

Nachrichtlich

BAB A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg

Wassertechnischer Fachbeitrag

Die vorliegende Unterlage „Wassertechnischer Fachbeitrag“
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

Wassertechnischer Fachbeitrag

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

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung	1
2 Bestehende wasserwirtschaftliche Verhältnisse im Planungsraum	2
2.1 Vorbemerkungen	2
2.2 Geologische Verhältnisse	2
2.3 Bewirtschaftung und Oberflächenentwässerung	3
2.4 Wasserwirtschaftliche Zuständigkeiten	3
2.5 Wasserwirtschaft im Sielverband Kollmar	4
3 Allgemeine Hinweise zum Bau der Autobahn	7
3.1 Spezifische Vorgaben der Wasser- und Bodenverbände und der Wasserbehörde	7
3.2 Bauzustände	7
3.3 Aufnahme der Tunnelentwässerung	10
3.4 Prinzipielle Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft	11
3.4.1 Unterbrechung der Vorflut	11
3.4.2 Veränderung des Oberflächenabflusses im Trassenbereich	11
3.4.3 Ersatzneubau bzw. Umrüstung technischer Anlagen	12
3.5 Entwässerung der A 20 im Hochwasserfall	13
4 Entwässerung der Verkehrsflächen	14
4.1 Vorbemerkungen	14
4.2 Geschlossene Ableitung über Rohrleitungen und Behandlungsanlagen	14
4.3 Dezentrales Versickerungssystem in Dammlage	15
5 Wassertechnische Maßnahmen	17
5.1 Vorbemerkungen	17
5.2 Zielsetzung der wasserwirtschaftlichen Neuordnung	17
5.3 Wassertechnische Maßnahmen im SV Kollmar	18

Wassertechnischer Fachbeitrag

5.3.1	Straßenentwässerung	18
5.3.2	Verlegung / Anpassung von Verbandsgewässern	19
5.3.3	Dränagen und Gewässer III. Ordnung	20
5.3.4	Tabellarische Zusammenfassung	21
5.4	Abflusssicherung über 72 Stunden im Hochwasserfall	22
5.4.1	Allgemeines / Veranlassung	22
5.4.2	Wirkungsweise der zusätzlichen Pumpenleistung	23
5.4.3	Betrieb und Unterhaltung	23
5.4.4	Berechnung der zu Grunde zu legenden Wassermenge	23
5.5	Schadenspotenzial bei Überschreitung von Bemessungsansätzen	24
5.6	Wassertechnische Bewertung zu den landschaftspflegerischen Ersatzmaßnahmen	25
6	Zusammenfassung	28
7	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	30
8	Glossar	32
9	Literatur- und Quellenverzeichnis	33
Tabellenverzeichnis		
	Tabelle 1: Betroffene Verbandsgewässer des SV Kollmar mit Wasserständen	6
	Tabelle 2: Vorgaben Einleitwerte	10
Anhang		
	Hydraulische Nachweise der geplanten wassertechnischen Maßnahmen	36

1 Veranlassung

Der vorliegende wassertechnische Fachbeitrag ist Bestandteil der Planfeststellungsunterlage zum Neubau der A 20 als Nord-West-Umfahrung Hamburg zwischen der Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein und der Bundesstraße B 431.

Der Planfeststellungsunterlage liegt ein länderübergreifender RE-Entwurf für den Planungsabschnitt der A 20 zwischen der K 28 in Niedersachsen und der B 431 in Schleswig-Holstein einschließlich des Tunnelbauwerks zur Unterführung der A 20 unter der Elbe zugrunde.

Im Planfeststellungsverfahren wird dieser Abschnitt für die Bundesländer Niedersachsen und Schleswig-Holstein gesondert betrachtet.

Der schleswig-holsteinische Planfeststellungsbereich befindet sich im Kreis Steinburg, südöstlich der Stadt Glückstadt, und wird durch die Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bei Bau-km 10+449,335 sowie durch den Anschluss an den nachfolgenden Planungsabschnitt im Bereich der B 431 bei Bau-km 14+440,408 bestimmt. Einschließlich des anteiligen Tunnelbauwerks beträgt die Länge dieses Abschnitts ca. 3,99 km. Der Planfeststellungsbereich ist in den Planunterlagen durch die Verfahrensgrenzen dargestellt.

Der vorliegende wassertechnische Fachbeitrag wurde in Anbetracht der besonderen wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Planungsraum als separate Planfeststellungsunterlage in Form eines hydrologischen Gutachtens ausgearbeitet. Er beinhaltet die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, die im Zusammenhang mit dem Neubau der Bundesautobahn A 20 erforderlich sind.

2 Bestehende wasserwirtschaftliche Verhältnisse im Planungsraum

2.1 Vorbemerkungen

Grundlage des wassertechnischen Fachbeitrages ist eine vorherige Aufnahme und Darstellung der bestehenden Situation. Dazu wird das wasserwirtschaftliche System mit seinen baulichen und funktionellen Bestandteilen erfasst. Neben den vorhandenen bzw. zu kreuzenden Gewässern und Gräben werden auch Regelwasserstände und bauliche Anlagen innerhalb des Einzugsgebietes beschrieben.

Bei der Definition des Untersuchungsgebietes standen funktionale Zusammenhänge des Vorflutersystems im Vordergrund. Als Betrachtungsraum wurde das hydrologische Einzugsgebiet herangezogen, welches durch den Trassenverlauf der A 20 betroffen ist.

Auf kleinere Entwässerungsgräben (Beet- und Grenzgräben), Rohrleitungen und Dränagen, welche im Trassenbereich gekreuzt werden, wird in der Bestandsaufnahme nicht näher eingegangen. Die in diesem Zusammenhang jedoch notwendigen Maßnahmen werden in dem Kapitel 5 - Wassertechnische Maßnahmen näher erläutert.

2.2 Geologische Verhältnisse

Unterhalb der Deckschicht aus Oberboden stehen im Planungsraum überwiegend organische Weichschichten aus Klei und Torf an, welche in wechselnden Schichtungen vorkommen und extrem setzungsempfindlich sind. Die Mächtigkeit dieser nahezu wasserundurchlässigen Weichschichten beträgt bis zu 17 m im Nahbereich der Elbe und nimmt mit zunehmender Entfernung vom Elbstrom immer weiter ab. Unterhalb der organischen Weichschichten befindet sich ein pleistozäner Sandkörper, der den Grundwasserleiter bildet.

Da in der Marsch die organischen Weichschichten eine geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen, liegt das Grundwasser als gespanntes Grundwasser in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten vor. Da der Grundwasserstand zudem mit den Wasserständen in der Elbe korrespondiert und das Geländeniveau um NN $\pm 0,00$ m beträgt, liegt die Grundwasserdruckhöhe zumeist dicht unter der Geländeoberfläche. Ein Abtragen der abdichtenden Kleiauflage birgt daher die Gefahr eines Grundbruchs und ist insofern möglichst zu vermeiden. Die ab der vorhandenen GOK anstehenden holozänen organischen Weichschichten aus Klei und Torf sind aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit Grundwasserhemmer bzw. Grundwassernichtleiter. Lang anhaltende Niederschläge können daher zu flächenhaften Vernässungen auf der Geländeoberfläche führen. In die organischen Weichschichten eingelagerte Sande führen zur Bildung von Stau- und Schichtenwasser. Der oberflächennahe Wasserstand im Bereich der geplanten Trasse wird durch Felldränagen und Entwässerungsgräben geregelt.

Teilweise sind im Untergrund auch Unregelmäßigkeiten wie Sandbänder oder wassergesättigte Torfeinschlüsse zu beobachten, was in bestimmten Situationen zu Quellwasseraustritten führen kann.

2.3 Bewirtschaftung und Oberflächenentwässerung

Im vorliegenden Planungsabschnitt verläuft die A 20 durch die eingedeichte Elbmarsch durch überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen. Dieser Landschaftsraum zeichnet sich durch ungünstige Entwässerungsverhältnisse aus. Die Vorflut ist tideabhängig, das Gelände liegt häufig unterhalb NN, Oberflächengefälle ist kaum vorhanden und der anstehende Marschboden (Klei) ist weitestgehend wasserundurchlässig.

Ursprünglich erfolgte die Oberflächenentwässerung über rd. 20 m breite, gewölbte Beetstrukturen mit dazwischen liegenden Mulden (Gruppen). Anfallendes Niederschlagswasser wurde seitlich abgeleitet und über die Gruppen abgeführt, so dass die Beetflächen trocken gehalten wurden und eine eingeschränkte landwirtschaftliche Nutzung möglich war.

Mit den steigenden Anforderungen an die Bewirtschaftung wurde das Entwässerungssystem im Planungsraum immer weiter ausgebaut. So ist über Jahrzehnte ein relativ komplexes, künstliches Entwässerungssystem entstanden, das aus Gewässern, Gräben, Rohrleitungen und Dränagen besteht. Durch den Einsatz von Schöpfwerken wird die Vorflut sichergestellt, und der Wasserstand in den Poldern wird durch aktive Steuerung und Bewirtschaftung niedrig gehalten. Erst mithilfe dieser Maßnahmen wird eine zeitgemäße Flächennutzung überhaupt möglich gemacht.

Die hydraulischen Fließvorgänge im System folgen insofern keinen natürlichen Prozessen, sondern werden vorrangig durch den Schöpfwerksbetrieb bestimmt. In den Bereichen nahe der Elbe ist außerdem ein direkter oder indirekter Tideeinfluss auf die Gewässer und Gräben zu berücksichtigen.

2.4 Wasserwirtschaftliche Zuständigkeiten

Zuständig für die Wasserwirtschaft im Planungsabschnitt, d.h. primär für die Unterhaltung und den Betrieb der Verbandsgewässer und -anlagen, sind die ansässigen Wasser- und Bodenverbände, welche wiederum in Hinblick auf Verwaltung und Organisation in Dachverbänden organisiert sind.

Die Verbände als Körperschaften des öffentlichen Rechts werden durch die zuständigen Aufsichtsbehörden (Landkreise als Untere Wasserbehörden, Deichbehörden) überwacht.

Auf schleswig-holsteinischem Gebiet durchläuft dieser Abschnitt der Autobahn ausschließlich das Verbandsgebiet des „Sielverbandes Kollmar“, dessen Sitz sich in der gleichnamigen, südlich angrenzenden Gemeinde befindet. 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. Der Sitz des Deich- und Hauptsielverbandes liegt in Dägeling, er übernimmt vorrangig die organisatorischen und verwaltungsrechtlichen Aufgaben seiner Mitgliederverbände [3].

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

2.5 Wasserwirtschaft im Sielverband Kollmar

Das rd. 3.460 ha oder 35 km² große Verbandsgebiet des Sielverbandes (SV) Kollmar liegt in der schleswig-holsteinischen Elbmarsch südöstlich von Glückstadt. Das Verbandsgebiet zeichnet sich wasserwirtschaftlich durch ein meist künstlich ausgebautes Poldersystem aus. Über ein weit verzweigtes System aus Dränagen, Sammelleitungen, Gräben und Vorflutern wird das anfallende Oberflächenwasser gesammelt und mittels eines großen Schöpfwerks in die Elbe gehoben.

Die Poldermaßnahmen wurden überwiegend von den Anliegern selbst durchgeführt. Dränagen und Sammelleitungen wurden in Eigenregie verlegt und über mehrere Jahrzehnte entwickelt und ausgebaut. Die Sammelleitungen sind zumeist an die Verbandsgewässer angeschlossen.

Der überwiegende Teil des Verbandsgebietes entwässert unmittelbar über das Hauptschöpfwerk des Verbandes bei Bielenberg in die Elbe. Daneben existiert bei Moorhusen-Neuendorf eine Teilfläche innerhalb des Verbandsgebietes, die durch ein Unterschöpfwerk zweistufig entwässert wird. Außerdem ist bei Klein-Kollmar ein abgegrenztes Teileinzugsgebiet vorhanden, das im freien Sielzug durch eine Deichschleuse in die Elbe entwässert. Für beide letztgenannten Teilgebiete gilt, dass sie durch die Trasse der A 20 nicht beeinflusst werden, weshalb auf sie im Rahmen dieser Bestandserfassung nicht näher eingegangen wird.

Das Hauptschöpfwerk Bielenberg ist am Mündungspunkt des Hauptvorfluters des Verbandes, der *Langenhalsener Wettern* (Verbandsgewässer 1.0), unmittelbar in der Deichlinie des Landesschutzdeiches angeordnet. Im Einzugsgebiet des Hauptschöpfwerks wird ein möglichst konstanter Wasserstand gehalten, der zwischen Ein- und Ausschaltpunkt des Schöpfwerks pendelt. Das Schöpfwerk Bielenberg weist folgende Kenndaten auf (vgl. [2]):

Wassertechnischer Fachbeitrag

- Anzahl der Pumpenaggregate: 2 Stck. (Fa. MAN, vertikale Propellerpumpen)
- Förderleistung Q_P : ca. $2 \times 4.000 \text{ l/s} = 8.000 \text{ l/s}$
- Fläche Einzugsgebiet A_E : ca. $33 \text{ km}^2 = 3.300 \text{ ha}$
- Ausgelegt auf Abflussspende: ca. $8.000 / 3.300 = 2,4 \text{ l/(sxha)}$
- Einschalt-WSP: NN $-1,80 \text{ m}$
- Ausschalt-WSP (Sommer/Winter): NN $-2,30 \text{ m} / \text{NN } -2,40 \text{ m}$
- Mittlerer WSP $_{MW}$: NN $-1,85 \text{ m}$ (entsprechend $3,15 \text{ m PN}$).

Angesichts der vorgehaltenen Schöpfwerksleistung scheint die Entwässerung des Verbandsgebietes in der Regel gesichert. Im Falle starker Niederschläge steigt der Hochwasserstand vor dem Schöpfwerk von Zeit zu Zeit auf NN $-1,40 \text{ m}$ an, ohne dass es dabei zu Ausuferungen kommt (vgl. [4]); selbst bei Extremereignissen wie dem Sommerhochwasser 2002 ist es zu keiner nennenswerten Überlastung des Systems gekommen, der Wasserstand lag während dieses Ereignisses bei max. NN $-0,80 \text{ m}$. Ab bestimmten Außenwasserständen in der Elbe geht die Förderleistung des Schöpfwerks Bielenberg jedoch wegen der begrenzten Förderhöhe zurück. Neben den vorhandenen Verbandsgewässern und Gräben stehen keine besonders ausgewiesenen Speicher- oder Retentionsvolumina zur Verfügung.

Betrachtet man die Einflüsse der A 20 Trasse im Verbandsgebiet konkreter, so beginnt rd. 700 m landeinwärts die etwa 300 m lange Trogstrecke des Tunnels, welche mit der erforderlichen Trogumwallung die dortige *Landweg-Wettern* (Verbandsgewässer 2.1) tangiert. Die *Landweg-Wettern* muss aus diesem Grund auf rd. 85 m Länge verlegt werden.

Im weiteren Verlauf werden vorrangig die lokalen Dränagesysteme beeinträchtigt, da die Trasse durch landwirtschaftlich genutzte Flächen verläuft.

Weiter nördlich kreuzt die A 20 die *Langenhalsener Wettern* (Verbandsgewässer 1.0), den Hauptvorfluter des Verbandes. Die *Langenhalsener Wettern* ist ein Gewässer natürlichen Ursprungs. Sie wurde mit ihrem hochwertigen Fischbestand und ihrem ökologisch wertvollen Ufersaum in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) als besonders schützenswert eingestuft, so dass eine entsprechend dimensionierte Querung ohne Querschnittseinengung und mit ausreichend großem Lichtraumprofil erfolgen muss.

Nachfolgend verläuft die Trasse teilweise parallel zur *Kleinen Wettern* (Verbandsgewässer 4.0), deren Verlauf aufgrund der seitlichen Überbauung durch einen straßenparallelen Betriebs- und Unterhaltungsweg auf rd. 405 m Länge angepasst werden muss.

Ein geplanter Wirtschaftsweg wird östlich der A 20 an die Gemeindestraße Deichreihe herangeführt. Dabei wird die *Kehrweg-Wettern* (Verbandsgewässer 5.0) per Brückenbauwerk gequert.

Unmittelbar nördlich des vorliegenden Planungsabschnitts befindet sich die Anschlussstelle zur B 431, hier grenzt der Trassenabschnitt an das Verbandsgebiet des Sielverbandes Rhin-gebiet an. Die dortigen Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft wurden in den Planungen zum benachbarten Streckenabschnitt dargestellt.

Wassertechnischer Fachbeitrag

Da für das Verbandsgebiet des SV Kollmar keine doppelte Deichsicherheit gegeben ist, sind in Hinblick auf ein Sturmflut-Katastrophenszenario (Deichbruch im Bereich des Planungsraumes) besondere Schutzmaßnahmen zu ergreifen. So muss das Tunnelportal umlaufend durch eine Verwallung eingefasst werden. Diese Forderung gilt ebenso für die Gradienten der Fahrbahn. Das wasserwirtschaftliche System ist planerisch in Anlage 13.6 dargestellt.

Einen Überblick über die betroffenen Verbandsgewässer im Trassenverlauf und die dortigen mittleren Wasserstände gibt die nachfolgende Tabelle:

Betroffene Verbandsvorfluter des Sielverbandes Kollmar im Trassenverlauf				
Bau-km A20	Name des Verbandsgewässers	Mittlerer Wasserstand	Art der Betroffenheit	Bauliche Maßnahme
12+140 bis 12+217	Landweg-Wettern (2.1)	NN -1,85 m	Teilverlegung	Gewässerausbau, L = 85 m
13+527	Langenhalsener Wettern (1.0)	NN -1,85 m	Querung	Brückenbauwerk
0+037 (Wirtschaftsweg)	Kehrweg-Wettern (5.0)	NN -1,85 m	Querung Wi.Weg	Brückenbauwerk
14+032 bis 14+417	Kleine Wettern (4.0)	NN -1,85 m	Teilverlegung	Gewässerausbau, L = 405 m

Tabelle 1: Betroffene Verbandsgewässer des SV Kollmar mit Wasserständen

3 Allgemeine Hinweise zum Bau der Autobahn

3.1 Spezifische Vorgaben der Wasser- und Bodenverbände und der Wasserbehörde

Die Trasse der A 20 durchschneidet ein vergleichsweise sensibles Entwässerungsgebiet. Insbesondere aufgrund der unter Kapitel 2 aufgeführten, örtlichen Gegebenheiten sind besondere Rahmenbedingungen bei der Planung zu berücksichtigen.

Zur Erarbeitung des Bauentwurfes wurden in Hinblick auf diese besonderen Rahmenbedingungen eingehende Abstimmungsgespräche mit den betroffenen Unterhaltungsverbänden und den zuständigen Unteren Wasserbehörden geführt. Zur Sicherstellung der Funktion der Entwässerungseinrichtungen haben die vorgenannten Gremien einige besondere Vorgaben formuliert, die bei der Planung der A 20 berücksichtigt werden müssen:

Generelle Vorgaben:

Der hydraulischen Bemessung von Entwässerungsanlagen muss 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.

Des Weiteren muss vor der Einleitung in die Vorflut eine geeignete Reinigung des Oberflächenwassers nach Stand der Technik erfolgen.

Besondere Vorgaben für den schleswig-holsteinischen Planungsabschnitt:

Bei gelegentlich auftretenden, ungünstigen Hochwasserständen in der Elbe (Sturmtideketten) können die in den Poldergebieten anfallenden Wassermengen über einen mehrtägigen Zeitraum **mit der vorhandenen Pumpenanlage** nicht oder nur in deutlich geringerem Umfang in die Elbe abgegeben werden.

Daher ist durch den Sielverband Kollmar vorgesehen, die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Pumpenanlage am Hauptschöpfwerk Bielenberg zu erhöhen. In dem Kapitel 3.5 werden die Hintergründe näher erläutert.

3.2 Bauzustände

Die anstehenden organischen Weichschichten aus Klei und Torf sind extrem setzungsempfindlich, so dass Maßnahmen zur Setzungsvorwegnahme bzw. zur Vermeidung späterer Setzungen angewandt werden müssen. Im schleswig-holsteinischen Bereich muss mit Setzungen von bis zu 4 m gerechnet werden (vgl. Anlage 1).

Das ingenieurgeologische Gutachten empfiehlt daher im Bereich der freien Streckenführung der Autobahn die vollständige Gründung auf einem „aufgeständerten Gründungspolster“.

In Anbetracht des gewählten Bauverfahrens sind keine negativen Einflüsse auf das Vorflutersystem seitlich der Trasse zu erwarten. Allerdings treten die Beeinträchtigungen des vorhandenen Entwässerungssystems im unmittelbaren Trassenbereich bereits mit Beginn der Baumaßnahme auf. Die Änderungen am bestehenden Entwässerungssystem müssen daher im Wesentlichen vor Beginn der Baumaßnahmen abgeschlossen sein.

Zur Durchführung der Tunnelbaumaßnahme sind eine bauzeitlich begrenzte Grundwasserentnahme, die Entnahme von Prozesswasser aus der Elbe und die anschließende Wiedereinleitung in die Elbe vorgesehen.

Für die Entnahme und Wiedereinleitung von Prozesswasser werden zwei Rohrleitungen notwendig werden. Eine Rohrleitung wird für die Entnahme des Prozesswassers aus der Elbe und eine Rohrleitung zum Einleiten des Prozesswassers in die Elbe benötigt.

Die Bauzeit der Prozesswasseranlage wird in den hochwasserarmen Zeitraum vom 15. April bis zum 31. August gelegt und wird ca. 4 Wochen betragen. Die Liegedauer wird entsprechend der Baumaßnahmen Tunnel und Baugruben ca. 5 Jahre betragen.

Nach vorheriger Abstimmung mit dem Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz (LKN) Schleswig-Holstein soll die Verlegung der Leitungen durch den Deich im Horizontal-Directional-Drilling-Verfahren (HDD) erfolgen. Die Pilotbohrung wird von der Startbaugrube ausgehend mit einem steuerbaren Bohrkopf in Richtung Zielbaugrube vorgerieben. Nach dem Einziehen des Produktrohres können die Startbaugrube und der Zielschacht als begehbare Schächte ausgebildet werden, in denen die Rohrleitungen mit Absperrorganen versehen werden. Die Schachtabdeckungen werden wasserdicht ausgebildet.

Im Außendeichbereich werden die Rohrleitungen unterirdisch (ca. 80 cm tief) bis zur Entnahmestelle, einem Schwimmponton, geführt.

Die Verlegung parallel zur Essflether Wettern bzw. zum Steindeich wird vermutlich auch unterirdisch erfolgen.

Die notwendige Flächeninanspruchnahme für die Herstellung und den Betrieb der Prozesswasserleitung sind in den ausgewiesenen Flächen berücksichtigt und ausreichend.

Mit negativen Auswirkungen auf Dritte ist aufgrund der kleinen Bohrdurchmesser und der vorhandenen Überdeckung nicht zu rechnen. Wegen der geringen Bohrdurchmesser und dem Arbeiten mit einer Spülflüssigkeit können bei der Herstellung der Prozesswasserleitung auch wahrnehmbare Geräusch- oder Vibrationsimmissionen ausgeschlossen werden. Geräuschimmissionen durch den Betrieb der Prozesswasserleitungen können durch die unterirdische Verlegung ebenfalls ausgeschlossen werden.

Die Tunnelbauarbeiten beginnen auf der Nordseite mit der Herstellung der Startbaugrube für den Tunnelvortrieb. Der Aushub erfolgt nach Herstellung der Baugrubenwände in einem umschlossenen Bereich im Unterwasseraushubverfahren. Aushubbegleitend wird Grundwasser über insgesamt 12 Förderbrunnen aus den grundwasserführenden Sanden entnommen und der Baugrube in einer Größenordnung von bis zu ca. 600 m³/h zugeleitet. Der Wasserstand

Wassertechnischer Fachbeitrag

in der Baugrube wird dabei im Regelfall konstant auf einem Niveau von NN +2,00 m gehalten; zur Vermeidung von Sohlaufbrüchen bei Sturmflutereignissen wird die Baugrube in einem solchen Fall bis auf NN +3,50 m geflutet (OK Verbau). Damit das entnommene Grundwasser für das Unterwasseraushubverfahren in den anschließenden Bauabschnitten mehrfach genutzt werden kann, wird ein ca. 50.000 m³ großes Pufferbecken vorgesehen, das vor Beginn der Aushubarbeiten befüllt wird.

Während des eigentlichen Tunnelvortriebs wird Prozesswasser benötigt, das in einer Größenordnung von max. 300 m³/h = rd. 83 l/s direkt aus der Elbe entnommen werden soll. Die Wiedereinleitung in die Elbe erfolgt mit einer Fördermenge von rd. 100 l/s. Vor der Wiedereinleitung in die Elbe wird das Prozesswasser mittels einer Abwasserbehandlungsanlage so behandelt, dass die erforderlichen Einleitbedingungen (Einleitmengen, Parameter) eingehalten werden.

Für die Bestimmung der Einleitwerte wurden die vom LLUR übergebenen Maximalwerte der einzelnen Parameter mit einem Aufschlag belegt, um die durch die Baumaßnahme bedingten, zusätzlichen Einträge zu berücksichtigen. So wird die Schadstoffbelastung, die durch den Bauprozess entsteht, abgeschätzt und mögliche Einleitwerte simuliert. Hierbei handelt es sich um Richtwerte, die je nach gewähltem Verfahren noch weiter verfeinert oder eventuell angeglichen werden müssen. Diese Einleitwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Parameter	Einheit	Vorgaben
Wassertemperatur (Prozesswasser)	°C	≤ 40
pH-Wert		6-9
Leitfähigkeit	mS/m	≤ 1338
Chlorid	mg/l	≤ 3933
Abfilterbare Stoffe	mg/l	≤ 390
Abs.-Koeff. bei 436 nm	1/m	≤ 2
Abs.-Koeff. bei 254 nm	1/m	≤ 25
TIC (Gesamter anorganischer Kohlenstoff)	mg/l	≤ 37
TOC (Gesamter organischer Kohlenstoff)	mg/l	≤ 28
DOC (Gelöster organischer Kohlenstoff)	mg/l	≤ 11
Ammonium-N	mg/l	≤ 10
Nitrit-N	mg/l	≤ 6
Nitrat-N	mg/l	≤ 8
Ges. Stickstoff	mg/l	≤ 10
ortho-Phosphat-Phosphor	mg/l	≤ 1
Ges. Phosphor	mg/l	≤ 10
Silikat-Si	mg/l	≤ 559
Schwefel, gesamt	mg/l	≤ 2000
Natrium	mg/l	≤ 679
Kalium	mg/l	≤ 160
Calcium	mg/l	≤ 238
Magnesium	mg/l	≤ 92

Parameter	Einheit	Vorgaben
Nickel	µg/l	≤ 13
Cadmium	µg/l	≤ 42
Quecksilber	µg/l	≤ 17
Blei	µg/l	≤ 38
Eisen	mg/l	≤ 11
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	≤ 25
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB5)	mg/l	≤ 8

Tabelle 2: Vorgaben Einleitwerte

Für den bauleistungsrechtlichen Ablauf der Tunnelherstellung ist während der Bauphase eine Baustelleneinrichtungsfläche einzurichten und vorzuhalten. Hierzu wird ein tragfähiges Sandpolster aufgeschüttet. Zum Erreichen der BE-Fläche muss die *Deichreihewettern* (Verbandsgewässer 5.1) bauzeitlich mit einem Rohrdurchlass DN 1.000 verrohrt werden. Die vorhandene Flächenentwässerung (Dränage) im Bereich der BE-Fläche wird aufgrund der hohen Auflast voraussichtlich zerstört. Nach Beendigung der Baumaßnahmen ist die Flächenentwässerung wiederherzustellen.

Ferner muss die *Kleine Wettern* (Verbandsgewässer 4.0) für die Erschließung der Fläche an der Fielhöhe zum Zwecke der Zwischenlagerung von Bodenmassen bauzeitlich mit einem Rohrdurchlass DN 800 versehen werden. Die Bodenmassen werden über eine temporäre Baustraße, die parallel zur Langenhalsener Wettern (Nordseite) verläuft, transportiert.

3.3 Aufnahme der Tunnelentwässerung

Die Tunnelentwässerung ist nach den „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel“ (RABT) ausgelegt. Im Tunnel fallen in aller Regel Reinigungswasser, in Portalnähe ggf. von Wind oder Fahrzeugen eingetragenes Niederschlagswasser, seltener nach Unfällen auslaufende Flüssigkeiten und im Brandfall Löschwasser an.

Diese Wässer werden je nach Längsgefälle in Schlitzrinnen DN 200/300 bzw. 300/400 aufgefangen. Die Schlitzrinnen-Haltungen sind jeweils 50 m lang und an ihrem Ende abgeschotet. 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.

Das Oberflächenwasser aus dem Trogbereich, das zuvor in einem Pufferbecken im Bereich der Brillenwand, der Trennwand zwischen dem Tunnel in offener Bauweise und dem Bohrtunnel, zwischengespeichert wurde, wird per Druckrohrleitung in ein Behandlungs- bzw. Re-

genrückhaltebecken gepumpt und schließlich der örtlichen Vorflut zugeleitet. Die Einleitung erfolgt in die *Landweg-Wettern* (Verbandsgewässer 2.1).

3.4 Prinzipielle Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft

3.4.1 Unterbrechung der Vorflut

Ein wesentliches Kriterium bei der Bewertung des Eingriffs in die lokale Wasserwirtschaft ist die Frage nach der Störung der Abfluss- bzw. Vorflutverhältnisse. Unterschieden werden muss dabei zwischen der Kreuzung von klassifizierten Verbandsgewässern mit übergeordneter Entwässerungsfunktion und der Unterbrechung kleinerer, meist privater Entwässerungsgräben oder Dränagen, welche im Wesentlichen der Grundstücksentwässerung dienen.

Maßgabe der Planung war, die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse so wenig wie möglich zu unterbrechen oder zu beeinträchtigen, so dass nicht zuletzt auch die sich aus dem Autobahnbau ergebenden Folgemaßnahmen gering gehalten werden. Einer Unterbrechung von Verbandsgewässern bzw. -vorflutern wird dabei eine höhere Wertigkeit eingeräumt, da diese die Entwässerung einer größeren Fläche (mindestens mehrerer Grundstücke) sicherstellen. Bei einer dauerhaften Unterbrechung dieser Verbandsgewässer müsste eine neue Vorflut gefunden werden. Eine Umbindung an andere Verbandsgewässer wäre mit zusätzlichem Flächenbedarf für die notwendigen Gräben und Wettern verbunden, ggf. müssten auch die entsprechenden Teileinzugsgebiete neu definiert werden. Um diesen Aufwand zu vermeiden, ist generell anzustreben, die Hauptgewässer mit Brückenbauwerken oder größeren Durchlässen ohne Querschnittseinengung zu queren und die bestehende Entwässerung soweit möglich unverändert zu belassen.

Dagegen ist bei einer Trassenquerung von kleineren (Grundstücks-) Entwässerungsgräben oder -leitungen zu prüfen, ob eine dauerhafte Unterbrechung des jeweiligen Vorfluters hinnehmbar ist. Vorrangig ist nachzuweisen, ob die Entwässerung der durch die Zerschneidung entstehenden Teilflächen (beispielsweise einer Parzelle) noch sichergestellt ist. Steht für einen abgeschnittenen „Restvorfluter“ eine andere Vorflut zur Verfügung, kann die Fließrichtung umgekehrt und die entsprechende Teilfläche dem Einzugsgebiet dieses neuen Vorfluters zugeschlagen werden.

3.4.2 Veränderung des Oberflächenabflusses im Trassenbereich

Durch den Bau der A 20 werden die Abflussverhältnisse im unmittelbaren Trassenbereich nachhaltig verändert.

Das auftreffende Niederschlagswasser wurde bisher, trotz der wasserundurchlässigen Kleiaufgabe, nur zu einem geringeren Anteil abflusswirksam, weil ein Großteil des Niederschlags der Verdunstung, der Auffüllung von Muldenverlusten, der Benetzung von Pflanzen und Bewuchs und zu einem geringen Anteil auch der Versickerung und Grundwasserneubildung

diente. Zudem ist im Planungsraum nur ein sehr geringes Oberflächengefälle vorhanden, so dass ein oberflächiger Abfluss bisher nur stark verzögert stattfand.

Durch die Flächenversiegelung kommt das anfallende Niederschlagswasser zukünftig zu einem deutlich größeren Anteil zum Abfluss. Zudem würde das Oberflächenwasser dem Grunde nach schneller in die Vorflut abgeleitet. Folglich müssen Maßnahmen ergriffen werden, welche die zusätzliche, durch den Bau der A 20 hervorgerufene hydraulische und qualitative Belastung des vorhandenen Gewässer- und Grabensystems kompensieren. Punktuelle Einleitungen sind in diesem Zusammenhang möglichst zu vermeiden, eine Annäherung der Oberflächenentwässerung an die natürliche Wasserhaushaltsbilanz ist anzustreben.

Angesichts der bestehenden hydraulischen Auslastung der Entwässerungssysteme ist vor der Einleitung eine Drosselung des Oberflächenwassers auf die landwirtschaftliche Abflussspende erforderlich. Bei diesem Ansatz wird sichergestellt, dass auch nach dem Neubau der A 20 keine größere hydraulische Belastung des Vorfluters eintritt.

Ferner ist vor der Einleitung in die Vorflut auch eine Reinigung des anfallenden Oberflächenwassers notwendig, da dieses durch Reifenabrieb, Ölleckagen, Autoabgase u.ä. belastet sein kann.

3.4.3 Ersatzneubau bzw. Umrüstung technischer Anlagen

Hierbei ist zwischen größeren Verbandsanlagen und privat zu unterhaltenden Anlagen für die Grundstücksentwässerung zu unterscheiden.

Bei der Umrüstung von Verbandsanlagen kommen die Schöpfwerke für eine Anpassung in Betracht. Im Rahmen der Planungen wurde daher [zur Abflusssicherung über 72 Stunden im Hochwasserfall eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Pumpenanlage angestrebt](#).

Die Erneuerung privater Entwässerungseinrichtungen ist dagegen unvermeidbar. Die Trasse zerschneidet diverse privat betriebene Dränagesysteme. Aufgrund der zu erwartenden Setzungen unterhalb des Dammkörpers in der Größenordnung von bis zu mehreren Metern werden die überbauten Dränagen in ihrer Funktion weitestgehend zerstört. Kontrollschächte müssen umgesetzt oder erneuert, Sammelleitungen und Sauger müssen aufgesucht, abgefangen und einer neuen Vorflut zugeleitet werden.

Um eine neue Vorflut zu erreichen, kann es im Einzelfall notwendig sein, kleine Schöpfwerkspumpen mit angeschlossener Druckrohrleitung bzw. einem separaten Ableitungsgraben zu errichten.

3.5 Entwässerung der A 20 im Hochwasserfall

Neben den Rahmenbedingungen bei „normalen“ Abflussverhältnissen ist für das Teileinzugsgebiet des SV Kollmar ein extremes Hochwasserereignis in der Elbe als weiteres Szenario zu berücksichtigen.

Kommt es in der Elbe zu langen, über mehrere Tage anhaltenden Hochwassersituationen (Sturmtideketten) mit hohen Außenwasserständen, geht die Schöpfwerksleistung des Schöpfwerks Bielenberg wegen der größeren zu überbrückenden Förderhöhe zurück. Auch ein freier Sielzug ist dann nicht mehr möglich. Zusammengefasst ist die Vorflut des Verbandsgebietes bei solchen lang anhaltenden Hochwasserereignissen erheblich eingeschränkt, wie nicht zuletzt das Sommerhochwasser 2002 gezeigt hat.

Die Oberflächenentwässerung der A 20 muss auch während solcher Ereignisse zuverlässig funktionieren. Um die hydraulische Belastung des Gesamtsystems während solcher Hochwassersituationen kompensieren und für eine Entlastung sorgen zu können, [ist eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Pumpenanlage vorgesehen](#).

[Die für die Bemessung der erforderlichen Pumpe zu Grunde zu legende Wassermenge](#) wird für ein 10-jähriges Regenereignis ($r = 72 \text{ h}$, $n = 0,1$) [ermittelt](#).

[Weitere](#) Angaben sind dem Kapitel 5.4.4 zu entnehmen.

4 Entwässerung der Verkehrsflächen

4.1 Vorbemerkungen

Obgleich die Straßenentwässerung Bestandteil der Straßenplanung ist und in den diesbezüglichen Anlagen (13.0 und 13.1) beschrieben wird, erfolgt an dieser Stelle eine kurz gefasste Darstellung der gewählten Systeme, da sich die Art der Ableitung des Straßenwassers auch auf die übergeordnete, wasserwirtschaftliche Planung auswirkt.

Zur Auswahl des zweckmäßigsten Entwässerungssystems wird auf die Aussagen in der Anlage 13.0 verwiesen. Hier ist jeweils eine detaillierte Begründung für das gewählte Entwässerungssystem eines Entwässerungsabschnittes aufgeführt.

In diesem Zusammenhang sei auf die Tatsache hingewiesen, dass der vorliegende Planungsabschnitt nicht losgelöst betrachtet werden kann, sondern die Straßenentwässerung an das gewählte Entwässerungssystem im angrenzenden Planungsabschnitt angepasst werden muss.

4.2 Geschlossene Ableitung über Rohrleitungen und Behandlungsanlagen

Die konventionelle Fassung des Oberflächenwassers über Straßenabläufe und geschlossene Rohrleitungen bewirkt einen schnellen und direkten Abfluss. Das natürliche Abflussverhalten wird bei dieser Form der Straßenentwässerung nachhaltig verändert.

In den Rohrleitungssystemen fallen zunächst große Wassermengen an, die eine konventionelle Drosselung und Rückhaltung (z.B. in Regenrückhaltebecken) erfordern, bevor das Oberflächenwasser punktuell in die Vorflut abgegeben werden kann. Da das Wasser in Rohrleitungen gefasst wird, ist ferner eine Behandlung des Oberflächenwassers gemäß den „Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation“ [5] erforderlich, was einen zusätzlichen Unterhaltungsaufwand mit sich bringt.

In einigen Trassenabschnitten, wie z.B. in den Trogabschnitten des Elbtunnels, besteht allerdings keine sinnvolle Alternative zu dieser Form der Entwässerung. Folglich wurde für diesen Bereich ein konventionelles Entwässerungssystem gewählt (vgl. Anlage 13.0).

Da die nördlich gelegene Querung der *Langenhalsener Wettern* einen weiteren Zwangspunkt für die Entwässerung darstellt und der Trogabschnitt über die Hälfte dieser Teilstrecke einnimmt, wurde auf einen Wechsel des Entwässerungssystems verzichtet. Folglich erstreckt sich das geschlossene Entwässerungssystem vom Tunnelportal bis zum Brückenbauwerk über die *Langenhalsener Wettern*.

4.3 Dezentrales Versickerungssystem in Dammlage

Nördlich der Querung mit der *Langenhalsener Wettern* wurde das gewählte Entwässerungssystem an den nördlich angrenzenden Planungsabschnitt angegliedert. Das System basiert auf dem Abfluss des Straßenwassers über die Böschung in eine hochgesetzte Mulde, wo es dann versickert. Durch die Sickerpassage wird das Wasser zurückgehalten und gedrosselt, gleichzeitig vollzieht sich ein physikalisch-biologischer Abbau von Verunreinigungen und Schadstoffen (vgl. Anlage 13.0).

Das Querprofil der A 20 wird nördlich der *Langenhalsener Wettern* als so genanntes „Sägezahnprofil“ mit einer Mittelstreifenentwässerung ausgebildet.

Dabei läuft das Oberflächenwasser der kurvenaußenseitigen Fahrbahn zum Mittelstreifen ab, wo es in Straßenabläufen gefasst und alle 100 m über seitliche Querschläge auf die Außenseite des Straßendamms zu einer hochgesetzten Mulde geleitet wird. Gleichzeitig fließt das Oberflächenwasser der kurveninnenseitigen Fahrbahn direkt über Bankette und Dammschulter ab, wobei ein Teil des Abflusses bereits in der Dammböschung versickert. Auf der Innenseite kommt demnach das gesamte Oberflächenwasser der A 20 zum Abfluss.

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. Die Drosselung des Abflusses auf die landwirtschaftliche Abflussspende wird über die Sickerpassage erreicht und ist hydraulisch nachgewiesen (vgl. Anlage 13.1).

Die vier Einleitstellen (E13.1 bis E13.4) sind in der Anlage 13.6 markiert, die Einzugsflächenermittlung und die Ausweisung der Einleitmengen ist Bestandteil der Anlage 13.1.

Der straßenparallele Graben kann darüber hinaus weiteren Zwecken dienen, wie z.B. der Aufnahme von auf Privatgrundstücken befindlichen und durchschnittenen Dränagen. Sollte die Sickerpassage versagen oder ein größeres Niederschlagsereignis eintreten als der bei der Muldenbemessung zugrunde gelegte 5-jährige Bemessungsregen, wird das überschüssige Oberflächenwasser über Notüberläufe abgeführt. Diese werden nicht speziell ausgebaut, sondern stellen lediglich einen Überlauf aus der Sickermulde in den straßenparallelen Graben bzw. das angrenzende Gelände dar. Über den Graben sind die Notüberläufe mit dem bestehenden Vorflutersystem verbunden, so dass das überschüssige Oberflächenwasser im Extremfall geordnet abgeleitet wird.

Ziel der hier beschriebenen Lösung ist die möglichst weitgehende Angleichung des Abflussregimes der A 20 an die natürlichen Abflussverhältnisse. Prinzipiell findet während der Sickerpassage eine Abflussverzögerung statt, die der Retentionswirkung des vorhandenen Bodens nahe kommt (vgl. Anlage 13.1.2.2). Gleichzeitig wird das Oberflächenwasser gereinigt und anschließend dem natürlichen Wasserkreislauf vor Ort wieder zugeführt.

Diese Verfahrensweise entspricht den Anforderungen des LANU (heute: LLUR, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume) -Merkblattes M 2 [6], wonach durch geeignete Maßnahmen eine weitgehende Verminderung und Verzögerung des Abflusses erreicht werden soll.

5 Wassertechnische Maßnahmen

5.1 Vorbemerkungen

Im Folgenden werden die geplanten, übergeordneten Maßnahmen zur Entwässerung der A 20 sowie die notwendigen Änderungen und Ergänzungen des vorhandenen wasserwirtschaftlichen Systems beschrieben und erläutert.

Entlang des Trassenverlaufes der A 20 werden die geplanten Maßnahmen in geeigneten Abschnitten zusammengefasst und dargestellt. Dabei werden alle Maßnahmen zunächst im funktionalen Zusammenhang beschrieben. Die Einzelmaßnahmen werden außerdem tabellarisch aufgeführt.

Hydraulische Nachweise der geplanten wassertechnischen Maßnahmen sind als Anhang beigefügt.

Planerisch sind sämtliche Einzelmaßnahmen in Anlage 13.6 (Übersichtslagepläne Wasserwirtschaft) dargestellt. Detaildarstellungen sind außerdem der Anlage 13.7 (Regelquerschnitte Gewässerausbau) zu entnehmen.

5.2 Zielsetzung der wasserwirtschaftlichen Neuordnung

Um die Funktionsweise des bestehenden wasserwirtschaftlichen Systems sowohl während als auch nach dem Autobahnbau zu gewährleisten, wurde die Reorganisation des Gewässersystems nach Möglichkeit an die bestehenden Strukturen angenähert. Zielsetzung war, das bestehende Gefüge so wenig wie möglich zu verändern.

Grundsätzlich ist das bestehende Gewässersystem über Jahrzehnte gewachsen und auf die besonderen Anforderungen des Untersuchungsraumes ausgerichtet und angepasst. Wenn man dieses System nutzt, und als Voraussetzung hierfür die Abflussverhältnisse möglichst wenig verändert, ist sichergestellt, dass die Gebietsentwässerung im Planungsraum auch nach dem Bau der A 20 funktionstüchtig bleibt. Mit der gedrosselten Einleitung des Oberflächenwassers der A20 wurde dieser Zielsetzung Rechnung getragen.

In Hinblick auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des wasserwirtschaftlichen Systems sind die zusätzlichen Einleitungen von untergeordneter Bedeutung, da die Abflussdynamik im System wesentlich vom Betrieb der Schöpfwerke abhängt und die dabei transportierten Wassermengen deutlich größer sind als die Einleitungsmengen des Straßenwassers.

Trotz dieses gewählten Grundprinzips sind aufgrund der zerschneidenden Wirkung der Autobahntrasse lokale Anpassungen bzw. Ergänzungen des bestehenden Systems notwendig. Die erforderlichen Maßnahmen werden nachfolgend erläutert.

5.3 Wassertechnische Maßnahmen im SV Kollmar

5.3.1 Straßenentwässerung

Für die Straßenentwässerung der A 20 wurden innerhalb dieses Verbandsgebietes zwei unterschiedliche Systeme gewählt.

Wie bereits unter 4.2 beschrieben, ist vom Tunnelportal bis zur Querung der *Langenhalsener Wettern* ein konventionelles Entwässerungssystem mit gedrosselter Ableitung in die Vorflut vorgesehen. In Anlage 13.0 wird die Gestaltung und Funktionsweise dieses konventionellen Entwässerungssystems näher erläutert. Über das Regenrückhaltebecken wird auch das Oberflächenwasser des Trogbereiches abgeführt. Hierzu ist im Bereich der Brillenwand ein Pufferbecken angeordnet, welches mittels einer Pumpe und angeschlossener Druckrohrleitung in das vorgeschaltete Absetzbecken des Regenrückhaltebeckens entwässert ($Q_{ab} = 1,6$ l/s gemäß Angabe Elbe-link).

Die Ableitung des Oberflächenwassers erfolgt über einen neu herzustellenden, rd. 170 m langen Graben in die *Landweg-Wettern* (Verbandsgewässer 2.1). Im Lageplan ist die Einleitstelle mit E11 bezeichnet.

Zur konventionellen Entwässerung der geplanten Wirtschaftswege sind weitere Einleitstellen in die vorhandenen Verbandsgewässer vorgesehen (E15 bis E17).

Nördlich der *Langenhalsener Wettern* gleicht sich die Straßenentwässerung an das System des nördlich angrenzenden Planungsabschnittes an, wo die Rückhaltung und Reinigung über eine hochgesetzte Mulde mit anschließender Sickerpassage und einem straßenparallelen Graben konzipiert ist. Ergänzend wird hier unterhalb der seitlichen Berme ein Sickerstrang mit Sickerrohrleitung eingebaut, von dem aus das Oberflächenwasser punktuell in die Vorflut abgeleitet wird (vgl. 4.3). Auf der Ostseite der A 20 wird auf gesamter Länge ein Entwässerungsgraben hergestellt, auf der Westseite ist ein Graben nur auf rd. 250 m Länge erforderlich. Die Gräben werden südseitig direkt an die *Langenhalsener Wettern* angebunden (Einleitstellen E13 und E14) und stellen so die Verbindung zur Vorflut sicher.

Im Wesentlichen erfüllt der ostseitige Graben folgende zwei Funktionen: Zum einen nimmt er das per Sickerpassage gedrosselte und vorgereinigte Straßenwasser auf, zum anderen stellt er die Vorflut für die überbauten bzw. zerschnittenen Dränagen sicher. In dieser funktionalen Kombination wird der straßenparallele Graben als „Graben Typ A“ bezeichnet. Zur Aufnahme der Dränagesammler wird der Graben entsprechend tief ausgebaut (vgl. Anlage 13.7):

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

Im Gegensatz dazu nimmt der westseitige Graben keine Dränagen auf und muss daher nicht so tief ausgebaut werden. Zur funktionalen Differenzierung wird dieser Graben als „Graben Typ B“ bezeichnet (vgl. Anlage 13.7):

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

Die genannten Ausbautiefen beziehen sich auf die mittlere Geländehöhe im Grabenabschnitt. Lokale Hoch- oder Tiefpunkte (z.B. in Grüppen) werden nicht berücksichtigt. Die geplante, gleichbleibende Sohltiefe ist in den Übersichtslageplänen (Anlage 13.6) angegeben, wobei geringe Anpassungen an die genaue Tiefenlage der Dränagesammler der Baudurchführung vorbehalten bleiben.

Ein hydraulischer Nachweis der geplanten Gräben ist als Anhang beigelegt.

5.3.2 Verlegung / Anpassung von Verbandsgewässern

Im Zuge des Neubaus der A 20 wird der Hauptvorfluter des Sielverbandes, die *Langenhal-sener Wettern*, per Brückenbauwerk überführt. Zudem quert ein geplanter Wirtschafts- und Betriebsweg östlich der A 20 die *Kehrweg-Wettern*. Außerdem müssen zwei weitere Verbandsvorfluter teilweise verlegt bzw. in ihrem Verlauf angepasst werden.

Die zu verlegenden Verbandsgewässer Nr. 2.1 *Landweg Wettern* und Nr. 4.0 *Kleine Wettern* werden gemäß hydraulischen Erfordernissen dimensioniert und in Anlehnung an ihrem ursprünglich definierten Ausbauquerschnitt nach Anlagenverzeichnis des SV Kollmar [1] ausgebaut. Abweichend vom Anlagenverzeichnis wurde bei Gewässern, die in geringem Abstand und parallel zum Straßendamm der A 20 verlaufen, eine Mindestböschungsneigung von 1 : 1,5 gewählt, um die Standsicherheit des parallel verlaufenden Straßendamms nicht zu gefährden. Dabei vergrößert sich der Durchflussquerschnitt, so dass das Abflussvermögen nicht verringert wird. Der hydraulische Nachweis ist als Anhang beigelegt.

Während das Verbandsgewässer 2.1 *Landweg-Wettern* zunächst bauzeitlich verlegt und nach Beendigung der Bauarbeiten auf rd. 85 m Länge neu hergestellt werden muss, womit gleichzeitig ein hydraulisch ungünstiger, spitz zulaufender Kurvenbereich entschärft werden kann, ist die Verlegung des Verbandsgewässers 4.0 *Kleine Wettern* auf etwa 405 m Länge erforderlich. Dieses Gewässer verläuft unmittelbar westlich der A 20 und wird neu ausgebaut, wobei ein ausreichender Abstand zum Straßendamm eingehalten wird, um einerseits die Standsicherheit der Böschung nicht zu gefährden und andererseits die zukünftige Gewässerunterhaltung zu ermöglichen.

Die geplanten Ausbauquerschnitte der Verbandsgewässer sind in Anlage 13.7 dargestellt.

5.3.3 Dränagen und Gewässer III. Ordnung

Auf den angrenzenden, landwirtschaftlich genutzten Flächen müssen bauliche Anpassungen an den vorhandenen Dränagesystemen vorgenommen werden. Aufgrund der vielfach senkrecht zum Straßenkörper ausgerichteten Fließrichtung der Sauger und Sammler ist die Flächenentwässerung sehr stark beeinträchtigt. Für die zerschnittenen Dränagen muss daher eine neue Vorflut geschaffen werden.

Je nach Kenntnisstand über die vorhandenen Anlagen wurden die Maßnahmen bereits funktional eingeplant und in Anlage 13.6 dargestellt. Da die Berücksichtigung der Drainagen auf Angaben der Eigentümer bzw. deren Bestandsunterlagen beruht, ist davon auszugehen, dass darüber hinaus weitere Maßnahmen auch auf angrenzenden Flurstücken erforderlich werden können. Endgültige Details sind erst vor Ort und im Einvernehmen mit den Eigentümern bzw. dem Unterhaltungsverband festzulegen.

Nördlich der *Langenhalsener Wettern* wird auf der Ostseite zur Straßenentwässerung ein „Graben Typ A“ ausgebaut, der gleichzeitig die vorhandenen Dränagen abfangen soll (vgl. 5.3.1). Um nicht alle Sauger einzeln einleiten zu müssen, wird parallel zum Graben eine neue Sammelleitung verlegt, die parzellenweise an einzelnen Punkten an den Graben angeschlossen wird. Die Sauger sind an diese neue Sammelleitung anzubinden.

Südlich der *Langenhalsener Wettern* wird kein Graben zur Straßenentwässerung benötigt, da ein konventionelles Entwässerungssystem zur Ausführung kommt. Allerdings werden auch dort die Felddränagen auf längerer Strecke unterbrochen. Für den rd. 1,5 km langen Streckenabschnitt reicht eine straßenparallele Sammelleitung zur Abfangung aller Dränagen nicht aus, da unter Berücksichtigung eines empfohlenen Mindestgefälles für Dränagesammler von $I = 0,4 \%$, ein freier Auslauf in die *Langenhalsener Wettern* oberhalb des Wasserstandes WSP_{Ein} vorausgesetzt, lediglich ein rd. 300 m langer Sammler realisierbar wäre. Analog wäre auch ein Sammler mit rückwärtiger Ableitung in den Vorfluterstrang 5.0 / 5.1 / 6.0 wegen einer zu langen Leitungsführung bzw. dem benötigten Leitungsgefälle nicht umsetzbar. Nähere Angaben hierzu sind der Anlage 13.0, Kapitel 2.2 zu entnehmen.

Daher wird in diesem Teilabschnitt ein straßenparalleler Graben hergestellt, der in diesem Falle ausschließlich zur Dränageabfangung dient. Daneben werden parzellenweise neue Sammelleitungen mit je einer Ableitung in den Graben verlegt. Da die Ausbautiefe des Grabens wiederum von der Tiefenlage der anzuschließenden Dränagen bestimmt wird, entspricht der erforderliche Grabenquerschnitt dem unter 5.3.1 definierten Profil „Graben Typ A“. Zur funktionalen Unterscheidung wird dieser Grabentyp jedoch als „Graben Typ C“ bezeichnet. Auch dieser Graben ist direkt an die *Langenhalsener Wettern* angebunden (Einleitstelle E12).

5.3.4 Tabellarische Zusammenfassung

- Straßenentwässerung / straßenparallele Anlagen:

Bau-km	Bezeichnung / Wawi. Funktion	Geplante Maßnahmen
<u>Tunnel:</u> 10+449,335 – 12+290 <u>Trog:</u> 12+290 – 12+687 <u>A 20:</u> 12+687 – 13+500	Konventionelle Straßenentwässerung Transport des Straßenwassers	Rohrleitungen, RW-Behandlung, RRB mit Drossel (Pumpe) Vorflut: <i>Landweg-Wettern</i>
12+580	Ableitung des Straßenwassers	Ablaufgraben vom RRB zur <i>Landweg-Wettern</i>
13+500 – 14+440,408	Sickerpassage mit punktueller Ableitung über Querschläge Aufnahme Straßenwasser und Drainageabfangung	Hochgesetzte Mulde, Sickerstrang mit Sickerleitung DN 200, regelmäßige Querschläge DN 300. Graben rechts, Typ A Vorflut: <i>Langenhalsener Wettern</i>
13+500 – 13+773	Sickerpassage mit punktueller Ableitung über Querschläge Aufnahme Straßenwasser	Hochgesetzte Mulde, Sickerstrang mit Sickerleitung DN 200, regelmäßige Querschläge DN 300. Graben links, Typ B Vorflut: <i>Langenhalsener Wettern</i>

- Gequerte / verlegte Gewässer:

Bau-km	Bezeichnung / Wawi. Funktion	Geplante Maßnahmen
12+140 – 12+217	<i>Landweg-Wettern</i> (2.1)	Teilverlegung gem. Ausbauquerschnitt, Baulänge rd. 85 m
13+527	<i>Langenhalsener Wettern</i> (1.0)	Gewässerquerung, Brückenbauwerk
0+037 (Wirtschaftsweg), 13+570 (A 20)	<i>Kehrweg-Wettern</i> (5.0)	Gewässerquerung durch Wirtschaftsweg, Brückenbauwerk
14+032 – 14+417	<i>Kleine Wettern</i> (4.0)	Teilverlegung gem. Ausbauquerschnitt, Baulänge rd. 405 m

- Maßnahmen zur Neuordnung der Flächenentwässerung:

Bau-km	Bezeichnung / Wawi. Funktion	Geplante Maßnahmen
11+950 – 13+516	Dränageabfangung	Graben rechts, Typ C Vorflut: <i>Langenhalsener Wettern</i>
11+950 – 13+516	Neuordnung der Dränagen, sämtliche Flurstücke dräniert	Rechtsseitig Sammler PVC DN 150 neu verlegen, an Bestand oder Graben Typ C anschließen, Sauger umbinden.
12+900 – 13+400	Neuordnung der Dränagen, sämtliche Flurstücke dräniert	Linksseitig Dränagen teilw. verschließen, 2 kurze Quersammler neu verlegen bzw. verlängern, an Bestand anschließen.
13+527 – 14+440	Neuordnung der Dränagen, sämtliche Flurstücke dräniert	Rechtsseitig Sammler PVC DN 150 neu verlegen, an Bestand oder Graben Typ A anschließen, Sauger umbinden.
13+527 – 13+750	Neuordnung der Dränagen, sämtliche Flurstücke dräniert	Linksseitig Dränagen teilw. verschließen, Sammler PVC DN 300 neu verlegen, an Bestand anschließen. Teilfläche neu dränieren, an Bestand anschließen.
14+100 – 14+435	Neuordnung der Dränagen, sämtliche Flurstücke dräniert	Linksseitig Sammler PVC DN 150 neu verlegen, an verlegte <i>Kleine Wettern</i> anschließen, Sauger umbinden.

5.4 Abflusssicherung über 72 Stunden im Hochwasserfall

5.4.1 Allgemeines / Veranlassung

Um lang anhaltende Hochwassersituationen in der Elbe, insbesondere längere Sturmtideketten, auch künftig schadlos überstehen zu können, wurde seitens des DHSV Kremper Marsch und des Kreises Steinburg als Untere Wasserbehörde die Forderung nach einer **Sicherung** des Oberflächenabflusses der A 20 über einen Zeitraum von 72 Stunden **im Hochwasserfall** erhoben.

Wie unter 3.5 bereits beschrieben, ist die künstliche Entwässerung des Poldergebietes während solch langanhaltender Sturmflutereignisse nur noch sehr eingeschränkt möglich. Geht diese Situation mit starken Regenfällen einher, staut sich das hydraulisch ausgelastete Grabensystem immer weiter auf. In Extremfällen wie dem Sommerhochwasser 2002 kommt es dann zu weiträumigen Überflutungen in der Elbmarsch. Weitere Flächenversiegelungen wie der Bau der A 20 führen grundsätzlich zu einer Zunahme des Abflusses (vgl. 3.4.2) und damit zu einem Anstieg des Gefahrenpotenzials.

Durch die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Pumpenanlage am Hauptschöpfwerk Bielenberg wird diesem Anstieg entgegengewirkt.

Als Bemessungsereignis wurde ein 10-jähriges Wiederkehrintervall angesetzt. Der gewählte Zeitraum von 72 Stunden dient auch bei anderen Bemessungsfällen in der Elbmarsch, wie z.B. bei der Auslegung von Schöpfwerken, als Ansatz für die Sielschlusszeit bei außergewöhnlichen Sturmflutereignissen.

Während des hier betrachteten Lastfalls „Sturmtidekette“ fallen noch weitere Wassermengen an, die berücksichtigt werden müssen. Im Bereich des nördlichen Tunnelportals befinden sich sandige Einlagerungen in der vorhandenen Kleiauflage, die bei Sturmfluten bereits heute schon zu Qualmwasservorkommen auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen führen. Im Zuge des Tunnelbaus wird die Kleiauflage noch weiter reduziert und durch Füllboden ersetzt. Da der Grundwasserstand somit entspannt wird und er unmittelbar mit den Wasserständen in der Elbe korrespondiert, wird im Bereich der Trogumwallung Qualmwasser austreten, welches über eine Ringdrainage aufgenommen wird. Laut Baugrundgutachten (siehe Materialband) beträgt die anfallende Dränagewassermenge bis zu 15 m³/h. Diese Wassermenge wird in das Vorflutersystem eingeleitet, trägt zur Belastung des Gesamtsystems bei und muss entsprechend [am Schöpfwerk abgepumpt](#) werden können. Folglich geht dieses zusätzliche Wasservorkommen mit in die Bemessung [der Pumpleistung](#) ein.

5.4.2 [Wirkungsweise der zusätzlichen Pumpenleistung](#)

Zur Sicherung des 72 Stunden Abflusses ist am Schöpfwerk Bielenberg eine Erhöhung der Pumpenleistung notwendig. Diese wird durch den Sielverband Kollmar vorgenommen, an deren Kosten sich der Vorhabenträger anteilig beteiligen wird.

Durch die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Pumpenanlage ist es bei lang anhaltenden Hochwassersituationen möglich, die unter 5.4.1 angesprochenen Wassermengen, welche das Gesamtsystem belasten, sicher abzupumpen.

5.4.3 [Betrieb und Unterhaltung](#)

Der Betrieb und die Unterhaltung der zusätzlich notwendigen Pumpenleistung liegt beim Sielverband Kollmar.

5.4.4 [Berechnung der zu Grunde zu legenden Wassermenge](#)

Nachfolgend wird die für die Bemessung der erforderlichen Pumpe zu Grunde zu legende Wassermenge ermittelt.

Trassenabschnitt von:	Bau-km 12+220 – 14+440	= 2.220 m
zzgl. bis B431, inkl. Rampen:	Bau-km 14+440 – 15+025	= 585 m

Undurchlässige Einzugsfläche A_U (lt. Anlage 13.1):

<u>Straßenabschnitt</u>	<u>A_U [m²]</u>
Betriebsstraße	11.574
A20, EA 4 (kanalisiert)	28.693
A20, EA 5	42.384
<u>A20, bis B431 inkl. Rampen</u>	<u>23.985</u>
Summe	106.636

Bemessungsregen:
(nach KOSTRA-DWD, [7])

$$r_{72\text{ h}, n=0,1} = 2,6 \text{ l/(s*ha)}$$

$$= 67,5 \text{ mm}$$

$$= 67,5 \text{ l/m}^2$$

Erf. Speichervolumen:
(ohne gleichzeitigen Abfluss)

$$\underline{V}_{\text{Sp., 72 h}} = 106.636 \text{ m}^2 * 67,5 \text{ l/m}^2$$

$$= 7.197.930 \text{ l}$$

$$= \text{rd. } \underline{7.200 \text{ m}^3}$$

Zusätzliche Berücksichtigung der Trogdränage des Tunnels:

$$\underline{V}_{\text{Trog, 72 h}} = 72 \text{ h} * 15 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= \underline{1.080 \text{ m}^3}$$

zu Grunde zu legende Wassermenge
gesamt:

$$\underline{V} = 7.200 + 1.080 = \underline{8.280 \text{ m}^3}$$

5.5 Schadenspotenzial bei Überschreitung von Bemessungsansätzen

Da ein absoluter Schutz gegen Vernässungen oder Überflutungen mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand nicht zu erreichen ist, werden Entwässerungsanlagen auf bestimmte Regenereignisse und deren statistische Wiederkehrzeiten ausgelegt. Die einschlägigen Berechnungsverfahren basieren zumeist auf Starkregenauswertungen des Deutschen Wetterdienstes und geben vor, auf welche Wiederkehrzeit (= die mittlere Zeitspanne, in der ein Wert von einem Ereignis einmal erreicht oder überschritten wird) die verschiedenen Entwässerungseinrichtungen zu bemessen sind. In der Straßenentwässerung wird in der Regel eine 1-jährige Wiederkehrzeit gefordert [11].

Bei einer Überschreitung der Bemessungsansätze, ggf. gestützt durch ungünstige äußere Einflüsse, kommt es zur hydraulischen Überlastung der Entwässerungsanlagen. In einem solchen Fall muss das überschüssige Wasser möglichst geordnet abfließen, damit es nicht zu Schäden an baulichen Anlagen oder schützenswerten Eigentum kommt. Die Beurteilung des bestehenden Schadens- und Gefährdungspotenzials erfolgt nach den Vorgaben der

DWA [8] üblicherweise in Form einer allgemeinen Abwägung und Bewertung, ein hydraulischer Nachweis von Notüberläufen ist nicht erforderlich.

Die Ableitung des Oberflächenwassers der A 20 erfolgt im Planungsabschnitt überwiegend gedrosselt über Sickerpassagen oder über straßenparallele Gräben bzw. Mulden (siehe Kapitel 4.3). Punktuelle Notüberläufe sind nicht vorhanden. Sofern das Bemessungsereignis überschritten wird, sind eher langgezogene Ausuferungen der straßenparallelen Entwässerungsanlagen zu erwarten.

Im gleichen Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die überschüssigen Wassermengen aus der Straßenentwässerung in Relation zur vorhandenen Nutzfläche verschwindend gering sind.

Zusammenfassend wird das Gefährdungs- und Schadenspotenzial als sehr gering eingestuft. Zusätzliche Maßnahmen, wie beispielsweise der Ausbau von Notüberläufen in Form von Ableitungsgräben, sind nicht erforderlich.

5.6 Wassertechnische Bewertung zu den landschaftspflegerischen Ersatzmaßnahmen

Als landschaftspflegerische Ersatzmaßnahmen sind u.a. Maßnahmen an der Moorwetteren in Krempermoor / Neuenbrook sowie an der Stör in Wewelsfleth und Borsfleth geplant.

Letztere Maßnahmen liegen im per Landesverordnung vom 15.02.1977 festgesetzten Überschwemmungsgebiet der Stör. In einem solchen Überschwemmungsgebiet sind Maßnahmen, die zu einer Reduzierung des Stauraumvolumens bzw. zu einer nachteiligen Veränderung des Hochwasserabflusses führen, grundsätzlich nicht gestattet.

Die Charakteristik der geplanten Ersatzmaßnahmen ist u.a. darauf ausgerichtet, durch das Verschließen von Gräben und Grüppen sowie durch die Herstellung von flachen Blänken und Senken mittelfristig eine partielle, temporäre Vernässung der jeweiligen Maßnahmenfläche herbeizuführen.

Um zu vermeiden, dass sich die geplanten Bodenbewegungen negativ auf das Retentionsvolumen im Überschwemmungsgebiet auswirken, wird innerhalb der Maßnahmenflächen ein Massenausgleich angestrebt. Grabenverfüllungen (Auftrag) und Senkenaushub (Abtrag) sollen sich in den einzelnen Maßnahmenflächen möglichst gegeneinander aufheben. Gleichzeitig wird mit diesem Massenausgleich nachgewiesen, dass nach einem Hochwasser nicht mehr Wasser im Maßnahmengbiet zurückbleibt wie im Ist-Zustand, d.h. dass auch der HW-Abfluss nicht verändert wird.

Im Einzelnen ergibt sich folgende Massenbilanzierung:

- Ersatzmaßnahme Borsfleth:

Gruppenverschluss (Auftrag):	$L = \text{ca. } 3.520 \text{ m} - 410 \text{ m (Blänken)}$	$= 3.110 \text{ m}$
	$V = 3.110 \text{ m} \times 2/3 \times 1,5 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$	$= 1.244 \text{ m}^3$

Blänken und Senken (Abtrag):	$A = \text{ca. } 4.360 \text{ m}^2 - (410 \times 1,5)$	$= 3.745 \text{ m}^2$
	$V = 3.745 \text{ m}^2 \times 0,35 \text{ m}$	$= 1.311 \text{ m}^3$

Bodenüberschuss:	$\Delta V = 1.311 \text{ m}^3 - 1.244 \text{ m}^3$	$= 67 \text{ m}^3$
------------------	--	--------------------

- Ersatzmaßnahme Wewelsfleth:

Gruppenverschluss (Auftrag):	$L = \text{ca. } 5.715 \text{ m} - 710 \text{ m (Blänken)}$	$= 5.005 \text{ m}$
	$V = 5.005 \text{ m} \times 2/3 \times 1,5 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$	$= 2.002 \text{ m}^3$

Blänken und Senken (Abtrag):	$A = \text{ca. } 6.581 \text{ m}^2 - (710 \times 1,5)$	$= 5.516 \text{ m}^2$
	$V = 5.516 \text{ m}^2 \times 0,35 \text{ m}$	$= 1.931 \text{ m}^3$

Bodenüberschuss:	$\Delta V = 1.931 \text{ m}^3 - 2.002 \text{ m}^3$	$= - 71 \text{ m}^3$
------------------	--	----------------------

Überschüssiger Boden wird von der Ersatzmaßnahme Borsfleth in die Maßnahmenfläche Wewelsfleth umgelagert, so dass insgesamt ein Massenausgleich im Überschwemmungsgebiet erzielt wird. Insgesamt fallen diese ortsnahe Bodenumlagerungen innerhalb eines Naturraumes nicht unter das Abfallrecht, so dass auch aus dieser Hinsicht keine Einschränkungen zu erwarten sind.

Selbst für sich betrachtet, wirkt sich das Schließen von Gräben und Gruppen nicht nachteilig auf das Überschwemmungsgebiet aus, da nach § 1 der Landesverordnung vom 15.02.1977 die Oberflächengewässer innerhalb ihrer Uferlinien nicht in das Überschwemmungsgebiet einbezogen sind. Benötigtes Stauvolumen wird erst oberhalb des Geländeneiveaus relevant. Dies macht auch Sinn, da die Wasserstände in den Oberflächengewässern regelmäßigen Schwankungen unterliegen sind und bei "vollen" Gewässern schon natürlicherweise kein Stauvolumen mehr zur Verfügung steht. Übertragen auf die Gräben und Gruppen in den Maßnahmenflächen bedeutet dies, dass bei einem extremen Hochwasserereignis niederschlagsbedingt alle Geländevertiefungen schnell gefüllt sind, während die Hochwasserwelle der Stör erst zu einem späteren Zeitpunkt den Fluss hinunterläuft. Zu diesem Zeitpunkt wäre in den Geländevertiefungen ohnehin kein Stauvolumen mehr verfügbar. Infolgedessen haben Grabenverfüllungen in geringem Umfang keine Auswirkungen auf das Retentionsvolumen im Überschwemmungsgebiet der Stör. Im Überschwemmungsfall kann sich das Wasser wie bisher auch in die Gewässeraue der Stör hinein verteilen.

Bei den geplanten Blänken und Senken handelt es sich um flache Wasserflächen mit nur wenigen Dezimetern Wassertiefe, die oberflächennah profiliert und gestaltet werden. Faktisch wird lediglich der anstehende Boden im notwendigen Umfang abgeschoben bzw. aus-

gehoben und in die zu verfüllenden Gräben und Grüppen verbracht. Nach Fertigstellung wird sich die entstandene Bodensenke ggf. langsam mit Stauwasser füllen. In Hinblick auf die Maßnahmenfläche an der Moorwettern in Krempermoor / Neuenbrook ist ein horizontal gerichteter Wasserandrang von diesen lokalen Flachwasserzonen in Richtung der min. 100 m entfernt verlaufenden Moorwettern aufgrund der vorhandenen Bodenverhältnisse im Planungsraum - meist handelt es sich um nahezu wasserundurchlässige Marsch- bzw. Kleiböden - praktisch auszuschließen. Sofern überhaupt eine Versickerung mit Wasserverteilung über den Bodenkörper erfolgt, wäre diese vertikal in Richtung des Grundwasserhorizontes gerichtet. Demnach sind keine maßnahmenbedingten Vernässungen des Gewässerrandstreifens und des Deichfußes entlang der Moorwettern zu befürchten.

Durch die geplanten Ersatzmaßnahmen wird das Überschwemmungsgebiet der Stör in einem so geringen Maße beeinträchtigt, das sich daraus aus Sicht des Vorhabenträgers keine negativen Auswirkungen für den Hochwasserfall ableiten lassen. Allein die geringflächige Ausdehnung der Ersatzmaßnahmen steht zur Gesamtfläche des Überschwemmungsgebietes, welches über viele Kilometer die Stör hinauf bis nach Wrist reicht, in keinem Verhältnis.

Zusammengefasst sind keine nachteiligen Auswirkungen auf das Überschwemmungsgebiet bzw. auf das vorhandene Retentionsvolumen zu befürchten.

6 Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden wassertechnischen Fachbeitrag wird im Rahmen der Planungen zum Neubau der A 20 den besonderen wasserwirtschaftlichen Verhältnissen im Untersuchungsraum Rechnung getragen. Das komplexe Entwässerungssystem selbst und die Tatsache, dass dieses System die Grenzen seiner hydraulischen Leistungsfähigkeit erreicht hat, erfordern eine über das übliche Maß hinaus gehende Betrachtung des Abflussregimes.

Basierend auf einer eingehenden Bestandsanalyse wurde als Maßgabe der Planungen herausgearbeitet, die bestehenden Entwässerungsverhältnisse so wenig wie möglich zu unterbrechen und die Funktionen und gegenseitigen Abhängigkeiten im Gewässersystem nach Möglichkeit aufrecht zu erhalten. Als Zielrichtung galt ferner, die Abflusssituation möglichst an die natürlichen Verhältnisse anzugleichen.

Bei der Wahl geeigneter Entwässerungssysteme musste die Angleichung an die jeweils anschließenden Trassenabschnitte berücksichtigt werden. Für den Streckenabschnitt nördlich der *Langenhalsener Wettern* wurde insofern eine Lösung gewählt, die auf einer Rückhaltung und Drosselung des Abflusses über eine Sickerpassage basiert. Das hier vorherrschende Sägezahnprofil bedingt entweder eine direkte Ableitung über die Dammschulter (innenseitig) oder eine konventionelle Mittelstreifenentwässerung über Rohrleitungen und Schächte (außenseitig). Beide Ableitungen werden in eine hochgesetzte Mulde im Böschungsbereich geleitet, wo das Oberflächenwasser der Sickerpassage zugeführt wird. In einem unterhalb der seitlichen Berme angeordneten Sickerstrang mit Sickerleitung wird das Oberflächenwasser gesammelt und in regelmäßigen Abständen punktuell in ein straßenbegleitendes Gewässer (Graben Typ A) abgeleitet, welches an das Vorflutersystem angeschlossen wird. Neben der erzielten Drosselwirkung wird mithilfe der Sickerpassage auch das Risiko einer Verschlechterung der Wasserqualität in den Vorflutern minimiert, da die Straßenabflüsse vor dem Eintrag in das Gewässersystem per Sickerpassage über die belebte Bodenzone gereinigt werden.

Für den Abschnitt zwischen dem Tunnelportal und der Gewässerquerung der *Langenhalsener Wettern* wurde aufgrund der besonderen Rahmenbedingungen (Portalsituation, Gradienten, Trogumwallung) ein konventionelles Entwässerungssystem gewählt. Das System besteht aus einer geschlossenen Fassung und Ableitung des Oberflächenwassers über Straßenabläufe und Rohrleitungen. Vor der Einleitung in die Vorflut wird das Oberflächenwasser in einer nach den geltenden Richtlinien ausgelegten Behandlungsanlage gedrosselt und gereinigt.

Trotz der getroffenen Minimierungsmaßnahmen stellt die geplante A 20 einen Eingriff in das bestehende wasserwirtschaftliche System des Marschgebietes dar. So werden beispielsweise Gewässer überbaut, Dränagen zerschnitten und die Vorflut unterbrochen.

Um diese Eingriffe zu minimieren, werden die betroffenen Hauptgewässer per Brückenbauwerk ohne Querschnittseingengung gekreuzt. Kleinere Gewässer, Gräben oder Dränagesammler werden verlegt und wiederhergestellt sowie zerschnittene Dränagen wieder angeschlossen.

Wassertechnischer Fachbeitrag

Für den Fall eines lang anhaltenden Hochwasserereignisses in der Elbe und den damit verbundenen Einschränkungen bei der Marschentwässerung wird **die Pumpenleistung am Hauptschöpfwerk Bielenberg erhöht**. Diese vorbeugende Maßnahme entlastet im Bedarfsfall das gesamte wasserwirtschaftliche System im Untersuchungsraum. Mit dieser Hochwasserschutzmaßnahme wird einer speziellen Forderung der Aufsichtsbehörde entsprochen.

Aufgestellt:

Stade, den 27.02.2009

Grontmij IHP GmbH

ppa.



.....

Dipl.-Ing. Smidt

Fachbereichsleiter

i.A.



.....

Dipl.-Ing. Majehrke

Projektingenieur

7 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

A	Autobahn
A _E	Einzugsfläche
A _S	Sickerfläche
B	Bundesstraße
BAB	Bundesautobahn
cm	Zentimeter
DHSV	Deich- und Hauptsielverband
DN	Durchmesser (einer Rohrleitung)
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
DWD-Kostra	Deutscher Wetterdienst Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen
E	Einleitstelle
EA	Entwässerungsabschnitt
h	Stunde
ha	Hektar
HW	Hochwasser
km	Kilometer
K	Kreisstraße
l	Liter
m	Meter
MW	Mittelwasser
n	Häufigkeit
Nds.	Niedersachsen
NN	Normalnull
NW	Niedrigwasser
OK(G)	Oberkante (Gelände)
PN	Pegel-Null (PN = NN +5,00 m)
PW	Pumpwerk
q	Abflussspende
Q	Wassermenge, Durchflussmenge, Abflussmenge
r	Regenspende
RRB	Regenrückhaltebecken
s	Sekunde

Wassertechnischer Fachbeitrag

SV	Siel- oder Schleusenverband (als Wasser- und Bodenverband)
S-H	Schleswig-Holstein
TEG	Teileinzugsgebiet
THw	Tide-Hochwasser (auch z.B. MTHw = Mittleres Tide-Hochwasser)
TNw	Tide-Niedrigwasser
(U)SW	(Unter-) Schöpfwerk
UHV	Unterhaltungsverband
V	Volumen
WSP	Wasserspiegel, Wasserstand

8 Glossar

binnendeichs:	Vom Deich landeinwärts gesehen.
(Deich-)Siel:	Verschließbares Durchlassbauwerk (im Deich) zur Be- bzw. Entwässerung der binnen(-deichs) liegenden Flächen.
Durchlass:	Unterquerung eines Hindernisses (Straße, Deich) mit einer (Rohr-)Leitung.
Freibord:	Vertikaler Abstand zwischen Bemessungswasserstand und Sollhöhe bzw. Oberkante des Gewässers.
Gruppen:	Geländemulden zur Oberflächenentwässerung von Marschgebieten, häufig parallel und im Abstand von rd. 20 m angeordnet.
Klei:	Marschboden; aus den feinkörnigen Sinkstoffen des Meeres oder der Tideflüsse entstandener Boden.
Polder:	Eingedeichtes Marschland, meist künstlich entwässert.
Qualmwasser:	Durch Staudruck austretendes Grundwasser, vornehmlich binnendeichs.
Schöpfwerk:	Pumpwerk zur maschinellen Förderung von Wasser von einem tiefen auf ein höheres Niveau.
Schütz:	Absperreinrichtung in offenen Gerinnen.
Sielschlusszeit:	Zeitraum des nicht möglichen freien Durchflusses an Sielbauwerken in Abhängigkeit von den Wasserstandsverhältnissen.
Sielzugzeit:	Zeitraum des möglichen Durchflusses an Sielbauwerken in Abhängigkeit von den Wasserstandsverhältnissen.
Speicherlamelle:	Wasservolumen in Form einer Wasserstandsscheibe zur (Zwischen-) Speicherung von Wasser in einem Polder oder Becken.
Tide:	(auch: Gezeiten) Wasserstandsänderungen und Strömungen des Meeres, die unmittelbar oder mittelbar durch die Massenanziehung von Sonne und Mond in Verbindung mit der Erdumdrehung entstehen.

9 Literatur- und Quellenverzeichnis

Verwendete Daten und Planungsunterlagen:

- [1] Sielverband Kollmar. Anlagenverzeichnis. Krempe 10/1981.
- [2] Ingenieurbüro Birkhahn + Nolte GmbH. Genehmigungsantrag zur Verbesserung der Entwässerungsverhältnisse und des Hochwasserschutzes im Sielverband Rhingebiet. Kremperheide 01/2003.
- [3] Deich- und Hauptsielverband Kremper Marsch. Satzung. Krempe 04/1998.
- [4] Deich- und Hauptsielverband Kremper Marsch. Wasserstandshöhen im SV Kollmar (E-Mail). Dägeling, 03/2006.

Verwendete Richtlinien und Normen:

- [5] Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung Schleswig-Holstein. Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation. Veröffentlicht im Amtsblatt für S.-H., 25.11.1992.
- [6] 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. Stand 19.07.2002.
- [7] Starkniederschlagshöhen für Deutschland – KOSTRA-DWD 2000. Deutscher Wetterdienst, GF Hydrometeorologie, Offenbach, 2000.
- [8] DWA-Arbeitsblatt A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen. 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] DWA-Merkblatt M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., August 2007.
- [11] FGSV: Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung (RAS-Ew). Köln 2005.

Anhang

Hydraulische Nachweise der geplanten wassertechnischen Maßnahmen

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Berechnungsformeln und -annahmen	37
1.1 Abflussspende und Abflussmenge	37
1.2 Bemessungsformel für Fließgewässer	37
2 Hydraulische Nachweise - Gewässer	39
2.1 Kreuzung der Langenhalsener Wettern (Verbandsgewässer 1.0)	39
2.1.1 Erforderliche Durchflussmenge	39
2.1.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts	39
2.1.3 Brückenbauwerk am Kreuzungspunkt	40
2.1.4 Bestimmung der Bermenhöhe für Fischotter bei HW_{10}	41
2.2 Teilverlegung Landweg-Wettern (Verbandsgewässer 2.1)	42
2.2.1 Erforderliche Durchflussmenge	42
2.2.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts	42
2.3 Teilverlegung Kleine Wettern (Verbandsgewässer 4.0)	44
2.3.1 Erforderliche Durchflussmenge	44
2.3.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts	44
2.4 Ausbau Graben Typ A	46
2.4.1 Erforderliche Durchflussmenge	46
2.4.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts	46
2.5 Ausbau Graben Typ B	48
2.5.1 Erforderliche Durchflussmenge	48
2.5.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts	48
2.6 Ausbau Graben Typ C	50
2.6.1 Erforderliche Durchflussmenge	50
2.6.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts	50
3 Hydraulische Nachweise - Rohrdurchlässe	52
3.1 Bemessungsformeln für Rohrdurchlässe	52
3.2 Nachweis des Rohrdurchlasses am Graben Typ C	52
3.3 Nachweis der temporären Verrohrung der Kleinen Wettern	53
4 Verzeichnis der verwendeten Kurzzeichen	55

Anlagen

Tabellen der Einzugsflächen, Einleitstellen und Einleitmengen

56

1 Berechnungsformeln und -annahmen

1.1 Abflusspende und Abflussmenge

Für die hydraulische Berechnung der Kreuzungsbauwerke (Brücken) wird aus Sicherheitsgründen von folgender Hochwasserabflusspende für landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgegangen:

$$HHq = 250 \text{ l/(sxkm}^2) \quad 2,5 \text{ l/(sxha)}$$

Für die hydraulische Berechnung von Fließgewässern und Rohrdurchlässen wird von folgender Abflusspende für landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgegangen:

$$Hq = 150 \text{ l/(sxkm}^2) \quad 1,5 \text{ l/(sxha)}$$

Die Berechnung der maßgebenden Abflussmenge erfolgt dann nach folgender Formel:

$$Q = A_E \times (H)Hq \quad [\text{l/s}] \quad \text{mit } A_E = \text{Einzugsfläche [ha]}$$

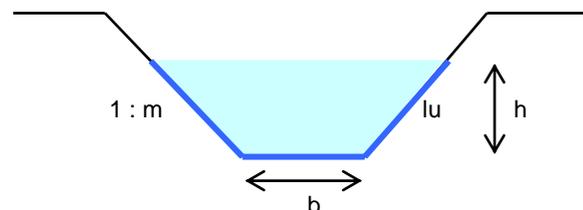
Auf die jeweils maßgebende Abflussmenge Q werden die Gewässerquerschnitte und die Rohrdurchlässe ausgelegt.

1.2 Bemessungsformel für Fließgewässer

Die hydraulische Bemessung von Fließgewässern erfolgt nach der Formel von MANNING-STRICKLER für wandraue Gerinne:

$$Q = A \times v$$

$$= A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$



Durchflussquerschnitt: $A = h \times (b + h \times m) \quad [\text{m}^2]$

Hydraulischer Radius: $r_{hy} = A / l_u \quad [\text{m}]$

Benetzter Umfang: $l_u = b + 2 h \times \sqrt{1 + m^2} \quad [\text{m}]$

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Rauigkeitsbeiwert	$k_{St} = 30 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ (für stark bewachsene Erdkanäle)
Gefälle:	$I_E =$ Energie-, d.h. Sohl- oder Wasserspiegelgefälle (angenommen $\min I = 0,1 \text{ ‰}$, sofern nicht anders erwähnt)

Da in typischen Marschgewässern kein Sohlgefälle vorhanden ist und der Durchfluss maßgeblich vom Schöpfwerksbetrieb abhängt, muss sich ein Wasserspiegelgefälle einstellen, damit die erforderliche Durchflussmenge vom Gewässer abgeleitet werden kann. Dieses wurde mit $I = 0,1 \text{ ‰}$ angenommen. Sofern auch bei dem resultierenden Wasserspiegelanstieg noch ein ausreichender Freibord erhalten bleibt, gilt der Nachweis als erbracht.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Eingangsdaten für den jeweiligen Bemessungsfall aufgeführt, der Berechnungsgang erläutert und die Ergebnisse zusammengefasst.

2 Hydraulische Nachweise - Gewässer

2.1 Kreuzung der Langenhalsener Wettern (Verbandsgewässer 1.0)

2.1.1 Erforderliche Durchflussmenge

Die erforderliche Durchflussmenge am Brückenbauwerk wurde aus Sicherheitsgründen mithilfe der Hochwasserabflussspende HHq errechnet. Als Einzugsfläche des Verbandsgebietes im Bereich des geplanten Kreuzungsbauwerks wurde – auf der sicheren Seite liegend – das gesamte Einzugsgebiet des Schöpfwerkes Bielenberg von rd. 3.330 ha angesetzt. Der maßgebende Bemessungsdurchfluss beträgt:

$$\text{erf. } Q = \text{HHQ} = A_E \times \text{HHq} = 3.330 \text{ ha} \times 2,5 \text{ l/(sxha)} = 8.325 \text{ l/s} = 8,325 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.1.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts erfolgt gemäß der unter 1.2 benannten Formel:

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

In Anlehnung an das Anlagenverzeichnis des SV Kollmar wird die *Langenhalsener Wettern* im Bereich des Kreuzungspunktes mit folgendem Ausbauprofil wiederhergestellt:

Sohlbreite:	b = 14,00 m
Böschungsneigung:	1 : m = 1 : 1
Gewässertiefe:	t = 3,50 m
Erf. Freibord (Annahme):	f = 1,00 m

Die notwendige Fließtiefe zur Ableitung der erforderlichen Durchflussmenge wurde durch Anwendung der obenstehenden Formel iterativ ermittelt. Dabei ergibt sich folgender Fließquerschnitt A:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 1,52 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 1,52 \times (14,00 + 1,52 \times 1)$ $= 23,59 \text{ m}^2$

Der hydraulische Radius errechnet sich wie folgt:

Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1+m^2}$ $= 14,00 + 2 \times 1,52 \times \sqrt{1+1^2} = 18,30 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u = 23,59 / 18,30 = 1,289 \text{ m}$

Als Wasserspiegelgefälle wurde $\min I = 0,1 \text{ ‰}$ angesetzt, was bei der vorhandenen Gesamtlänge der *Langenhalsener Wettern* von rd. 8 km (von der Mündung bis zur Quelle) einer Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{WSP} = 8.000 \text{ m} \times 0,1 \text{ ‰} = 0,80 \text{ m}$ entspricht. Sofern trotz dieser Wasserspiegeldifferenz mindestens 1,0 m als Freibord verbleiben, gilt der Nachweis als erbracht:

Resultierender Freibord: $f = t - (h_{WSP} + \Delta h_{WSP})$
 $= 3,50 - (1,52 + 0,80) = 1,18 \text{ m} > \text{erf. } f = 1,00 \text{ m} \checkmark$

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts ergibt sich schließlich wie folgt:

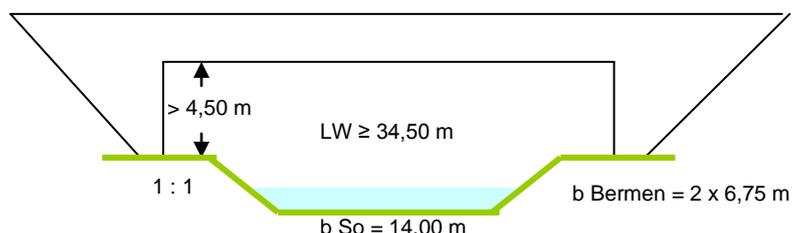
Durchflussleistung $Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$
 $= 23,59 \times 30 \times 1,289^{2/3} \times 0,0001^{1/2}$
 $= \underline{8,382 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{erf. } Q = 8,325 \text{ m}^3/\text{s} \checkmark$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 1,52 m erforderlich. Unter Berücksichtigung des erforderlichen Wasserspiegelgefälles beträgt der resultierende Freibord 1,18 m. Der hydraulische Nachweis ist damit erbracht.

2.1.3 Brückenbauwerk am Kreuzungspunkt

Für die Kreuzung der *Langenhalsener Wettern* bei Bau-km 13+527, Bauwerk Nr. 10.05, ist ein Brückenbauwerk ohne Profileinengung vorgesehen. Die Durchflussleistung des Gewässers wird folglich nicht eingeschränkt, auf einen gesonderten Nachweis kann verzichtet werden. Das geplante Brückenbauwerk erhält folgende Eckdaten:

- Sohlbreite: 14,00 m
- Böschungsneigung: 1 : 1
- Sohlhöhe Zulauf: ca. -3,75 mNN
- Berme 2 x b = 6,75 m = 13,50 m
- Bermenhöhe: -1,00 mNN bis -0,40 mNN
- Lichte Höhe Berme: $\geq 4,50 \text{ m}$
- Breite gesamt: 32,48 m (32,00 m zwischen Geländern)
- Lichte Weite BW: $\geq 34,50 \text{ m}$
- Bauwerksskizze:



2.1.4 Bestimmung der Bermenhöhe für Fischotter bei HW₁₀

Zur Festlegung des Höhenniveaus für eine Fischotterberme unter dem Bauwerk ist nach MAQ der Wasserstand bei einem 10-jährigen Hochwasser HW₁₀ maßgebend. Zur Berechnung dieses Wasserstandes wurde erneut das gesamte Einzugsgebiet des Schöpfwerkes Bielenberg von rd. 3.330 ha angesetzt. Der maßgebende Bemessungsdurchfluss beträgt:

$$\text{erf. } Q = HQ_{10} = A_E \times Hq_{10} = 3.330 \text{ ha} \times 2,0 \text{ l/(sxha)} = 6.660 \text{ l/s} = 6,660 \text{ m}^3/\text{s}$$

Analog zum Berechnungsgang unter 2.1.2 ergibt sich der stationäre hydraulische Nachweis am Kreuzungspunkt wie folgt:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 1,33 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 1,33 \times (14,00 + 1,33 \times 1) = 20,39 \text{ m}^2$
Benetzter Umfang:	$I_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1+m^2} = 14,00 + 2 \times 1,33 \times \sqrt{1+1^2} = 17,76 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / I_u = 20,39 / 17,76 = 1,148 \text{ m}$
Wasserspiegelgefälle:	$I_E = 0,1 \text{ ‰}$
Durchflussleistung	$\underline{Q} = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} = 20,39 \times 30 \times 1,148^{2/3} \times 0,0001^{1/2} = \underline{6,706 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{erf. } Q = 6,660 \text{ m}^3/\text{s} \checkmark$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss HQ₁₀ abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 1,33 m erforderlich, was einem Wasserstand von etwa NN -2,42 m entspricht.

Allerdings liegt dieser rechnerisch ermittelte Wasserstand HW₁₀ noch deutlich unterhalb des künstlich durch das Schöpfwerk Bielenberg gehaltenen Regelwasserstandes, so dass eine Fischotterberme auf diesem Niveau regelmäßig überflutet wäre. Folglich darf nicht der stationär ermittelte HW₁₀ maßgebend sein, sondern es muss der höhere Schöpfwerkswasserstand zuzüglich des erforderlichen Wasserspiegelgefälles bis zum Kreuzungspunkt inkl. Freibord und Sicherheitszuschlag angesetzt werden. Das erforderliche Höhenniveau der Fischotterberme ergibt sich demnach wie folgt:

Erf. Höhenniveau:	$\underline{h}_{\text{Berme}} = SW_{\text{Ein}} + I_E \times L + \text{Freibord} = \text{NN } -1,80 \text{ m} + 0,1\text{‰} \times 1.800 \text{ m} + 0,15 \text{ m} = \text{NN } -1,47 \text{ m, gewählt } \underline{\text{NN } -1,00 \text{ m}}$
-------------------	--

Die Otterberme unter dem Kreuzungsbauwerk ist mindestens auf einem Höhenniveau von NN -1,00 m anzuordnen. Bei dieser Höhenlage ist sichergestellt, dass die Berme im Regelfall trocken bleibt und nicht überflutet wird.

2.2 Teilverlegung Landweg-Wettern (Verbandsgewässer 2.1)

2.2.1 Erforderliche Durchflussmenge

Die Größe des Einzugsgebiets der *Landweg-Wettern* oberhalb der Gewässerverlegung (ca. Bau-km 12+140 bis 12+217) wurde mit ca. 17,0 ha plangemessen. Zur Ermittlung der erforderlichen Abflussleistung des Gewässers wurde die Abflussspende von $H_q = 1,5 \text{ l/(sxha)}$ angesetzt. Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = 17,0 \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 25,5 \text{ l/s} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts erfolgt gemäß der unter 1.2 benannten Formel:

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

In Anlehnung an das Anlagenverzeichnis des SV Kollmar wird die *Landweg - Wettern* mit folgendem Ausbauprofil hergestellt:

Sohlbreite:	$b = 1,00 \text{ m}$
Böschungsneigung:	$1 : m = 1 : 1$
Gewässertiefe:	$t = 2,50 \text{ m}$
Erf. Freibord (Annahme):	$f = 1,00 \text{ m}$
Ausbaustrecke:	$L = \text{rd. } 85 \text{ m}$

Die notwendige Fließtiefe zur Ableitung der erforderlichen Durchflussmenge wurde durch Anwendung der obenstehenden Formel iterativ ermittelt. Dabei ergibt sich folgender Fließquerschnitt A:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 0,23 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 0,23 \times (1,00 + 0,23 \times 1)$ $= 0,28 \text{ m}^2$

Der hydraulische Radius errechnet sich wie folgt:

Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1+m^2}$ $= 1,00 + 2 \times 0,23 \times \sqrt{1+1^2} = 1,651 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u = 0,28 / 1,651 = 0,171 \text{ m}$

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Als Wasserspiegelgefälle wurde $\min I = 0,1 \text{ ‰}$ angesetzt, woraus sich vom Ausbauanfang bis zum Ausbauende eine Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{WSP} = 85 \text{ m} \times 0,1 \text{ ‰} = 0,01 \text{ m}$ ergibt. Sofern trotz dieser Wasserspiegeldifferenz mindestens 1,0 m als Freibord verbleiben, gilt der Nachweis als erbracht:

$$\begin{aligned} \text{Resultierender Freibord: } f &= t - (h_{WSP} + \Delta h_{WSP}) \\ &= 2,50 - (0,23 + 0,01) = 2,26 \text{ m} > \text{ erf. } f = 1,00 \text{ m} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts ergibt sich schließlich wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Durchflussleistung } \underline{Q} &= A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2} \\ &= 0,28 \times 30 \times 0,171^{2/3} \times 0,0001^{1/2} \\ &= \underline{0,026 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{ erf. } Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{s} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 0,23 m erforderlich. Der resultierende Freibord am Ausbauende beträgt rd. 2,26 m. Der hydraulische Nachweis ist damit erbracht.

2.3 Teilverlegung Kleine Wietern (Verbandsgewässer 4.0)

2.3.1 Erforderliche Durchflussmenge

Der maßgebende Bemessungsabfluss der *Kleinen Wietern* (ca. Bau-km 14+032 bis 14+417) entspricht der Einleitmenge an der Einleitstelle E15. Diese setzt sich zu verschiedenen Anteilen aus Straßen- und Gebietsabflüssen zusammen (vgl. Tabelle S. 55). Das Einzugsgebiet der *Kleinen Wietern* oberhalb der Ausbaustrecke wurde mit rd. 34,35 ha plangemessen. Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = (0,60+0,97+34,35) \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 54 \text{ l/s} = 0,054 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts erfolgt gemäß der unter 1.2 benannten Formel:

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

In Anlehnung an das Anlagenverzeichnis des SV Kollmar wird die *Kleine Wietern* mit folgendem Ausbauprofil hergestellt:

Sohlbreite:	b = 2,50 m
Böschungsneigung:	1 : m = 1 : 1,5
Gewässertiefe:	t = 2,33 m
Erf. Freibord (Annahme):	f = 1,00 m
Ausbaustrecke:	L = rd. 405 m

Die notwendige Fließtiefe zur Ableitung der erforderlichen Durchflussmenge wurde durch Anwendung der obenstehenden Formel iterativ ermittelt. Dabei ergibt sich folgender Fließquerschnitt A:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 0,21 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 0,21 \times (2,50 + 0,21 \times 1,5) = 0,59 \text{ m}^2$

Der hydraulische Radius errechnet sich wie folgt:

Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1+m^2} = 2,50 + 2 \times 0,21 \times \sqrt{1+1,5^2} = 3,257 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u = 0,59 / 3,257 = 0,181 \text{ m}$

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Als Wasserspiegelgefälle wurde $\min I = 0,1 \text{ ‰}$ angesetzt, woraus sich vom Ausbauanfang bis zum Ausbauende eine Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{\text{WSP}} = 405 \text{ m} \times 0,1 \text{ ‰} = 0,04 \text{ m}$ ergibt. Sofern trotz dieser Wasserspiegeldifferenz mindestens 1,0 m als Freibord verbleiben, gilt der Nachweis als erbracht:

$$\begin{aligned} \text{Resultierender Freibord: } f &= t - (h_{\text{WSP}} + \Delta h_{\text{WSP}}) \\ &= 2,33 - (0,21 + 0,04) = 2,08 \text{ m} > \text{erf. } f = 1,00 \text{ m} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts ergibt sich schließlich wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Durchflussleistung } \underline{Q} &= A \times k_{\text{St}} \times r_{\text{hy}}^{2/3} \times I_{\text{E}}^{1/2} \\ &= 0,59 \times 30 \times 0,181^{2/3} \times 0,0001^{1/2} \\ &= \underline{0,057 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{erf. } Q = 0,054 \text{ m}^3/\text{s} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 0,21 m erforderlich. Der resultierende Freibord am Ausbauende beträgt rd. 2,08 m. Der hydraulische Nachweis ist damit erbracht.

2.4 Ausbau Graben Typ A

2.4.1 Erforderliche Durchflussmenge

Der maßgebende Bemessungsabfluss des Grabens Typ A (ca. Bau-km 13+566 bis 14+440) entspricht der Einleitmenge an der Einleitstelle E 13. Diese setzt sich zu verschiedenen Anteilen aus Straßen- und Gebietsabflüssen zusammen (vgl. Tabelle S. 55). Das Einzugsgebiet des Grabens Typ A wurde mit rd. 26,85 ha plangemessen. Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = (3,32+26,85) \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 45 \text{ l/s} = 0,045 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.4.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts erfolgt gemäß der unter 1.2 benannten Formel:

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

Der Graben Typ A wird mit folgendem Ausbauprofil hergestellt:

Sohlbreite:	b = 1,00 m
Böschungsneigung:	1 : m = 1 : 1,5
Gewässertiefe:	t = min. 2,00 m (ungünstig, d.h. flach, angenommen)
Erf. Freibord (Annahme):	f = 1,00 m
Ausbaustrecke:	L = rd. 874 m

Die notwendige Fließtiefe zur Ableitung der erforderlichen Durchflussmenge wurde durch Anwendung der obenstehenden Formel iterativ ermittelt. Dabei ergibt sich folgender Fließquerschnitt A:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 0,30 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 0,30 \times (1,00 + 0,30 \times 1,5) = 0,44 \text{ m}^2$

Der hydraulische Radius errechnet sich wie folgt:

Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1+m^2}$ $= 1,00 + 2 \times 0,30 \times \sqrt{1+1,5^2} = 2,082 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u = 0,44 / 2,082 = 0,209 \text{ m}$

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Als Wasserspiegelgefälle wurde $\min I = 0,1 \text{ ‰}$ angesetzt, woraus sich vom Ausbauanfang bis zum Ausbauende eine Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{\text{WSP}} = 874 \text{ m} \times 0,1 \text{ ‰} = 0,09 \text{ m}$ ergibt. Sofern trotz dieser Wasserspiegeldifferenz mindestens 1,0 m als Freibord verbleiben, gilt der Nachweis als erbracht:

$$\begin{aligned} \text{Resultierender Freibord: } f &= t - (h_{\text{WSP}} + \Delta h_{\text{WSP}}) \\ &= 2,00 - (0,30 + 0,09) = 1,61 \text{ m} > \text{ erf. } f = 1,00 \text{ m} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts ergibt sich schließlich wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Durchflussleistung } \underline{Q} &= A \times k_{\text{St}} \times r_{\text{hy}}^{2/3} \times I_E^{1/2} \\ &= 0,44 \times 30 \times 0,209^{2/3} \times 0,0001^{1/2} \\ &= \underline{0,046 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{ erf. } Q = 0,045 \text{ m}^3/\text{s} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 0,30 m erforderlich. Der resultierende Freibord am Ausbauende beträgt im ungünstigsten Fall rd. 1,61 m. Der hydraulische Nachweis ist damit erbracht.

2.5 Ausbau Graben Typ B

2.5.1 Erforderliche Durchflussmenge

Der maßgebende Bemessungsabfluss des Grabens Typ B (ca. Bau-km 13+533 bis 13+772) entspricht der Einleitmenge an der Einleitstelle E 14. Diese besteht ausschließlich aus Oberflächenabfluss von der A20 (vgl. Tabelle S. 55/ 56). Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = 1,17 \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 2 \text{ l/s} = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.5.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts erfolgt gemäß der unter 1.2 benannten Formel:

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

Der Graben Typ B wird mit folgendem Ausbauprofil hergestellt:

Sohlbreite:	b = 1,00 m
Böschungsneigung:	1 : m = 1 : 1,5
Gewässertiefe:	t = 1,50 m
Erf. Freibord (Annahme):	f = 1,00 m
Ausbaustrecke:	L = rd. 239 m

Die notwendige Fließtiefe zur Ableitung der erforderlichen Durchflussmenge wurde durch Anwendung der obenstehenden Formel iterativ ermittelt. Dabei ergibt sich folgender Fließquerschnitt A:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 0,05 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 0,05 \times (1,00 + 0,05 \times 1,5)$ $= 0,054 \text{ m}^2$

Der hydraulische Radius errechnet sich wie folgt:

Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1 + m^2}$ $= 1,00 + 2 \times 0,05 \times \sqrt{1 + 1,5^2} = 1,180 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u = 0,054 / 1,180 = 0,046 \text{ m}$

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Als Wasserspiegelgefälle wurde $\min I = 0,1 \text{ ‰}$ angesetzt, woraus sich vom Ausbauanfang bis zum Ausbauende eine Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{\text{WSP}} = 239 \text{ m} \times 0,1 \text{ ‰} = 0,02 \text{ m}$ ergibt. Sofern trotz dieser Wasserspiegeldifferenz mindestens 1,0 m als Freibord verbleiben, gilt der Nachweis als erbracht:

$$\begin{aligned} \text{Resultierender Freibord: } f &= t - (h_{\text{WSP}} + \Delta h_{\text{WSP}}) \\ &= 1,50 - (0,05 + 0,02) = 1,43 \text{ m} > \text{ erf. } f = 1,00 \text{ m} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts ergibt sich schließlich wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Durchflussleistung } \underline{Q} &= A \times k_{\text{St}} \times r_{\text{hy}}^{2/3} \times I_E^{1/2} \\ &= 0,054 \times 30 \times 0,046^{2/3} \times 0,0001^{1/2} \\ &= \underline{0,002 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{ erf. } Q = 0,002 \text{ m}^3/\text{s} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 0,07 m erforderlich. Der resultierende Freibord beträgt rd. 1,43 m. Der hydraulische Nachweis ist damit erbracht.

2.6 Ausbau Graben Typ C

2.6.1 Erforderliche Durchflussmenge

Der maßgebende Bemessungsabfluss des Grabens Typ C (ca. Bau-km 11+950 bis 13+516 rechts) entspricht der Einleitmenge an der Einleitstelle E 12. Diese setzt sich zu verschiedenen Anteilen aus Straßen- und Gebietsabflüssen zusammen (vgl. Tabelle S. 55). Das Einzugsgebiet des Grabens Typ C wurde mit rd. 34,38 ha plangemessen. Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = (4,86+34,38) \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 59 \text{ l/s} = 0,059 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.6.2 Hydraulischer Nachweis des Gewässerquerschnitts

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts erfolgt gemäß der unter 1.2 benannten Formel:

$$Q = A \times k_{St} \times r_{hy}^{2/3} \times I_E^{1/2}$$

Der Graben Typ C wird mit folgendem Ausbauprofil hergestellt:

Sohlbreite:	b = 1,00 m
Böschungsneigung:	1 : m = 1 : 1,5
Gewässertiefe:	t = min. 2,00 m (ungünstig, d.h. flach, angenommen)
Erf. Freibord (Annahme):	f = 1,00 m
Ausbaustrecke:	L = rd. 1.566 m

Die notwendige Fließtiefe zur Ableitung der erforderlichen Durchflussmenge wurde durch Anwendung der obenstehenden Formel iterativ ermittelt. Dabei ergibt sich folgender Fließquerschnitt A:

Erf. Fließtiefe:	$h_{WSP} = 0,35 \text{ m}$
Erf. Fließquerschnitt:	$A = h_{WSP} \times (b + h_{WSP} \times m) = 0,35 \times (1,00 + 0,35 \times 1,5)$ $= 0,53 \text{ m}^2$

Der hydraulische Radius errechnet sich wie folgt:

Benetzter Umfang:	$l_u = b + 2 \times h_{WSP} \times \sqrt{1+m^2}$ $= 1,00 + 2 \times 0,35 \times \sqrt{1+1,5^2} = 2,262 \text{ m}$
Hydraulischer Radius:	$r_{hy} = A / l_u = 0,53 / 2,262 = 0,236 \text{ m}$

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Als Wasserspiegelgefälle wurde $\min I = 0,1 \text{ ‰}$ angesetzt, woraus sich vom Ausbauanfang bis zum Ausbauende eine Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{\text{WSP}} = 1.566 \text{ m} \times 0,1 \text{ ‰} = 0,16 \text{ m}$ ergibt. Sofern trotz dieser Wasserspiegeldifferenz mindestens 1,0 m als Freibord verbleiben, gilt der Nachweis als erbracht:

$$\begin{aligned} \text{Resultierender Freibord: } f &= t - (h_{\text{WSP}} + \Delta h_{\text{WSP}}) \\ &= 2,00 - (0,35 + 0,16) = 1,49 \text{ m} > \text{ erf. } f = 1,00 \text{ m} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Der hydraulische Nachweis des Gewässerquerschnitts ergibt sich schließlich wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Durchflussleistung } \underline{Q} &= A \times k_{\text{St}} \times r_{\text{hy}}^{2/3} \times I_E^{1/2} \\ &= 0,53 \times 30 \times 0,236^{2/3} \times 0,0001^{1/2} \\ &= \underline{0,061 \text{ m}^3/\text{s}} > \text{ erf. } Q = 0,059 \text{ m}^3/\text{s} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist eine Mindestfließtiefe im Gewässer von 0,35 m erforderlich. Der resultierende Freibord am Ausbauende beträgt im ungünstigsten Fall rd. 1,49 m. Der hydraulische Nachweis ist damit erbracht.

3 Hydraulische Nachweise - Rohrdurchlässe

3.1 Bemessungsformeln für Rohrdurchlässe

Die hydraulische Bemessung von Rohrdurchlässen erfolgt nach der Formel von PRANDTL-COLEBROOK für Kreisquerschnitte:

$$Q = A \times v$$

$$= A \times \sqrt{\frac{(2g \times l \times E \times d)}{\lambda}} \quad [m^3/s]$$

Durchflussquerschnitt: $A = r^2 \times \pi \quad [m^2]$

Widerstandsbeiwert λ : $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3,71} \right) \quad [--]$

Gefälle: $I_E = \text{Energie-, d.h. Sohl- oder Wasserspiegelgefälle}$
(angenommen min $I = 0,1 \%$, sofern nicht anders erwähnt)

Für die Bemessung wurden einschlägige, nach den vorstehenden Formeln ausgewertete Druckabfalltabellen verwendet (z.B. LAUTRICH, Tabellen und Tafeln).

3.2 Nachweis des Rohrdurchlasses am Graben Typ C

Durchzuführen ist ein hydraulischer Nachweis der geplanten Verrohrungen an den Einleitstellen E 12 bis E 14. Da alle Rohrdurchlässe zunächst mit dem gleichen Mindestdurchmesser von DN 400 ausgelegt werden, erfolgt der Nachweis exemplarisch für den ungünstigsten Bemessungsfall, nämlich für die Endverrohrung des Grabens Typ C. Hier treten die größten Abflussmengen auf. Es ist zu prüfen, ob die geplanten Durchlässe DN 400 diese Abflussmengen schadlos ableiten können.

Der maßgebende Bemessungsabfluss des geplanten Grabens Typ C (ca. Bau-km 11+950 bis 13+516) entspricht der Einleitmenge an der Einleitstelle E 12. Diese setzt sich zu verschiedenen Anteilen aus Straßen- und Gebietsabflüssen zusammen (vgl. Tabelle S. 55). Das Einzugsgebiet des Grabens Typ C wurde mit rd. 34,38 ha plangemessen. Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = (4,86 + 34,38) \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 59 \text{ l/s}$$

Die geplanten Durchlässe werden auf ein Sohlgefälle von min. $I = 0,1 \%$ ($= 1 : 1.000$) nachgewiesen, wobei wegen der geforderten Sohleinbindung des Rohrquerschnitts nur 90% der Vollfüllung als tatsächliche Abflussleistung angesetzt werden.

Rohrdurchmesser:	DN 400
Sohlgefälle:	$I = 0,1 \%$
$Q_{\text{voll}} = A \times v =$	$(0,20^2 \times \pi) \text{ m}^2 \times 0,52 \text{ m/s} = 0,066 \text{ m}^3/\text{s} = 66,0 \text{ l/s}$ (gemäß Druckabfalltabelle)

Die reduzierte Abflussleistung des Rohrdurchlasses unter Berücksichtigung der Sohleinbindung beträgt:

$$Q_{\text{voll}} \times 90\% = 66 \text{ l/s} \times 90\% = 59,4 \text{ l/s} \quad \geq \text{erf. } Q = 59 \text{ l/s} \quad \checkmark$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist die Abflussleistung eines Rohrdurchlasses DN 400 ausreichend. Der hydraulische Nachweis der geplanten Verrohrungen an den Einleitstellen E 12 bis E 14 ist damit erbracht.

3.3 Nachweis der temporären Verrohrung der Kleinen Wettern

Durchzuführen ist ein hydraulischer Nachweis für eine temporäre Verrohrung der *Kleinen Wettern* (Verbandsgewässer 4.0), welche für die Erschließung der Fläche an der Fielhöhe zum Zwecke der Zwischenlagerung von Bodenmassen bauzeitlich erforderlich wird. Parallel zur *Langenhalsener Wettern* werden die Bodenmassen über eine temporäre Baustraße transportiert, dabei ist die *Kleine Wettern* zu queren. Es ist zu prüfen, welcher Rohrquerschnitt in der Lage ist, die anfallenden Abflussmengen schadlos abzuleiten.

Das Einzugsgebiet der *Kleinen Wettern* oberhalb der Verrohrung wurde mit rd. 188 ha plan-gemessen. Der maßgebende Bemessungsabfluss beträgt:

$$HQ = A_E \times H_q = 188 \text{ ha} \times 1,5 \text{ l/(sxha)} = 282 \text{ l/s}$$

Die geplanten Durchlässe werden auf ein Sohlgefälle von min. $I = 0,1 \%$ ($= 1 : 1.000$) nachgewiesen, wobei wegen der geforderten Sohleinbindung des Rohrquerschnitts nur 90% der Vollfüllung als tatsächliche Abflussleistung angesetzt werden. Im vorliegenden Fall wird die temporäre Verrohrung an die bestehenden Querschnitte angeglichen.

Rohrdurchmesser:	DN 800 (wie auch im Bestand vorhanden)
Sohlgefälle:	$I = 0,1 \%$
$Q_{\text{voll}} = A \times v =$	$(0,40^2 \times \pi) \text{ m}^2 \times 0,82 \text{ m/s} = 0,412 \text{ m}^3/\text{s} = 412,0 \text{ l/s}$ (gemäß Druckabfalltabelle)

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Die reduzierte Abflussleistung des Rohrdurchlasses unter Berücksichtigung der Sohleinbindung beträgt:

$$Q_{\text{voll}} \times 90\% = 412 \text{ l/s} \times 90\% = 371 \text{ l/s} \geq \text{erf. } Q = 282 \text{ l/s} \quad \checkmark$$

Um den maßgebenden Bemessungsabfluss abzuleiten, ist die Abflussleistung eines Rohrdurchlasses DN 800 ausreichend. Der hydraulische Nachweis der geplanten, temporären Verrohrung der Kleinen Wettern ist damit erbracht.

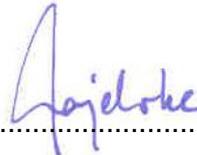
Aufgestellt:

Stade, den 27.02.2009

Grontmij IHP GmbH

ppa.

i.A.



.....
Dipl.-Ing. Smidt

.....
Dipl.-Ing. Majehrke

Fachbereichsleiter

Projektingenieur

4 Verzeichnis der verwendeten Kurzzeichen

Kurzzeichen	Benennung	Einheit(-en)
A_{erf}	erforderlicher Mindestquerschnitt	ha, m ²
A_E	Einzugsgebietsfläche	ha, m ²
b	Sohl- oder Wehrbreite	m
d	Durchmesser	m
f	Freibord	m
g	Erdbeschleunigung	m/s ²
h_{WSP}	Fließtiefe (in einem Gewässer)	m
$h_{\text{ü}}$	Überfallhöhe	m
(H)Hq	(Höchste) Hochwasser-Abflusssspende	l/(sxha)
I	Gefälle	m/m
I_E	Energiehöhengefälle	m/m
k	absolute Rauheit	mm
k_{St}	Rauigkeitsbeiwert	m ^{1/3} /s
l_U	benetzter Umfang	m
1 : m	Böschungsneigung	m/m
q	Abflusssspende	l/(sxha)
Q_{max}	max. Zufluss / Abfluss / Durchfluss	m ³ /s, l/s
Q_{voll}	Abflussleistung bei Völlfüllung (in Rohrleitungen)	m ³ /s, l/s
r	Radius	m
r_{hy}	hydraulischer Radius (= A / l_U)	m
Re	Reynolds-Zahl	[-]
t	Gewässertiefe	m
v	Fließgeschwindigkeit	m/s
v_0	Anströmgeschwindigkeit	m/s
λ	Widerstandsbeiwert	[-]
μ	Überfallbeiwert	[-]

Anlagen

Tabelle der Einzugsflächen, Einleitstellen und Einleitmengen

(3 Seiten)

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Zusammenstellung der Einleitstellen und Ermittlung der Einleitmengen Q_E

Einleitstelle	Einleitung in Verbandsgewässer / Bau-km A20	Einleitstelle		von Autobahnen (gedrosselt)			von sonstigen Straßen (vgl. straßenbaulicher Entwurf)		aus Gebietsentwässerung (vorh. Drainagen)			Gesamt Q_E [l/s]
		Rechtswert	Hochwert	A_E [ha]	q [l/(sxha)]	Q_E [l/s]	A_E [ha] (Bezeichnung. Straße)	Q_E [l/s]	A_E [ha]	q_{iw} [l/(sxha)]	Q_E [l/s]	
E 11	2.1 Landweg-Wettern 12+643	3530167	5957207	3,51 (A20, RRB EA 4)	1,5	5,3	1,56 (Betriebsstr. Tunnel) (Trogränage Tunnel) (1)	2,3 4,2	---		0,0	7,6 4,2
E 12.1	Graben Typ C 13+499	3530730	5957890	2,75 (Böschungflächen)	1,5	4,1	0,64 (Wirtschaftsweg)	1,0	---		0,0	5,1
E 12	1.0 Langenhalsener Wettern 13+538 aus E 12.1: Summe:	3530733	5957927	4,46 (A20 - Böschungflächen) 2,75 7,20	1,5	6,7 4,1 10,8	---	0,0 1,0 1,0	34,38	1,5	51,6	63,4
E 13	1.0 Langenhalsener Wettern 13+550 aus E 13.1: aus E 13.2: aus E 13.3: aus E 13.4: Summe:	3530741	5957940	0,69 (Böschungflächen) 0,77 0,72 0,80 0,44 3,41	1,5	1,0 0,8 0,8 0,9 0,5 4,0	---	0,0	26,85	1,5	40,3	44,2
E 13.1	Graben Typ A 13+875	3530816	5958257	0,77 (A20)	1,1	0,8	---	0,0	---		0,0	0,8
E 13.2	Graben Typ A 14+030	3530847	5958409	0,72 (A20)	1,1	0,8	---	0,0	---		0,0	0,8
E 13.3	Graben Typ A 14+230	3530904	5958599	0,80 (A20)	1,1	0,9	---	0,0	---		0,0	0,9
E 13.4	Graben Typ A 14+430	3530972	5958785	0,44 (A20)	1,1	0,5	---	0,0	---		0,0	0,5
E 14	1.0 Langenhalsener Wettern 13+516	3530654	5957929	1,28 (A20 - inkl. BW 10.05)	1,1	1,4	0,97 (Wirtschaftsweg)	1,5	---		0,0	2,9
E 15	2.1 Landweg-Wettern 12+207	3530136	5956747	---	---	0,0	2,59 (Wirtschaftsweg)	3,9	---		0,0	3,9
E 16	5.0 Kehrweg-Wettern 13+566	3531236	5957828	---	---	0,0	0,57 (Wirtschaftsweg)	0,9	---		0,0	0,9
E 17	5.0 Kehrweg-Wettern 13+560	3531243	5957819	---	---	0,0	0,04 (Wirtschaftsweg)	0,1	---		0,0	0,1

(1) Einleitung nur bei langanhaltenden Sturmideketten in der Elbe mit Dauer bis zu 72h (vgl. 13.4, Kap. 5.4)

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Zusammenstellung der Einzugsflächen aus A 20

Haltung	Bau-km von	Bau-km bis	Länge m	Fahrbah- n m ²	Mittel- streifen m ²	Bankett m ²	Bösch- ung m ²	Mulde / Graben m ²	Gelände m ²	Einzugs- gebiet A _E m ²
Einleitstelle E11, A 20 bei Bau-km 12+643										
Betriebsstraße	12.226	12.286	60,0	2.330		120	216	180		2.846
Betriebsstraße Ost	12.286	12.760	474,0	3.081		474	1.043	711		5.309
Betriebsstraße West	12.286	12.800	514,0	3.341		514	1.131	771		5.757
Zwischensumme:			1.048,0	8.752	0	1.108	2.390	1.662	0	13.912
FW-Fläche Ost	12.693	12.743	50,0	800		50		75		925
FW-Fläche West	12.693	12.743	50,0	750						750
Zwischensumme:			100,0	1.550	0	50	0	75	0	1.675
Trog	12.291	12.687	396,0	9.900						10.060
Hauptstrecke	12.687	13.496	809,0	20.225	3.236	0	0	0	1.600	25.061
Zwischensumme:			1.205,0	30.125	3.236	0	0	0	1.600	35.121
Summe:			2.353	40.427	3.236	1.158	2.390	1.737	1.600	50.708
Einleitstelle E12.1, A 20 bei Bau-km 13+499										
Hauptstrecke	12.800	13.500	700,0			2.100	16.800	2.800	1.690	23.390
Hauptstrecke, 1/2 Geländestreifen zur BAB	12.800	13.540	740,0						4.070	4.070
Wirtschaftsweg ab Bau-km 0+548	548	1.260	712,0	4.272		712	712	738		6.434
Summe:			2.152	4.272		2.812	17.512	3.538	5.760	33.894
Zwischensummen:										
Hauptstrecke						2.100	16.800	2.800	5.760	27.460
Wirtschaftsweg				4.272		712	712	738	0	6.434
Einleitstelle E12, A 20 bei Bau-km 13+538										
Hauptstrecke	11.950	12.220	270,0			0	6.750	2.430	9.450	18.630
Hauptstrecke	12.220	12.800	580,0			0	4.060	5.220	6.670	15.950
Hauptstrecke, 1/2 Geländestreifen zur BAB	12.800	13.540	740,0			0	0	5.920	4.070	9.990
Summe:			1.590	0	0	0	10.810	13.570	20.190	44.570
Einleitstelle E13, A20 bei Bau-km 13+550										
Hauptstrecke bis Beginn hochgesetzte Mulde	13.579	13.772	193,0			290	1.834	386	1.448	3.957
Hauptstrecke Beginn hochgesetzte Mulde bis Ende Geländestreifen	13.579	13.979	400,0						2.900	2.900
					0	290	1.834	386	4.348	6.857
Einleitstelle E13.1, A20 bei Bau-km 13+875										
Hauptstrecke	13.772	13.952	180,0	4.320	720	270	990	540	810	7.650
				4.320	720	270	990	540	810	7.650
Einleitstelle E13.2, A20 bei Bau-km 14+030										
Hauptstrecke	13.952	14.130	178,0	4.272	712	267	668	534	730	7.182
				4.272	712	267	668	534	730	7.182
Einleitstelle E13.3, A20 bei Bau-km 14+230										
Hauptstrecke	14.130	14.330	200,0	4.800	800	300	680	600	840	8.020
				4.800	800	300	680	600	840	8.020

Anhang zum wassertechnischen Fachbeitrag

Haltung	Bau-km von	Bau-km bis	Länge m	Fahrbah n m ²	Mittel- streifen m ²	Bankett m ²	Bösch- ung m ²	Mulde / Graben m ²	Gelände m ²	Einzugs- gebiet A _E m ²
Einleitstelle E14, A20 bei Bau-km 13+530										
Brücke	13.474	13.566	92,0	2.987						2.987
Hauptstrecke	13.566	13.773	207,0	828	4.968	311	1.656	621	1.449	9.833
Wirtschaftsweg	14.035	14.440	405,0	1.215		405			8.100	9.720
				3.815	4.968	311	1.656	621	1.449	12.820
Einleitstelle E15, A 20 bei Bau-km 12+207										
Wirtschaftsweg 1	0	320	320,0	1.109		160		537	455	2.261
Wirtschaftsweg 2	12.800	12.879	79,0	474		40				514
Böschung/Gelände	11.920	12.889	969,0				20.296			20.296
Berne	12.175	12.596	421,0					1.560	1.252	2.812
				1.583	0	200	20.296	2.097	1.707	25.883
Einleitstelle E16, A 20 bei Bau-km 13+566										
Wirtschaftsweg	40	548	508,0	3.048		508	635	1.524	0	5.715
			508	3.048	0	508	635	1.524	0	5.715
Einleitstelle E17, A 20 bei Bau-km 13+560										
Wirtschaftsweg	0	40	40,0	262		32	25	43	0	362
			40	262	0	32	25	43	0	362