusses im NOK, ist eine maßgebliche Aufsalzung jedoch auszuschließen.

Insgesamt sind betriebsbedingt keine Verschlechterungen oder nachteilige Auswirkungen auf das ökologische Potenzial des Nok_0 - Nord-Ostsee-Kanal zu erwarten.

Hinsichtlich des Parameters Cyanid wurde in den Untersuchungen von Kocher et al. (2008) festgestellt, dass im Bankettmaterial an stark befahrenen Straßen die Cyanid-Konzentrationen im Feststoff und im Eluat die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser unterschreiten und damit als unproblematisch angesehen werden können. Der Prüfwert nach BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser beträgt für leicht freisetzbare Cyanid 10 µg/l, was der JD-UQN nach Anlage 6 OGewV entspricht. Da bei der Versickerung über Bankette und in Bodenfilteranlagen das gleiche Wirkprinzip (Filtration) besteht, können die Ergebnisse der Untersuchung auch auf Bodenfilter übertragen werden. Somit kann mit hinreichender Sicherheit eine Verschlechterung des chemischen Zustands im OWK ausgeschlossen werden.

4.2 Abschätzung der resultierenden Chloridkonzentration im GWK

Da das Chlorid im Streusalz mit keiner Regenwasserbehandlungsanlage aus dem Straßenabfluss entfernt werden kann, wird davon ausgegangen, dass die gesamte aufgebrauchte Chloridfracht über den Straßenabfluss in den GWK eingetragen wird.

Die Eingangsparameter sind dem Kapitel 4.1 entnommen. Die spezifische Chloridfracht im Straßenabfluss beträgt $B_{RW,Chlorid} = 1.025 \text{ g/(m}^2 \cdot \text{a)}$.

Der Grundwasserabfluss berechnet sich aus der Grundwasserneubildung und der Fläche des GWK. Als Fläche wird 1/5 der Fläche des Grundwasserkörpers angenommen, die gemäß § 7 (3) 1.a GrwV (2010) als flächenbezogene Voraussetzung für den guten chemischen Zustand festgelegt wird. Gemäß Landesportal Schleswig-Holstein (LSH, 2018) wird eine mittlere Grundwasserneubildung von 150 l/(m² a) angenommen.

Bei dem geplanten Bauvorhaben handelt es sich um eine Erweiterung der A 7 von 2 auf 3 Fahrstreifen je Fahrtrichtung. Die Straßenabflüsse der vorhandene A 7 versickern heute bereits über Bankette und Dammböschungen in Mulden. Wie bereits in Kapitel 4.1 dargestellt wurde, wird auch für die GWK zunächst die Chloridfracht, die aufgrund der vorhandenen A 7 in den GWK potenziell eingetragen wird, der Chloridfracht, die sich aufgrund der Planung ergibt, gegenübergestellt. Die potenzielle Frachterhöhung im GWK resultiert aus der Differenz der beider Frachten.

Gemäß Regelquerschnitt RQ 36 beträgt die gesamte Fahrbahnbreite 29 m (12 m Fahrstreifen + 2,50 m Standstreifen je Fahrtrichtung). Für den Bestand gilt der RQ 29,5. Die Länge ergibt sich aus den jeweiligen Entwässerungsabschnitten (siehe Schüßler-Plan, 2018c). Der Betreuungsfaktor für die Fahrstreifen beträgt 1, für den Standstreifen 0,2 (vgl. Kapitel 4.1).

Die Konzentration im GWK aufgrund der Versickerung streusalzhaltiger Straßenabflüsse wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$c_{GWK,RW} = \frac{\overbrace{C_{GWK} \cdot GwN \cdot A_{GWK} \cdot 1000}^{\text{Ausgangsfracht im GWK [g/a]}} + \overbrace{B_{RW,Wi} \cdot A_{E,b,a}}^{\text{Versickerte Chloridfracht aus Straßenabfluss [g/a]}}{\underbrace{GwN \cdot A_{GWK} \cdot 1000}_{\text{Grundwasserabfluss [m}^3\text{/a]}}}$$

$c_{GWK,RW}$
Konzentration im GWK nach Versickerung RW [mg/l]

4.2.1 EI03 NOK - östl. Hügelland West

Die gestreute Fläche des Entwässerungsabschnittes 1 beträgt 2,43 ha. Die Bestandsfläche ergibt sich zu 1,849 ha. Als Differenz aus Bestand und Planung ergibt sich eine zusätzliche Fläche von 0,584 ha, die in der weiteren Berechnung berücksichtigt wird.

Die Flächengröße des Grundwasserkörpers beträgt 444,95 km² (LLUR, 2019). Über den Flächenanteil von 1/5 und der Grundwasserneubildung von 150 l/(m² a) berechnet sich ein Grundwasserabfluss von 13.348.500 m³/a.

Die Chloridkonzentration der Messstelle Nr. 6683, Borgstedt F1 (vgl. auch Kapitel 3.2) wird mit 49,0 mg/l als Ausgangskonzentration im GWK im Bereich des Entwässerungsabschnittes 1 zugrunde gelegt. Die resultierende Chloridkonzentration im GWK nach Versickerung der Straßenabflüsse beträgt $c_{\text{GWK,RW}} = 49,45$ mg/l. Der Schwellenwert von 250 mg/l wird aufgrund der Versickerung von Straßenabfluss nicht überschritten (Detaillierte Berechnungstabellen siehe Anlage 2).

Die gestreute Fläche des Entwässerungsabschnittes 4 beträgt 5,62 ha. Die Bestandsfläche ergibt sich zu 4,27 ha. Als Differenz aus Bestand und Planung ergibt sich eine zusätzliche Fläche von 1,349 ha, die in der weiteren Berechnung berücksichtigt wird.

Die Chloridkonzentration der Messstelle Nr. 6400, Schacht-Audorf (vgl. auch Kapitel 3.2) wird mit 32,0 mg/l als Ausgangskonzentration im GWK im Bereich des Entwässerungsabschnittes 4 zugrunde gelegt. Die resultierende Chloridkonzentration im GWK nach Versickerung der Straßenabflüsse beträgt $c_{\text{GWK,RW}} = 33,04$ mg/l. Der Schwellenwert von 250 mg/l wird aufgrund der Versickerung von Straßenabfluss nicht überschritten (Detaillierte Berechnungstabellen siehe Anlage 2).

4.2.2 EI04 NOK - Geest

Die gestreute Fläche des Entwässerungsabschnittes 4 beträgt 5,62 ha. Die Bestandsfläche ergibt sich zu 4,27 ha. Als Differenz aus Bestand und Planung ergibt sich eine zusätzliche Fläche von 1,349 ha, die in der weiteren Berechnung berücksichtigt wird.

Die Flächengröße des Grundwasserkörpers beträgt 826,55 km² (LLUR, 2019). Über den Flächenanteil von 1/5 und der Grundwasserneubildung von 150 l/(m² a) berechnet sich ein Grundwasserabfluss von 24.796.500 m³/a.

Die Chloridkonzentration der Messstelle Nr. 6476, Ostenfeld Wald (vgl. auch Kapitel 3.2) wird mit 50,0 mg/l als Ausgangskonzentration im GWK im Bereich des Entwässerungsabschnittes 4 zugrunde gelegt. Die resultierende Chloridkonzentration im GWK nach Versickerung der Straßenabflüsse beträgt $c_{\text{GWK,RW}} = 51,04$ mg/l. Der Schwellenwert von 250 mg/l wird aufgrund der Versickerung von Straßenabfluss nicht überschritten (Detaillierte Berechnungstabellen siehe Anlage 2).

Die gestreute Fläche des Entwässerungsabschnittes 5 beträgt 0,856 ha. Die Bestandsfläche ergibt sich zu 0,65 ha. Als Differenz aus Bestand und Planung ergibt sich eine zusätzliche Fläche von 0,205 ha, die in der weiteren Berechnung berücksichtigt wird.

Die Chloridkonzentration der Messstelle Nr. 6804, Ostenfeld Grellkamp (vgl. auch Kapitel 3.2) wird mit 40,0 mg/l als Ausgangskonzentration im GWK im Bereich des Entwässerungsabschnittes 5 zugrunde gelegt. Die resultierende Chloridkonzentration im GWK beträgt $c_{\text{GWK,RW}} = 40,16$ mg/l. Der Schwellenwert von 250 mg/l wird aufgrund der

Versickerung von Straßenabfluss nicht überschritten (Detaillierte Berechnungstabellen siehe Anlage 2).

4.2.3 N4 - Rendsburger Mulde Nord

In einer hydrogeologischen Untersuchung des staatlichen Umweltamtes Kiel (StUA Kiel, 2006) konnte nicht vollständig nachgewiesen werden, ob eine tatsächliche Verbindung zwischen dem oberen (EI03 und EI04) und tiefen Grundwasserleiter N4 besteht. Es wird vermutet, dass der untere Geschiebemergel auch lückenhaft ist und folglich Grundwasser in den tiefen GWK versickert.

Des Weiteren wurde dargelegt, dass das Grundwasser des tiefen Grundwasserleiters aufgrund von Abbauprozessen während des Transportvorgangs frei von anthropogenen Einflüssen ist. Für den Parameter Chlorid gibt es hierfür keine fundierten Untersuchungen (StUA Kiel, 2006).

An der Messtelle Nr. 6054 - Schneidershoop F3 beträgt die Ausgangskonzentration im tiefen Grundwasserkörper 22,0 mg/l (Jahresmittelwert 2015). Da die resultierende Konzentration im oberen Grundwasserleiter nach Versickerung der Straßenabflüsse $c_{\text{GWK,RW}} = 33,04 \text{ mg/l}$ bzw. $c_{\text{GWK,RW}} = 51,04 \text{ mg/l}$ beträgt (siehe Kapitel 4.2.1 und Kapitel 4.2.2), kann auch bei möglicher Verbindung zwischen oberem und unterem Grundwasserleiter der Schwellenwert von 250 mg/l im unteren Grundwasserleiter nicht überschritten werden.

4.2.4 Bewertung

Insgesamt sind betriebsbedingt keine Verschlechterungen oder nachteilige Auswirkungen auf den chemischen Zustand der Grundwasserkörper EI03 - östl. Hügelland West, EI04 - Geest und N4 - Rendsburger Mulde zu erwarten.

Grundsätzlich ist ein zusätzlicher Tausalzeintrag in den NOK auch über den Grundwasserpfad möglich. Die gemessene Chloridkonzentration in den beiden für den NOK relevanten Grundwasserkörpern EI03 und EI04 beträgt an der Messtelle Nr. 6683, Borgstedt F1 $c_{\text{GWK}} = 49 \text{ mg/l}$ bzw. an der Messstelle Nr. 6476, Ostfeld Wald $c_{\text{GWK}} = 50 \text{ mg/l}$ und die berechnete Erhöhung 0,45 mg/l bzw. 1,04 mg/l (siehe Kapitel 4.2.1 und 4.2.2). Aufgrund der wesentlich geringeren Chloridkonzentration im Grundwasser als im NOK ist eine Konzentrationserhöhung über den Grundwassereintrag im NOK auszuschließen.

Hinsichtlich des Parameters Cyanid wurde in den Untersuchungen von Kocher et al. (2008) festgestellt, dass im Bankettmaterial an stark befahrenen Straßen die Cyanidkonzentrationen im Feststoff und im Eluat die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser unterschreiten und damit als unproblematisch angesehen werden können. Folglich kann mit hinreichender Sicherheit eine Verschlechterung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper ausgeschlossen werden.

5 Zusammenfassung

Das betrachtete Planungsvorhaben A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschließlich 6-streifige Erweiterung führt nicht zu einer Verschlechterung des nach WRRL relevanten Bewertungsparameters Chlorid von Oberflächen- und Grundwasserkörpern.

Im Nord-Ostsee-Kanal ist bereits eine natürlich hohe Salzbelastung vorhanden. Der NOK sowie der Borgstedter See mit Enge können als Brackwasserlebensraum angesehen werden, da sie hauptsächlich von marinen Ostseearten besiedelt werden. Damit sind keine negativen Veränderungen der Lebensbedingungen für die biologischen Qualitätskomponenten durch den zusätzlichen Tausalzeintrag, der im NOK messtechnisch nicht nachweisbar ist, zu erwarten. Der Salzgehalt im Grundwasser ist deutlich geringer als der des NOK, so dass eine Aufsalzung über den Grundwasserpfad ebenfalls ausgeschlossen werden kann.

Es kann ebenfalls mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden, dass das Bauvorhaben aufgrund der Versickerung salzhaltiger Straßenabflüsse zu einer Verschlechterung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper EI03, EI04 und N4 führt.

6 Literatur und Quellen

- Grotehusmann, D.; Fuchs, S.; Lambert, B.; Graf, J. (2017): Konzentrationen und Frachten organischer Schadstoffe im Straßenabfluss, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 295
- ifs (2018): Immissionsbezogene Bewertung der Einleitung von Straßenabflüssen, Gutachten, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH (ifs), Hannover
- Kocher, B.; Brose, S.; Sieberts, I. (2008): Schadstoffgehalte von Bankettmaterial Bundesweite Datenauswertung, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 167
- Kocher, B. (2002): Verlagerung straßenverkehrsbedingter Stoffe mit dem Sickerwasser, TU Berlin, Forschungsbericht 05.118/1997/GRB, im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, unveröffentlicht.
- Lange, G., D. Grotehusmann, U. Kasting, M. Schütte, M. Dieterich, W. Sondermann (2003): Wirksamkeit von Entwässerungsbecken im Bereich von Bundesfernstraßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 861, 2003.
- LANU-SH (2005): Empfehlungen zum Bau von Sohlgleiten in Schleswig-Holstein, 2005, Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein
- LAWA (2017): Ständiger Ausschuss der LAWA Wasserrecht (LAWA-AR), Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot, beschlossen auf der 153. LAWA-Vollversammlung 16./17. März 2017
- LLUR (2018a): Daten für OWK-Messstellen Nr. 120021, 120090, 120228, 120229, 120230, 120231, 120232, 121580 und 121581 mit Kartenausschnitt, Stand: Dezember 2018, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- LLUR (2018b): Daten für GW-Messstelle Nr. 6476 - OSTENFELD WALD F1, Nr. 6804 - OSTENFELD GRELLKAMP, Nr. 6063 - SCHNEIDERSHOOP F1, Nr. 6683/ 6684 - BORGSTEDT F1 und F2, Nr. 6642 – KLÜSKOPPEL, Nr. 6400 - SCHACHT-AUDORF RÜTGERSSTR F1, Nr. 6053 – HEIDKRUG Stand: Dezember 2018, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- MariLim (2018): Untersuchungen des Makrozoo- und Makrophytobenthos im Borgstedter See, Erläuterungsbericht, MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH, Schönkirchen
- MKULNV (2015): Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, aktualisierte 2. Auflage, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- NLStbV (2016): Präsentation zum Thema „Tausalzeintrag in Gewässer“ von Ulrich Kasting, Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Hannover

- Schüßler-Plan (2018a): Erläuterungen wassertechnische Untersuchungen A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschließlich sechsstreifiger Erweiterung der A 7 zwischen der Anschlussstelle Rendsburg/Büdelndorf und dem Autobahnkreuz Rendsburg, VORENTWURF, Fassung 05/2018, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin
- Schüßler-Plan (2018b): Wassertechnische Untersuchungen zum Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschließlich sechsstreifiger Erweiterung der A 7, VORENTWURF, Fassung 05/2018, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin
- Schüßler-Plan (2018c): A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschließlich sechsstreifiger Erweiterung der A 7, Lageplan, Unterlage/Blatt 16.1/2 und 3, Stand: 11/2018
- Schüßler-Plan (2018d): A 7 Ersatzbauwerk Rader Hochbrücke einschließlich sechsstreifiger Erweiterung der A 7, Detail Becken Nord und Süd, Unterlage/Blatt 18.3/1 und 2, Stand: 11/2018
- StUA Kiel (2006): Hydrogeologischer Bericht zur Ausweisung eines Wasserschutzbereiches für das Wasserwerk Schacht-Audorf, Staatliches Umweltamt Kiel, Dezernat Koordinierung, Grundwasserschutz und Wasserversorgung
- TGP (2018): A 7 Rader Hochbrücke einschl. 6-streifiger Erweiterung - Wasserrechtlicher Fachbeitrag, Stand: 10/2018, TGP - Trüper Gondesen Partner mbB, Lübeck

Gesetze/ Richtlinien

- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S.1554) die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465 geändert worden ist
- BMVI (2016): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Richtlinie für die Dimensionierung von Tausalzlagern (Ri-TAUSALA), - ENTWURF - Ausgabe 2016
- DWA (2016): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer, Arbeitsblatt DWA-A 102 (Entwurf), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- DWA (2013): Bemessung von Regenrückhalteräumen, Arbeitsblatt DWA-A 117, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef, 12/2013
- DWA (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- DWA (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef
- EG-WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-WRRL) vom 23. Oktober 2000
- FGSV (2016): Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGLSV), Köln, 2016
- FGSV (2005): Richtlinien für die Anlage von Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitskreis „RAS-Entwässerung“ des Arbeitsausschusses „Entwässerung“
- GrwV (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044 geändert worden ist
- LAWA AO (2016): Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL herausgegeben von der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – (OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373) ersetzt V 753-13-3 v. 20.7.2011 I 1429 (OGewV)
- WHG (2016): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. August 2016 (BGBl. I S. 1972) geändert worden ist (WHG), zuletzt geändert durch Art. 12 G v. 24.5.2016 I 1217

Internet/ Sonstige Quellen

- bfg (2016): Simulation der Binnenzuflüsse zum Nord-Ostsee-Kanal als Beitrag für eine vorausschauende Wasserbewirtschaftung, Bundesanstalt für Gewässerkunde in Kooperation mit Aquantec - Gesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, im Rahmen der Veranstaltung 8. Hydrologisches Gespräch am 03. Juni 2016 in Husum, https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/H/hydrologie_niederschlag/hydrologischesGespraech2016.html, zuletzt aufgerufen 17.12.2018
- GEOMAR (2018): Neobiota im Nordostsee-Kanal - Eine Bestandsaufnahme 2016, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel im Auftrag des Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/kuestengewaeser/Downloads/vortrag05_2018.html, zuletzt aufgerufen am 14.12.2018
- LBV-SH (2018): Allgemeine Zusammenstellung des konkreten Salzauftrages auf der Rader Brücke, Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Email vom 26.09.2018
- LLUR (2018c): Landwirtschafts- und Umweltatlas SH: Wasserkörper-Steckbriefe, Datenstand 22.12.2015, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, <http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>, zuletzt aufgerufen am 28.11.2018
- LLUR (2018d): Landwirtschafts- und Umweltatlas SH: Sachdatenabfrage GW-Messstellen einschließlich Kartendarstellung, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, <http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>, zuletzt aufgerufen am 29.11.2018
- LLUR (2019): Landwirtschafts- und Umweltatlas SH: Grundwasser-Stammdaten („Steckbriefe“) EI03 - NOK - östl. Hügelland West, EI04 - NOK - Geest, N4 - Rendsburger Mulde Nord, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, <http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>, zuletzt aufgerufen am 14.03.2019
- LSH (2018): Landesportal Schleswig-Holstein (2018): Grundwasserdargebot, <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/grundwasser/grundwasserdargebot.html>, zuletzt aufgerufen am 04.07.2018
- WSA Kiel (2018): Der Nord-Ostsee-Kanal, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau herausgegeben von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes im Geschäftsbereich des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, <http://www.wsa-kiel.wsv.de/index.php.html>, zuletzt aufgerufen 07.12.2018
- WSA Brunsbüttel (2018): Die wasserwirtschaftliche Bedeutung des Nord-Ostsee-Kanals, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Brunsbüttel herausgegeben von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes im Geschäftsbereich des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, <https://www.wsv.de/wsa-bb/Nord-Ostsee-Kanal/Wasserwirtschaft/index.html>, zuletzt aufgerufen 07.12.2018

Anlagen

Anlage 1	Berechnung resultierende Chloridkonzentration OWK
Anlage 2	Berechnung resultierende Chloridkonzentration GWK

Anlage 1

Berechnung resultierende
Chloridkonzentration OWK

Eingangsdaten

Tausalzmenge pro Streufahrt	g/m ²	20
Streufahrten	1/a	84
Tausalzverbrauch	g/m ² *a	1.680
Tausalzverbrauch OPA = 1,5x Tausalzverbrauch	g/m ² *a	2.520
Chloridanteil Streusalz		61%
Anteil im Straßenabfluss		100%
spez. Chloridfracht	g/m ² *a	1.025
spez. Chloridfracht mit OPA	g/m ² *a	1.537

			Ist-Zustand	Planzustand	Differenz		
gestreute Fläche EA2	A _{e,b,a}	m²	21.301	28.028	6.727		
gestreute Fläche EA3	A _{e,b,a}	m²	7.199	9.472	2.273		
Gesamttausalzfracht Straße	B _{RW}	g/a	29.206.800	38.430.000	9.223.200		
Einzugsgebiet OWK	A _{e,o}	km²			1.530		
		m²			1.530.000.000		
Jahresniederschlag Schleswig-Holstein		mm/a			850		
reale Verdunstung Schleswig-Holstein pro Jahr		mm/a			550		
Abflusshöhe		mm/a			300		
		l/m²*a			300		
Jahresabflussmenge über Schleuse Brunsbüttel	MQ	m³/a			459.000.000		
					Ausgangskonzentration		
QK gemäß Anlage 7 OGewV, guter Zustand	C _{Chlorid}	mg/l			-	-	-
Messstelle (LLUR, 2018a)	Nr.				120231	120230	120229
Mittlere Chloridkonzentration OWK	C _{OWK,MW}	mg/l			2.704,73	2.486,00	2.463,76
Min-Wert Chloridkonzentration	C _{OWK,min}	mg/l			824,00	802,00	970,00
Max-Wert Chloridkonzentartion	C _{OWK,max}	mg/l			3.876,00	3.789,00	3.431,00
					Jahresmittelwert		
Ausgangsfracht Gewässer, Mittelwert	B _{OWK,MW}	g			1.241.472.600.000	1.141.074.000.000	1.130.866.714.286
Chloridfracht Straßeabfluss	B _{RW}	g			9.223.200	9.223.200	9.223.200
Summe Chloridfracht, Mittelwert		g			1.241.481.823.200	1.141.083.223.200	1.130.875.937.486
resultierende Gewässerkonzentration	C _{OWK,RW}	mg/l			2.704,75	2.486,02	2.463,78
					Min-Wert		
Ausgangsfracht Gewässer, Min-Wert	B _{OWK,min}	g			378.216.000.000	368.118.000.000	445.230.000.000
Chloridfracht Straßeabfluss	B _{RW}	g			9.223.200	9.223.200	9.223.200
Summe Chloridfracht, Mittelwert		g			378.225.223.200	368.127.223.200	445.239.223.200
resultierende Gewässerkonzentration	C _{OWK,RW}	mg/l			824,02	802,02	970,02
					Max-Wert		
Ausgangsfracht Gewässer, Max-Wert	B _{OWK,max}	g			1.779.084.000.000	1.739.151.000.000	1.574.829.000.000
Chloridfracht Straßeabfluss	B _{RW}	g			9.223.200	9.223.200	9.223.200
Summe Chloridfracht, Mittelwert		g			1.779.093.223.200	1.739.160.223.200	1.574.838.223.200
resultierende Gewässerkonzentration	C _{OWK,RW}	mg/l			3.876,02	3.789,02	3.431,02

Anlage 2

Berechnung resultierende
Chloridkonzentration GWK

Eingangsdaten

Tausalzmenge pro Streufahrt	g/m ²	20
Streufahrten	1/a	84
Tausalzverbrauch	g/m ² *a	1.680
Tausalzverbrauch OPA = 1,5x Tausalzverbrauch	g/m ² *a	2.520
Chloridanteil Streusalz		61%
Anteil im Straßenabfluss		100%
spez. Chloridfracht	g/m ² *a	1.025
spez. Chloridfracht mit OPA	g/m ² *a	1.537

GWK EI03 NOK - östl. Hügelland West

Entwässerungsabschnitt 1				Bestand	Planung	Differenz
gestreute Fläche	A _{e,b,a}	m ²		18.492	24.332	
		ha		1,849	2,433	0,584
Ablauffracht Versickerungsanlage	B _{VS,ab}	g/a		18.950.988	24.935.510	5.984.523
Flächegröße GWK	A _{GWK}	km ²				444,95
Flächenanteil (1/5)		km ²				89,0
		m ²				88.990.000
Grundwasserneubildung, mittel	GwN	mm/a				150
		l/ m ² *a				150
Grundwasserabfluss	Q _{GW}	m ³ /a				13.348.500
		km ³ / a				0,0133
Ausgangskonzentration						Chorid
Messstelle 6683, Borgstedt F1	C _{GWK}	mg/l				49,0
Ausgangsfracht GWK	B _{GWK}	g/a				654.076.500
Ablauffracht Versickerungsanlage, Differenz	B _{VS,ab}	g/a				5.984.523
Summe		g/a				660.061.023
resultierende Konzentration GWK	C_{GWK,RW}	mg/l				49,45
Grenzwert Anlage 2 GrwV (2010)	C _{SW}	mg/l				250,00

Entwässerungsabschnitt 4				Bestand	Planung	Differenz
gestreute Fläche	A _{e,b,a}	m ²		42.715	56.204	
		ha		4,272	5,620	1,349
Ablauffracht Versickerungsanlage	B _{VS,ab}	g/a		43.774.607	57.598.167	13.823.560
Flächegröße GWK	A _{GWK}	km ²				444,95
Flächenanteil (1/5)		km ²				89,0
		m ²				88.990.000
Grundwasserneubildung, mittel	GwN	mm/a				150
		l/ m ² *a				150
Grundwasserabfluss	Q _{GW}	m ³ /a				13.348.500
		km ³ / a				0,0133
Ausgangskonzentration						Chorid
Messstelle 6400, Schacht-Audorf	C _{GWK}	mg/l				32,0
Ausgangsfracht GWK	B _{GWK}	g/a				427.152.000
Ablauffracht Versickerungsanlage, Differenz	B _{VS,ab}	g/a				13.823.560
Summe		g/a				440.975.560
resultierende Konzentration GWK	C_{GWK,RW}	mg/l				33,04
Grenzwert Anlage 2 GrwV (2010)	C _{SW}	mg/l				250,00

Eingangsdaten

Tausalzmenge pro Streufahrt	g/m ²	20
Streufahrten	1/a	84
Tausalzverbrauch	g/m ² *a	1.680
Tausalzverbrauch OPA = 1,5x Tausalzverbrauch	g/m ² *a	2.520
Chloridanteil Streusalz		61%
Anteil im Straßenabfluss		100%
spez. Chloridfracht	g/m ² *a	1.025
spez. Chloridfracht mit OPA	g/m ² *a	1.537

GWK EI04 NOK - Geest

Entwässerungsabschnitt 4				Bestand	Planung	Differenz
gestreute Fläche	A _{e,b,a}	m ²		42.715	56.204	
		ha		4,272	5,620	1,349
Ablaufrracht Versickerungsanlage	B _{VS,ab}	g/a	43.774.607	57.598.167		13.823.560
Flächegröße GWK	A _{GWK}	km ²				826,55
Flächenanteil (1/5)		km ²				165,3
		m ²				165.310.000
Grundwasserneubildung, mittel	GwN	mm/a				150
		l/ m ² *a				150
Grundwasserabfluss	Q _{GW}	m ³ /a				24.796.500
		km ³ / a				0,0248
Ausgangskonzentration						Chorid
Messstelle 6476, Ostenfeld Wald	C _{GWK}	mg/l				50,0
Ausgangsfracht GWK	B _{GWK}	g/a				667.425.000
Ablaufrracht Versickerungsanlage, Differenz	B _{VS,ab}	g/a				13.823.560
Summe		g/a				681.248.560
resultierende Konzentration GWK	C_{GWK,RW}	mg/l				51,04
Grenzwert Anlage 2 GrwV (2010)	C _{SW}	mg/l				250,00

Entwässerungsabschnitt 5				Bestand	Planung	Differenz
gestreute Fläche	A _{e,b,a}	m ²		6.506	8.561	
		ha		0,651	0,856	0,205
Ablaufrracht Versickerungsanlage	B _{VS,ab}	g/a	6.667.698	8.773.287		2.105.589
Flächegröße GWK	A _{GWK}	km ²				826,55
Flächenanteil (1/5)		km ²				165,3
		m ²				165.310.000
Grundwasserneubildung, mittel	GwN	mm/a				150
		l/ m ² *a				150
Grundwasserabfluss	Q _{GW}	m ³ /a				24.796.500
		km ³ / a				0,0248
Ausgangskonzentration						Chorid
Messstelle 6804, Ostenfeld Grellkamp	C _{GWK}	mg/l				40,0
Ausgangsfracht GWK	B _{GWK}	g/a				533.940.000
Ablaufrracht Versickerungsanlage, Differenz	B _{VS,ab}	g/a				2.105.589
Summe		g/a				536.045.589
resultierende Konzentration GWK	C_{GWK,RW}	mg/l				40,16
Grenzwert Anlage 2 GrwV (2010)	C _{SW}	mg/l				250,00