



Prof. Dr.-Ing. Gerd Lange
Sachverständiger für Wasserwirtschaft
Hydrologie, Entwässerungen,
Hochwasserschutz, Grundwasser,

DEGES

Deutsche Einheit

Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

A 26-Ost

AK HH-Süderelbe (A 7) bis AD/AS HH-Stillhorn (A 1)

Abschnitt 6 a (VKE 7051) :

AK HH-Süderelbe (A 7) – AS HH-Hafen Süd

**Abschätzung der Chloridbelastung
der aufnehmenden Wasserkörper
durch den Winterdienst auf der A 26 und der A 7**

Aufgestellt:

Achim, den 31.01.2017

GA-Nr. 16/142.2

Prof. Dr.-Ing. Gerd Lange

Prof. Dr.-Ing. Gerd Lange Weserblick 7 28832 Achim

Tel. 04202. 762 85 Fax 0180. 588 781 8869 gerd.lange4@freenet.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung und Aufgabe	2
2. Methodik	2
3. Örtliche Verhältnisse	3
3.1 Oberflächenwasserkörper und Gewässer	3
3.2 Abflüsse	4
3.3 Chloridkonzentration in den OWK	4
4. Baugrund und Grundwasserstände	5
5. Geplante Straßenentwässerung	7
6. Ermittlung der befestigten Straßenflächen	10
7. Flächen, auf denen Winterdienst erfolgt	12
8. Taumiteileinsatz	13
8.1 Tausalzmengen	13
8.2 Verbleib der Tausalze	15
8.3 Tausalzeintrag in die Fließgewässer	19
9. Taumiteileintrag in die OWK	22
9.1 Vorbemerkungen	22
9.2 OWK Elbe (Hafen)	24
9.3 OWK Moorwettern	25
10. Auswirkungen des Winterdienstes auf die Chloridkonzentration in den OWK	27
10.1 OWK Elbe (Hafen)	27
10.2 OWK Moorwettern	27
11. Zusammenstellung und Bewertung der Ergebnisse	28
12. Verwendete Unterlagen	30

1. Veranlassung und Aufgabe

Die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und –bau GmbH plant den Neubau der A 26-Ost AK HH-Süderelbe bis AD/AS HH-Stillhorn (A 1), Abschnitt 6 a (VKE 7051): AK HH-Süderelbe (A 7) – AS HH-Hafen Süd.

Zur Erstellung der Planfeststellungsunterlagen hierfür wird eine gutachtliche Aussage benötigt, welche zusätzlichen Chloridbelastungen in den Wasserkörpern gem. WRRL [8], die Abflüsse aus diesen Straßenabschnitten aufnehmen sollen, infolge des Winterdienstes zu erwarten sind. Mit der Erstellung dieses Gutachtens wurde der Unterzeichner vom Ingenieurbüro Bosch & Partner, Hannover, beauftragt.

Das Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen wird hiermit vorgelegt.

2. Methodik

Nach einem Rechtsgutachten der Anwälte Füßer & Kollegen, Leipzig [7] kommt es bei der Frage nach der Verschlechterung des Gewässerzustandes auf den für die jeweilige Flussgebietseinheit festgelegten Gewässerkörper als Ganzes gem. Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) [8] an. Die durch Tausalzeinträge bewirkten Veränderungen sind daher für den betreffenden Wasserkörper, d. h. an seinem unteren Rande, in Fließrichtung gesehen, nachzuweisen.

Die Durchführung der Untersuchungen zur Erstellung des Gutachtens ist in folgenden Schritten vorgesehen:

- Aussagen zur vorhandenen Chloridkonzentration und Chloridfracht in den Oberflächenwasserkörpern (gem. WRRL).
- Quantitative Abschätzung des Taumiteileinsatzes auf den geplanten Straßen.
- Entwicklung eines einfachen Ansatzes für den Transport der im Sickerwasser gelösten Tausalze zu den Gewässern/Oberflächenwasserkörpern.
- Abschätzung der von den geplanten Straßen mit dem Sickerwasser und über die oberirdischen Entwässerungseinrichtungen den Gewässern/ Oberflächenwasserkörpern zufließenden Chloridmengen.
- Abschätzung der Chloridkonzentrationen in den Gewässern/Oberflächenwasserkörpern nach Inbetriebnahme der geplanten Straßen.

3. Örtliche Verhältnisse

3.1 Oberflächenwasserkörper und Gewässer

Hinweis: Nachfolgend wird für Oberflächenwasserkörper die Abkürzung OWK verwendet.

Der größte Teil der geplanten Straßenflächen entwässert in den OWK "Elbe (Hafen)" el 02 (Mitteilung von der Behörde für Umwelt und Energie, U 1 Wasserwirtschaft / Oberflächengewässer, der Freien und Hansestadt Hamburg). Die Größe des Einzugsgebietes der Elbe an der Unteren Grenze des OWK Elbe (Hafen) beträgt rd. 139.800 km² (entnommen aus Informationsplattform UNDINE [12]).

Der Bereich der Anschlussstelle HH-Hafen Süd am östlichen Ende des Neubauabschnittes entwässert in die Moorburger Landscheide im Oberflächenwasserkörper (OWK) "Moorwettern", OWK mo 1.

Die Moorwettern verläuft von der Landesgrenze Niedersachsen/Hamburg in West-Ost-Richtung entlang der sogenannten Hinterdeichlinie bis zum Stadtteil Francop. Östlich der Francoper Straße mündet die Moorwettern in den als Speicher dienenden Mahlbusen des Schöpfwerkes Hohenwisch. Von dort aus gelangt das Wasser über das Schöpfwerk in das Hohenwischer Schleusenfleet und dann über die Alte Süderelbe und das Storchennest-Siel in den Finkenwerder Vorhafen und von dort aus in die Elbe. Der OWK Moorwettern hat nach [10] eine Größe von 89,7 km².

3.2 Abflüsse

Moorwettern

Für die Moorwettern wurden vom Amt für Umweltschutz der BUE Hamburg

$M_q = 9 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$ angegeben.

Daraus folgt: $M_Q = 9 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2) \cdot 89,7 \text{ km}^2$
 $= 807 \text{ l/s}$

Elbe: $M_Q = 709 \text{ m}^3/\text{s}$ (1926 – 2008), aus [11]

3.3 Chloridkonzentration in den OWK

Für die nahegelegene Gütemessstelle Seemannshöft in der Elbe sind die aktuellen Ergebnisse der Leitfähigkeitsmessungen in der Elbe in die Informationsplattform UNDINE [12] gestellt. Danach wurden am 31.08.2016 Werte von 1.190 µS/cm bis 920 µS/cm gemessen. Die Schwankungen der Messwerte sind tidebedingt. Aus den Messungen der letzten 365 Tage (bezogen auf den 31.08.2016) ergibt sich eine Schwankungsbreite der Messwerte von 1.310 µS/cm bis 750 µS/cm.

Aus der el. Leitfähigkeit ($\mu\text{S/s}$) kann der Chloridgehalt (mg Cl/l) mit der sogenannten Unesco-Formel errechnet werden. Der Umrechnungsfaktor ist keine konstante Größe. Er ist abhängig von Temperatur und Luftdruck.

Der Umrechnungsfaktor Cl/el.Leitf. lag im o. g. Messzeitraum etwa bei 0,27.

Damit ergeben sich folgende Cl-Konzentrationen:

31.08.2016:	321 bis 248 mg Cl/l
01.09.2015 bis	
31.08.2016:	354 bis 203 mg Cl/l

Der Mittelwert der Cl-Konzentration liegt nach diesen Messwerten deutlich über 200 mg Cl/l. Für die weiteren Untersuchungen wird der Mittelwert mit 280 mg Cl/l zugrunde gelegt.

In [1] ist für die **Alte Süderelbe** (Abschnitt Fließgewässer im OWK Moorwettern) die mittlere Chloridkonzentration mit 45 mg Cl/l angegeben.

4. Baugrund und Grundwasserstände

(zitiert aus [2])

Geologie / Bodenarten

Die Geologie des Untersuchungsgebietes ist charakterisiert von der jung- und nach-eiszeitlichen Entwicklung, welche wesentlich geprägt ist durch holozäne Torf- und Kleiablagerungen. Darunter folgen holozäne Sande mit eingprägten Rinnenstrukturen, unterhalb dessen sich weichselzeitliche Schmelzwassersande bis zur Sohlfläche des Elbe-Urstromtales anschließen.

Die Sohlfläche des Elbe-Urstromtals liegt in einer Tiefenlage von ca. – 15 m bis ca. – 40 m NHN mit einzelnen weichselzeitlichen Rinnen und wird von Elster-Geschiebemergel gebildet. Unter dem Elster-Geschiebemergel folgen Elster-Schmelzwassersande, die die elsterzeitliche Rinne füllen.

Grundwasserverhältnisse

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet gliedert sich in zwei durch Grundwasserstauschichten abgedeckte Grundwasserleiter:

- 1. Grundwasserleiter aus weichselkaltzeitlichen und nacheiszeitlichen Sanden mit Deckschicht aus Klei und Torf
- 2. Grundwasserleiter aus elsterzeitlichen Sanden mit Deckschicht aus Elster-Geschiebemergel.

Der 1. Grundwasserleiter ist unter der Deckschicht aus Klei und Torf im natürlichen Zustand hydraulisch gespannt mit einem Druckniveau um ca. + 0 m NHN. Es besteht aus vorwiegend mittel- bis grobkörnigen Sanden von ca. 10 m bis 30 m Mächtigkeit. Die Deckschicht des 1. Grundwasserleiters ist als gering durchlässig einzustufen. Im Bereich der A 7 wurde die Deckschicht des 1. Grundwasserleiters für den Bau des Dammes der Autobahn ausgeräumt.

Der 2. Grundwasserleiter übt aufgrund seiner Tiefenlage keinen erkennbaren Einfluss auf den geplanten Streckenabschnitt aus.

Der Grundwasserstand steht gespannt unter den organogenen Weichschichten des Urgeländes an.

5. Geplante Straßenentwässerung

Für das Planungsgebiet besteht ein Konzept zur Erneuerung der Entwässerungsverhältnisse. Eine maßgebliche Vorgabe aus diesem Konzept ist die Empfehlung zur Trennung der Oberflächenabflüsse:

- Wasser von Gewerbe- und Infrastrukturflächen über das Schöpfwerk Moorburg in den OWK "Elbe (Hafen)"
- Wasser aus Flächen mit landwirtschaftlich-ökologischer Prägung in den OWK "Moorwettern" zum Schöpfwerk Hohenwisch.

Es ist geplant, dass bei der A 26-Ost der größte Teil der Straßenflächen über einen Retentionsbodenfilter im nordwestlichen Quadranten des Autobahnkreuzes Süderelbe dem Parallelgraben westlich der A 7 zugeführt wird. Der Parallelgraben hat Vorflut zum Schöpfwerk Moorburg und von dort in den OWK Elbe (Hafen) el 02. Lediglich der östliche Teil der VKE 7051 entwässert über vorhandene Gräben in die Moorburger Landscheide und weiter in Richtung Schöpfwerk Hohenwisch.

Entwässerungstechnisch wurde die VKE 7051 in [2] in 5 Entwässerungsabschnitte (EWA) unterteilt.

Die nachfolgenden Beschreibungen zu den EWA beziehen sich auf die Lagepläne in [2], Unterlagen 5 + 8.

EWA 0

Der EWA 0 betrifft die Strecke von Bau-km 0-350 bis Bau-km 0+036 sowie Teile der Rampen 330 und 350. Das Straßenoberflächenwasser der A 26 wird mit Straßenabläufen gefasst und über Regenwasserkanäle an das westlich angrenzende Entwässerungssystem der A 26-West übergeben.

Hinweis: Die Abflüsse der A 26 des EWA 0 wurden bereits im Chlorid-Gutachten für die A 26-West [3] berücksichtigt.

Die Abflüsse der Rampen 330 und 350 sind in den nachfolgenden Untersuchungen enthalten. Die Entwässerung der Rampen erfolgt überwiegend durch Versickerung auf den Banketten und Böschungen.

EWA 1

Der EWA 1 betrifft Teile der Rampen 330, 350, 370 und 380 des geplanten Autobahnkreuzes HH-Süderelbe. Das Straßenoberflächenwasser fließt ungebündelt über Bankette und Böschungen und versickert dort.

EWA 2

Der EWA 2 betrifft den Bereich von Bau-km 0+036 bis Bau-km 1+900 der A 26-Ost. Hinzu kommen Teile der Rampen 330, 360 und 380. Die A 26 ist hier in vier Teilabschnitte unterteilt: Teilabschnitte 2 a - 2 d.

Die Teilabschnitte 2 a bis 2 c entwässern in Richtung Retentionsbodenfilter im Autobahnkreuz HH-Süderelbe.

Im Teilabschnitt 2 d wird das Niederschlagswasser der Straßenflächen der A 26-Ost komplett über Regenwasserkanäle dem Retentionsbodenfilter an der AS HH-Hafen Süd zugeführt. Auch Teile der Rampe 450 entwässern in den Retentionsbodenfilter. Von Bau-km 0+036 bis Bau-km 1+675 wird das Niederschlagswasser der Straßenflächen der A 26 und der Rampen weitgehend über Regenwasserkanäle in Richtung Kreuz HH-Süderelbe geleitet .

Von folgenden Flächen erfolgt die Ableitung des Oberflächenwassers über Bankette und Böschungen, d.h. durch Versickerung:

EWA 2 b:

Rampe 360 von Bau-km 360+050 bis Bau-km 360+310.

EWA 2 c:

A 26 Rifa links von Bau-km 0+870 bis Bau-km 1+150.

EWA 3

Der EWA 3 befindet sich zwischen Bau-km 0+130 und Bau-km 0+280 der A 26-Ost und umfasst Teile der Rampe 330.

EWA 4

Der EWA 4 betrifft den Bereich der A 26 zwischen Bau-km 1+675 und Bau-km 1+900. Die Straßenflächen der A 26 gehören nicht zum EWA 4, siehe EWA 2 d. Zum EWA gehörten Teile der Rampen 460, 470 und 450 sowie die Straße *Moorburger Hauptdeich*.

Von folgenden Straßenflächen werden die Abflüsse über Bankette und Böschungen abgeleitet und versickert:

Teile der Rampe 450	-	Bau-km 1+880 bis Bau-km 1+900
Teile der Rampe 460	-	Bau-km 1+675 bis Bau-km 1+900
Teile der Rampe 470	-	Bau-km 1+675 bis Bau-km 1+900
Teile der Rampe 480	-	Bau-km 1+675 bis Bau-km 1+900
Teile vom Moorburger Hauptdeich	-	Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+450

6. Ermittlung der befestigten Straßenflächen

In [2] wurde für die einzelnen Entwässerungsabschnitte die Größe der Einzugsgebiete A (ha) und der reduzierten Flächen A_u (ha) ermittelt. A_u errechnet sich aus dem Anteil der befestigten Flächen (A_1) und der unbefestigten Flächen (A_2), multipliziert mit dem jeweiligen Abflussbeiwert wie folgt:

$$A_u = A_1 \cdot 0,9 + A_2 \cdot 0,1$$

Unter Zuhilfenahme der Gleichung

$$A = A_1 + A_2$$

ergibt sich für die befestigten Straßenflächen

$$A_1 = 1,25 \cdot A_u - 0,125 A$$

EWA 0

Die Entwässerung dieses Teilabschnittes erfolgt in das westlich angrenzende Entwässerungssystem der A 26 und wurde in [3] bereits berücksichtigt.

EWA 1

In diesem Entwässerungsabschnitt werden die Straßenabflüsse auf den Böschungen versickert:

$$A = 1,7 \text{ ha}$$

$$A_u = 0,83 \text{ ha}$$

Mit Hilfe der o. a. Gleichung ergibt sich die Größe der befestigten Flächen zu 0,83 ha.

EWA 2

EWA 2 a, 2 b, 2 c

$$A = 6,39 \text{ ha}$$

$$A_u = 5,42 \text{ ha}$$

Ein Teil der Abflüsse wird über Bankette abgeleitet und versickert auf den Böschungen. Dieser Anteil beträgt $A_u = 0,639 \text{ ha}$. Von $5,42 - 0,639 = 4,78 \text{ ha}$ A_u wird das Wasser über Regenwasserkanäle dem Retentionsbodenfilter AK HH-Süderelbe zugeführt.

Die befestigten Flächen ergeben sich insgesamt zu 5,98 ha.

Entwässerung durch Versickerung:

$$(0,639 \text{ ha} / 5,42 \text{ ha}) \cdot 5,98 \text{ ha} = 0,71 \text{ ha}$$

Entwässerung in Retentionsbodenfilter

$$(4,78 / 5,42) \cdot 5,98 = \frac{\quad}{\quad} 5,27 \text{ ha}$$
$$\Sigma \quad 5,98 \text{ ha}$$

EWA 2 d.

$$A = 0,78 \text{ ha}$$

$$A_u = 0,7 \text{ ha}$$

Befestigte Flächen: $A_1 = 0,78 \text{ ha}$

Ableitung über Regenwasserkanäle in Retentionsbodenfilter AS HH-Hafen Süd.

EWA 3

$$A = 0,18 \text{ ha}$$

$$A_u = 0,13 \text{ ha}$$

Befestigte Flächen: 0,14 ha

Versickerung auf den Böschungen.

EWA 4

$$A = 2,35 \text{ ha}$$

$$A_u = 2,11 \text{ ha}$$

Befestigte Flächen: 2,34 ha

7. Flächen, auf denen Winterdienst erfolgt

Nach Angabe der Autobahnmeisterei Othmarschen wird bei Taumittelaufbringung auf die Straßenflächen auch auf den Standstreifen gestreut. Das bedeutet, dass auf rund 90 % der befestigten Straßenflächen Tausalz aufgebracht wird.

Damit sind die nachfolgenden Flächen größer, auf denen Winterdienst (AWD) erfolgt:

EWA	bef. Flächen A1 (m²)		Ableitung	Versickerung
1	8.300			x
2 a	7.100			x
bis 2 c	52.700		x	
2 d	7.800		x	
3	1.400			x
4	23.430		x	

8. Taumittleinsatz

8.1 Tausalzmengen

Aus den Angaben des Bundesverkehrsministeriums ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Tausalzverbrauch von 20 t/km Autobahn $\triangleq$ 1.000 g/m² bei 10 m Streubreite je Richtungsfahrbahn. Für die vorliegenden Untersuchungen wird in Abstimmung mit der Autobahnmeisterei Othmarschen von einem mittleren jährlichen Tausalzverbrauch für die A 26 ausgegangen, der 1.000 g/m² beträgt.

Hinweis: Bild 1 gibt Anhaltswerte für die Streudichten im Winterdienst in g/m² Feuchtsalz.

Auf der A 26 wird nach Aussage eines Vertreters der Autobahnmeisterei Othmarschen vorbeugender Streueinsatz erfolgen. Nach Auskunft der AM Hittfeld, die für den Winterdienst auf der A 7 auf niedersächsischer Seite zuständig ist, ist der Tausalzbedarf bei vorbeugendem Streueinsatz etwa 30 % höher, d. h. 1.300 g/m² · a.

Auf der Autobahn A 26 soll für den Winterdienst Na Cl eingesetzt werden. Der Chloridanteil liegt bei 60 %.

vorhandener (sichtbarer) Fahrbahnzustand	erwarteter Fahrbahnzustand	erwartete Fahrbahntemperatur bis ...					Bemerkungen
		um 0°C	-3°C	-6°C	-10°C	unter -10°C	
trocken	Reif	5	7,5	10	15	-	unter -6°C nur selten Reifglätte zu erwarten
Reif							
feucht (keine Sprühfahnen, Fahrbahn dunkel)	überfrierende Feuchte	5	10	15	25	30	Nachstreumengen 5 bis max. 10 g/m ² (Grund: bei vorhandener Feuchte und Nässe unter 0°C ist noch Restsalz vorhanden)
Teilvereisung (Eisflecken)							
feucht-nass (einsetzende Sprühfahnenbildung)	überfrierende leichte Nässe	10	15	25	35	40	
Nässe (deutliche Sprühfahnen)	überfrierende Nässe (Eisglätte)						
großflächige Vereisung Eisglätte	Eisglätte	15	20	30	40	40	
trocken	Schneefall (Schneeglätte)	20	25	30	40	40	vorbeugend möglichst zeitnah vor Niederschlagsbeginn
Schneeglätte Schneefall							gleichzeitig Schneeräumung
trocken	Eisregen (Glatteis)	30	40	40	40	40	vorbeugend möglichst zeitnah vor Niederschlagsbeginn

vorbeugender Streueinsatz
Streuung bei vorhandener Glätte

Bild 1: Anhaltswerte für Streudichte mit Feuchtsalz (g/m²) in Abhängigkeit von Fahrbahnzustand und Temperatur [5]

8.2 Verbleib der Tausalze

8.2.1 Verbleib der Tausalze bei Entwässerung über Bankett und Böschung

Auf der Fahrbahn aufgebrauchte Auftausalze bilden Gemische aus Schnee und Eis. Die entstehenden Lösungsprodukte können verschiedene Wege in die Umwelt antreten. Ein Teil des Salzes geht in Lösung und wird mit dem von der Straße abfließenden Wasser neben der Straße auf den Banketten und Böschungen versickert. Ein anderer Teil des Taumittels gelangt durch den Fahrtwind oder durch natürliche Luftbewegungen über die sog. Verkehrsgischt in den Randbereich der Autobahn. Hierbei ist zwischen Spritzwasser, Sprühnebel und Stäuben zu unterscheiden. Während ersteres aufgrund seiner relativ schweren Tropfen eine Reichweite von wenigen Metern aufweist, steigen letztere wegen ihres geringen Gewichtes in die Höhe, wo sie durch Luftströmungen über mehrere Deka-Meter verfrachtet werden können. Salzhaltige Aerosole können sich auf oberirdischen Pflanzenteilen ablagern und in die Pflanzen eindringen. In den Straßenrandböden gelangte Tausalze können zu Salzanreicherungen führen, von Pflanzenwurzeln aufgenommen und/oder mit dem Sickerwasser in tiefere Bodenschichten verlagert werden.

Neben der vertikalen Salzverlagerung ist eine laterale Verfrachtung mit dem Bodenwasser auf Stauschichten und mit dem Grundwasser bis zu den Gewässern möglich. Im Boden ablaufende Adsorptions- und Desorptionsvorgänge beeinflussen die Salzverlagerung. Über den mengenmäßigen Verbleib der ausgebrachten Tausalze in der Umwelt entscheiden die örtlichen Gegebenheiten.

Ein Teil der Tausalze bleibt an den die Straße benutzenden Kraftfahrzeugen haften und wird damit abtransportiert. Eine Abfuhr von salzhaltigem Schnee erfolgt nicht.

Da sich der Winterdienst zwar mit unterschiedlichen Taumittelzugaben aber doch alljährlich wiederholt, muss davon ausgegangen werden, dass sich im Laufe mehrerer Jahre im Umfeld der Straße auch durch die Einwirkung des Niederschlages ein Gleichgewichtszustand der Bodenbelastung mit Tausalzen einstellt und damit alljährlich auch etwa der gleiche Austrag an Tausalzen aus den belasteten Flächen neben der A 20 in die Gewässer erfolgt. Da eine Rückhaltung von Tausalzen im Untergrund nach Eintritt des genannten Gleichgewichtszustandes langfristig nicht erfolgen kann, wird, ebenfalls nach Eintritt dieses Gleichgewichtszustandes, der weitaus größte Teil der eingesetzten Taumittel zu den Gewässern hin abfließen. Es werden dann nur noch die tatsächlichen Verluste wirksam, das sind: der Abtransport mit Kraftfahrzeugen, der Austrag in die Atmosphäre und die Aufnahme durch Pflanzen. Über die Größe dieses Anteiles sind keine Angaben bekannt. Für die vorliegenden Untersuchungen wird davon ausgegangen, dass dieser Anteil, wie bereits erwähnt, etwa 20 % der ausgebrachten Tausalzmengen ausmacht. Im Umkehrschluss folgt hieraus, dass bei langzeitiger Betrachtung 80 % der jährlich ausgebrachten Tausalzmengen dort, wo die Straßenabflüsse nicht direkt oberirdischen Gewässern zugeführt werden, unterirdisch abfließen bzw. in Gräben aussickern.

8.2.2 Verbleib der Tausalze bei Entwässerung über Abläufe und RW-Kanäle

Hinweis: Die nachfolgenden Ausführungen wurden vom Unterzeichner gemeinsam mit dem Ingenieurbüro ifs (Dr. Grotehusmann) erarbeitet [4]. Beide hatten die Aufgabe übernommen, über den Verbleib der aufgebrachten Tausalze bei Straßen mit Entwässerung über Rohrleitungen auf der Grundlage von Literaturangaben einen Ansatz zu entwickeln.

Als Literatur wurden folgende Unterlagen verwendet, in denen wiederum auf andere entsprechende Literatur verwiesen wird:

- Brod, H. G. (1993): Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 2.
- Brod, H. G. (1995): Risiko-Abschätzung für den Einsatz von Tausalzen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 21.
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit), Wien (2011): Leidfaden Versickerung chloridbelasteter Straßenwässer.
- Amt der NÖ Landesregierung (2011): Chloridbelastete Straßenwässer, Auswirkungen auf Vorflutgewässer, Arbeitsbehelf.
- Ministerium für ein lebenswertes Österreich (2014): Chlorid, Auswirkungen auf die aquatische Flora und Fauna.

In der genannten Literatur finden sich eine Reihe von Literaturziten, in denen Angaben zum Verbleib der Tausalze – a) Abfluss über die Entwässerungsanlagen und b) Eintrag in den Bereich neben der Straße – enthalten sind. Die genannten Raten sind nachfolgend aufgelistet:

Untersuchungsort oder Literatur	Abfluss über Entwässerungseinrichtungen	Versickerung im Seitenraum
Massachusetts	55 %	45 %
Toronto	45 %	55 %
Dänemark	kA *	10 – 20 %
Norwegen	kA	45 %
Aumundsen	kA	10 – 63 %
Remmlinger	kA	40 %
Frankreich	25 – 30 %	kA
Vermont	90 %	10 %
Brod (1993)	50 %	50 %
* keine Angabe		

Der Vergleich der Tabellenwerte untereinander ergibt zunächst kein eindeutiges Bild. Deutlich ist aber, dass der größere Teil der Angaben zur Versickerung im Seitenraum in der Nähe des 50 %-Wertes liegt.

Zu allen Daten in der oben stehenden Tabelle sind keine Aussagen über Verlustraten gemacht worden. Für die A 20 sind sie mit 20 % festgelegt, s. a. 6.4. Die Verlustraten haben Auswirkungen auf die Größe der Abfluss- und Böschungsversickerungsraten. Folgt man dem Ansatz von Brod, dass 50 % des Tausalzes mit dem Abfluss über die Entwässerungseinrichtungen abgeleitet werden und 50 % im Seitenraum versickern und überträgt man diesen Ansatz auch auf die Verlustrate, so ergibt sich für den Verbleib der Tausalze:

20 % Verlust

40 % Abfluss über Entwässerungseinrichtung

40 % Versickerung im Seitenraum.

Es wird vom Unterzeichner und Dr. Grotehusmann empfohlen, diese prozentuale Verteilung den weiteren Untersuchungen zugrunde zu legen. Der Eintrag von 40 % der Tausalzmengen in den Straßenseitenraum entspricht damit auch dem in Österreich (bmvit, 2011) maximal anzusetzenden Wert.

Diese Werte gelten, wenn keine Schutz- bzw. Lärmschutzwände vorgesehen sind. Sind sie geplant (hier 2 m bis 3 m über Gradierte), kann Spritzwasser nur begrenzt in den Bereich neben der Straße ausgetragen werden, auch die Verluste durch Sprühnebel und Stäube werden nicht so groß sein wie auf der freien Strecke. Es wird daher davon ausgegangen, dass der größte Teil der ausgebrachten Tausalze mit dem Straßenabfluss in die Gewässer gelangt.

Bei den hier durchgeführten Untersuchungen wird davon ausgegangen, dass 60 % der aufgetragenen Tausalze über den RW-Kanal abgeführt werden und nur 20 % in den Bereich neben der Straße gelangen.

8.3 Tausalzeintrag in die Fließgewässer

8.3.1 Entwässerungssysteme

Für die A 26 und die A 7 sind unterschiedliche Entwässerungssysteme vorgesehen, die zu unterschiedlichen Tausalzausträgen führen.

System 1

Ableitung des Straßenwassers über das Bankett und über langgestreckte flache Böschungen, auf denen das Wasser versickert. Am Böschungsfuß sickert das Wasser in einen Graben aus.

System 2

Ableitung der Straßenabflüsse über Bordrinne, Straßenabläufe und RW-Kanal in Rückhalte-/Bodenfilteranlagen.

8.3.2 Tausalzeintrag in die Fließgewässer bei den zwei Entwässerungssystemen

System 1

Beim System 1 ist entsprechend der Bemessung davon auszugehen, dass die anfallenden Straßenabflüsse vollständig auf der Böschung versickern. Mit den Straßenabflüssen gelangen auch die gelösten Tausalze von den mit Winterdienst versehenen Fahrbahnflächen auf die Böschungen und versickern in den Straßendamm. Das gilt auch für das anfallende Spritzwasser, das mit Tausalzen belastet ist. Auch außerhalb des Straßenkörpers werden sich die im Sprühnebel und in Stäuben enthaltenen Tausalze ablagern. Diese werden mit dem Sickerwasser über die landwirtschaftlichen Entwässerungseinrichtungen (Gräben, Dränagen) in Vorflutssysteme geleitet. Von den Entwässerungsanlagen der Autobahnen kann dieses mit Tausalzen belastete Wasser nicht aufgenommen werden. Es sickert in die landwirtschaftlichen Vorflutssysteme aus.

Für die weiteren Untersuchungen wird daher angenommen, dass entsprechend den Ausführungen im Punkt 8.2.1 80 % der jährlich ausgebrachten Tausalzmengen mit dem Sickerwasser auf den Böschungsflächen versickern und im Straßendamm gespeichert werden bzw. im Seitenraum versickern.

System 2

Die Ableitung der Straßenabflüsse erfolgt durch RW-Kanäle über Retentionsbodenfilter, teilweise mit Rückhaltebereichen. Aus diesen erfolgt die weitere Ableitung gedrosselt. Dieses Entwässerungssystem wird wie eine Rückhalteanlage gewertet.

8.3.3 Anzusetzender Taumittleinsatz bei Entwässerungssystem 2

Bei Einleitung von tausalzbelasteten Straßenabflüssen in oberirdische Gewässer sind nicht die jährlichen Tausalzmengen für Spitzenbelastungen im Gewässer maßgebend, sondern hohe Taumittelmengen bei einzelnen Streudienstfahrten.

Das Merkblatt für den Winterdienst an Straßen (2010) der FGSV [5] empfiehlt eine maximale Streudichte (Taumittleinsatz/Streifahrt) von 40 g/m² Feuchtsalz, z. B. bei überfrierender Nässe, Schneeglätte oder Eisregen. Die weiteren Untersuchungen werden für zwei aufeinanderfolgende Streifahrten mit je 40 g/m² Taumittleinsatz durchgeführt.

Bei der Festlegung des Niederschlagsereignisses, durch welches die Taumittel in die Entwässerungsanlagen gelangen, ist darauf zu achten, dass keine zu hohen Niederschlagsmengen und –intensitäten angesetzt werden, weil sonst rechnerisch eine starke Verdünnung eintritt, die nicht den ungünstigsten Fall darstellt. Für die weiteren Berechnungen wird, wie bei mehreren Projekten in Niedersachsen mit dem NLWKN abgestimmt, angenommen, dass der Chloridaustrag aus zwei Streifahrten mit je 40 g Feuchtsalz/m² in die Entwässerungsanlagen durch einen effektiven (abflusswirksamen) Niederschlag von 3 mm in 5 Stunden erfolgt.

Um Verdünnungsberechnungen für ein Gewässer durchführen zu können, wird der Abfluss im Gewässer zum Zeitpunkt der Einleitung des mit Chlorid belasteten Straßenwassers benötigt. Hierfür ist nach Füßer [7] der mittlere Abfluss MQ anzusetzen.

9. Taumittleintrag in die OWK

9.1 Vorbemerkungen

- Bei der Ermittlung der Erhöhung der Cl-Konzentration in den OWK sind auch die zusätzlichen Cl-Belastungen zu berücksichtigen, die sich aus den Abschnitten 4 und 4 a sowie aus der A 7 im Bereich des geplanten AD HH-Süderelbe ergeben, s. [3]. Nach [3] wird der OWK Moorwettern zusätzlich kurzzeitig mit 103.400 mg Cl/s belastet. Dieser Wert ist um 21.600 mg Cl/s auf 81.800 mg Cl/s zu verringern, da der EWA 5 nicht, wie in [3] angenommen, in die Moorwettern entwässert, sondern in den OWK Elbe (Hafen).

Für den OWK Elbe (Hafen) wurde in [3] eine zusätzliche Chloridbelastung von 344.968 mg Cl/s nachgewiesen. Diese ist um die o. g. 21.600 mg Cl/s aus dem EWA 5 der A 26 zu erhöhen, nämlich auf 366.568 mg Cl/s.

- Bei einem Teil der A 26-Ost sind Schutzwände oder Lärmschutzwände vorgesehen, die einen Austrag von Spritzwasser u. a. in den Seitenraum stark behindern. Hier gelangen 60 % der ausgebrachten Tausalze mit dem Straßenabfluss in die Vorflut.

Fledermaus-Irritationsschutzwände:

Nr.	Bau-km	Rifa	Länge (m)	Höhe (m)	EWA
1	0+789 bis 0+895	HH	110	2	2 a, b, c
2	0+818 bis 0+898	STD	80	2	2 a, b, c

Lärmschutzanlagen:

Nr.	Bau-km	Rifa	Länge (m) tatsächlich	Höhe (m)	EWA
3	1+356 bis 1+689	HH	356	2	2 a, b, c
4	1+674 bis 1+733	HH	61	2	2 d
5	1+339 bis 1+766	STD	438	3	2 a, b, c
6	1+726 bis 1+813	STD	87	2	2 d

Die Breite der mit Taumitteln beaufschlagten Straßenflächen beträgt etwa 90 % der gesamten befestigten Breite, das sind 10,80 m. Die Tausalzaufbringung beträgt bei 2 aufeinanderfolgenden Streueinsätzen $10,80 \text{ m} \cdot 2 \cdot 40 \text{ g/m}^2 = 864 \text{ g Na Cl/m}$.

Cl-Anteil: 60 % = 518,4 g Cl/m

Davon im Abfluss: normal 40 % = 207,4 g Cl/m

bei Schutzwänden zusätzlich 20 % = 103,7 g Cl/m

Mehraustrag im Bereich der Schutzwände

Fledermausschutzwände

Nr.	Länge (m)	Mehraustrag g Cl	EWA
1	110	11.407	2 a, b, c
2	80	8.296	2 a, b, c
3	356	36.917	2 a, b, c
4	61	6.326	2 d
5	438	45.421	2 a, b, c
6	87	9.022	2 d

9.2 OWK Elbe (Hafen)

Hinweis: Der kontinuierliche Eintrag über den Grundwasserpfad ist vernachlässigbar gering und wird nicht berücksichtigt.

Auffällig bei den Bemessungsparametern für die Regenwasserbehandlungsanlagen an der A 7 ist die starke Drosselung in den Rückhalteräumen. Bei dem vorgenannten Niederschlags-/Winterdienst-Ereignis wird der maximal zulässige Stauraumabfluss bei weitem nicht erreicht, da die Zuflussvolumina zu den Anlagen im angesetzten Berechnungsfall nur einen Bruchteil der Stauräume ausmachen. Der bei dem angesetzten Niederschlags-/Winterdienst-Ereignis entstehende Beckenabfluss kann nur geschätzt werden. Er liegt maximal in der Größenordnung des Zuflusses ($Q_{zu} = Q_{ab}$).

Die Absetzbereiche der Rückhalteanlagen weisen einen Dauerstau auf, der eine Vermischung der eingetragenen Chloridfrachten mit dem Dauerstauwasser bewirkt. Die Chloridkonzentration im Ablauf wird dadurch vergleichmäßigt. Vereinfachend wird hier auf eine rechnerische Berücksichtigung der Vergleichmäßigung verzichtet. Die Ergebnisse liegen damit auf der sicheren Seite (sicher gegen Überschreitung).

Aus A 26 und A 7, s. 9.1:

366.568 mg Cl/s

Aus EWA 2 a, b, c, Bereich ohne Schutzwände:

$52.700 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 40 \text{ g Na Cl/5 h}$

$\triangleq 234 \text{ g Na Cl/s}$

Cl-Anteil 60 % : 140,5 g Cl/s

davon im Abfluss 40 % : 56,2 g Cl/s

$\triangleq$

56.200 mg Cl/s

zusätzlich aus dem Bereich der Schutzwände:

11.407 g Na Cl + 8.296 g Na Cl + 36.917 g Na Cl
+ 45.421 g Na Cl = 102.041 g Na/Cl in 5 Std.

$\triangleq$ 5.700 g Na Cl/s

$\triangleq$ 3,42 g Cl/s

$\triangleq$ 3.420 mg Cl/s

426.188 mg Cl/s

9.3 OWK Moorwettern

Aus A 26, s. 9.1 :

81.800 mg Cl/s

Eintrag über das Grundwasser:

aus EWA 1 : 0,83 ha
aus EWA 2 a, b, c : 0,71 ha
aus EWA 3 : 0,14 ha

1,68 ha

Jährliche Tausalzaufbringung:

$16.800 \text{ m}^2 \cdot 1.300 \text{ g Na Cl/m}^2 \cdot \text{a} = 21.840.000 \text{ g Na Cl/a}$
 $\triangleq 13.104.000 \text{ g Cl/a}$

Versickernder Anteil: 80 %

$\triangleq 10.483.200 \text{ g Cl/a}$

Nach einer derzeit laufenden Forschungsaufgabe, die von der BAST betreut wird, treten die mit Tausalz belasteten Straßenabflüsse nach Versickerung gleichmäßig verteilt (jährlicher Mittelwert) in die Gewässer aus.

Sekundlicher Eintrag in die Moorwettern:

$(10.483.200 \text{ g Cl/s} \cdot 1.000 \text{ mg}) / 365 \text{ d} \cdot 24 \text{ h} \cdot 3.600 \text{ s}$
 $= 332 \text{ mg Cl/s}$

Hinweis: Bezogen auf den OWK Moorwettern ist das eine Erhöhung des Mittelwertes um 0,4 mg Cl/s.

Salzaustrag:

aus EWA 2 d über Retentionsbodenfilter:

$$23.430 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 40 \text{ g Na Cl/m}^2 = 1.874.400 \text{ g Na Cl/5 h}$$

$$\text{in der Sekunde:} \quad 104 \text{ g Na Cl/s}$$

$$\triangleq 62,5 \text{ g Cl/s}$$

$$\text{davon im Abfluss: 40 \%} \quad 25 \text{ g Cl/s}$$

$$\triangleq 25.000 \text{ mg Cl/s}$$

aus Bereichen mit Schutzwänden:

$$6.326 + 9.022 = \quad = \quad 15.348 \text{ g Cl/5h}$$

$$\triangleq 0,853 \text{ g Cl/s}$$

$$\triangleq 853 \text{ mg Cl/s}$$

Summe Cl-Austrag in OWK Moorwettern:

$$\text{aus A 26 :} \quad 81.800 \text{ mg Cl/s}$$

$$\text{aus Grundwasserpfad:} \quad 332 \text{ mg Cl/s}$$

aus Retentionsbodenfilter

$$\text{AS Hafen Süd :} \quad 25.000 \text{ mg Cl/s}$$

$$853 \text{ mg Cl/s}$$

$$\hline 107.985 \text{ mg Cl/s}$$

10. Auswirkungen des Winterdienstes auf die Chloridkonzentration in den OWK

10.1 OWK Elbe (Hafen)

$$MQ = 709 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (3.2)}$$

mittlere Cl-Konzentration (3.3):

$$280 \text{ mg Cl/l}$$

$$\text{mittlere Chloridfracht: } 709.000 \text{ l} \cdot 280 \text{ mg Cl/l}$$

$$= 198.520.000 \text{ mg Cl/s}$$

$$\text{aus BAB A 7, aus 9.1: } 366.568 \text{ mg Cl/s}$$

$$\text{aus OWK Moorwettern (10.2) } 107.985 \text{ mg Cl/s}$$

$$198.994.553 \text{ mg Cl/s}$$

$$= 280,7 \text{ mg Cl/l}$$

Die Chloridauffrachtung im OWK Elbe (Hafen) ist mit 0,7 mg Cl/l vernachlässigbar gering.

10.2 OWK Moorwettern

$$A = 89,7 \text{ km}^2$$

$$Mq = 9 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2\text{)}$$

$$MQ = 807 \text{ l/s}$$

mittlere Cl-Konzentration: 45 mg Cl/l

mittlere Chloridfracht: 36.315 mg Cl/s

aus A 26 und

A 26-Ost als vorübergehende Spitzenbelastung: 107.985 mg Cl/s

Σ 144.300 mg Cl/s

Vorübergehende Spitzenbelastung im OWK Moorwettern:

144.300 mg Cl/s / 807 l/s

= 179 mg Cl/l

11. Zusammenstellung und Bewertung der Ergebnisse

Zusammenstellung der Ergebnisse

OWK	mittlere Cl-Konzentration mg Cl/l		Erhöhung mg Cl/l	Spitzenwert mg Cl/l
	Ist-Zustand	nach Bau der A 26		
Elbe (Hafen) el 02	280	280	--	280,5
Moorwettern mo 01	45	46	1*	179

* 0,6 mg Cl/l aus [3], 0,4 mg Cl/l aus 9.3

Die OWK Elbe (Hafen), el 02, und Moorwettern, mo 01, werden durch den Winterdienst auf den Autobahnflächen der A 26 und A 7 zusätzlich mit Chlorid belastet.

Der OWK Elbe (Hafen) weist derzeit eine mittlere Belastung von 280 mg Cl/l auf. Der Winterdienst auf den geplanten Autobahnflächen der A 7 führt praktisch zu keiner Erhöhung des Mittelwertes. Durch extremen Taumiteinsatz entsteht eine Erhöhung der Chloridkonzentration um 0,7 mg Cl/l. Diese Erhöhung ist vernachlässigbar gering. Das ist primär eine Folge des hohen Mittelwasserabflusses der Elbe von 709 m³/s.

Für den OWK Moorwettern ergeben die Untersuchungen eine Erhöhung der mittleren Cl-Konzentration von 45 mg Cl/l um 1 mg Cl/l auf 46 mg Cl/l durch Tausalzzuflüsse von der A 26. Die mittlere Cl-Konzentration im OWK bleibt damit praktisch unverändert. Nach extremem Taumiteinsatz entsteht kurzzeitig eine Spitzenbelastung von 179 mg Cl/s. Die ermittelten Erhöhungen der Chloridkonzentration stehen nicht dem Verschlechterungsverbot der WRRL entgegen. In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) ist für Marschengewässer Chlorid nicht als Qualitätskomponente aufgeführt.

12. Verwendete Unterlagen

- [1] Freie und Hansestadt Hamburg, Amt für Umweltschutz: Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Landesinterner Bericht zum Bearbeitungsgebiet Moorburger Landscheide
Bestandsaufnahme und Erstbewertung (Anhang II / Anhang IV der WRRL), Stand 20.09.2004.
- [2] Straßenbauverwaltung FREIE UND HANSESTADT HAMBURG / DEGES:
A 26-Ost, AK HH-Süderelbe (A 7) bis AD/AS HH-Stillhorn (A 1), Abschnitt 6 a (VKE 7051): AK HH-Süderelbe (A 7) – AS HH-Hafen Süd, Bau-km 0+350 bis Bau-km 1+950.000, Feststellungsentwurf,
hieraus:
Unterlage 3/2: Übersichtslageplan
Unterlage 4/1: Übersichtshöhenplan
Unterlage 5/2
bis 5/5: Lageplan
Unterlage 6.1/2
bis 6.1/4: Höhenplan
Unterlage 6.2: Höhenpläne der Rampe
Unterlage 6.3: Höhenpläne AS – Hafen Süd
Erläuterungsbericht
Unterlage 8.1: Entwässerungslageplan,
Unterlage 18.1: Erläuterungsbericht zu den
Wassertechnischen Untersuchungen
- [3] DEGES: A 26 Stade – Hamburg, Abschnitte 4 und 4 a, Abschätzung der Chloridbelastung der aufnehmenden Wasserkörper durch den Winterdienst auf der A 26 und der A 7. Aufgestellt: Prof. Dr.-Ing. G. Lange, Achim, Oktober 2016.

- [4] LANGE, G. u. GROTEHUSMANN, D. (2015): Gemeinsame Stellungnahme zum Verbleib des aufgetragenen Tausalzes bei Straßen mit Entwässerung über Abläufe und Regenwasserkanäle

- [5] FGSV: Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen; Ausgabe 2010, FGSV-Verlag, Köln.

- [6] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016): Interaktive Umweltkarten der Umweltverwaltung, Wasserrahmenrichtlinie, Grundlagendaten, Wasserkörpereinzugsgebiete (Internet).

- [7] FÜßER & KOLLEGEN, Rechtsanwälte (2016): Rechtsgutachten zu den Implikationen des Urteils des Europäischen Gerichtshofes vom 1. Juli 2015 (C-461/13) für die Straßenentwässerung.

- [8] RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. L 327 (Wasserrahmenrichtlinie).

- [9] www.Wetterkontor.de: Klima Hamburg – Klimadiagramme und Klimatabellen für Hamburg.

- [10] Freie Hansestadt Hamburg, Amt für Umweltschutz:
Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Landesinterner Bericht zum Bearbeitungsgebiet Moorburger Landscheide, Bestandsaufnahme und Erstbewertung (Anhang II / Anhang IV der WRRL), Stand 20.09.2004.

- [11] Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Hamburg:
Berichte Nr. 14, 2012
- [12] UNDINE, Informationsplattform – Verbesserung der Datengrundlage zur Bewertung hydrologischer Extreme (Hochwasser, Niedrigwasser)
(Internet)