

## Nachrichtlich

**BAB A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg**  
**Erläuterungsbericht zur wassertechnischen Untersuchung**

Die vorliegende Unterlage „Erläuterungsbericht zur wassertechnischen Untersuchung“ stellt eine vollständig überarbeitete Deckblattfassung vom [September 2014](#) dar.

Deckblatt

Neubau der Bundesautobahn A 20

von Bau-km **10+449,335** bis Bau-km **14+440,408**

von NK nicht vorhanden nach NK 2222112 – 0,563 km

Nächster Ort: **Glückstadt**Baulänge: **3,991 km****Landesbetrieb Straßenbau  
und Verkehr Schleswig-Holstein**

## Planfeststellung

### Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg

**Abschnitt:**  
**Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein  
bis B 431**

## Erläuterungsbericht zur wassertechnischen Untersuchung

<p><b>Aufgestellt:</b></p> <p>Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein - Niederlassung Itzehoe -</p> <p>gez. Kötter <del>gez. Kohlsaat</del></p> <p>Itzehoe, den 31.03.2009</p>	
<p><b>Bearbeitet:</b></p> <p>OBERMEYER Planen + Beraten GmbH</p> <p>gez. Kohl</p> <p>Hamburg, den 27.02.2009</p>	

## Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINES .....	3
1.1	Planungsinhalt .....	3
1.2	Örtliche Verhältnisse.....	3
1.3	Wasserwirtschaftliche Zuständigkeiten .....	4
1.4	Vorgaben für die Planung .....	4
2	WASSERWIRTSCHAFTLICHE MAßNAHMEN .....	5
2.1	Verlegung / Anpassung von Verbandsgewässern.....	5
2.2	Dränagen und Gewässer III. Ordnung .....	5
2.3	Abflusssicherung über 72 Stunden im Hochwasserfall.....	9
3	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN FÜR DIE FAHRBAHNENTWÄSSERUNG .....	10
3.1	Bemessungsregen.....	10
3.2	Abflussbeiwerte, Versickerraten.....	11
3.3	Betriebliche Rauheit.....	12
3.4	Einzugsgebiete, Ermittlung der undurchlässigen Fläche .....	12
4	ENTWÄSSERUNGSABSCHNITTE DER A 20 .....	14
5	ENTWÄSSERUNG DER A 20 IM BEREICH DER FREIEN STRETCKE .....	15
5.1	Kanalisation in den EA 4 und EA 5 .....	15
5.1.1	Allgemeines .....	15
5.1.2	Entwässerungsabschnitt EA 4 .....	15
5.1.3	Entwässerungsabschnitt EA 5 .....	16
5.1.4	Berücksichtigung des Hochwasserschutzes im EA 4 .....	18
5.2	Einseitige Muldenentwässerung im EA 5 .....	20
5.2.1	Variantenvergleich / Wahl des Entwässerungssystems .....	20
5.2.2	Systembeschreibung .....	22
5.2.3	Flächenbelastung der Sickerflächen "Böschung" und "Mulde" im EA 5.....	23
5.2.4	Abflussdrosselung im EA 5 .....	24
5.2.5	Bemessung und Ausbildung der Mulden im EA 5 .....	24
5.3	Regenrückhaltebecken im EA 4.....	25
5.3.1	Lage und Gestaltung .....	25
5.3.2	Abflussdrosselung .....	26
5.3.3	Dimensionierung.....	27
5.3.4	Regenwasserbehandlung .....	27
6	ENTWÄSSERUNG DES TUNNELS UND DES NÖRDLICHEN TROGS .....	29
6.1	Entwässerungsabschnitte / Entwässerungssysteme .....	29
6.2	Entwässerung der Trogbauwerke .....	29
6.2.1	Einleitbedingungen .....	29
6.2.2	Entwässerungssystem .....	29
6.3	Tunnelentwässerung .....	32
6.3.1	Bemessungsgrundlagen .....	32
6.3.2	Entwässerungssystem .....	32
6.4	Bauwerksdränage.....	34
6.4.1	Tunnel in offener Bauweise und Trogbauwerke .....	34
6.4.2	Bohrtunnel .....	34
6.5	Begrenzung des Grundwasseranstiegs (Ringdränage) .....	34

<b>7</b>	<b>ENTWÄSSERUNG SONSTIGER VERKEHRSFLÄCHEN .....</b>	<b>35</b>
7.1	Betriebsstraße .....	35
7.2	Feuerwehraufstellflächen .....	35
7.3	Wirtschaftsweg .....	35
7.4	Deichreihe .....	36
7.5	Sonstige Verkehrsflächen .....	36
	<b>VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN.....</b>	<b>38</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>39</b>

# **1 Allgemeines**

## **1.1 Planungsinhalt**

Die vorliegende wassertechnische Untersuchung ist Bestandteil der Planfeststellungsunterlage zum Neubau der Bundesautobahn A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg zwischen der Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein und der Bundesstraße B 431 einschließlich des Tunnelbauwerks zur Unterführung der A 20 unter der Elbe.

Die Untersuchung bezieht sich auf die Straßenentwässerung der Autobahn einschließlich Tunnel und der sonstigen Verkehrsflächen.

Unter Berücksichtigung der schwierigen Entwässerungsverhältnisse im Planungsraum wurde ein gesonderter Wassertechnischer Fachbeitrag durch die Grontmij IHP GmbH aus Stade erstellt. Im Rahmen des wassertechnischen Fachbeitrages wird die besondere wasserwirtschaftliche Problematik im Marschgebiet aufgezeigt und es werden die erforderlichen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen dargestellt. Der Wassertechnische Fachbeitrag ist in den Anlagen 13.4 bis 13.7 enthalten.

## **1.2 Örtliche Verhältnisse**

Die Planung und Ausführung der Straßenentwässerung erfolgt unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und den sich daraus ergebenden Randbedingungen.

Der Planungsraum liegt in der Elbmarsch und ist durch ein für diese Landschaftsräume typisches wasserwirtschaftliches System geprägt. Die vorzufindende Topographie und anstehenden Bodenverhältnisse sorgen zusammen für schwierige Entwässerungsverhältnisse. Die Geländeentwässerung wird durch ein komplexes Netz von Gewässern, Gräben und Dränagen im Zusammenspiel mit technischen Anlagen aktiv gesteuert und bewirtschaftet.

Auf Grund des sehr flachen Geländereiefs mit Geländehöhen zwischen NN -1,50 m bis NN +2,50 m spielen freie Abflussvorgänge nahezu keine oder eine untergeordnete Rolle. Tideabhängige Sielzüge und Pumpenbetrieb bestimmen den Abfluss und die Fließvorgänge in den Systemen beiderseits der Elbe. Insbesondere längere Regenperioden führen zu einem weitreichenden Rückstau in den Gräben.

Im überwiegenden Teil des Planungsraums steht oberflächennah Grund- und Schichtenwasser an. Das Schichtenwasser entsteht durch die nahezu undurchlässigen Marsch- und Kleiböden.

Die geplante Trasse der A 20 quert kleinere und größere Entwässerungsgräben bzw. Fließgewässer. Die kleineren Entwässerungsgräben dienen zur Ableitung des Oberflächen- und Stauwassers und stellen keine klassifizierten Gewässer dar. Sie befinden sich auf privatem Grund und werden privat gewartet und unterhalten.

Mit Ausnahme der Elbe handelt es sich bei den größeren Entwässerungsgräben und Fließgewässern im Trassenbereich der A 20 um Verbandsgewässer. Sie sind meist klassifiziert und weisen eine übergeordnete Entwässerungsfunktion auf.

Die bestehenden wasserwirtschaftlichen Verhältnisse sind ausführlich im wasser-technischen Fachbeitrag in der Anlage 13.4 beschrieben.

### 1.3 Wasserwirtschaftliche Zuständigkeiten

Der vorliegende Planungsabschnitt der A 20 befindet sich im Zuständigkeitsbereich des „Sielverbandes Kollmar“. Der Sielverband Kollmar ist gemeinsam mit neun weiteren Wasser- und Bodenverbänden aus der Region über eine Dachorganisation, dem „Deich- und Hauptsielverband Krempermarsch“, organisiert. Der Sielverband Kollmar nimmt alleine die Unterhaltung der Gewässer im Planungsraum wahr.

Für Fragen der schleswig-holsteinischen Deichsicherheit ist der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz (LKN) Schleswig-Holstein als Untere Küstenschutzbehörde zuständig.

Die im Planungsraum zuständige Untere Wasserbehörde ist das Amt für Umweltschutz des Kreises Steinburg.

### 1.4 Vorgaben für die Planung

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse und in Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde sowie den Deich- und Sielverbänden sollen die eingesetzten Entwässerungssysteme bzw. Entwässerungsanlagen folgende Bedingungen einhalten:

- Es wird ein geringer Unterhaltungsaufwand und eine geringe Störanfälligkeit gegenüber technischem Versagen angestrebt.
- Bei Planung der Entwässerungsmaßnahmen sind die hohen Grund- und Schichtenwasserstände zu berücksichtigen und eine Vermischung des ungereinigten Straßenwassers mit oberflächennah anstehendem Grundwasser oder Geländewasser zu vermeiden.
- Aufgrund fehlender Versickerungsmöglichkeiten und bereits ausgelasteter bzw. überlasteter Gräben sind Systeme einzusetzen, welche das Niederschlagswasser möglichst lange vor Ort halten und nur stark verzögert an das bestehende Entwässerungssystem abgeben.
- Der hydraulischen Bemessung von Entwässerungsanlagen soll eine landwirtschaftliche Abflussspende in der Höhe von  $q_{lw} = 1,5 \text{ l/(sxha)}$  zugrunde gelegt werden. Fallen höhere Abflussmengen aus dem Straßenbaukörper an, so sind diese vor der Einleitung in die Vorflut entsprechend zu drosseln. Der Wert von  $q_{lw} = 1,5 \text{ l/(sxha)}$  entspricht der landwirtschaftlichen Abflussspende und dem Bemessungsansatz der Schöpfwerke.
- Bei gelegentlich auftretenden, ungünstigen Hochwasserständen in der Elbe (Sturmtideketten) können die in den Poldergebieten anfallenden Wassermengen über einen mehrtägigen Zeitraum nicht oder nur in deutlich geringem Umfang in die Elbe abgegeben werden. Seitens der Unteren Wasserbehörde und des SV Kollmar besteht daher die Vorgabe, das auf den neuen Verkehrsflächen anfallende Oberflächenwasser über einen Zeitraum von 72 h im Hochwasserfall [durch die Erhöhung der Pumpenleistung am Schöpfwerk Bielenberg sicher an die weitere Vorflut abzuleiten](#).

## 2 Wasserwirtschaftliche Maßnahmen

Neben den Anlagen zur eigentlichen Straßen- bzw. Fahrbahntwässerung ergeben sich aus den örtlichen Verhältnissen und den zuvor genannten Randbedingungen für die Planung zusätzliche Maßnahmen, die das wasserwirtschaftliche System betreffen.

Zu unterscheiden sind dabei im Wesentlichen die Verlegung / Anpassung von Verbandsgewässern, Maßnahmen an den Dränagen und vorhandenen Gewässern sowie die Abflusssicherung über 72 Stunden im Hochwasserfall.

Die nachfolgenden Ausführungen dienen zur grundsätzlichen Erläuterung der Maßnahmen und zur Darstellung der Schnittstellen zur Straßenentwässerung. Eine ausführliche Beschreibung der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen mit Erläuterung der Berechnungsannahmen und -formeln sowie den hydraulischen Nachweisen ist Bestandteil des wassertechnischen Fachbeitrags in den Anlagen 13.4 bis 13.7.

### 2.1 Verlegung / Anpassung von Verbandsgewässern

Zwei bestehende Verbandsgewässer die im unmittelbaren Bereich der Trasse liegen, werden durch bereichsweise Verlegungen an den Trassenverlauf der A 20 angepasst (Landweg-Wettern Neubaulänge ca. 85 m, Kleine Wettern Neubaulänge ca. 405 m).

Übrige im Planungsraum vorhandene Verbandsgewässer bleiben in ihrer Lage bestehen und werden mit Brückenbauwerken unter der A 20 bzw. sonstigen Straßen und Wegen unterführt.

Für die Querung und Verlegung der Gewässer wurden im Rahmen des wassertechnischen Fachbeitrags hydraulische Nachweise der Gewässerquerschnitte geführt (siehe Anhang zur Anlage 13.4).

Die Straßenentwässerung nutzt die vorhandenen Verbandsgewässer an mehreren Einleitstellen als Vorflut. Durch die gewählten Systeme der Straßenentwässerung werden die Einleitmengen soweit gedrosselt, dass die landwirtschaftliche Abflussspende in der Höhe von  $q_{lw} = 1,5 \text{ l/(sxha)}$  nicht überschritten wird.

Die Lage sämtlicher Einleitstellen kann den Anlagen 5, 7 und 13.6 entnommen werden.

### 2.2 Dränagen und Gewässer III. Ordnung

Im gesamten Trassenbereich der A 20 befinden sich quer zur Trasse der A 20 Dränagen zur Geländeentwässerung.

Um die Funktionsfähigkeit des Dränagesystems während der Baudurchführung und nach Fertigstellung der A 20 zu gewährleisten, ist eine Anpassung des Systems erforderlich.

Die vorliegende Planung basiert dabei auf dem Ergebnis einer Anfrage zum bestehenden Dränagesystem bei den Flächeneigentümern sowie verschiedenen Abstimmungen mit den zuständigen Wasser- und Bodenverbänden und der unteren Wasserbehörde.

Zur Aufrechterhaltung des Dränagesystems sind verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung des Dränagesystems denkbar:

- eine abschnittsweise Zusammenfassung der Dränagen in Sammelleitungen und anschließende Unterführung von Leitungen unter dem Straßendamm der A 20 mit Anschluss an die weitere Vorflut auf der anderen Seite des Straßendamms
- eine Kappung der Dränagen im Bereich der A 20 mit flächendeckender Umkehr der Entwässerungsrichtungen der Dränagen (von der A 20 weg)
- eine Kappung der Dränagen im Bereich der A 20 ohne Unterführung der Dränagen unter dem Straßendamm der A 20 und Anschluss an die weitere Vorflut auf der betreffenden Seite des Straßendamms der A 20

Die abschnittsweise Zusammenfassung der Dränagen in Sammelleitungen und anschließende Unterführung von Leitungen unter dem Straßendamm der A 20 kann aus verschiedenen Gründen nicht realisiert werden.

So stellen das Trogbauwerk einschließlich der erforderlichen Gründung und die Gründungsmaßnahmen der freien Strecke in Form eines aufgeständerten Gründungspolsters, Hindernisse für die Unterführung von Leitungen unter dem Straßendamm der A 20 dar. Setzungen des Straßendamms der A 20 sowohl im Bau- wie auch im Endzustand könnten zu Beschädigungen von unterführten Leitungen führen. Dieser Sachverhalt würde bei einer Unterführung von Leitungen unter der A 20 sehr kosten-, betriebs- und unterhaltungsintensive Zusatzbauwerke (Dükerbauwerke, tiefgegründete Leitungsdurchlässe o.ä.) mit entsprechenden betrieblichen Anlagen (Pumpwerke etc.) erfordern.

Des Weiteren wäre auch bei der Weiterleitung des Dränagewassers unter dem Straßendamm der A 20 auf der anderen Seite des Straßendamms eine entsprechende Vorflut zu gewährleisten (Graben, Sammelleitung etc.). Diese ist nicht vorhanden und wäre zusätzlich herzustellen.

Die Unterhaltung der Leitungen unterhalb des Straßendamms der A 20 wäre für die zuständigen Unterhaltungsverbände bzw. die privaten Betreiber nicht zu gewährleisten. Zudem würde durch eventuelle Sandauspülungen durch Leckagen die Standsicherheit des Straßendamms gefährdet.

Eine flächendeckende Umkehr der Entwässerungsrichtungen der Dränagen (von der A 20 weg) scheidet als Lösungsmöglichkeit ebenfalls aus, weil dafür die gesamten anliegenden Dränagen und trassenfern zusätzliche Vorflutmöglichkeiten neu hergestellt werden müssten.

Dieses würde zu einem sehr hohen vorübergehenden und dauerhaften Eingriff in die anliegenden Flächen führen. Das vorhandene Entwässerungssystem müsste bereichsweise vollständig umgebaut werden.

Ein Rückbau der Dränagen im Trassenbereich der A 20 mit abschnittsweiser Fassung der Sammelleitungen und Anschluss an eine trassenparallele, neu herzustellende Vorflut stellt die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Maßnahme zur Anpassung des Dränagesystems dar.

Dabei werden die Dränagen bereits vor Beginn der Baumaßnahme im Trassenbereich der A 20 gekappt und entsprechend den topografischen und Besitzstandverhältnissen abschnittsweise in parallel zur A 20 liegenden Sammelleitungen gefasst. Eine Unterführung der Leitungen unter dem Straßendamm ist damit nicht erforderlich.



Der Anschluss der gefassten Sammelleitungen an eine trassenparallele, neu herzustellende Vorflut mit Ableitung des Dränagewassers in das bestehende Gewässersystem ist vom Grundsatz entweder in Form von offenen Entwässerungsgräben oder mithilfe von Sammelleitungen möglich.

Aufgrund des geringen Gefälles im Gelände ist eine ausreichende Längsneigung der Sammelleitungen ohne zusätzliche Anlagen (Pumpwerke etc.) jedoch nicht realisierbar. So weisen die Streckenabschnitte nördlich und südlich der Langenhalsener Wettern (Verbandsgewässer 1.0) Baulängen von 1.500 m bzw. 940 m auf, die zur Herstellung eines ausreichenden Mindestgefälles für Dränagesammler von min.  $I = 0,4 \%$  Höhenunterschiede von bis zu ca. 6,00 m erfordern würden. Außerdem weisen die querenden Dränageleitungen vermutlich deutlich unterschiedliche Tiefenlagen auf, die ohne eine entsprechende Höhenanpassung der angeschlossenen Dränagesammler und -sauger nicht an eine gemeinsame Dränagesammelleitung angeschlossen werden könnten. Diese Höhenanpassung würde unter Umständen eine Anpassung des gesamten angeschlossenen Dränageabschnitts erfordern.

Die Herstellung offener Entwässerungsgräben gewährleistet hingegen eine große hydraulische Leitungsfähigkeit und den Anschluss der in unterschiedlichen Tiefenlagen liegenden Dränageleitungen. Eine hohe Betriebssicherheit kann ohne zusätzliche technische Anlagen gewährleistet werden.

Des Weiteren können zwischen Bau-km 13+500 bis 14+440,408 die offenen Entwässerungsgräben für die Dränage mit der Herstellung von erforderlichen Straßenseitengräben für die Straßen- und Geländeentwässerung kombiniert werden (siehe Abschnitt 0). Dadurch werden sowohl der erforderliche Flächenbedarf als auch die erforderlichen Bodenbewegungen reduziert.

Bezogen auf die Funktion der geplanten Gräben entlang der A 20 werden folgende Grabentypen unterschieden:

**„Graben Typ A“**

Die Gräben dienen der Straßenentwässerung und nehmen gereinigtes Straßenwasser über Querschläge in regelmäßigen Abständen auf. Zudem stellen sie die Vorflut für die überbauten bzw. zerschnittenen Dränagen sicher. Zur Aufnahme der Dränagesammler wird der Graben mit folgendem Profil ausgebaut:

- Sohlbreite 1,00 m
- Böschungsneigung 1: 1,5
- Ausbautiefe ca. 2,00 m bis 3,00 m (je nach Tiefenlage der anzuschließenden Dränagen)

**„Graben Typ B“**

Der Graben dient ausschließlich der Straßenentwässerung und nimmt keine Dränagen auf. Er wird daher mit folgendem Profil ausgebaut:

- Sohlbreite 1,00 m
- Böschungsneigung 1: 1,5
- Ausbautiefe ca. 1,50 m

**„Graben Typ C“**

Der Graben nimmt ausschließlich Wasser aus der Geländedrainage auf. Er wird entsprechend dem Graben Typ A mit folgendem Profil ausgebaut:

- Sohlbreite 1,00 m
- Böschungsneigung 1: 1,5
- Ausbautiefe ca. 2,00 m bis 3,00 m (je nach Tiefenlage der anzuschließenden Dränagen)

Die genannten Ausbautiefen beziehen sich auf die mittlere Geländehöhe im Grabenabschnitt. Lokale Hoch- oder Tiefpunkte (z.B. in Gruppen) werden nicht berücksichtigt.

Vorbehaltlich geringer Anpassungen während der Baudurchführung an die Tiefenlage der vorhandenen Dränagesammler ist die geplante Ausbautiefe (Sohltiefe) der Gräben Typ A und Typ C im Übersichtslageplan Wasserwirtschaft (Anlage 13.6) eingetragen.

Ein hydraulischer Nachweis der geplanten Gräben ist im Anhang zur Anlage 13.4 beigelegt.

Für den Graben Typ A und C ist der zuständige Unterhaltungspflichtige aus der Anlage 10.2 - Bauwerksverzeichnis ersichtlich. Der Graben Typ B wird vom Bund unterhalten.

Der von Bau-km 11+948 bis Bau-km 12+596 am westlichen Böschungsfuß der Trogumwallung liegende Straßengraben dient der Aufnahme von Oberflächenabflüssen der anliegenden Grünflächen und Böschungen. Ferner ist die von Bau-km 12+596 und Bau-km 12+890 zwischen Trogumwallung bzw. Autobahndamm und Wirtschaftsweg liegende Mulde an den Graben angeschlossen. Die gesammelten Abflüsse werden über die Einleitstelle E 15 dem Verbandsgewässer 2.1 (Landweg Wettern) zugeführt.

Der von Bau-km 13+773 und der Verfahrensgrenze bei 14+440 am westlichen Böschungsfuß der A 20 liegende Straßengraben dient ebenfalls der Aufnahme von Oberflächenabflüssen der angeschlossenen Grünflächen und Böschungen sowie des Wirtschaftsweges von Bau-km 14+031 bis Bau-km 14+440. Die gesammelten Abflüsse werden über die Einleitstelle E 14 dem Verbandsgewässer 1.0 (Langenhalsener Wettern) zugeführt.

Die zuvor genannten Straßengräben nehmen ausschließlich nicht verunreinigtes Oberflächenwasser bzw. kein Straßenwasser der A 20 auf. Eine Vorbehandlung bzw. Reinigung des Wassers ist nicht erforderlich. Die Gräben sind dennoch der Straßenanlage zuzuordnen und werden ebenfalls vom Bund unterhalten.

Gemäß Unterlage 13.4 sind die anfallenden Abflüsse in den Gräben zu den Einleitstellen E 14 und E 15 so gering, dass ein hydraulischer Nachweis für deren Leistungsfähigkeit nicht erforderlich ist.

### **2.3 Abflusssicherung über 72 Stunden im Hochwasserfall**

Bei lang anhaltenden Hochwassersituationen mit hohen Außenwasserständen, geht die Schöpfwerksleistung des Schöpfwerks Bielenberg wegen der größeren zu überbrückenden Förderhöhe zurück. Ein freier Sielzug und somit eine Entwässerung des Systems ist dann nicht mehr möglich.

Um die durch die Versiegelung der A 20 entstehenden zusätzlichen Abflussmengen während solcher extremen Hochwassersituationen abfangen zu können und die hydraulische Belastung des Gesamtentwässerungssystems dieser Region nicht weiter zu belasten, **ist durch den Sielverband Kollmar vorgesehen, die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Pumpenanlage am Schöpfwerk Bielenberg zu erhöhen.**

### **3 Berechnungsgrundlagen für die Fahrbahntwässerung**

#### **3.1 Bemessungsregen**

Die für die Bemessung herangezogenen Regenspenden wurden dem KOSTRA-DWD 2000-Atlas [5] des Deutschen Wetterdienstes entnommen. In diesem Katalog wurden die Niederschlagsereignisse der Jahre 1951 – 2000 ausgewertet. Es wurden die für die Gemeinde Herzhorn aufgezeichneten Daten verwendet.

Die der Bemessung zu Grunde zu legende Regenhäufigkeit hängt von den Sicherheitsanforderungen des geplanten Objektes und von den in der Umgebung vorhandenen Objekten sowie dem damit verbundenen Schadenspotential ab. Der Bemessung zu Grunde liegende Regenhäufigkeiten betragen gemäß RAS-Ew [3]:

- Mulden, Seitengräben, Rohrleitungen:  $n = 1,0$  (= jährliches Regenereignis)
- Rohrleitungen im Mittelstreifen:  $n = 0,33$  (= Regenereignis, das alle 3 Jahre auftritt)
- Straßentiefpunkte:  $n = 0,2$  (= Regenereignis, das alle 5 Jahre auftritt)
- Versickermulden:  $n = 1,0$
- Rohrleitungen Tunnel und Trog:  $n = 0,1$  (= Regenereignis, das alle 10 Jahre auftritt)
- Pufferbecken Tunnelportal:  $n = 0,05$  (= Regenereignis, das alle 20 Jahre auftritt)

Als Zwangsentwässerung einer tiefliegenden Straße ohne freien Abfluss sind die Entwässerungseinrichtungen zur Niederschlagswasserableitung der geeigneten Rampen und der Tunnelportale auf einen Bemessungsregen mit 10-jähriger Häufigkeit ( $n = 0,1$ ) zu bemessen. Der Überflutungsnachweis erfolgt für einen Bemessungsregen mit 50-jähriger Häufigkeit ( $n = 0,02$ ).

Je seltener ein Regenereignis auftritt, desto mehr Niederschlag bringt es mit sich. Neben der Häufigkeit des Regens stellt auch die Dauer des Ereignisses eine wichtige Größe zur Ermittlung des Regenabflusses dar. Mit zunehmender Dauer nimmt die Intensität des Regens ab, die Gesamtniederschlagsmenge nimmt aber aufgrund der höheren Regendauer zu.

Entwässerungsanlagen die unmittelbar der Entwässerung des Objektes dienen, werden üblicherweise für Regenereignisse von 5 bis 15 Minuten Dauer bemessen. Für die A 20 als außerörtliche Straße wurde eine Regendauer von 15 min zur Bemessung der Kanalisationen angesetzt.

Bei Anlagen mit gleichzeitiger Versickerungs- und Speicherfunktion genießt die Speicherkapazität die größere Priorität. Deshalb ist jene Regendauer maßgebend, für die sich der größte Speicherbedarf ergibt (siehe Abschnitt 5.2.5 und Anlage 13.1.2).

Bei gleicher Häufigkeit bringen lange Regenereignisse mehr Niederschlagsvolumen als kurze. Die vorgesehenen Anlagen der Straßenentwässerung bewältigen diese Niederschläge problemlos, da ihr Ableitungsvermögen für große Abflüsse ausgelegt ist.

Im bestehenden Gewässersystem können jedoch insbesondere die lang anhaltenden Regenereignisse bzw. dicht aufeinander folgenden Niederschläge zu einem Rückstau im Gewässersystem führen (siehe Abschnitt 1.2). Die Oberflächenabflüsse sind daher vor Einleitung zu drosseln **und anschließend abzupumpen**. Dieses wird in der vorliegenden Planung durch entsprechende wasserwirtschaftliche Maßnahmen (siehe Abschnitt 2.3) und bei Gestaltung der Straßenentwässerungsanlagen berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.2.4, 5.3.2).

### 3.2 Abflussbeiwerte, Versickerraten

Um zu berücksichtigen, dass nicht sämtliches Niederschlagswasser von den Oberflächen in die Entwässerungsanlagen abfließt, wird der Abflussbeiwert als Faktor in die Berechnung des Abflusses eingefügt. Benetzungsverluste, Rückhalterverluste in Poren und Mulden, Sickerverluste usw. verursachen eine Verringerung der zum Abfluss kommenden Wassermenge. Je glatter, undurchlässiger und steiler geneigt eine Fläche ist, desto größer ist der ihr zuzuordnende Abflussbeiwert. Die Spitzenabflussbeiwerte betragen nach RAS-Ew [3]:

- Fahrbahnen:  $\psi = 0,9$
- sonstige befestigte horizontale Flächen:  $\psi = 0,6 - 0,9$
- unbewachsene Felsböschungen:  $\psi = 0,8$

Die Dauer eines Niederschlagsereignisses wirkt sich ebenfalls auf den Abflussbeiwert aus. Mit zunehmender Dauer eines Regens steigt der Abfluss (-beiwert), da die Verlustquellen gesättigt sind. Für die Bemessung der Straßenentwässerungsanlagen werden üblicherweise Regendauern von 5 - 15 Minuten angesetzt (siehe Abschnitt 3.1), so dass der letztgenannte Aspekt hier keine Rolle spielt.

In den wassertechnischen Berechnungen (siehe Anlagen 13.1.1 - 13.1.3) geht der Abflussbeiwert zumeist indirekt ein, da er bereits bei der Ermittlung des Einzugsgebietes  $A_E$  (siehe Abschnitt 3.4 und Anlage 13.1.1.1) Eingang findet. Durch Multiplikation der ermittelten Fläche  $A_E$  mit dem Abflussbeiwert  $\psi$  erhält man die undurchlässige Fläche  $A_u$ , die für die weiteren Berechnungen herangezogen wird. Von der Fläche  $A_u$  fließen also immer 100 % des Niederschlags ab.

In der RAS-Ew [3] wurden die Abflussbeiwerte für Grünflächen durch Versickerraten ersetzt. Die jeweiligen örtlichen Verhältnisse sollen dadurch in der Bemessung besser widerspiegelt und die Anlagen praxisgerechter dimensioniert und ausgelegt werden. Die Versickerraten betragen nach RAS-Ew [3]:

- bewachsene horizontale Fläche: min. 100 l/(sxha)
- Dammböschung: min. 100 l/(sxha)
- Dammböschung aus Sand oder gleichermaßen durchlässigem Baustoff: bis 300 l/(sxha)
- Einschnittsböschung im Lockergestein: min. 100 l/(sxha)
- Rasenmulden: min. 150 l/(sxha)

Die Wasserdurchlässigkeit der Sande für die aufgeschütteten Straßendämme wurde anhand der ermittelten Korngrößenverteilungen nach Hazen/Beyer abgeschätzt. Demnach sind die Sande gemäß DIN 18130-1 wasserdurchlässig bis stark wasserdurchlässig. Die mittlere Wasserdurchlässigkeit kann gemäß dieser Abschätzung mit  $k_f = 10^{-4}$  m/s angenommen werden.

Zu einer nennenswerten Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit tragen u. a. die geplante Böschungsneigung, die Oberbodenabdeckung und der während der Nutzungsdauer zu erwartende Feinkorneintrag von der Verkehrsfläche bei. Diese Faktoren berücksichtigend wurde für die Bemessung der Entwässerungsanlagen eine Versickerrate von 150 l/(sxha) in Ansatz gebracht.

### 3.3 Betriebliche Rauheit

Das betriebliche Rauheitsmaß  $k_b$  für Entwässerungskanäle ist ein Pauschalwert, in dem die kontinuierlichen Energieverluste infolge Wandreibung und die lokalen Strömungswiderstände, die ebenfalls Energieverluste bewirken, zusammengefasst sind.

Lokale Verluste werden z. B. durch Lageungenauigkeiten (Sohldurchbiegungen, Versätze in Muffenverbindungen), Zuläufe und Änderungen der Fließrichtung hervorgerufen. Kunststoffrohre weisen aufgrund ihrer glatten Wandung und einer geringeren Anzahl von Rohrverbindungen bezogen auf die Baulänge weniger Energieverluste als Betonrohre auf, entsprechend wird das betriebliche Rauheitsmaß deutlich kleiner angesetzt.

Gemäß RAS-Ew [3] beträgt das betriebliche Rauheitsmaß  $k_b$  für:

- Betonrohre:  $k_b = 1,5$  mm
- Kunststoffrohre:  $k_b = 0,5$  mm

Bei Dimensionierung der Kanalisationen wurden die Werte entsprechend berücksichtigt (siehe Anlage 13.1.1.2).

### 3.4 Einzugsgebiete, Ermittlung der undurchlässigen Fläche

Das Gebiet, aus welchem das Wasser den Entwässerungsanlagen zufließt, wird Einzugsgebiet genannt.

Indem die Fläche  $A_E$  mit dem Abflussbeiwert  $\psi$  multipliziert wird, erhält man die undurchlässige Fläche  $A_U$ . Zur Ermittlung der abflusswirksamen undurchlässigen Fläche  $A_U$  wurden für die Verkehrsflächen die Spitzenabflussbeiwerte  $\Psi_S$  der RAS-Ew [3] herangezogen:

- Fahrbahn über Straßenablauf:  $\Psi_S = 0,9$

Der Abflussfaktor für Mulde, Bankett und Böschung wurde nach der Formel

- $\Psi_S = 1 - (\text{Sickerrate} / r_{15,1,0})$
- $\Psi_S = 1 - (150 \text{ l/sxha} / 102,8 \text{ l/sxha}) = -0,459$
- $\Psi_S = -0,459$

bestimmt.

Der negative Wert bedeutet, dass während eines Regenereignisses, welches dem Bemessungsansatz entspricht, kein Oberflächenwasser von der Böschung abfließt. Ein Abfluss entsteht erst wenn das Niederschlagswasser der Straße flächig über die Böschung abgeleitet wird.

Die undurchlässige Fläche  $A_U$  wurde haltungsweise ermittelt und den entsprechenden Kanalhaltungen zugeordnet (siehe Anlage 13.1.1.1 bzw. Anlage 13.1.1.2).

Für die Dimensionierung von Regenrückhaltebecken (RRB) ist gemäß Arbeitsblatt A 117 [8] die gesamte Fläche  $A_U$  des jeweiligen Entwässerungsabschnittes maßgebend.

## **4 Entwässerungsabschnitte der A 20**

In Abhängigkeit vom gewählten Entwässerungssystem und von der Lage im Planungsraum wurden im Rahmen des vorausgegangenen Entwurfes für den Gesamtabschnitt der A 20 von der K 28 bis zur B 431 fünf Entwässerungsabschnitte (EA) der freien Strecke sowie die Trog- und Tunnelentwässerung unterschieden. Die Entwässerungsabschnitte EA 1 - EA 3 (Bau-km 3+700 bis 6+180) der freien Strecke liegen südlich der Elbe auf niedersächsischem Gebiet. Die Entwässerung dieser Abschnitte ist unabhängig von den EA 4 und EA 5, sie ist nicht Gegenstand der vorliegenden wassertechnischen Untersuchung bzw. des Planfeststellungsabschnittes.

Im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt der A 20 befinden sich die EA 4 und EA 5 der freien Strecke sowie das Tunnelbauwerk und das nördliche Trogbauwerk mit folgenden Entwässerungssystemen:

### **EA 4: Bau-km 12+687 bis Bau-km 13+500**

Das Oberflächenwasser wird über eine geschlossene Wasserfassung und zu einem Regenrückhaltebecken geführt und von dort in das Verbandsgewässer 2.1 (Landweg-Wettern) eingeleitet.

### **EA 5: Bau-km 13+500 bis Bau-km 14+440,408**

Das Oberflächenwasser wird einer über dem Geländeneiveau angeordneten Mulde auf der Außenseite des Straßendamms zugeführt. Dort wird es zwischengespeichert und versickert im aufgeschütteten Straßendamm.

Das im Straßendamm sich horizontal ausbreitende Wasser wird durch eine Sickerleitung im Sickerstrang, welche sich neben der Mulde auf der straßenabgewandten Seite befindet, kontrolliert gefasst und punktuell über Querschläge in regelmäßigen Abständen, stark zeitverzögert und gedrosselt in das straßenbegleitende Gewässer (Graben Typ A) geführt. Das parallel zur A 20 geführte Gewässer ist an ein bestehendes Verbandsgewässer angeschlossen.

### **Tunnel und nördlicher Trog: Bau-km 6+180 bis Bau-km 12+687**

Das Oberflächenwasser im Trog wird über eine geschlossene Wasserfassung einem unterirdisch angeordnetes Pufferbecken zugeführt und von dort über das Regenrückhaltebecken des EA 4 in das Verbandsgewässer 2.1 (Landweg-Wettern) eingeleitet.

Die Tunnelentwässerung ist ein vollständig geschlossenes System, eine direkte Einleitung in das vorhandene Entwässerungssystem erfolgt nicht.

Zwischen den Entwässerungssystemen der freien Strecke und des nördlichen Trogbauwerkes gibt es Schnittstellen und Übergangsbereiche, die entsprechend berücksichtigt wurden.

Die Entwässerungsabschnitte der freien Strecke (EA 4 und EA 5) werden im Abschnitt 5, die Tunnel- und Trogentwässerung im Abschnitt 6 erläutert.



## **5 Entwässerung der A 20 im Bereich der freien Strecke**

### **5.1 Kanalisation in den EA 4 und EA 5**

#### **5.1.1 Allgemeines**

Bei der Bemessung der Kanalisation wurden der EA 4 und der EA 5 unterschieden.

Die Rohrleitungen wurden nach dem DWA-A 118 [9] und RAS-Ew [3] bemessen. Die hydraulische Dimensionierung erfolgte nach dem Zeitbeiwertverfahren (siehe Anlage 13.1.1.2). Bei Erreichen einer hydraulischen Auslastung von 90 % erfolgt der Übergang zur nächst größeren Nennweite.

Folgende Daten wurden der Bemessung zugrunde gelegt (siehe Abschnitt 3.1 bis 3.3):

- Regenspenden für die Gemeinde Herzhorn aus dem KOSTRA-DWD-Atlas [5]
- Bemessungsregen:  $r_{15}$  (mittl. Längsneigung < 1,0 %, Neigungsgruppe 1)
- Regenhäufigkeit gem. RAS-Ew [3]:
  - Kanäle in Seitenstreifen:  $n = 1,00$  (in EA 4)
  - Kanäle in Mittelstreifen:  $n = 0,33$  (in EA 4 und EA 5)

Für die Sammelleitungen werden Rohre mit den Durchmessern DN 300 (= Mindestnennweite) bis DN 500 aus Beton verwendet. Die Zuleitung DN 600 zum RRB im EA 4 wird ebenfalls aus Betonrohren hergestellt.

Für die Sickerleitungen werden Vollsickerrohre aus PE-HD verwendet. Aus Gründen der Betriebssicherheit, Langlebigkeit und Unterhaltungsminimierung der Entwässerungsanlage werden unabhängig von der hydraulischen Belastung Rohre mit einem Mindestdurchmesser von DN 150 verwendet.

Sämtliche Wartungs- und Kontrollschächte werden begehbar aus Betonfertigteilen mit einem Mindestdurchmesser von 1 m hergestellt.

Die Entwässerungsanlagen sind in den Anlagen 6 und 7 dargestellt.

#### **5.1.2 Entwässerungsabschnitt EA 4**

Die Wasserfassung im EA 4 erfolgt neben der westlichen Fahrbahn und im Mittelstreifen über Bordrinnen und Straßenabläufe. Das Niederschlagswasser wird in Kanälen abgeleitet. Wegen der Geländetopographie werden die Rohrleitungen sowohl im Mittelstreifen als auch auf der Außenseite in Dammlage geführt.

Im Mittelstreifen wird zur zusätzlichen Planumsentwässerung bis DN 400 ein Mehrzweckrohr verwendet. Ab einem Rohrdurchmesser DN 500 wird über dem Kanalrohr eine Sickerleitung zur Sicherstellung der Planumsentwässerung verlegt (Huckpacksystem). Auf der Ostseite wird zur Planumsentwässerung die Frostschutzschicht bis zur Böschungsschulter durchgezogen, so dass hier keine zusätzliche Sickerleitung über dem Sammelkanal notwendig ist.

Das gesammelte Wasser wird über den Zulaufkanal DN 600 in das Regenrückhaltebecken EA 4 eingeleitet.

An den Zulaufkanal zum Regenrückhaltebecken wird bei Bau-km 12+690 zusätzlich noch eine Druckleitung DN 125 angeschlossen, über welche das RRB (Bau-km 12+155) der nördlichen Trogentwässerung entleert wird (siehe Abschnitt 6.2). Hierbei werden über die Druckleitung zusätzlich 20 l/s in den Regenwasserkanal gefördert.

Der Anschluss der Entwässerung des nördlichen Trogbauwerks ist das Ergebnis folgender entwässerungstechnischer und wirtschaftlicher Überlegungen:

- es wird nur eine Einleitstelle in das örtliche Grabensystem (hier: E11, Landweg Wettern) erforderlich
- die zulässige Drosselspende von 1,5 l/(sxha) kollidiert mit den Sicherheitsanforderungen an das Tunnelbauwerk, denn für dieses wird ein 20-jähriges Regenereignis ( $n = 0,05$ ) zu Grunde gelegt. Dies führt zu einem sehr großen Speichervolumen mit entsprechend langen Entleerungszeiten
- der für das RRB zur Verfügung stehende Raum im Tunnel ist begrenzt
- Speicherraum im Tunnel zu schaffen ist erheblich teurer, als ein Erdbecken, insbesondere da das RRB EA 4 ohnehin zur Entwässerung des EA 4 hergestellt werden muss und es sich somit nur um eine Vergrößerung des Beckens handelt

### 5.1.3 Entwässerungsabschnitt EA 5

Im Entwässerungsabschnitt 5 wird im Mittelstreifen ein durchlaufender Kanal geführt, von dem in Regelabständen von ca. 100 m seitliche Querschläge zur hochgesetzten Mulde führen (siehe Abschnitt 5.2.1).

Der für sämtliche Entwässerungsabschnitte gewählte Mindestdurchmesser von DN 300 (siehe RAS-Ew, Absatz 4.1 [3]) genügt, um bei einem Mindestgefälle von  $I = 3,0 ‰$  diese Wassermenge abzuführen:

$$Q_{\text{voll}} = 61,5 \text{ l/s} > Q_{\text{zu}} = 16,6 \text{ l/s}$$

Gewählt wird ein Mehrzweckrohr DN 300. Über die Schlitzung im oben liegenden Drittel der Rohrwandung wird die Planumsentwässerung der zur Straßenmitte geneigten Fahrbahn sichergestellt. Das Mehrzweckrohr ermöglicht eine geringere Bauhöhe als das Huckpacksystem, wodurch sichergestellt wird, dass die einseitig angelegte Mulde in EA 5 gegenüber dem vorhandenen Gelände etwas höher angeordnet werden kann.

Im Mittelstreifen werden im Regelabstand von 50 m Kontrollschächte DN 1000 gesetzt. Für die seitlichen Querschläge zur Mulde werden ungeschlitzte Rohre DN 300 verwendet. Die Auslaufstücke in den Böschungen werden mit Froschkappen versehen.

Für die Sickerrohrleitung im Sickerstrang wird ein Vollsickerrohr DN 200 aus PE-HD verwendet. In regelmäßigen Abständen, i.R. alle 100 m, werden begehbare Kontrollschächte mit einem Durchmesser von 1 m angeordnet.

Etwa alle 200 m befindet sich an einem Schacht ein Querschlag in den straßenbegleitenden Graben (Typ A oder Typ B). Für die Abschlüge werden Leitungen mit einem Durchmesser DN 300 aus Beton verwendet. Die Auslaufstücke in den Grabenböschungen werden hier ebenfalls mit Froschklappen versehen. Alle Leitungen werden mit einem Mindestgefälle von 3 ‰ hergestellt. Am Anfang und Ende Mulde wird der Sickerstrang um die Mulde geführt um das sich horizontal ausbreitende Sickerwasser auch stirnseitig der Mulde aufzunehmen.

#### **5.1.4 Berücksichtigung des Hochwasserschutzes im EA 4**

##### **5.1.4.1 Allgemeines**

Der Elbtunnel liegt in einem durch Hochwasser gefährdeten Gebiet. Die primäre Gefahr stellen Hochwasserstände in der Elbe selbst dar. Daraus resultieren sekundäre Gefahren, die entsprechend zu berücksichtigen sind.

Das Verbandsgebiet des Sielverbandes Kollmar wird durch Deiche entlang der Elbe gesichert. In Folge besonders hoher Wasserstände in der Elbe (siehe Anlage 13.4) können die Schöpfwerke des Verbandes die Vorflut in die Elbe nicht aufrechterhalten. Dies führt dazu, dass in den Verbandsgewässern die Wasserspiegel ansteigen und bei länger andauernden Hochwasserereignissen Flächen überschwemmt werden.

Eine weitere Folge von Hochwasserständen in der Elbe ist der steigende hydraulische Druck auf das unter den Kleischichten gespannt vorkommende Grundwasser.

##### **5.1.4.2 Trogumwallung**

Sollte eine extreme Hochwassersituation in der Elbe zu einem Durchbruch an den Elbdeichen führen, wird der Tunnel zwischen Bau-km 12+150 und Bau-km 12+800 durch eine Trogumwallung gegen eine Überflutung geschützt (siehe Anlage 7, Blatt 12 und Blatt 13). Die Trogumwallung wird für einen Außenwasserstand von + 1,60 m NN bemessen. Zuzüglich einem Zuschlag für den Wellenauflauf und einem Sicherheitsfreibord ergibt sich somit für die Trogumwallung eine Kronenhöhe von + 3,50 m NN.

Leitungen, die die Trogumwallung unter- oder durchqueren sind in Schutzrohren zu verlegen. Die Schutzrohre sind zweifach gegen drückendes Wasser abzudichten.

##### **5.1.4.3 HW-Schutzmaßnahmen im Rahmen der Straßenentwässerung**

Die Kanalhaltung RZ4.1 bis RZ4.2 (siehe Anlage 7, Blatt 12), welche die Umwallung bei ca. Bau-km 12+687 quert, wird in einem Schutzrohr verlegt. Der Ringraum zwischen Kanalrohr und Schutzrohr wird druckwasserdicht abgedichtet. Die Abdichtung muss dem 1,5-fachen Druck des maximalen Wasserstands standhalten. Der Schacht RZ4.2 bei ca. Bau-km 12+680 erhält einen automatisch (= niveau-) gesteuerten Absperrschieber auf der Zulaufseite, damit bei HW kein Rücklauf ins System erfolgt. Der Schacht RZ4.1 bei ca. Bau-km 12+690 erhält einen automatisch (= niveau-) gesteuerten Absperrschieber auf der Ablaufseite. Dadurch wird die Durchörterung der Trogumwallung zweifach gegen eindringendes Wasser gesichert. Die Schieber erhalten neben dem automatisch gesteuerten Elektroantrieb auch ein Handrad zur manuellen Bedienung.

**5.1.4.4 Aufnahme des Wassers aus der Bauwerksdränage (Ringdränage)**

Das Trogbauwerk des Tunnels durchdringt die bindigen Bodenschichten und reicht bis in die darunter liegenden Sandschichten. Diese Sandschichten führen gespanntes Grundwasser, welches während eines Hochwassers durch den hydrostatischen Druck aufsteigt ("Qualmwasser"). Eine umlaufende Bauwerksdränage (siehe Abschnitt 6.5) nimmt das Wasser auf und führt es ab.

Gemäß Einschätzung des Baugrundgutachters fallen bei Elbhochwasser durch den erhöhten Druck bis zu 15 m<sup>3</sup>/h (= 4,2 l/s) "Qualmwasser" an, die bei der Bemessung des Hochwasserschutz-Pumpwerks zu berücksichtigen sind.

**5.1.4.5 Hochwasserschutz-Pumpwerk PW EA4**

Auf der Südseite der westlichen Feuerwehraufstellfläche wird bei ca. Bau-km 12+680 (siehe Anlage 7, Blatt 12) ein Hochwasserschutz-Pumpwerk (PW EA4) vorgesehen. Treten außerhalb der Trogumwallung (Hoch-) Wasserstände auf, die eine Entwässerung im freien Gefälle nicht mehr zulassen, wird dieses Pumpwerk aktiviert und stellt die Vorflut sicher.

Die Bauwerksdränage des Troges und die Rigole der Betriebsstraße (siehe Abschnitt 6.4) werden an das Pumpwerk angeschlossen. Im Normalbetrieb durchläuft das Wasser das Pumpwerk drucklos im freien Gefälle. Auf der Außenseite der Trogumwallung wird ein zweiter Schacht (US4.1, US = Umlaufschacht) gesetzt, an den die vom Pumpwerk kommende Freigefälleleitung angeschlossen wird. Die Ausführung der Durchörterung erfolgt analog zur vorher beschriebenen Kanalhaltung RZ4.1 bis RZ4.2, d. h. mit Schutzrohr und doppelter Sicherung durch Absperrschieber etc. Die Ablaufleitung wird östlich um das RRB herumgeführt und an das Auslaufbauwerk des RRB angeschlossen.

Steigt außenseitig (außerhalb der Trogumwallung) der Wasserspiegel auf +0,50 m NN ist die Vorflut im freien Gefälle nicht mehr gegeben. Die Schieber werden geschlossen und das Pumpwerk geht in Betrieb. Somit ist auch für die Dauer des Hochwasserereignisses die Entwässerung der Autobahnanlagen sichergestellt. Die Druckleitung wird über die Trogumwallung geführt und ebenfalls an den außenseitigen Schacht US4.1 angeschlossen. Fällt der außenseitige Wasserspiegel wieder unter die Marke von +0,50 m NN wird das PW ausgeschaltet und die Schieber werden wieder geöffnet. Ein Entleerungsventil auf der Druckseite des PW öffnet sich kurzzeitig und sorgt somit für die Entleerung des aufsteigenden Druckleitungsastes. Dadurch wird die Frostsicherheit der offen liegenden Druckleitung gewährleistet.

Der Schacht RZ4.1 bei ca. Bau-km 12+690 erhält einen Notüberlauf. Steigt im Schacht RZ4.2 durch Hochwasser bzw. durch hochwasserbedingten Rückstau der Wasserspiegel 10 cm über das Stauziel (= + 1,25 m NN), werden die Schieber in der Kanalhaltung RZ4.1 bis RZ4.2 geschlossen. Das Straßenwasser des EA 4 läuft dann über den Notüberlauf in das Pumpwerk ab und wird von diesem über die Trogumwallung gehoben.

Die Bemessung des Pumpwerks ist in Anlage 13.1.1.5 enthalten.

## **5.2 Einseitige Muldenentwässerung im EA 5**

### **5.2.1 Variantenvergleich / Wahl des Entwässerungssystems**

Im Entwässerungsabschnitt EA 5 von Bau-km 13+500 bis 14+440,408 wird das Entwässerungssystem des anschließenden Planungsabschnittes der A 20 (Abschnitt B 431 bis A 23) mit einer einseitigen Muldenentwässerung fortgeführt.

Die Wahl dieses Entwässerungssystems stellt das Ergebnis einer umfangreichen Variantengegenüberstellung und -bewertung verschiedener Entwässerungssysteme dar. Das gewählte Entwässerungssystem wurde dabei verschiedenen weiteren Systemen wie z.B. einem konventionellem System mit Kanalisation, Absetz- und Rückhaltebecken und einem reinen Mulden-Rigolensystem gegenübergestellt.

Analog zum anschließenden Planungsabschnitt der A 20 (Abschnitt B 431 bis A 23) stellt im Entwässerungsabschnitt 5 die sehr ebene Geländetopografie mit keiner größeren Längs-/Querneigung eine besondere Randbedingung für die Gradientengestaltung der A 20 und damit auch für die Planung der Straßenentwässerung dar.

So gibt es im Entwässerungsabschnitt 5 im Gegensatz zum Entwässerungsabschnitt 4 bzw. zum Tunnelabschnitt aus dem Straßenentwurf keine besonderen Zwangspunkte für die Gradientenführung der A 20 (keine erforderlichen lichten Höhen für Gewässer- oder Straßenquerungen etc.). Zur Minimierung der Flächenbeanspruchung, der Baukosten und der Erdbaumassen sollte daher eine möglichst geländenahe und ebene Führung der A 20 realisiert werden.

Aufgrund der ungünstigen Baugrundverhältnisse mit einem starken Setzungsverhalten sowie geringer Standfestigkeit ist zwischen der Oberkante der Verkehrsfläche und der Oberkante der Weichschicht eine Mindestschüttkörperdicke herzustellen, die zu einer erforderlichen Gradientenlage der A 20 von ca. 1,50 m über der vorhandenen Geländeoberfläche führt.

Die nahezu längsneigungsfreie Gradientenlage von ca. 1,50 m über der vorhandenen Geländeoberfläche würde bei Wahl eines konventionellen Entwässerungssystems aufgrund des Leitungsmindestgefälles zu sehr tiefen Leitungslagen führen oder eine Anpassung der Straßengradienten an das Mindestgefälle der Straßenentwässerungsleitungen erfordern.

Sehr tiefe Leitungslagen würden zahlreiche Probleme bei der Herstellung und beim Betrieb der Leitungen und der anschließenden Behandlungsanlagen nach sich ziehen (Leitungsverlauf unterhalb des Geländewasserspiegels, Pumpwerke erforderlich etc.). Eine Gradientenanpassung würde zu einer größeren Grundbeanspruchung, umfangreicheren Gründungsmaßnahmen des Straßenkörpers und erheblichen Mehrkosten führen.

Das System der einseitigen Muldenentwässerung mit nebenliegendem Sickerstrang benötigt im Gegensatz zum konventionellen System kein Längsgefälle und ist daher optimal abgestimmt auf die sehr ebene Geländetopografie und die Straßengradienten der A 20 im Entwässerungsabschnitt 5.

Die erforderliche Gradientenlage von ca. 1,50 m über der vorhandenen Geländeoberfläche bietet dabei ausreichend Höhe, die für das System der einseitigen Muldenentwässerung erforderlichen Anlagenteile anzuordnen (siehe Abschnitt 5.2.2: Muldenanordnung über dem Gelände, Entwässerung des Mittelstreifens über Straßenabläufe, Herstellung der seitliche Querschläge etc.).

Im gesamten Planungsraum erfordern die örtlichen Verhältnisse ein Straßenentwässerungssystem, welches das Niederschlagswasser sicher und schnell von der Straße ableitet, es aber sehr stark gedrosselt und verzögert an das Grabensystem abgibt.

Bei einem konventionellen System wird das Wasser deutlich schneller dem Grabensystem zugeführt, größere Rückstauräume und eine Drosselung im System selbst sind nicht vorhanden. Die Herstellung eines konventionellen Systems würde daher zusätzliche Rückstauräume und entsprechende Drosseleinrichtungen erfordern.

Das gewählte System der einseitigen Muldenentwässerung mit nebenliegendem Sickerstrang gewährleistet auch ohne technisch aufwendige Anlagen eine hohe Drosselung und Rückhaltung.

In der zusammenfassenden Bewertung sind folgende Vorteile gegenüber anderen Systemen maßgebend für die Wahl des Systems der einseitigen Muldenentwässerung:

- Berücksichtigung der vorhandenen Geländetopografie und -geologie in Verbindung mit der Gradiententrassierung (Minimierung der Flächenbeanspruchung, Erdbaumassen etc.)
- Berücksichtigung der hohen Geländewasserstände durch die über dem Geländeniveau liegende Mulde
- hohe Drosselleistung bzw. Rückhaltung; hohe Reinigungsleistung des Entwässerungssystems
- geringe Störanfälligkeit gegen technisches Versagen
- eine hohe Betriebssicherheit durch die dezentrale Ausrichtung der Muldenentwässerung zusammen mit dem geringen Technisierungsgrad
- hohe Langlebigkeit des Systems
- die Kombination mit wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist möglich und sinnvoll (trassenparalleler Graben zur Drainage- und Grabenabfangung)
- Orientierung an / weitestgehender Erhalt der bestehenden wasserwirtschaftlichen Verhältnisse

Diese Aussagen können aufgrund der unterschiedlichen Randbedingungen nicht auf den Tunnelabschnitt bzw. den Entwässerungsabschnitt 4 übertragen werden. Für diese Entwässerungsabschnitte wurden auf die entsprechenden Randbedingungen abgestimmte Entwässerungssysteme gewählt (siehe Abschnitt 5.1.2 und Abschnitt 6).

## 5.2.2 Systembeschreibung

Das Wasser der kurvenaußenliegenden Fahrbahn wird im Mittelstreifen über Straßenabläufe gefasst und alle 100 m über seitliche Querschläge auf die Außenseite des Straßendamms **der kurveninnenliegenden Fahrbahn** zu einer hochgesetzten Mulde geleitet. Die kurzen Abstände sind notwendig, um die Mulde nicht zu großen punktuellen hydraulischen Belastungen auszusetzen.

Das Niederschlagswasser der kurveninnenliegenden Fahrbahn wird der Mulde direkt über die Dammschulter zugeleitet. Die Mulde liegt etwas erhöht gegenüber dem Gelände in der Dammböschung. Das auf dem Bauwerk Nr. 10.05 (A 20 / Langenhalsener Wettern) anfallende Straßenoberflächenwasser wird entlang der Brückenkappen nach Norden geführt und hinter den Flügelwänden der Widerlager über Raubbettmulden der Mulde am Dammfuß zugeführt.

Das Straßenwasser wird in der Mulde zwischengespeichert und versickert dort. Unterhalb der Mulde wird der anstehende Kleiboden bereichsweise gegen ein wasserdurchlässiges Material ausgetauscht. Die Versickerung des Straßenwassers erfolgt durch den aufgeschütteten Straßendamm und das Austauschmaterial bis zum Höhenniveau des nahezu wasserundurchlässigen, Kleibodens. Auf der Kleischicht kommt es zu einer horizontalen Ausbreitung des Sickerwassers bis zu einem unterhalb der Berme angeordneten Sickerstrang mit Sickerrohrleitung. Das Wasser wird durch die Sickerleitung im Sickerstrang kontrolliert gefasst und punktuell über Querschläge in regelmäßigen Abständen, stark zeitverzögert und gedrosselt in das straßenbegleitende Gewässer (Graben Typ A) geführt. Das parallel zur A 20 geführte Gewässer ist an ein bestehendes Verbandsgewässer angeschlossen.

Bei dem System handelt es sich damit nicht um ein System mit vollständiger Versickerung, sondern um eine Sickerpassage mit zeitlich verzögerter Fassung des Sickerwassers und anschließender punktueller Einleitung. Das straßenbegleitende Gewässer (Graben Typ A) führt das Wasser dann in die Verbandsvorfluter ab. Die Mulde selbst übernimmt keine wasserableitende Funktion, sondern dient der Sammlung und Reinigung des Wassers. Um Fließbewegungen in der Mulde zu unterbinden, werden in regelmäßigen Abständen Querriegel angeordnet.

Der Fließweg des Niederschlagswassers bewirkt eine erhebliche Abflussverzögerung, die "Verluste", insbesondere durch Oberflächenbenetzung und Versickerung, sorgen für eine deutliche Abflussreduzierung. Das Entwässerungsverfahren entspricht somit den Anforderungen des LANU (heute: LLUR, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume) - Merkblattes M 2 [2], wonach durch geeignete Maßnahmen eine weitgehende Verminderung und Verzögerung des Abflusses erreicht werden soll.

Der straßenparallele Graben erfüllt die im Folgenden genannten drei wesentlichen Funktionen und hat damit neben der Aufnahme des Straßenwassers auch eine Bedeutung für die Maßnahmen an den vorhandenen Vorflutern und Dränaugen (siehe Abschnitt 2.2):

- Aufnahme des punktuell eingeleiteten, gereinigten Straßenwassers
- Hydraulische Verbindung von zerschnittenen Entwässerungsgräben
- Anschlussmöglichkeit für Flächendrängen der landwirtschaftlich genutzten Flächen



Der Graben wird am nächstgelegenen Kreuzungspunkt an ein geeignetes Verbandsgewässer angebunden. Die Funktion, Lage und Ausführung dieser Gräben ist ausführlich in Anlage 13.4 erläutert.

Bei dem gewählten System der hochliegenden Mulde handelt es sich nicht um eine Versickeranlage im Sinne des Arbeitsblattes A 138 [11], sondern um eine Bodenpassage im Sinne des Merkblattes M 153 [12].

In Abhängigkeit von der Querneigung der Fahrbahn wird die Mulde von Bau-km 13+500 bis Bau-km 13+773 auf der westlichen und von Bau-km 13+773 bis Bau-km 14+440 auf der östlichen Seite der A 20 angeordnet.

Die gegenüber dem Gelände erhöhte Lage der Mulde gewährleistet, dass eine Vermengung mit Gelände- oder Schichtenwasser vor der Reinigung durch die Sickerpassage vermieden wird. Dennoch wird die Mulde unter Berücksichtigung der erforderlichen Höhenlage aufgrund vorgenannter Funktionen möglichst tief angeordnet, um Baumassen für den Dammkörper möglichst gering zu halten. Der Sickerstrang besteht aus einem einstufigen Filter aus Grobkies der Körnung 16/32, der mit einem Geotextil umschlossen ist. Die Kiespackung ist ca. 0,50 m breit und 1,00 m hoch. Das eingebettete Vollsickerrohr liegt direkt auf einer Kunststoffdichtungsbahn auf der Sohle des Sickerstrangs.

Die Mulde wird gemäß RAS-Ew [3] mit einer 20 cm dicken Oberbodenschicht angedeckt und mit einer geeigneten Rasenmischung bepflanzt, die sowohl längeren Trockenperioden als auch vorübergehenden Wassereinstau widersteht.

Die Bepflanzung gewährleistet eine gute Durchwurzelung und damit auch eine gute Auflockerung und Belüftung des Bodens. Diese sind wiederum Voraussetzung für die gewünschte biologische Aktivität im Boden, die einen wesentlichen Anteil an der Reinigungskraft der Oberbodenabdeckung hat.

### 5.2.3 Flächenbelastung der Sickerflächen "Böschung" und "Mulde" im EA 5

Dem exemplarischen Bemessungsbeispiel in Anlage 13.1.2.1, ist zu entnehmen, dass die Mulde mit einer Breite von 3,0 m und eine Tiefe von 40 cm über das hydraulisch erforderliche Maß hinaus dimensioniert ist.

Die größere Breite liegt darin begründet, dass unter Einbeziehung der versickerwirksamen Böschungsflächen eine günstigere Flächenbelastung der Sickeranlage erreicht wird.

Die angeschlossene undurchlässige Fläche  $A_u$  ist maximal 5-mal so groß, wie die Sickerfläche ( $A_u / A_s \leq 5:1$ ). Die Berücksichtigung der Böschung als Versickerfläche ergibt sich aus der RAS-Ew [3].

Gemäß Merkblatt 153 [12], Anlage 1, Tabelle 4a ergibt sich der Durchgangswert „D“ für die Schadstofffracht, welche die Mulde bei einer Dicke der Oberbodenschicht von 20 cm in Abhängigkeit des Verhältnisses  $A_u : A_s$  passiert, zu:

$$\begin{array}{ll} A_u : A_s \leq 5 : 1 & \rightarrow D = 0,20 \\ A_u : A_s > 5 : 1 \text{ bis } 15 : 1 & \rightarrow D = 0,35 \end{array}$$

Die in der Mulde zurückgehaltene Schadstofffracht ergibt sich aus

$$F_S = (1 - D) \times 100 \text{ [%]}$$

folglich ergibt sich mit  $D = 0,35$ :  $F_S = (1 - 0,20) \times 100 = 65 \text{ [%]}$   
und mit  $D = 0,20$ :  $F_S = (1 - 0,10) \times 100 = 80 \text{ [%]}$

Die Verbreiterung der Mulde stellt somit eine qualitative Verbesserung dar, da bezogen auf die Ausgangsmenge 15 % der Schadstofffracht zusätzlich zurückgehalten werden. Zudem wird durch die Verbreiterung der Mulde eine erhöhte Betriebssicherheit erzielt.

#### **5.2.4 Abflussdrosselung im EA 5**

Durch die mit einer Oberbodenschicht angedeckten Mulden und Böschungen werden das Niederschlagswasser zunächst vollständig aufgenommen und vom Vorfluter fern gehalten. Der an die vertikale Sickerpassage der Mulde sich anschließende horizontale Sickerweg zum Sickerstrang verzögert und verringert den Abfluss derart, dass die von der Unteren Wasserbehörde des Kreises Steinburg aufgestellte Forderung, den Abfluss auf die landwirtschaftliche Abflussspende von 1,5 l/(sxha) zu drosseln, deutlich erfüllt wird (siehe Anlage 13.1.2.2).

#### **5.2.5 Bemessung und Ausbildung der Mulden im EA 5**

Zur Bemessung der Muldenentwässerung wurden die unter Abschnitt 3.2 genannten Abflussbeiwerte bzw. Versickerungsraten angesetzt.

Gemäß DWA-A 138 [11] erfolgte der Nachweis der ausreichenden Speicherfähigkeit der Mulden für ein 5-jähriges Regenereignis. Das erforderliche Speichervolumen der jeweiligen Mulde wurde iterativ ermittelt. Maßgebend gemäß Arbeitsblatt A 117 [8] und A 138 [11] ist die Regenspende mit dazugehöriger Regendauer, welche den größten Speicherbedarf ergibt.

Die Mulden werden grundsätzlich mit folgenden Abmessungen hergestellt:

- obere Breite: 3,00 m
- Muldentiefe: 0,40 m
- Füllhöhe bzw. Aufstau:  $h < 0,30 \text{ m}$  (im Bemessungsfall)

Die gewählten Muldenabmessungen bieten gemäß dem rechnerischen Nachweis eine ausreichende Speicherkapazität (siehe Anlage 13.1.2.1).

Die Sickerstränge werden grundsätzlich mit folgenden Abmessungen hergestellt:

- Breite: 0,50 m
- Höhe: 1,00 m
- Kontrollschächte: i.R. alle 100 m
- Querschläge in Gräben: i.R. alle 200 m
- Vollsickerrohr: DN 200

### **5.3 Regenrückhaltebecken im EA 4**

#### **5.3.1 Lage und Gestaltung**

##### **5.3.1.1 Lage**

Das geplante Regenrückhaltebecken liegt bei ca. Bau-km 12+650 westlich der A 20 in unmittelbarer Nähe zur Trasse der A 20.

Mit der gewählten Lage kann das Straßenwasser des EA 4 vor dem Trog- bzw. Tunnelbauwerk auf kurzem Weg in das Regenrückhaltebecken (RRB) eingeleitet werden. Außerdem bietet die gewählte Lage folgende Vorteile:

- gute Wartungs- und Unterhaltungsmöglichkeiten durch die Nähe zur A 20
- zusammenhängender Grunderwerb / keine zusätzliche Flächenzerschneidung
- kurzer Fließweg bis zur Vorflut

Für den Betrieb und die Unterhaltung kann das Becken über einen geplanten Wirtschaftsweg erreicht werden.

##### **5.3.1.2 Gestaltung**

Das RRB wird als Erdbecken mit einem Dauerwasserspiegel und einer Wassertiefe von 2,0 m hergestellt.

Innerhalb des Beckens variieren die Böschungsneigungen nur geringfügig, sie werden mit Neigungen von im Mittel 1:3 ausgebildet. Böschungen und Uferzonen werden bepflanzt.

Dem eigentlichen Regenrückhaltebecken wird ein Absetzbecken zur Abscheidung sedimentierbarer Stoffe vorgeschaltet. Absetz- und Regenrückhaltebecken sind durch eine Schwelle getrennt, deren Oberkante unter dem Dauerwasserspiegel liegt. Während eines Speichervorgangs staut sich das Wasser demnach auch im Absetzbecken. Bei der Ermittlung der vorhandenen Speichervolumina wurde dieser Umstand berücksichtigt.

Das Absetzbecken wird ebenfalls mit einer Tiefe von rd. 2,00 m hergestellt. Diese Tiefe ist zum einen erforderlich, um ein Aufwirbeln der einmal sedimentierten Stoffe insbesondere im Zulaufbereich zu verhindern, zum anderen, um eine Verkrautung des Beckens zu vermeiden bzw. weitestgehend zu unterdrücken. Die Böschungen werden mit einer Neigung von 1:2 ausgebildet.

Zur Rückhaltung von Leichtflüssigkeiten wird eine schwimmende Tauchwand vorgesehen. Eine Verunreinigung des Vorfluters mit Treibgut oder wassergefährdenden Leichtflüssigkeiten wird somit verhindert. Die Eintauchtiefe wird nach RiSt-Wag [13] mit 30 cm festgelegt. Die schwimmende Tauchwand wird beweglich in seitlichen Gleitlagern befestigt, so ist auch während Perioden längerer Trockenheit gewährleistet, dass der Wasserspiegel nicht unter die Unterkante der Tauchwand fällt.

Zur Überwachung der Funktionstüchtigkeit des Beckens ist dieses regelmäßig zu kontrollieren (Prüfung der Beckenzu- und abläufe auf eventuell Ablagerungen, der Eintauchtiefe der Tauchwand, der Beckenvegetation etc.). In dem Absetzbecken ist in regelmäßigen Zeitintervallen die Wassertiefe zu messen und ggf. der Schlamm zu räumen.

Damit bei der Räumung keine Schäden an der Sohle oder den Böschungen auftreten, werden diese Flächen bis in Höhe des Stauziels baulich gesichert (Befestigung mit Rasengittersteinen, Wasserbaupflaster etc.).

### **5.3.2 Abflusssrosselung**

Für das RRB wurde der zulässige Drosselabfluss  $Q_{Dr}$  in das Verbandsgewässer 2.1 (Landweg-Wettern) mit der landwirtschaftlichen Abflussspende von  $1,5 \text{ l/(sxha)}$  ermittelt. Bei einem Einzugsgebiet von  $3,51 \text{ ha}$ , bestehend aus  $2,45 \text{ ha}$  für EA 4 und  $1,06 \text{ ha}$  für den nördlichen Trog, ergibt sich eine zulässige Einleitmenge von  $5,3 \text{ l/s}$  in Höhe des RRB EA 4 (Einleitstelle E11).

Für die erforderliche Drosselung des Abflusses aus dem RRB sollte nach der RAS-Ew [3], Abschnitt 7.5.2.1 eine Drosseleinrichtung eingesetzt werden, die ohne Fremdenergie und bewegliche Teile funktioniert und im freien Gefälle entwässert (z.B. Wirbeldrossel).

Der kleine Abflussquerschnitt, der sich durch den geringen Drosselabfluss  $Q_{Dr} = 5,3 \text{ l/s}$  (i. M.) ergibt, wird durch einen Rechen und eine Tauchwand gegen Verstopfung geschützt.

Bei der planmäßigen Stauhöhe von  $+ 1,25 \text{ m NN}$  im RRB stellt sich ein maximaler Drosselabfluss von  $10,5 \text{ l/s}$  ein.

Steigt der Wasserspiegel über das Stauziel an, springt der Notüberlauf an, dabei handelt es sich um eine Überfallkante in Ablaufschacht des RRB EA4, in dem auch die Wirbeldrossel untergebracht ist.

Das Regenwasser des Trogbauwerks (siehe Abschnitt 6.2) wird in 2 Stufen gedrosselt. Zunächst fließt es dem Gefälle der Gradienten folgend zum Tunnelportal, wo es in dem im Bereich der Brillenwand untergebrachten Pufferbecken zwischengespeichert wird. Die Förderleistung der Pumpen, die zur Entleerung des Pufferbeckens eingesetzt werden, liegt mit  $20 \text{ l/s}$  deutlich über der Einleitmenge, die sich aus der zulässigen Drosselspende von  $1,5 \text{ l/(sxha)}$  ergeben würde ( $1,06 \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 1,6 \text{ l/s}$ ). Die gewählte Förderleistung der Pumpen ermöglicht eine wirtschaftliche Ausbaugröße des Pufferbeckens im Tunnelportal und eine Entleerungszeit von  $3,6 \text{ h}$ , die sicher stellt, dass das Becken in den meisten Fällen bis zum Einsetzen des nächsten Regenereignisses wieder vollständig entleert ist.

### 5.3.3 Dimensionierung

Nach RAS-Ew [3] ist die Bemessung des RRB nach dem Arbeitsblatt A 117 [8] durchzuführen.

Es kann dabei das *"einfache Verfahren"* angewendet werden, wenn das Einzugsgebiet  $A_E \leq 200$  ha ist oder die Fließzeit  $t_f$  maximal 15 Minuten beträgt. Das Einzugsgebiet des RRB EA 4 ist mit 3,51 ha deutlich kleiner als 200 ha, somit kann das einfache Verfahren angewendet werden.

Für die Berechnung des Zuflusses zum RRB wurden die Niederschlagsaufzeichnungen für die Gemeinde Herzhorn aus dem KOSTRA-Katalog [5] herangezogen (siehe Abschnitt 3.1). Es wurde ein Regenereignis mit der Häufigkeit  $n = 0,5$  (einmal in 2 Jahren) zu Grunde gelegt. Das zur Berechnung verwendete Programm ermittelt die maßgebliche Regendauer und das daraus resultierende erforderliche Speichervolumen.

Die Bemessung erfolgte tabellarisch und ist der Anlage 13.1.1.4 zu entnehmen.

### 5.3.4 Regenwasserbehandlung

Straßenabwässer bedürfen vor der Einleitung in ein Vorflutgewässer einer Behandlung bzw. Reinigung. Die *"Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation"* des Landes Schleswig-Holstein [1] teilen das von befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser in 3 Beschaffenheitsklassen (gering / normal / stark verschmutzt) ein.

Straßenabwasser von *"Hauptverkehrsstraßen"* wird der Beschaffenheitsklasse *"normal verschmutzt"* zugeordnet. Als geeignete Anlagen zur Behandlung von normal verschmutztem Straßenabwasser kommen nach den Technischen Bestimmungen entweder Regenklärbecken oder Mulden mit einer Sickerpassage in Frage.

Im vorliegenden Fall wird der EA 5 über Mulden entwässert. Eine Reinigung aufgrund der Durchsickerung der belebten Bodenzone ist damit im ausreichenden Maße vorhanden (siehe auch Abschnitt 5.2.3).

Im Entwässerungsabschnitt EA 4 wird das Regenwasser vor der Einleitung in die Landwegswetter in einem Absetzbecken gereinigt. Das Absetzbecken stellt jedoch kein separates Bauwerk dar, es wird vielmehr als Absetzzone vor einer Tauchwand in Baueinheit mit dem Regenrückhaltebecken ausgeführt. Die Regenwasserbehandlung genügt somit auch in diesem Fall den Anforderungen der Technischen Bestimmungen [1].

Im Absetzbecken wird die Fließgeschwindigkeit soweit herabgesetzt, dass sich die Schwebstoffe infolge der Schwerkraft absetzen ( $v \leq 0,05$  m/s). Aufgrund der konstruktiven Randbedingungen wie Mindesttiefe des Beckens und Böschungseigungen wird die ermittelte erforderliche Oberfläche (siehe Anlage 13.1.1.3 des Beckens) überschritten. Dieser Umstand wirkt sich auf die Leistungsfähigkeit des Beckens jedoch eher positiv aus. Im Absetzbecken wird eine Tauchwand für den Rückhalt von Leichtflüssigkeiten angeordnet.

Das Absetzbecken wird gemäß RAS-Ew [3], Abschnitt 1.4.7.2 für eine Oberflächenbeschickung  $q_A$  von 9 m/h bemessen. Entsprechend der Empfehlung, Erdbecken "großzügig" auszulegen, wird für den kritischen Regenabfluss  $Q_{krit}$  der Abfluss aus der Kanalnetzberechnung angesetzt.

Die sich daraus ergebenden erforderlichen Wasseroberflächen und Beckenvolumina werden bei Erdbecken durch die geforderte Mindestdiefe des Wassereinstaus von 2,0 m und die Böschungsneigungen schon aus rein konstruktiven Zwängen erreicht.

$$\text{erf. } A = Q \times 3,6 / q_A \quad [\text{m}^2]$$

erf. A = erforderliche Absetzfläche in  $\text{m}^2$

Q = Zufluss aus Kanalisation in l/s

$q_A$  = Oberflächenbeschickung in m/h

Dieser Bemessungsansatz für ein Absetzbecken entspricht dem des Merkblattes M 153 [12], Tabelle 4c. Das Merkblatt geht detailliert auf die Herkunft des abgeleiteten Regenwassers, der damit einhergehenden Verschmutzung und der daraus resultierenden notwendigen Behandlung ein.

Ergebnis der Bemessung nach M 153 ist, dass die geplante Regenwasserbehandlung ausreicht (siehe Anlage 13.1.1.3).

## **6 Entwässerung des Tunnels und des nördlichen Trogs**

### **6.1 Entwässerungsabschnitte / Entwässerungssysteme**

Zu unterscheiden sind die Trogentwässerung, die Entwässerung des Tunnels und sonstige Entwässerungssysteme bzw. -bereiche (Dränage des Straßenoberbaus, Entwässerung des Betriebsgebäudes Nord etc.).

Der Bereich der Tunnelentwässerung reicht bis Bau-km 12+291, der Bereich der Trogentwässerung von Bau-km 12+291 bis Bau-km 12+687.

Im Trogbereich fällt aufgrund des offenen Querschnitts und durch Schleppwasser Niederschlagswasser an, welches gesammelt und abgeführt werden muss.

Im Tunnel fallen in aller Regel Reinigungswasser, in Portalnähe ggf. von Wind oder Fahrzeugen eingetragenes Niederschlags- bzw. Schleppwasser, seltener nach Unfällen auslaufende Flüssigkeiten und im Brandfall Löschwasser an.

### **6.2 Entwässerung der Trogbauwerke**

#### **6.2.1 Einleitbedingungen**

Die Einleitbedingungen sind entsprechend der freien Strecke (siehe Abschnitt 1.4) eingehalten (Drosselabflusspende für die Einleitung des gesammelten Niederschlagswassers  $1,5 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ , Rückhaltung des anfallenden Niederschlagswassers für ein 72 Stunden-Regenereignis bei einer 10-jährigen Häufigkeit).

Damit ergibt sich eine notwendige spezifische Rückhaltgröße vor der Einleitung von  $675 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Diese Rückhalte- und Einleitungskriterien werden von dem im Bereich des Trogendes liegenden Pufferbecken gewährleistet.

Der zu entwässernde Abschnitt von Bau-km 12+291 bis Bau-km 12+687 ergibt eine Fläche von  $1,06 \text{ ha}$ . Dies führt bei einer 20-jährigen Häufigkeit und einem Drosselabfluss von  $20 \text{ l/s}$  zu einem erforderlichen Rückhaltevolumen nach DWA-A 117 [8] von rd.  $255 \text{ m}^3$  (Bemessung siehe Anlage 13.1.3.2).

#### **6.2.2 Entwässerungssystem**

Das auf den in Richtung Tunnel geneigten Verkehrsflächen bis zum Tunnelportal anfallende Niederschlagswasser wird mit Straßenabläufen gefasst und in Sammelkanäle abgeleitet. Über die Sammelkanäle und Transportleitungen wird das Wasser einem unterirdischen Pufferbecken mit vorgeschaltetem Sandfang im Bereich der Brillenwand (Trennwand zwischen Tunnel in offener Bauweise und Bohrtunnel) zugeführt. Von dort wird das Niederschlagswasser mittels eines Pumpwerks über eine Druckrohrleitung DN 125 in die Kanalisation des Entwässerungsabschnittes EA 4 gehoben, die in das Regenrückhaltebecken EA 4 außerhalb der Trogumwallung mündet.

### **6.2.2.1 Entwässerungsflächen**

#### **Trog**

Im Trogbereich erhalten die Fahrbahnflächen der A 20 ein Sägezahnprofil mit einer Längsneigung von ca. 0,7 % (im Bereich des Trogendes) bis ca. 4,0 % (im Bereich des Tunnelportals). Im Einfahrtsbereich des Tunnels (Tunnelmund) werden Schleppwassermengen über jeweils einen Straßenablauf an die Sammelleitungen des Troges abgeführt.

#### **Notgehwege und Nebenflächen im Trog**

Im Trogbereich erhalten die Notgehwegflächen ein einseitiges zur Fahrbahn geneigtes Quergefälle von 2,5 %. Die Mittelstreifenkappen im Bereich der Lüftungstrennwand erhalten ebenfalls ein Quergefälle von 2,5 % zur Fahrbahn.

#### **Portalbogen**

Das auf dem Bogen im Portalbereich anfallende Regenwasser wird auf den Trogaußenwänden und der Lüftungstrennwand in Rinnen gefasst und zum Portal abgeleitet. Dort erfolgt über Abläufe und Falleitungen, die jeweils in Wandnischen angeordnet werden, eine Anbindung an die Sammelleitungen der Trogentwässerung.

#### **Pflanztrog**

Der als Wanne mit Folie abgedichtete Pflanztrog zwischen den Betonschutzwänden in der Querschnittsmittte des Troges erhält in Längsrichtung ein System von Stauschwellen, die eine gleichmäßige Verteilung des Regenwassers zur Feuchthaltung des Bodenkörpers sicherstellen. Der Pflanztrog ist an seinem Tiefpunkt über einen Ablauf in die Sammelleitung Trog zu entwässern. Der Ablauf wird kontrollierbar in einem Schacht untergebracht und ist zur vollständigen Entleerung der unteren Sektion geeignet (Grundablass).

#### **Mittelzelle des Tunnels in offener Bauweise**

Zur Erfassung und schadlosen Abführung unplanmäßiger Wassermengen in der Mittelzelle (z. B. Leckage der Wasserversorgungs- oder Löschwasserleitungen) wird an deren Tiefpunkt vor dem Querschlag ein Bodenablauf einschließlich Geruchsverschluss und Rückstausicherung angeordnet. Der Anschluss erfolgt an die Transportleitung der Trogentwässerung.

### **6.2.2.2 Rinnen und Abläufe**

Das der Schrägneigung der Fahrbahnflächen folgende Wasser sammelt sich in der mit gleichem Längsgefälle wie die Fahrbahn verlaufende Rinne entlang des Hochbords des Notgehwegs bzw. der Betonschutzwand des Mittelstreifens.

Für die Entwässerung der Fahrbahnen innerhalb des Troges sind Einzelabläufe im Abstand von 20 m vorgesehen. Diese werden über Querleitungen DN 150 an die Sammelleitungen der Trogentwässerung der West- bzw. der Ostfahrbahn angeschlossen.



### **6.2.2.3 Sammelleitungen, Transportleitungen und Schächte**

#### **Sammelleitungen**

Entlang beider Richtungsfahrbahnen im Trogbereich wird jeweils eine Sammelleitung DN 300 angeordnet. Die Sammelleitung der westlichen Fahrbahn liegt mit den zugehörigen Schächten innerhalb des reduzierten Standstreifens. Die Sammelleitung der östlichen Fahrbahn wird einschließlich der Schächte im Mittelstreifen angeordnet, da eine Anordnung im östlichen Seitenstreifen nur mit einer Auswechslung der oberen Bewehrungslage der Trogsohle möglich wäre.

#### **Transportleitungen**

Das im Trog aufgefangene und gesammelte Wasser wird zum unterirdischen Pufferbecken transportiert, das am unteren Ende des in offener Bauweise erstellten Tunnels bei ca. Bau-km 12+165 angeordnet ist.

Für den Transport vom Portal zum Pufferbecken sind Transportleitungen notwendig, die nicht in den Trassen der Sammelleitung der Tunnelentwässerung liegen können, weil eine Trennung der Entwässerungssysteme des Trogs und des Tunnels gemäß ZTV-ING Teil 5 [15] gewährleistet werden muss.

Das Pufferbecken ist unmittelbar vor dem Übergang zum Bohrtunnel im Bereich des Startschachtes angeordnet, um den dort zu Vortriebszwecken geschaffenen Raum auszunutzen.

Ein Anschluss der westlichen Transportleitung an die östliche Transportleitung in der Mittelzelle im Portalbereich und die anschließende Weiterführung einer gemeinsamen Transportleitung in Tunnelmitte ist wegen des fehlenden Gefälles in der Querleitung ebenso wie die Kompensation durch Vergrößerung des Rohrquerschnitts nicht möglich. Daher wird die Transportleitung der westlichen Richtungsfahrbahn über eine Querleitung in eine Trasse unter den Hauptfahrstreifen verschwenkt und von dort aus zum Pufferbecken weitergeführt.

#### **Kontrollschächte**

Die Sammel- und Transportleitungen erhalten Kontroll- bzw. Reinigungsschächte. Dazu sind Aussparungen im Sohlenbeton erforderlich. Ihr Abstand beträgt außer im Bereich der Trassenverziehung ca. 50 m.

### **6.2.2.4 Sandfang und Pufferbecken**

Die Transportleitungen der Trogentwässerung werden an das Pufferbecken angeschlossen. Dem Pufferbecken ist ein Sandfang vorgeschaltet, in den die Transportleitungen münden.

Das Pufferbecken hat ein anrechenbares Volumen von ca. 980 m<sup>3</sup>. Dies gewährleistet die Rückhaltung eines 20-jährigen Regenereignisses (siehe Abschnitt 6.2.1).

Das Pufferbecken besteht aus fünf Kammern, die über Schwellen miteinander verbunden sind. Der Zugang zu den Pufferbecken erfolgt über Schachteinstiege, die in den seitlich der Fahrbahn angeordneten Wartungsnischen liegen.

### **6.2.2.5 Pumpanlagen und Druckleitungen**

Zur Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers befindet sich zwischen den Kammern der Pufferbecken im Bereich der Brillenwand (Trennwand zwischen Tunnel in offener Bauweise und Bohrtunnel) ein Pumpenraum.

Die Dimensionierung der Pumpen und der Druckrohrleitung erfolgte gemäß der Arbeitsblätter ATV-A 134 [10] und DWA-A 116-2 [7].

## **6.3 Tunnelentwässerung**

### **6.3.1 Bemessungsgrundlagen**

Die Tunnelentwässerung ist nach den RABT [14] ausgelegt.

### **6.3.2 Entwässerungssystem**

Die anfallenden Wässer werden in Schlitzrinnen aufgefangen. Die Schlitzrinnen-Haltungen sind jeweils 50 m lang und an ihrem Ende abgeschottet. Die Ablaufeinrichtungen zu den Sammelleitungen sind mit Siphons gegenüber der Sammelleitung gesperrt.

Am Tiefpunkt werden die Sammelleitungen aus den nördlichen und südlichen Tunnelabschnitten je Röhre zusammengefasst und einem Auffangbecken zugeführt. Die Entleerung erfolgt mittels Saugwagen manuell.

Die zurückgehaltenen Flüssigkeiten werden zuvor beprobt und werden je nach Verunreinigung unterschiedlichen Entsorgungszielen zugeführt. Eine unmittelbare Einleitung der geförderten Wässer in einen Vorfluter findet nicht statt.

#### **6.3.2.1 Entwässerungsflächen**

Fahrbahn und Notgehwege entwässern über ihre Querneigung zuzüglich Längsneigung entsprechend der Gradienten.

#### **6.3.2.2 Schlitzrinnen**

Am Tiefpunkt des Fahrbahn-Querschnitts laufen Wasser oder Flüssigkeiten in Schlitzrinnen gemäß RiZ-ING [16] ab, die gemäß RABT [14] für eine Abflussmenge von 100 l/s ausgelegt werden.

Die Schlitzrinnen weisen in der Regel einen Querschnitt DN 200/300 (Breite/Höhe) auf.

Die Schlitzrinne beginnt etwa 20 m innerhalb des Portals nach dem letzten Straßenablauf der Trogentwässerung, damit Regenwasser, das über die Querneigung in den Tunnel hineinläuft, nicht in die Tunnelentwässerung gelangt, sondern noch von der Trogentwässerung aufgefangen wird.

Im Bereich des Tunnels in offener Bauweise sind die Ablaufeinrichtungen der Schlitzrinnen-Haltungen aus Platzgründen als in der Schlitzrinnentrasse eingefügte Tauchwandschächte ausgebildet. Die Querleitungen DN 200 bzw. DN 250 verbinden die Tauchwandschächte mit den Sammelleitungen.

Im Bohrtunnel werden die untereinander abgeschotteten Schlitzrinnen-Haltungen über eine Querleitung DN 250 direkt mit dem als Siphonschacht ausgebildeten Schacht der Sammelleitung verbunden.

### **6.3.2.3 Sammelleitung mit Schächten**

#### **Tunnel in offener Bauweise**

Die Sammelleitungen DN 300 sind in die Sohlplatte des Rechteckquerschnitts eingebettet.

Bei einem zum äußeren Fahrbahnrand gerichteten Quergefälle der Fahrbahn verläuft die Leitung unter dem Seitenstreifen, hier liegen auch die Schachteinstiege der Kontrollschächte. Bei Quergefälle zum Mittelstreifen liegt die Sammelleitung im Überholfahrstreifen, die Schachteinstiege in dessen Mitte.

Die Sammelleitungen werden an den Pufferbecken vorbeigeführt und an die Sammelleitung der Bohrtunnelentwässerung angeschlossen. Die Kontrollschächte erhalten ein offenes Gerinne.

#### **Bohrtunnel**

Die Sammelleitungen DN 300 bzw. in den flachen Bereichen des Tunneltiefpunktes DN 400 verlaufen so unter dem Seitenstreifen, dass die Schachteinstiegsdeckel in der Mitte des Seitenstreifens liegen.

Die Kontrollschächte haben zugleich die Funktion des erforderlichen Siphons, über den das Wasser aus den Schlitzrinnen der Sammelleitung zuläuft. Im Siphonschacht wird dazu ein Wasservolumen gehalten, dessen Wasserspiegelhöhe sich über die Sohlhöhe des weiterführenden Sammelrohrs regelt. Die Querleitung leitet das Wasser über ein Tauchrohr in diese Wasservolumen ein. Unterhalb des Tauchrohrs ist ausreichend Volumen zur Aufnahme von größeren Schwerstoffmengen vorhanden. Der Siphon kann aufgrund der gewählten Anordnung im Zuge der Instandhaltungsarbeiten nicht austrocknen. Die abgelagerten Sedimente werden dem Schacht direkt entnommen.

Die Sammelleitungen münden in je ein Auffangbecken am Tunneltiefpunkt jeder Röhre.

### **6.3.2.4 Auffangbecken**

Am Gradiententiefpunkt werden die Sammelleitungen aus den nördlichen und südlichen Tunnelabschnitten je Röhre dem Auffangbecken zugeführt.

Die in jeder Röhre angeordneten Auffangbecken liegen im Bereich des Tunneltiefpunktes beim Querschlag 15 (Bau-km 10+858) jeweils unter dem Hauptfahrstreifen. Sie sind als 54 m lange Stauraumkanäle DN 1.800 ausgebildet und stellen je Röhre mit einem Volumen von rd. 110 m<sup>3</sup> das vollständige erforderliche Rückhaltevolumen von 100 m<sup>3</sup> zuzüglich 10 m<sup>3</sup> zur Speicherung von anfallendem Spülwasser während der Tunnelreinigung bereit.

Die Entleerung erfolgt mittels Saugwagen manuell. Die zurückgehaltenen Flüssigkeiten werden zuvor beprobt und werden je nach Verunreinigung unterschiedlichen Entsorgungszielen zugeführt. Aufgrund der Anordnung des Auffangbeckens im Bereich des Querschlages kann im Havariefall die Leerung des Beckens aus der intakten Tunnelröhre erfolgen.

Zum Luftaustausch / Druckausgleich ist das Auffangbecken mit einer Druckausgleichsleitung DN 150, die zum Nordportal führt, ausgestattet.

## **6.4 Bauwerksdränage**

Tunnel und Trog erhalten Dränagesysteme, um eventuell unterhalb der Fahrbahn anfallendes Wasser kontrollieren und ableiten zu können. Anfallende Wässer können aus Undichtigkeiten in den Fahrbahnen und Notgehwegen sowie aus Leckagen des Bauwerks entstehen. Die Dränagen der Bereiche Trog und Tunnel in offener Bauweise und Bohrtunnel erhalten unterschiedliche Systeme.

### **6.4.1 Tunnel in offener Bauweise und Trogbauwerke**

Die Dränage des Fahrbahnunterbaus sowie die Ableitung des kapillaren Sickerwassers erfolgt über eine Dränageleitung DN 150. Die Dränageleitung liegt oberhalb der Betonsohle des Trogbauwerkes. Zur Gewährleistung eines störungsfreien Abflusses ist die Dränageleitung über eine Rückstausicherung an die Entwässerungsschächte angeschlossen. Die Transportleitungen führen das Dränagewasser dem Pufferbecken zu.

### **6.4.2 Bohrtunnel**

Am Querschnittstiefpunkt der Röhren des Bohrtunnels wird ein Dränagesystem in Form einer Dränageleitung DN 200 mit Gefälle der Tunnelröhre installiert.

Die Tunneldränageleitung ist über Revisionsschächte DN 1.000, die im Abstand von 70 m angeordnet sind, zugänglich. Die in der Mitte des Hauptfahrstreifens angeordneten Revisionsschächte dienen der Inspektion und Reinigung der Dränage sowie zur Lokalisierung der Herkunft von Wasserzuflüssen.

Am Tunneltiefpunkt wird in jeder Tunnelröhre unmittelbar neben den Auffangbecken für die Tunnelentwässerung ein Dränagepumpwerk mit Pumpensumpf und Pumpenraum eingerichtet, in das die Bauwerksdränagen münden. Für die zu erwartenden geringen Zulaufmengen der Bauwerksdränage ist der Einbau einer kleinen Tauchmotorpumpe vorgesehen, die das im Pumpensumpf anfallende Dränagewasser über ein Druckrohr in das benachbarte Auffangbecken fördert. Das im Auffangbecken gespeicherte Sickerwasser wird über Saugwagen entsorgt.

## **6.5 Begrenzung des Grundwasseranstiegs (Ringdränage)**

Um innerhalb der Baugrube das bei Elbhochwasser aufsteigende Grundwasser innerhalb der Trogumwallung Nord zu fassen und um die Betriebsstraße dauerhaft trocken zu halten, wird seitlich der Trogwände sowie an der Portalwand eine umlaufende Dränageleitung DN 200 einschließlich Kontroll-/ Spülschächten angeordnet.

Das anfallende Wasser wird zum Hochwasserschutz-Pumpwerk EA4 und von dort über das Auslaufbauwerk in den Ablaufgraben des Regenrückhaltebeckens EA4 am nordwestlichen Trogende abgeleitet (siehe Abschnitt 5.1.4.5).

## **7 Entwässerung sonstiger Verkehrsflächen**

### **7.1 Betriebsstraße**

Die beidseitig des Trogbauwerks verlaufende Betriebsstraße zwischen Bau-km 12+280 und Bau-km 12+800 wird über ein straßenbegleitendes Mulden-Rigolensystem entwässert.

Dabei fließt das Oberflächenwasser der Betriebsstraße einseitig über das Bankett der zwischen Betriebsstraße und der Trogumwallung liegenden straßenbegleitenden Mulde zu. Dort versickert es und wird von einem Sickerstrang bzw. einer Sickerrohrleitung aufgenommen.

Wegen des fehlenden Längsgefälles der Betriebsstraße wird die Sickerleitung mit einem Wasserspiegelgefälle betrieben. Die Sohle der Sickerleitung liegt bei ca. +0,50 m NN. In regelmäßigen Abständen werden innerhalb der Sickerleitung Kontroll- und Wartungsschächte hergestellt.

Die Rigole ist an das Hochwasserschutz-Pumpwerk des EA 4 angeschlossen (siehe Abschnitt 5.1.4.5). Vom Pumpwerk fließt das Wasser im Regelfall direkt mit einer Freispiegelleitung zum Ablaufgraben des RRB, im Hochwasserfall wird es über die Druckrohrleitung des Pumpwerks in den Ablaufgraben gefördert. Der Ablaufgraben leitet in die Landweg Wetzern (Verbandsgewässer 2.1) ein (siehe Abschnitt 5.3.2).

Neben der wasserableitenden Funktion weist das Mulden-Rigolensystem den Vorteil einer hohen Reinigungsleistung auf.

Zwischen Bau-km 12+800 und Bau-km 12+891 erfolgt die Entwässerung entsprechend dem anschließenden Wirtschaftsweg (siehe Abschnitt 7.3).

### **7.2 Feuerwehraufstellflächen**

Die westliche Feuerwehraufstellfläche entwässert über das Bankett in das Mulden-Rigolensystem der Betriebsstraße. Die Mulde wird dazu entsprechend dem Verlauf der Trogumwallung um die Feuerwehraufstellfläche verschwenkt.

Das Oberflächenwasser wird somit über das Mulden-Rigolensystem in den Ablaufgraben des RRB eingeleitet (siehe Abschnitt 7.1).

Das Oberflächenwasser der östlichen Feuerwehraufstellfläche wird ebenfalls über das Bankett einem Mulden-Rigolensystem zugeführt.

Das Mulden-Rigolensystem ist über den Schacht R 24.1 bei Bau-km 12+690 an die Kanalisation der Autobahn im EA 4 (siehe Abschnitt 5.1) angeschlossen.

### **7.3 Wirtschaftsweg**

Gemäß RAS-Ew [3] weist das Oberflächenwasser von Straßen mit weniger als 2.000 KfZ/24 h (DTV) in der Regel keine nennenswerten Verunreinigungen auf und es kann daher ohne Behandlung in offene Gewässer eingeleitet oder versickert werden.

Die zu erwartende Belastung des Wirtschaftswegs liegt deutlich unter diesem Verkehrswert. Eine weiterführende Reinigung des Straßenwassers vom Wirtschaftsweg ist demnach nicht erforderlich, so dass der bei Bau-km 12+891 an die Betriebsstraße anschließende Wirtschaftsweg über ein einfaches straßenbeglei-

tendes Mulden-/ Grabensystem entwässert. Dabei wird das Oberflächenwasser des Wirtschaftswegs einseitig über das Bankett der straßenbegleitenden Mulde bzw. dem straßenbegleitenden Graben zugeführt. Die Mulde ist über die Einleitstelle E 12.1 an den Graben Typ C (mit weiterer Vorflut in die Langenhalsener Wettern, Verbandsgewässer 1.0) bzw. der Graben über die Einleitstellen E 16 und E 17 an die Kehrweg Wettern (Verbandsgewässer 5.0) angeschlossen.

Der Anschluss der straßenbegleitenden Mulde an den Graben Typ C (Einleitstelle E 12.1) erfolgt mit einem Einlaufschacht und einer Rohrleitung DN 400. Gleiches gilt für den Anschluss des straßenbegleitenden Grabens an die Kehrweg Wettern (Verbandsgewässer 5.0, Einleitstelle E 16).

Um den Abfluss in die Vorflut zu minimieren, verfügt das Mulden-/ Grabensystem bereichsweise über eine einheitliche Sohlhöhe, außerdem ist vor dem Anschluss an die Kehrweg-Wettern bei ca. Bau-km 0+055 eine gepflasterte Sohlschwelle vorgeschaltet, so dass im Graben eine Sedimentation und Versickerung des Oberflächenwassers im aufgeschütteten Erdkörper des Wirtschaftswegs stattfindet. An der Einleitstelle E 12.1 wird dieser Effekt dadurch erzielt, dass die Einlaufhöhe des Schachtes über der Sohlhöhe der Mulde liegt.

Östlich der Kehrweg-Wettern (Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+030) ist aufgrund der geringen Abflussmenge die Böschungfußmulde direkt an die Kehrweg Wettern (Verbandsgewässer 5.0) angeschlossen (Einleitstelle E 17).

Die geringen Niederschlagsmengen der nördlichen Böschung versickern entweder direkt in der Böschung selbst (westlich der Kehrweg-Wettern) bzw. werden in einer Mulde am Böschungsfuß versickert).

#### **7.4 Deichreihe**

Der Ausbaubereich der Gemeindestraße Deichreihe entwässert entsprechend dem Bestand weiterhin über einen straßenbegleitenden Graben in einen straßenbegleitenden Graben der B 431.

Der Ausbau der Deichreihe erfolgt in nordwestliche Richtung, außerdem wird im Ausbaubereich eine einseitige Querneigung hergestellt. Damit wird das Oberflächenwasser der Deichreihe vollständig dem südöstlich der Deichreihe vorhandenen Entwässerungsgraben zugeführt. Der Entwässerungsgraben leitet an der Verfahrensgrenze bei ca. Bau-km 0+000 (Deichreihe) in den straßenbegleitenden Graben der B 431 ein.

Zwischen Bau-km 0+062 (Deichreihe) und Bau-km 0+109 (Deichreihe) sind im Bestand keine Entwässerungseinrichtungen vorhanden, der bestehende Graben wird daher mit einer Mulde verlängert.

#### **7.5 Sonstige Verkehrsflächen**

Sonstige Wirtschaftswege bzw. Zufahrten weisen aufgrund ihrer baulichen Gestaltung (keine vollgebundenen Befestigungen, geringe Ausbaubreiten) keine bzw. sehr geringe Oberflächenabflüsse auf.

Dadurch führt der Abfluss des Oberflächenwassers über die ungebundene Befestigung bzw. die Seitenstreifen und Bankette zu einer ausreichenden Versickerung im aufgeschütteten Straßendamm bzw. anstehenden Oberboden.

Aufgestellt

Hamburg, 27.02.2008

  
(Dipl.-Ing. Kohl)

  
(Dipl.-Ing. Roth)

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

A	Autobahn
A <sub>E</sub>	Einzugsgebiet
A <sub>S</sub>	Sickerfläche
A <sub>U</sub>	versiegelte Fläche / undurchlässige Fläche
B	Bundesstraße
BAB	Bundesautobahn
cm	Zentimeter
D	Durchgangswert
F <sub>S</sub>	zurückgehaltene Schadstofffracht
EA	Entwässerungsabschnitt
h	Stunde
ha	Hektar
HW	Hochwasser
K	Kreisstraße
k <sub>b</sub>	betriebliche Rauheit
k <sub>f</sub>	mittlere Wasserdurchlässigkeit
km	Kilometer
l	Liter
m	Meter
n	Häufigkeit
NN	Normalnull
PW	Pumpwerk
Q	Zufluss
Q <sub>DR</sub>	Drosselabfluss
Q <sub>krit</sub>	kritischer Regenwasserabfluss
RRB	Regenrückhaltebecken
s	Sekunde
SV	Sielverband
US	Umlaufschacht
v	Geschwindigkeit
ψ	Abflussbeiwert
ψ <sub>s</sub>	Spitzenabflussbeiwert



## Literaturverzeichnis

- [1] Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation; Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung Schleswig-Holstein; Ausgabe 2002
- [2] Merkblatt M 2, Hinweise zur Bewertung hydraulischer Begrenzungen in Fließgewässern bei der Einleitung von Regenwasser aus Trennkanalisationen; Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abteilung Gewässer (heute: LLUR, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume); Stand 19.07.2002.
- [3] RAS-Ew, Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung; Forschungsgesellschaft für Straßenbau und Verkehrswesen Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“; Ausgabe 2005
- [4] DIN EN 752 "Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden"
- [5] Starkniederschlagshöhen für Deutschland – KOSTRA-DWD 2000; Deutscher Wetterdienst, GF Hydrometeorologie; Offenbach, 2000
- [6] DWA-Arbeitsblatt A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und –leitungen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Ausgabe August 2006
- [7] DWA-Arbeitsblatt A 116-2: Besondere Entwässerungsverfahren, Teil 2: Druckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (Entwurf); Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Ausgabe Juli 2006
- [8] DWA-Arbeitsblatt A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., April 2006
- [9] DWA-Arbeitsblatt A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., März 2006
- [10] ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 134: Planung und Bau von Abwasserpumpenanlagen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Ausgabe Juni 2000
- [11] DWA-Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Ausgabe April 2005

- [12] DWA-Merkblatt M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.; August 2007
- [13] RiStWag, Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten; Forschungsgesellschaft für Straßenbau und Verkehrswesen Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“; Ausgabe 2002
- [14] RABT, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln; Forschungsgesellschaft für Straßenbau und Verkehrswesen Arbeitsgruppe „Verkehrsführung und Verkehrssicherheit“; Ausgabe 2006
- [15] ZTV-ING T5, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 5: Tunnelbau; Bundesanstalt für Straßenwesen; Ausgabe 2003
- [16] RiZ-ING, Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (Blattsammlung); Bundesanstalt für Straßenwesen