

Planfeststellung

Wassertechnische Untersuchung (Straßenentwässerung)

für

B3 OU Celle (Nordteil)

Verlegung der Bundesstraße 3
von N Celle (B 3)
bis NO Celle (B 191)

Deckblatt vom 10. Dezember 2024

Änderungen gegenüber der Unterlage vom 30.06.2016 sind durch eine graue

Hinterlegung hervorgehoben

<p>Aufgestellt: Verden, den 30.06.2016 Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Geschäftsbereich Verden PG OU Celle</p> <p>.....gez. Winkelmann.....</p>	

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	2
1. Erläuterungen	3
1.1 Berechnungsgrundlagen	3
1.1.1 Regenspende und Regenhäufigkeit	3
1.1.2 Abflussbeiwerte und Versickerraten	4
1.1.3 Natürliche Abflussspende	5
1.1.4 Abfluss von Grund- und Schichtenwasser	5
1.2 Entwässerungsabschnitte	7
1.2.1 Entwässerungsabschnitt 1, Bau-km 28+645 bis 28+885 - zentrale Versickerung im Versickerbecken 6 (Mittelteil OU Celle) - dauerhafte Ableitung von Grund- und Schichtenwasser –	7
1.2.2 Entwässerungsabschnitt 2, Bau-km 28+885 bis 29+980 - dezentrale Versickerung in Versickermulden - gesammelte Ableitung zum Regenrückhaltebecken 2 - - dauerhafte Ableitung von Grund- und Schichtenwasser - - Einleitung in den Vorwerker Bach -	9
1.2.3 Entwässerungsabschnitt 2.1 2a, Knotenpunkt Hohe Wende / Mummenhofstraße / Sprengerstraße - Beibehaltung / Umbau der vorhandenen Straßenentwässerung -	12
1.2.4 Entwässerungsabschnitt 3, Bau-km 29+980 bis 30+820 - dezentrale Versickerung auf Böschungen und in Versickermulden -	13
1.2.5 Entwässerungsabschnitt 4, Bau-km 30+820 bis 31+360 - dezentrale Versickerung in Versickermulden - gesammelte Ableitung zum Regenrückhaltebecken 4 - - dauerhafte Ableitung von Grund- und Schichtenwasser - - Einleitung in den Vorwerker Bach -	13
1.2.6 Entwässerungsabschnitt 4.1 4a, Bau-km 200+020 bis 200+470 - dezentrale Versickerung auf Seitenstreifen und in Versickermulden -	16
1.3 Einleitstellen	17
1.3.1 Einleitung in oberirdische Gewässer bzw. in das Grundwasser	17
1.3.2 Einleitung in Systeme Dritter	20
2. Bemessung der Entwässerungseinrichtungen	21
2.1 Entwässerungsabschnitt 1	21
2.1.1 Einleitstelle 6.1 (OU Celle Mittelteil) Versickeranlage 6	21
2.1.2 Einleitstelle 6.2 (OU Celle Mittelteil) Einleitung von Grund- und Schichtenwasser in das System der Gebietsentwässerung	22
2.2 Entwässerungsabschnitt 2	22
2.2.1 Einleitstelle 2 Regenrückhaltebecken 2	22
2.2.2 Einleitstellen 2.1 bis 2.4 Versickermulden	25
2.3 Entwässerungsabschnitt 3	27
2.3.1 Einleitstelle 3 hochgelegte Versickermulden am Böschungsfuß	27
2.4 Entwässerungsabschnitt 4	29
2.4.1 Einleitstelle 4 Regenrückhaltebecken 4	29
2.4.2 Einleitstellen 4.1 bis 4.4 Versickermulden	32
3. Anhang	
3.1 Bemessungsunterlagen Entwässerungsabschnitt 1	
3.2 Bemessungsunterlagen Entwässerungsabschnitt 2	
3.3 Bemessungsunterlagen Entwässerungsabschnitt 3	
3.4 Bemessungsunterlagen Entwässerungsabschnitt 4	
3.5 Lageplan, Längsschnitt, Detail Regenrückhaltebecken 2	
3.6 Lageplan, Längsschnitt, Detail Regenrückhaltebecken 4	
3.7 Detaildarstellung Sickerschwelle	

Vorbemerkungen

Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde

Zu Beginn der Planung wurde ein Gesamtkonzept für die Straßenentwässerung, die Ableitung des Grund- und Schichtenwassers sowie für die Neuordnung der Gebietsentwässerung erstellt und mit der Unteren Wasserbehörde der Stadt Celle erörtert.

Die hier beschriebenen Entwässerungsanlagen sind das Ergebnis des intensiven Abstimmungsprozesses. Es wurden übliche Festlegungen getroffen über die Eingangsparameter Regenspende, und -häufigkeit, Abflussbeiwerte und Versickerraten und die zulässigen Einleitmengen. Darüber hinaus wurden aber auch die erforderlichen Reinigungsleistungen der Behandlungsanlagen abgestimmt, bis hin zur technischen Gestaltung und Ausbildung der Rückhaltebecken.

Im Verlauf des Planfeststellungsverfahrens musste zusätzlich zu der bereits vorliegenden Bemessung der Nachweis erbracht werden, dass durch die Einleitung des Niederschlagwassers in den Vorwerker Bach und in das Grundwasser die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) eingehalten werden. Dafür war es erforderlich, die Straßenmulden in den Entwässerungsabschnitten 2 und 4 so auszubilden, dass ein Regenerignis mit 1-jähriger Wiederkehr vollständig versickert werden kann.

Planunterlagen

Die Entwässerungsabschnitte und das Gesamtkonzept der Entwässerung einschließlich der Einleitstellen sowie die vorhandenen Gewässer sind dargestellt im

- | | | |
|------------------------------------|-------------|---------------|
| - Übersichtslageplan Wassertechnik | Unterlage 8 | M = 1 : 5.000 |
|------------------------------------|-------------|---------------|

Die Darstellung der Entwässerungsanlagen mit Angaben zu den Kanälen, Gräben und Mulden ist integriert in den

- | | | |
|-------------|-------------|---------------------|
| - Lageplan | Unterlage 5 | M = 1 : 1.000 |
| - Höhenplan | Unterlage 6 | M = 1 : 1.000 / 100 |

Detailpläne der Regenrückhaltebecken sind beigefügt als

- | | | |
|---|----------------|----------|
| - RRB 2: Lageplan, Längsschnitt, Detail | Unterlage 18.1 | Anhang 5 |
| - RRB 4: Lageplan, Längsschnitt, Detail | Unterlage 18.1 | Anhang 6 |

1. Erläuterungen

1.1 Berechnungsgrundlagen

1.1.1 Regenspende und Regenhäufigkeit

Das Planungsgebiet liegt im Rasterfeld ~~36/34 des KOSTRA-Atlas~~ 103/145 nach KOSTRA-DWD 2020. Für die Bemessung der Entwässerungsanlagen sind in Abhängigkeit von der geforderten Sicherheit unterschiedliche Regenhäufigkeiten n anzusetzen.

Bei Fließzeiten bis 15 Minuten legt man in flachen Einzugsgebieten in der Regel den 15-min-Regen zugrunde. Hiermit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Entwässerungseinrichtungen auf Grund ihrer Abmessungen in der Lage sind, das Abflussvolumen kürzerer Niederschlagsereignisse zwischenspeichern. Dieser Ansatz wurde für die Entwässerung in den Entwässerungsabschnitten 1 ~~und 2~~ bis 3 gewählt.

Bei Einschnittsstrecken mit Straßentiefpunkt und größerem Gefälle empfiehlt sich der Nachweis für den 10-min-Regen. Dieser Ansatz wurde für den Einschnitt im Entwässerungsabschnitt 4 gewählt, da der Regenwasserkanal der einzige vorhandene Abfluss aus dem Tiefpunkt ist.

Für eine Dauer von 15 min wurden folgende Regenspenden ermittelt:

1 x jährlich ($n = 1,0$) für Mulde / Graben und Absetzbecken

$$r_{15n=1,0} = \quad \quad \quad \text{108,3 l/s*ha} \quad \text{111,1 l/s*ha}$$

1 x in 5 Jahren ($n = 0,2$) für Straßentiefpunkte

$$r_{15n=0,2} = \quad \quad \quad \text{175,3 l/s*ha} \quad \text{171,1 l/s*ha}$$

1 x in 10 Jahren ($n = 0,1$) für Bemessung der Rückhaltebecken

$$r_{15n=0,1} = \quad \quad \quad \text{204,2 l/s*ha} \quad \text{200,0 l/s*ha}$$

Für eine Dauer von 10 min wurde folgende Regenspende ermittelt:

1 x in 5 Jahren (n = 0,2) für Straßentiefpunkte im Einschnitt

$$r_{10n=0,2} = 219,3 \text{ l/s*ha} \quad 225,0 \text{ l/s*ha}$$

Die Bemessung der Versickermulden erfolgte mit dem Berechnungsprogramm A138-XP, das auf dem Arbeitsblatt ATV-DVWK 138 basiert, nach dem Berechnungsverfahren des Arbeitsblattes DWA-A 138-1.

Die Bemessung der Regenrückhaltebecken erfolgte nach dem vereinfachten Verfahren der RAS-Ew, Punkt 1.3.2 REwS, Punkt 3.5.4.

In beiden Fällen wird in Abhängigkeit von der jeweiligen Regenspende einer Regendauer zwischen 5 min und 72 h das maximal erforderliche Stauvolumen iterativ ermittelt.

1.1.2 Abflussbeiwerte und Versickerraten

Für die Fahrbahnen wurde folgender Spitzenabflussbeiwert angesetzt:

$$\Psi_{\text{Fahrbahn}} = 0,9$$

Gemäß 1.3.1.1 der RAS-Ew 2005 REwS 2021, Tabelle 4, liegen die Versickerraten auf bewachsenen Flächen (z.B. Böschungen) im Straßenbereich unabhängig von den darunter anstehenden Bodenarten deutlich über 100 l/s*ha. In den Einschnittsbereichen steht im vorliegenden Bauabschnitt überwiegend Geschiebemergel und Geschiebelehm an. Der Bodenabtrag soll in den Dammstrecken als Dammbaustoff weiterverwendet werden. Die spezifische Versickerrate wird daher ohne zusätzlichen Nachweis mit 100 l/s*ha angesetzt, weil unterhalb der Oberbodenandeckung kaum Versickerung erfolgen wird.

Ohne Nachweis kann bei Rasenmulden eine spezifische Versickerrate von 100 l/(sha) angesetzt werden. Die Versickerrate auf Banketten (nach ZTV E-StB) beträgt mindestens 10 l/sha.

1.1.3 Natürliche Abflussspende

Im vorliegenden Bauabschnitt stehen im Untergrund fast ausschließlich Böden an, die eine Versickerung des Niederschlagswassers nicht zulassen. Das von den Straßenflächen abfließende Wasser muss **nach vorheriger Behandlung** in einen Vorfluter eingeleitet werden.

Der einzige Vorfluter im Planungsgebiet ist der Vorwerker Bach, der nach Tabelle 3 des Merkblatts DWA-M 153 als „kleiner Flachlandbach“ einzustufen ist.

Die zu entwässernden Straßenflächen überschreiten deutlich die im Merkblatt genannten Bagetellgrenzen, so dass eine Drosselung des Abflusses erforderlich ist. Dies bedeutet, dass die „natürliche“ Abflussspende des ursprünglich unbebauten Gebietes im Regelfall nicht überschritten wird.

Die Tabelle 3 des Merkblattes liefert im vorliegenden Fall eine zulässige Abflussspende von $q_R = 15,0 \text{ l/s*ha}$. Der Vorwerker Bach hat ein relativ kleines aber abflussstarkes Einzugsgebiet mit kurzen Fließzeiten, so dass das Gewässer in dieser Hinsicht als sensibel anzusehen ist.

In Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde wurde daher die zulässige „natürliche“ Abflussspende festgelegt mit

$$q_R = 5,0 \text{ l/s*ha}$$

1.1.4 Abfluss von Grund- und Schichtenwasser

siehe auch Punkt 4.12 des Erläuterungsberichts (Unterlage 1)

Die Strecke verläuft am Bauanfang und am Bauende im Einschnitt. In beiden Abschnitten liegt der natürliche Grundwasserstand oberhalb der geplanten Gradienten, so dass das zuströmende Schichten- und Sickerwasser über vertikale und horizontale Sickerschichten abgeleitet werden muss. Zur Ermittlung der abzuleitenden Wassermengen wurden zwei hydrogeologische Gutachten erstellt, die als Unterlage 20.2 und 20.3 den Entwurfsunterlagen beigelegt sind. Die Auswirkungen der Grundwasserabsenkung wurden in einer weiteren Nachuntersuchung ermittelt (Unterlage 20.4).

Einschnitt Bau-km 27+780 - 29+970

Im hydrogeologischen Gutachten des Büros Rogge & Co wird in der Tabelle 3 die Menge des dauerhaft abzuleitenden Grund- und Schichtenwassers mit bis zu 3,1 l/s (HW) angegeben. Dabei wird ein Einzugsgebiet betrachtet, dass vom Beginn des Einschnitts im Mittelteil der OU Celle (Bau-km 27+780) bis zum Ende im Nordteil (Bau-km 29+970) reicht. Das betrachtete Einzugsgebiet liegt damit beidseitig des geplanten Hochpunktes der Gradienten bei Bau-km 28+885, so dass das Wasser nach Süden und Norden abgeleitet werden muss. Auf der sicheren Seite liegend wird der gesamte Abfluss nach Norden gerichtet angenommen (Dies erfolgte entsprechend den Berechnungsunterlagen für den Mittelteil, wo der gesamte Abfluss nach Süden gerichtet angenommen wurde). Da die Grundwasserneubildung und Absenkung starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, soll zusätzlich für die Bemessung der Entwässerungsanlagen der doppelte bis dreifache Wert angesetzt werden. Es ergibt sich somit ein dauerhaft abzuleitender Abfluss von:

$$Q_{\text{Grundwasser}} = 9,3 \text{ l/s}$$

Einschnitt Bau-km 30+780 - 31+360

Im hydrogeologischen Gutachten des Büros Geodienste GmbH wird unter Punkt 4.2.1 die Menge des dauerhaft abzuleitenden Grund- und Schichtenwassers mit bis zu 4,4 l/s angegeben. In dieser Angabe sind Sicherheiten für jahreszeitlichen Schwankungen bereits enthalten. Der Tiefpunkt der Gradienten liegt innerhalb des Einschnitts, so dass die volle Wassermenge abzuleiten ist. Es ergibt sich somit ein dauerhaft abzuleitender Abfluss von:

$$Q_{\text{Grundwasser}} = 4,4 \text{ l/s}$$

1.2 Entwässerungsabschnitte

1.2.1 Entwässerungsabschnitt 1, Bau-km 28+645 bis 28+885

- zentrale Versickerung im Versickerbecken 6 (Mittelteil OU Celle)
- dauerhafte Ableitung von Grund- und Schichtenwasser –

Die Regen- und Sickerwassermengen des Entwässerungsabschnitts 1 wurden bereits bei der Bemessung der Entwässerungsanlagen des Mittelteils der OU Celle berücksichtigt und im Genehmigungsverfahren planungsrechtlich abgesichert (Planfeststellungsbeschluss bestandskräftig seit dem 25.07.2020).

B 3, Bau-km 28+645 bis 28+885, Anschlussstelle B 3/ B191

Ableitung von Niederschlagswasser

Das auf den Fahrbahnen anfallende Niederschlagswasser fließt über den unbefestigten Seitenstreifen in die Straßenmulden. In den bindigen Schichten ist keine Versickerung möglich, so dass eine vollständige Ableitung aus dem Einschnitt erforderlich wird. Der RW-Kanal (Strang 5) wird am jeweiligen Tiefrand der Straße angeordnet, die Schächte werden als Ablaufschächte mit Einlaufrosten vorgesehen.

Am Bauanfang (Bau-km 28+645) schließt der RW-Kanal an die Entwässerungsanlagen des Mittelteils der OU Celle an, durch die das Wasser zum Versickerbecken 6 abfließt.

*Das Versickerbecken 6 liegt außerhalb des Übersichtslageplans
Wassertechnik (Unterlage 8) südlich des Plangebietes bei Bau-km 27+600*

Bei der Bemessung der Entwässerungsanlagen im Mittelteil wurde der Abfluss aus dem vorliegenden Bauabschnitt (Nordteil) bereits berücksichtigt.

Sollte in der Zukunft wegen möglicherweise stärkerer Regenereignisse ein größeres Rückhaltevolumen der Entwässerungsanlagen erforderlich werden, ist eine Erweiterung des Versickerbeckens in nördliche Richtung technisch umsetzbar.

Da das Niederschlagswasser bei einer Überlastung des Regenwasserkanals schadfrei im freien Gefälle aus dem Einschnitt heraus fließen kann, erfolgte die Bemessung der Rohrleitungen für ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr.

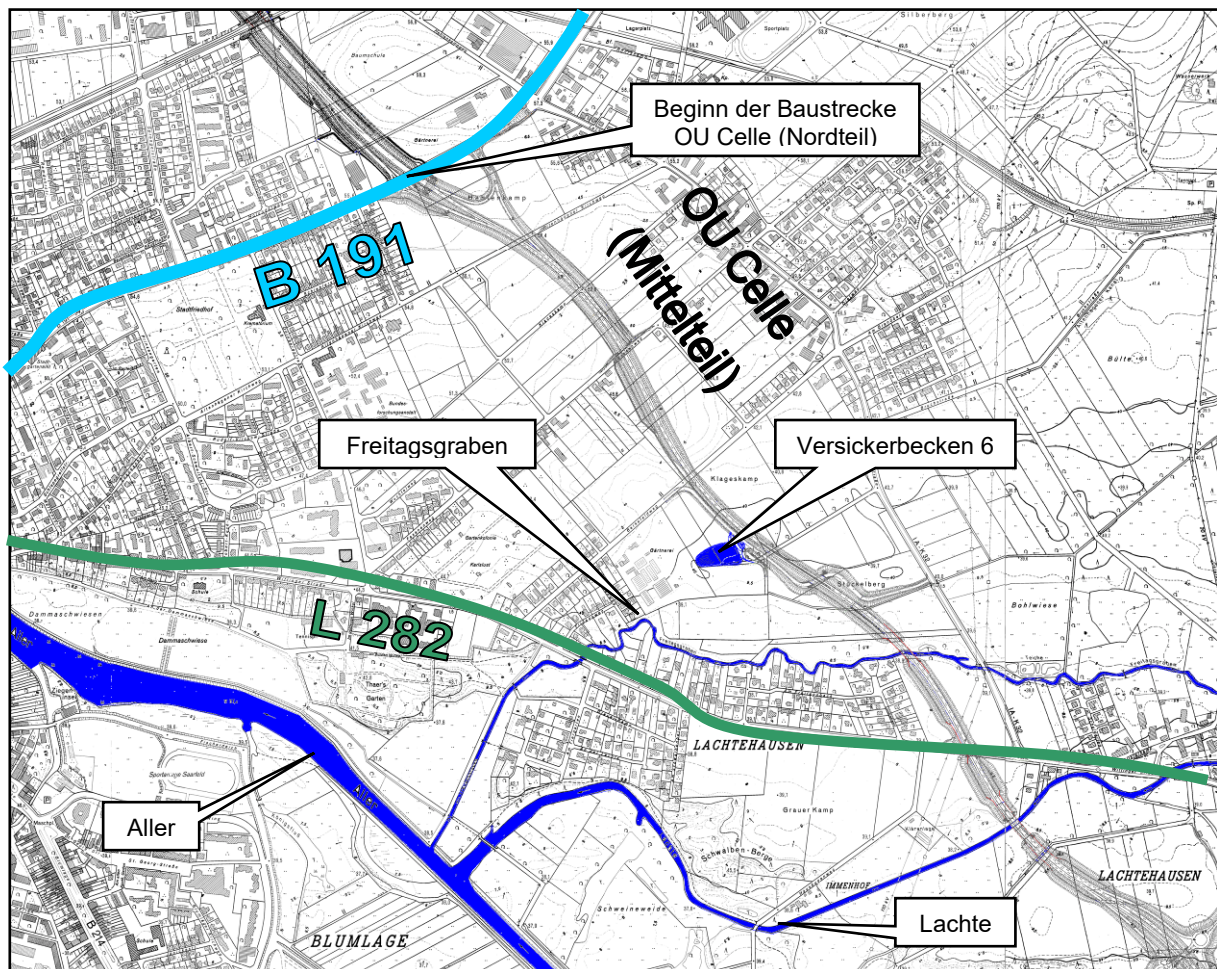
B 3, Bau-km 28+645 bis 28+885, Anschlussstelle B 3/ B191

Ableitung von Grund- und Schichtenwasser

Das auf den Einschnitt zuströmende Grund- und Schichtenwasser wird durch Böschungs- und Planumssickerschichten abgefangen. Zur Ableitung des Wassers werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die am Bauanfang bei Bau-km 28+645 an die Entwässerungsanlagen des Mittelteils der OU Celle anschließen, durch die es in Richtung Freitagsgraben (Gewässer III Ordnung) abfließt.

Der Freitagsgraben liegt außerhalb des Übersichtslageplans Wassertechnik (Unterlage 8) südlich des Plangebietes und kreuzt die B 3 bei Bau-km 27+120. Der Freitagsgraben fließt in die Aller.

Bei der Bemessung der Entwässerungsanlagen im Mittelteil wurde auch der Sickerwasserabfluss aus dem vorliegenden Bauabschnitt (Nordteil) berücksichtigt.



Übersichtskarte Freitagsgraben und Versickerbecken 6 im Mittelteil der OU Celle

1.2.2 Entwässerungsabschnitt 2, Bau-km 28+885 bis 29+980

- dezentrale Versickerung in Versickermulden

- gesammelte Ableitung zum Regenrückhaltebecken 2 -
- dauerhafte Ableitung von Grund- und Schichtenwasser -
- Einleitung in den Vorwerker Bach -

B 3, Bau-km 28+885 bis 29+980

dezentrale Versickerung und Ableitung von Niederschlagswasser

Das auf den Fahrbahnen anfallende Niederschlagswasser fließt über den unbefestigten Seitenstreifen in die Straßenmulden.

Durch Erdschwellen wird ein Längsabfluss in der Mulde verhindert. Der Stauraum ist so bemessen, dass ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) vollständig in die im Unterbau der Straße angeordneten Sickerschichten versickert und kein Wasser über die Ablaufschächte abfließt.

Auch bei stärkeren Regenereignissen wird das Wasser zunächst in den Sickermulden aufgefangen. Erst wenn das Rückhaltevolumen erschöpft ist, fließt das übrige Niederschlagswasser über die in den Erdschwellen angeordneten Ablaufschächte in den Regenwasserkanal ab.

In den bindigen Schichten des anstehenden Bodens unterhalb der Sickerschichten ist keine Versickerung möglich, so dass eine vollständige Ableitung aus dem Einschnitt erforderlich wird. Dafür werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die in regelmäßigen Abständen an den Regenwasserkanal der Straße angeschlossen werden.

Der RW-Kanal (Strang 6) wird am jeweiligen Tiefrand der Straße angeordnet, die Schächte werden als Ablaufschächte mit Einlaufrosten vorgesehen.

Das Schluckvermögen von Ablaufschächten mit Einlaufrost kann nach Angaben eines Herstellers mit $Q_{\max} = 15,80 \text{ l/s}$ angesetzt werden. Aus diesem Wert ermittelt sich der Abstand der Ablaufschächte von ca. 40 m.

Der Tiefpunkt der Gradienten liegt bei Bau-km 29+826 und damit 154 m vor dem Ende des Einschnitts, so dass das Niederschlagswasser von beiden Seiten auf diesen Punkt zufließt. An dieser Stelle besteht bei einer Überlastung des Regenwasserkanals die Gefahr des Rückstaus. Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgte daher für ein Regenereignis mit 5-jähriger Wiederkehr (Straßentiefpunkte).

Regenrückhaltebecken 2

Auch außerhalb des Einschnitts ist im gesamten Entwässerungsabschnitt 2 wegen der anstehenden bindigen Böden keine Versickerung möglich, so dass eine Ableitung in die Vorflut erforderlich ist.

Der RW-Kanal (Strang 6) leitet das Niederschlagswasser bei Bau-km 29+980 in ein Regenrückhaltebecken.

Zum Absetzen von mitgeführten Schwebstoffen ist im vorderen Bereich des Rückhaltebeckens ein Absetzbecken mit Dauerstau (Tiefe > 2,00 m) vorgeschaltet. Vor dem Übergang in das Rückhaltebecken wird eine Tauchwand als Leichtflüssigkeitsabscheider angeordnet. Für den Trockenwetterabfluss (Sickerwasser) wird eine Abflussrinne bis zur Drosseleinrichtung im hinteren Bereich des Beckens hergestellt, der Ablauf erfolgt zum Vorwerker Bach.

Die Becken sollen folgende Hauptabmessungen erhalten:

Rückhaltebecken 2

- | | | | |
|--------------------|---|--------------------|--------------------|
| - Stauvolumen | > | 467 m ³ | 612 m ³ |
| - Beckensohle | = | 44,20 m NN | 44,10 m NN |
| - Stauziel | = | 44,61 m NN | |
| - Böschungsneigung | = | 1 : 1,5 bis 1 : 3 | |

Absetzbecken 2

- | | | | |
|---------------|---|-------------------|-------------------|
| - Oberfläche | > | 72 m ² | 92 m ² |
| - Beckentiefe | > | 2,00 m | |
| - Dauerstau | = | 44,10 m NN | |

Drosseleinrichtung

- | | | |
|------------------------|---|------------|
| - Zul. Abflussspende | = | 5,0 l/s*ha |
| - Überbaute Fläche | = | 4,5 ha |
| - max. Einleitmenge | = | 22,5 l/s |
| - Trockenwetterabfluss | = | 9,3 l/s |

Das gesamte Becken wird eingezäunt, um ein unbefugtes Betreten der Entwässerungsanlage zu verhindern.

Sollte in der Zukunft wegen möglicherweise stärkerer Regenereignisse ein größeres Rückhaltevolumen der Entwässerungsanlagen erforderlich werden, ist eine Erweiterung des Rückhaltebeckens in südöstliche Richtung technisch umsetzbar.

B 3, Bau-km 28+885 bis 29+980Ableitung von Grund- und Schichtenwasser

Das auf den Einschnitt zuströmende Grund- und Schichtenwasser wird durch Böschungs- und Planumssickerschichten abgefangen. ~~Zur Ableitung des Wassers werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die in regelmäßigen Abständen an den Regenwasserkanal der Straße angeschlossen werden.~~ Die Ableitung des Wassers erfolgt über die beidseitigen Sickerrohrleitungen in den Regenwasserkanal. Eine gemeinsame Ableitung ist in diesem Entwässerungsabschnitt möglich, da der Regenwasserkanal nicht in ein Versickerbecken mündet.

Das abgeleitete Sickerwasser durchfließt als Trockenwetterabfluss das Regenrückhaltebecken und wird im Anschluss in den Vorwerker Bach eingeleitet.

1.2.3 Entwässerungsabschnitt **2.1 2a**,

Knotenpunkt Hohe Wende / Mummenhofstraße / Sprengerstraße

- Beibehaltung / Umbau der vorhandenen Straßenentwässerung -

Knotenpunkt Hohe Wende / Mummenhofstraße / Sprengerstraße

Der vorhandene Regenwasserkanal der Sprengerstraße führt von Süden kommend nach Westen in die Hohe Wende und mündet bei Bau-km ~~700+057~~ 700+068 in ein Regenrückhaltebecken der Stadt Celle. Der Ablaufkanal des Regenrückhaltebeckens mündet in einen Graben, der das Niederschlagswasser zum Vorwerker Bach ableitet ^{*}). Der Regenwasserkanal der Mummenhofstraße beginnt im Einmündungsbereich und führt nach Osten.

Durch die geplante B 3 und den Umbau der Einmündung werden die vorhandenen Regenwasserkanäle überplant und müssen verlegt bzw. neu hergestellt werden. Im Bereich Sprengerstraße-Hohe Wende wurde das Kanalsystem bereits durch die Stadt Celle beim Bau des Rückhaltebeckens umgebaut, die Planung der Ortsumgehung wurde dabei berücksichtigt. ~~Dazu~~ In der Mummenhofstraße werden auf den vorhandenen Rohrleitungen neue Schächte hergestellt. ~~Die Fließstrecken der Kanäle verkürzten sich geringfügig, so dass die Gerinneneigungen etwas größer sind als im Bestand.~~ Die Abflussverhältnisse werden nicht ungünstig verändert, so dass eine Neudimensionierung nicht erforderlich wird.

Die vorhandenen Straßenabläufe werden abgebrochen und den neuen Fahrbahnrändern entsprechend wiederhergestellt. Das auf dem Bauwerk Ce 25 anfallende Wasser fließt über die Brückenentwässerung zu den Widerlagern und wird von dort in die Kanäle der Stadtstraßen eingeleitet.

Neben der Anpassung der Regenwasserkanäle sind in diesem Bereich umfangreiche Umlegungen und Tieferlegungen von zahlreichen (Haupt-)Versorgungsleitungen erforderlich. Dafür ist ein Bereich südlich des Baufeldes als Leitungstrasse ausgewiesen.

~~*) Hinweis: Die Stadt Celle beabsichtigt unabhängig vom Bau der Ortsumgehung Celle, das Entwässerungssystem der Stadtstraßen in diesem Bereich an den Stand der Technik anzupassen; unter anderem ist die Anlage eines Regenrückhaltebeckens vorgesehen.~~

1.2.4 Entwässerungsabschnitt 3, Bau-km 29+980 bis 30+820

- dezentrale Versickerung auf Böschungen und in Versickermulden -

Das auf der Fahrbahn anfallende Niederschlagswasser versickert auf dem unbefestigten Seitenstreifen, auf den Böschungsflächen und in den hochgelegten Versickermulden am Böschungsfuß.

Von den Bauwerken Ce 26 und Ce 27 Wasser fließt das Wasser über die Brückenentwässerung zu den Widerlagern und wird von dort in die Versickermulden eingeleitet.

Sollte in der Zukunft wegen möglicherweise stärkerer Regenereignisse ein größeres Rückhaltevolumen der Entwässerungsanlagen erforderlich werden, ist eine Vergrößerung der Versickermulden technisch umsetzbar.

1.2.5 Entwässerungsabschnitt 4, Bau-km 30+820 bis 31+360

- dezentrale Versickerung in Versickermulden

- gesammelte Ableitung zum Regenrückhaltebecken 4 -

- dauerhafte Ableitung von Grund- und Schichtenwasser -

- Einleitung in den Vorwerker Bach -

B 3, Bau-km 30+820 bis 31+360

dezentrale Versickerung und Ableitung von Niederschlagswasser

Das auf den Fahrbahnen anfallende Niederschlagswasser fließt über den unbefestigten Seitenstreifen in die Straßenmulden.

Durch Erdschwellen wird ein Längsabfluss in der Mulde verhindert. Der Stauraum ist so bemessen, dass ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) vollständig in die im Unterbau der Straße angeordneten Sickerschichten versickert und kein Wasser über die Ablaufschächte abfließt.

Auch bei stärkeren Regenereignissen wird das Wasser zunächst in den Sickermulden aufgefangen. Erst wenn das Rückhaltevolumen erschöpft ist, fließt das übrige Niederschlagswasser über die in den Erdschwellen angeordneten Ablaufschächte in den Regenwasserkanal ab.

In den bindigen Schichten des anstehenden Bodens unterhalb der Sickerschichten ist keine Versickerung möglich, so dass eine vollständige Ableitung aus dem Einschnitt erforderlich wird. Dafür werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die in regelmäßigen Abständen an den Regenwasserkanal der Straße angeschlossen werden.

Der RW-Kanal (Strang 9) wird am jeweiligen Tiefrand der Straße angeordnet, die Schächte werden als Ablaufschächte mit Einlaufrosten vorgesehen.

Das Schluckvermögen von Ablaufschächten mit Einlaufrost kann nach Angaben eines Herstellers mit $Q_{\max} = 15,80 \text{ l/s}$ angesetzt werden. Aus diesem Wert ermittelt sich der Abstand der Ablaufschächte von ca. 40 m.

Bei der Bemessung der Entwässerungsanlagen wurde auch der Abfluss aus dem geplanten 5. Bauabschnitt (OU Groß Hehlen) berücksichtigt.

Der Tiefpunkt der Gradienten liegt in der Mitte des Einschnitts bei Bau-km 31+060, so dass das Niederschlagswasser von beiden Seiten mit sehr kurzen Fließzeiten ($< 2 \text{ min}$) auf diesen Punkt zufließt. An dieser Stelle besteht bei einer Überlastung des Regenwasserkanals die Gefahr des Rückstaus. Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgte daher für ein Regenereignis mit 5-jähriger Wiederkehr (Straßentiefpunkte im Einschnitt) und wegen des größeren Gefälles für eine Regendauer von 10 min.

Regenrückhaltebecken 4

Auch außerhalb des Einschnitts ist im gesamten Entwässerungsabschnitt 4 wegen der anstehenden bindigen Böden keine Versickerung möglich, so dass eine Ableitung in die Vorflut erforderlich ist.

Der RW-Kanal (Strang 9) leitet das Niederschlagswasser etwa 400 m südlich der Anschlussstelle in ein Regenrückhaltebecken.

Zum Absetzen von mitgeführten Schwebstoffen ist im vorderen Bereich des Rückhaltebeckens ein Absetzbecken mit Dauerstau (Tiefe $> 2,00 \text{ m}$) vorgeschaltet. Vor dem Übergang in das Rückhaltebecken wird eine Tauchwand als Leichtflüssigkeitsabscheider angeordnet. Für den Trockenwetterabfluss (Sickerwasser) wird eine Abflussrinne bis zur Drosseleinrichtung im hinteren Bereich des Beckens hergestellt, der Ablauf erfolgt in einen Graben, der in den Vorwerker Bach abfließt.

Die Becken sollen folgende Hauptabmessungen erhalten:

Rückhaltebecken 4

- Stauvolumen > ~~309 m³~~ 426 m³
- Beckensohle = ~~42,80 m NN~~ 42,70 m NN
- Stauziel = 43,13 m NN
- Böschungsneigung = 1 : 1,5 bis 1 : 3

Absetzbecken 4

- Oberfläche > ~~47 m²~~ 60 m²
- Beckentiefe > 2,00 m
- Dauerstau = 42,70 m NN

Drosseleinrichtung

- Zul. Abflussspende = 5,0 l/s*ha
- Überbaute Fläche = 2,4 ha
- max. Einleitmenge = 12,0 l/s
- Trockenwetterabfluss = 4,4 l/s

Das gesamte Becken wird eingezäunt, um ein unbefugtes Betreten der Entwässerungsanlage zu verhindern.

Sollte in der Zukunft wegen möglicherweise stärkerer Regenereignisse ein größeres Rückhaltevolumen der Entwässerungsanlagen erforderlich werden, ist eine Erweiterung des Rückhaltebeckens in südöstliche Richtung technisch umsetzbar.

B 3, Bau-km 30+820 bis 31+360

Ableitung von Grund- und Schichtenwasser

Das auf den Einschnitt zuströmende Grund- und Schichtenwasser wird durch Böschungs- und Planumssickerschichten abgefangen. ~~Zur Ableitung des Wassers werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die in regelmäßigen Abständen an den Regenwasserkanal der Straße angeschlossen werden.~~ Die Ableitung des Wassers erfolgt über die beidseitigen Sickerrohrleitungen in den Regenwasserkanal. Eine gemeinsame Ableitung ist in diesem Entwässerungsabschnitt möglich, da der Regenwasserkanal nicht in ein Versickerbecken mündet.

Das abgeleitete Sickerwasser durchfließt das Regenrückhaltebecken und wird im Anschluss in den Vorwerker Bach eingeleitet.

Bei der Bemessung der Entwässerungsanlagen wurde auch der Sickerwasserabfluss aus dem geplanten 5. Bauabschnitt (OU Groß Hehlen) berücksichtigt.

1.2.6 Entwässerungsabschnitt ~~4-1~~ 4a, Bau-km 200+020 bis 200+470 **- dezentrale Versickerung auf Seitenstreifen und in Versickermulden -**

B alt, Bau-km 200+020 bis 200+470, Anschlussstelle B 3/ B 3alt

Das auf der Fahrbahn anfallende Niederschlagswasser versickert auf den unbefestigten Seitenstreifen und in den Versickermulden.

1.3 Einleitstellen

1.3.1 Einleitung in oberirdische Gewässer bzw. in das Grundwasser

Die nachfolgende Tabelle ist – einzeln – auch als Unterlage 8.1 Teil der Planfeststellungsunterlage

Entwässerungsabschnitt	Einleitstelle	Art und Gestaltung Entwässerungseinrichtung, technische Daten
Entwässerungsabschnitt 1 Bau-km 28+645 bis 28+885 Die Einleitstellen 1.1 und 1.2 wurden bereits mit dem Planfeststellungsbeschluss für den Mittelteil der OU Celle planungsrechtlich abgesichert (bestandskräftig seit dem 25.07.2020)	Einleitstelle 1.1 (Einleitstelle 6.1, Mittelteil OU Celle) Bau-km 27+605 (links)	gebündelte Einleitung, RW-Kanal (Strang 5), Abfluss von der B 3 / Rampen zur B 191 Einleitung von Straßenwasser in den Untergrund Versickerbecken 6, Bau-km 27+600 Stauvolumen: > 628 m³, Beckentiefe: ca. 0,30 m, Rasenansaat auf Sohle und Böschung
	Einleitstelle 1.2 (Einleitstelle 6.2, Mittelteil OU Celle) Bau-km 27+760 (links)	gebündelte Einleitung, Sickerrohrleitungen, Grund- und Schichtenwasser im Einschnitt Einleitung ins System der Gebietsentwässerung, Vorfluter: Freitagsgaben über Parallelgraben westlich der B 3 Sohlbreite: 0,50 m, Tiefe ca. 0,50 m, Böschungsneigung: 1:1,5, Sohlsicherung: Steinschüttung, Böschungssicherung: Faschinen und Rollrasen
Entwässerungsabschnitt 2 Bau-km 28+885 bis 29+980	Einleitstelle 2 Bau-km 29+980 (rechts) Drosselabflussspende $Q_{Dr} = 22,5 \text{ l/s}$ (entspricht $5,0 \text{ l/s*ha}$)	gebündelte Einleitung, RW-Kanal (Strang 6), Abfluss von der B 3 / Rampen zur B 191 Einleitung in Vorfluter: Vorwerker Bach Regenrückhaltebecken 2, Bau-km 29+980 Stauvolumen: > 467 m³ > 612 m³ Sicherung der Einleitstelle: Kiesschüttung ($\leq 63 \text{ mm}$) mit einzelnen Lesesteinen
		gebündelte Einleitung, Sickerrohrleitungen, Grund- und Schichtenwasser im Einschnitt Einleitung in Vorfluter: Vorwerker Bach Durchfluss durch Regenrückhaltebecken 2, Bau-km 29+980

Wassertechnische Untersuchung (Straßenentwässerung)

Seite 18 von 32

Entwässerungsabschnitt	Einleitstelle	Art und Gestaltung Entwässerungseinrichtung, technische Daten
	Einleitstelle 2.1 Bau-km 28+900 bis 29+060 (rechts) Bau-km 29+060 bis 29+180 (links) Versickerleistung: 5,10 l/s	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 6) und zur Einleitstelle 2 Versickermulde mit Erdschwellen Bau-km 28+900 bis 29+180 Muldenbreite: 2,00 m, Muldentiefe: ca. 0,40 m, Rasenansaat
	Einleitstelle 2.2 Bau-km 29+180 bis 29+650 (links) Versickerleistung: 7,8 l/s	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 6) und zur Einleitstelle 2 Versickermulde mit Erdschwellen Bau-km 29+180 bis 29+650 Muldenbreite: 2,00 m, Muldentiefe: ca. 0,40 m, Rasenansaat
	Einleitstelle 2.3 Bau-km 29+650 bis 29+830 (links) Versickerleistung: 2,2 l/s	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 6) und zur Einleitstelle 2 Versickermulde mit Erdschwellen Bau-km 29+730 bis 29+830 Muldenbreite: 2,50 m, Muldentiefe: ca. 0,50 m, Rasenansaat
	Einleitstelle 2.4 Bau-km 29+830 bis 29+980 (links) Versickerleistung: 2,49 l/s	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 6) und zur Einleitstelle 2 Versickermulde mit Erdschwellen Bau-km 29+830 bis 29+980 Muldenbreite: 2,00 m, Muldentiefe: ca. 0,40 m, Rasenansaat
Entwässerungsabschnitt 3 Bau-km 29+980 bis 30+780	Einleitstelle 3 Bau-km 29+980 bis 30+780 (links)	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in den Untergrund Versickermulde Bau-km 29+980 bis 30+780 Muldenbreite: 2,00 m, Muldentiefe: ca. 0,30 m ca. 0,40 m, Rasenansaat

Entwässerungsabschnitt	Einleitstelle	Art und Gestaltung Entwässerungseinrichtung, technische Daten
Entwässerungsabschnitt 4 Bau-km 30+780 bis 31+360	Einleitstelle 4 östlich B 3alt, nördlich DB-Strecke Drosselabflussspende $Q_{Dr} = 12,0 \text{ l/s}$ (entspricht $5,0 \text{ l/s*ha}$)	gebündelte Einleitung, RW-Kanal (Strang 9), Abfluss von der B 3 / Rampen zur B 3alt Einleitung in Vorfluter: Vorwerker Bach Regenrückhaltebecken 4, östlich B 3alt, nördlich DB-Strecke Stauvolumen: $> 309 \text{ m}^3 > 426 \text{ m}^3$ Sicherung der Einleitstelle: Kiesschüttung ($\leq 63 \text{ mm}$) mit einzelnen Lesesteinen
	Einleitstelle 4.1 Bau-km 30+820 - 30+950 (links) Versickerleistung: $2,38 \text{ l/s}$	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 9) und zur Einleitstelle 4 Versickermulde mit Schwellen Bau-km 30+820 - 30+950 Muldenbreite: $2,00 \text{ m}$, Muldentiefe: ca. $0,40 \text{ m}$, Rasenansaat
	Einleitstelle 4.2 Bau-km 30+960 - 31-060 (links) Versickerleistung: $1,66 \text{ l/s}$	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 9) und zur Einleitstelle 4 Versickermulde mit Schwellen Bau-km 30+960 - 31-060 Muldenbreite: $2,00 \text{ m}$, Muldentiefe: ca. $0,40 \text{ m}$, Rasenansaat
	Einleitstelle 4.3 repräsentativer Nachweis für 100 m Versickerleistung: $1,49 \text{ l/s}$	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 9) und zur Einleitstelle 4 Versickermulde mit Schwellen Muldenbreite: $2,00 \text{ m}$, Muldentiefe: ca. $0,30 \text{ m}$, Rasenansaat

Entwässerungsabschnitt	Einleitstelle	Art und Gestaltung Entwässerungseinrichtung, technische Daten
	Einleitstelle 4.4 (5. BA) Bau-km 30+960 - 31-060 (links) Versickerleistung: 1,66 l/s	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in die Sickerschichten Ableitung über Sickerrohrleitungen zum RW-Kanal (Strang 10) und zur Einleitstelle 4 Versickermulde mit Schwellen Bau-km 31+060 - 31-360 Muldenbreite: 2,00 m, Muldentiefe: ca. 0,40 m, Rasenansaat
Entwässerungsabschnitt 4.1 4a Bau-km 200+020 bis 200+470	Einleitstelle 4.1 4a von Bau-km 200+020 bis 200+470	breitflächiger Abfluss von der Fahrbahn Einleitung von Straßenwasser in den Untergrund Versickermulden 500+020 bis 200+470 Muldenbreite: 2,00 m, Muldentiefe: ca. 0,30 m, Rasenansaat

1.3.2 Einleitung in Systeme Dritter

Entwässerungsabschnitt	Einleitstelle	Art und Gestaltung Entwässerungseinrichtung
Entwässerungsabschnitt 2.1 2a Knotenpunkt Hohe Wende / Mummenhofstraße / Sprengerstraße	Einleitstelle 2.1 2a Bau-km 700+057	vorhandene / umgebaute RW-Kanäle Rückhaltebecken der Stadt Celle mit vorgeschaltetem Regenklärbecken, gedrosselte Einleitung in Vorfluter: Graben zum Vorwerker Bach

2. Bemessung der Entwässerungseinrichtungen

Die Berechnung der Straßenabflüsse bzw. der reduzierten Flächen erfolgte gemäß ~~RAS-Ew Ausgabe 2005, Punkt 1.3.1~~ REwS, Punkt 3.5.

Für die Bemessung der Versickermulden ~~und Versickerbecken~~ wurde das iterative Bemessungsverfahren ~~des Arbeitsblattes ATV-DVWK 138~~ angewendet. Die Berechnung ~~erfolgte mit Hilfe des Rechenprogramms A 138 XP in der Version 3.01.~~ nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138-1 angewendet. Die Berechnungsausdrucke sind im Anhang enthalten.

2.1 Entwässerungsabschnitt 1

2.1.1 Einleitstelle 6.1 (OU Celle Mittelteil) Versickeranlage 6

Die Dimensionierung ~~und planungsrechtliche Absicherung~~ des Versickerbeckens ist bereits bei der Planung für den Mittelteil der OU Celle erfolgt. Die Versickeranlage hat folgende Abmessungen:

Vorh. Speichervolumen des Versickerbeckens

$$\underline{V_{\text{erf}} = 641 \text{ m}^3 < V_{\text{vorh.}} = 662 \text{ m}^3}$$

Das Becken erhält einen Notüberlauf in das Grabensystem der Gebietsentwässerung.

Dimensionierung des Absetzbeckens 6

Gewählt wird eine Oberfläche von $16,25 \cdot 4 \text{ m} = 65 \text{ m}^2$, damit wird das Verhältnis $L : B = \text{ca. } 3 : 1$ (gem. RAS-Ew 2005, Punkt 7.2) eingehalten.

Die Tiefe des Beckens wird gewählt mit $t > 2,00 \text{ m}$, Die Beckensohle liegt unterhalb des Grundwasserspiegels, so dass ein auftriebssicheres Becken in Massivbauweise vorgesehen ist. Am Zufluss wird das einströmende Wasser durch eine Prallwand über die gesamte Beckenbreite verteilt, vor der Überlaufschwelle zum Versickerbecken wird eine Tauchwand als Leichtflüssigkeitsabscheider angeordnet.

2.1.2 Einleitstelle 6.2 (OU Celle Mittelteil)

Einleitung von Grund- und Schichtenwasser in das System der Gebietsentwässerung

Die Dimensionierung der Sickerstränge und planungsrechtliche Absicherung der Einleitung in die Vorflut ist bereits bei der Planung für den Mittelteil der OU Celle erfolgt.

Bemessung der Sickerrohrleitung

gewählt:

Vollsickerrohrleitung DN 200

angenommener Rauigkeitsbeiwert: $k_b = 1,5 \text{ mm}$

Längsneigung der Gradiente: $s = 0,844 \% = 1 : 118$

Nachweis der Leistungsfähigkeit:

Leistungsfähigkeit bei Vollfüllung: $Q_{\text{voll}} = 0,024 \text{ m}^3/\text{s} = 24 \text{ l/s}$, $v_{\text{voll}} = 0,77 \text{ m/s}$

Teilfüllungswerte: $Q_{\text{teil}}/Q_{\text{voll}} = 9,3/24,0 = 0,39 \rightarrow v_{\text{teil}}/v_{\text{voll}} = 0,941$

Fließgeschwindigkeit bei Teilfüllung: $Q_{\text{teil}} = 9,3 \text{ l/s}$, $v_{\text{teil}} = 0,72 \text{ m/s}$

2.2 Entwässerungsabschnitt 2

2.2.1 Einleitstelle 2

Regenrückhaltebecken 2

Abflussberechnung bei $r_{15,1}$

Der Ermittlung des Oberflächenabflusses zum Regenrückhaltebecken 2 erfolgte gemäß ~~RAS-~~
~~EW 05 Punkt 1.3.1~~ REwS, Punkt 3.5 für ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$)
und einer Dauer von 15 Minuten (Siehe Anhang).

Für die Berechnung wurden alle Flächen berücksichtigt, die über die Mulden und das Kanalsystem zum Rückhaltebecken entwässern. Dies sind neben den Fahrbahnflächen und den Bauwerken Ce 24a/b/c (Abflussbeiwert $\Psi = 0,9$) auch die Einschnittsböschungen und Bankette auf beiden Seiten der Straße, da die maßgebliche Regenspende ($111,1 \text{ l/sha}$) größer ist als die spezifischen Versickerrate (100 l/sha bzw. 10 l/sha).

Aus diesem Einzugsgebiet ermittelt sich für $r_{15n=1,0}$ folgender Abfluss:

$$Q_{r_{15,1}} = 179,3 \text{ l/s} \quad 229,0 \text{ l/s}$$

Reduzierte Fläche zur Abflussermittlung

Die reduzierte Fläche für die Abflussberechnung zum Regenrückhaltebecken für unterschiedliche Dauerstufen und Häufigkeiten berechnet sich aus dem Abfluss Q gemäß Punkt 1.3.1 REwS Punkt 3.5.4 für die Häufigkeit $n = 1$ und der dem Abfluss zugrundeliegenden Regenspende r :

$$\begin{aligned} A_{\text{red}} &= Q \text{ [l/s]} / r \text{ [l/s*ha]} \\ &= 179,3 / 108,3 \quad 229,0 / 111,1 \end{aligned}$$

$$A_{\text{red}} = 1,66 \text{ ha} \quad 2,06 \text{ ha}$$

Ermittlung des Speichervolumens

Wegen des aus hydraulischer Sicht relativ sensiblen Vorfluters wurde in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde ein 10-jähriges Regenereignis als Bemessungsgrundlage festgelegt. Die Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens erfolgte mit dem vereinfachten Verfahren des DWA Arbeitsblattes 117 auf der Grundlage der Regenspenden aus dem KOSTRA-Atlas KOSTRA-DWD 2020 (siehe Anhang).

Das erforderliche Speichervolumen beträgt:

$$V_{\text{u}} = 467 \text{ m}^3 \quad 612 \text{ m}^3$$

Die geplante Einstauhöhe über der Beckensohle beträgt:

$$h_{\text{Stau}} = 0,41 \text{ m} \quad 0,51 \text{ m} = 44,61 \text{ mNN}$$

Die rechnerische Entleerungszeit beträgt:

$$t_{\text{E}} = 9,8 \text{ h} \quad 12,9 \text{ h}$$

Das Abflussbauwerk zum Vorwerker Bach wird als Drosselschacht mit Überlaufwehr gestaltet. Durch den Notüberlauf wird zu jeder Zeit ein Freibord von 0,50 m zur Beckenoberkante gewährleistet. Die Abflussleitung zum Vorfluter wird als DN 800 ausgeführt.

Bewertung des Regenabflusses und erforderliche Behandlungsanlagen

Die qualitative Bewertung des Regenabflusses und die Wahl der daraus resultierenden Behandlungsanlagen erfolgten anhand des Merkblatts DWA-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“.

Ergebnis der Bewertung war, dass das Regenwasser vor der Einleitung in den Vorwerker Bach behandelt werden muss. Die erforderliche Reinigungsleistung kann durch die Anlage eines Absetzbeckens vor dem Rückhaltebecken erreicht werden (Typ D21). Damit ist sichergestellt, dass die Wasserqualität des Gewässers nicht negativ beeinflusst wird.

Das Formblatt zum Bewertungsverfahren ist als Anhang 2.1 beigelegt.

Die Verträglichkeit der Einleitung in den Vorwerker Bach in Bezug auf die Belange der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird im Fachbeitrag (Unterlage 19.5) nachgewiesen. Siehe dazu auch Ziffer 2.2.2 (Bemessung der Versickermulden).

Dimensionierung des Absetzbeckens 2

Berechnung nach ~~RAS-Ew, Abs. 1.4.7~~ REwS, Punkt 8.4.2

Absetzbecken werden für eine Oberflächenbeschickung von $q_A = 9 \text{ m}^3/\text{h}$ beim Bemessungszufluss Q ($n = 1$) bemessen.

Zufluss zum Absetzbecken

$$Q_{r15,1} = 179,3 \text{ l/s} \quad 229,0 \text{ l/s}$$

Erforderliche Oberfläche des Absetzbeckens

$$A = 0,4 \cdot Q \text{ [l/s]} \quad [\text{m}^2]$$

$$= 0,4 \cdot 179,3 \quad 229,0$$

$$A = 71,72 \text{ m}^2 \quad 91,60 \text{ m}^2$$

Der Bereich mit einer Wassertiefe $t \geq 2,00 \text{ m}$ hat Erforderlich ist vor der Tauchwand eine Oberfläche von ca. 72 m^2 ca. 92 m^2 im Verhältnis $L : B = \text{ca. } 3 : 1$ (gem. RAS-Ew 2005, Punkt 7.2 REwS, Punkt 8.4.1). Bedingt durch die naturnahe Form des Beckens ist die Gesamtoberfläche deutlich größer.

Am Zulauf des Beckens liegt die Gerinnesohle der letzten Haltung so weit unterhalb des Dauerstaus, dass der Zufluss zur Hälfte teileingestaut erfolgt. Die Gefahr der Remobilisierung von bereits abgesetzten Sedimenten wird dadurch vermindert, gleichzeitig können Leichtflüssigkeiten aber bis in das Becken gelangen.

Vor dem Übergang in das Rückhaltebecken wird eine Tauchwand als Leichtflüssigkeitsabscheider angeordnet. Das erforderliche Mindestrückhaltevolumen für Leichtflüssigkeiten von 5 m^3 ist vorhanden.

2.2.2 Einleitstellen 2.1 bis 2.4

Versickermulden

Die Versickermulden werden so bemessen, dass ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) vollständig in die im Unterbau der Straße angeordneten Sickerschichten versickert und kein Wasser über die Ablaufschächte abfließt. Durch die Versickerung in der belebten Bodenzone kann die in den Vorwerker Bach eingeleitete Schadstoffmenge deutlich reduziert werden, so dass die Anforderungen der WRRL eingehalten werden (siehe Unterlage 19.5).

Der Nachweis des ausreichenden Rückhaltevolumens und der Versickerung erfolgte für die Mulden am Tiefrand der Fahrbahn, da hier das von den Fahrbahnflächen abfließende Niederschlagswasser versickert. In die am Hochrand der Straßen liegenden Mulden fließt nur das Wasser der Böschungsflächen und Bankette, so dass hier deutlich weniger Wasser anfällt und auf gesonderte Nachweise verzichtet werden kann.

In Abhängigkeit von der Breite der zu entwässernden Fahrbahn- und Böschungsflächen wurden die Versickermulden im Entwässerungsabschnitt 2 in vier Unterabschnitte (Einleitstellen) unterteilt:

Abschnittsbezeichnung	Stationierung	
	von Bau-km	bis Bau-km
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 2.1	28+885	29+180
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 2.2	29+180	29+650
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 2.3	29+650	29+830
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 2.4	29+830	29+980

Unterhalb der Versickermulden (belebte Bodenzone) liegt die horizontale Sickerschicht, über die auch das auf den Einschnitt zufließende Schichten- und Sickerwasser aufgefangen wird.

Bei der Herstellung der Sickerschichten ist sicherzustellen, dass Bodenmaterial eingebaut wird, mit dem eine bemessungsrelevante Infiltrationsrate von $k_i \geq 1,0 \cdot 10^{-5}$ eingehalten werden kann (Ermittlung gem. DWA-A 138-1, Abschnitt 5.3.3.6).

In den bindigen Schichten des anstehenden Bodens unterhalb der Sickerschichten ist keine Versickerung in den Untergrund möglich, so dass eine vollständige Ableitung aus dem Einschnitt erforderlich wird. Dafür werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die in regelmäßigen Abständen an den Regenwasserkanal der Straße angeschlossen werden.

Daraus folgt, dass das gesamte Wasser aus den Einleitstellen 2.1 bis 2.4 und auch aus den übrigen Mulden über das Kanalsystem dem Rückhaltebecken zugeleitet wird und an der Einleitstelle 2 in den Vorwerker Bach abgeleitet wird.

Die Mulden am Tiefrand der B 3 werden durch Erdschwellen (5 cm tiefer als der Muldenrand) so unterteilt, dass ein Längsabfluss verhindert wird.

Abflussberechnung bei $r_{15,1}$

Der Ermittlung des Oberflächenabflusses zu den Versickermulden erfolgte gemäß REwS, Punkt 3.5 für ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) und einer Dauer von 15 Minuten.

Für die Berechnung wurden alle Flächen berücksichtigt, die in die jeweilige Mulde entwässern. Dies sind neben den Fahrbahnflächen (Abflussbeiwert $\Psi = 0,9$) auch die angrenzende Einschnittsböschung und das Bankett, da die maßgebliche Regenspende (111,1 l/sha) größer ist als die spezifische Versickerrate (100 l/sha bzw. 10 l/sha) (siehe Anhang 2.2.1 bis 2.2.4).

Die Mulden am Tiefrand der Fahrbahn haben im Regelfall eine Breite von 2,00 m und sind 0,40 m tief, von Bau-km 29+730 bis 29+830 (Abschnitt 2.3) betragen die Abmessungen 2,50 m / 0,50 m. Am Hochrand der Straße sowie an den Rampen haben die Mulden eine Breite von 2,00 m und sind 0,30 m tief.

Die Berechnungen liefern folgende Ergebnisse:

Abschnitt	erf. Speichervolumen	gepl. Stauhöhe	rechn. Entleerungszeit
2.1	78,00 m ³	0,31 m	17,22 h
2.2	102,52 m ³	0,26 m	14,44 h
2.3	43,29 m ³	0,39 m	21,67 h
2.4	33,47 m ³	0,27 m	15,00 h

Die Versickermulden sind ausreichend dimensioniert. In allen anderen Bereichen des Entwässerungsabschnitts 2 sind die abflusswirksamen Flächen kleiner, so dass der Einstau niedriger ist.

Auch bei stärkeren Regenereignissen wird das Wasser zunächst in den Sickersmulden aufgefangen. Erst wenn das Rückhaltevolumen erschöpft ist, fließt das übrige Niederschlagswasser über die in den Erdschwellen liegenden Ablaufschächte in den Regenwasserkanal ab.

2.3 Entwässerungsabschnitt 3

2.3.1 Einleitstelle 3

hochgelegte Versickermulden am Böschungsfuß

Der Straßendamm soll aus dem Erdabtrag aus den Einschnittsbereichen hergestellt werden, d.h. überwiegend aus Geschiebelehm und Geschiebemergel. Wegen der geringen Durchlässigkeit des Dammbaumaterials kann für die Böschungsflächen nur eine spezifische Versickerrate von 100 l/s*ha angesetzt werden, so dass auch von den Böschungen ein (geringer) Abfluss erfolgt.

Eine Versickerung des Niederschlagswassers im Untergrund ist nicht möglich, weil auch hier nur schlecht durchlässige Böden anstehen.

Zur Schaffung eines ausreichenden Versickerraumes werden am Böschungsfuß hochgelegte Versickermulden angeordnet. Unterhalb der Mulden wird der Straßendamm aus versickerungsfähigem Boden hergestellt, mit dem eine bemessungsrelevante Infiltrationsrate von $k_i \geq 1,0 \cdot 10^{-5}$ eingehalten werden kann (Ermittlung gem. DWA-A 138-1, Abschnitt 5.3.3.6). ~~Abtragsmaterial aus dem Einschnitt von Bau-km 30+780 – 31+058 hergestellt. Für dieses Material wurde im Baugrundgutachten des Ingenieurbüros Marienwerder anhand von Versickerungsversuchen ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7,47 \cdot 10^{-5}$ ermittelt. Zur Berücksichtigung einer evtl. Selbstdichtung der Versickerfläche wurde für die Bemessung ein geringerer Wert von $k_f = 1,5 \cdot 10^{-5}$ angesetzt (analog zur Ziffer 1.3.1.1 der RAS-Ew 2005).~~

Durch die hochgelegten Mulden wird außerdem ein Abstand $\geq 1,00$ m eingehalten von der Versickerfläche zum Grundwasser, welches in diesem Bereich relativ dicht unter der Geländeoberfläche ansteht.

Der Nachweis erfolgte repräsentativ für den Bereich von Bau-km 30+060 bis 30+390 für die Versickermulde am linken Böschungsfuß. Durch die Einseitneigung der Fahrbahn fließt das gesamte Wasser von der Fahrbahn über die linke Böschung ab und die Böschung hat in diesem Abschnitt die größte Breite. Zusätzlich entwässert das Bauwerk Ce 27 in die Mulde.

Die Versickermulde hat eine Länge von 260 m, eine Breite von 2,00 m und ist ~~0,3 m~~ 0,4 m tief. Zur Verhinderung eines Längsabflusses werden falls erforderlich Erdschwellen angeordnet.

Gemäß den Vorgaben der ~~RAS-Ew~~ REwS wurde ein 1-jähriges Regenereignis als Bemessungsgrundlage gewählt. Die Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens und der Einstauhöhe erfolgte nach dem ~~DWA-Arbeitsblatt 138~~ DWA-A 138-1 auf der Grundlage der Regenspenden aus dem ~~KOSTRA-Atlas~~ KOSTRA DWD 2020 (siehe Anhang).

Das erforderliche Speichervolumen beträgt:

$$V_{,u} = \quad \quad \quad \del{58,02 \text{ m}^3} \quad \quad \quad 84,28 \text{ m}^3$$

Die geplante Stauhöhe beträgt:

$$h_{\text{Stau}} = \quad \quad \quad \del{0,13 \text{ m}} \quad \quad \quad 0,35 \text{ m}$$

Die rechnerische Entleerungszeit beträgt:

$$t_E = \quad \quad \quad \del{4,81 \text{ h}} \quad \quad \quad 19,44 \text{ h}$$

Die Versickermulde ist ausreichend dimensioniert. In allen anderen Bereichen des Entwässerungsabschnitts 3 sind die abflusswirksamen Flächen kleiner, so dass der Einstau niedriger ist.

~~Anmerkung: für 10-jähriges Regenereignis wurde eine Stauhöhe von 0,3 m ermittelt, so dass die Versickermulde über ausreichend Reserven verfügt.~~

2.4 Entwässerungsabschnitt 4

2.4.1 Einleitstelle 4

Regenrückhaltebecken 4

Abflussberechnung bei $r_{15,1}$

Der Ermittlung des Oberflächenabflusses zum Regenrückhaltebecken 2 erfolgte gemäß ~~RAS-Ew 05 Punkt 1.3.1~~ REwS, Punkt 3.5 für ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) und einer Dauer von 15 Minuten (Siehe Anhang).

Für die Berechnung wurden alle Flächen berücksichtigt, die über die Mulden und das Kanalsystem zum Rückhaltebecken entwässern. Dies sind neben den Fahrbahnflächen und dem im nachfolgenden Bauabschnitt geplanten Bauwerk Ce 28 (Abflussbeiwert $\Psi = 0,9$) auch die Einschnittsböschungen und Bankette auf beiden Seiten der Straße, da die maßgebliche Regenspende (111,1 l/sha) größer ist als die spezifischen Versickerrate (100 l/sha bzw. 10 l/sha).

Aus diesem Einzugsgebiet ermittelt sich für $r_{15n=1,0}$ folgender Abfluss:

$$Q_{r_{15,1}} = 117,4 \text{ l/s} + 150,5 \text{ l/s}$$

Reduzierte Fläche zur Abflussermittlung

Die reduzierte Fläche für die Abflussberechnung zum Regenrückhaltebecken für unterschiedliche Dauerstufen und Häufigkeiten berechnet sich aus dem Abfluss Q gemäß ~~Punkt 1.3.1 REwS~~ Punkt 3.5.4 für die Häufigkeit $n = 1$ und der dem Abfluss zugrundeliegenden Regenspende r :

$$\begin{aligned} A_{\text{red}} &= Q \text{ [l/s]} / r \text{ [l/s*ha]} \\ &= 117,4 / 108,3 \quad 150,5 / 111,1 \\ A_{\text{red}} &= 1,08 \text{ ha} \quad 1,35 \text{ ha} \end{aligned}$$

Ermittlung des Speichervolumens

Wegen des aus hydraulischer Sicht relativ sensiblen Vorfluters wurde in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde ein 10-jähriges Regenereignis als Bemessungsgrundlage festgelegt. Die Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens erfolgte mit dem vereinfachten Verfahren des DWA Arbeitsblattes 117 auf der Grundlage der Regenspenden aus dem ~~KOSTRA-Atlas~~ KOSTRA DWD 2020 (siehe Anhang).

Das erforderliche Speichervolumen beträgt:

$$V_{\text{u}} = 309 \text{ m}^3 \quad 426 \text{ m}^3$$

Die geplante Einstauhöhe über dem Dauerstau beträgt:

$$h_{\text{Stau}} = 0,33 \text{ m} \quad 0,43 \text{ m} = 43,13 \text{ mNN}$$

Die rechnerische Entleerungszeit beträgt:

$$t_{\text{E}} = 11,3 \text{ h} \quad 15,6 \text{ h}$$

Das Abflussbauwerk zum Vorwerker Bach wird als Drosselschacht mit Überlaufwehr gestaltet. Durch den Notüberlauf wird zu jeder Zeit ein Freibord von 0,50 m zur Beckenoberkante gewährleistet. Die Abflussleitung zum Vorfluter wird als DN 800 ausgeführt.

Bewertung des Regenabflusses und erforderliche Behandlungsanlagen

Die qualitative Bewertung des Regenabflusses und die Wahl der daraus resultierenden Behandlungsanlagen erfolgten anhand des Merkblatts DWA-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“.

Ergebnis der Bewertung war, dass das Regenwasser vor der Einleitung in den Vorwerker Bach behandelt werden muss. Die erforderliche Reinigungsleistung kann durch die Anlage eines Absetzbeckens vor dem Rückhaltebecken erreicht werden (Typ D21). Damit ist sichergestellt, dass die Wasserqualität des Gewässers nicht negativ beeinflusst wird.

Das Formblatt zum Bewertungsverfahren ist als Anhang 4.1 beigelegt.

Die Verträglichkeit der Einleitung in den Vorwerker Bach in Bezug auf die Belange der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird im Fachbeitrag (Unterlage 19.5) nachgewiesen. Siehe dazu auch Ziffer 2.4.2 (Bemessung der Versickermulden).

Dimensionierung des Absetzbeckens 4

Berechnung nach ~~RAS-Ew, Abs. 1.4.7~~ REwS, Punkt 8.4.2

Absetzbecken werden für eine Oberflächenbeschickung von $q_A = 9 \text{ m/h}$ beim Bemessungszufluss Q ($n = 1$) bemessen.

Zufluss zum Absetzbecken

$$Q_{r15,1} = \del{117,4 \text{ l/s}} \quad 150,5 \text{ l/s}$$

Erforderliche Oberfläche des Absetzbeckens

$$A = 0,4 \cdot Q \text{ [l/s]} \quad [\text{m}^2]$$

$$= 0,4 \cdot \del{117,4} \quad 150,5$$

$$A = \del{46,96 \text{ m}^2} \quad 60,2 \text{ m}^2$$

~~Der Bereich mit einer Wassertiefe $t \geq 2,00 \text{ m}$ hat~~ Erforderlich ist vor der Tauchwand eine Oberfläche von ~~ca. 47 m^2~~ ca. 60 m^2 im Verhältnis $L : B = \text{ca. } 3 : 1$ (gem. ~~RAS-Ew 2005, Punkt 7.2~~ REwS, Punkt 8.4.1). Bedingt durch die naturnahe Form des Beckens ist die Gesamtoberfläche deutlich größer.

Am Zulauf des Beckens liegt die Gerinnesohle der letzten Haltung so weit unterhalb des Dauerstaus, dass der Zufluss zur Hälfte teileingestaut erfolgt. Die Gefahr der Remobilisierung von bereits abgesetzten Sedimenten wird dadurch vermindert, gleichzeitig können Leichtflüssigkeiten aber bis in das Becken gelangen.

Vor dem Übergang in das Rückhaltebecken wird eine Tauchwand als Leichtflüssigkeitsabscheider angeordnet. Das erforderliche Mindestrückhaltevolumen für Leichtflüssigkeiten von 5 m³ ist vorhanden.

2.4.2 Einleitstellen 4.1 bis 4.4

Versickermulden

Die Versickermulden werden so bemessen, dass ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) vollständig in die im Unterbau der Straße angeordneten Sickerschichten versickert und kein Wasser über die Ablaufschächte abfließt. Durch die Versickerung in der belebten Bodenzone kann die in den Vorwerker Bach eingeleitete Schadstoffmenge deutlich reduziert werden, so dass die Anforderungen der WRRL eingehalten werden (siehe Unterlage 19.5).

Der Nachweis des ausreichenden Rückhaltevolumens und der Versickerung erfolgte für die Mulden am Tiefrand der Fahrbahn, da hier das von den Fahrbahnflächen abfließende Niederschlagswasser versickert. In die am Hochrand der Straßen liegenden Mulden fließt nur das Wasser der Böschungsflächen und Bankette, so dass hier deutlich weniger Wasser anfällt und auf gesonderte Nachweise verzichtet werden kann.

In Abhängigkeit von der Breite der zu entwässernden Fahrbahn- und Böschungsflächen wurden die Versickermulden im Entwässerungsabschnitt 4 in vier Unterabschnitte (Einleitstellen) unterteilt, wobei der Abschnitt 4.4 die den Abfluss in die Versickermulde im dem geplanten 5. Bauabschnitt (OU Groß Hehlen) berücksichtigt:

Abschnittsbezeichnung	Stationierung	
	von Bau-km	bis Bau-km
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 4.1	30+820	30+950
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 4.2	30+960	31+060
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 4.3	repräsentativer Abschnitt mit 100 m Länge	
Entwässerungsabschnitt (Einleitstelle) 4.4 (BA 5)	31+060	31+360

Unterhalb der Versickermulden (belebte Bodenzone) liegt die horizontale Sickerschicht, über die auch das auf den Einschnitt zufließende Schichten- und Sickerwasser aufgefangen wird.

Bei der Herstellung der Sickerschichten ist sicherzustellen, dass Bodenmaterial eingebaut wird, mit dem eine bemessungsrelevante Infiltrationsrate von $k_i \geq 1,0 \cdot 10^{-5}$ eingehalten werden kann (Ermittlung gem. DWA-A 138-1, Abschnitt 5.3.3.6).

In den bindigen Schichten des anstehenden Bodens unterhalb der Sickerschichten ist keine Versickerung in den Untergrund möglich, so dass eine vollständige Ableitung aus dem Einschnitt erforderlich wird. Dafür werden beidseitig der Fahrbahn Sickerrohrleitungen eingebaut, die in regelmäßigen Abständen an den Regenwasserkanal der Straße angeschlossen werden.

Daraus folgt, dass das gesamte Wasser aus den Einleitstellen 4.1 bis 4.4 und auch aus den übrigen Mulden über das Kanalsystem dem Rückhaltebecken zugeleitet wird und an der Einleitstelle 4 in den Vorwerker Bach abgeleitet wird.

Die Mulden am Tiefrand der B 3 werden durch Schwellen (5 cm tiefer als der Muldenrand) so unterteilt, dass ein Längsabfluss verhindert wird.

Abflussberechnung bei $r_{15,1}$

Der Ermittlung des Oberflächenabflusses zu den Versickermulden erfolgte gemäß REwS, Punkt 3.5 für ein Regenereignis mit 1-jähriger Wiederkehr ($n = 1$) und einer Dauer von 15 Minuten.

Für die Berechnung wurden alle Flächen berücksichtigt, die in die jeweilige Mulde entwässern. Dies sind neben den Fahrbahnflächen (Abflussbeiwert $\Psi = 0,9$) auch die angrenzende Einschnittsböschung und das Bankett, da die maßgebliche Regenspende (111,1 l/sha) größer ist als die spezifische Versickerrate (100 l/sha bzw. 10 l/sha) (siehe Anhang 4.2.1 bis 4.2.4).

Die Mulden am Tiefrand der Fahrbahn haben im Regelfall eine Breite von 2,00 m und sind 0,40 m tief. Am Hochrand der Straße sowie an den Rampen haben die Mulden eine Breite von 2,00 m und sind 0,30 m tief.

Die Berechnungen liefern folgende Ergebnisse:

Abschnitt	erf. Speichervolumen	gepl. Stauhöhe	rechn. Entleerungszeit
4.1	40,02 m ³	0,34 m	18,89 h
4.2	24,27 m ³	0,29 m	16,11 h
4.3	12,39 m ³	0,17 m	9,44 h
4.4 (BA 5)	70,85 m ³	0,28 m	15,56 h

Die Versickermulden sind ausreichend dimensioniert. In allen anderen Bereichen des Entwässerungsabschnitts 4 sind die abflusswirksamen Flächen kleiner, so dass der Einstau niedriger ist.

Auch bei stärkeren Regenereignissen wird das Wasser zunächst in den Sickermulden aufgefangen. Erst wenn das Rückhaltevolumen erschöpft ist, fließt das übrige Niederschlagswasser über die in den Erdschwellen liegenden Ablaufschächte in den Regenwasserkanal ab.