

## **ANLAGE 1**

**Titel:** **Neubau der A 26 Hafenpassage**  
**AK HH-Hafen bis AD Süderelbe (A 1)**  
VKE 7053: AS HH-Hohe Schaar - AD Süderelbe  
VKE 7142: Ausbau der A 1 im Bereich AD Süderelbe

**Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie**  
Stoffeintrag aus dem Einsatz von Tausalz

---

Datum:	22.01.2020
Auftraggeber:	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH Zimmerstraße 54 10117 Berlin
Auftrag vom:	09.01.2017
Ansprechpartner:	Herr Stein

---

Auftragnehmer:	BWS GmbH
Aktenzeichen:	CAR-FW / 17.P.008
Projektleitung:	Herr Günzel
Projektbearbeitung:	Herr Keller Herr Günzel

<b>I N H A L T</b>	<b>S e i t e</b>
<b>1    Anlass</b>	<b>1</b>
<b>2    Verwendete Unterlagen</b>	<b>1</b>
<b>3    Aufbringung von Tausalz auf die geplanten Verkehrsflächen</b>	<b>2</b>
<b>4    Parameter aus dem Tausalzeinsatz</b>	<b>4</b>
4.1    Chlorid	4
4.2    Cyanid	4
<b>5    Stoffableitung von den geplanten Verkehrsflächen</b>	<b>6</b>
5.1    Transport	6
5.2    Einleitungen	7
<b>6    Ermittlung der Wirkungszusammenhänge</b>	<b>10</b>
6.1    Vorgehensweise	10
6.2    Chlorid-Konzentrationen in der Süderelbe	10
6.3    Chlorid-Konzentration im Reiherstieg	15
6.4    Chlorid-Konzentration an der Messstelle Seemannshöft	18
6.5    Chlorid-Frachten in der Elbe	19
6.6    Chlorid-Eintrag in das Grundwasser	20
<b>7    Zusammenfassung</b>	<b>25</b>
7.1    Chlorid- und Cyanid-Emissionen durch den Straßenverkehr	25
7.2    Oberflächenwasser	25
7.3    Grundwasser	27

## Tabellen

Tab. 1:	Mittlerer Chlorideintrag durch Tausalz	3
Tab. 2:	Drosselabfluss der Behandlungsanlagen	8
Tab. 3:	Zusammengefasste Einleitung in die Süderelbe (exemplarisches Ereignis)	14
Tab. 4:	Konzentrationsänderungen in der Süderelbe	14
Tab. 5:	Auswirkungen des Tausalzeinsatzes im südlichen Reiherstieg	17
Tab. 6:	Konzentrationsänderungen an der Messstelle Seemannshöft	18
Tab. 7:	Konzentrationsänderungen Oberflächenwasserkörper	26
Tab. 8:	Konzentrationsänderungen Grundwasserkörper	27

## Abbildungen

Abb. 1:	Schema zur Tausalzverfrachtung (Abschätzung nach [3])	6
Abb. 2:	Entwässerungsabschnitte (EA) und Einleitstellen (EL)	7
Abb. 3:	Abfluss der Süderelbe (2008 bis 2017) und Mittel der hydrol. Winterhalbjahre	11
Abb. 4:	Ausgewertete Messstellen (Chlorid-Konzentration) und Oberflächenwasserkörper	11
Abb. 5:	Entwicklung der Chlorid-Konzentration in der Elbe	12
Abb. 6:	Beziehung zwischen Abfluss und Chlorid-Konzentration (hydrol. Winterhalbjahr)	13
Abb. 7:	Wassertiefen im südlichen Reiherstieg	16
Abb. 8:	Abschnitt Straßendamm Kornweide mit Versickerung	21
Abb. 9:	Skizze zum Abstrom in das Grundwasser	23

## 1 Anlass

Der Eintrag von Tausalz in das Oberflächen- und Grundwasser durch den Winterdienst auf den geplanten Verkehrsflächen ist aufgrund des Fehlens einer technischen Rückhaltung ein möglicher starker Wirkungsfaktor des geplanten Vorhabens. Als Erweiterung zu den Ausführungen im Hauptgutachten erfolgt daher in dieser Anlage 1 eine zusammenfassende Betrachtung zu den in diesem Rahmen relevanten Parametern Chlorid und Cyanid vor dem Hintergrund der rechtlichen Anforderungen nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

Die Kennung des betroffenen Oberflächenwasserkörper nach WRRL lautet el\_01 (Elbe (Ost)) und el\_02 (Elbe/Hafen). Bezüglich des Grundwassers sind die Wasserkörper mit den Kennungen NI11\_3 (Este-Seeve-Lockergestein) und EI12 (Bille-Marsch/Niederung Geesthacht) zu betrachten.

Die Untersuchungen des vorliegenden Berichts beinhalten Detailanalysen der Entwässerungswege, die über die nach WRRL erforderlichen zeitlichen und räumlichen Diskretisierungen hinausgehen. Diese Darstellungen dienen der besseren Nachvollziehbarkeit des Stofftransportsystems.

## 2 Verwendete Unterlagen

- [1] Planfeststellungsunterlage – Entwässerungsplanung Sachstand 28.07.2020
- [2] BWS GmbH (2020): Neubau der A 26 Hafenpassage 6c, Untersuchungen zu möglichen vorhabenbezogenen Auswirkungen auf die Grund- und Stauwassersituation, Hamburg
- [3] Prof. Dr.-Ing. Gerd Lange (2017): A 26-Ost 6a, Abschätzung der Chloridbelastung der aufnehmenden Wasserkörper durch den Winterdienst auf der A 26 und der A 7, Achim
- [4] BWS GmbH (2019): Neubau der A 26 Hafenpassage 6b, Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie, Hamburg
- [5] Arbeitskreis zur Festlegung vereinheitlichter Ansätze bei der Bewertung von Stoffausstragen aus Verkehrsflächen, Fachgespräch mit Herrn Dr.-Ing. D. Grotehusmann am 07.02.2019

### 3 Aufbringung von Tausalz auf die geplanten Verkehrsflächen

Die Ausbringung von Tausalz auf die geplanten Fahrbahnflächen erfolgt bei vorhergesagten oder bestehenden Frostwetterlagen. Witterungsbedingt beschränkt sich der mögliche Einsatz von Tausalz auf das hydrologische Winterhalbjahr (November bis April).

Die Einsatzflächen des Winterdienstes umfassen nicht alle Verkehrsflächen der fünf Entwässerungsabschnitte der Planung, da im Tunnelbereich (Wilhelmsburgtunnel) keine Ausbringung von Tausalz erfolgt.

Das aus den Entwässerungsabschnitten abgeleitete Niederschlagswasser wird direkt in den südlichen Reiherstieg und über das Wilhelmsburger Grabensystem in die Süderelbe eingeleitet. Der Reiherstieg gehört mit dem benachbarten Abschnitt der Süderelbe zum Oberflächenwasserkörper el\_02 (Elbe/Hafen). Aufgrund der besonderen hydraulischen Situation im südlichen Reiherstieg gegenüber dem Bereich Süderelbe, erfolgt jedoch bezüglich der ereignisbezogenen Auswirkungsanalyse eine getrennte Betrachtung. Die Lage der Entwässerungsabschnitte ist in der Abb. 2 (Seite 7) dargestellt.

Die von Streueinsätzen betroffenen Flächen umfassen nach Auskunft der Autobahnmeisterei Othmarschen die Fahr- und Standstreifen der Haupttrasse sowie die Fahrstreifen der Rampen und der Hafenstraßen. Eine Differenzierung (Einsatzhäufigkeit, Streumenge) bei den Fahrstreifen oder Abschnitten gibt es dabei nicht. Die in den Entwässerungsabschnitten an das Kanalnetz angeschlossenen Flächen ( $A_{E,k}$ ) gehen geringfügig über den gestreuten Bereich hinaus. Die Angaben zu  $A_{E,k}$  aus dem Entwässerungsbericht werden als sicherer Ansatz bei den Auswertungen als Flächengröße der gestreuten Bereiche angesetzt.

In Abhängigkeit des Temperaturverlaufs kann die in einer Winterperiode ausgebrachte Menge an Tausalz erheblich variieren. Dabei spielen sowohl die Anzahl der Streueinsätze, als auch die jeweils pro Flächeneinheit ausgebrachte Tausalzmenge sowie das verwendete Taumittel eine Rolle.

Nach Angaben der Autobahnmeisterei Othmarschen erfolgt im Winterdienst die Streuung eines Salz-Sole-Gemisches im Verhältnis 70/30. Die ausgebrachte Taumittelmenge pro  $m^2$  kann, je nach Witterung und Fahrbahnsituation, bis ca. 35 g pro  $m^2$  betragen. Daraus resultiert eine pro  $m^2$  ausgebrachte Tausalzmenge von 26,9 g/ $m^2$  bzw. eine Chloridmenge von 16,1 g/ $m^2$ . Bei präventiven Einsätzen wird mit reiner Sole eine Chloridmenge von 2,03 g pro  $m^2$  aufgetragen.

Die mittlere Menge an pro Quadratmeter ausgebrachtem Tausalz pro Einsatz beträgt nach Angaben der Autobahnmeisterei Othmarschen ca. 15 g (entspricht 9 g Chlorid).

Als maximale Streudichte kann nach [3] die Ausbringung von 40 g Tausalz pro Quadratmeter und Einsatz angesetzt werden. Dieser Wert deckt die zuvor beschriebenen und auf Basis des durch die Autobahnmeisterei Othmarschen mitgeteilten Vorgehens im Winterdienst hergeleiteten Mengen sowie die Unsicherheit bei der Übertragung auf den geplanten Streckenabschnitt sicher ab. Bei den weiteren Auswertungen wird daher für die geplanten Fahrbahnen einheitlich eine Auftragsmenge von 40 g Tausalz (entspricht 24 g Chlorid) pro Quadratmeter und Einsatz angesetzt.

Für ereignisbezogene Betrachtungen ist als konservativer Ansatz die maximale Streudichte zu berücksichtigen. Bezüglich des mittleren Jahreseintrags ist die zu erwartende Gesamtanzahl an Streueinsätzen in einer Winterperiode relevant, die aufgrund klimatischer Unterschiede projektbezogen zu ermitteln ist. Nach Angaben der Autobahnmeisterei Othmarschen kann für den Planungsbereich als mittlere Anzahl an Streueinsätzen pro Winterdienstzeitraum ein Wert von 90 angesetzt werden.

Aus den vorgenannten Daten resultieren die in der Tab. 1 zusammengestellten Chlorideinträge für die von den Planungen betroffenen Verkehrsflächen. Im Bereich der aufgeständerten, überwiegend aus Stahl bestehenden Hochstraßenabschnitte (EA1 und EA2 in Tab. 1) ist aufgrund der erhöhten Frostgefahr nach Auskunft der Autobahnmeisterei ein Aufschlag von 50 % anzusetzen, so dass hier als mittlere Tausalzmenge pro Einsatz statt 40 g/m<sup>2</sup> ein höherer Wert von 60 g/m<sup>2</sup> berücksichtigt wird (entspricht 36 g/m<sup>2</sup> Chlorid).

**Tab. 1: Mittlerer Chlorideintrag durch Tausalz**

Teilbereiche		gestreute Fläche aus A <sub>E,k</sub> [ha]	Cl-Eintrag pro Einsatz und m <sup>2</sup> [g/m <sup>2</sup> ]	Cl-Austrag pro Einsatz [kg]	Cl-Austrag pro Winter bei 90 Einsätzen [kg]
Einleitung in den südlichen Reiherstieg					
EA1	A 26 bis Reiherstieg	3,812	36	1.372	123.509
Einleitung in die Süderelbe (direkt oder über das Grabennetz)					
EA1	Hohe Schaar Straße	1,763	24	423	38.081
EA2	A 26 bis Wilhelmsburgtunnel	4,530	36	1.631	146.772
EA3	Tröge/Rampen Wilhelmsburgtunnel	1,402	24	336	30.283
EA3.1	Kornweide südl. Wilhelmsburgtunnel	0,487	24	117	10.519
EA3.2	Otto-Brenner-Straße	0,263	24	63	5.681
EA4	A 1 (Bau-km 0+000 bis 0+541)	3,593	24	862	77.609
EA5	A 1 (Bau-km 0+760 bis 1+329)	1,203	24	289	25.985
EA5.1	A 1 (Bau-km 0+541 bis 0+760)	0,493	24	118	10.649
EA5.2	Rampe A 26 / A 1	0,188	24	45	4.061
		13,922		3.885	349.639

## **4 Parameter aus dem Tausalzeinsatz**

### **4.1 Chlorid**

Der beim Tausalzeinsatz mengenmäßig dominierende Parameter ist Chlorid. Durch physikalisch-chemische Prozesse im Zusammenhang mit der Lösung des Salzes wird der Gefrierpunkt des Wassers auf der Straße reduziert. Die nach der Lösung des Tausalzes im Wasser vorhandenen Chlorid-Ionen werden durch Behandlungsanlagen nach dem Stand der Technik nicht relevant zurückgehalten. Da auch kein Abbau des Parameters und keine relevante Fixierung erfolgen, ist bei den Mischungsberechnungen zur Ermittlung der möglichen vorhabenbezogenen Auswirkungen auf die Gewässerbeschaffenheit die unverminderte Eintragsmenge anzusetzen.

In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, Anl. 7) ist als Anforderung an den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial für den Gewässertyp der betrachteten Oberflächenwasserkörper (Typ 20, sandgeprägte Ströme) eine Konzentration von  $\leq 200$  mg/l Chlorid festgelegt.

### **4.2 Cyanid**

Dem Tausalz sind als Trennmittel Eisencyankomplexe (i.W. Natriumhexacyanoferrat und Kaliumhexacyanoferrat) zugegeben. Der entsprechende Gehalt an Cyaniden im Tausalz steht in direkter Abhängigkeit zum Chloridgehalt. Es ist von einem Gehalt von 38,5 mg/kg Cyanid im Tausalz auszugehen. Die zugegebenen Eisencyankomplexe sind in Wasser leicht lösliche Cyanidverbindungen. Das Transportverhalten der Cyanid-Ionen im Gesamtsystem ist mit dem des Chlorids vergleichbar (siehe Kap. 4.1 und Kap. 5.1).

Die komplex gebundenen Cyanidverbindungen weisen eine sehr geringe Toxizität auf und werden daher auch als Zusatzstoff in Lebensmitteln z.B. in Speisesalz eingesetzt. Im gelösten Zustand bilden sich aus den Cyanidverbindungen unter dem Einfluss von Sonnenlicht (Photolyse) Cyanid-Ionen. In Abhängigkeit des pH-Werts bildet sich durch Hydrolyse hochtoxischer Cyanwasserstoff (HCN).

In der WRRL ist unter den flussgebietsspezifischen Schadstoffen als Umweltqualitätsnorm im Jahresdurchschnitt (JD-HQN) zur Beurteilung des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials für den Parameter Cyanid eine Konzentration von 10 µg/l vorgegeben.

Die Umsetzung der gelösten Cyanidverbindungen zu Cyanwasserstoff erfolgt verzögert. Unter plausibel günstigen Randbedingungen (Winterwitterung, geringe Gewässertiefe, sehr geringe Gewässerbewegung, Windstille) ist von einer Halbwertszeit von mindestens 6 Tagen auszugehen. Dem Prozess der Bildung von Cyanwasserstoff im Wasser steht dessen Ausgasung entgegen, die gleichzeitig abläuft und konzentrationsmindernd wirkt. Die Ausgasung erfolgt mit einer Halbwertszeit von maximal 3 Tagen.

Unter den vorgenannten (für die Bildung von Cyanwasserstoff) sehr günstigen Bedingungen resultiert aus 1 mg/l Chlorid nach ca. 6 Tagen überschlägig ein Scheitelwert der Cyanwasserstoff-Konzentration von 0,02 µg/l. Davor ist die Konzentration aufgrund der verzögerten Bildung von Cyanwasserstoff und danach aufgrund der dominierenden Ausgasung geringer.

Tatsächlich sind infolge eines Tausalzeintrags geringere Konzentrationen zu erwarten, da die i.d.R. gegebene Fließbewegung in den ableitenden Anlagen und Gewässern (verstärkte Ausgasung) sowie die verminderte Lichteinwirkung durch Trübung und Gewässertiefen von mehr als 0,5 m (reduzierte Bildung von Cyanwasserstoff) die möglichen Cyanwasserstoff-Konzentrationen im Gewässer erheblich reduziert.



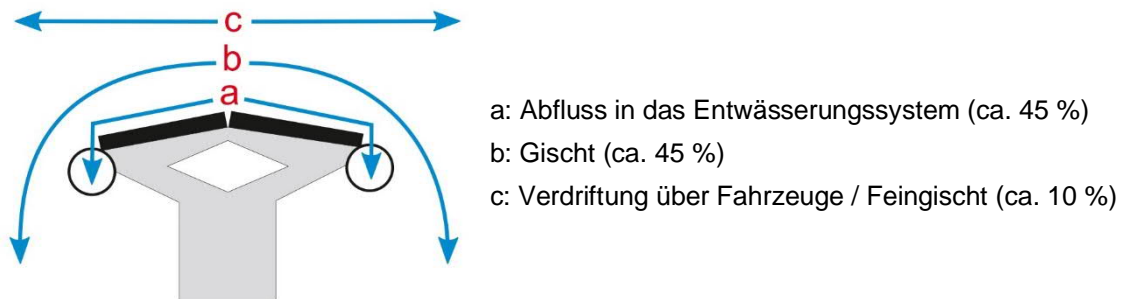
## 5 Stoffableitung von den geplanten Verkehrsflächen

### 5.1 Transport

Nach Aufbringung des Tausalzes auf die Verkehrsflächen wird dieses auf unterschiedliche Arten verfrachtet. Der Transport erfolgt in gelöstem Zustand im Niederschlags- bzw. Tausalwasser. Die im Folgenden angegebenen Anteile der verschiedenen Transportwege werden auf der Grundlage der in [3] aufgeführten Wertespannen konservativ abgeschätzt.

Ein großer Anteil (ca. 45 %) wird mit der durch den Fahrzeugverkehr von der Fahrbahnfläche aufgewirbelten Gischt aus dem Bereich der befestigten Verkehrsflächen heraus verfrachtet. Ein weiterer Anteil des auf die Verkehrsflächen ausgebrachten Tausalzes von ca. 10 % wird dem Entwässerungssystem der Straße durch windverdriftete Feingischt sowie Fahrzeuganhaftungen entzogen.

Ein Anteil von ca. 45 % des Tausalzes wird mit dem von den Verkehrsflächen abströmenden Niederschlagswasser in das Entwässerungssystem der Straße verfrachtet. Die Transportpfade sind in der Abb. 1 beispielhaft für den Bereich der Hochstraße dargestellt.

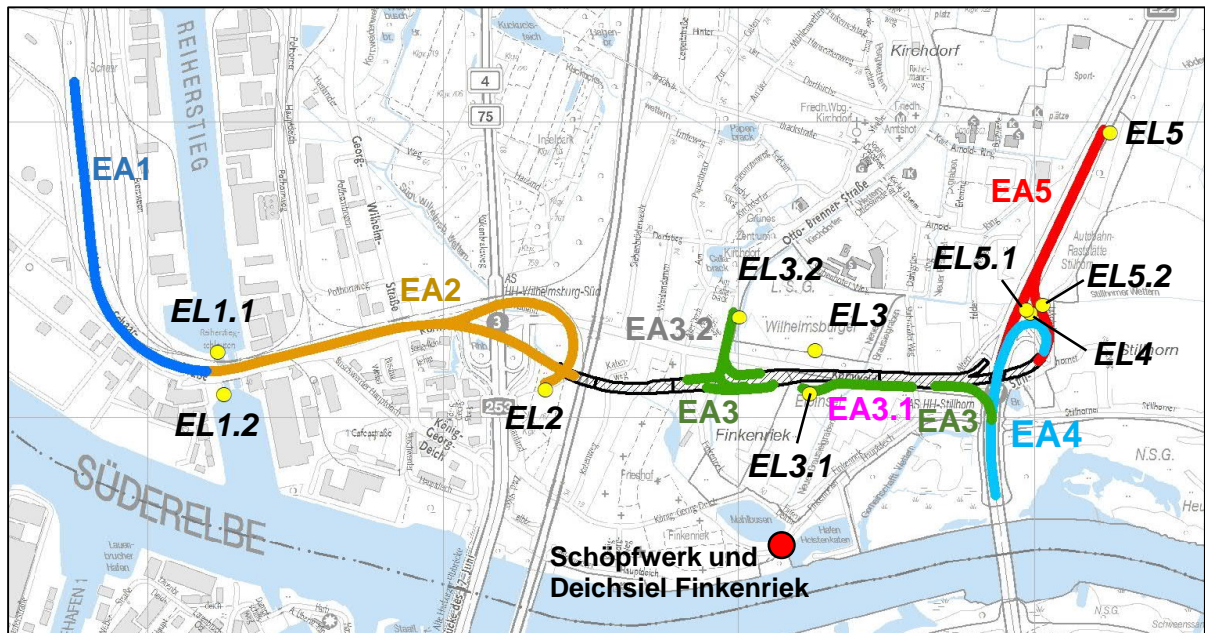


**Abb. 1:** Schema zur Tausalzverfrachtung (Abschätzung nach [3])

Die Anteile des Tausalzes, die auf die verschiedenen Transportwege entfallen, können nicht genau bestimmt werden und variieren zudem mit veränderlichen Randbedingungen (z.B. mit den Wind- und Verkehrsverhältnissen). Im Rahmen der Detailbetrachtungen der Wirkungszusammenhänge und der Gesamtbewertung nach WRRL (siehe Kap. 6) wird im Sinne eines sicheren Bewertungsansatzes daher ein vollständiger Transport über das Entwässerungssystem angesetzt.

## 5.2 Einleitungen

Die Ableitung des mit dem Entwässerungssystem gefassten Niederschlagwassers erfolgt im Abschnitt EA1 von der Hochstraße (A 26) zum südlichen Reiherstieg (Einleitung EL1.1). Die im Abschnitt EA1 unterhalb der Hochstraße verlaufende Hohe Schaar Straße entwässert in die Süderelbe (Einleitung EL1.2). Alle anderen Abschnitte entwässern über Einleitungen in das Wilhelmsburger Grabensystem in die Süderelbe. Die Lage der Entwässerungsabschnitte und der zugeordneten Einleitstellen ist in der Abb. 2 dargestellt.



EA1	A 26 bis Reiherstieg	→ ● EL1.1 (Reiherstieg)
EA1	Hohe Schaar Straße	→ ● EL1.2 (Süderelbe)
EA2	A 26 bis Wilhelmsburgtunnel	→ ● EL2 (Südliche Wilhelmsburger Wettern)
EA3	Tröge und Rampen Wilhelmsburgtunnel	→ ● EL3 (Neuer Brausielgraben)
EA3.1	Kornweide	→ ● EL3.1 (Neuer Brausielgraben)
EA3.2	Otto-Brenner-Straße	→ ● EL3.2 (Kirchdorfer Wettern)
EA4	A 1 Autobahndreieck Stillhorn und südlich	→ ● EL4 (Stillhorner Wettern)
EA5	A 1 (0+760 bis 1+329)	→ ● EL5 (Rethwettern)
EA5.1	A 1 (0+541 bis 0+760)	→ ● EL5.1 (Stillhorner Wettern)
EA5.2	A 1 Rampe A 26 – A 1	→ ● EL5.2 (Stillhorner Wettern)

(Die Einleitstellen 5.3 und 5.4 werden hier nicht aufgeführt, da sie nicht an Verkehrsflächen angeschlossen sind.)

**Abb. 2:** Entwässerungsabschnitte (EA) und Einleitstellen (EL)

Im Rahmen der Bewertung nach WRRL werden die Fließwege im Wilhelmsburger Grabensystem nicht differenziert betrachtet, da diese Gewässer nicht berichtspflichtig sind. Die Einleitungen werden aufsummiert als direkte Einleitung in die Süderelbe am Schöpfwerk und Deichsiel Finkenriek betrachtet. Da Verzögerungen und Verdünnungen im Grabennetz in den Auswertungen nicht berücksichtigt werden, erfolgt auch hier ein Ansatz auf der sicheren Seite. Dies gilt auch vor dem Hintergrund, dass eine aufgrund der komplexen hydraulischen Zusammenhänge im Grabensystem mögliche anteilige Ableitung zu anderen Siel- und Schöpfwerken nicht berücksichtigt wird.

Im Gegensatz zum Wilhelmsburger Grabensystem kann im Reiherstieg das eingeleitete Niederschlagwasser vor dem weiteren Abstrom in die Süderelbe und zur Referenzmessstelle Seemannshöft über erhebliche Zeiträume zurückgehalten werden. Die Konzentrationsentwicklung im Reiherstieg wird daher zunächst getrennt betrachtet. In der abschließenden Bewertung nach WRRL werden die Süderelbe und der südliche Reiherstieg zusammengefasst betrachtet, da beide Teil desselben Oberflächenwasserkörpers el\_02 (Elbe/Hafen) sind und die resultierenden Auswirkungen an der Referenzmessstelle Seemannshöft relevant sind.

**Tab. 2: Drosselabfluss der Behandlungsanlagen**

Einleitstelle	Einleitgewässer	Drosselabfluss (aus Unterlage 18.1)	
		[l/s]	[m³/s]
Einleitung in den südlichen Reiherstieg			
EL1.1	südlicher Reiherstieg	17,2	0,0172
Einleitung in die Süderelbe (direkt oder über das Grabennetz)			
EL1.2	Süderelbe	28,7	0,0340
EL2	Südliche Wilhelmsburger Wettern	22,9	0,0229
EL3	Brausielgraben	6,3	0,0063
EL3.1	Brausielgraben	3	0,0030
EL3.2	Kirchdorfer Wettern	29	0,0290
EL4	Stillhorner Wettern	16	0,0160
EL5	Rethwettern	14	0,0140
EL5.1	Stillhorner Wettern	2,5	0,0025
EL5.2	Stillhorner Wettern	1,5	0,0015
Summe		123,9	0,1239

Den Einleitungen sind unterschiedliche Reinigungseinrichtungen (Retentionsbodenfilter, Rohrsedimentation, Seitengraben) vorgeschaltet. Da in allen Anlagen keine relevante Rückhaltung der hier betrachteten Parameter Chlorid und Cyanid erfolgt, werden diese nicht weiter betrachtet.

Im Entwässerungsabschnitt EA5 ist eine Reinigung und Rückhaltung über die Durchsickerung der Sohle des begleitenden Straßengrabens vorgesehen. Unterhalb der Grabensohle fasst eine Dränleitung das Sickerwasser und leitet es in das Grabensystem.

Die Einleitstellen sind mit den Werten der Drosselabflüsse der jeweils vorgeschalteten Anlagen aus der Unterlage 18.1 (Erläuterungsbericht zu den wassertechnischen Untersuchungen) in der Tab. 2 aufgelistet. Bei extremen Niederschlagsereignissen sind auch Notüberläufe möglich.

## **6 Ermittlung der Wirkungszusammenhänge**

### **6.1 Vorgehensweise**

Mögliche vorhabenbezogene Konzentrationsänderungen werden in Bezug auf das hydrologische Winterhalbjahr betrachtet, da der Einsatz von Tausalz größtenteils auf diesen Zeitraum entfällt. Aufgrund der in der Süderelbe und dem Reiherstieg unterschiedlichen Strömungssituationen, werden diese beiden Abschnitte des Oberflächenwasserkörpers el\_02 bezüglich möglicher Auswirkungen auf die Chlorid-Konzentration zunächst differenziert betrachtet. Für die abschließende Bewertung erfolgt eine zusammenfassende Betrachtung des Oberflächenwasserkörpers.

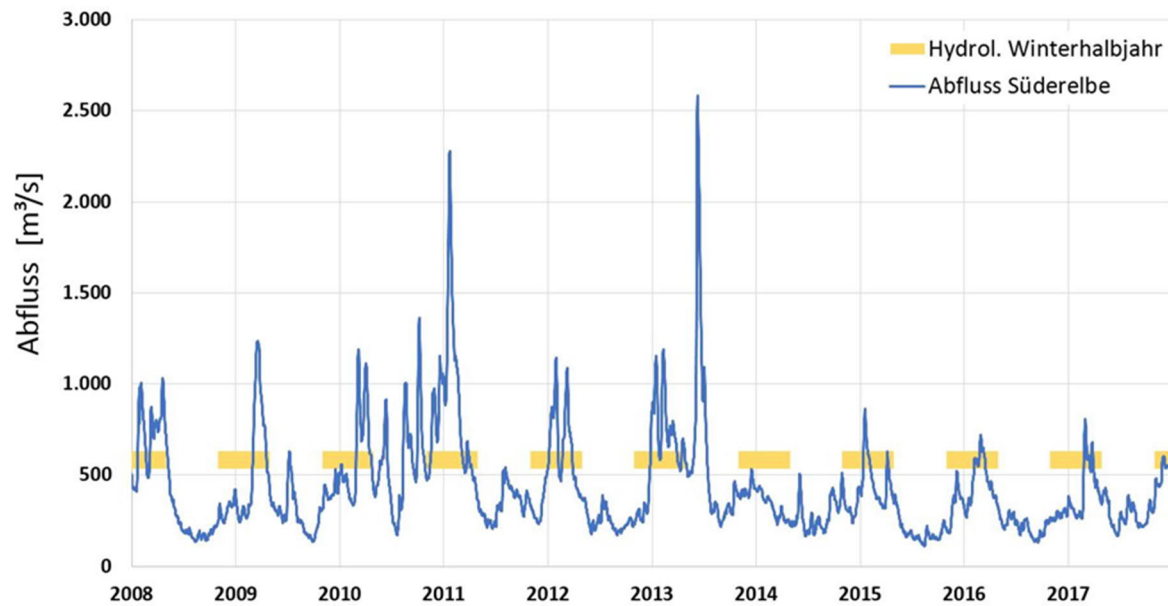
Ergänzend zur Ermittlung möglicher Konzentrationsänderungen erfolgt eine Aufstellung der möglichen Frachtveränderung auf der Basis der Jahres-Stoffbilanz.

### **6.2 Chlorid-Konzentrationen in der Süderelbe**

Die zum Zeitpunkt der Einleitung bedingte Konzentrationsänderung in der Süderelbe hängt maßgeblich vom zeitgleichen Abfluss im Gewässer ab. Ein Einsatz von Tausalz erfolgt nur im hydrologischen Winterhalbjahr (November bis April), das im Vergleich zum Gesamtjahr einen höheren mittleren Abfluss besitzt und in das keine Phasen extrem niedriger Abflüsse fallen. Der Tausalzaustrag aus den Verkehrsflächen erfolgt aufgrund der geplanten Direktinleitung nur mit relativ geringer Verzögerung und zeitlich konzentriert.

In der Abb. 3 ist die Entwicklung des Abflusses in der Süderelbe im 10-Jahres-Zeitraum 2008 bis 2017 dargestellt. Die Werte werden vom Pegel Darchau mit den Faktoren 1,076 (Zuflüsse bis zur Süderelbe) und 0,59 (Abflussanteil der Süderelbe an der Stromspaltung) abgeleitet.

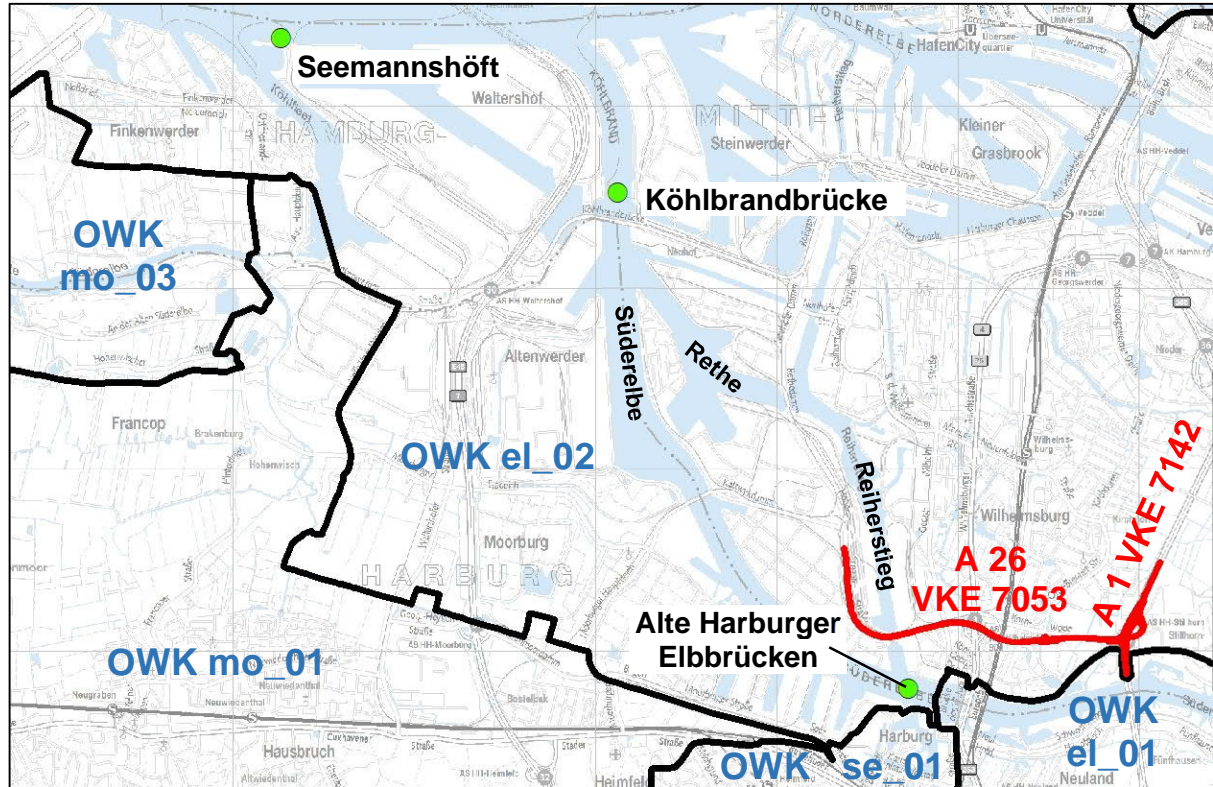
Aufgrund der zeitlichen Beschränkung des Tausalzeinsatzes auf den Zeitraum November bis April wird der Referenzwert des Abflusses aus den Abflusswerten dieser Monate gebildet. Als Berechnungsgrundlage für die weiteren Untersuchungen wurde aus der in der Abb. 3 dargestellten 10-Jahres-Reihe der mittlere Abfluss im hydrologischen Winterhalbjahr mit einem Wert von 581 m<sup>3</sup>/s ermittelt. Zur Ableitung eines Berechnungswertes für die Chlorid-Konzentration wurden die Messdaten von 2008 bis 2017 für die drei Messstellen „Alte Harburger Elbbrücken“ (Süderelbe), Köhlbrandbrücke (Süderelbe) und Seemannshöft (Stromelbe) abgerufen. Die Lage dieser Messstellen im OWK el\_02 ist in der Abb. 4 dargestellt.



Berechnungsgrundlage:

Abfluss Pegel Darchau (Elbe-Datenportal, FGG Elbe) x 1,076 x 0,59 (Erläuterung im Text)

**Abb. 3:** Abfluss der Süderelbe (2008 bis 2017) und Mittel der hydrol. Winterhalbjahre

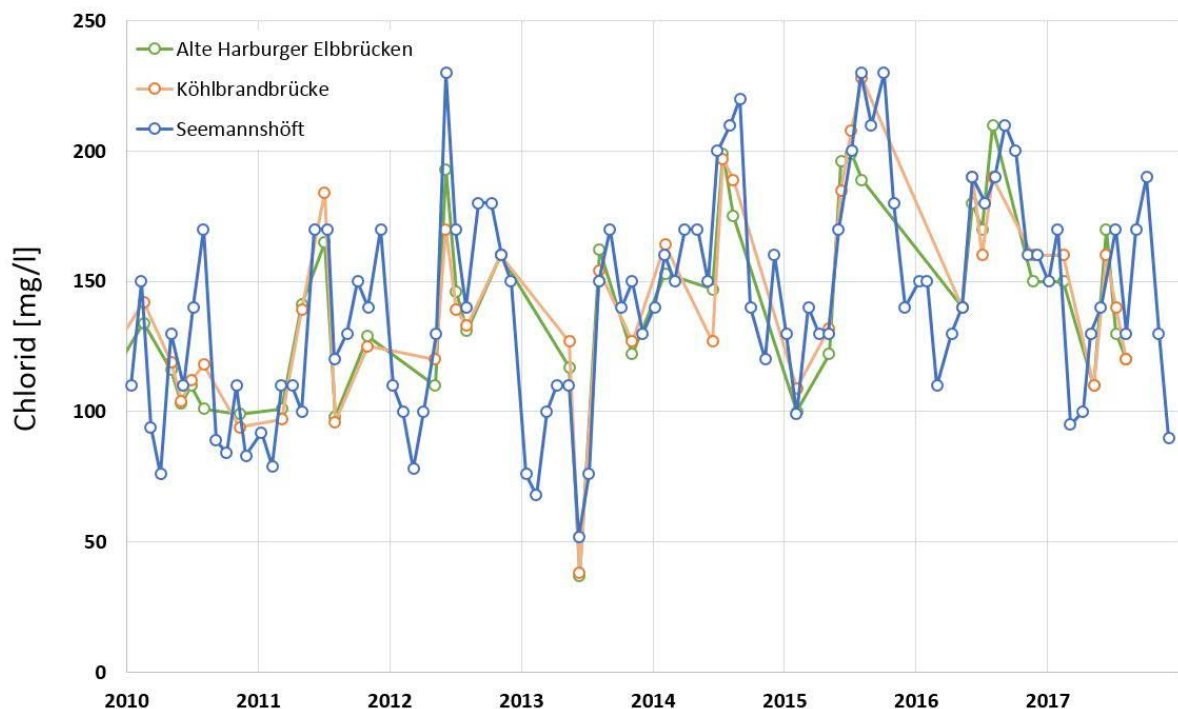


**Abb. 4:** Ausgewertete Messstellen (Chlorid-Konzentration) und Oberflächenwasserkörper



Als gemeinsamer Referenzmesspunkt der Oberflächenwasserkörper el\_01 und el\_02 wird die Messstelle Seemannshöft verwendet, da die Chlorid-Konzentrationen hier höher sind als vor dem Stromspaltungsgebiet (Messstellen Bunthaus und Zollenspieker). Der Einbezug der Messreihen zur Chlorid-Konzentration der Messstellen „Alte Harburger Elbbrücken“ und Köhlbrandbrücke dient der Prüfung möglicher Differenzierungen innerhalb des Stromspaltungsabschnittes (Norder-/Süderelbe).

Die Entwicklung der Chlorid-Konzentration ist an den drei betrachteten Messstellen sehr einheitlich (siehe Abb. 5). Eine relevante Differenzierung der Chlorid-Konzentration zwischen Norder- und Süderelbe oder im Verlauf der Süderelbe durch Zuflüsse oder Einleitungen ist nicht gegeben. Die Daten der Messstelle Seemannshöft sind daher für den gesamten Untersuchungsbereich repräsentativ.



Datengrundlage: monatliche Einzelmessungen (Elbe-Datenportal, FGG Elbe)

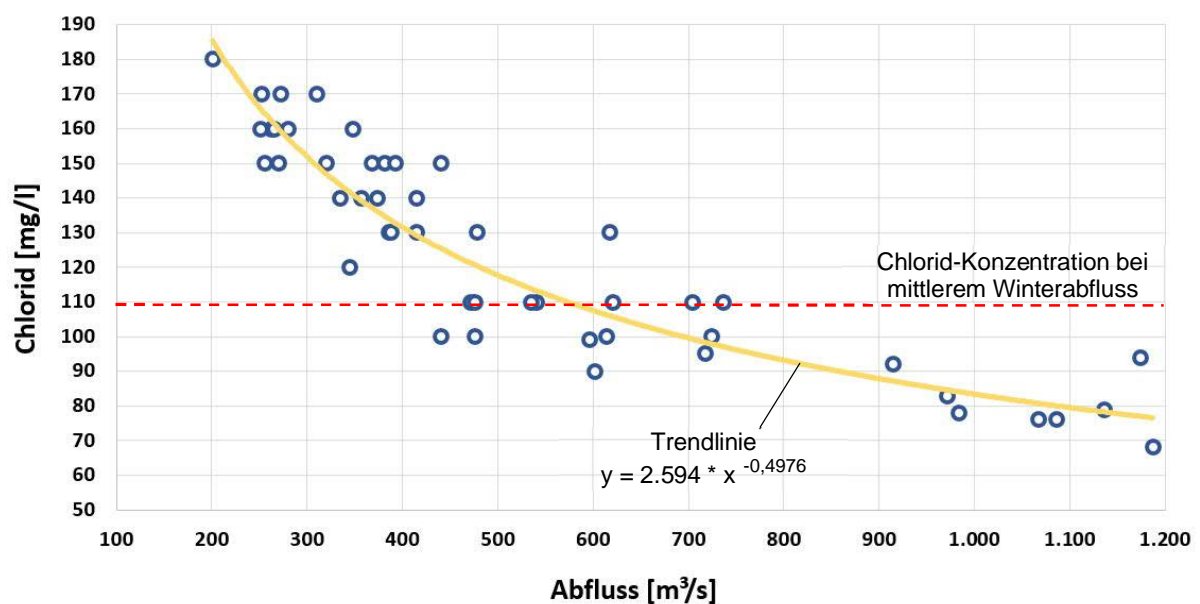
**Abb. 5:** Entwicklung der Chlorid-Konzentration in der Elbe

Während für den Abfluss tägliche Werte vorliegen, besteht die Messreihe zur Chlorid-Konzentration aus monatlichen Einzelmessungen. Um einen repräsentativen Mittelwert für das hydrologische Winterhalbjahr ableiten zu können, wurde zunächst die Beziehung zwischen dem Abfluss und der Chlorid-Konzentration untersucht (siehe Abb. 6).

Die Diagrammdarstellung der Abb. 6 zeigt eine Abhängigkeit zwischen der Chlorid-Konzentration (C) und dem Abfluss (Q) im hydrologischen Winterhalbjahr. Die Trendlinie lässt sich mathematisch mit der Formel

$$C = 2.594 * Q^{-0,4976}$$

beschreiben. Dem mittleren Abfluss im hydrologischen Winterhalbjahr (581 m³/s) ist auf der Grundlage dieser Formel eine Chlorid-Konzentration von 109 mg/l zuzuordnen. Dieser Wert wird bei den folgenden Detailauswirkungsbetrachtungen als Ausgangskonzentration angesetzt.



Datengrundlage:

Abfluss Süderelbe (siehe Abb. 3) und monatliche Chlorid-Einzelmessungen (Elbe-Datenportal, FGG Elbe)

**Abb. 6:** Beziehung zwischen Abfluss und Chlorid-Konzentration (hydrol. Winterhalbjahr)

Für die nachfolgenden Detailauswertungen wird exemplarisch als Ereignis ein Wintereinsatz mit der Ausbringung einer Tausalzmenge von 40 g/m² betrachtet. In Anlehnung an den Diskussionsstand zur Definition eines vereinheitlichten Referenzereignisses [5] wird ein Niederschlagsereignis mit einer abflusswirksamen Höhe von 9 mm bei einem vollständigen Austrag des Tausalzes aus den Verkehrsflächen angesetzt. Auswirkungen einer möglichen Taumittelkumulierung mehrerer Einsätze oder geringerer Niederschlagshöhen anderer Ansätze werden im Nachgang betrachtet.



Für die ereignisbezogene Auswirkungsprognose zur Süderelbe werden alle Einleitungen der beiden im Vorhaben zusammengefassten Planungsabschnitte VKE 7053 und VKE 7142 betrachtet. Ausgenommen ist die Einleitstelle EL1.1, die in den südlichen Reiherstieg einleitet und sich dadurch erst erheblich verzögert auf die Süderelbe auswirkt.

Die für die Mischungsberechnung zum exemplarischen Ereignis resultierenden Werte der Niederschlagsableitung und des Chlorideintrags sind in der Tab. 3 zusammengefasst.

**Tab. 3:** Zusammengefasste Einleitung in die Süderelbe (exemplarisches Ereignis)

Einleitung	gestreute Fläche / EZG [m²]	abflusswirksame Niederschlags-höhe [m]	Cl-Eintrag aus einem Streueinsatz [kg]*	Abfluss-menge [m³]	Chlorid-Konzentration der Einleitung [mg/l]
a (s. Tab. 1)	b (s. Tab. 1)	c (s. Text)	d = 4.004 kg (s. Tab. 1) x 0,45	e = b x c	f = d / e
alle außer EL1.1	139.220	0,009	1.802	1.253	<b>1.438</b>

\*Ansatz: 45 % Abfluss in das Entwässerungssystem (s. Kap. 5.1)

Aus den Werten der Tab. 3 ergeben sich in Verbindung mit den zuvor abgeleiteten Referenzwerten zum Abfluss und zur Chlorid-Konzentration in der Süderelbe die in der Tab. 4 zusammengefassten möglichen vorhabenbezogenen Veränderungen der Chlorid-Konzentration.

**Tab. 4:** Konzentrationsänderungen in der Süderelbe

Einleitungen	Abfluss Süderelbe [m³/s]	Ausgangskonzentr. Cl Süderelbe [mg/l]	Einletrate [m³/s]	Einleit-Konzentr. Cl [mg/l]	Konzentr. Cl Süderelbe hinter Einleitung [mg/l]	Änderung Konzent. Cl Süderelbe [mg/l]
a (s. Tab. 1)	b (s. Text)	c (s. Text)	d (s. Tab. 2)	e (s. Tab. 3)	f (aus b, c, d, e)	g = f - c
alle außer EL1.1	581	109	0,1239	1.438	109,28	<b>0,28</b>

Die Dauer der in der Tab. 4 beschriebenen Auswirkung beträgt bei der ereignisbezogenen Füllung der Retentionsbodenfilter weniger als 5,6 Stunden (längste Entleerungszeit der Retentionseinrichtungen).

Der in der Tab. 4 angegebene Betrag der vorhabenbezogenen Änderung der Chlorid-Konzentration ist aufgrund der zeitlichen Verzögerungen durch den in der Berechnung nicht berücksichtigten vorgeschalteten Transport im Wilhelmsburger Grabensystem tatsächlich deutlich niedriger zu erwarten.

Im Winterdienst werden aufgrund der entsprechenden Beimengung pro Kilogramm Tausalz 38,5 mg Cyanid ausgebracht. Ein Kilogramm Tausalz entspricht 0,6 kg Chlorid, so dass pro Kilogramm Chlorid 64,17 mg Cyanid ausgetragen werden, was einem Faktor von 0,00006417 entspricht. Aus einer vorhabenbezogenen Erhöhung der Chlorid-Konzentration um 0,29 mg/l durch den Tausalzeinsatz resultiert eine maximal mögliche kurzzeitige Konzentrationserhöhung des Parameters Cyanid um 0,019 µg/l.

### **6.3 Chlorid-Konzentration im Reiherstieg**

Am südlichen Ende ist der Reiherstieg durch die Reiherstiegschleuse hydraulisch von der Süderelbe getrennt. Die Sperrschleuse dient der Unterbindung eines Sedimenteintrags in den Reiherstieg durch Wasserströmungen. Durch den Kammeraufbau findet auch während der Schiffsdurchfahrten kein relevanter Wasseraustausch zwischen Süderelbe und Reiherstieg statt.

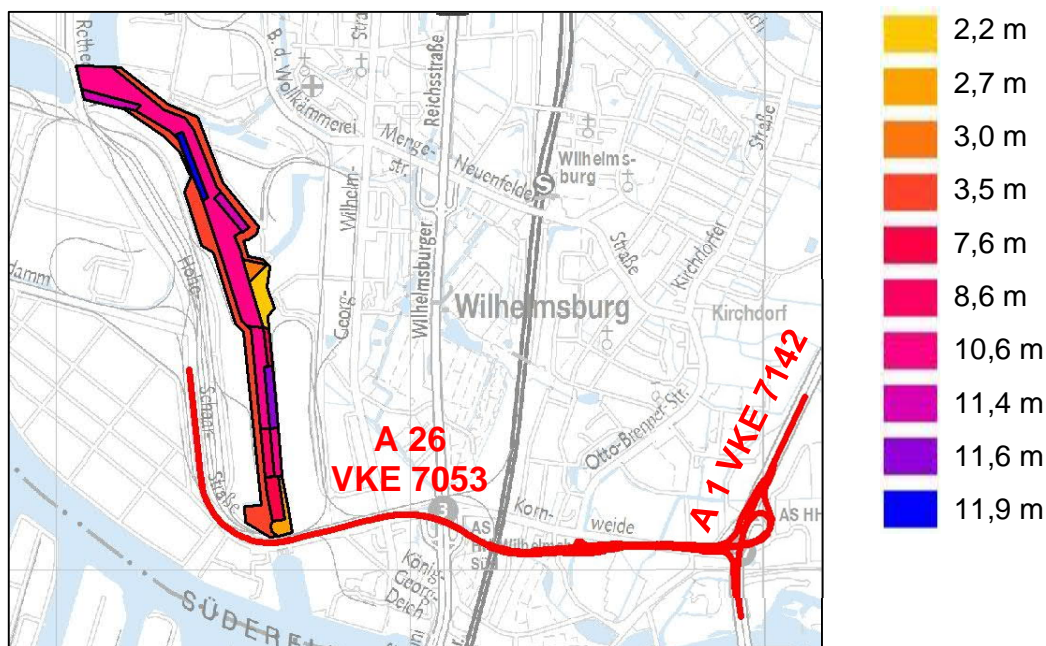
Ein Wasseraustausch im Reiherstieg wird u.a. durch die Einleitungen und den direkten Niederschlagseintrag bewirkt. Der Abstrom über das Grundwasser (siehe Kap. 6.6) ist aufgrund der sehr geringen Strömungsgradienten im Grundwasserleiter für die Mischungsberechnungen im Reiherstieg vernachlässigbar. Ein weiterer Faktor des Wasseraustausches ist das tidebedingte Ein- und Auströmen von Wasser über die Rethen (siehe Abb. 4 in Kap. 6.2), das zusammen mit dem Schiffsverkehr maßgeblich die Durchmischung des Wassers im Reiherstieg bewirkt.

Aufgrund der weitgehend fehlenden Durchströmung erfolgt abweichend zur Situation der Einleitung in die Süderelbe (siehe Kap. 6.2) eine Betrachtung möglicher vorhabenbezogener Veränderungen der Chlorid-Konzentration über die Volumina. Die kumulierende Wirkung der Einleitung im nicht durchströmten Reiherstieg erfordert zudem eine Betrachtung über eine vollständige Winterperiode.

Aus den Niederschlagsdaten zum Zeitraum von 2008 bis 2017 der DWD-Station Neuwiedenthal resultiert für das hydrologische Winterhalbjahr eine mittlere Niederschlagsmenge von 350 mm. Die mittlere im Einzugsgebiet des Reiherstiegs im Winterdienst aufgebrachte Chloridmenge beträgt nach der Tab. 1 (Kap. 3) 123.444 kg.

Als Ausgangs-Konzentration für Chlorid im Reiherstieg wird der im Kapitel 6.2 abgeleitete Wert von 109 mg/l angesetzt. Für die weiteren Auswertungen wird der südliche Reiherstieg betrachtet. Dieser ist am Nordende an weitere Kanäle mit anderen hydraulischen Randbedingungen angeschlossen, so dass die Beschaffenheit hier durch den Wasseraustausch mit diesen überprägt wird.

Die Wassertiefen im südlichen Reiherstieg sind in der Abb. 7 dargestellt. Die rd. 575.000 m<sup>2</sup> große Wasserfläche besitzt eine mittlere Wassertiefe von 7,5 m und beinhaltet ein Wasservolumen von 4.312.500 m<sup>3</sup>.



Quelle: BSH Karte Nr. 48 (Die Elbe von Lühesand bis Hamburg)

**Abb. 7:** Wassertiefen im südlichen Reiherstieg

Aus der mittleren Niederschlagssumme des Winterhalbjahres von 350 mm und der rd. 575.000 m<sup>2</sup> großen Wasserfläche resultiert ein Wasserzustrom in den südlichen Reiherstieg von 201.250 m<sup>3</sup>. Die Verdunstung von der freien Wasseroberfläche ist im hydrologischen Winterhalbjahr sehr gering und kann daher, wie auch der Abstrom über das Grundwasser, bei der Wasserbilanz vernachlässigt werden.

Der in den Reiherstieg entwässernde Abschnitt EA1.1 umfasst eine an das Kanalnetz angeschlossene Fläche von 381.200 m<sup>2</sup> (siehe Tab. 1). Unter Ansatz der mittleren Niederschlags-summe des Winterhalbjahres (350 mm) resultiert ein Einleitungsvolumen im Winterhalbjahr von 133.420 m<sup>3</sup>. Aus dem Einleitungsvolumen und dem mittleren Chlorideintrag des Winterhalbjahres von 123.509 kg (siehe Tab. 1) ergibt sich eine Einleitkonzentration von 926 mg/l.

Aufgrund der tide-, temperatur- und schiffsverkehrsbedingten Strömungen sowie des Wasserteintrags durch den direkten Niederschlag und weitere Einleitungen ist davon auszugehen, dass jeweils zu Beginn eines Winterzeitraums keine Auswirkungen der Tausalzeinleitung aus dem vorausgegangenen Winter mehr bestehen. In der Tab. 5 ist die durch die Einleitung EL1.1 in den südlichen Reiherstieg zu erwartende Veränderung der Chlorid-Konzentration angegeben.

**Tab. 5:** Auswirkungen des Tausalzeinsatzes im südlichen Reiherstieg

Einleitung	Wasser- volumen im südl. Reiher- stieg [m <sup>3</sup> ]	Einlei- tungs- volumen im hydrol. Winter- halbjahr [m <sup>3</sup> ]	Einleit- Konzentr. Cl [mg/l]	direkter Nieder- schlags- eintrag [m <sup>3</sup> ]	Ausgangs Konzentr. Cl im südl. Reiherstieg [mg/l]	Konzentr. Cl im südl. Reiherstieg nach Einleitung [mg/l]	Änderung Konzentr. Cl südl. Reiher- stieg [mg/l]
a	b (s. Text)	c (s. Text)	d (s. Text)	e (s. Text)	f (s. Kap. 6.2)	g (aus c, d, e, f)	h = g - f
südlicher Reiherstieg	4.312.500	133.350	926	201.250	109	128	19

Die mittlere Erhöhung der Chlorid-Konzentration im südlichen Reiherstieg durch die Einleitung des Niederschlagswassers von den geplanten Verkehrsflächen im hydrologischen Winterhalbjahr beträgt ca. 19 mg/l. Ausgehend von einer mittleren Chlorid-Konzentration von 109 mg/l wird eine Konzentration von 128 mg/l erreicht.

Der Wert von 128 mg/l Chlorid liegt innerhalb des in der Elbe auftretenden Schwankungsbereichs der Konzentration von ca. 75 mg/l bis 225 mg/l (siehe Abb. 5 in Kap. 6.2). Dabei ist anzumerken, dass ein zeitliches Zusammentreffen einer hohen Chlorid-Ausgangskonzentration in der Elbe und der Einleitung tausalzbeladenen Wassers nicht zu erwarten ist, da hohe Chlorid-Konzentrationen in der Elbe an sommerliche Niedrigwasserabflüsse gebunden sind. Eine vorhabenbezogene Erhöhung der maximalen Chlorid-Konzentrationen in der Elbe über 200 mg/l (Schwellenwert der OGewV) ist daher nicht zu erwarten.

Im Kapitel 6.2 wird für den mit dem Tausalz verbundenen Eintrag von Cyanid ein Faktor von 0,00006417 hergeleitet. Aus einer vorhabenbezogenen Erhöhung der Chlorid-Konzentration um 19 mg/l im südlichen Reiherstieg durch den Tausalzeinsatz resultiert eine maximal mögliche Konzentrationserhöhung des Parameters Cyanid um 1,2 µg/l. Aufgrund der geringen Vorbelastung von < 5 µg/l im Elbwasser kann eine vorhabenbezogene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm im Jahresdurchschnitt der OGewV (10 µg/l) ausgeschlossen werden.

#### 6.4 Chlorid-Konzentration an der Messstelle Seemannshöft

Rund 5,5 km nördlich der geplanten Trasse vereinigen sich am Ende des Stromspaltungsgebiets die Süderelbe und die Norderelbe wieder. Die ereignisbezogene Auswirkung der Einleitung von Chlorid aus Tausalz in die Süderelbe (siehe Kap. 6.2) reduziert sich hier durch die Mischung des Abflusses aus Norder- und Süderelbe gemäß den Angaben in Tab. 6. Diese Situation ist zu berücksichtigen, da die für die Bewertung nach WRRL relevante Referenzmessstelle Seemannshöft hinter dem Bereich der Stromspaltung liegt. Im Bereich der Messstelle Seemannshöft ist mit einem Wert von 0,17 mg/l eine geringere Konzentrationserhöhung als in der Süderelbe zu erwarten.

**Tab. 6:** Konzentrationsänderungen an der Messstelle Seemannshöft

Einleitung	Abfluss Elbe Höhe Seemannshöft [m³/s]	Ausgangs- Konzentr. Cl [mg/l]	Einletrate [m³/s]	Einleit- Konzentr. Cl [mg/l]	Konzentr. Cl Stromelbe bei Einleitung [mg/l]	Änderung Konzentr. Cl Stromelbe [mg/l]
a	b	c (s. Kap. 6.2)	d (s. Kap. 6.2)	e (s. Tab. 3)	f (aus b, c, d, e)	g = f - c
alle außer EL1.1	986	109	0,1239	1.438	109,17	0,17

Der Zustrom von tausalzbürtigem Chlorid aus der Einleitung in den südlichen Reiherstieg in die Süder- bzw. die Stromelbe erfolgt zeitlich stark verzögert. Da er durch viele hydrologische und meteorologische Randbedingungen sowie durch die Steuerung der Sperrschleusen im Hafenbereich beeinflusst wird, ist er jedoch nicht genau prognostizierbar. Aufgrund der Lage der Einleitstelle in größerer Entfernung zum nächsten hydraulischen Anschluss an Süder- oder Norderelbe und des relativ geringen Strömungsgeschehens in den Hafenkanälen und Becken ist von einem stark vergleichmäßigten Austrag in die Stromelbe mit einer entsprechend starken Verdünnung auszugehen.

Unter der Annahme eines über das Jahr vergleichmäßigten Austausches des Wassers im südlichen Reiherstieg mit der Stromelbe ( $0,137 \text{ m}^3/\text{s}$ ) und Chlorid-Konzentrationen von  $109 \text{ mg/l}$  (Elbe) bzw.  $131 \text{ mg/l}$  (südlicher Reiherstieg) resultiert aus der Einleitung EL1.1 im Mittel eine zusätzliche Erhöhung der Chlorid-Konzentration in der Stromelbe um  $0,003 \text{ mg/l}$ .

Daher ist in der Stromelbe auch bei gemeinsamer Betrachtung der vorhabenbezogenen Einleitungen in die Süderelbe und den südlichen Reiherstieg nur eine sehr geringe ereignisbezogene Erhöhung der Chlorid-Konzentration an der Referenzmessstelle des betroffenen Oberflächenwasserkörpers (Seemannshöft) von um  $0,153 \text{ mg/l}$  zu erwarten.

Im Kapitel 6.2 wird für den mit dem Tausalz verbundenen Eintrag von Cyanid ein Faktor von  $0,00006417$  hergeleitet. Aus einer vorhabenbezogenen Erhöhung der Chlorid-Konzentration um  $0,17 \text{ mg/l}$  an der Messstelle Seemannshöft (vorhabenbezogene Auswirkung in der Süder reduziert durch den Zusammenfluss mit der Norderelbe) durch den Tausalzeinsatz resultiert eine maximal mögliche Konzentrationserhöhung des Parameters Cyanid um  $0,01 \text{ µg/l}$ . Aufgrund der geringen Vorbelastung von  $< 5 \text{ µg/l}$  im Elbwasser kann eine vorhabenbezogene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm im Jahresdurchschnitt der OGewV ( $10 \text{ µg/l}$ ) ausgeschlossen werden.

## 6.5 Chlorid-Frachten in der Elbe

Für die Herleitung einer mittleren vorhabenbezogenen Chlorid-Jahresfracht an der Messstelle Seemannshöft (Referenzmessstelle der Oberflächenwasserkörper el\_01 und el\_02) wird die Gesamtmenge des eingesetzten Tausalzes angesetzt. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der chemischen Eigenschaften (hohe Löslichkeit, kein Abbau, keine Fixierung) der Großteil des vorhabenbezogenen Chloridaustrags über die einzelnen Transportpfade mit unterschiedlichen Verzögerungen die Elbe als überregionalen Hauptvorfluter erreicht.

Die Frachtermittlungen erfolgen auf der Grundlage der mittleren Anzahl von 90 Streueinsätzen pro Winterperiode (siehe Kap. 3) und unter dem Ansatz von  $40 \text{ g}$  Tausalz (entspricht  $24 \text{ g}$  Chlorid) pro  $\text{m}^2$ .

Die mittlere jährliche Chlorid-Fracht für den Zeitraum 2008 bis 2017 beträgt an der Messstelle Seemannshöft (Referenzmessstelle der Oberflächenwasserkörper el\_01 und el\_02) rd. 2.783.000 t. Der mittlere vorhabenbezogene Jahreseintrag von Chlorid durch den Einsatz von Tausalz beträgt nach den Werten der Tab. 1 in Kap. 3 rd. 484 t. Das entspricht, bezogen auf die zuvor genannte mittlere jährliche Chlorid-Fracht in der Elbe einer Erhöhung um 0,017 %.

## 6.6 Chlorid-Eintrag in das Grundwasser

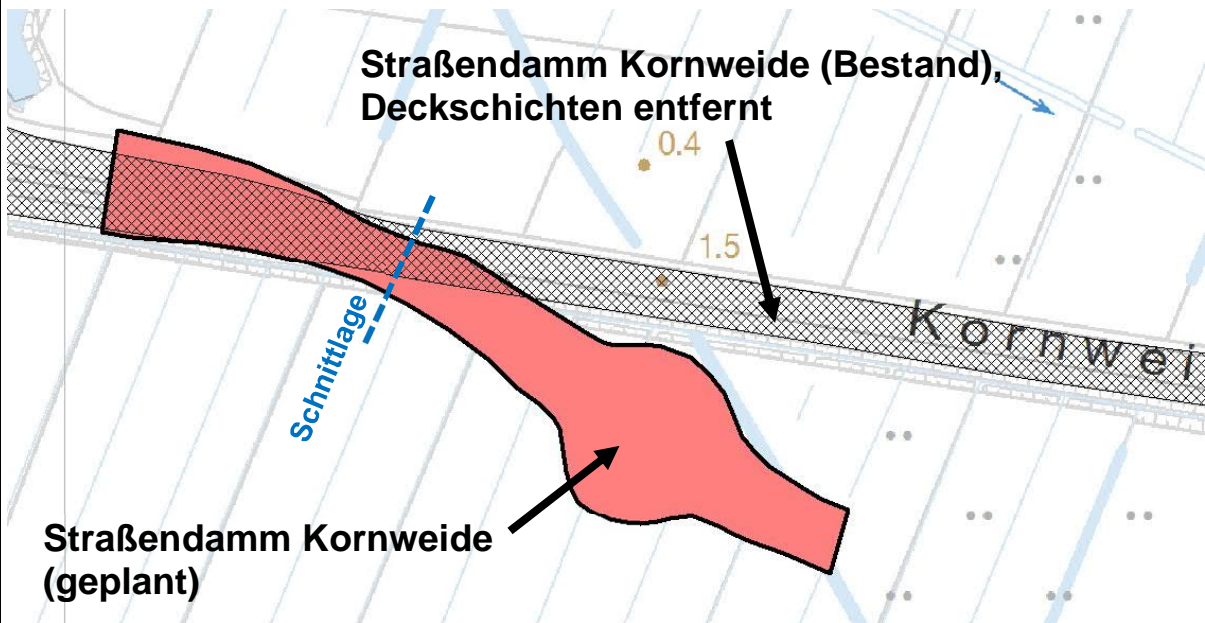
Mit der geplanten Entwässerung der im Vorhaben gemeinsam betrachteten Trassenabschnitte VKE 7053 (A 26) und VKE 7142 (A 1) sind nur sehr geringe Einsickerungen in den Grundwasserleiter verbunden. Die Entwässerung erfolgt maßgeblich an der Oberfläche zum Vorfluter Elbe. Eine Versickerung von Niederschlagswasser in relevantem Umfang ist aufgrund der hydrogeologischen Randbedingungen (geringe Grundwasserflurabstände, geringdurchlässige Deckschichten) nicht geplant und auch nicht möglich.

Für einen rd. 200 m langen Abschnitt des geplanten neuen Verlaufs der Kornweide, im Kreuzungsbereich mit der geplanten Tunneltrasse, ist eine Entwässerung durch Versickerung des von den Fahrbahnen abströmenden Niederschlagswassers im Böschungsbereich vorgesehen. Der westliche Teil dieses Abschnitts liegt im Bereich des heutigen Verlaufs der Kornweide. Dort wurden die geringdurchlässigen Deckschichten im Zuge des Straßenbaus entfernt, so dass ein hydraulisches Fenster zum Grundwasserleiter gegeben ist (siehe Abb. 8).

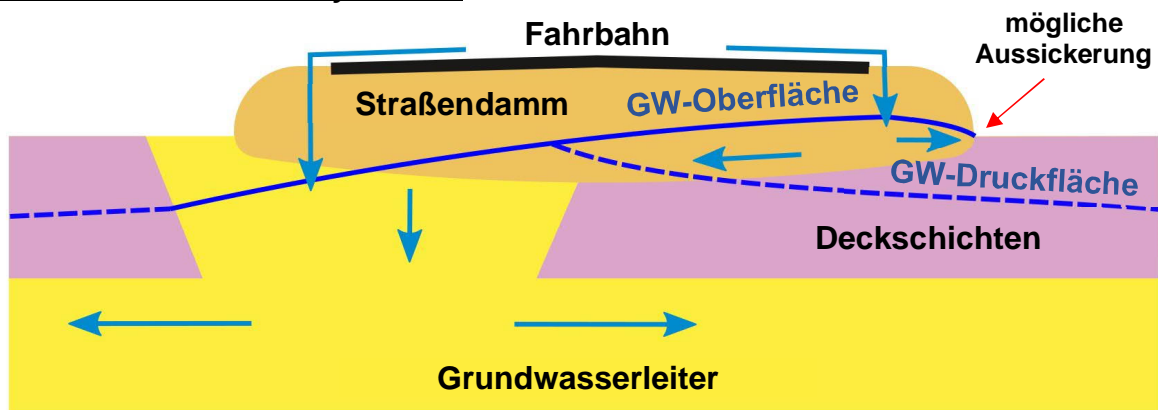
Das in den Straßendamm eingesickerte Wasser staut sich im Setzungsprofil auf den geringdurchlässigen Deckschichten und strömt über das hydraulische Fenster dem Grundwasserleiter zu (siehe Abb. 8). In Nassphasen kann eine Aussickerung am Dammfuß nicht ausgeschlossen werden. Das gilt aufgrund der größeren Entfernung zum hydraulischen Fenster insbesondere für den Bereich des östlichen Endes dieses Abschnittes.

Der Versickerungsabschnitt der verlegten Kornweide umfasst eine gestreute Fläche von rd. 2.500 m<sup>2</sup>. Nach den Angaben in der Tab. 1 im Kap. 3 resultiert für die Fläche ein mittlerer jährlicher Auftrag von 5.400 kg Chlorid.

### Lageplan



### Schemaschnitt zur Hydraulik



**Abb. 8: Abschnitt Straßendamm Kornweide mit Versickerung**

Der Abstrom aus dem Versickerungsbereich erfolgt in nördliche Richtung und ist zum zentralen Bereich der Grundwasserabsenkung in Wilhelmsburg gerichtet. Aufgrund der flächigen Aussickerung des Grundwassers im Bereich der niedrigen Marschflächen ist die Reichweite des Abstroms gering und die Abstromfläche (Flächen D in Abb. 9) mit rd. 7 ha sehr klein. Der Abstrombereich liegt im Grundwasserkörper E112 (Bille-Marsch/Niederung Geesthacht).



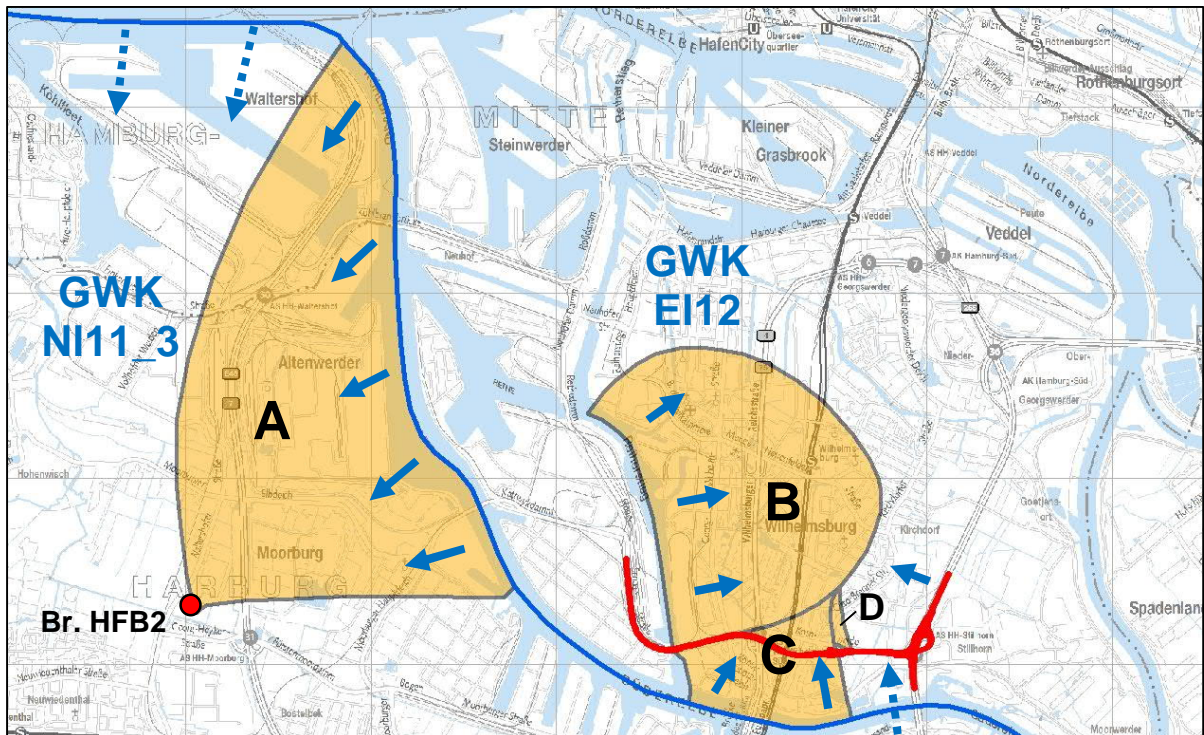
Für eine überschlägige Ermittlung der möglichen vorhabenbezogenen Erhöhung der Chlorid-Konzentration im Grundwasser im Abstrombereich wird der jährliche Chlorideintrag und die pro Jahr unterhalb der betreffenden Fläche durchströmende Grundwassermenge sowie die resultierenden Konzentrationen bestimmt. Die Strömungsgeschwindigkeit im Grundwasserleiter ist gering und kann mit ca. 30 m pro Jahr [2] angesetzt werden. Die Versickerungsmenge wurde auf der Grundlage der gestreuten Verkehrsfläche, eines mittleren Jahresniederschlags von 766 mm (Zeitraum 2008 bis 2017, DWD-Station Neuwiedenthal) und eines Abflussbeiwertes von 0,9 ermittelt:

B      Breite des Strömungsquerschnittes: 140 m  
M      Mächtigkeit Grundwasserleiter: 15 m  
V      Strömungsweite pro Jahr: 30 m/a  
P      Porenvolumen: 0,2  
Durchstromvolumen pro Jahr:  $B \times M \times V \times P = 12.600 \text{ m}^3$   
Versickerungsmenge:  $1.724 \text{ m}^3$   
mittlerer Chlorideintrag pro Jahr: 5.400 kg  
maximale Erhöhung der Chlorid-Konzentration im Abstrom: **377 mg/l**

Tatsächlich ist im Abstrom der Versickerung eine deutlich geringere Konzentration als die rechnerisch hergeleitete zu erwarten, da die mit der Grundwasserströmung verbundene Dispersion einen zusätzlichen Verdünnungsprozess bewirkt und die Aussickerung des oberflächennah zugesickerten Wassers bereits im unmittelbaren Abstrombereich einsetzt. Eine messbare Auswirkung im Grundwasserkörper durch das Landesmessnetz zur Grundwasserüberwachung (UPOG) kann aufgrund der geringen Konzentrationserhöhung und der kleinräumigen Auswirkung ausgeschlossen werden.

Außer der lokalen direkten Versickerung im Bereich der Kornweide bewirkt das Vorhaben auch einen indirekten Stoffeintrag in das Grundwasser. Dieser resultiert aus der Einleitung in die Süderelbe und den Reiherstieg, da das Elbwasser in einigen Uferabschnitten über die Gewässersohle dem hydraulisch angeschlossenen Grundwasserleiter zuströmt. Eine entsprechende Einsickerung in den Grundwasserleiter ist gegeben, wenn die Grundwasserdruckhöhen niedriger sind als der mittlere Elbwasserstand.

Aus dem Reiherstieg erfolgt ein Abstrom nach Osten (Fläche B in Abb. 9) in den Grundwasserkörper EI12 (Bille-Marsch/Niederung Geesthacht). Aus der Süderelbe erfolgt ein Abstrom nach Norden (Fläche C in Abb. 9), ebenfalls in den Grundwasserkörper EI12 und ein Abstrom nach Westen (Fläche A in Abb. 9) in den Grundwasserkörper NI11\_3 (Este-Seeve Lockergestein).



- A: Abstom aus der Süderelbe zum Brunnen HFB2
- B: Abstom aus dem südlichen Reiherstieg zum Zentrum der Grundwasserabsenkung in Wilhelmsburg
- C: Abstom aus der Süderelbe zum Zentrum der Grundwasserabsenkung in Wilhelmsburg
- D: Abstom vom Straßendamm der Kornweide zum Zentrum der Grundwasserabsenkung in Wilhelmsburg

**Abb. 9:** Skizze zum Abstom in das Grundwasser

Der Abstom in den Grundwasserkörper NI11\_3 (Este-Seeve Lockergestein) ist auf den Trinkwasserbrunnen HFB2 (Hamburg Wasser) gerichtet und wird von diesem vollständig erfasst (siehe Abb. 9). Die Einsickerung in den Grundwasserleiter setzt sich auch nach dem Zusammenfluss von Norder- und Süderelbe fort, wird aber aufgrund der durch die einhergehende Verdünnung erheblich reduzierten vorhabenbezogenen Auswirkungen nicht mehr betrachtet.

Da das Strömungsgeschehen im Grundwasserleiter gegenüber dem in der Elbe um Größenordnungen langsamer ist, beziehen sich die folgenden Randbedingungen nicht mehr (wie in den ereignisbezogenen Berechnungen des Kapitels 6) auf das hydrologische Winterhalbjahr, sondern auf das ganze Jahr.

Der gesamte mittlere Jahreseintrag an Chlorid durch den Tausalzeinsatz im Bereich der geplanten Verkehrsflächen beträgt 483.840 kg (siehe Tab. 1 in Kap. 3). Der mittlere Jahresabfluss in der Süderelbe beträgt im Betrachtungszeitraum (2008 bis 2017) 428 m³/s. Das Jahresmittel der Chlorid-Konzentration beträgt ohne Vorhabeneinfluss 141 mg/l (2008 bis 2017, Referenzmessstelle Seemanshöft). Der vorhabenbezogene Chlorideintrag bedingt in der Süderelbe eine rechnerische mittlere Konzentrationserhöhung des Parameters Chlorid um 0,04 mg/l auf 141,04 mg/l.

Für den südlichen Reiherstieg kann als Jahresmittel der vorhabenbezogenen Erhöhung der Chlorid-Konzentration ein Wert von 4,75 mg/l abgeleitet werden (keine Konzentrationserhöhung im Sommerhalbjahr und eine mittlere Konzentrationserhöhung im Winterhalbjahr um ca. 9,5 mg/l). Das Jahresmittel der Chlorid-Konzentration in der Elbe erhöht sich daher in diesem Bereich von 141 mg/l auf 145,75 mg/l.

Da der Wasserabstrom aus der Süderelbe bzw. dem Reiherstieg die Grundwasserneubildung in den in der Abb. 9 dargestellten Bereichen maßgeblich bestimmt, können die zuvor genannten Konzentrationsänderungen auch auf die entsprechenden vorhabenbeeinflussten Grundwasserleiterbereiche übertragen werden.

Für den beeinflussten Trinkwasserbrunnen HFB2 sind vorhabenbezogen keine relevanten Auswirkungen zu erwarten. Durch eine mögliche Erhöhung der Chlorid-Konzentration um 0,04 mg/l im entsprechenden Teileinzugsgebiet wird keine messbare Veränderung der Rohwasserbeschaffenheit des Brunnens verursacht.

Im Bereich des Grundwasserabstroms (siehe Abb. 9) besteht eine mittelbare vorhabenbezogene Beeinflussung des Entwässerungssystems durch die flächige Grundwasseraussickerung infolge der Wasserhaltung in den niedrigen Marschbereichen. Aufgrund der geringen vorhabenbezogenen Konzentrationsänderungen und da das aussickernde Grundwasser nur einen geringen Anteil des im Grabensystem abgeführten Wassers ausmacht, ist bezüglich der Beschaffenheit der Oberflächengewässer ebenfalls keine messbare Veränderung zu erwarten. Daher können auch verzögerte Rückwirkungen durch die Ableitung des Wassers aus dem Grabensystem in die Süderelbe (OWK el\_02) ausgeschlossen werden.

## **7 Zusammenfassung**

### **7.1 Chlorid- und Cyanid-Emissionen durch den Straßenverkehr**

Im Vergleich zu anderen chemischen Parametern der typischen Emission durch den Straßenverkehr weist der Chlorid- und Cyanideintrag aus dem Einsatz von Tausalz im Winterdienst Besonderheiten auf. So ist der Einsatz von Tausalz an bestimmte winterliche Wetterlagen gebunden und erfolgt daher unregelmäßig und zeitlich stark konzentriert. Darüber hinaus werden die Parameter aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften nicht (Chlorid) bzw. nur langsam (Cyanid) abgebaut und in Filterpassagen nicht zurückgehalten.

In den vorausgehenden Kapiteln wurde für den Tausalzeinsatz der Stofftransport im geplanten Entwässerungssystem und dem Umfeld für den Parameter Chlorid und Cyanid untersucht und detailliert beschrieben. In den beiden folgenden Kapitel 7.2 und 7.3 erfolgt eine zusammenfassende Betrachtung der Untersuchungsergebnisse unter dem Bewertungsansatz der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

### **7.2 Oberflächenwasser**

Der vorhabenbezogene Chlorideintrag in das Oberflächenwasser aus dem Einsatz von Tausalz erfolgt über mehrere Einleitstellen in die Süderelbe, deren Nebengewässer Reiherstieg und in das Wilhelmsburger Grabennetz. Da die Nebengewässer nicht berichtspflichtig sind, werden sie als Direkteinleitung in die Süderelbe betrachtet. Alle Einleitstellen betreffen somit die Oberflächenwasserkörper el\_01 (Elbe (Ost)) und el\_02 (Elbe/Hafen).

Nach den durchgeführten Untersuchungen sind an der gemeinsamen Referenzmessstelle Seemannshöft der Wasserkörper el\_01 und el\_02 vorhabenbezogen die in der Tab. 7 angegebenen Konzentrationsänderungen für die Parameter Chlorid und Cyanid zu erwarten.

**Tab. 7:** Konzentrationsänderungen Oberflächenwasserkörper

OWK	Szenario	Ausgangs- konzentration im OWK (Istzustand)	vorhaben- bezogene Konzentrations- erhöhung
el_01 Elbe (Ost)  und  el_02 Elbe/Hafen	Jahresmittel	141 mg/l Chlorid (Jahresmittel)	<b>0,04 mg/l Chlorid</b>
		< 5 µg/l Cyanid (Jahresmittel)	<b>0,003 µg/l Cyanid</b>
	Spitzenwert	109 mg/l Chlorid (Mittel Winterhalbjahr)	<b>0,17 mg/l Chlorid</b>
		< 5 µg/l Cyanid (Mittel Winterhalbjahr)	<b>0,01 µg/l Cyanid</b>

Eine Verschlechterung des guten ökologischen Potenzials der Oberflächenwasserkörper el\_01 (Elbe (Ost)) und el\_02 (Elbe/Hafen) durch eine vorhabenbezogene Erhöhung der mittleren Chlorid-Konzentration über den Schwellenwert der OGewV von 200 mg/l (Typ 20, sandgeprägte Ströme) kann nach den Untersuchungsergebnissen ausgeschlossen werden. Das gilt auch für die Detailbetrachtungen zum strömungsarmen südlichen Reiherstieg als Nebengewässer der Strom- bzw. Süderelbe.

Auch die ermittelten möglichen kurzzeitigen Konzentrationsspitzen überschreiten den Schwellenwert von 200 mg/l nicht. Dies gilt, mit Blick auf die laufende Diskussion einheitlicher Randbedingungen, auch für Variationen der gewählten ereignisbezogenen Randbedingungen zum Niederschlag und zum Salzauftrag im plausiblen Bereich.

Eine Verschlechterung des guten ökologischen Potenzials durch eine vorhabenbezogene kurzzeitige oder langfristige Erhöhung der Cyanid-Konzentration ist aufgrund der geringen Vorbelastung und Änderungsbeträge ebenfalls auszuschließen. Die Umweltqualitätsnorm im Jahresdurchschnitt der OGewV für Cyanid (10 µg/l) wird nicht überschritten.

### 7.3 Grundwasser

Aus den Oberflächenwasserkörpern el\_01 (Elbe (Ost)) und el\_02 (Elbe/Hafen) erfolgt in Teilabschnitten eine Einsickerung von Oberflächenwasser in den Grundwasserleiter. Dadurch ist vorhabenbezogen ein indirekter Stoffeintrag in die Grundwasserkörper NI11\_3 (Este-Seeve-Lockergestein) und EI12 (Bille-Marsch/Niederung Geesthacht) gegeben. Darüber hinaus erfolgt lokal eine direkte Versickerung in den Grundwasserkörper EI12 (Bille-Marsch/Niederung Geesthacht).

Nach den durchgeführten Untersuchungen ergeben sich die in der Tab. 8 angegebenen beeinflussten Teilflächen und Konzentrationen für die Parameter Chlorid und Cyanid.

**Tab. 8:** Konzentrationsänderungen Grundwasserkörper

GWK	Eintrag	betroffene Fläche	vorhaben- bezogene Konzentration
NI11_3 Este-Seeve- Lockergestein	Westufer Süderelbe	ca. 13 km <sup>2</sup>	141,04 mg/l Chlorid
			< 5,003 µg/l Cyanid
EI12 Bille-Marsch/ Niederung Geesthacht	Nordufer Süderelbe	ca. 1,7 km <sup>2</sup>	141,04 mg/l Chlorid
			< 5,003 µg/l Cyanid
	Ostufer Südlicher Reiherstieg	ca. 6,5 km <sup>2</sup>	151 mg/l Chlorid
			< 5,3 µg/l Cyanid
	Versickerung Kornweide	ca. 0,07 km <sup>2</sup>	max. 377 mg/l Chlorid
			max. 24 µg/l Cyanid

Eine vorhabenbezogene geringe Überschreitung des Schwellenwertes für den Parameter Chlorid nach der GrwV (250 mg/l) ist nach den Untersuchungsergebnissen nur kleinräumig im Abstrombereich der Versickerung an der Kornweide im Grundwasserkörper EI12 möglich. Dies betrifft weniger als 0,1 % der Fläche des 230 km<sup>2</sup> umfassenden Grundwasserkörpers.

Messbare Auswirkungen im Landesmessnetz zur Überwachung des oberflächennahen Grundwassers (UPOG) Überwachungsnetz können ausgeschlossen werden. Eine vorhabenbezogene Verschlechterung des chemischen Zustands des Grundwasserkörpers ist nicht gegeben.

Der Parameter Cyanid ist in der Liste I (gefährliche Schadstoffe und Schadstoffgruppen) der Grundwasserverordnung (GrVV) aufgeführt. Ein Schwellenwert ist nicht angegeben. Zur Orientierung wird der Grenzwert für Cyanid der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) von 50 µg/l herangezogen. Eine vorhabenbezogene Überschreitung dieses Grenzwertes kann ausgeschlossen werden.

Hamburg, 22.01.2020

Dipl.-Geogr. Hydr. Lutz Krob  
(Geschäftsführung)

Dipl.-Ing. Roger Günzel  
(Projektleitung)