

BAB A 1

| | | |
|---------------|-------------------|--|
| von Bau-km | 4+920,000 | Autobahn GmbH des Bundes Niederlassung West |
| bis Bau-km | 15+466,325 | |
| Nächster Ort: | --- | |
| Baulänge: | 10,546 km | Landesbetrieb Mobilität Trier |

DECKBLATT ZUM FESTSTELLUNGSENTWURF

A 1

AS Kelberg (B 410) – AS Adenau (L 10)

Wassertechnische Untersuchungen

| | |
|---|--|
| <p>Aufgestellt: Montabaur, den 12.08.2022 Niederlassung West</p> <p style="text-align: center;">gez. Neuroth</p> <p style="text-align: center;">..... Leiter der Niederlassung</p> | |
| | <p style="color: blue; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Anlage zum Planfeststellungsbeschluss gemäß Kapitel A Nr. XIV</p> |

Inhaltsverzeichnis

| Inhalt | Seite |
|---|--------------|
| 1. Allgemeine Angaben | 5 |
| 1.1 <i>Veranlassung und Zielstellung</i> | 5 |
| 1.2 <i>Quellenverzeichnis, verwendete Unterlagen</i> | 6 |
| 2. Beschreibung der Entwässerungsmaßnahmen und - abschnitte | 7 |
| 2.1 <i>Straßenquerschnitte</i> | 7 |
| 2.2 <i>Gräben und Mulden</i> | 8 |
| 2.2.1 <i>Transportgräben und -mulden</i> | 8 |
| 2.2.2 <i>Abfangegräben</i> | 8 |
| 2.2.3 <i>Versickerungseinrichtungen</i> | 8 |
| 2.2.4 <i>Ausfluss ins Gelände</i> | 9 |
| 2.3 <i>Rohrleitungen</i> | 10 |
| 2.4 <i>Regenrückhaltebecken</i> | 10 |
| 2.5 <i>Beschreibung der Entwässerungsabschnitte der A 1</i> | 12 |
| 3. Wasserhaushalt und Schadstoffeintrag..... | 14 |
| 3.1 <i>Fließgewässer, Vorfluter</i> | 14 |
| 3.2 <i>Vergleich der Einzugsgebiete und des Wasserhaushaltes vor und nach Bau der A1</i> | 14 |
| 3.3 <i>Schadstoffeintrag in das Umland</i> | 18 |
| 4. Bemessungsgrundlagen | 19 |
| 4.1 <i>Regenspende</i> | 19 |
| 4.2 <i>Regenhäufigkeit</i> | 19 |
| 4.3 <i>Abflussbeiwerte</i> | 19 |
| 4.4 <i>Absetzbecken</i> | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 5. Berechnungsverfahren | 21 |
| 5.1 Größe der Oberflächenabflüsse..... | 21 |
| 5.2 Bemessung offener Gerinne (Mulden, Gräben) | 21 |
| 5.3 Rohrleitungen | 23 |
| 5.4 Durchlässe und Straßenquerungen | 23 |
| 5.5 Regenrückhaltebecken..... | 23 |
| 5.6 Versickerungsanlagen (Mulden / Gräben / Querriegel) | 24 |
| 6. Darstellung der Untersuchungsergebnisse | 25 |
| 6.1 Zeichnerische Darstellung der Entwässerungseinrichtungen..... | 25 |
| 6.2 Einzugsgebiete vor bzw. nach Neubau der A1..... | 25 |
| 6.3 Darstellung der Einzugsgebiete in Lageplänen..... | 25 |

Verzeichnis der Anhänge

~~Anhang 1: KOSTRA-DWD-2000-Tabelle der Starkniederschlagshöhen~~

Anhang 1a: KOSTRA-DWD 2010R Tabelle der Starkniederschlagshöhen

Anhang 2.1: Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Anhang 2.1.1: EW 1

Anhang 2.1.2: EW 2

Anhang 2.1.3: EW 3

Anhang 2.1.4: EW 4

Anhang 2.1.5: EW 5

Anhang 2.1.6: EW 6

Anhang 2.2: Hydraulische Bemessung der Mulden und Gräben

Anhang 2.2.1: Bemessung der Mulden

Anhang 2.2.2: Bemessung der Gräben

Anhang 2.2.3: Berechnung des Überlaufs der Querriegel

Anhang 2.3: Bemessung Rohrdurchlässe

~~Anhang 3: Untersuchung gemäß Merkblatt DWA-M 153~~

~~Anhang 3.1: Prüfung der Bagatellgrenzen~~

~~Anhang 3.2: Bewertungsverfahren für Behandlungsmaßnahmen~~

~~Anhang 4: Dimensionierung Regenrückhaltebecken~~

~~Anhang 4.1: Dimensionierung RRB-I~~

~~Anhang 4.2: Dimensionierung RRB-II~~

~~Anhang 4.3: Dimensionierung RRB-III~~

~~Anhang 4.4: Dimensionierung RRB-IV~~

~~Anhang 4.5: Dimensionierung RRB-V~~

~~Anhang 4.6: Dimensionierung RRB-VI~~

~~Anhang 4.7: Berechnung der Notüberlaufschwelle~~

Anhang 4a: Dimensionierung Regenrückhaltebecken mit Retentionsbodenfilteranlagen

- Anhang 4.1a: Dimensionierung RRB I mit RBF-Anlage
- Anhang 4.2a: Dimensionierung RRB II mit RBF-Anlage
- Anhang 4.3a: Dimensionierung RRB III mit RBF-Anlage
- Anhang 4.4a: Dimensionierung RRB IV mit RBF-Anlage
- Anhang 4.5a: Dimensionierung RRB V mit RBF-Anlage
- Anhang 4.6a: Dimensionierung RRB VI mit RBF-Anlage
- Anhang 4.7a: Berechnung der Notüberlaufschwelle

| | |
|---|--------------|
| Tabellenverzeichnis | Seite |
| Tabelle 1: Versickerungsgräben | 9 |
| Tabelle 2: Lage und Drosselwassermengen der Regenrückhaltebecken | 12 |
| Tabelle 3: Standorte durchlässiger Dammschüttungen | 14 |
| Tabelle 4: Veränderung der Einzugsgebiete und Maßnahmen zur Sicherstellung der Durchgängigkeit..... | 17 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| Abbildung 1: Regelskizze Kleinrückhaltung | 9 |
|---|---|

Planverzeichnis

| | |
|--|---|
| Unterlage 8.1, Blatt 1 | Übersichtslageplan der Haupteinzugsgebiete vor Neubau M. 1:10.000 |
| Unterlage 8.1, Blatt 2 | Übersichtslageplan der Haupteinzugsgebiete nach Neubau M. 1:10.000 |
| Unterlage 8.2, Blatt 1–3 Unterlage 8.2a, Blatt 1a - 3a | Übersichtslagepläne der Teileinzugsgebiete M. 1:5.000 |
| Unterlage 8.3, Blatt 1–6 Unterlage 8.3a, Blatt 1a - 6a | Hydraulische Längsschnitte Regenrückhaltebecken I bis VI M. 1:500/50 |

1. Allgemeine Angaben

1.1 Veranlassung und Zielstellung

Bei der vorliegenden Neubauplanung handelt es sich um den rd. 10,5 km langen Lückenschluss der A 1 zwischen der AS Kelberg (B 410) und der AS Adenau (L10).

Durch den Bau und den Betrieb der Bundesautobahn A1 wird der Wasserhaushalt im Planungsgebiet beeinflusst. Durch den Neubau auf bisher überwiegend natürlichen, unbefestigten Flächen, erfolgt eine Verschärfung des Oberflächenabflusses. Die jeweiligen Einzugsgebiete werden in ihrer Größe und in ihrem Abflussverhalten verändert.

Nach dem Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz [8] in der derzeit gültigen Fassung soll der Versickerung gegenüber einer Ableitung in die Kanalisation Vorrang eingeräumt werden. Andererseits soll der Schadstoffeintrag infolge des Straßenverkehrs in das nahe Umland minimiert und ein ausreichender Hochwasserschutz gewährleistet werden.

Es ist daher erforderlich, qualitative und quantitative Ausgleichsmaßnahmen im Wasserhaushalt vorzusehen. Aufgrund schlechter Versickerungseigenschaften des Untergrundes liegt hier das Hauptaugenmerk auf der Regenrückhaltung. Aber auch eine weitgehende Versickerung und Verdunstung wird angestrebt.

Folgen von Zerschneidungen natürlicher Einzugsgebiete werden durch den Bau von Tal- und Grünbrücken sowie der Anordnung von Durchlässen bzw. Verbindungsrohrleitungen und Gräben minimiert.

Vornehmlichstes Ziel ist es, die Zunahme des abflusswirksamen Niederschlages, einhergehend mit der Verminderung von Verdunstung und Versickerung, durch die Veränderung der Gebietsstruktur bzw. der Einzugsgebietsflächen, infolge des Baus der A1 zu verhindern.

Die Anforderungen der einschlägigen Regelwerke, wie z.B. ~~RAS-Ew-2005~~ REwS 2021 [1] ~~und das Merkblatt DWA M-153 [6]~~ bilden die Grundlage der vorliegenden wassertechnischen Untersuchungen. Mit Einführung der REwS 2021 und unter Bezugnahme auf das DWA / BWK - Regelwerk, Arbeitsblatt A 102-2/BWK-A 3, Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, Ausgabe Dez. 2020, wurde das Merkblatt DWA M-153 teilweise ungültig. Die stoffbezogenen Ausführungen in Bezug auf Einleitungen in Oberflächengewässer sind demnach nicht mehr anzuwenden.

Die Konzeption, Lage und Bemessung der Regenrückhaltebecken sowie die Anforderung an die Reinigungsleistung / Qualität des abfließenden Wassers wurde mit der SGD Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Bodenschutz Trier abgestimmt und entspricht den Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie.

Im gesamten Streckenabschnitt sind keine Wasserschutzgebiete vorhanden bzw. vorgesehen womit auf besondere bautechnische Maßnahmen nach RiStWag [3] verzichtet werden kann.

1.2 Quellenverzeichnis, verwendete Unterlagen

- [1] ~~Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen/Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung RAS-Ew (2005) mit „RAS-Ew-Bemessungshilfen“ auf CD-ROM~~

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen/Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Richtlinien für die Entwässerung von Straßen, REwS (2021)
- [2] KOSTRA-DWD ~~2000~~ 2010R, Starkniederschlagshöhen und –spenden des Deutschen Wetterdienstes
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) / Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs e.V. (DVGW) / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) / Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. (ATT), Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten RiStWag (~~2002~~ 2016)
- [4] DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 117, Richtlinien für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken (~~2006~~ 2013)
- [5] DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 138, Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser (2005)
- [6] ~~DWA-Regelwerk, Merkblatt M 153, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (2007)~~
- [7] Bundesminister für Verkehr, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 626, Ermittlung und Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf die Landschaftsfaktoren Boden und Wasser (1992)
- [8] Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz (Landeswassergesetz - LWG)
- [9] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)
- [10] DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 178, Retentionsbodenfilteranlagen (Oktober 2005 – aktuelle Ausgabe von Juni 2019)

2. Beschreibung der Entwässerungsmaßnahmen und - abschnitte

2.1 Straßenquerschnitte

A 1 (SQ 27)

Die Straßen im Planungsabschnitt werden anhand der maßgebenden Richtlinien für den Straßenbau (RAA, ERS, RAS-L, RAS-Q, ~~RAS-Ew~~ REwS) geplant.

Die Entwässerung der Straßen und die Dränage des Oberbaus sind sicherzustellen.

In Dammlagen mit gleichzeitiger Fahrbahnneigung nach außen werden 0,40 m hohe Wälle mit vorgelagerten versickerungsfähigen Rasenmulden mit einer Regelbreite von 2,00 m und einer Tiefe von 0,30 m angeordnet. Diese Wälle fügen sich einerseits gut in das Landschaftsbild ein, andererseits vermindern sie den Schadstoffeintrag in das Umland durch abfließendes und weg-spritzendes Wasser aus dem Fahrbahnbereich.

Große abflusswirksame Niederschläge werden über Muldenabläufe in Rohrleitungen abgeschlagen, zu Regenrückhaltebecken (RRB) transportiert und von dort verzögert über Retentionsflächen in die örtlichen Vorfluter Nohner Bach, Grünbach bzw. deren Nebengewässer eingeleitet.

Die Abläufe werden 0,10 m erhöht in die Mulde eingebaut. Durch diese Maßnahme wird zusätzlicher Stauraum zur Versickerung geschaffen und kleinere Regenereignisse können vollständig versickern. Um eine Vernässung des Oberbaus und des Dammkörpers auszuschließen, wird ab einer Dammhöhe von 1,40 m – bezogen auf den Fahrbahnrand – eine Sickerscheibe unter dem Wall aus der Böschung herausgeführt.

Infolge der Versickerung in den Mulden findet keine Verlagerung der Schwermetalle in die Böschung bzw. das Grundwasser statt. Die Anreicherung erfolgt in den Mulden und in den der Straße zugewandten Böschung [7].

Die Dränage des Oberbaus erfolgt generell über Filterrohre DN 150 oder kombinierte Sicker- und Entwässerungsleitungen. Die Filterrohre werden an die Schächte der benachbarten Sammelleitungen abgeschlagen.

Um die Abführung des Sickerwassers aus den Mulden nicht zu beeinträchtigen, werden die Filterrohre in Sickersträngen unterhalb des Banketts angeordnet.

Die Mittelstreifenentwässerung bei Einseitquerneigung der Fahrbahn erfolgt über Spitz- und Pendelrinnen in Straßenabläufe mit Anschluss an Rohrleitungen zu den Regenrückhaltebecken.

L 69, L 10, L 70, K 85

Die untergeordneten Straßen, die durch den Bau betroffen sind, werden im Einschnitt mit 1,00 m bis 1,50 m breiten Mulden ausgestattet. Wenn möglich wird über die Dammschulter entwässert. Erforderliche Sickerrohre und Sickerstränge in Einschnittsbereichen werden unter dem Bankett angeordnet.

2.2 Gräben und Mulden

Alle Abmessungen der Gräben und Mulden werden im Anhang 2.2 ermittelt.

2.2.1 Transportgräben und -mulden

Der Regelgraben erhält eine Breite von 1,70 m eine Tiefe von 0,50 m und eine Sohlbreite von 0,20 m. Die Böschungsneigung beträgt 1:1,5.

Die beidseitig parallel zur A 1 verlaufenden Mulden erhalten durchgehend eine Breite von 2,00 m und eine Tiefe von 0,30 m. Im unmittelbaren Straßenbereich der untergeordneten Straßen werden die Mulden mit einer Breite von 1,00 m bzw. 1,50 m und einer Tiefe von 0,20 m bzw. 0,30 m angeordnet.

Bei einem Längsgefälle bis 4,0% werden die Gräben und Mulden mit Rasen befestigt, bis 10,0 % kommt eine raue Sohlbefestigung aus Natursteinbruch zum Einsatz.

In den Gräben werden Querriegel errichtet. Durch diese Einbauten wird die Fließgeschwindigkeit reduziert und Stauraum zur Versickerung geschaffen. Der verbleibende Abflussquerschnitt oberhalb der Querriegel und das Einstauvolumen wird im Anhang 2.2 aufgeführt.

Werden Rohrleitungen unter Mulden angeordnet, erfolgt die Beschickung über erhöht eingebaute Abläufe.

2.2.2 Abfangegräben

Oberhalb von Einschnittsböschungen werden bereichsweise Gräben zur Abfangung des Hangwassers aus dem natürlichen Gelände (Außengebiete) angeordnet. In die Gräben werden Querriegel eingebaut. Das unbelastete Hangwasser kann teilweise in diesen Gräben versickern oder fließt an geeigneter Stelle in das Gelände aus. Durch diese Maßnahmen erfolgt keine hydraulische Belastung der Vorfluter.

Die Abmessungen entsprechen in der Regel denen der Transportgräben.

Die Anordnung der Gräben außerhalb des Ausrundungsbereiches der Böschungen verhindert eine Beeinträchtigung der Böschungssicherheit durch Sickerwasser.

2.2.3 Versickerungseinrichtungen

Bereichsweise wird Wasser aus dem natürlichen Gelände in Versickergräben (vgl. Tabelle 1) gefasst. Die Abmessungen werden in Anhang 2.2 ermittelt.

Tabelle 1: Versickerungsgräben

| Straße | Beschreibung | Von km | Bis km | Einzugsgebiet | Lageplan |
|-------------------|-----------------|--------|-----------|---------------|-----------|
| A 1 rechts | Versickergraben | 5+210 | 5+390 | AR-5/1 | 2 |
| L 10 (alt) | Versickergraben | | alte L 10 | AR-3/1 | 2 |
| L 10 (alt) | Versickergraben | | alte L 10 | AR-5/4 | 2 |
| Wi-Weg | Versickergraben | | | AR-6/3 | 8.2, Bl.1 |
| Wi-Weg | Versickergraben | | | AR-6/2 | 8.2, Bl.1 |
| A 1 links | Versickergraben | 6+640 | 6+950 | AL-9a/1 | 3 - 4 |
| A 1 links | Versickergraben | 7+670 | 7+745 | AL-11/1 | 5 |
| A 1 links | Versickergraben | 9+110 | 9+240 | AL-14/3 | 6 |
| A 1 rechts | Versickergraben | 10+020 | 10+100 | AR-19/1 | 7 |
| L 70 / A 1 rechts | Versickergraben | 10+430 | 10+600 | AR-19/2 | 8 |
| L 70 rechts | Versickergräben | ≈0+500 | ≈0+600 | AL-20/1 | 8 |
| A 1 rechts | Versickergraben | 14+740 | 15+210 | AR-30/2 | 13 - 14 |

2.2.4 Ausfluss ins Gelände

Zur Erhöhung der Retention und der Versickerung werden kolkartige Vertiefungen gemäß Abbildung 1 an der Einleitungsstelle von Gräben und Rohren angeordnet. Durch diese Kleinrückhaltungen wird ein breitflächiges Ausfließen ins Gelände begünstigt und die Versickerung erhöht.

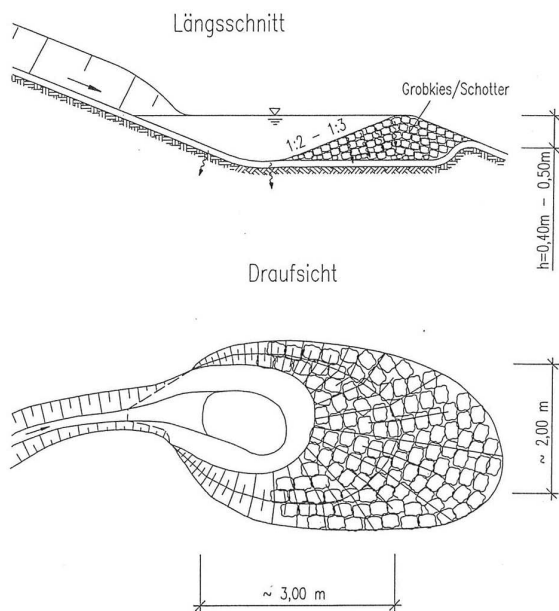


Abbildung 1: Regelskizze Kleinrückhaltung

Unterhalb von Kaskaden oder im Bereich von Steilstrecken werden Geröll- bzw. Gesteinschüttungen zur Energievernichtung eingebaut.

2.3 Rohrleitungen

Die hydraulische Kanaldimensionierung wurde mit Hilfe der Berechnungssoftware Rehm-Hykas 11.0 durchgeführt. Die Details der Längsleitungen sind in den Lageplänen und Höhenplänen dargestellt.

Zuleitungen von Einzelabläufen und Sickerrohren werden aus Kunststoff erstellt. In Brückenbereichen werden generell Gussrohre eingesetzt. Alle weiteren Rohrleitungen werden als Betonrohre ausgeführt.

Die das Bauwerk 15 querenden Rohrleitungen DN 500 bzw. DN 600 werden im Bauwerksbereich mit einem Ersatzquerschnitt von jeweils 2 x DN 400 überführt.

2.4 Regenrückhaltebecken und Retentionsbodenfilterbecken

Der Großteil des von den Fahrbahnen, den Rastanlagen, Böschungen sowie Mulden und Banketten abfließende Oberflächenwasser wird insgesamt 6 Regenrückhaltebecken (RRB) mit vorgeschalteten Retentionsbodenfilterbecken (RBFB) zugeführt, die den jeweiligen Abfluss soweit drosseln, dass diese dem ursprünglich natürlichen Abfluss entsprechen und damit keine Hochwasserbelastung im Bereich der Vorfluter erfolgt. Die Lage und die Drosselwassermengen der RRB sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Die Standorte der RRB wurden so gewählt, dass ökologische Belange so gut wie möglich berücksichtigt und Unterlieger nicht beeinträchtigt werden. Die betroffenen Gewässerabschnitte folgen überwiegend ihrem natürlichen Verlauf und sind wenig anthropogen geprägt.

Die Konzeption der einzelnen RRB ist baugleich vorgesehen um eine betriebstechnisch typisierte Wartung zu ermöglichen. Die Gestaltung der einzelnen Becken erfolgt jeweils als zweistufige Anlage, bestehend aus ~~Absetzbecken~~ Retentionsbodenfilteranlage sowie dem nachgeschalteten Regenrückhaltebecken.

~~Als Behandlungsmaßnahmen gemäß Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153 (vgl. Anhang 3) sind Absetzbecken mit max. 18 m/h Oberflächenbeschickung und schwimmendem ringförmigen Leichtflüssigkeitsabscheider im Dauerstau vorgesehen. Der Bemessungsregen wird dabei mit $F_{15,1}$ angenommen.~~

Den RBFB sind in einer Vorstufe Geschiebeschächte mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten vorgeschaltet. Die Rückhaltevolumina für Leichtflüssigkeiten sind für 30 m³ ausgelegt.

Alle Rückhaltebecken werden als Betonbecken ~~natürliche Erdbecken mit unterschiedlichen Böschungsnigungen~~ errichtet und mit Dauerstaukammern $h=2,0$ m betrieben.

Zusätzlich wird im RRB VI zur Reduzierung der Durchflussgeschwindigkeit der Dauerstaubereich ~~als Betonbecken~~ mit Trennwänden eingerichtet.

Ausstiegstreppen werden aus Sicherheitsgründen ebenso vorgesehen wie eine geschlossene Umzäunung mit Toren für die Betriebswege.

Der Drosselabfluss wird über eine Basisentleerung für Niedrigabflüsse (Grunddrossel) sowie einer darüber liegenden Drosselleitung für Hochwasserereignisse (Hauptdrossel) geregelt. Die mittlere Drosselwassermenge wird so gewählt, dass sie jeweils einem einjährigen Regenereignis auf der ursprünglich unbefestigten Fläche entspricht (vgl. Anhang 4a).

Ein Kontrollschacht mit Absperrorgan im Zulauf ermöglicht, dass die Becken für Wartungsarbeiten außer Betrieb genommen werden können. Ein Kontrollschacht mit Absperrschieber im Ablauf ermöglicht die Abflussunterbrechung im Falle einer unerwarteten Wasserverunreinigung im Staubecken. Die Staubecken sind jeweils für ein ~~5-jährliches~~ 50-jährliches Regenereignis ausgelegt. Die Regenrückhaltebecken sowie die Retentionsbodenfilterbecken werden jeweils ~~und~~ mit einer Notüberlaufschwelle versehen.

Die zur Ableitung der gedrosselten Wassermengen verwendeten Seitengewässer der Hauptvorfluter werden mit Querriegel und Steinschüttungen zur Energievernichtung ergänzt. Zur Erhöhung der Retention und der Versickerung werden kolkartige Vertiefungen an den Einleitungsstellen angeordnet. Der Ausfluss erfolgt dann breitflächig ins Gelände.

Eine direkte Gewässereinleitung ist somit nicht vorgesehen.

Tabelle 2: Lage und Drosselwassermengen der Regenrückhaltebecken

| RRB | Lageplan | Station | $Q_{Dr, Bem}$ [l/s] | Einlei- tungsstelle |
|-----|----------|---------|------------------------|------------------------|
| I | 3a | 6+100 | 150 145 | E 1 |
| II | 7a | 9+400 | 100 103 | E 2 |
| III | 7a | 9+700 | 50 46 | E 3 |
| IV | 8a | 10+900 | 50 49 | E 4 |
| V | 10a | 11+950 | 100 104 | E 5 |
| VI | 12a | 13+650 | 150 90 | E 6 |

$Q_{Dr, Bem}$ Bemessungsdrosselwassermenge

Eine ausführliche Beschreibung und Dimensionierung der einzelnen RRB und RBFB wird im Anhang 4 vorgenommen.

2.5 Beschreibung der Entwässerungsabschnitte der A 1

- **EW 1** Bauanfang km 4+920 bis Gradientenhochpunkt bei km 7+950

Das rd. 3,00 km lange Einzugsgebiet der A 1 ist einschließlich der zu entwässernden Böschungen 12,614 ha groß und entwässert im Tiefpunktsbereich von BW 4 (km 6+100) westlich der A 1 in das RRB I.

- **EW 2** Gradientenhochpunkt km 7+950 bis km 9+725 (BW 9)

Der zweite Entwässerungsabschnitt der A 1 ist rd. 1,82 km lang und 8,601 ha groß. Das Entwässerungsnetz mündet im Tiefpunktsbereich bei km 9+400 östlich der A 1 in das RRB II.

- **EW 3** km 9+725 (BW 9) bis km 10+830 (BW 12)

Das mit rd. 1,09 km relativ kurze und mit 3,878 ha kleine Einzugsgebiet entwässert vor der Talbrücke Nohner Bach Süd (BW 9) bei km 9+700 östlich der A 1 in das RRB III.

- **EW 4** km 10+830 (BW 12) bis km 11+920 (BW 14)

Das mit rd. 1,05 km ebenfalls relativ kurze und mit 4,119 ha kleine Einzugsgebiet entwässert vor dem Bauwerk 12 bei km 10+900 westlich der A 1 in das RRB IV.

- **EW 5** km 11+920 (BW 14) bis km 13+725 (BW 18)

Das rd. 1,86 km lange Einzugsgebiet der A 1 ist einschließlich der zu entwässernden Böschungen 9,175 ha groß und entwässert vor BW 14 bei km 11+950 westlich der A 1 in das RRB V.

- **EW 6** km 13+725 (BW 18) bis Bauende bei km 15+466

Der letzte Entwässerungsabschnitt der A 1 ist rd. 1,73 km lang und einschließlich der beiden PWC-Anlagen bei ca. km 14+400 mit 18,130 ha das größte zu entwässernde Einzugsgebiet. Das Entwässerungsnetz mündet vor Bauwerk 18 bei km 13+650 östlich der A 1 in das RRB VI.

3. Wasserhaushalt und Schadstoffeintrag

3.1 Fließgewässer, Vorfluter

Der Nohner Bach, der Grünbach und der Pützertbach inklusive ihrer Seitengewässer sind die Vorfluter dieses Planungsabschnittes, die durch den Bau der A1 beeinflusst werden und stromabwärts in die Ahr münden. Durch die Ausgleichsmaßnahmen sollen die Abflussmengen der Einzugsgebiete Nohner Bach, Grünbach und Pützert zum Zustand vor Bau insgesamt nicht erhöht werden.

Die vorhandenen Fließgewässer werden durch den Bau der A 1 mehrmals gequert. Durch großzügige Talbrücken wird die vorhandene Gewässerstruktur einschließlich der Vorlande unter dem Straßenkörper hindurchgeführt.

Zudem wird der angrenzende Straßenkörper der A 1 durch Einbau einer durchlässigen Dammschüttung wasserdurchgängig gestaltet. Dies trifft auch auf alle in Tabelle 3 aufgelisteten Bereiche zu.

Tabelle 3: Standorte durchlässiger Dammschüttungen

| Lageplan | km |
|----------|---------------|
| 2 | 5+750 – 5+900 |
| 4 | 7+100 – 7+200 |
| 5 | 7+700 |
| 7 | 9+730 – 9+900 |

Lediglich im Bereich des südlichen Widerlagers der Talbrücke Nohner Bach Süd erfolgt eine Überbauung eines vorhandenen Gewässers. Der Gewässerlauf wird daher am Dammfuß des Widerlagers herumgeführt.

3.2 Vergleich der Einzugsgebiete und des Wasserhaushaltes vor und nach Bau der A1

Die Zunahme an versiegelter Fläche und an Böschungen führt zu einer drastischen Erhöhung des abflusswirksamen Niederschlages. Der Wasserhaushalt, also das Verhältnis von Abfluss, Verdunstung und Versickerung soll nicht nachteilig durch den Bau der A1 verändert werden.

Die Veränderung der Einzugsgebietsflächen vor und nach Bau der A 1 wird in Tab. 4 gegenübergestellt. Veränderungen werden hierdurch deutlich und Ausgleichsmaßnahmen können hinsichtlich ihrer Auswirkungen beurteilt werden. Durch die Trasse der A 1 verschieben sich überwiegend geringfügig die Grenzen der Einzugsgebiete. Der Bau von Tal- und Grünbrücken dient u.a. der Minimierung nachteiliger Folgen aus der Zerschneidung der Einzugsgebiete durch die Trassenlage der A1. Die Differenz der Gesamtfläche vor und nach Neubau resultiert überwiegend aus der Erweiterung des GE-Gebietes Radersberg, für das eine gesonderte Ableitung des Oberflächenwassers besteht.

Die Zunahme an versiegelter Flächen und Böschungen wird u.a. durch die Schaffung von Versickerungsmöglichkeiten in Mulden und Gräben ausgeglichen. Die Schaffung von Retentions- und Versickerbereichen in Gräben und Mulden sorgt zusammen mit den geplanten Regenrückhaltebecken für eine Reduzierung des hochwasserbildenden Abflusses.

Eine direkte Einleitung in die Gewässer wird generell durch die breitflächige Ableitung in das Gelände bzw. durch zusätzliche Anlage von Querriegeln im Auslaufbereich vermieden. Der Fließweg wird dadurch verlängert und die Fließgeschwindigkeit verringert.

Abflusswirksames Niederschlagswasser des Fahrbahnbereiches und der straßenseitigen Böschungen der A1 einschließlich der beiden Parkplätze (PWC) und Bereichen der angrenzenden Straßen wird in Mulden gesammelt. Die Abläufe in diesen Mulden werden um 10 cm erhöht eingebaut. Bei kleineren Regenereignissen kann sich das Wasser in den Mulden stauen und versickern.

Größere Niederschlagsmengen werden über die Abläufe den Rohrleitungen zugeführt. Diese münden dann in die RRB, wo der Abfluss wirksam gepuffert wird. Die Entleerungszeit der ~~Becken~~ Regenrückhaltebecken I bis V wird zu 2,5 4 bis 3 6 Stunden und des Regenrückhaltebeckens VI zu 9 Stunden angesetzt um zwei kurz hintereinander auftretende Starkregenereignisse aufnehmen zu können.

Bereichsweise werden Gräben oberhalb von Einschnittsböschungen angeordnet. Die Abfanggräben werden zur Erhöhung der Versickerungsrate mit Querriegeln ausgebildet. Die Einleitung ins Gelände erfolgt in der Regel breitflächig in kolkähnliche Muldenaufweitungen. Die Erhöhung des Direktabflusses wird durch weitere Gräben mit Querriegel parallel von vorhandenen Wirtschaftswegen begrenzt.

Einzugsgebiete des Nohner Bachs

Der Vorfluter der Einzugsgebiete (EZG) III bis XX ist der Nohner Bach bzw. dessen Nebenbäche. Der Nohner Bach mündet in den Trierbach, der ein Zufluss der Ahr ist.

Die gesamte Fläche der auf die Pegelpunkte 3 bis 20 bezogenen Einzugsgebiete von rd. 660 ha bleibt annähernd gleich, da sich die äußeren Grenzen der EZG nicht verschieben. Während sich die EZG III bis V, VII, X bis XI, XIII bis XIV, XVI und XVIII bis XX durch den Bau der A 1 in ihrer Flächenausdehnung verringern, vergrößern sich die EZG VI, IX, XV und XVII durch entstehende Fließrichtungsänderungen.

Die EZG VIII und XII sind von der Baumaßnahme nicht betroffen und bleiben unverändert.

Der verschärfte Oberflächenabfluss im Bereich des Straßenquerschnitts der A 1 wird im Einzugsbereich des Nohner Bachs durch die Pufferung in den Regenrückhaltebecken I bis III kompensiert. Die mittlere Drosselwassermenge wird so gewählt, dass sie jeweils einem einjährigen Regenereignis auf der ursprünglich unbefestigten Fläche entspricht (vgl. Anhang 4a).

Einzugsgebiete des Grün- und Pützertbachs

Der Pützertbach ist ein direkter Zufluss zum Grünbach, daher sind beide Gewässer gemeinsam zu betrachten. Der Grünbach wiederum mündet in den Ahbach, welcher kurz hinter der Landesgrenze in die Ahr mündet.

Für die Einzugsgebiete XXI bis XXXIV sind Grün- und Pützertbach die Vorfluter.

Die Gesamtfläche der auf die Pegelpunkte 21 bis 34 bezogenen Einzugsgebiete von rd. 420 ha verringert sich durch die erfolgte Erschließung des GE-Gebietes Radersberg der Ortsgemeinde Dreis-Brück (EZG XXXIII und XXXIV) auf rd. 405 ha. Während sich die EZG XXI, XXVI bis XXIX und XXXI bis XXXIV insgesamt verringern, vergrößern sich die EZG XXII bis XXV und XXX durch entstehende Fließrichtungsänderungen.

Durch die Errichtung der Regenrückhaltebecken IV bis VI sowie das bestehende RRB in der AS Kelberg wird der erhöhte Oberflächenabfluss der A 1 kompensiert. Die mittlere Drosselwassermenge wird wie oben beschrieben festgelegt.

Die einzelnen Maßnahmen die, wie vor beschrieben, die Verdunstung und Versickerung unterstützen sind im Einzelnen den Lageplänen, dem Anhang 2.2 sowie der Tab. 1 dieses Beitrages zu entnehmen.

Im betrachteten Einzugsbereich des Nohner Baches sowie des Grün- und Pützertbaches ist der Wasserhaushalt insgesamt durch die beschriebenen Maßnahmen als annähernd ausgeglichen anzusehen. Eine weitergehende Versickerung ist aufgrund des schwach durchlässigen Untergrundes nicht möglich und würde einen noch größeren Flächenverbrauch bedeuten.

Tabelle 4: Veränderung der Einzugsgebiete und Maßnahmen zur Sicherstellung der Durchgängigkeit

| Einzugs- gebiets- flächen | Pegel / Vorflut | Fläche vor Neubau | Fläche nach Neubau | Fläche nach RRB | Maßnahmen zur Sicherung der Durchgängigkeit | Bemerkungen | |
|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| lfd. Nr. | | [ha] | [ha] | [ha] | | | |
| III | P3 / Taufenseifen | 49,824 | 47,449 | 1,779 | Grünunterführung, BW 1 + 2 | RRB I 12,614 [ha] | |
| IV | P4 / Taufenseifen - Nohner Bach | 51,825 | 47,149 | 1,315 | | | |
| V | P5 / Nohner Bach | 40,246 | 35,600 | 2,502 | Durchlass DN 800 | | |
| VI | P5 / Nohner Bach | 65,007 | 69,767 | 0,706 | Talbrücke Nohner Bach Nord, BW 4 | | |
| VII | P7 / Nohner Bach | 31,242 | 28,559 | 1,839 | Talbrücke Nohner Bach Nord, BW 4 | | |
| VIII | P8 / Seitengewässer-Senscheider Bach | 27,471 | 27,471 | --- | EZG unverändert | | |
| IX | P9 / Seitengewässer-Nohner Bach | 41,097 | 52,121 | 1,668 | Talbrücke K 85, BW 5 | | |
| X | P10 / Nohner Bach | 17,171 | 6,977 | 1,233 | | | |
| XI | P11 / Seitengewässer-Nohner Bach | 29,365 | 39,130 | 1,573 | Grünbrücke, BW 6 | | |
| XII | P12 / Nohner Bach | 30,303 | 30,045 | --- | EZG unverändert | | RRB II 8,601 [ha] |
| XIII | P13 / Hollerseifen - Nohner Bach | 116,924 | 111,492 | 4,427 | Talbrücke Hollerseifen, BW 7a + 7b | | |
| XIV | P14 / Nohner Bach | 27,069 | 24,815 | 3,293 | Grünbrücke, BW 8 | | |
| XV | P15 / Nohner Bach | 22,621 | 22,621 | --- | EZG unverändert | | |
| XVI | P16 / Nohner Bach | 17,991 | 6,919 | 0,881 | Talbrücke Nohner Bach Süd, BW 9 | | |
| XVII | P17 / Nohner Bach | 8,900 | 17,726 | 0,645 | Gewässerumverlegung | RRB III 3,878 [ha] | |
| XVIII | P18 / Nohner Bach | 4,651 | 4,655 | 0,067 | | | |
| XIX | P19 / Hayerbusch - Nohner Bach | 23,073 | 22,116 | 1,529 | Grünunterführung, BW 10a + 10b | | |
| XX | P20 / Nohner Bach | 48,432 | 46,352 | 0,923 | | | |
| XXI | P21 / Grünbach | 6,721 | 6,632 | 0,267 | | | |
| XXII | P22 / Seitengewässer - Grünbach | 8,817 | 7,162 | 0,447 | Unterführung Wirtschaftsweg, BW 12 | | |
| | | | | 0,443 | | RRB IV 4,119 [ha] | |
| XXIII | P23 / Heyerbach - Grünbach | 21,546 | 21,299 | 1,409 | Talbrücke Heyroth, BW 13a + 13b | | |
| XXIV | P24 / Seitengewässer - Grünbach | 44,280 | 41,874 | 2,168 | Talbrücke Heyertal, BW 14 | | |
| XXV | P25 / Grünbach | 6,986 | 5,232 | 0,099 | | | |
| | | | | 0,347 | | RRB V 9,175 [ha] | |
| XXVI | P26 / Grünbach | 10,194 | 9,317 | 1,214 | Grünunterführung, BW 10a + 10b | | |
| XXVII | P27 / Grünbach | 9,510 | 6,578 | 1,842 | | | |
| XXVIII | P28 / Hardtbach - Grünbach | 50,771 | 49,286 | 3,082 | Talbrücke Bongard, BW 16 | | |
| XXIX | P29 / Pützertbach - Grünbach | 27,383 | 23,693 | 1,956 | Talbrücke Grünbach, BW 17 | | |
| XXX | P30 / Pützertbach - Grünbach | 40,221 | 53,44 | 0,734 | Talbrücke Grünbach, BW 17 | | |
| | | | | 1,408 | BW 17, Unterführung K 65, BW 18 | RRB VI 18,130 [ha] | |
| XXXI | P31 / Pützertbach | 18,254 | 4,561 | 4,050 | | | |
| XXXII | P32 / Pützertbach | 17,221 | 16,316 | 0,626 | | | |
| XXXIII | P33 / Pützertbach | 43,385 | 36,511 | 3,917 | | | |
| XXXIV | P34 / Seitengewässer - Dörrbach | 66,654 | 45,773 | 8,129 | | | |
| Gesamtfläche | | 1025,155 | 968,638 | 56,517 | | | |

3.3 Schadstoffeintrag in das Umland

Der Eintrag von Schadstoffen soll soweit wie möglich minimiert werden.

In den Rasenmulden lagern sich Schwermetalle und andere Schmutzfrachten ab. Die Eintragung von Schwermetallen durch Sickervorgänge in das Umland und das Grundwasser kann damit weitestgehend ausgeschlossen werden.

Die Abläufe in den Mulden erhalten Eimer um die Schmutzfrachten zurückzuhalten.

Die 0,40 m hohen Wälle in Dammlagen wirken dem Wegspritzen von Wasser aus den Fahrbahnbereichen ins Gelände entgegen.

~~In den Absatzbecken der zentralen Regenrückhalteanlagen werden die über die Rohrleitungen abtransportierten Schmutzpartikel und Schwebstoffe vor der Einleitung in die Vorfluter abgeschieden.~~

Über diese Maßnahmen hinaus ist gemäß REwS 2021 die Behandlung von Straßenoberflächenwasser (SOW) bei Straßen mit hoher Verkehrsbelastung vor Einleitung in die entsprechenden Vorfluter erforderlich. Der vorliegende Streckenabschnitt der A 1 ist hierbei mit einer prognostizierten Verkehrsbelastung von 23.600 Kfz/d für den Prognosehorizont 2025 der Kategorie III (Straßen DTV > 15.000 Kfz/d) zuzuordnen. Als Behandlungsanlagentyp kommen hierbei die in der Deckblattplanung vorgesehenen Retentionsbodenfilteranlagen zur Anwendung.

Als Vorstufe der einzelnen Retentionsbodenfilteranlagen werden jeweils Geschiebeschächte angeordnet. Im Sammelraum des Geschiebeschachtes setzen sich die Grobstoffe ab und werden zurückgehalten. Die feste Tauchwand, die in den Dauerstau hineinragt, fängt Leichtflüssigkeiten im Havariefall auf. Die Größe des Auffangraumes für Leichtflüssigkeiten ist für 30 m³ ausgelegt. Das Niederschlagswasser wird schließlich über die Überlaufschwelle des Geschiebeschachtes ungedrosselt in das Retentionsbodenfilterbecken geleitet.

Auf und in der Filterschicht (Filterkörper mit Filtervegetation (Schilf)) des Retentionsbodenfilterbeckens finden physikalisch-chemische und biologische Reinigungsprozesse statt. Das Oberflächenwasser wird durch Versickerung in den Filterkörper von AFS63 (abfiltrierbare Stoffe mit Korngrößen 0,45 µm bis 63 µm [Feinanteil]) gereinigt und gedrosselt in Drainsaugern abgeleitet und einem Drainsammler zusammengeführt. Der Drainsammler führt das Wasser über ein Ablaufbauwerk mit einem Drosselorgan in das Regenrückhaltebecken.

Die Retentionsbodenfilteranlagen ermöglichen einen effektiven Feststoffrückhalt und bieten in Bezug auf den Rückhalt von AFS63 eine große Reinigungsleistung. Die Reinigungsleistung einer Retentionsbodenfilteranlage hat einen AFS63-Wirkungsgrad von 95 %.

4. Bemessungsgrundlagen

Die ortsspezifischen Vorgaben wurden mit der SGD Nord, ASt Trier abgestimmt oder vorgegeben. Der entwässerungstechnischen Planung sind die ~~RAS-EW-2005~~ REwS 2021 und RiStWag ~~2002~~ 2016 sowie die maßgebenden DWA-Richtlinien A 117, RS 138, ~~M-153~~ und M 176 sowie A 178 zugrunde gelegt.

4.1 Regenspende

Die maßgebenden Regenspenden werden anhand des Starkniederschlagshöhen-Atlas des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD-~~2000~~ 2010R, vgl. Anhang 1a) ermittelt.

Für die betroffenen Rasterfelder $\rightarrow 8 \downarrow 63$, ~~$\rightarrow 9 \downarrow 63$~~ , $\rightarrow 8 \downarrow 64$, ~~$\rightarrow 9 \downarrow 64$~~ , ergeben sich folgende Regenspenden ~~als Gruppenwerte~~ aus dem arithmetischen Mittel:

| | | Raster: $\rightarrow 8 \downarrow 63$ / $\rightarrow 8 \downarrow 64$ | | arithmet. Mittel: |
|-------------------------------|-------------------------------|---|---------|-------------------|
| Regenspende: $r_{15, n=1}$ | = 111,1 l/(s x ha) | 110,0 | / 107,8 | 108,9 l/(s x ha) |
| Regenspende: $r_{15, n=0,3}$ | = 154,3 l/(s x ha) | 156,7 | / 154,4 | 155,6 l/(s x ha) |
| Regenspende: $r_{15, n=0,2}$ | = 181,0 l/(s x ha) | 178,9 | / 175,6 | 177,3 l/(s x ha) |
| Regenspende: $r_{15, n=0,02}$ | = | 276,7 | / 272,2 | 274,5 l/(s x ha) |
| Regenspende: $r_{10, n=1}$ | = 134,8 l/(s x ha) | 133,3 | / 130,0 | 131,7 l/(s x ha) |
| Regenspende: $r_{10, n=0,3}$ | = 195,0 l/(s x ha) | 190,0 | / 186,7 | 188,4 l/(s x ha) |

4.2 Regenhäufigkeit

Es werden folgende Häufigkeiten für den Bemessungsregen zugrunde gelegt:

| | | |
|------------|-----|--|
| $n = 1$ | 1/a | Entwässerung über Mulden, Gräben, Rohrleitungen, Bemessung der RBF-Anlagen |
| $n = 0,3$ | 1/a | Entwässerung über Rohrleitungen bei Mitteltrennstreifen, Brücken |
| $n = 0,2$ | 1/a | Entwässerung im Bereich von Straßentiefpunkten, Bemessung RRB ohne gefährdete Unterlieger |
| $n = 0,02$ | 1/a | Bemessung RRB |

4.3 Abflussbeiwerte

Für die hydraulische Dimensionierung von Rohrleitungen, Gräben, Mulden, **RBF-Anlagen** und RRB wurden folgende Abflussbeiwerte verwendet:

| | |
|---|--|
| Fahrbahn, Mittelstreifen | $\psi_s = 0,90$ |
| Mittelstreifen , Bankett, Böschung | |
| $\frac{(r_{15, n=1} * 1,05 - q_s)}{r_{15, n=1} * 1,05}$ | $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$ spezifische Versickerungsrate |

(5 %iger Planungsaufschlag, da überwiegend Einschnittsböschungen im Felsanschnitt erwartet werden)

| | | |
|-------------|--------------------|--|
| | daraus ergibt sich | $\psi_s = 0,14$ 0,14 $0,13$ |
| Wald | | $\psi_s = 0,11$ |
| Feld, Wiese | | $\psi_s = 0,14$ |

4.4 **Absetzbecken** Retentionsbodenfilteranlage mit Geschiebeschacht als Vorstufe

Oberflächenbeschickung $q_A = 18 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

Steiggeschwindigkeit $v_s = 0,0025 \text{ m/s}$

Horizontale und vertikale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand $v_{h,v} \leq 0,05 \text{ m/s}$

Die Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage bildet ein Geschiebeschacht. Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich.

Leichtflüssigkeitsauffangraum $\geq 30 \text{ m}^3$

Die erforderliche Filteroberfläche des Retentionsbodenfilterbeckens für Straßenentwässerung entspricht gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 178 [10] 100 m^2 je Hektar befestigter, angeschlossener Fläche ($A_{E,b,a}$). Des Weiteren wird bei Volleinstau des Retentionsbodenfilterbeckens sichergestellt, dass die spezifische Drosselabflussspende auf $q_{Dr,RBF} = 0,05 \text{ l}/(\text{s} \times \text{m}^2)$ begrenzt ist.

5. Berechnungsverfahren

5.1 Größe der Oberflächenabflüsse

Aufgrund der langgestreckten Einzugsgebiete (Straßenkörper) und einer Fließzeit kleiner 100 min. erfolgt die Bemessung nach dem Zeitbeiwertverfahren. Den Berechnungen werden die Regenhäufigkeiten gemäß Abschn. 4.2 zu Grunde gelegt.

$$Q = r_{(D,T)} \cdot \Psi_s \cdot A_{EK}$$

| | | |
|-------------|--------------|--|
| mit: Q | [l/s] | = Oberflächenabfluss |
| $r_{(D,T)}$ | [l/(s · ha)] | = Regenspende in Abhängigkeit von Dauer und Jährlichkeit |
| A_{EK} | [ha] | = Größe der kanalisierten Entwässerungsfläche |
| Ψ_s | [-] | = zu A_{EK} gehörender Spitzenabflussbeiwert |

5.2 Bemessung offener Gerinne (Mulden, Gräben)

Offene Gerinne werden nach der Formel von Manning-Strickler bemessen.

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

| | | |
|---------------|--|----------------------------------|
| mit: k_{st} | = 30 25 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ | (Sohle aus Rasen) |
| | 50 45 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ | (Sohle aus Bruchsteinpflaster) |
| Q | [m^3/s] | = Durchfluss |
| A | [m^2] | = durchflossener Querschnitt |
| r_{hy} | [m] | = hydr. Radius = $\frac{A}{l_u}$ |
| l_u | [m] | = benetzter Umfang |
| I_E | [-] | = Energiegefälle |

Bei Gräben mit Querriegeln wird der mögliche Abfluss mit dem reduzierten Gefälle und der verbleibenden Durchflussfläche oberhalb der Querriegel ermittelt.

5.3 Rohrleitungen

Für Kreisprofile lautet die „allgemeine Abflussformel“

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left[-2 \cdot \lg \left(\frac{2,51 \cdot \vartheta}{d \cdot \sqrt{2g \cdot I_r} \cdot d} + \frac{k_b}{3,71 \cdot d} \right) \right] \cdot \sqrt{2g \cdot I_r} \cdot d \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

| | | |
|----------------|---------------------|--|
| mit: Q | [m ³ /s] | = Durchfluss |
| d | [m] | = Innendurchmesser Rohr |
| I _r | [-] | = Gefälle |
| g | [m/s ²] | = Fallbeschleunigung = 9,81 m/s ² |
| ϑ | [m ² /s] | = kin. Viskosität (hier: 1,3 · 10 ⁻⁶ m ² /s) |
| k _b | [mm] | = betr. Rauigkeit (1,5 mm für Betonrohre; 0,4 mm für Kunststoffrohre) |

Die hydraulische Kanaldimensionierung wurde mit Hilfe der Berechnungssoftware Rehm-Hykas 11.0 durchgeführt.

5.4 Durchlässe und Straßenquerungen

Durchlässe werden gemäß ~~RAS-Ew~~ REwS 2021 ohne Aufstau bemessen.

Die Regenhäufigkeit wird mindestens mit n=0,3 1/a angesetzt. Im Bereich von Tiefpunkten erfolgt die Dimensionierung für n=0,2 1/a.

Die hydraulische Bemessung der Durchlässe wird ~~mit Hilfe der CD-ROM „RAS-Ew-Bemessungshilfen“~~ gemäß REwS 2021 durchgeführt (vgl. Anhang 2.3).

Straßenquerungen im Zuge von Rohrleitungen werden wie die Rohrleitungen dimensioniert.

5.5 Regenrückhaltebecken und Retentionsbodenfilterbecken

Die Bemessung des Stauvolumens erfolgt nach dem einfachen Verfahren gemäß Arbeitsblatt DWA-A 117 [4].

Die Regenhäufigkeit des Niederschlagsereignisses wurde für alle RRB zu ~~0,2~~ 0,02 1/a gewählt. ~~-, da keine Unterlieger durch Hochwasser gefährdet sind.~~

Für den Bemessungsniederschlag beträgt die ~~gesamte~~ Entleerungszeit der Regenrückhaltebecken I bis V ca. ~~2,4-3,2 h~~ 4-6 h und für das Regenrückhaltebecken VI ca. 9 h.

~~Die Dimensionierung des Absetzbeckens erfolgt für die Abscheidung von Sanden von $\varnothing \geq 0,1$ mm mit einer Sinkgeschwindigkeit von 18 m/h. Der Drosselabfluss des Retentionsbodenfilterbeckens $Q_{Dr,RBF}$ ergibt sich durch Multiplikation der Drosselabflussspende $q_{Dr,RBF}$ mit der Filteroberfläche. Das Volumen des Retentionsbodenfilterbeckens ergibt sich durch Anwendung des einfachen Verfahrens für Regenrückhaltebecken nach dem DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 117 vom Dezember 2013 [4].~~

Vorhandene Überfallwehre wurden nach der Formel

$$Q = 2/3 \cdot \mu \cdot \sqrt{2g \cdot h_{\text{ü}}^{2/3}} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad \text{bemessen.}$$

Alle weiteren Berechnungen sind im Anhang 4a aufgeführt.

5.6 Versickerungsanlagen (Mulden / Gräben / Querriegel)

Die in Anhang 2.2 bemessenen Versickerungsgräben und -mulden sind als abflusslose Verdunstungsflächen mit ausreichendem Stauvolumen (Anlage von Querriegel) für das Bemessungsregenereignis zu verstehen.

Die Durchlässigkeit ist anhand von Bodenaufschlüssen und Versickerversuchen für diese Bereiche noch zu überprüfen, und gegebenenfalls ist der anstehende Boden auszutauschen.

6. Darstellung der Untersuchungsergebnisse

6.1 Zeichnerische Darstellung der Entwässerungseinrichtungen

Alle erforderlichen wasserbautechnischen Einrichtungen wie z.B. Mulden, Gräben, Rohrleitungen, Sickerstränge und RRB mit RBF-Anlagen werden in den Lage- bzw. Höhenplänen der Straßenplanung (Unterlage 5a, Blätter 3a, 7a, 8a, 10a, 12a, und 6) dargestellt.

Mittels Schnittzeichnungen werden die RRB mit RBF-Anlage (Unterlage 8.3a, Blatt 1a - 6a) dargestellt. Die Lage der Schnitte ist so gewählt, dass das hydraulische Fließverhalten gut zu erkennen ist.

6.2 Einzugsgebiete vor bzw. nach Neubau der A1

Die Darstellung der Einzugsgebiete für den Zustand vor und nach Bau der A1 erfolgt in Lageplänen im Maßstab 1:10.000.

In den beiden vorliegenden Übersichtslageplänen (Unterlage 8.1) sind die durch den Neubau betroffenen Einzugsgebiete für gewählte Pegelstellen dargestellt. Die Pegel stellen den Bezugspunkt für die Festlegung der jeweiligen Fläche dar. Die Ermittlung der Einzugsgebietsflächen wurde aus den Lageplänen M. 1 : 5.000 bzw. M. 1 : 1.000 vorgenommen.

6.3 Darstellung der Einzugsgebiete in Lageplänen

Die nach Fertigstellung der Baumaßnahme betroffenen Einzugsgebiete werden im Maßstab 1:5.000 dargestellt (Unterlage 8.2a). Es werden alle Teileinzugsgebiete, die zur Dimensionierung von Rohrleitungen, Gräben und Mulden erforderlich sind, eingezeichnet.

Die Einzugsgebiete im Straßenbereich (E) werden hinsichtlich der Lage links (L) oder rechts (R) von der Achse der A1 bzw. der L10 und der Pegelstelle unterschieden.

Natürliche Teileinzugsgebiete, die kein Wasser aus Straßenbereichen erhalten, werden mit (A) und Nummer bezeichnet.

Beispiel:

EL-4/23

Teileinzugsgebiet Nr. 23 links von der Achse A1 im Bereich des Haupteinzugsgebietes IV

AR-4/11

Natürliches Teileinzugsgebiet Nr. 11 rechts von der Achse A1 im Bereich des Haupteinzugsgebietes IV

Die Gräben und Mulden im Bereich der A1 werden ebenfalls mit Kennungen versehen. Diese werden durch die Lage der Achse der A1 und durch die zugehörige Nr. des Teileinzugsgebietes beschrieben.

~~Anhang 1~~

~~KOSTRA – DWD – Tabelle (Gruppenwerte)~~

wird ersetzt durch

Anhang 1a

KOSTRA – DWD 2010R – Tabelle



**Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000**

Niederschlagshöhen und -spenden
Zeitspanne : Januar - Dezember
Gruppenwerte für die KOSTRA-Rasterfelder:

| | | | | |
|---------|----|----|----|----|
| Zeile: | 63 | 63 | 61 | 64 |
| Spalte: | 8 | 9 | 9 | 8 |

| T | 0,5 | | 1,0 | | 2,0 | | 5,0 | | 10,0 | | 20,0 | | 50,0 | | 100,0 | |
|----------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| D | hN | rN | hN | rN | hN | rN | hN | rN | hN | rN | hN | rN | hN | rN | hN | rN |
| 5,0 min | 3,5 | 116,1 | 5,1 | 111,3 | 6,8 | 226,5 | 9,0 | 299,4 | 10,6 | 354,6 | 12,3 | 409,9 | 14,5 | 482,8 | 16,1 | 538,0 |
| 10,0 min | 5,8 | 97,1 | 8,1 | 134,8 | 10,3 | 172,4 | 13,3 | 222,2 | 15,6 | 258,9 | 17,9 | 297,5 | 20,8 | 347,3 | 23,1 | 385,0 |
| 15,0 min | 7,3 | 81,0 | 10,0 | 111,1 | 12,7 | 141,2 | 16,3 | 181,0 | 19,0 | 221,1 | 21,7 | 241,2 | 25,3 | 281,0 | 28,0 | 311,1 |
| 20,0 min | 8,3 | 68,8 | 11,3 | 94,5 | 14,4 | 120,2 | 18,5 | 154,2 | 21,6 | 179,8 | 24,7 | 205,5 | 28,7 | 239,5 | 31,8 | 265,2 |
| 30,0 min | 9,4 | 52,2 | 13,1 | 72,8 | 16,8 | 93,3 | 21,7 | 120,4 | 25,2 | 141,0 | 29,1 | 161,5 | 34,0 | 188,7 | 37,7 | 209,2 |
| 45,0 min | 10,2 | 37,7 | 14,6 | 54,1 | 19,0 | 70,5 | 24,9 | 92,2 | 29,3 | 108,6 | 33,8 | 125,1 | 39,6 | 146,8 | 44,1 | 163,2 |
| 60,0 min | 10,5 | 29,0 | 15,5 | 43,1 | 20,5 | 57,1 | 27,2 | 75,6 | 32,3 | 89,6 | 37,3 | 103,6 | 44,0 | 122,1 | 49,0 | 136,1 |
| 90,0 min | 11,8 | 21,9 | 17,2 | 31,8 | 22,5 | 44,7 | 29,6 | 54,7 | 35,0 | 64,8 | 40,3 | 74,7 | 47,4 | 87,8 | 52,7 | 97,7 |
| 2,0 h | 12,9 | 17,9 | 18,5 | 25,7 | 24,1 | 33,7 | 31,5 | 40,7 | 37,0 | 51,5 | 42,6 | 59,2 | 50,0 | 69,5 | 55,6 | 77,2 |
| 3,0 h | 14,6 | 13,5 | 20,5 | 19,0 | 26,4 | 24,5 | 34,3 | 31,7 | 40,2 | 37,2 | 46,1 | 42,7 | 54,0 | 50,0 | 59,9 | 55,5 |
| 4,0 h | 15,9 | 11,0 | 22,1 | 15,3 | 28,3 | 19,6 | 35,4 | 25,3 | 42,6 | 29,6 | 48,8 | 33,9 | 57,0 | 39,6 | 63,2 | 43,9 |
| 6,0 h | 17,9 | 8,3 | 24,5 | 11,3 | 31,1 | 14,4 | 39,7 | 18,4 | 46,3 | 21,4 | 52,9 | 24,5 | 61,5 | 28,5 | 68,1 | 31,5 |
| 9,0 h | 20,2 | 6,2 | 27,2 | 8,4 | 34,1 | 10,5 | 43,3 | 13,4 | 50,3 | 15,5 | 57,3 | 17,7 | 66,5 | 20,5 | 73,4 | 22,7 |
| 12,0 h | 22,0 | 5,1 | 29,3 | 6,8 | 36,5 | 8,5 | 46,1 | 10,7 | 53,4 | 12,4 | 60,6 | 14,0 | 70,2 | 16,3 | 77,5 | 17,9 |
| 18,0 h | 24,6 | 3,8 | 32,1 | 5,0 | 39,6 | 6,1 | 49,5 | 7,6 | 57,0 | 8,8 | 64,5 | 10,0 | 74,4 | 11,5 | 81,9 | 12,6 |
| 24,0 h | 27,3 | 3,2 | 35,0 | 4,1 | 42,7 | 4,9 | 52,9 | 6,1 | 60,6 | 7,0 | 68,3 | 7,9 | 78,5 | 9,1 | 86,3 | 10,0 |
| 48,0 h | 34,6 | 2,0 | 43,1 | 2,5 | 51,7 | 3,0 | 63,0 | 3,6 | 71,6 | 4,1 | 80,1 | 4,6 | 91,4 | 5,3 | 100,0 | 5,8 |
| 72,0 h | 42,5 | 1,6 | 50,0 | 1,9 | 57,0 | 2,2 | 67,5 | 2,6 | 75,0 | 2,9 | 82,5 | 3,2 | 92,5 | 3,6 | 100,0 | 3,9 |

- T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
- h - Niederschlagshöhe (in [mm])
- rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

| T/D | 15,0 min | 60,0 min | 12,0 h | 24,0 h | 48,0 h | 72,0 h |
|-------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1 a | 10,00 | 15,50 | 29,25 | 35,00 | 43,15 | 50,00 |
| 100 a | 28,00 | 49,00 | 77,50 | 86,25 | 100,00 | 100,00 |

Berechnung "Kurzze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

- bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,
 - bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,
 - bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %,
- Berücksichtigung finden.

Anhang 1a

KOSTRA – DWD 2010R – Tabellen



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 8, Zeile 63
 Ortsname :
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : Ausgleich nach DWA-A 531

| Dauerstufe | Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a] | | | | | | | | |
|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 a | 2 a | 3 a | 5 a | 10 a | 20 a | 30 a | 50 a | 100 a |
| 5 min | 170,0 | 220,0 | 250,0 | 286,7 | 336,7 | 390,0 | 416,7 | 456,7 | 506,7 |
| 10 min | 133,3 | 170,0 | 190,0 | 216,7 | 253,3 | 288,3 | 310,0 | 336,7 | 371,7 |
| 15 min | 110,0 | 138,9 | 156,7 | 178,9 | 207,8 | 236,7 | 254,4 | 276,7 | 305,6 |
| 20 min | 93,3 | 119,2 | 134,2 | 152,5 | 178,3 | 204,2 | 219,2 | 237,5 | 263,3 |
| 30 min | 72,2 | 93,3 | 105,0 | 120,6 | 141,7 | 162,2 | 174,4 | 190,0 | 211,1 |
| 45 min | 53,7 | 70,7 | 80,7 | 93,3 | 110,4 | 127,4 | 137,4 | 150,0 | 167,0 |
| 60 min | 42,8 | 57,5 | 66,1 | 77,2 | 91,9 | 106,7 | 115,3 | 126,4 | 141,1 |
| 90 min | 31,7 | 41,9 | 47,8 | 55,4 | 65,7 | 75,9 | 82,0 | 89,6 | 99,8 |
| 2 h | 25,6 | 33,5 | 38,1 | 43,9 | 51,8 | 59,7 | 64,3 | 70,1 | 78,1 |
| 3 h | 18,8 | 24,4 | 27,5 | 31,6 | 37,0 | 42,6 | 45,7 | 49,8 | 55,3 |
| 4 h | 15,2 | 19,4 | 21,9 | 25,0 | 29,2 | 33,5 | 36,0 | 39,1 | 43,3 |
| 6 h | 11,2 | 14,2 | 15,9 | 18,1 | 21,0 | 23,9 | 25,6 | 27,8 | 30,7 |
| 9 h | 8,3 | 10,3 | 11,5 | 13,0 | 15,1 | 17,1 | 18,3 | 19,8 | 21,8 |
| 12 h | 6,7 | 8,3 | 9,2 | 10,3 | 11,9 | 13,5 | 14,4 | 15,6 | 17,1 |
| 18 h | 4,9 | 6,0 | 6,7 | 7,5 | 8,6 | 9,6 | 10,3 | 11,1 | 12,2 |
| 24 h | 4,0 | 4,8 | 5,3 | 5,9 | 6,8 | 7,6 | 8,1 | 8,7 | 9,6 |
| 48 h | 2,5 | 3,0 | 3,2 | 3,5 | 4,0 | 4,4 | 4,6 | 4,9 | 5,4 |
| 72 h | 1,9 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,9 |

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

| Wiederkehrintervall | Klassenwerte | Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe | | | |
|---------------------|--------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | 15 min | 60 min | 24 h | 72 h |
| 1 a | Faktor [-] | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe |
| | [mm] | 9,90 | 15,40 | 34,40 | 50,00 |
| 100 a | Faktor [-] | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe |
| | [mm] | 27,50 | 50,80 | 82,70 | 100,10 |

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %,
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %,
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 8, Zeile 64
 Ortsname :
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : Ausgleich nach DWA-A 531

| Dauerstufe | Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a] | | | | | | | | |
|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 a | 2 a | 3 a | 5 a | 10 a | 20 a | 30 a | 50 a | 100 a |
| 5 min | 163,3 | 213,3 | 243,3 | 276,7 | 326,7 | 376,7 | 406,7 | 443,3 | 493,3 |
| 10 min | 130,0 | 165,0 | 186,7 | 211,7 | 246,7 | 283,3 | 303,3 | 330,0 | 365,0 |
| 15 min | 107,8 | 136,7 | 154,4 | 175,6 | 204,4 | 233,3 | 251,1 | 272,2 | 301,1 |
| 20 min | 91,7 | 117,5 | 132,5 | 150,8 | 175,8 | 201,7 | 216,7 | 235,0 | 260,0 |
| 30 min | 71,1 | 92,2 | 104,4 | 119,4 | 140,6 | 161,1 | 173,3 | 188,9 | 210,0 |
| 45 min | 53,3 | 70,4 | 80,4 | 93,0 | 110,4 | 127,4 | 137,4 | 150,0 | 167,0 |
| 60 min | 42,5 | 57,5 | 66,1 | 77,2 | 92,2 | 106,9 | 115,8 | 126,7 | 141,7 |
| 90 min | 31,5 | 41,9 | 48,0 | 55,6 | 65,9 | 76,3 | 82,4 | 90,0 | 100,4 |
| 2 h | 25,6 | 33,5 | 38,2 | 44,0 | 52,1 | 60,1 | 64,7 | 70,7 | 78,6 |
| 3 h | 19,0 | 24,5 | 27,8 | 31,9 | 37,4 | 43,0 | 46,2 | 50,3 | 55,8 |
| 4 h | 15,3 | 19,7 | 22,2 | 25,3 | 29,6 | 33,8 | 36,3 | 39,5 | 43,8 |
| 6 h | 11,4 | 14,4 | 16,1 | 18,3 | 21,3 | 24,2 | 26,0 | 28,1 | 31,1 |
| 9 h | 8,5 | 10,5 | 11,7 | 13,2 | 15,3 | 17,3 | 18,6 | 20,1 | 22,2 |
| 12 h | 6,8 | 8,4 | 9,4 | 10,5 | 12,1 | 13,7 | 14,7 | 15,8 | 17,4 |
| 18 h | 5,1 | 6,2 | 6,8 | 7,6 | 8,8 | 9,8 | 10,5 | 11,3 | 12,4 |
| 24 h | 4,1 | 5,0 | 5,5 | 6,1 | 6,9 | 7,8 | 8,3 | 8,9 | 9,8 |
| 48 h | 2,6 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,1 | 4,5 | 4,8 | 5,1 | 5,6 |
| 72 h | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,5 | 3,7 | 4,1 |

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

| Wiederkehrintervall | Klassenwerte | Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe | | | |
|---------------------|--------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | 15 min | 60 min | 24 h | 72 h |
| 1 a | Faktor [-] | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe |
| | [mm] | 9,70 | 15,30 | 35,50 | 51,40 |
| 100 a | Faktor [-] | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe | DWD-Vorgabe |
| | [mm] | 27,10 | 51,00 | 84,40 | 105,00 |

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %,
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %,
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.

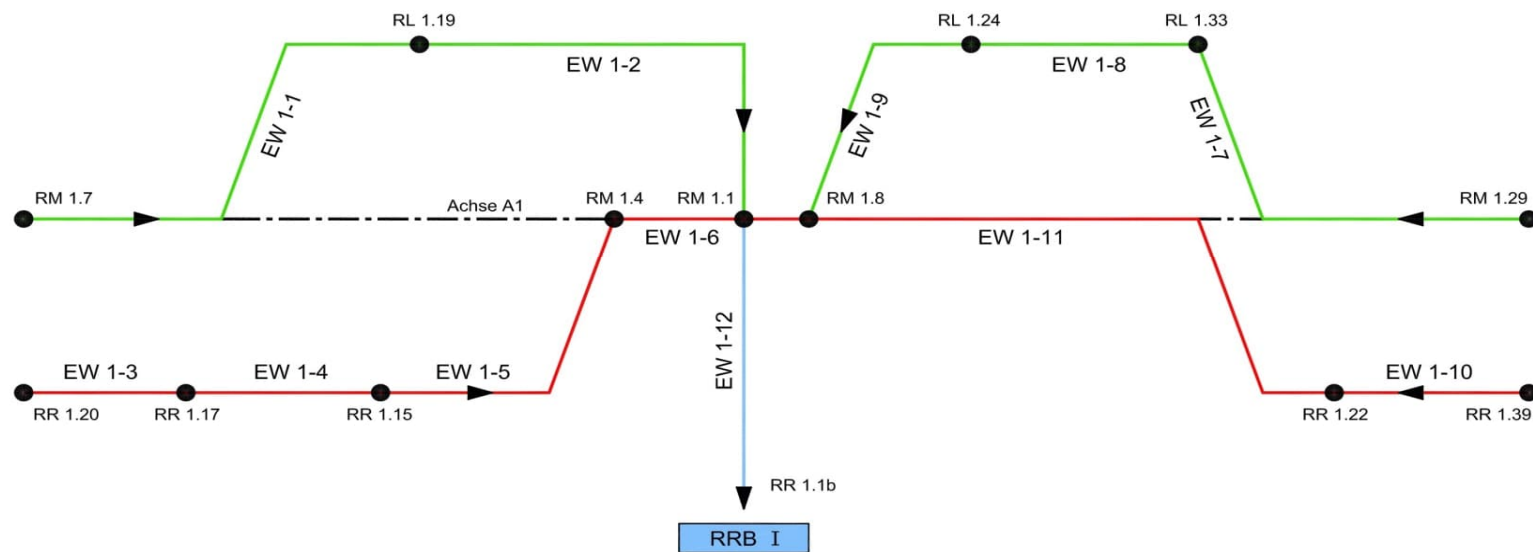
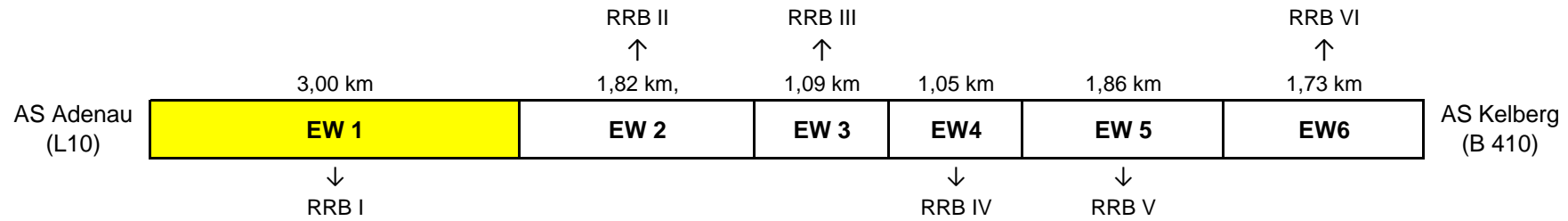
Anhang 2.1

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Anhang 2.1.1

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Teilnetz EW 1



Zusammenstellung der Einzugsgebiete RRB I

| | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe | |
|--------|---------------|---------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|----------------------------|-------------------|
| | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] | |
| EW 1_1 | EM 6/7 | 4+870 - 5+050 | 0,3 | 0,228 | 0,155 | 0,073 | 0,046 | --- | --- | --- |
| | EL 6/8 | 5+050 - 5+140 | | 0,115 | 0,07 | 0,045 | 0,013 | --- | --- | 60,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,343 | | | 0,059 | | | |
| EW 1-2 | EL 6/9 | 5+140 - 5+625 | 1 | 0,707 | 0,390 | 0,12 +0,178 (Rampe) +0,019 (Verbreiterung Einfädelstreifen) | 0,073 | 0,57 +0,056 (Böschung aufschlitzen) | --- | 10,0 / 2,0 |
| | EL6/10 | 5+625 - 6+085 | | 0,490 | 0,370 | 0,120 | 0,031 | 0,290 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 1,197 | | | 0,104 | 0,916 | | |
| EW 1-3 | ER 6/6 | 4+870 - 5+090 | 1 | 0,243 | 0,180 | 0,063 | 0,006 | 0,150 | 0,380 | 10,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,243 | | | 0,006 | 0,150 | 0,380 | |
| EW 1-4 | ER 6/7 | 5+090 - 5+140 | 0,3 | 0,070 | 0,040 | 0,030 | 0,008 | --- | --- | 50,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,070 | | | 0,008 | | | |

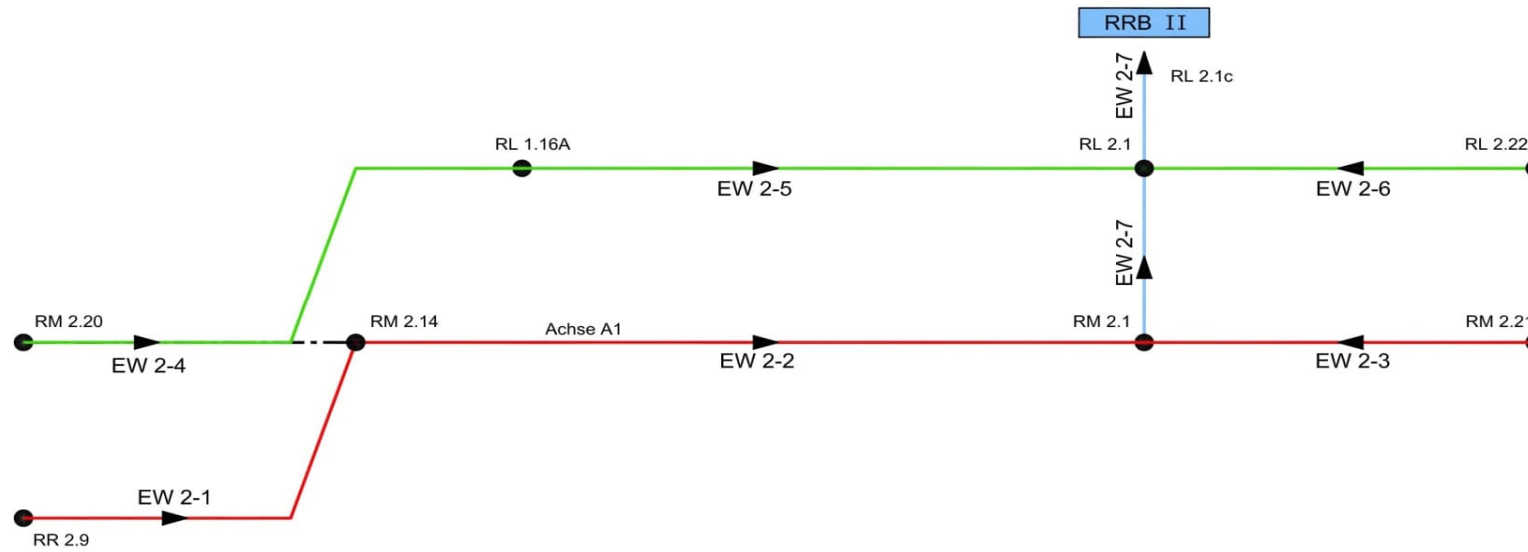
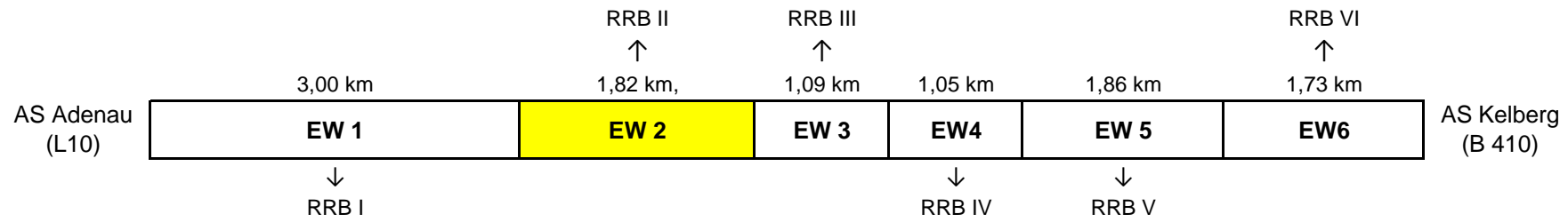
| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------|---------------|---------------|-----|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 1-5 | ER 6/8 | 5+140 - 5+840 | 1 | 0,954 | 0,560 | 0,18 +0,195 (Rampe) +0,019 (Verbreiterung Einfädelstreifen) | 0,110 | 1,16 +0,066 (Böschung aufschlitzen) | --- | 10,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,954 | | | 0,110 | 1,226 | | |
| | | | | | | | | | | |
| EW 1-6 | ER 6/9 | 5+840 - 6+085 | 0,3 | 0,280 | 0,210 | 0,070 | 0,061 | --- | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,280 | | | 0,061 | | | |
| EW 1-7 | EM 6/1 | 6+905 - 7+950 | 0,3 | 1,130 | 0,840 | 0,290 | 0,250 | --- | --- | 127,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 1,130 | | | 0,250 | | | |
| EW 1-8 | EL 6/3 | 6+440 - 6+905 | 1 | 0,510 | 0,370 | 0,140 | 0,001 | 0,390 | 0,097 | 20,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,510 | | | 0,001 | 0,390 | 0,097 | |
| EW 1-9 | EL 6/5 | 6+085 - 6+440 | 0,3 | 0,490 | 0,280 | 0,210 | 0,050 | --- | --- | 348,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,490 | | | 0,050 | | | |

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|---------------------------|---------------|---------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 1-10 | ER 6/1 | 7+105 - 7+950 | 1 | 0,840 | 0,640 | 0,200 | --- | 1,280 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,840 | | | | 1,280 | | |
| EW 1-11 | ER 6/2-1 | 6+905 - 7+105 | 0,3 | 0,260 | 0,160 | 0,100 | 0,019 | --- | --- | 127,0 / 2,0 |
| | EM 6/4-1 | 6+085 - 6+905 | | 1,020 | 0,680 | 0,340 | 0,170 | --- | --- | 354,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 1,280 | | | 0,189 | | | |
| EW 1-1 bis EW 1-11 | | | | 7,337 | | | 0,838 | 3,962 | 0,477 | |

Anhang 2.1.2

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Teilnetz EW 2



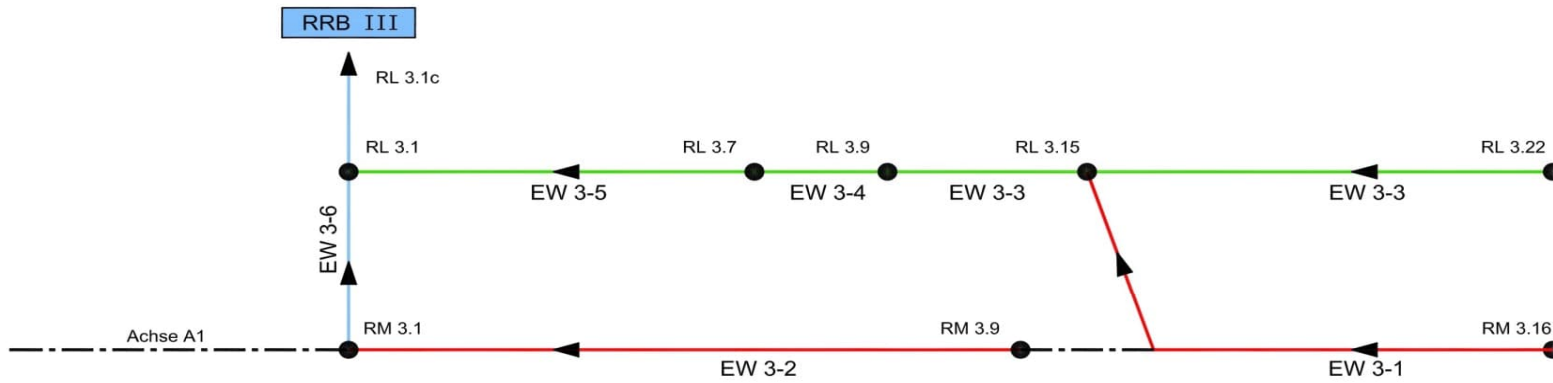
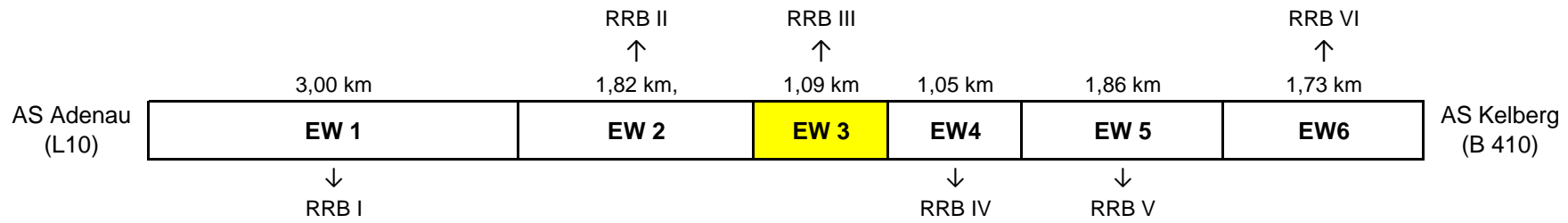
Zusammenstellung der Einzugsgebiete RRB II

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------------------------|---------------|---------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 2-1 | ER 15/2 | 7+950 - 8+380 | 1 | 0,450 | 0,340 | 0,110 | --- | 1,782 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,450 | | | | 1,782 | | |
| EW 2-2 | EM 15/1 | 8+380 - 9+405 | 0,3 | 1,150 | 0,820 | 0,330 | 0,230 | --- | --- | 210,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 1,150 | | | 0,230 | | | |
| EW 2-3 | EM 15/2 | 9+405 - 9+745 | 0,3 | 0,460 | 0,270 | 0,190 | 0,053 | 0,006 | --- | 321,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,460 | | | 0,053 | 0,006 | | |
| EW 2-4 | EM 15/5 | 7+950 - 8+390 | 0,3 | 0,485 | 0,370 | 0,115 | 0,110 | --- | --- | --- |
| | EL 15/4 | 8+390 - 8+610 | | 0,311 | 0,178 | 0,133 | 0,033 | --- | --- | 210,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,796 | | | 0,143 | | | |
| EW 2-5 | EL 15/3 | 8+610 - 9+405 | 1 | 0,796 | 0,600 | 0,196 | --- | 2,210 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,796 | | | | 2,210 | | |
| EW 2-6 | EL 15/6 | 9+405 - 9+745 | 1 | 0,470 | 0,270 | 0,200 | 0,048 | 0,007 | --- | 321,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,470 | | | 0,048 | 0,007 | | |
| EW 2-1 bis EW 2-6 | | | | 4,122 | | | 0,474 | 4,005 | | |

Anhang 2.1.3

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Teilnetz EW 3



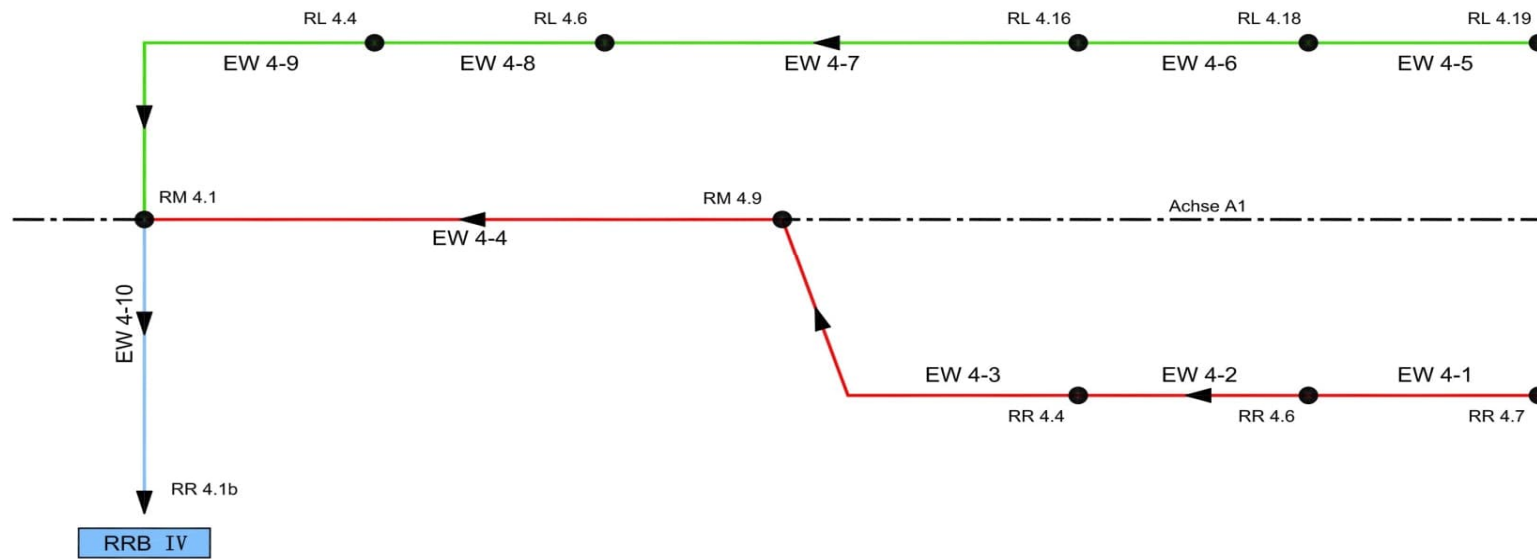
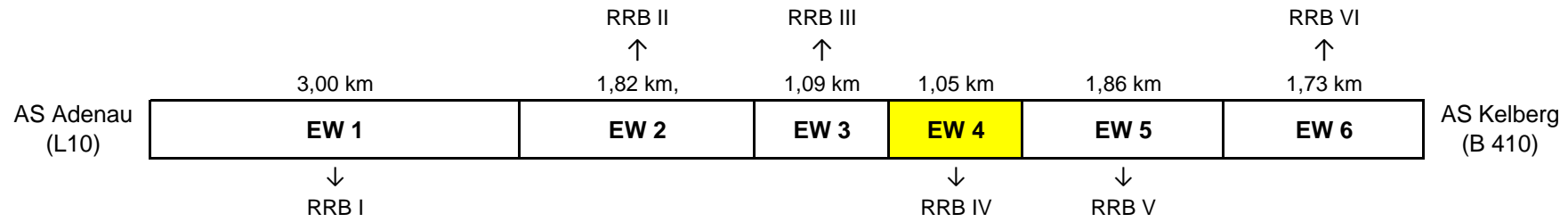
Zusammenstellung der Einzugsgebiete RRB III

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------------------------|---------------|-----------------|-----|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 3-1 | EM 17/1 | 10+430 - 10+830 | 0,3 | 0,440 | 0,340 | 0,100 | 0,100 | --- | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,440 | | | 0,100 | | | |
| EW 3-2 | EM 17/2 | 9+745 - 10+415 | 0,3 | 0,759 | 0,560 | 0,22 -0,021 (verkürzung Bauwerk 10) | 0,150 | --- | --- | 50,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,759 | | 0,199 | 0,150 | | | |
| EW 3-3 | EL 17/3 | 10+175 - 10+830 | 1 | 0,730 | 0,550 | 0,180 | --- | 1,043 | --- | |
| | Gesamt | | | 0,730 | | | | 1,043 | | |
| EW 3-4 | EL 17/4 | 10+065 - 10+175 | 0,3 | 0,132 | 0,088 | 0,065 -0,021 (verkürzung Bauwerk 10) | 0,017 | --- | --- | |
| | Gesamt | | | 0,132 | | 0,044 | 0,017 | | | |
| EW 3-5 | EL 17/5 | 9+745 - 10+065 | 1 | 0,347 | 0,260 | 0,087 | --- | 0,160 | --- | 321,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,347 | | | | 0,160 | | |
| EW 3-1 bis EW 3-5 | | | | 2,408 | | | 0,267 | 1,203 | | |

Anhang 2.1.4

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Teilnetz EW 4



Zusammenstellung der Einzugsgebiete RRB IV

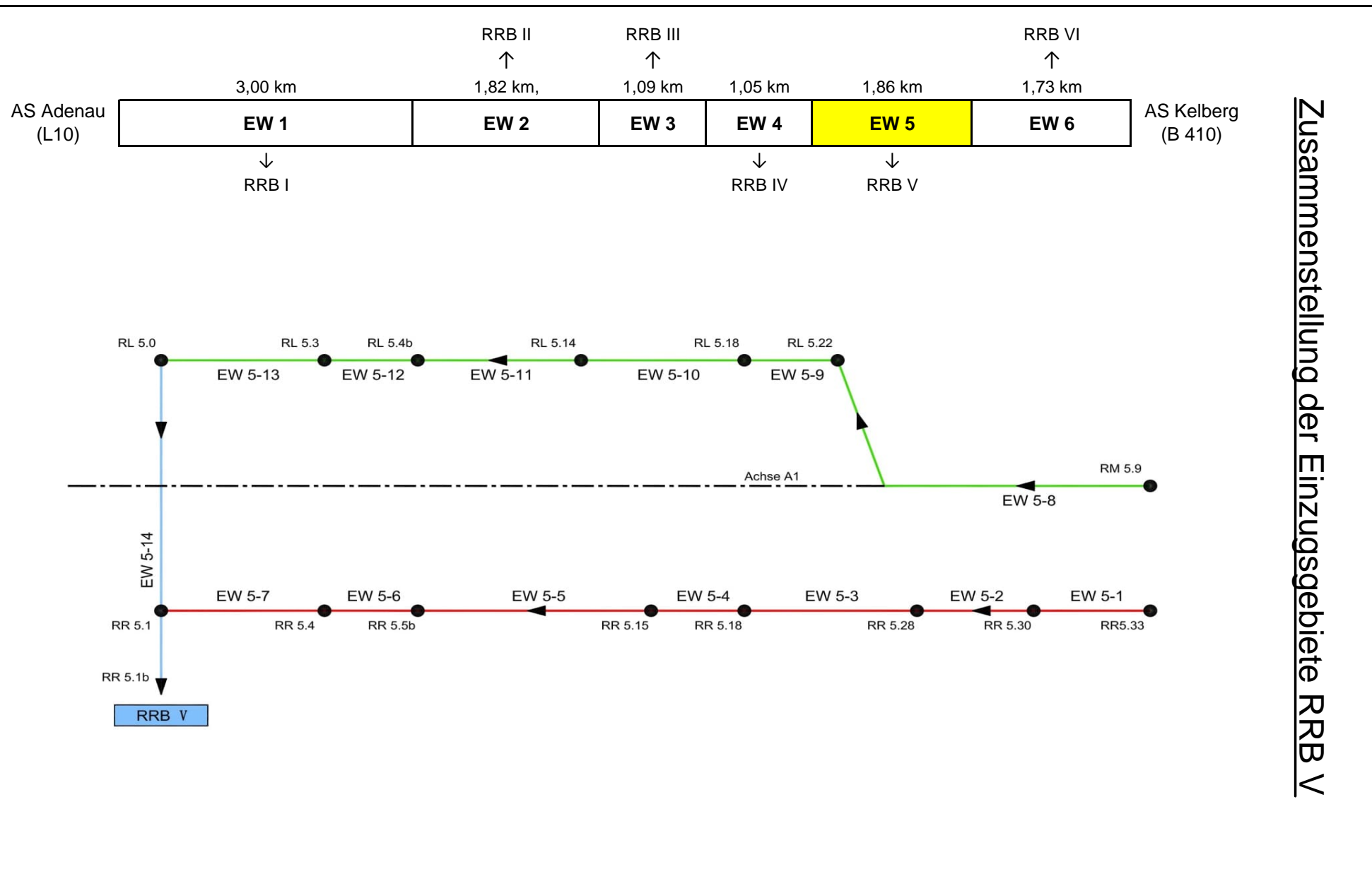
| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------|---------------|-----------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 4-1 | ER 22/1 | 11+875 - 11+920 | 1 | 0,052 | 0,036 | 0,016 | 0,007 | 0,024 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,052 | | | 0,007 | 0,024 | | |
| EW 4-2 | ER 22/2 | 11+725 - 11+875 | 0,3 | 0,207 | 0,120 | 0,087 | 0,023 | 0,003 | --- | 140,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,207 | | | 0,023 | 0,003 | | |
| EW 4-3 | ER 22/3 | 11+605 - 11+725 | 1 | 0,133 | 0,097 | 0,036 | 0,019 | 0,003 | --- | 15,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,133 | | | 0,019 | 0,003 | | |
| EW 4-4 | EM 22/4 | 10+830 - 11+605 | 0,3 | 0,940 | 0,650 | 0,29 | 0,170 | 0,004 | --- | 230,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,940 | | | 0,170 | | | |
| EW 4-5 | EL 22/5 | 11+855 - 11+921 | 1 | 0,077 | 0,053 | 0,024 | 0,010 | 0,024 | --- | 14,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,077 | | | 0,010 | 0,024 | | |
| EW 4-6 | EL 22/6 | 11+725 - 11+855 | 0,3 | 0,180 | 0,100 | 0,080 | 0,020 | --- | --- | 126,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,180 | | | 0,020 | | | |
| EW 4-7 | EL 22/7 | 11+250 - 11+725 | 1 | 0,510 | 0,380 | 0,130 | 0,016 | 1,040 | --- | 8,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,510 | | | 0,016 | 1,040 | | |

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------------------------|---------------|-----------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 4-8 | EL 22/8 | 11+015 - 11+250 | 0,3 | 0,330 | 0,190 | 0,140 | 0,035 | 0,002 | --- | 230,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,330 | | | 0,035 | 0,002 | | |
| EW 4-9 | EL 22/9 | 10+830 - 11+015 | 0,3 | 0,203 | 0,150 | 0,053 | 0,004 | 0,087 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,203 | | | 0,004 | 0,087 | | |
| EW 4-1 bis EW 4-9 | | | | 2,632 | | | 0,304 | 1,183 | | |

Anhang 2.1.5

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Teilnetz EW 5



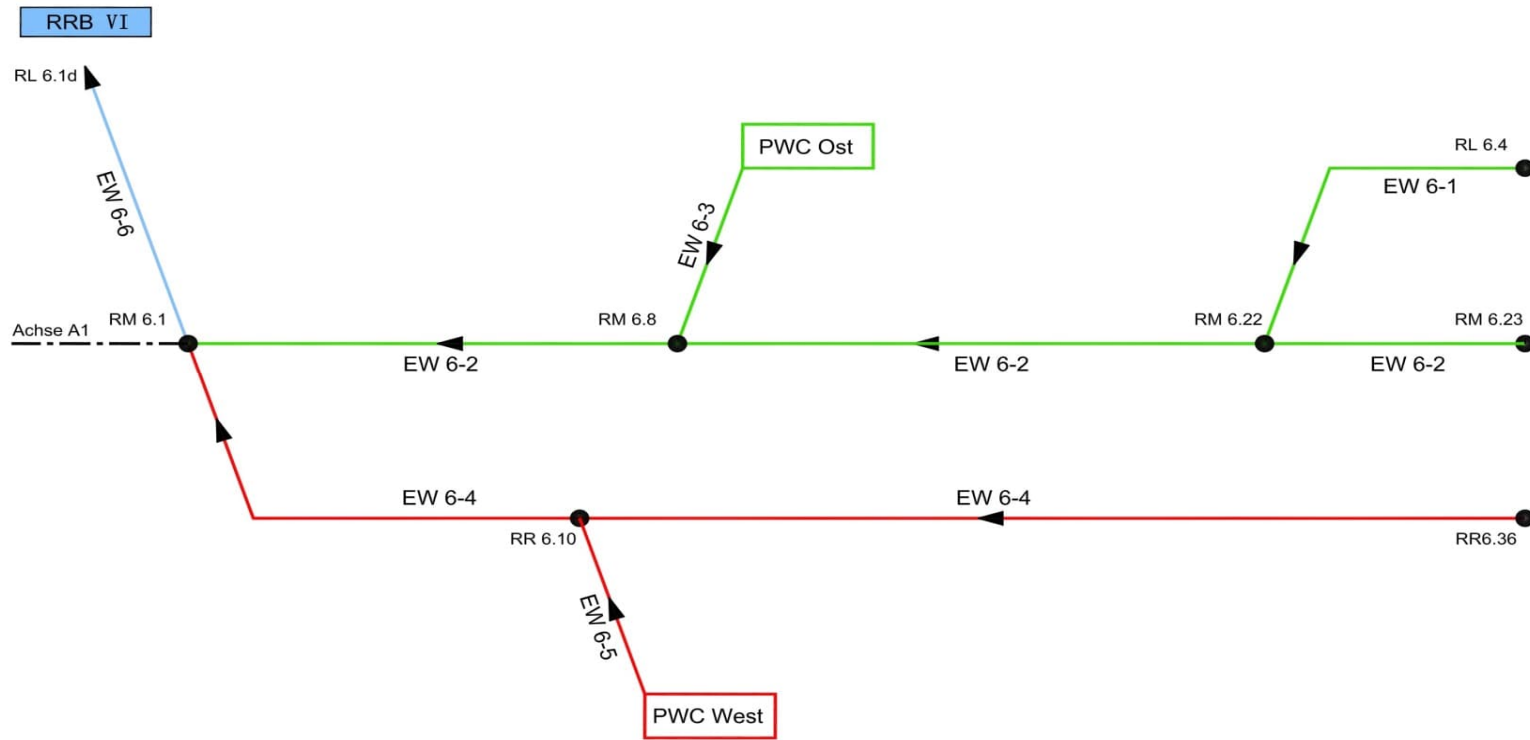
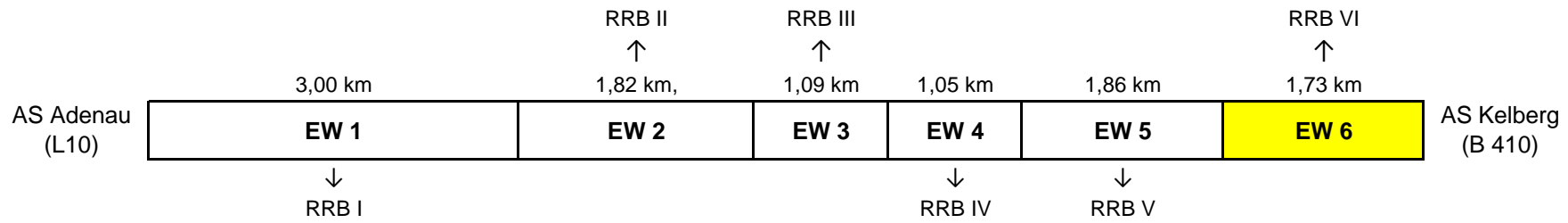
| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------|---------------|-----------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 5-1 | ER 25/1 | 10+575 - 10+720 | 1 | 0,178 | 0,120 | 0,058 | --- | 0,068 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,178 | | | | 0,068 | | |
| EW 5-2 | ER 25/2 | 13+375 - 13+575 | 0,3 | 0,274 | 0,160 | 0,114 | 0,030 | 0,004 | --- | 187,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,274 | | | 0,030 | 0,004 | | |
| EW 5-3 | ER 25/3 | 12+870 - 13+375 | 1 | 0,536 | 0,400 | 0,136 | 0,003 | 0,870 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,536 | | | 0,003 | 0,870 | | |
| EW 5-4 | ER 25/4-1 | 12+650 - 12+870 | 0,3 | 0,306 | 0,176 | 0,130 | 0,033 | 0,004 | --- | 210,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,306 | | | 0,033 | 0,004 | | |
| EW 5-5 | ER 25/5 | 12+165 - 12+650 | 1 | 0,526 | 0,390 | 0,136 | 0,073 | 0,630 | --- | 14,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,526 | | | 0,073 | 0,630 | | |
| EW 5-6 | ER 25/6 | 12+095 - 12+165 | 0,3 | 0,094 | 0,056 | 0,038 | 0,010 | 0,002 | --- | 70,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,094 | | | 0,010 | 0,002 | | |
| EW 5-7 | ER 25/7 | 11+920 - 12+095 | 1 | 0,191 | 0,140 | 0,051 | 0,026 | 0,120 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,191 | | | 0,026 | 0,120 | | |

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ / $0,13$) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / $0,14$) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|---------------------------|---------------|------------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 5-8 | EM 25/8 | 13+090 - 13+720 | 0,3 | 0,778 | 0,530 | 0,248 | 0,139 | 0,005 | --- | 187,0,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,778 | | | 0,139 | 0,005 | | |
| EW 5-9 | EL 25/9 | 121+870 - 13+375 | 1 | 0,229 | 0,170 | 0,059 | 0,034 | 1,330 | --- | --- |
| | Gesamt | | | 0,229 | | | 0,034 | 1,330 | | |
| EW 5-10 | EL 25/9 | 12+650 - 12+870 | 0,3 | 0,308 | 0,180 | 0,128 | 0,033 | 0,004 | --- | 210,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,308 | | | 0,033 | 0,004 | | |
| EW 5-11 | EL25/11 | 12+165 - 12+525 | 1 | 0,392 | 0,288 | 0,104 | 0,054 | 0,964 | 0,348 | 10,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,392 | | | 0,054 | 0,964 | 0,348 | |
| EW 5-12 | EL 25/12 | 12+095 - 12+165 | 0,3 | 0,094 | 0,056 | 0,038 | 0,010 | 0,002 | --- | 70,0 / 2,0 |
| | Gesamt | | | 0,094 | | | 0,010 | 0,002 | | |
| EW 5-13 | EL 25/13 | 11+920 - 12+095 | 1 | 0,190 | 0,140 | 0,050 | 0,026 | 0,164 | 0,093 | --- |
| | Gesamt | | | 0,190 | | | 0,026 | 0,164 | 0,093 | |
| EW 5-1 bis EW 5-13 | | | | 4,096 | | | 0,471 | 4,167 | 0,441 | |

Anhang 2.1.6

Zusammenstellung der Einzugsgebiete

Teilnetz EW 6



Zusammenstellung der Einzugsgebiete RRB VI

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) ($\psi=0,90$) | (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ 0,13) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / 0,14) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------|---------------|-----------------|-----|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 6-1 | EL 30/1 | 15+280 - 15+495 | 1 | 0,560 | 0,555 | 0,005 | 0,017 | 0,454 | 3,750 | --- |
| | EL 30/2 | | | 0,042 | 0,042 | --- | --- | 0,156 | --- | --- |
| | Gesamt | | | | 0,602 | | | 0,017 | 0,610 | 3,750 |
| EW 6-2 | EM 30/7 | 15+360 - 15+580 | 0,3 | 0,270 | 0,270 | --- | 0,044 | --- | --- | --- |
| | EM 30/3 | 13+730 - 15+360 | | 1,880 | 1,590 | 0,290 | 0,410 | --- | --- | --- |
| | EL 30/4 | | | --- | --- | --- | --- | 1,010 | 0,190 | --- |
| | EL 30/5 | | | --- | --- | --- | --- | 0,500 | --- | --- |
| | Gesamt | | | | 2,150 | | | 0,454 | 1,510 | 0,190 |
| EW 6-4 | ER 30/8 | 13+725 - 15+580 | 1 | 1,815 | 1,530 | 0,285 | --- | 3,300 | 1,280 | --- |
| | Gesamt | | | 1,815 | | | | 3,300 | 1,280 | |

| | | Station | n= | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | (Fahrstreifen) (Seitenstreifen) ($\psi=0,90$) | Stellfläche ($\psi=0,90$) | Gehweg ($\psi=0,75$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ 0,13) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / 0,14) | Spritzschutz Länge/Höhe |
|--------------------------|---------------|-----------------|----|---|---|--------------------------------|---------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 6-3 | EL 30/6 | 14+240 - 14+525 | 1 | 0,320 | 0,320 | 0,312 | 0,057 | 0,240 | 0,176 | --- |
| | Gesamt | | | 0,320 | | 0,312 | 0,057 | 0,240 | 0,176 | |
| EW 6-5 | ER 30/9 | 14+210 - 14+475 | 1 | 0,353 | 0,353 | 0,308 | 0,098 | 0,232 | 0,356 | |
| | Gesamt | | | 0,353 | | 0,308 | 0,098 | 0,232 | 0,356 | |
| | | | | Fahrbahnfläche gesamt ($\psi=0,90$) | Mittelstreifen ($\psi=0,90$) | Stellfläche ($\psi=0,90$) | Gehweg ($\psi=0,75$) | Bankett / Böschung ($\psi=0,14$ 0,13) | Außengebiet ($\psi=0,11$ / 0,14) | Spritzschutz Länge/Höhe |
| | | | | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [m] |
| EW 6-1 bis EW 6-5 | | | | 5,240 | 0,471 | 0,620 | 0,155 | 5,892 | 5,752 | |

Anhang 2.2

Hydraulische Bemessung der Mulden und Gräben

Anhang 2.2.1

Bemessung der Mulden

A 1 AS Kelberg - AS Adenau

Bemessung der Mulden

Formel gemäß REwS 2021, Kapitel 5.5.4, Formel 9

$$Q \text{ [m}^3\text{/s]} = k_{st} * h^{8/3} * \sqrt{l} * b/(2*h)$$

| Abflussbeiwerte: | | |
|--------------------------|------|------|
| Fahrbahn | 0,90 | |
| Bankett, Mulde, Böschung | 0,14 | 0,13 |
| Wald | 0,11 | |
| Feld, Wiese | 0,14 | |

| Rauheitswerte: | | |
|----------------------|----|----|
| Rasenmulde | 25 | |
| Raue Sohlbefestigung | 30 | 45 |

| Muldenabmessung | | | | | | | |
|-----------------|------------|-------------|----------|--------|--------------------------|-------------|-------------|
| Breite m | Tiefe m | Radius m | Winkel | | Fläche m ² | Umfang m | hydraul. |
| | | | Grad | rad | | | Radius m |
| 1,0 | 0,25 | 0,6250 | 106,2602 | 1,8546 | 0,175 | 1,155 | 0,151 |
| 1,5 | 0,3 | 1,0875 | 87,2056 | 1,5220 | 0,309 | 1,652 | 0,187 |
| 2,0 | 0,4 | 1,4500 | 87,2056 | 1,5220 | 0,550 | 2,203 | 0,250 |

| Bezeichnung | Station von - bis | Einzugsgebiet | | | | | | Zufluss | | | | | Muldenabmessungen | | | | max. Abflussleistung für min. Is | | Bemerkungen |
|-------------|-----------------------------|------------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------|---|---------------------------------------|-------------------|------------|-----------------------|--------------------|--|---------|---|
| | | Nr. des EZG | Fahr- bahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abfluß- beiwert | Häufig- keit n | Regen- dauer T | Regen- spende | Oberflächen- abfluss (Einzel- Flächen) | maßg. Gesamt- abfluss- menge | Breite B | Tiefe T | Rauheit kst | Gefälle min. Is | Q [m³/s] | v [m/s] | |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | Q [m³/s] | [m] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] |
| MR3/1 | L10 0+756 - 0+839 rechts | AR-3/2 ER-3/3 | 0,077 | 0,074 | 0,527 | 0,11 0,90 0,14 | 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 6,4 6,3 7,7 7,5 1,2 1,0 15,3 14,9 | 0,015 0,015 | 1,50 | 0,30 | 25 | 1,0 | 0,252 | 0,82 | Anschluss an Graben GR3/1 mit Querriegel und breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| MR3/2 | 5+005 - 5+080 rechts | ER-3/1 | | 0,067 | 0,123 | 0,14 | 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 1,0 0,9 1,9 1,9 3,0 2,8 | 0,003 0,003 | 2,00 | 0,40 | 25 | 3,3 | 0,986 | 1,80 | Anschluss an Graben GL3/2 mit Querriegel und breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| ML3/3 | L10 0+756 - 0+820 links | ER-3/2 | 0,021 | 0,088 | | 0,90 0,14 | 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 2,1 2,1 1,4 1,2 3,5 3,3 | 0,003 0,003 | 1,50 | 0,30 | 25 | 1,0 | 0,252 | 0,82 | Anschluss an Graben GL3/2 mit Querriegel und breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| MR3/4 | L10 1+000 - 1+175 rechts | ER-3/7 AR-3/3 | 0,130 | 0,099 | 1,002 | 0,90 0,14 0,11 | 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 13,0 12,7 1,5 1,4 12,2 12,0 26,8 26,1 | 0,027 0,026 | 1,50 | 0,30 | 25 | 4,0 | 0,504 | 1,64 | Anschluss an Graben GR3/4 mit Querriegel und breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| ML3/5 | L10 1+000 - 1+080 links | ER-3/6 | | 0,057 | | 0,14 | 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 0,9 0,8 0,9 0,8 | 0,001 0,001 | 1,50 | 0,30 | 25 | 4,0 | 0,504 | 1,64 | Anschluss an Graben GL3/5 mit Querriegel und breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| MR5/1 | L10 1+175 - 1+410 rechts | ER-5/1 | 0,156 | 0,144 | 1,994 | 0,90 0,14 0,11 | 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 15,6 15,3 2,2 2,0 24,4 23,9 42,2 41,2 | 0,042 0,041 | 1,50 | 0,30 | 25 | 1,0 | 0,252 | 0,82 | Ableitung über Durchlass 5/1 in vorhandenen Wegeseitengraben |

| Bezeichnung | Station von - bis | Einzugsgebiet | | | | | | Zufluss | | | | | Muldenabmessungen | | | | max. Abflussleistung für min. Is <small>(Ermittlung mit Hilfe der CD-ROM- Bemessungshilfen, RAS-EW-2005)- (Ermittlung gemäß REwS 2021 Kapitel 5.5.4 Formel 9)</small> | | Bemerkungen |
|-------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------------------------|----------------|-------|---------------------------|----------------------|----------------------|------------------|---|---------------------------------------|-------------------|------------|-----------------------|--------------------|--|---------|---|
| | | Nr. des EZG | Fahr- bahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abfluß- beiwert | Häufig- keit n | Regen- dauer T | Regen- spende | Oberflächen- abfluss (Einzel- Flächen) | maßg. Gesamt- abfluss- menge | Breite B | Tiefe T | Rauheit kst | Gefälle min. Is | Q [m³/s] | v [m/s] | |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | Q [m³/s] | [m] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] |
| ML5/2 | L10 1+205 - 1+325 links | | | | | | | | | | | | 1,50 | 0,30 | | | | | ohne Nachweis, breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| ML5/3 | L10 1+410 - 1+530 links | | | | | | | | | | | | 1,50 | 0,30 | | | | | ohne Nachweis, Anschluss an vorh. Wegeseitengraben |
| MR5/4 | L10 1+410 - 1+720 rechts | ER-5/2 | 0,228 | 0,175 | | 0,567 | 0,90 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 22,8 22,3 2,7 2,5 6,9 6,8 32,4 31,6 | 0,032 0,032 | 1,50 | 0,30 | 25 | 1,0 | 0,252 | 0,82 | Ableitung über Durchlass 5/1 in vorhandenen Wegeseitengraben |
| MR7/1 | 6+440 - 6+540 rechts | | | | | | | | | | | | 2,00 | 0,40 | | | | | ohne Nachweis, Ableitung über Raubettmulde mit breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| MR9/1 | K 85 0+500 - 0+560 rechts | AL-9/2 | | | | 2,171 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 26,5 26,0 26,5 26,0 | 0,027 0,026 | 1,00 | 0,25 | 25 | 1,7 | 0,162 | 0,93 | Ableitung über Durchlass 9/1 und breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| MR9/2 | K 85 0+330 - 0+500 rechts | EL-9/2 | 0,050 | | | 8,017 | 0,90 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 5,0 4,9 98,0 96,0 103,0 100,9 | 0,103 0,101 | 1,00 | 0,25 | 25 | 1,0 | 0,124 | 0,71 | Ableitung über Durchlass 9/2 und breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| MR9/3 | K 85 0+203 - 0+330 rechts | EL-9/1 | 0,096 | 0,133 | | | 0,90 0,14 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 9,6 9,4 2,1 1,9 11,7 11,3 | 0,012 0,011 | 1,00 | 0,25 | 25 | 0,5 | 0,088 | 0,50 | Ableitung über Durchlass 9/2 und breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| MR9/4 | K 85 0+099 - 0+203 rechts | ER-9/1 | | 0,631 | | | 0,14 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 9,8 8,9 9,8 8,9 | 0,010 0,009 | 1,00 | 0,25 | 25 | 1,0 | 0,124 | 0,71 | Ableitung über Durchlass 9/3 und breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| MR9/5 | K 85 0+035 - 0+099 rechts | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,25 | | | | | ohne Nachweis, Anschluss an vorh. Wegeseitengraben |
| ML9/6 | 7+440 - 7+950 links | EL-9/3 EL-9/4 | | 0,719 0,592 | | | 0,14 0,13 0,14 0,13 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 11,2 10,2 9,2 8,4 20,4 18,6 | 0,020 0,019 | 2,00 | 0,40 | 25 | 4,6 | 1,164 | 2,13 | Anschluss an Graben GL9/2 mit Querriegel und breitflächigem Auslauf ins Gelände |

| Bezeichnung | Station von - bis | Einzugsgebiet | | | | | | Zufluss | | | | | Muldenabmessungen | | | | max. Abflussleistung für min. Is <small>(Ermittlung mit Hilfe der CD-ROM- Bemessungshilfen, RAS-EW-2005)- (Ermittlung gemäß REwS 2021 Kapitel 5.5.4 Formel 9)</small> | | Bemerkungen |
|-------------|------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|---|---------------------------------------|-------------------|------------|----------------------------|--------------------|--|--------------|---|
| | | Nr. des EZG | Fahr- bahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abfluß- beiwert | Häufig- keit n | Regen- dauer T | Regen- spende | Oberflächen- abfluss (Einzel- Flächen) | maßg. Gesamt- abfluss- menge | Breite B | Tiefe T | Rauheit k _{st} | Gefälle min. Is | Q [m³/s] | v [m/s] | |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | Q [m³/s] | [m] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] |
| ML13/1 | 7+950 - 8+305 links | EL-13/1 | | 0,688 0,447 | | | 0,14 0,13 0,14 0,13 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 10,7 9,7 | Q | 2,00 | 0,40 | 25 | 3,1 | 0,956 | 1,75 | Anschluss an eine Retentionsmulde mit breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| | | | | | | | | | | | 7,0 6,3 | | | | | | | | |
| MR14/1 | 8+605 - 9+195 rechts | ER-14/5 | | 1,216 | | | 0,14 0,13 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 18,9 17,2 | Q | 2,00 | 0,40 | 25 | 3,0 | 0,940 | 1,72 | Anschluss an eine Retentionsmulde mit breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| | | | | | | | | | | | 18,9 17,2 | | | | | | | | |
| MR19/1 | 10+240 - 10+795 rechts | ER-19/1 | 0,091 0,039 | 1,248 | 0,323 0,663 | | 0,14 0,13 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 19,4 17,7 | Q | 2,00 | 0,40 | 30 45 | 4,5 | 1,382 2,073 | 2,52 3,78 | Anschluss an Graben GR19/1 mit Querriegel und anschließender Raubettmulde |
| | | ER-19/2 | | 0,181 | | | 0,11 0,90 | | | | 3,9 3,9 9,1 8,9 | | | | | | | | |
| | | ER-19/3 | | 0,315 | | | 0,14 0,13 0,90 | | | | 2,8 2,6 3,9 3,8 | | | | | | | | |
| | | | | | | | 0,14 0,13 0,11 | | | | 4,9 4,5 8,1 7,9 | | | | | | | | |
| ML19/2 | L 70 0+165 - 0+375 links | ER-19/2 | 0,091 | 0,181 | | | 0,90 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 9,1 8,9 | Q | 1,50 | 0,30 | 30 45 | 4,9 | 0,670 1,004 | 2,17 3,26 | Anschluss über eine Raubettmulde an Mulde M19/1 |
| | | | | 0,14 0,13 | | | 11,9 11,5 | | | | 0,012 0,011 | | | | | | | | |
| MR19/3 | L 70 0+120 - 0+375 rechts | ER-19/3 | 0,039 | 0,315 | 0,663 | | 0,90 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 3,9 3,8 | Q | 1,50 | 0,30 | 30 45 | 4,9 | 0,670 1,004 | 2,17 3,26 | Anschluss über eine Raubettmulde an Mulde M19/1 |
| | | | | 0,14 0,13 0,11 | | | 4,9 4,5 8,1 7,9 | | | | 16,9 16,2 | | | | | | | | |
| ML20/1 | L 70 0+430 - 0+520 links | EL-20/2 | | | | | | | | | | 1,50 | 0,30 | | | | | | ohne Nachweis, breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| MR20/2 | L 70 0+430 - 0+760 rechts | EL-20/3 | 0,151 | 0,179 | 0,411 | | 0,90 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 15,1 14,8 | Q | 1,50 | 0,30 | 25 | 1,0 | 0,252 | 0,82 | Ableitung über Durchlass 20/1 und breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| | | | | 0,14 0,13 0,11 | | | 2,8 2,5 5,0 4,9 | | | | 22,9 22,3 | | | | | | | | |
| ML20/3 | L 70 0+635 - 0+710 links | EL-20/1 | | | | | | | | | | 1,50 | 0,30 | | | | | | ohne Nachweis, breitflächiger Auslauf ins Gelände |

| Bezeichnung | Station von - bis | Einzugsgebiet | | | | | | Zufluss | | | | | Muldenabmessungen | | | | max. Abflussleistung für min. Is <small>(Ermittlung mit Hilfe der CD-ROM- Bemessungshilfen, RAS-EW-2005)- (Ermittlung gemäß REwS 2021 Kapitel 5.5.4 Formel 9)</small> | | Bemerkungen |
|-------------|---------------------------|--|---------------|--------------------------------|----------------|-------|------------------------------|----------------------|----------------------|------------------|--|---------------------------------------|-------------------|------------|----------------------------|--------------------|--|--------------|---|
| | | Nr. des EZG | Fahr- bahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abfluß- beiwert | Häufig- keit n | Regen- dauer T | Regen- spende | Oberflächen- abfluss (Einzel- Flächen) | maßg. Gesamt- abfluss- menge | Breite B | Tiefe T | Rauheit k _{st} | Gefälle min. Is | Q [m³/s] | v [m/s] | |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | Q [m³/s] | [m] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] |
| MR23/1 | 11+220 - 11+610 rechts | ER-23/1 | | 0,929 | | | 0,14 0,13 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 14,4 13,2 14,4 13,2 | | 2,00 | 0,40 | 25 | 1,3 | 0,619 | 1,13 | Ableitung über eine Raubettmulde mit breitflächigem Auslauf ins Gelände |
| ML26/1 | 12+060 - 12+120 links | | | | | | | | | | | | 1,50 | 0,30 | | | | | ohne Nachweis, breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| ML26/2 | 12+150 - 12+180 links | | | | | | | | | | | | 1,50 | 0,30 | | | | | ohne Nachweis, breitflächiger Auslauf ins Gelände |
| MR30/1 | 13+714 rechts K 65 | AR-30/5 | | | | 8,613 | 0,11 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 105,3 103,2 105,3 103,2 | | 1,50 | 0,30 | 25 | 2,4 | 0,391 | 1,27 | Ableitung durch Unterführung K 65 in weiterführende Mulde ML30/2 |
| ML30/2 | 13+714 links K 65 | AR-30/3 AR-30/4 AR-30/5 AL-30/2 | | 0,289 | 2,619 | | 0,14 0,11 0,11 0,11 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 40,7 39,9 4,5 4,1 75,5 74,0 105,3 103,2 27,8 27,2 253,8 248,5 | | 2,00 | 0,40 | 30 45 | 5,8 | 1,569 2,353 | 2,86 4,30 | breitflächige Ableitung in den Pützerbach |
| ML32/1 | 14+460 - 14+730 links | EL-32/1 | 0,050 | 0,251 | | | 0,90 0,14 0,13 | 1,00 | 15 | 111,4 108,9 | 5,0 4,9 3,9 3,6 8,9 8,5 | | 2,00 | 0,40 | 25 | 0,5 | 0,384 | 0,70 | breitflächiger Auslauf ins Gelände |

Anhang 2.2.2

Bemessung der Gräben

A 1 AS Kelberg - AS Adenau

Bemessung der Vorflutgräben bzw. Versickergräben

| Abflussbeiwerte: | |
|--------------------------|-----------|
| Fahrbahn | 0,90 |
| Bankett, Mulde, Böschung | 0,14 0,13 |
| Wald | 0,11 |
| Feld, Wiese | 0,14 |

| Rauheitswerte k_{st} : | |
|--------------------------|-------|
| Rasenmulde | 25 |
| Raue Sohlbefestigung | 30 45 |

REwS 2021, Kapitel 5.5.1, Formel 5, 6 und 7

$$Q [m^3/s] = A * v$$

$$v [m/s] = k_{st} * r_{hy}^{2/3} * I_s^{1/2}$$

$$Q = A * k_{st} * r_{hy}^{2/3} * I_s^{1/2}$$

| | | | |
|--------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| $Q [m^3/s]$ | = Durchflußmenge | | |
| $A [m^2]$ | = durchflossener Querschnitt | $[A = T * (s + n * T)]$ | REwS 2021, Tabelle 6 |
| $r_{hy} [m]$ | = hydraulischer Radius | $[A / L_u]$ | REwS 2021, Tabelle 6 |
| $L_u [m]$ | = benetzter Umfang | $[L_u = s + 2 * T * (1 + n^2)^{0,5}]$ | REwS 2021, Tabelle 6 |
| $I_s [-]$ | = Sohlgefälle | | |

| Bezeichnung | Station | Einzugsgebiet | | | | | | Zufluss | | | | | Grabenabmessungen | | | | | | | | | | Querriegel | | | | | | Speicherung | | | möglicher Abfluss über Querriegel (vgl. Anhang 2.2.3) | | | Bemerkungen | | | |
|-------------|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--|----------------|------------|--------------|--|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------|--------------|---------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------|--------------------|---|--------------|--------------|--------------------|--|-----------------|----------|------------------------------|---|--|---------------------------|--|---|---|--|
| | | von - bis | Nr. des EZG | Fahrbahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abflussbeiwert | Häufigkeit | Regendauer T | Regenspende | Oberflächenabfluss (Einzelflächen) | aus vorherigen EZG, Abfluss RRB | maßg. Gesamt-Abflussmenge | Länge l | Sohlbreite s | Tiefe T | Böschungeneigung 1:n | Gesamtbreite b | Querschnitt A | hydraulischer Radius r_{hy} | Rauheit k_{st} | Gefälle min. I_s | max. Abflussleistung für min. I_s (ohne Querriegel) | Neigung 1:n | Höhe | Fläche (senkrecht) | Abstand gerechnet (für durchschn. Gefälle) | Abstand gewählt | Anzahl n | Speicher-raum (für ein Feld) | Speicher-volumen (gesamt) | Verhältnis (Speicherung / Niederschlag-Abfluss-fläche) | vorh. Abfluss-querschnitt | | max. vorh. Abfluss | max. Abflussleistung | |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | [l/s] | $Q [m^3/s] / A [ha]$ | [m] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m²] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] | [m] | [m²] | [m] | [m] | [-] | [m³] | [m³] | [%] | [m²] | [l/s] | [l/s] | | |
| GR3/1 | L10 0+839 - 0+918 rechts | AR-3/2 ER-3/3 | 0,077 | 0,074 | | 0,527 | 0,11 0,90 0,14 0,13 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 6,4 6,3 7,7 7,5 1,2 1,0 14,9 14,9 | | 13,76 13,69 | 79,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 6,7 | 1,413 2,119 | 2,97 4,46 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 9,5 | 10,0 | 8 | 0,95 | 7,62 | 55 56 | 0,16 | 15,6 14,9 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände | |
| GL3/2 | L10 0+820 - 0+918 links | ER-3/2 | 0,021 | 0,088 | | | 0,90 0,14 0,13 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 2,1 2,1 1,4 1,2 3,5 3,3 | | 3,42 3,03 | 98,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 6,7 | 1,413 2,119 | 2,97 4,46 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 9,5 | 20,0 | 5 | 0,95 | 9,50 | > 100 | 0,16 | 3,9 3,3 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GR3/3 | 5+135 - 5+205 rechts | ER-3/5 | | 0,032 | 0,055 | | 0,14 0,14 0,13 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 0,5 0,5 0,9 0,8 1,4 1,3 | | 1,22 1,19 | 70,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 12,5 | 1,929 2,894 | 4,06 6,09 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 7,2 | 14,0 | 5 | 0,51 | 2,55 | > 100 | 0,16 | 1,5 1,3 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GR3/4 | L10 0+965 - 1+000 rechts | ER-3/7 AR-3/3 | 0,130 | 0,099 | | 1,002 | 0,90 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 13,0 12,7 1,5 1,4 12,2 12,0 26,8 26,1 | | 24,44 24,01 | 35,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 10,0 | 1,726 2,589 | 3,63 5,45 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 7,8 | 7,0 | 5 | 0,64 | 3,20 | 13 13 | 0,16 | 27,2 26,1 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände | |
| GL3/5 | L10 0+965 - 1+000 links | ER-3/6 | | 0,057 | | | 0,14 0,13 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 0,9 0,8 0,9 0,8 | | 0,80 0,74 | 35,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 12,5 | 1,929 2,894 | 4,06 6,09 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 7,2 | 10,0 | 3 | 0,51 | 1,53 | > 100 | 0,16 | 1,1 0,8 | 108,6 | Graben mit Querriegel, Anschluss an Graben GR3/3, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GR3/6 | L10 0+760 - 1+100 rechts | AR-3/1 | | | | 4,428 | 0,11 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 54,1 53,0 54,1 53,0 | | 48,74 48,71 | 340,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,0 | 0,455 0,96 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 43,0 | 40,0 | 8 | 6,40 | 51,20 | > 100 | 0,16 | 54,1 53,0 | 108,6 | vorh. Graben mit Querriegel, L 10 alt, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | | |
| GR5/1 | L10 1+100 - 1+700 rechts | AR-5/4 | | | | 11,168 | 0,11 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 136,5 133,8 136,5 133,8 | | 122,86 122,85 | 600,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,0 | 0,455 0,96 | 3,00 | 0,40 0,35 | 0,32 0,25 | 43,0 40,0 | 15 | 6,40 96,00 | 78 | 0,22 0,22 | 136,5 133,8 | 199,4 190,4 | 108,6 | vorh. Graben mit Querriegel, L 10 alt, Ableitung über vorh. Durchlass L 10 alt in vorh. Wegeseitengraben | | | |
| VR5/2 | 5+205 - 5+390 rechts | AR-5/1 | | | 0,579 | | 0,14 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 9,0 8,8 9,0 8,8 | | 8,14 8,11 | 185,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 0,9 | 0,431 0,91 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 47,4 | 50,0 | 3 | 7,11 | 21,33 | > 100 | 0,16 | 9,0 8,8 | 108,6 | Versickerungsgraben, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | | |
| GR5/3 | 5+390 - 5+625 rechts | EL-5/1 | | | 1,962 | | 0,14 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 30,5 29,9 30,5 29,9 | | 27,47 27,47 | 235,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 2,8 | 0,761 1,60 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 17,5 | 18,0 | 13 | 2,28 | 29,64 | > 100 | 0,16 | 30,5 29,9 | 108,6 | Graben mit Querriegel, Ableitung über Durchlass 5/3 in weiterführenden Graben GR5/6, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | | |
| GR5/4 | 5+615 - 5+635 rechts | ER-5/1 ER-5/2 AR-5/4 | 0,156 0,228 | 0,144 0,175 | | 1,994 0,567 11,168 | 0,90 0,14 0,13 0,11 0,90 0,14 0,13 0,11 0,11 | 1 | 15 | +++ 108,9 | 15,6 15,3 2,2 2,0 24,4 23,9 22,8 22,3 2,7 2,5 6,9 6,8 136,5 133,8 211,1 206,6 | | 190,06 189,73 | 30,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 5,0 | 1,220 1,830 | 2,57 3,85 | | | | | | | | | | | | | | Neuprofilierung vorh. Wegeseitengraben, Ableitung über Durchlass 5/4 in weiterführenden Graben GR5/6 |

| Bezeichnung | Station | Einzugsgebiet | | | | | | Zufluss | | | | | | Grabenabmessungen | | | | | | | | | | Querriegel | | | | | | Speicherung | | | möglicher Abfluss über Querriegel (vgl. Anhang 2.2.3) | | | Bemerkungen | | |
|-------------|-----------------------|---------------|-------------|----------|--------------------------|-------------|----------------------|----------------|------------|--------------|---|---|---|----------------------------------|--------------|--------------|---------|----------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|-------------|--------------|--------------------|--|-----------------|-------------|------------------------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------|--|---|--|
| | | von - bis | Nr. des EZG | Fahrbahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abflussbeiwert | Häufigkeit | Regendauer T | Regenspende | Oberflächenabfluss (Einzelflächen) | aus vorherigen EZG, Abfluss RRB | maßg. Gesamt-Abflussmenge-fläche | Länge l | Sohlbreite s | Tiefe T | Böschungeneigung 1:n | Gesamtbreite b | Querschnitt A | hydraulischer Radius r _{hy} | Rauheit k _{st} | Gefälle min. l _s | max. Abflussleistung für min. l _s (ohne Querriegel) | Neigung 1:n | Höhe | Fläche (senkrecht) | Abstand gerechnet (für durchschn. Gefälle) | Abstand gewählt | Anzahl n | Speicher-raum (für ein Feld) | Speicher-volumen (gesamt) | Verhältnis (Speicherung / Niederschlag) | vorh. Abfluss-querschnitt | max. vorh. Abfluss | | max. Abflussleistung | |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | [l/s] | $Q \frac{[m^3/s]}{A, [ha]}$ | [m] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m²] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] | [m] | [m²] | [m] | [m] | [-] | [m³] | [m³] | [%] | [m²] | [l/s] | [l/s] | | |
| GR5/5 | 5+635 - 5+675 rechts | EL-5/2 | | | 2,525 | | 0,14 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 39,3 38,5 39,3 38,5 | | 35,35 35,35 | 45,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 0,1 | 0,144 | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | Verdrängung vorh. Wegeseitengraben, Ableitung über Durchlass 5/4 in weiterführenden Graben GR5/6 |
| GR5/6 | 5+635 - 5+740 rechts | EL-5/3 | 0,059 | | 0,537 | | 0,90 0,14 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 5,9 5,8 8,4 8,2 14,3 14,0 | 14,3 14,0 281,7 296,0 295,7 | 266,38 271,51 | 105,0 | 0,20 0,50 | 0,50 0,75 | 1,50 | 1,70 2,75 | 0,475 1,219 | 0,237 0,380 | 30 45 | 10,0 | 1,726 9,102 | 3,63 7,47 | 3,00 | 0,30 0,60 | 0,20 0,84 | 7,8 | 8,0 | 13 | 0,37 | 4,84 | 2 | 0,28 0,38 | 296,0 295,7 | 277,3 330,7 | Graben mit Querriegel, Ableitung über Durchlass 5/5 und Raubetmulde in Seitengewässer auf der Ostseite | |
| GR6/1 | 5+740 - 6+125 rechts | AR-6/1 | | | 8,426 | | 0,14 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 131,1 128,5 131,0 128,5 | | 147,94 117,96 | 385,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,4 | 0,538 | 1,13 | 3,00 | 0,35 | 0,25 | 35,0 | 35,0 | 11 | 3,17 | 34,87 | 30 30 | 0,22 | 131,0 128,5 | 190,4 | Graben mit Querriegel, Ableitung über Durchlass 6/1 und 6/2 in Graben mit Bruchsteinpflaster GR6/2 | |
| GR6/2 | 6+135 - 6+200 rechts | | | | | | | | | | | | 131,0 128,5 148,0 279,0 276,5 | 65,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 22,9 | 2,612 3,917 | 5,50 8,25 | | | | | | | | | | | | Graben mit Energievernichtung durch Tosbecken und anschl. Verrohrung und breitflächigem Auslauf in den Retentionsbereich Nohner Bach (E 1) | | |
| GR6/3 | Wirtschaftsweg rechts | AR-6/3 | 0,351 | | 12,845 | | 0,90 0,14 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 35,1 34,4 199,8 195,8 234,9 230,2 | | 211,42 211,42 | 300,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,0 | 0,455 | 0,96 | 3,00 | 0,30 | 0,20 | 43,0 | 40,0 | 7 | 4,20 | 29,40 | 14 14 | 0,28 | 234,9 230,2 | 277,3 | Graben mit Querriegel | |
| GR6/4 | Wirtschaftsweg rechts | AR-6/2 | | | 7,567 | | 0,14 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 117,7 115,4 117,7 115,4 | | 106,94 105,94 | 550,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,0 | 0,455 | 0,96 | 3,00 | 0,35 | 0,25 | 43,0 | 40,0 | 13 | 2,70 | 35,10 | 33 33 | 0,22 | 117,7 115,4 | 190,4 | Graben mit Querriegel | |
| VR9/1 | 6+640 - 6+960 links | AL-9a/1 | | 1,298 | | 1,549 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 20,2 18,4 18,9 18,6 39,1 36,9 | | 35,21 33,91 | 320,0 | 0,40 | 0,70 | 1,50 | 2,50 | 1,015 | 0,347 | 25 | 1,3 | 1,429 | 1,41 | 3,00 | 0,50 | 0,58 | 36,0 | 40,0 | 8 | 11,61 | 92,84 | > 100 | 0,44 | 44,9 36,9 | 435,8 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL9/2 | 7+440 - 7+660 links | AL-9/1 | | | | 0,434 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 5,3 5,2 5,3 5,2 | | 4,77 4,77 | 220,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 9,2 | 1,655 2,483 | 3,48 5,23 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 8,0 | 15,0 | 14 | 0,69 | 9,66 | > 100 | 0,16 | 5,3 5,2 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| VL11/1 | 7+670 - 7+750 links | AL-11/1 | | | | 1,556 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 19,0 18,6 19,0 18,6 | | 17,12 17,12 | 80,0 | 0,40 | 0,70 | 1,50 | 2,50 | 1,015 | 0,347 | 25 | 3,2 | 2,241 | 2,21 | 3,00 | 0,50 | 0,58 | 15,7 | 16,0 | 5 | 4,54 | 22,70 | > 100 | 0,44 | 19,0 18,6 | 435,8 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL13/1 | 8+610 - 8+785 links | AL-13/2 | | | | 0,214 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 2,6 2,6 2,6 2,6 | | 2,35 2,35 | 175,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 9,1 | 1,646 2,469 | 3,47 5,20 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 8,0 | 20,0 | 8 | 0,69 | 5,52 | > 100 | 0,16 | 2,6 2,6 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL14/1 | 8+785 - 8+930 links | AL-14/1 | | | | 1,311 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 16,0 15,7 16,0 15,7 | | 14,42 14,42 | 145,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 3,6 | 0,863 | 1,82 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 14,3 | 15,0 | 9 | 1,78 | 16,02 | > 100 | 0,16 | 16,0 15,7 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GR14/2 | 9+010 - 9+060 rechts | | | | | | | | | | | | | 50,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 22,0 | | | | | | | | | | | | | | Graben mit Querriegel, ohne Nachweis, breitflächiger Auslauf ins Gelände | | |
| VL14/3 | 9+000 - 9+105 links | AL-14/2 | | | | 1,165 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 14,2 14,0 14,2 14,0 | | 12,82 12,82 | 105,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,4 | 0,538 | 1,13 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 35,0 | 35,0 | 3 | 4,56 | 13,68 | > 100 | 0,16 | 14,2 14,0 | 108,6 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| VL14/4 | 9+105 - 9+245 links | AL-14/3 | | | | 0,920 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 11,2 11,0 11,2 11,0 | | 10,12 10,12 | 140,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 7,7 | 1,514 2,272 | 3,19 4,78 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 8,8 | 10,0 | 14 | 0,83 | 11,62 | > 100 | 0,16 | 11,2 11,0 | 108,6 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL14/5 | 9+245 - 9+420 links | AL-14/4 | | | | 0,466 | 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 5,7 5,6 5,7 5,6 | | 5,13 5,13 | 175,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 11,7 | 1,867 2,800 | 3,93 5,89 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 7,4 | 15,0 | 11 | 0,55 | 6,05 | > 100 | 0,16 | 5,7 5,6 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GW17/1 | 9+700 - 9+775 querend | AR-17/1 | | 0,035 | | 8,464 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 444,4 108,9 | 0,5 0,5 103,4 101,4 104,0 101,9 | | 93,59 93,56 | 75,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,4 | 0,538 | 1,13 | | | | | | | | | | | | | Umverlegung Seitengewässer zum Nohner Bach | |

| Bezeichnung | Station | Einzugsgebiet | | | | | Zufluss | | | | | Grabenabmessungen | | | | | | | max. Abflussleistung für min. I _s (ohne Querriegel) | | Querriegel | | | | | Speicherung | | | möglicher Abfluss über Querriegel (vgl. Anhang 2.2.3) | | | Bemerkungen | | | | | | |
|-------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|----------------|--|----------------|------------|--------------|--|------------------------------------|--|----------------------------------|---------|--------------|---------|----------------------|--|---------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------|---------|-------------|--------|--------------------|---|-----------------|----------|-------------|------------------------------|---------------------------|---|--|--|---|
| | | von - bis | Nr. des EZG | Fahrbahn | Bankett, Mulde, Böschung | Feld, Wiese | Wald | Abflussbeiwert | Häufigkeit | Regendauer T | Regenspende | Oberflächenabfluss (Einzelflächen) | aus vorherigen EZG, Abfluss RRB | maßg. Gesamt-Abflussmenge-fläche | Länge l | Sohlbreite s | Tiefe T | Böschungeneigung 1:n | Gesamtbreite b | Querschnitt A | hydraulischer Radius r _{hy} | Rauheit k _{st} | Gefälle min. I _s | Q [m³/s] | v [m/s] | Neigung 1:m | Höhe | Fläche (senkrecht) | Abstand gerechnet (für durchschn. Gefälle) | Abstand gewählt | Anzahl n | | Speicher-raum (für ein Feld) | Speicher-volumen (gesamt) | Verhältnis (Speicherung / Niederschlag) | vorh. Abfluss-querschnitt | max. vorh. Abfluss | max. Abflussleistung |
| [-] | [km - km] | [-] | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] | [Ψ] | [1/a] | [min] | [l/(s*ha)] | [l/s] | [l/s] | $Q \frac{(m^3/s)}{A_s [ha]}$ | [m] | [m] | [m] | [-] | [m] | [m²] | [m] | [m ^{1/3} /s] | [%] | Q [m³/s] | v [m/s] | [-] | [m] | [m²] | [m] | [m] | [-] | [m³] | [m³] | [%] | [m²] | [l/s] | [l/s] | | |
| GR17/2 | 9+725 - 10+020 rechts | AR-17/2 | | 0,330 | | 6,790 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 5,1 4,7 83,9 81,3 88,1 86,0 | | 79,34 78,98 | 295,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,3 | 0,519 | 1,09 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 36,0 | 35,0 | 8 | 4,92 | 39,36 | 50 50 | 0,16 | 89,6 86,0 | 108,6 | Graben mit Querriegel, Anschluss an Seitengewässer GW17/1 | |
| VR19/1 | 10+020 - 10+105 rechts | AR-19/1 | | 0,096 | | 0,280 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 1,5 1,4 3,4 3,4 4,9 4,7 | | 4,42 4,33 | 85,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 4,2 | 0,932 | 1,96 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 12,8 | 15,0 | 5 | 1,52 | 7,60 | > 100 | 0,16 | 5,9 4,7 | 108,6 | Versickergraben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GR19/1 | 10+190 - 10+240 rechts | ER-19/1 ER-19/2 ER-19/3 | 0,091 0,039 | 1,248 0,181 0,315 | | 0,323 0,663 | 0,14 0,13 0,11 0,90 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 19,4 17,7 3,9 3,9 9,1 8,9 2,8 2,6 3,9 3,8 4,9 4,5 8,1 7,9 52,2 49,2 | | 46,96 45,22 | 50,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 12,0 | 1,890 2,836 | 3,98 5,97 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 7,3 | 10,0 | 5 | 0,53 | 2,65 | 6 6 | 0,16 | 59,9 49,2 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf in Seitengewässer | |
| VR19/2 | 10+430 - 10+600 rechts | AR-19/2 | | | | 0,675 | 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 8,2 8,1 8,2 8,1 | | 7,43 7,43 | 170,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 3,6 | 0,863 | 1,82 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 14,3 | 20,0 | 8 | 1,78 | 14,24 | > 100 | 0,16 | 8,2 8,1 | 108,6 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| VR20/1 | L70 0+480 - 0+580 rechts | AL-20/1 | | | | 2,279 | 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 27,9 27,3 27,9 27,3 | | 25,07 25,07 | 280,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 1,0 | 0,455 | 0,96 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 43,0 | 45,0 | 6 | 6,40 | 38,40 | > 100 | 0,16 | 27,9 27,3 | 108,6 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL22/1 | 10+830 - 10+990 links | AL-22/1 | | 0,088 | | 1,759 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 1,4 1,2 21,5 21,1 22,9 22,3 | | 20,58 20,49 | 160,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 3,7 | 0,875 | 1,84 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 14,0 | 15,0 | 10 | 1,75 | 17,50 | 85 85 | 0,16 | 23,3 22,3 | 108,6 | Graben mit Querriegel, Anschluss an Wegeseitengraben GL22/2 | |
| GL22/2 | 10+825 links | AL-22/2 | | | | 2,195 | 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 26,8 26,3 26,8 26,3 | | 24,15 24,15 | 150,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 2,8 | 0,761 | 1,60 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 17,5 | 15,0 | 10 | 2,28 | 22,80 | 94 94 | 0,16 | 26,8 26,3 | 108,6 | Graben mit Querriegel, Ableitung über Durchlass 22/1 in Graben GR22/3 | |
| GR22/3 | 10+825 rechts | | | | | | | | | | | | 22,9 22,3 26,8 26,3 50,0 99,7 98,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Graben mit Querriegel, Ableitung über Wegefurt und temporäres Seitengewässer | | |
| GL23/1 | 10+990 - 11+030 links | AL-23/2 | | 0,025 | | 0,121 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 0,4 0,4 1,5 1,4 1,9 1,8 | | 1,68 1,66 | 40,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 20,0 | 2,441 3,661 | 5,14 7,71 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 3,9 | 5,0 | 8 | 0,32 | 2,56 | > 100 | 0,16 | 2,9 1,8 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL24/1 | 11+530 - 11+720 links | AL-24/1 | | | | 1,073 | 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 13,1 12,9 13,1 12,9 | | 11,80 11,80 | 190,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 9,2 | 1,655 2,483 | 3,48 5,23 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 8,0 | 10,0 | 19 | 0,69 | 13,11 | > 100 | 0,16 | 13,1 12,9 | 108,6 | Graben mit Querriegel, breitflächiger Auslauf ins Gelände, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| GL28/1 | 12+815 - 12+950 links | AL-28/1 | | | | 6,203 | 0,14 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 96,5 94,6 96,5 94,6 | | 86,84 86,84 | 135,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 30 45 | 6,7 | 1,413 2,119 | 2,97 4,46 | | | | | | | | | | | | | | Wegeseitengraben, Ableitung über Durchlass 28/1 in vorh. Graben |
| GR30/1 | 13+730 - 14+380 rechts | AR-30/3 AR-30/4 | | 0,289 | | 2,619 6,181 | 0,14 0,13 0,11 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 40,7 39,9 4,5 4,1 75,5 74,0 120,8 118,1 | | 108,70 108,41 | 650,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 4,0 | 0,910 | 1,91 | 3,00 | 0,35 | 0,25 | 13,3 | 15,0 | 43 | 1,11 | 47,73 | 44 44 | 0,22 | 122,0 118,1 | 190,4 | Graben mit Querriegel, Ableitung über Mulde ML30/2 in den Pützerbach | |
| GR30/2 | 14+380 - 14+740 rechts | AR-30/3 | | | | 2,619 | 0,14 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 40,7 39,9 40,7 39,9 | | 36,67 36,67 | 360,0 | 0,20 | 0,50 | 1,50 | 1,70 | 0,475 | 0,237 | 25 | 4,0 | 0,910 | 1,91 | 3,00 | 0,40 | 0,32 | 13,3 | 15,0 | 24 | 1,60 | 38,40 | > 100 | 0,16 | 40,7 39,9 | 108,6 | Graben mit Querriegel, Anschluss an Graben GR30/1, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |
| VR30/3 | 14+470 - 15+215 rechts | AR-30/2 | | | | 3,325 | 0,14 | 1 | 15 | 111,1 108,9 | 51,7 50,7 51,7 50,7 | | 46,55 46,55 | 450,0 | 0,50 | 0,75 | 1,50 | 2,75 | 1,219 | 0,380 | 25 | 4,2 | 3,277 | 2,69 | 3,00 | 0,60 | 0,84 | 12,8 | 30,0 | 15 | 6,00 | 90,00 | > 100 | 0,38 | 51,7 50,7 | 330,7 | Versickerungsgraben mit Querriegel, vollständige Versickerung für 1-jährliches Regenereignis | |

Anhang 2.2.3

Berechnung des Überlaufs der Querriegel

Berechnung der Überlaufschwelen in den Gräben

1.) Überlauf Querriegel h=0,40 m (Graben 1,70 / 0,50 / 0,20)

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 1,55 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,10 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * 0,75 * ~~4,00~~ 1,55 * (2 * 9,81)^{0,5} * ~~0,20~~ 0,10^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 108,56 \quad l/s}$$

Berechnung der Überlaufschwelen in den Gräben

2.) Überlauf Querriegel h=0,35 m (Graben 1,70 / 0,50 / 0,20)

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 1,48 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,15 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * 0,75 * ~~4,00~~ 1,48 * (2 * 9,81)^{0,5} * ~~0,20~~ 0,15^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 190,42 \quad l/s}$$

Berechnung der Überlaufschwelen in den Gräben

3.) Überlauf Querriegel h=0,30 m (Graben 1,70 / 0,50 / 0,20)

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 1,40 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,20 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * 0,75 * ~~4,00~~ 1,40 * (2 * 9,81)^{0,5} * 0,20^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 277,33 \quad l/s}$$

Berechnung der Überlaufschwelen in den Gräben

4.) Überlauf Querriegel h=0,40 m (Graben 2,00 / 0,50 / 0,50)

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 1,80 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,10 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * 0,75 * ~~4,00~~ 1,80 * (2 * 9,81)^{0,5} * ~~0,20~~ 0,10^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 126,06 \text{ l/s}}$$

Berechnung der Überlaufschwelen in den Gräben

5.) Überlauf Querriegel h=0,50 m (Graben 2,50 / 0,70 / 0,40)

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 2,20 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,20 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * 0,75 * ~~4,00~~ 2,20 * (2 * 9,81)^{0,5} * 0,20^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 435,80 \quad l/s}$$

Berechnung der Überlaufschwelen in den Gräben

6.) Überlauf Querriegel h=0,60 m (Graben 2,75 / 0,75 / 0,50)

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 2,57 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,15 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} * 0,75 * \del{4,00} 2,57 * (2 * 9,81)^{0,5} * \del{0,20} 0,15^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 330,67 \quad l/s}$$

Anhang 2.3

Bemessung Rohrdurchlässe

1.) **Bezeichnung :** **11 / 1** (Achse. Nr. / lfd. Nr.)

Lage : **Querung L 10 bei km 1+410**
(Achse 10; L 10)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,3}$ | Q | |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|------------------------|-------------------|--------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] | |
| ER-5/1 | Straße | 0,156 | 0,9 | | 21,66 | 21,85 |
| | Böschung | 0,144 | 0,14 0,13 | 154,3 155,6 | 3,11 | 2,91 |
| | Außengebiet | 1,994 | 0,11 | | 33,84 | 34,13 |
| ER-5/2 | Straße | 0,228 | 0,9 | | 31,66 | 31,93 |
| | Böschung | 0,175 | 0,14 0,13 | 154,3 155,6 | 3,78 | 3,54 |
| | Außengebiet | 0,567 | 0,11 | | 9,62 | 9,70 |
| AR-5/4 | Straße | --- | --- | | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | | |
| | Außengebiet | 11,168 | 0,11 | | 189,55 | 191,15 |

Gesamt Q : ~~293,24~~ 295,21

Durchlass gewählt :

Durchmesser : $d =$ **500 mm**
Gesamtlänge : $L =$ 11,50 m
Neigung : $J =$ 2,50 %
Rauigkeit : $k_{st} =$ 65 m^{1/3}/s
Einzelverluste : 1,5

~~vorh.~~ max. Q = **303,9 l/s** > erf. Q (aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)
(gemäß REWS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)
 $v =$ **1,55 m/s**

Bezeichnung : **11 / 2** (Achse. Nr. / lfd. Nr.)

Lage : **Querung L 10 bei km 1+610**
(Achse 10; L 10)

Auf Grund der geringen Wassermenge und des gewählten Querschnittes wird auf einen Nachweis verzichtet.

2.) Bezeichnung :

10 / 1 (Achsn. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung Wirtschaftsweg bei km 5+635

(rechts der A 1)

| Niederschlagsgebiet | Nutzung | Fläche [ha] | Gebietskonstante k | $r_{n=0,3}$ [l/s*ha] | Q | |
|---------------------|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|--------|
| | | | | | | [l/s] |
| ER-5/1 | Straße | 0,156 | 0,9 | | 21,66 | 21,85 |
| | Böschung | 0,144 | 0,14 0,13 | 154,3 155,6 | 3,11 | 2,91 |
| | Außengebiet | 1,994 | 0,11 | | 33,84 | 34,13 |
| ER-5/2 | Straße | 0,228 | 0,9 | | 31,66 | 31,93 |
| | Böschung | 0,175 | 0,14 0,13 | 154,3 155,6 | 3,78 | 3,54 |
| | Außengebiet | 0,567 | 0,11 | | 9,62 | 9,70 |
| AR-5/4 | Straße | --- | --- | | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | | |
| | Außengebiet | 11,168 | 0,11 | | 189,55 | 191,15 |
| EL-5/2 | Straße | --- | --- | | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | | |
| | Außengebiet | 2,525 | 0,14 | | 54,55 | 55,00 |

Gesamt Q : ~~347,78~~ 350,22

Durchlass gewählt :

Durchmesser : d = **600 mm**
 Gesamtlänge : L = 10,50 m
 Neigung : J = 2,00 %
 Rauigkeit : $k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
 Einzelverluste : 1,5

vorh. max. Q = ~~363,9~~ 394,9 l/s > erf. Q

v = ~~1,44~~ 1,40 m/s

(aus CD-ROM 2RAS-EW
 Bemessungshilfen)
 (gemäß REwS 2021,
 Kap. 7.3.3, Formel 11)

3.) **Bezeichnung :**
Lage :

10 / 2 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)
Querung A 1 bei km 5+735

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche [ha] | Gebiets- konstante k | $r_{n=0,2}$ [l/s*ha] | Q [l/s] |
|--------------------------|-------------|------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| ER-5/1 | Straße | 0,156 | 0,9 | | 25,41 24,89 |
| | Böschung | 0,144 | 0,14 0,13 | 181,0 177,3 | 3,65 3,32 |
| | Außengebiet | 1,994 | 0,11 | | 39,70 38,89 |
| ER-5/2 | Straße | 0,228 | 0,9 | | 37,14 36,38 |
| | Böschung | 0,175 | 0,14 0,13 | 181,0 177,3 | 4,43 4,03 |
| | Außengebiet | 0,567 | 0,11 | | 11,29 11,06 |
| AR-5/4 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 181,0 177,3 | |
| | Außengebiet | 11,168 | 0,11 | | 222,35 217,81 |
| EL-5/1 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 181,0 177,3 | |
| | Außengebiet | 1,962 | 0,14 | | 49,72 48,70 |
| EL-5/2 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 181,0 177,3 | |
| | Außengebiet | 2,525 | 0,14 | | 63,98 62,68 |

Gesamt Q : ~~457,68~~ **447,76**

Durchlass gewählt :

Durchmesser : d = **800 mm**
Gesamtlänge : L = 46,00 m
Neigung : J = 1,00 %
Rauigkeit : $k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Einzelverluste : 1,5

vorh. max. Q = ~~568,8~~ **828,0 l/s** > erf. Q

v = ~~1,72~~ **1,65 m/s**

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)
(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

4.) Bezeichnung :

10 / 3 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung Wirtschaftsweg bei km 6+040

(rechts der A 1)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,3}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|---------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| AR-6/1 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | |
| | Außengebiet | 7,689 | 0,14 | | 166,10 167,50 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **166,10 167,50**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = **500 mm**

Gesamtlänge :

L = 11,00 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q = 189,5 l/s > erf. Q

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)

v = 0,97 m/s

(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

5.) **Bezeichnung :**

10 / 4 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung Wirtschaftsweg bei km 6+130

(rechts der A 1)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,3}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|---------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| AR-6/1 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | |
| | Außengebiet | 7,689 | 0,14 | | 166,10 167,50 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **166,10 167,50**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = **500 mm**

Gesamtlänge :

L = 12,00 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q = 194,8 l/s > erf. Q

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)

v = 0,99 m/s

(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

6.) **Bezeichnung :**

3 / 1 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung K 85 bei km 0+205

(Achse 3; K 85)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,2}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| ER-9/1 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 481,0 177,3 | |
| | Außengebiet | 0,631 | 0,14 | | 15,99 15,66 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **15,99 15,66**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = **500 mm**

Gesamtlänge :

L = 16,00 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q = 212,2 l/s > erf. Q

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)

v = 1,08 m/s

(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

7.) Bezeichnung :

3 / 2 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung K 85 bei km 0+335

(Achse 3; K 85)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante k | $r_{n=0,2}$ [l/s*ha] | Q | |
|--------------------------|-------------|--------|----------------------------|-------------------------|--------|--------|
| | | [ha] | | | [l/s] | |
| EI-9/1 | Straße | 0,108 | 0,9 | | 17,59 | 17,23 |
| | Böschung | 0,185 | 0,14 0,13 | 181,0 177,3 | 4,69 | 4,26 |
| | Außengebiet | --- | --- | | | |
| EL-9/2 | Straße | 0,06 | 0,9 | | 17,59 | 9,57 |
| | Böschung | 0,939 | 0,14 0,13 | 181,0 177,3 | 4,69 | 21,64 |
| | Außengebiet | 7,069 | 0,11 | | 140,74 | 137,87 |
| EL-9/3 | Straße | --- | --- | | | |
| | Böschung | 0,719 | 0,14 0,13 | 181,0 177,3 | 18,22 | 16,57 |
| | Außengebiet | --- | --- | | | |

Gesamt Q : **185,31 207,15**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = **500 mm**

Gesamtlänge :

L = 15,50 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q = 210,3 l/s > erf. Q

~~(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)~~

(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

v = 1,07 m/s

8.) **Bezeichnung :**

3 / 3 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung K 85 bei km 0+500

(Achse 3; K 85)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,2}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| AL-9/2 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 181,0 177,3 | |
| | Außengebiet | 2,171 | 0,14 | | 55,01 53,89 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **55,01 53,89**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = **500 mm**

Gesamtlänge :

L = 11,00 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q = 189,5 l/s > erf. Q

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)

v = 0,97 m/s

(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

9.) Bezeichnung :

4 / 1 (Achse Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung L 70 bei km 0+087

(Achse 4; L 70)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,2}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| AL-19/3 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 181,0 177,3 | |
| | Außengebiet | 0,750 | 0,11 | | 14,93 14,63 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **14,93** **14,63**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = **500 mm**

Gesamtlänge :

L = 14,00 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q =

204,2 l/s

> erf. Q

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)

(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

v =

1,04 m/s

10.) Bezeichnung :

4/ 2 (Achse. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung L 70 bei km 0+500

(Achse 4; L 70)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,2}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| EL-20/3 | Straße | 0,151 | 0,9 | | 24,60 24,10 |
| | Böschung | 0,179 | 0,14 0,13 | 181,0 177,3 | 4,54 4,13 |
| | Außengebiet | 0,411 | 0,11 | | 8,18 8,02 |
| | | | | | |

Gesamt Q : ~~37,32~~ 36,24

Durchlass gewählt :

Durchmesser : d = **500 mm**
Gesamtlänge : L = 14,50 m
Neigung : J = 1,00 %
Rauigkeit : $k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Einzelverluste : 1,5

vorh. max. Q = 206,3 l/s > erf. Q

v = **1,05 m/s**

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)
(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

11.) Bezeichnung :

41 / 1 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung Wirtschaftsweg bei km 10+830
(rechts der A 1)

| Niederschlagsgebiet | Nutzung | Fläche [ha] | Gebietskonstante k | $r_{n=0,3}$ [l/s*ha] | Q [l/s] |
|---------------------|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| AL-22/1 | Straße | --- | --- | 154,3 155,6 | 39,90 40,24 |
| | Böschung | --- | --- | | |
| | Außengebiet | 1,847 | 0,14 | | |
| AL-22/2 | Straße | --- | --- | 154,3 155,6 | 47,42 47,82 |
| | Böschung | --- | --- | | |
| | Außengebiet | 2,195 | 0,14 | | |
| | | | | | |

Gesamt Q : **87,32 88,05**

Durchlass gewählt :

Durchmesser :

d = 500 mm

Gesamtlänge :

L = 9,00 m

Neigung :

J = 1,00 %

Rauigkeit :

$k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Einzelverluste :

1,5

vorh. max. Q = 177,2 l/s > erf. Q

~~(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)~~
(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

v = 0,90 m/s

12.) Bezeichnung :

49 / 1 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung Wirtschaftsweg bei km 12+810
(rechts der A 1)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,3}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|---------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| AL-28/1 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | |
| | Außengebiet | 6,203 | 0,14 | | 134,00 135,13 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **134,00 135,13**

Durchlass gewählt :

Durchmesser : d = **500 mm**
Gesamtlänge : L = 8,00 m
Neigung : J = 2,00 %
Rauigkeit : $k_{st} = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Einzelverluste : 1,5

vorh. max. Q = 170,0 240,4 l/s > erf. Q

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)
(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

v = 0,86 1,22 m/s

13.) Bezeichnung :

49 / 2 (Achs. Nr. / lfd. Nr.)

Lage :

Querung Wirtschaftsweg bei km 12+940
(rechts der A 1)

| Niederschlags- gebiet | Nutzung | Fläche | Gebiets- konstante | $r_{n=0,3}$ | Q |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | [ha] | k | [l/s*ha] | [l/s] |
| AL-28/2 | Straße | --- | --- | | |
| | Böschung | --- | --- | 154,3 155,6 | |
| | Außengebiet | 2,895 | 0,14 | | 62,54 63,06 |
| | | | | | |

Gesamt Q : **62,54 63,06**

Durchlass gewählt :

Durchmesser : d = **500 mm**
Gesamtlänge : L = **11,50 m**
Neigung : J = **1,00 %**
Rauigkeit : $k_{st} =$ **65 m^{1/3}/s**
Einzelverluste : **1,5**

vorh. max. Q = 192,2 l/s > erf. Q

v = 0,98 m/s

(aus CD-ROM 2RAS-EW
Bemessungshilfen)
(gemäß REwS 2021,
Kap. 7.3.3, Formel 11)

~~Anhang 3~~

~~Untersuchung gemäß DWA M-153~~

Anhang entfällt ersatzlos

~~Anhang 3.1~~

~~Prüfung der Bagatellgrenzen~~

Anhang entfällt ersatzlos

Neubau der A 1 - AS Adenau bis AS Kelberg

Prüfung der erforderlichen Regenwasserbehandlung gemäß DWA-M 153

Prüfung der Bagatellgrenzen

1. Regenrückhaltebecken I bis III (Vorfluter Nöhner Bach)

Qualitativ

A: eingehalten, der Nöhner Bach entspricht TYP G4 (s. DWA M-153, Anhang A, Tab. A.1a).

B: nicht eingehalten, die befestigten Flächen entsprechen u.a. Flächentyp F6 (s. DWA M-153, Anhang A, Tab. A.3).

C: nicht eingehalten, innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m wird Regenwasser $\geq 0,2$ ha undurchlässiger Fläche eingeleitet.

Ergebnis: Es ist zu prüfen, in welchem Umfang eine Behandlung des Regenwassers erforderlich ist (s. Anhang 3.2 Bewertungsverfahren).

Quantitativ

D: nicht eingehalten, die Einleitung erfolgt in temporäre Seitengewässer bzw. Vorlandbereiche des Nöhner Baches.

E: nicht eingehalten, die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m mehr als 0,5 ha.

F: nicht eingehalten, das erforderliche Gesamtspeichervolumen beträgt mehr als 10 m³.

Ergebnis: Es sind Regenrückhaltebecken gemäß DWA A-117 anzuordnen.

2. Regenrückhaltebecken IV, V, VI (Vorfluter Grünbach)

Qualitativ

A: eingehalten, Grünbach entspricht TYP G5 (s. DWA M 153, Anhang A, Tab. A.1a).

B: nicht eingehalten, die befestigten Flächen entsprechen u.a. Flächentyp F6 (s. DWA M 153, Anhang A, Tab. A.3).

C: nicht eingehalten, innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m wird Regenwasser $\geq 0,2$ ha undurchlässiger Fläche eingeleitet.

Ergebnis: Es ist zu prüfen, in welchem Umfang eine Behandlung des Regenwassers erforderlich ist (s. Anlagen Bewertungsverfahren).

Quantitativ

D: nicht eingehalten, die Einleitung erfolgt in temporäre Seitengewässer bzw. Vorlandbereiche des Grünbaches.

E: nicht eingehalten, die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m mehr als 0,5 ha.

F: nicht eingehalten, das erforderliche Gesamtspeichervolumen beträgt mehr als 10 m^3 .

Ergebnis: Es sind Regenrückhaltebecken gemäß DWA A 117 anzuordnen.

~~Anhang 3.2~~

~~Bewertungsverfahren für Behandlungsmaßnahmen~~

Anhang entfällt ersatzlos

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Straße : A 1 RRB I Bau-km : 6+100

| Gewässer (Tabellen A.1a und 1b) | Typ | Gewässerpunkte G |
|--|------------|------------------|
| Großer Hügel- und Berglandbach Nehner Bach | G 4 | 21,00 |

| Herkunftsfläche F | Fläche [ha] | ψ | $A_{u,i}$ [ha] |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|
| Fahrbahn A 1 | 8,175 | —0,90 | 7,358 |
| Bankett, Böschung, Mulden | 3,962 | —0,14 | 0,555 |
| Außengebiet | 0,477 | —0,11 | 0,052 |

| Flächenanteil f_i (Abschnitt 4) | | Luft L_i (Tabelle A.2) | | Flächen F_i (Tabelle A.3) | | Abflussbelastung B_i |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------|
| $A_{u,i}$ | f_i | Typ | Punkte | Typ | Punkte | $B_i = f_i * (L_i + F_i)$ |
| 7,358 | 0,92 | L 1 | 4 | F 6 | 35 | 33,26 |
| 0,555 | 0,07 | L 1 | 4 | F 1 | 5 | 0,42 |
| 0,052 | 0,04 | L 1 | 4 | F 1 | 5 | 0,04 |
| Σ | Σ | | | | | |
| 7,965 | 1,00 | | | | | |

Abflussbelastung B = 33,713

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$ nicht erfüllt, $B \geq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$ $D_{max} =$ 0,62

| vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c) | Typ | Durchgangswerte D_i |
|--|------|-----------------------|
| Absetzbecken mit Dauerstau, max. 18m/h bei $f_{15-n=1}$ | D 25 | 0,35 |
| Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i | | 0,35 |

Emissionswert $E = B * D$ E = 11,80

Ergebnis :

**Das geplante Absetzbecken reicht als
Behandlungsmaßnahme aus, da**

**E = 11,80 den Wert
G = 21,00 nicht überschreitet.**

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Straße : A 1 -RRB II Bau-km : 9+400

| Gewässer (Tabellen A.1a und 1b) | Typ | Gewässerpunkte G |
|--|------------|------------------|
| Großer Hügel- und Berglandbach Nehner Bach | G-4 | 21,00 |

| Herkunftsfläche F | Fläche [ha] | ψ | $A_{u,i}$ [ha] |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|
| Fahrbahn A 1 | 4,596 | -0,90 | 4,136 |
| Bankett, Böschung, Mulden | 4,005 | -0,14 | 0,561 |

| Flächenanteil f_i (Abschnitt 4) | | Luft L_i (Tabelle A.2) | | Flächen F_i (Tabelle A.3) | | Abflussbelastung B_i |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------|
| $A_{u,i}$ | f_i | Typ | Punkte | Typ | Punkte | $B_i = f_i * (L_i + F_i)$ |
| 4,136 | 0,88 | L-1 | 1 | F-6 | 35 | 31,70 |
| 0,561 | 0,12 | L-1 | 1 | F-1 | 5 | 0,72 |
| Σ | Σ | | | | | |
| 4,697 | 1,00 | | | | | |

Abflussbelastung B = 32,42

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$ nicht erfüllt, $B \geq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$ $D_{max} =$ 0,65

| vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c) | Typ | Durchgangswerte D_i |
|--|------|-----------------------|
| Absetzbecken mit Dauerstau, max. 18m/h bei $f_{15-n=1}$ | D-25 | 0,35 |
| Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i | | 0,35 |

Emissionswert $E = B * D$ E = 11,35

Ergebnis :

**Das geplante Absetzbecken reicht als
Behandlungsmaßnahme aus, da**

E = 11,35 den Wert

G = 21,00 nicht überschreitet.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Straße : A 1 -RRB-III Bau-km : 9+700

| Gewässer (Tabellen A.1a und 1b) | Typ | Gewässerpunkte G |
|--|------------|------------------|
| Großer Hügel- und Berglandbach Nehner Bach | G-4 | 21,00 |

| Herkunftsfläche F | Fläche [ha] | ψ | $A_{u,i}$ [ha] |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|
| Fahrbahn A 1 | 2,675 | -0,90 | 2,408 |
| Bankett, Böschung, Mulden | 1,203 | -0,14 | 0,168 |

| Flächenanteil f_i (Abschnitt 4) | | Luft L_i (Tabelle A.2) | | Flächen F_i (Tabelle A.3) | | Abflussbelastung B_i |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------|
| $A_{u,i}$ | f_i | Typ | Punkte | Typ | Punkte | $B_i = f_i * (L_i + F_i)$ |
| 2,408 | 0,93 | L-1 | 1 | F-6 | 35 | 33,65 |
| 0,168 | 0,07 | L-1 | 1 | F-1 | 5 | 0,39 |
| Σ | Σ | | | | | |
| 2,576 | 1,00 | | | | | |

Abflussbelastung B = 34,04

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$ nicht erfüllt, $B \geq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$ $D_{max} =$ 0,62

| vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c) | Typ | Durchgangswerte D_i |
|--|------|-----------------------|
| Absetzbecken mit Dauerstau, max. 18m/h bei $f_{15-n=1}$ | D-25 | 0,35 |
| Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i | | 0,35 |

Emissionswert $E = B * D$ E = 11,91

Ergebnis :

**Das geplante Absetzbecken reicht als
Behandlungsmaßnahme aus, da**

E = 11,91 den Wert

G = 21,00 nicht überschreitet.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Straße : A 1 RRB-IV Bau-km : 10+900

| Gewässer (Tabellen A.1a und 1b) | Typ | Gewässerpunkte G |
|--|------------|------------------|
| Kleiner Hügel- und Berglandbach Grünbach | G-5 | 18,00 |

| Herkunftsfläche F | Fläche [ha] | ψ | $A_{u,i}$ [ha] |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|
| Fahrbahn A 1 | 2,936 | -0,90 | 2,642 |
| Bankett, Böschung, Mulden | 1,183 | -0,14 | 0,166 |

| Flächenanteil f_i (Abschnitt 4) | | Luft L_i (Tabelle A.2) | | Flächen F_i (Tabelle A.3) | | Abflussbelastung B_i |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------|
| $A_{u,i}$ | f_i | Typ | Punkte | Typ | Punkte | $B_i = f_i * (L_i + F_i)$ |
| 2,642 | 0,94 | L1 | 1 | F6 | 35 | 33,88 |
| 0,166 | 0,06 | L1 | 1 | F1 | 5 | 0,35 |
| Σ | Σ | | | | | |
| 2,808 | 1,00 | | | | | |

Abflussbelastung B = 34,23

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$ nicht erfüllt, $B \geq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$ $D_{max} =$ 0,53

| vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c) | Typ | Durchgangswerte D_i |
|--|------|-----------------------|
| Absetzbecken mit Dauerstau, max. 18m/h bei $f_{15-n=1}$ | D-25 | 0,35 |
| Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i | | 0,35 |

Emissionswert $E = B * D$ E = 11,98

Ergebnis :

**Das geplante Absetzbecken reicht als
Behandlungsmaßnahme aus, da**

E = 11,98 den Wert

G = 18,00 nicht überschreitet.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Straße : A 1 -RRB V Bau-km : 11+950

| Gewässer (Tabellen A.1a und 1b) | Typ | Gewässerpunkte G |
|--|------------|------------------|
| Kleiner Hügel- und Berglandbach Grünbach | G-5 | 18,00 |

| Herkunftsfläche F | Fläche [ha] | ψ | $A_{u,i}$ [ha] |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|
| Fahrbahn A 1 | 4,567 | —0,90— | 4,110 |
| Bankett, Böschung, Mulden | 4,167 | —0,14— | 0,583 |
| Außengebiet | 0,441 | —0,11— | 0,049 |

| Flächenanteil f_i (Abschnitt 4) | | Luft L_i (Tabelle A.2) | | Flächen F_i (Tabelle A.3) | | Abflussbelastung B_i |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------|
| $A_{u,i}$ | f_i | Typ | Punkte | Typ | Punkte | $B_i = f_i * (L_i + F_i)$ |
| 4,110 | 0,87 | L1 | 4 | F6 | 35 | 31,20 |
| 0,583 | 0,12 | L1 | 4 | F4 | 5 | 0,74 |
| 0,049 | 0,01 | L1 | 4 | F4 | 5 | 0,06 |
| Σ | Σ | | | | | |
| 4,742 | 1,00 | | | | | |

Abflussbelastung B = 32,00

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$ nicht erfüllt, $B \geq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$ $D_{max} =$ 0,56

| vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c) | Typ | Durchgangswerte D_i |
|--|------|-----------------------|
| Absetzbecken mit Dauerstau, max. 18m/h bei $f_{15-n=1}$ | D-25 | 0,35 |
| Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i | | 0,35 |

Emissionswert $E = B * D$ E = 11,20

Ergebnis :

**Das geplante Absetzbecken reicht als
Behandlungsmaßnahme aus, da**

E = 11,20 den Wert

G = 18,00 nicht überschreitet.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Straße : A 1 RRB VI Bau-km : 13+650

| Gewässer (Tabellen A.1a und 1b) | Typ | Gewässerpunkte G |
|--|------------|------------------|
| Kleiner Hügel- und Berglandbach Grünbach | G-5 | 18,00 |

| Herkunftsfläche F | Fläche [ha] | ψ | $A_{u,i}$ [ha] |
|---------------------------|----------------|--------|-------------------|
| Fahrbahn A 1 | 6,486 | -0,90 | 5,837 |
| Bankett, Böschung, Mulden | 5,892 | -0,14 | 0,825 |
| Außengebiet | 5,752 | -0,11 | 0,633 |

| Flächenanteil f_i (Abschnitt 4) | | Luft L_i (Tabelle A.2) | | Flächen F_i (Tabelle A.3) | | Abflussbelastung B_i |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------|
| $A_{u,i}$ | f_i | Typ | Punkte | Typ | Punkte | $B_i = f_i * (L_i + F_i)$ |
| 5,837 | 0,80 | L1 | 4 | F6 | 35 | 28,81 |
| 0,825 | 0,11 | L1 | 4 | F1 | 5 | 0,68 |
| 0,633 | 0,09 | L1 | 4 | F1 | 5 | 0,52 |
| Σ | Σ | | | | | |
| 7,295 | 1,00 | | | | | |

Abflussbelastung B = 30,01

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$ nicht erfüllt, $B \geq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$ $D_{max} =$ 0,60

| vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c) | Typ | Durchgangswerte D_i |
|--|------|-----------------------|
| Absetzbecken mit Dauerstau, max. 18m/h bei $f_{15-n=1}$ | D-25 | 0,35 |
| Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i | | 0,35 |

Emissionswert $E = B * D$ E = 10,50

Ergebnis :

**Das geplante Absetzbecken reicht als
Behandlungsmaßnahme aus, da**

E = 10,50 den Wert

G = 18,00 nicht überschreitet.

Anhang 4

Dimensionierung Regenrückhaltebecken

wird ersetzt durch

Anhang 4a

**Dimensionierung Regenrückhaltebecken
mit Retentionsbodenfilteranlagen**

~~Anhang 4.1~~

~~Dimensionierung RRB I~~

wird ersetzt durch

Anhang 4.1a

Dimensionierung RRB I mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken I

Lage: westlich der A 1 bei Bau-km 6+100

Kurzbeschreibung :

Das Regenrückhaltebecken wird als zweistufige Anlage, bestehend aus einem abgedichteten Absetzbecken im Dauerstau sowie einem Leichtflüssigkeitsabscheider in Form einer schwimmenden Tauchwand und dem eigentlichen RRB mit Dauerstau, erstellt.

Der Überlaufschacht aus dem Absetzbecken in das RRB wird als Fallschacht ausgebildet, um den Höhenunterschied in dem geneigten Gelände zu überwinden. Durch Böschungsneigungen von 1:2 und 1:3 wird das RRB gut in die vorhandene Hanglage und die Landschaft eingefügt.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnungen versehene Rohrleitungen erreicht. Die Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 400 in einen befestigten Vorflutgraben. Dieser Graben leitet das anfallende Wasser über ein Tosbecken und eine rd. 120 m lange Rohrleitung bis in den Retentionsbereich des Nohner Baches. (breitfächiger Auslauf ins Gelände). Zur Vermeidung der anfallenden Tausatz-Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von 2,0 m vorgesehen.

Eine Notüberlaufschwelle entlastet das RRB bei Überschreitung des Bemessungsregens in den seitlich vorbeiführenden Graben.

Die gesamte Beckenanlage wird aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Die Wartungswege für das Becken werden rückwärtig an das neue Wirtschaftswegenetz angebunden.

| 1. Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------|
| 1.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| KOSTRA -DWD 2000 | | $F_{15,n=0,2}$ | = 181,0 l/s*ha |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahn- flächen + Mittelstreifen | Bankett Böschung Mulden | Grünflächen, Außengebiete |
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 1-1 - EW 1-11 | 7,337 | 3,962 | 0,477 |
| | 0,838 | | |
| | | | |
| Gesamt | 8,175 | 3,962 | 0,477 |

| | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------------|------------------------|-------------------|-----------------------|------------|------------|
| Summe Straßenfläche | Abflußbeiwert Straße | Summe Böschung | Abflußbeiwert Böschung | Summe Außengebiet | Abflußbeiwert Außeng. | A-e Gesamt | A-u Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 8,175 | 0,90 | 3,962 | 0,14 | 0,477 | 0,11 | 12,614 | 7,976 |

$$Q_{dr} = (8,175 + 3,962) * 111,1 * 0,11 = 148,33$$

| | | | | | | |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------|-------------------------------|-------------------------|-------------|
| gew: | Drosselabfluß | Q_{dr} ($-Q_{ab}$) | (l/s) | = | gew.: | 150,0 |
| | Rechnerische Fließzeit | t _c | mit | $t_{(km)}$ $h_{(km)}$ ↓ | 1,872 0,042 0,022 | |
| | Überschreitungshäufigkeit | t _c n | (min.) | = | | 26,1 0,2 |

1.2. Ermittlung der Drosselabflußspenden

$$(q_{dr,kr,u} = Q_{dr} / A_u) \quad q_{dr,kr,u} \quad (l/s*ha) \quad = \quad 18,8$$

1.3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A

| | | |
|--------------------------|---|--------------|
| f ₁ | = | 0,8210625863 |
| f _A | = | 0,9105621429 |
| f _Z (gewählt) | = | 1,00 |

1.4.) Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{s,u} = (r_{Dn} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06 \quad [m^3/ha]$$

| Dauerstufe-D | Zugehörige Regenspende f _{n=0,2} | Drosselabflußspende q _{dr,r,u} | spezifisches Speichervolumen V _{s,u} |
|--------------|---|---|---|
| [min] | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [m ³ /ha] |
| 5 | 299,4 | 18,8 | 76,6 |
| 15 | 181,0 | 18,8 | 132,9 |
| 30 | 120,4 | 18,8 | 166,5 |
| 45 | 92,2 | 18,8 | 180,4 |
| 60 | 75,6 | 18,8 | 186,2 |
| 90 | 54,8 | 18,8 | 177,0 |

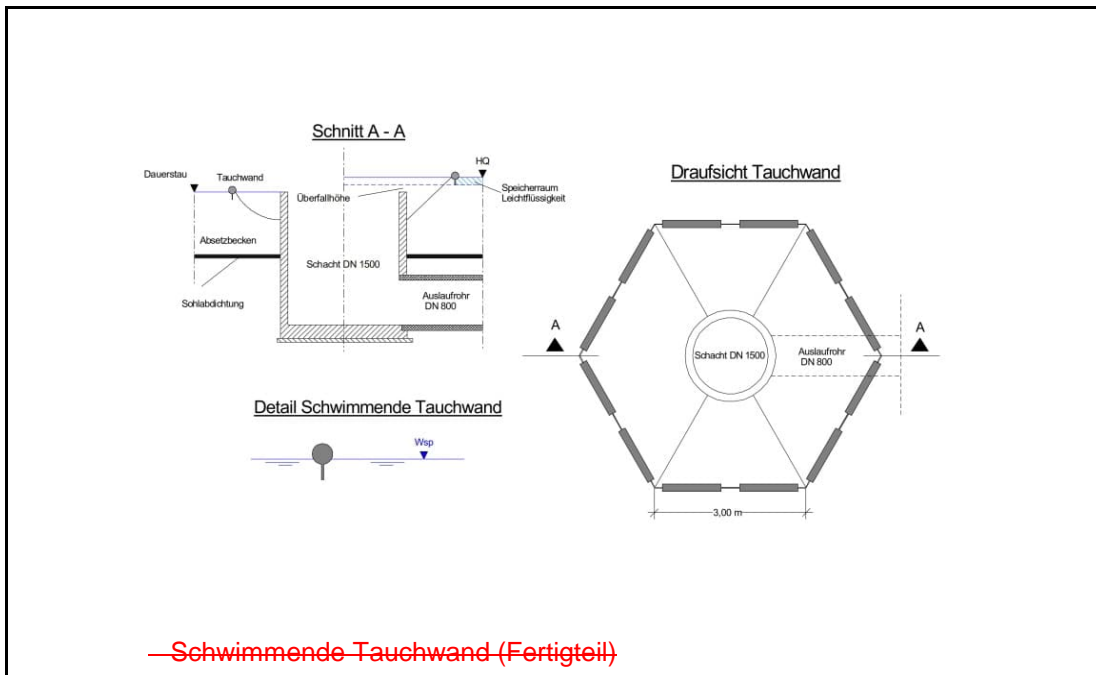
$$V_{erf.} = V_{s,u} * A_u = 186,2 * 7,98 = 1.484,8 \quad m^3$$

$$V_{gew.} = 1.500,0 \quad m^3$$

$$\text{Entleerungszeit} := t_E = V_{verh} / (3,6 * Q_{ab}) = 2,78 \quad h$$

| | | | |
|---|---------|------------------------|--------------------------------|
| 2. Bemessung der Abscheideanlage | | | |
| —(die Bemessung erfolgt nach RiStWag 2002 Pkt. 8.4.3) | | | |
| 2.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| Q_b | = | $A_u \cdot f_{15,n=1}$ | |
| A_u | = | 7,976 | ha |
| $f_{15,n=1}$ | = | 181 | l/s |
| Q_b | = | 1,444 | m ³ /s |
| 2.3 Erforderliche Oberfläche Abscheideraum an Tauchwand | | | |
| Q_{eff} | = | Q_b / v_s | |
| v_s | = | 0,0025 | m/s |
| Q_{eff} | = | 577,4 | m ² |
| gew. Q_{eff} | = | 355,0 | m² |
| 2.4 Speicherhöhe Leichtflüssigkeiten | | | |
| Auffangraum V (gewählt) | = | 30 | m ³ |
| h_{Lf} | = | V / Q_{eff} | m ³ /m ² |
| h_{Lf} | = | 0,08 | m |
| 2.5 Berechnung der Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ | | | |
| —(Vollkommener Überfall; Scharfkantiges Wehr; belüfteter Strahl) | | | |
| Überfallschacht DN | = | 1500 | mm |
| Wandstärke d | = | 0,15 | m |
| Innenradius Ri | = | 0,75 | m |
| Außenradius Ra | = | 0,9 | m |
| Umfang U | = | $2 \cdot \pi \cdot Ri$ | |
| Umfang U | = | 4,71 | m |
| Max. möglicher Zufluss zum Überfall durch Zulauf Vollfüllung Auslaufrohr DN 800, I = 1,0 % | | | |
| $Q_{\ddot{u}}$ | = | 1309 | l/s |
| Überfallbeiwert gew.: | $\mu =$ | 0,64 | |
| $Q_{\ddot{u}} = 2/3 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2}$ | | | |
| $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | |
| $h_{\ddot{u}}$ | = | 0,28 | m |
| $d/h_{\ddot{u}} \rightarrow 0,75 \rightarrow 1,00 \rightarrow 1,50 \rightarrow 2,00 \rightarrow 2,50 \rightarrow 3,00$ $\rightarrow 1,00 \rightarrow 0,88 \rightarrow 0,82 \rightarrow 0,79 \rightarrow 0,77 \rightarrow 0,76$ | | | |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | = | 0,54 | $e = 1,00$ |
| μ_{neu} | = | $e \cdot \mu_{alt}$ | = 0,64 |
| neue $h_{\ddot{u}}$ Berechnung | | | |
| $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu_{neu} \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | |
| $h_{\ddot{u},neu}$ | = | 0,28 | m |

| | | | |
|--|------------|---|-------------------|
| 3. Bemessung Leichtflüssigkeitsabscheider | | | |
| 3.1. Dimensionierung einer 6-eckigen Tauchwand | | | |
| Q_b | = | 1,444 | m ³ /s |
| $Q_{drossel}$ | = | Verkehrsfläche * Abflussbeiwert Außengebiet * $r_{15n=1}$ | |
| $Q_{drossel}$ | = | 0,251 | m ³ /s |
| $v_{gew.}$ | = | 0,05 | m/s |
| $A_{Anströmfläche} = A_{Schacht} + Q_{max} / v$ | | | |
| $A_{Anströmfläche} = (3,14 * R_a^2) + (Q_b / v)$ | | | |
| $A_{Anströmfläche}$ | = | 31,42 | m ² |
| 3.2. Seitenlänge des Sechsecks | | | |
| $A_{Sechseck} = 1,5 * a^2 * \sqrt{3}$ | | | |
| $a = (A_{Anströmfläche} / (1,5 * \sqrt{3}))^{0,5}$ | | | |
| a | = | 3,48 | m |
| gew.: Seitenlänge Sechseck | a = | 3,00 | m |
| 3.3. Mindestwasserstand | | | |
| Nachweis für den Drosselabfluss | | | |
| $h = A_{min} / U_{Tauch}$ | | | |
| $h = (Q_{Drossel} / 0,05) / (6 * a)$ | | | |
| h_1 | = | 0,28 | m |
| — (ztl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| Nachweis für den Überlauf | | | |
| $h = (Q_B / 0,05) / (6 * a)$ | | | |
| h_2 | = | 1,60 | m |
| — (ztl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| gew.: Dauerstau | h = | 2,00 | m |
| 3.4. Einbau einer schwimmenden Fertigteil-Tauchwand | | | |
| (z.B.: Hydro-Technik Lübeck) | | | |
| gew.: Schwimmende Tauchwand Typ IV-A | | | |
| Gesamthöhe :- | | 0,70 | m |
| Eintauchtiefe :- | | 0,45 | m |
| Durchmesser :- | | 0,20 | m |



4. Bemessung der Drosselöffnungen
 (die Bemessung erfolgt nach RAS-EW 2005)

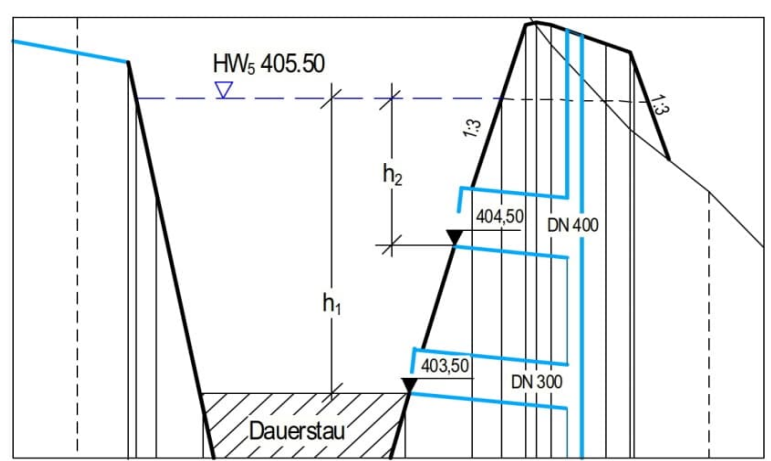
Ausgehend von dem oben gewählten mittleren Drosselabfluss werden die einzelnen Abflussmengen bzw. Drosselöffnungen wie folgt auf die untere Drossel (Grunddrossel) und die obere Drossel (Hauptdrossel) verteilt:

| | | | | |
|----------------|---|-----|-----|----------------|
| Q_{dr} | = | 150 | l/s | gesamt |
| $Q_{dr,unten}$ | = | 50 | l/s | (Grunddrossel) |
| $Q_{dr,oben}$ | = | 100 | l/s | (Hauptdrossel) |

| | | | | | |
|-------|------|------|------|-----|------|
| a/b | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| μ | 0,67 | 0,64 | 0,58 | 0,5 | 0,44 |

Abflusswerte für scharfkantige Öffnungen

$$Q = \mu * A * (2 * g * h)^{0,5}$$



—Drosselöffnungen RRB I (Systemschnitt)

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|---------------|
| Drosselabfluss Q_{unten} | = | 50 | l/s | Drossel-unten |
| Druckhöhe h_1 | = | 2,00 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,014 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,132 | m | |

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|--------------|
| Drosselabfluss Q_{oben} | = | 100 | l/s | Drossel-oben |
| Druckhöhe h_2 | = | 1,00 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,039 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,223 | m | |

Anhang 4.1a

Dimensionierung RRB I mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken I mit Retentionsbodenfilteranlage

Lage: westlich der A 1 bei Bau-km 6+100

Kurzbeschreibung

Die gesamte Regenwasserbehandlungsanlage besteht aus drei Anlageteilen:

- ein Geschiebeschacht (mit Dauerstau) als Vorstufe zum Grobstoffrückhalt mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten
- das Retentionsbodenfilterbecken (RBFB) zum Feststoffrückhalt von abfiltrierbaren Feinstoffen mit Korngrößen 0,45 µm - 63 µm (AFS63)
- das Regenrückhaltebecken RRB (mit Dauerstaukammer, H = 2,00 m) zur Gewährleistung der hydraulischen Anforderungen

Der Geschiebeschacht wird als rechteckiges Betonbauwerk ausgeführt. Hier werden in der Vorstufe anfallende mineralische Grobstoffe (Kies, Sand) aus dem Straßenabfluss zurückgehalten. Eine feste Tauchwand im Schacht, die in den Dauerstau hineinragt, bildet den Auffangraum für Leichtflüssigkeiten. Der Auffangraum ist für eine Größe von 30 m³ ausgelegt.

Das RBFB wird als Erdbecken hergestellt. Die Böschungsneigungen liegen bei 1:1,5 bis 1:2. Die Mächtigkeit des Filterkörpers beträgt mind. 1,10 m. Der Filterkörper wird mit einer Filtervegetation (Schilf) angepflanzt.

Unterhalb des Filterkörpers wird das gereinigte Straßenwasser über Drainsauger und Drainsammler abgeleitet und dem nachgeschalteten RRB zugeführt.

Die Ausführung des RRB erfolgt als Nassbecken mit Dauerstau in Betonbauweise. Die Dauerstaukammer im RRB puffert evtl. anfallende Tausalz-Spitzenbelastungen ab. Die Angleichung des Beckens an das angrenzende Gelände erfolgt im Erdbau mit Böschungsneigungen zwischen 1:1,5 und 1:2,5.

Zwischen RBFB und RRB werden ein Ablaufbauwerk mit Drosselorgan sowie nachfolgend ein Fallschacht mit Stauplatte angeordnet.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnungen versehene Rohrleitungen erreicht. Die weitere Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 400 in einen befestigten Vorflutgraben. Dieser Graben leitet das anfallende Wasser über ein Tosbecken und eine rd. 120 m lange Rohrleitung in Richtung Einleitstelle E 1 am Nohner Bach. Hier erfolgt ein breitflächiger Auslauf ins Gelände.

Notüberlaufschwelen entlasten das RBFB und das RRB bei Überschreitung der Bemessungsregenereignisse in einen seitlich vorbeiführenden Graben.

Die gesamte Beckenanlage wird eingezäunt und mit Toranlagen für den Betriebsdienst ausgestattet. Die Wartungswege für die Beckenanlagen werden an einen zu verlegenden Wirtschaftsweg angebunden.

Bemessung Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A - 178)

Berechnungsgrundlagen

Regenspende nach KOSTRA-DWD 2010R $r_{15,1}$ = **108,90 l/(s*ha)**

| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahnflächen + Mittelstreifen | Bankett + Böschung + Mulden | Grünflächen + Außengebiete |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 1-1 | 7,337 | 3,962 | 0,477 |
| bis | 0,838 | | |
| EW 1-11 | | | |
| Einzugsgebiet gesamt | 8,175 | 3,962 | 0,477 |

Abflussbeiwert Bankett, Böschungen, Mulden

$$\Psi_{m,nb} = (r_{15,1} * Z_{Fels} - q_s) / (r_{15,1} * Z_{Fels})$$

mit $r_{15,1}$ = 108,9 l/(s*ha)

mit q_s = 100,0 l/(s*ha)

mit Z_{Fels} = **5,0** % = 1,050

$\Psi_{m,nb}$ = 0,13

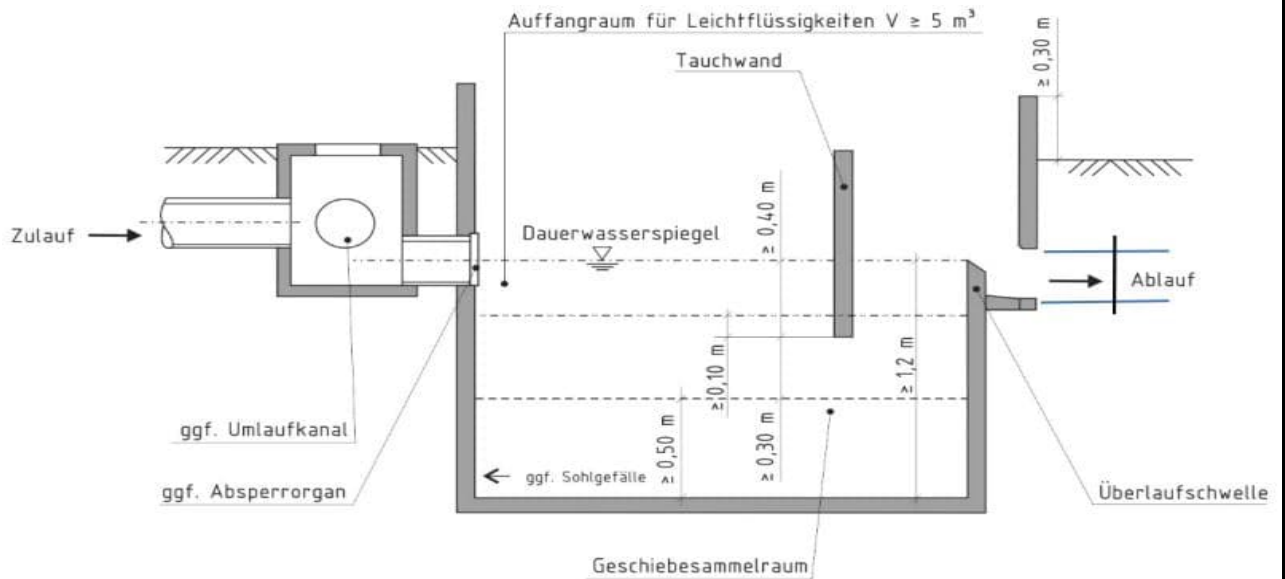
| Summe Straßen- fläche | Abfluß- beiwert Straße | Summe Böschung | Abfluß- beiwert Böschung | Summe Außen- gebiet | Abfluß- beiwert Außeng. | Einzugsgebiet A_E Gesamt | A_U Gesamt |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 8,175 | 0,90 | 3,962 | 0,13 | 0,477 | 0,11 | 12,614 | 7,907 |

1. Bemessung der Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A 178)

1.1 Vorstufe Straßenentwässerung: Geschiebeschacht

Als Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage wird ein Geschiebeschacht zum Grobstoffrückhalt gewählt. Zum Schutz gegen Havarien werden Leichtflüssigkeiten in einem Auffangraum zurückgehalten.



Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich (gemäß REwS 2021 Kapitel 8.4.4).

2. Bemessung Retentionsbodenfilterbecken

(Bemessung nach DWA-A - 178 und DWA-A - 117)

Retentionsbodenfilter zur Rückhaltung von ASF63

2.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | |
|---|----------|-------------------------------------|
| Σ aller bef., angeschl. Flächen eines Einzugsgebietes $A_{E,b,a}$ | = | 8,18 ha |
| → A_F [ha] | = | 100 m ² / ha $A_{E,b,a}$ |
| Größe der Beckenfiltersohle A_F (ohne Böschungen) | = | 818 m ² |
| Drosselabflussspende $q_{dr,RBF}$ | = | 0,05 l/(s*m ²) |
| Bemessung des Drosselabflusses Q_{dr} bzw. $Q_{ab} = A_F * q_{dr,RBF}$ | = | 40,9 l/s |
| Versickerrate für die Bemessung des Bodenfilters k_f | = | 0,0001 m/s |
| Bemessung der Versickerungsrate $Q_S = A_F * k_f / 2$ | | 40,9 l/s |

| | | | |
|--|-------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | 1,872 km |
| | | Höhe = | 0,042 km |
| | | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,44 Std |
| | | $t_c =$ | 26,1 Minuten |
| Bedingung : $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt | | | |
| Überschreitungshäufigkeit | 1,0 a | = | $n = 1,00$ 1/a |

2.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{dr,r,u}$ | = | $(Q_{dr} - Q_{t24}) / A_{E,b,a}$ | = | 5,00 l/(s*ha) |

2.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{dr,r,u}^3 +$ $(1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{dr,r,u}^2 +$ $(1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{dr,r,u} =$ | 0,968160838733 | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134) =$ | 0,968160838733 | | | | | | | | |
| $f_{z\text{ gew.}}$ | = | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td style="text-align: center;">1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td style="text-align: center;">1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

2.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | | mit n [a] = 1,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 166,65 | 5,00 | 46,95 |
| 10 | 0,17 | 131,65 | 5,00 | 73,57 |
| 15 | 0,25 | 108,90 | 5,00 | 90,53 |
| 20 | 0,33 | 92,50 | 5,00 | 101,66 |
| 30 | 0,50 | 71,65 | 5,00 | 116,15 |
| 45 | 0,75 | 53,50 | 5,00 | 126,78 |
| 60 | 1 | 42,65 | 5,00 | 131,22 |
| 90 | 1,5 | 31,60 | 5,00 | 139,07 |
| 120 | 2 | 25,60 | 5,00 | 143,60 |
| 180 | 3 | 18,90 | 5,00 | 145,34 |
| 240 | 4 | 15,25 | 5,00 | 142,90 |
| 360 | 6 | 11,30 | 5,00 | 131,75 |
| 540 | 9 | 8,40 | 5,00 | 106,65 |
| 720 | 12 | 6,75 | 5,00 | 73,19 |
| 1080 | 18 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| 1440 | 24 | 4,05 | 5,00 | -79,47 |
| 2880 | 48 | 2,55 | 5,00 | -409,88 |
| 4320 | 72 | 1,95 | 5,00 | -765,39 |

| | | | | | |
|--|---------|-------------------------------------|-----------|---|------------------------------|
| $V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_{E,b,a} =$ | 145,3 | * | 8,18 | = | 1.188,2 m³ |
| $V_{\text{gew.}}$ | | | V_{RBF} | = | 1.190,0 m³ |
| Entleerungszeit: | $t_E =$ | $V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{dr})$ | | = | 8,09 h |
| Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist | | | | | erfüllt |
| grobe Abschätzung der Einstauhöhe | | | | = | 1,46 m |
| Forderung: Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{RR} \geq 0,5 \text{ m}$ | | | | | erfüllt |

Geplanter Filteraufbau:

Da das Filtermaterial bei Retentionsbodenfilterbecken verschiedene Anforderungen erfüllen muss, zum Beispiel im Hinblick auf Durchlässigkeit, Filterstabilität und Reinigungsleistung kann das später gewählte Material von dem zurzeit empfohlenen abweichen, da in diesem Bereich derzeit weiter geforscht wird. Zu empfehlen ist aktuell folgender Aufbau:

Filtermaterial gemäß DIN EN 12620, TL GesteinStB 04/07 der Korngruppe 0/2 mm G_{F85} , f_3 : Sand 0/2 mm, Überkornanteil $\leq 15\%$, Feinanteil ($< 0,063 \text{ mm}$) $\leq 3\%$; Carbonatgehalt $\geq 20\%$

Gesamthöhe: ca. 1,10 m, einzustellender Durchlässigkeitsbeiwert $k_f =$ **$1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$**

5 cm Kalksplitt 2/5
 80 cm Filtermaterial 0/2
 25 cm Filterkies 2/8 (10 cm über Sickerrohr)
 DN 150 Teilsickerrohr auf Geotextil (geschlitzte Rohrseite nach unten)

Geotextil 400 g/m²

2mm HD-PE Folie beidseitig glatt

Geotextil 800 g/m²

3. Bemessung erf. Rückhaltevolumen

(Bemessung nach DWA-A - 117)

Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer

Zur Erreichung einer gewässerverträglichen Abflussretention, sowie zur Reduzierung der Einleitungsmenge gemäß der Betrachtung nach BWK M3 wird ein Rückhaltebecken dem Filterbecken nachgeschaltet.

Zur Verminderung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von **2,00** m Tiefe vorgesehen.

3.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | | | |
|---|-------------------------------------|--|------|---|
| $Q_{\text{Zulauf}} = Q_b$ | = | $r_{15,1} * A_U$ | = | 861,1 l/s |
| Q_{dr} | = | $(A_{\text{Straße}} + A_{\text{Böschung}}) * \psi_{\text{Außengebiet}} * r_{15,1}$ | = | 145,39 l/s |
| Vergleichswert Q_{dr} | = | $A_E * \psi_{\text{Außengebiet}} * r_{15,1}$ | = | 151,10 l/s |
| Drosselabfluss in den Vorfluter $Q_{\text{Dr,RRB}}$ | | | gew. | 145,0 l/s |
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | | 1,872 km |
| | | Höhe = | | 0,042 km |
| | | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77}$ | | 0,44 Std |
| | | $t_c =$ | | 26,1 Minuten |
| Bedingung : | | | | |
| $A_E < 200$ ha | <input checked="" type="checkbox"/> | erfüllt | oder | $t_c < 15$ min ? <input type="checkbox"/> nicht erfüllt |
| Überschreitungshäufigkeit | | 50,0 a | = | $n =$ 0,02 1/a |

3.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|----------------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{\text{Dr,R,u,RRB}}$ | = | $(Q_{\text{Dr,RRB}} - Q_{t24}) / A_U$ | = | 18,3 l/(s*ha) |

3.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{\text{dr,r,u,RRB}}^3 + (1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{\text{dr,r,u,RRB}}^2 + (1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{\text{dr,r,u,RRB}}$ | = | 0,827095347756 | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-----------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|---|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134)$ | = | 0,931033867169 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Risikomaß</th> <th>Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | = | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

3.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u,RRB}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | $q_{dr,r,u,RRB}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|------------------|--|
| | | mit n [a] = 50,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 450,00 | 18,3 | 120,57 |
| 10 | 0,17 | 333,35 | 18,3 | 175,97 |
| 15 | 0,25 | 274,45 | 18,3 | 214,60 |
| 20 | 0,33 | 236,25 | 18,3 | 243,46 |
| 30 | 0,50 | 189,45 | 18,3 | 286,76 |
| 45 | 0,75 | 150,00 | 18,3 | 330,97 |
| 60 | 1 | 126,55 | 18,3 | 362,70 |
| 90 | 1,5 | 89,80 | 18,3 | 359,28 |
| 120 | 2 | 70,40 | 18,3 | 348,99 |
| 180 | 3 | 50,05 | 18,3 | 318,87 |
| 240 | 4 | 39,30 | 18,3 | 281,03 |
| 360 | 6 | 27,95 | 18,3 | 193,30 |
| 540 | 9 | 19,95 | 18,3 | 48,62 |
| 720 | 12 | 15,70 | 18,3 | -106,11 |
| 1080 | 18 | 11,20 | 18,3 | -430,65 |
| 1440 | 24 | 8,80 | 18,3 | -767,26 |
| 2880 | 48 | 5,00 | 18,3 | -2145,88 |
| 4320 | 72 | 3,65 | 18,3 | -3544,60 |

$V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_U = 362,7 * 7,91 = 2.867,8 \text{ m}^3$
 $V_{\text{gew.}} = 2.890,0 \text{ m}^3$
Entleerungszeit: $t_E = V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{Dr,RRB}) = 5,54 \text{ h}$
Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist erfüllt

Anhang 4.2

~~Dimensionierung RRB II~~

wird ersetzt durch

Anhang 4.2a

Dimensionierung RRB II mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken II

~~Lage: östlich der A 1 bei Bau-km 9+400~~

~~Kurzbeschreibung :~~

~~Das Regenrückhaltebecken wird als zweistufige Anlage, bestehend aus einem abgedichteten Absetzbecken im Dauerstau sowie einem Leichtflüssigkeitsabscheider in Form einer schwimmenden Tauchwand und dem eigentlichen RRB mit Dauerstau (h = 2,0 m), erstellt.~~

~~Der Überlaufschacht aus dem Absetzbecken in das RRB wird als Fallschacht ausgebildet, um den Höhenunterschied in dem geneigten Gelände zu überwinden. Durch Böschungsneigungen von 1 : 1,5 und 1 : 2 wird das RRB gut in die vorhandene Hanglage und die Landschaft eingefügt.~~

~~Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnungen versehene Rohrleitungen erreicht. Die Ableitung erfolgt durch Zusammenführen der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 300 bis in den Retentionsbereich des Nohner Baches. Hier erfolgt ein breitfächiger Auslauf ins Gelände.~~

~~Zur Vermeidung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von 2,0 m vorgesehen.~~

~~Eine Notüberlaufschwelle entlastet das RRB bei Überschreitung des Bemessungsregens in ein seitlich liegendes Gewässer.~~

~~Die gesamte Beckenanlage wird aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Die Wege für die Becken werden rückwärtig an das neue Wirtschaftswegenetz angebunden.~~

| 1. Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | |
|--|---|--|--|
| 1.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| KOSTRA -DWD 2000 | | $f_{15,n=0,2}$ | = 181,0 l/s*ha |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahn- flächen + Mittelstreifen | Bankett Böschung Mulden | Grünflächen, Außengebiete |
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 2-1 - EW 2-6 | 4,122 | 4,005 | 0,000 |
| | 0,474 | | |
| | | | |
| Gesamt | 4,596 | 4,005 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| Summe Straßenfläche | Abflußbeiwert Straße | Summe Böschung | Abflußbeiwert Böschung | Summe Außengebiet | Abflußbeiwert Außeng. | Ae Gesamt | A-u Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 4,596 | 0,90 | 4,005 | 0,14 | 0,000 | 0,11 | 8,601 | 4,708 |
| Q_{dr} | | = (8,175 + 3,962) * 111,1 * 0,11 | | | | = 105,11 | |
| gew.: | Drosselabfluß | Q_{dr} (-Q _{ab}) | (l/s) | = | gew.: | 100,0 | |
| | Rechnerrische-Fließzeit | t _c | mit | L _(km) h _(km) J | 1,445 0,029 0,020 | | |
| | Überschreitungs-häufigkeit | t _c n | (min.) | = | | 22,3 0,2 | |
| 1.2. Ermittlung der Drosselabflußspenden | | | | | | | |
| $(q_{dr,kr,u} = Q_{dr} / A_u)$ | | q_{dr,kr,u} | (l/s*ha) | = | 21,2 | | |
| 1.3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A | | | | | | | |
| | f _t | | = | 0,8291306743 | | | |
| | f _a | | = | 0,9146876790 | | | |
| | f _z | (gewählt) | = | 1,00 | | | |
| 1.4.) Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | | | | | |
| $V_{s,u} = (r_{Dn} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$ | | | | | | | |
| Dauerstufe-D | Zugehörige-Regenspende- f _{n=0,2} | Drosselabflußspende q _{dr,r,u} | spezifisches Speichervolumen V _{s,u} | | | | |
| [min] | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [m ³ /ha] | | | | |
| 5 | 299,4 | 21,2 | 76,3 | | | | |
| 15 | 181,0 | 21,2 | 131,5 | | | | |
| 30 | 120,4 | 21,2 | 163,3 | | | | |
| 45 | 92,2 | 21,2 | 175,2 | | | | |
| 60 | 75,6 | 21,2 | 179,0 | | | | |
| 90 | 54,8 | 21,2 | 165,8 | | | | |
| V_{eff.} = V_{s,u} * A_u | | 179,0 | * | 4,71 | = | 842,8 | m³ |
| V_{gew.} | | | | | = | 899,0 | m³ |
| Entleerungszeit :- | | t _E | = | V _{vorh} / (3,6 * Q _{ab}) | = | 2,50 | h |

| 2. Bemessung der Abscheideanlage (die Bemessung erfolgt nach RiStWag 23002 Pkt. 8.4.3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------------------------|-------------|------------------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|-----|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
| 2.1. Berechnungsgrundlagen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_b | = | $A_u \cdot f_{15,n=1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A_u | = | 4,708 | ha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $f_{15,n=1}$ | = | 181 | l/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_b | = | 0,852 | m³/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Erforderliche Oberfläche Abscheideraum an Tauchwand | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O_{eff} | = | Q_b / v_s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v_s | = | 0,0025 | m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O_{eff} | = | 340,9 | m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gew. O_{eff} | = | 355,0 | m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (anlog zu RRB I) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 Speicherhöhe Leichtflüssigkeiten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auffangraum V (gewählt) | = | 30 | m³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h_{Lf} | = | V / O_{eff} | m³/m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h_{Lf} | = | 0,08 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 Berechnung der Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ (Vollkommener Überfall; Scharfkantiges Wehr; belüfteter Strahl) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überfallschacht DN | = | 1500 | mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wandstärke d | = | 0,15 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Innenradius Ri | = | 0,75 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Außenradius Ra | = | 0,90 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang U | = | $2 \cdot \pi \cdot Ri$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang U | = | 4,71 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Max. möglicher Zufluss zum Überfall durch Zulauf Vollfüllung Auslaufrohr DN 800, I = 1,0 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{\ddot{u}}$ | = | 1309 | l/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überfallbeiwert gew.: | $\mu =$ | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{\ddot{u}} = 2/3 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2}$ $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}}$ | = | 0,28 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="margin: auto;"> <tr> <td>$d/h_{\ddot{u}}$</td> <td>→</td> <td>0,75</td> <td>→</td> <td>1,00</td> <td>→</td> <td>1,50</td> <td>→</td> <td>2,00</td> <td>→</td> <td>2,50</td> <td>→</td> <td>3,00</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>→</td> <td>1,00</td> <td>→</td> <td>0,88</td> <td>→</td> <td>0,82</td> <td>→</td> <td>0,79</td> <td>→</td> <td>0,77</td> <td>→</td> <td>0,76</td> </tr> </table> | | | | $d/h_{\ddot{u}}$ | → | 0,75 | → | 1,00 | → | 1,50 | → | 2,00 | → | 2,50 | → | 3,00 | e | → | 1,00 | → | 0,88 | → | 0,82 | → | 0,79 | → | 0,77 | → | 0,76 |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | → | 0,75 | → | 1,00 | → | 1,50 | → | 2,00 | → | 2,50 | → | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| e | → | 1,00 | → | 0,88 | → | 0,82 | → | 0,79 | → | 0,77 | → | 0,76 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | = | 0,54 | → | e | = | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| μ_{neu} | = | $e \cdot \mu_{\text{alt}}$ | = | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| neue $h_{\ddot{u}}$ Berechnung $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu_{\text{neu}} \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}\text{-neu}}$ | = | 0,28 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

~~3. Bemessung Leichtflüssigkeitsanscheider~~

~~3.1. Dimensionierung einer 6-eckigen Tauchwand~~

| | | | |
|--|---|---|------------------------|
| Q_b | = | 0,852 | m³/s |
| Q_{drossel} | | <i>Verkehrsfläche * Abflussbeiwert Außengebiet * $f_{15n=1}$</i> | |
| Q_{drossel} | = | 0,171 | m³/s |
| $v_{\text{gew.}}$ | = | 0,05 | m/s |
| <i>$A_{\text{Anströmfläche}} = A_{\text{Schacht}} + Q_{\text{max}} / v$</i> | | | |
| <i>$A_{\text{Anströmfläche}} = (3,14 * R_a^2) + (Q_b / v)$</i> | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}}$ | = | 19,59 | m² |

~~3.2. Seitenlänge des Sechsecks~~

$$A_{\text{Sechseck}} = 1,5 * a^2 * \sqrt{3}$$

$$a = (A_{\text{Anströmfläche}} / (1,5 * \sqrt{3}))^{0,5}$$

| | | | |
|-----|---|-------------|----------|
| a | = | 2,75 | m |
|-----|---|-------------|----------|

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| gew.: Seitenlänge Sechseck | $a =$ | 3,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |

~~3.3. Mindestwasserstand~~

Nachweis für den Drosselabfluss

$$h = A_{\text{min}} / U_{\text{Tauch}}$$

$$h = (Q_{\text{Drossel}} / 0,05) / (6 * a)$$

| | | | |
|---|---|-------------|----------|
| h_{-1} | = | 0,19 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| Nachweis für den Überlauf | | | |
| $h = (Q_B / 0,05) / (6 * a)$ | | | |
| h_{-2} | = | 0,95 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |

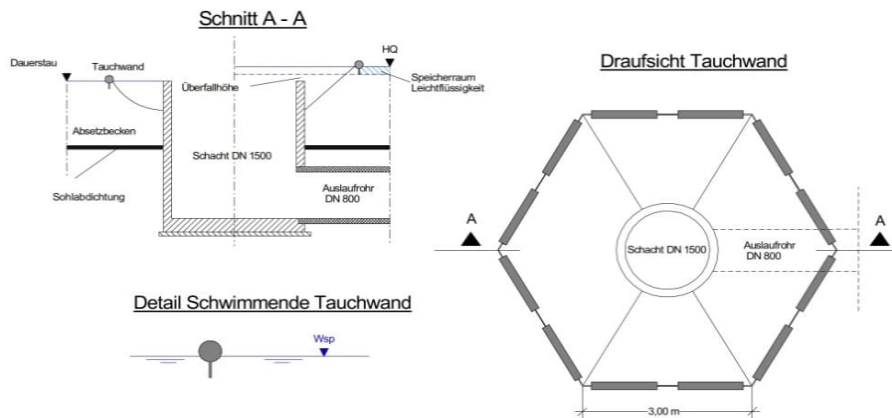
| | | | |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| gew.: Dauerstau | $h =$ | 2,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |

~~3.4. Einbau einer schwimmenden Fertigteil - Tauchwand~~

~~(z.B.: Hydro Technik Lübeck)~~

gew.: Schwimmende Tauchwand Typ IV A

| | | | |
|------------------|--|-------------|----------|
| Gesamthöhe :- | | 0,70 | m |
| Eintauchtiefe :- | | 0,45 | m |
| Durchmesser :- | | 0,20 | m |



Schwimmende Tauchwand (Fertigteil)

4. Bemessung der Drosselöffnungen

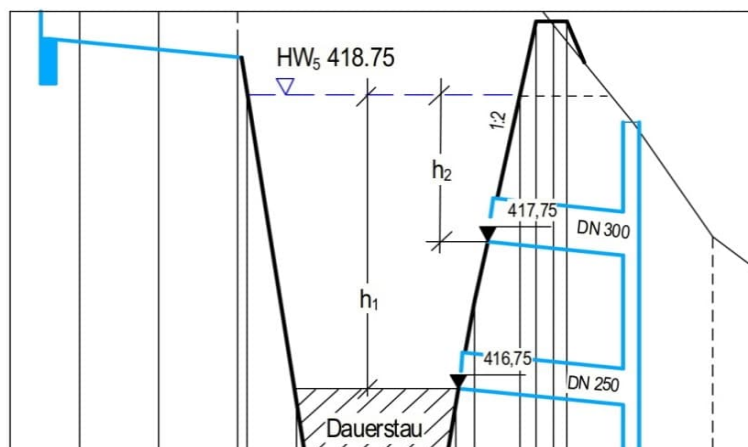
Ausgehend von dem oben gewählten mittleren Drosselabfluss werden die einzelnen Abflussmengen bzw. Drosselöffnungen wie folgt auf die untere Drossel (Grunddrossel) und die obere Drossel (Hauptdrossel) verteilt:

| | | | | |
|----------------|---|-----|-----|----------------|
| Q_{dr} | = | 100 | l/s | (gesamt) |
| $Q_{dr,unten}$ | = | 40 | l/s | (Grunddrossel) |
| $Q_{dr,oben}$ | = | 60 | l/s | (Hauptdrossel) |

| | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|
| a/b | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| μ | 0,67 | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,44 |

Ausflusswerte für scharfkantige Öffnungen

$$Q = \mu \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$$



Drosselöffnungen RRB II (Systemschnitt)

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|---------------|
| Drosselabfluss Q_{unten} | = | 40 | l/s | Drossel-unten |
| Druckhöhe h_1 | = | 2,00 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,011 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,118 | m | |

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|--------------|
| Drosselabfluss Q_{oben} | = | 60 | l/s | Drossel-oben |
| Druckhöhe h_2 | = | 1,00 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,023 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,172 | m | |

Anhang 4.2a

Dimensionierung RRB II mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken II mit Retentionsbodenfilteranlage

Lage: östlich der A 1 bei Bau-km 9+400

Kurzbeschreibung

Die gesamte Regenwasserbehandlungsanlage besteht aus drei Anlageteilen:

- ein Geschiebeschacht (mit Dauerstau) als Vorstufe zum Grobstoffrückhalt mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten
- das Retentionsbodenfilterbecken (RBFB) zum Feststoffrückhalt von abfiltrierbaren Feinstoffen mit Korngrößen 0,45 µm - 63 µm (AFS63)
- das Regenrückhaltebecken RRB (mit Dauerstaukammer, H = 2,00 m) zur Gewährleistung der hydraulischen Anforderungen

Der Geschiebeschacht wird als rechteckiges Betonbauwerk ausgeführt. Hier werden in der Vorstufe anfallende mineralische Grobstoffe (Kies, Sand) aus dem Straßenabfluss zurückgehalten. Eine feste Tauchwand im Schacht, die in den Dauerstau hineinragt, bildet den Auffangraum für Leichtflüssigkeiten. Der Auffangraum ist für eine Größe von 30 m³ ausgelegt.

Das RBFB wird als Erdbecken hergestellt. Die Böschungsneigungen liegen bei 1:1,5. Die Mächtigkeit des Filterkörpers beträgt mind. 1,10 m. Der Filterkörper wird mit einer Filtervegetation (Schilf) angepflanzt.

Unterhalb des Filterkörpers wird das gereinigte Straßenwasser über Drainsauger und Drainsammler abgeleitet und dem nachgeschalteten RRB zugeführt.

Die Ausführung des RRB erfolgt als Nassbecken mit Dauerstau in Betonbauweise. Die Dauerstaukammer im RRB puffert evtl. anfallende Tausalz-Spitzenbelastungen ab. Die Angleichung des Beckens an das angrenzende Gelände erfolgt im Erdbau mit Böschungsneigungen von 1:1,5.

Zwischen RBFB und RRB werden ein Ablaufbauwerk mit Drosselorgan sowie nachfolgend ein Fallschacht mit Stauplatte angeordnet.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnungen versehene Rohrleitungen erreicht. Die weitere Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 300 in Richtung Einleitstelle E 2 am Nohner Bach. Hier erfolgt ein breitflächiger Auslauf ins Gelände.

Notüberlaufschwelen entlasten das RBFB und das RRB bei Überschreitung der Bemessungsregenereignisse in ein örtlich vorbeiführendes Seitengewässer.

Die gesamte Beckenanlage wird eingezäunt und mit Toranlagen für den Betriebsdienst ausgestattet. Die Wartungswege für die Beckenanlagen werden an einen zu verlegenden Wirtschaftsweg angebunden.

Bemessung Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A - 178)

Berechnungsgrundlagen

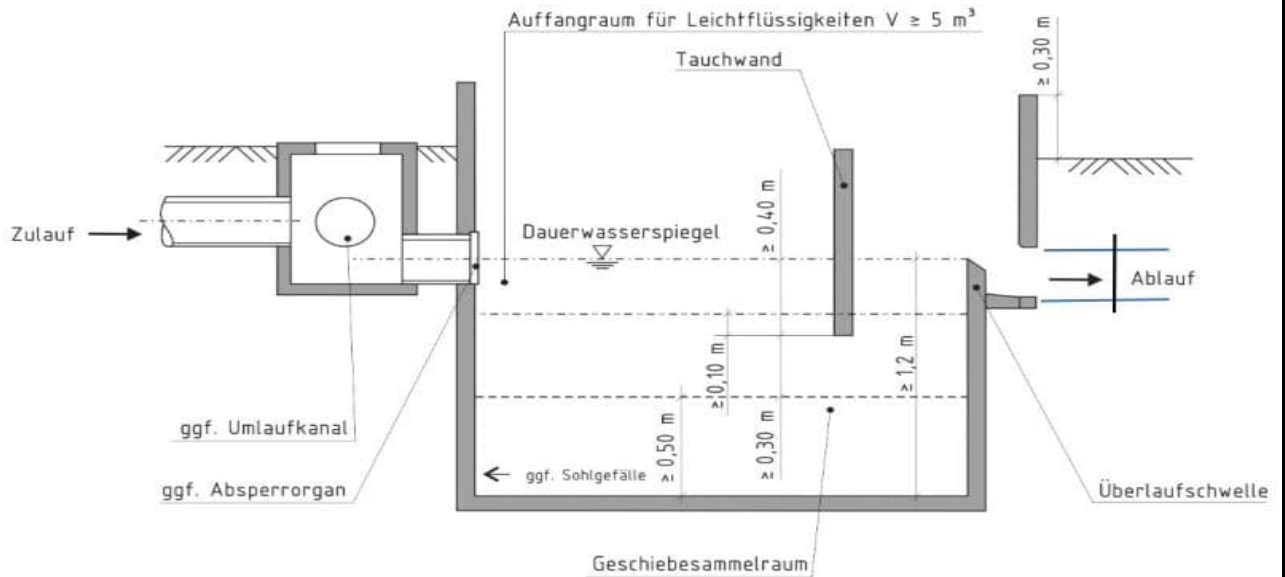
| | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Regenspende nach KOSTRA-DWD 2010R | | $r_{15,1}$ | = | 108,90 | l/(s*ha) | | |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahnflächen + Mittelstreifen | Bankett + Böschung + Mulden | | Grünflächen + Außengebiete | | | |
| | [ha] | [ha] | | [ha] | | | |
| EW 2-1 | 4,122 | 4,005 | | 0,000 | | | |
| bis | 0,474 | | | | | | |
| EW 2-6 | | | | | | | |
| Einzugsgebiet gesamt | 4,596 | 4,005 | | 0,000 | | | |
| Abflussbeiwert Bankett, Böschungen, Mulden | | | | | | | |
| $\Psi_{m,nb} = (r_{15,1} * Z_{Fels} - q_s) / (r_{15,1} * Z_{Fels})$ | | | | | | | |
| | | | | mit $r_{15,1} =$ | 108,9 l/(s*ha) | | |
| | | | | mit $q_s =$ | 100,0 l/(s*ha) | | |
| | | | | mit $Z_{Fels} =$ | 5,0 | % | |
| | | | | = | 1,050 | | |
| | | | | $\Psi_{m,nb} =$ | 0,13 | | |
| Summe Straßen- fläche | Abfluß- beiwert Straße | Summe Böschung | Abfluß- beiwert Böschung | Summe Außen- gebiet | Abfluß- beiwert Außeng. | Einzugsgebiet A_E Gesamt | A_U Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 4,596 | 0,90 | 4,005 | 0,13 | 0,000 | 0,11 | 8,601 | 4,639 |

1. Bemessung der Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A 178)

1.1 Vorstufe Straßenentwässerung: Geschiebeschacht

Als Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage wird ein Geschiebeschacht zum Grobstoffrückhalt gewählt. Zum Schutz gegen Havarien werden Leichtflüssigkeiten in einem Auffangraum zurückgehalten.



Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich (gemäß REwS 2021 Kapitel 8.4.4).

2. Bemessung Retentionsbodenfilterbecken

(Bemessung nach DWA-A - 178 und DWA-A - 117)

Retentionsbodenfilter zur Rückhaltung von ASF63

2.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | |
|---|----------|-------------------------------------|
| Σ aller bef., angeschl. Flächen eines Einzugsgebietes $A_{E,b,a}$ | = | 4,60 ha |
| → A_F [ha] | = | 100 m ² / ha $A_{E,b,a}$ |
| Größe der Beckenfiltersohle A_F (ohne Böschungen) | = | 460 m ² |
| Drosselabflussspende $q_{dr,RBF}$ | = | 0,05 l/(s*m ²) |
| Bemessung des Drosselabflusses Q_{dr} bzw. $Q_{ab} = A_F * q_{dr,RBF}$ | = | 23,0 l/s |
| Versickerrate für die Bemessung des Bodenfilters k_f | = | 0,0001 m/s |
| Bemessung der Versickerungsrate $Q_S = A_F * k_f / 2$ | | 23,0 l/s |

| | | |
|--|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | mit Länge = | 1,445 km |
| | Höhe = | 0,029 km |
| | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,37 Std |
| | $t_c =$ | 22,3 Minuten |
| Bedingung : $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt | | |
| Überschreitungshäufigkeit | 1,0 a | n = 1,00 1/a |

2.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{dr,r,u}$ | = | $(Q_{dr} - Q_{t24}) / A_{E,b,a}$ | = | 5,00 l/(s*ha) |

2.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{dr,r,u}^3 +$ $(1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{dr,r,u}^2 +$ $(1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{dr,r,u} =$ | 0,974630307674 | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134) =$ | 0,974630307674 | | | | | | | | |
| $f_{z\text{ gew.}}$ | = | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">gering</td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">mittel</td> <td style="text-align: center;">1,15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">hoch</td> <td style="text-align: center;">1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

2.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | | mit n [a] = 1,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 166,65 | 5,00 | 47,26 |
| 10 | 0,17 | 131,65 | 5,00 | 74,06 |
| 15 | 0,25 | 108,90 | 5,00 | 91,14 |
| 20 | 0,33 | 92,50 | 5,00 | 102,34 |
| 30 | 0,50 | 71,65 | 5,00 | 116,93 |
| 45 | 0,75 | 53,50 | 5,00 | 127,63 |
| 60 | 1 | 42,65 | 5,00 | 132,10 |
| 90 | 1,5 | 31,60 | 5,00 | 140,00 |
| 120 | 2 | 25,60 | 5,00 | 144,56 |
| 180 | 3 | 18,90 | 5,00 | 146,31 |
| 240 | 4 | 15,25 | 5,00 | 143,86 |
| 360 | 6 | 11,30 | 5,00 | 132,63 |
| 540 | 9 | 8,40 | 5,00 | 107,37 |
| 720 | 12 | 6,75 | 5,00 | 73,68 |
| 1080 | 18 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| 1440 | 24 | 4,05 | 5,00 | -80,00 |
| 2880 | 48 | 2,55 | 5,00 | -412,62 |
| 4320 | 72 | 1,95 | 5,00 | -770,50 |

| | | | | | |
|---|---------|--|------------------|---|----------------------------|
| $V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_{E,b,a} =$ | 146,3 | * | 4,60 | = | 672,4 m³ |
| $V_{\text{gew.}}$ | | | V_{RBF} | = | 680,0 m³ |
| Entleerungszeit: | $t_E =$ | $V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{\text{dr}})$ | | = | 8,22 h |
| Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist | | | | | <u>erfüllt</u> |
| | | | | | |
| grobe Abschätzung der Einstauhöhe | | | | = | 1,48 m |
| Forderung: Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{\text{RR}} \geq 0,5 \text{ m}$ | | | | | <u>erfüllt</u> |

Geplanter Filteraufbau:

Da das Filtermaterial bei Retentionsbodenfilterbecken verschiedene Anforderungen erfüllen muss, zum Beispiel im Hinblick auf Durchlässigkeit, Filterstabilität und Reinigungsleistung kann das später gewählte Material von dem zurzeit empfohlenen abweichen, da in diesem Bereich derzeit weiter geforscht wird. Zu empfehlen ist aktuell folgender Aufbau:

Filtermaterial gemäß DIN EN 12620, TL GesteinStB 04/07 der Korngruppe 0/2 mm G_F85, f₃: Sand 0/2 mm, Überkornanteil ≤ 15%, Feinanteil (< 0,063 mm) ≤ 3%; Carbonatgehalt ≥ 20%

Gesamthöhe: ca. 1,10 m, einzustellender Durchlässigkeitsbeiwert $k_f =$ 1,0*10⁻⁴ m/s

5 cm Kalksplitt 2/5
 80 cm Filtermaterial 0/2
 25 cm Filterkies 2/8 (10 cm über Sickerrohr)
 DN 150 Teilsickerrohr auf Geotextil (geschlitzte Rohrseite nach unten)

Geotextil 400 g/m²

2mm HD-PE Folie beidseitig glatt

Geotextil 800 g/m²

3. Bemessung erf. Rückhaltevolumen

(Bemessung nach DWA-A - 117)

Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer

Zur Erreichung einer gewässerverträglichen Abflussretention, sowie zur Reduzierung der Einleitungsmenge gemäß der Betrachtung nach BWK M3 wird ein Rückhaltebecken dem Filterbecken nachgeschaltet.

Zur Verminderung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von **2,00** m Tiefe vorgesehen.

3.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | | | |
|---|---|--|------|------------------|
| $Q_{\text{Zulauf}} = Q_b$ | = | $r_{15,1} \cdot A_U$ | = | 505,2 l/s |
| Q_{dr} | = | $(A_{\text{Straße}} + A_{\text{Böschung}}) \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 103,03 l/s |
| Vergleichswert Q_{dr} | = | $A_E \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 103,03 l/s |
| Drosselabfluss in den Vorfluter $Q_{\text{Dr,RRB}}$ | | | gew. | 103,0 l/s |

| | | |
|------------------------------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | mit Länge = | 1,445 km |
| | Höhe = | 0,029 km |
| | $t_c = 0,06222 \cdot (L / \sqrt{h/L})^{0,77}$ | 0,37 Std |
| | t_c = | 22,3 Minuten |

Bedingung :
 $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt

| | | | | |
|---------------------------|---------------|---|-----|-----------------|
| Überschreitungshäufigkeit | 50,0 a | = | n = | 0,02 1/a |
|---------------------------|---------------|---|-----|-----------------|

3.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|----------------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{\text{Dr,R,u,RRB}}$ | = | $(Q_{\text{Dr,RRB}} - Q_{t24}) / A_U$ | = | 22,2 l/(s*ha) |

3.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} \cdot t_c^3 - 8 \cdot 10^{-9} \cdot t_c^2 + 10^{-8} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^3 + (1,6 \cdot 10^{-8} \cdot t_c^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^2 + (1,8 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_c^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}$ | = | 0,818432525306 | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-----------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|---|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134)$ | = | 0,927578544504 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Risikomaß</th> <th>Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | = | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

3.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,U,RRB}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | $q_{dr,r,u,RRB}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|------------------|--|
| | | mit n [a] = 50,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 450,00 | 22,2 | 119,04 |
| 10 | 0,17 | 333,35 | 22,2 | 173,17 |
| 15 | 0,25 | 274,45 | 22,2 | 210,58 |
| 20 | 0,33 | 236,25 | 22,2 | 238,25 |
| 30 | 0,50 | 189,45 | 22,2 | 279,24 |
| 45 | 0,75 | 150,00 | 22,2 | 320,06 |
| 60 | 1 | 126,55 | 22,2 | 348,44 |
| 90 | 1,5 | 89,80 | 22,2 | 338,58 |
| 120 | 2 | 70,40 | 22,2 | 321,88 |
| 180 | 3 | 50,05 | 22,2 | 278,96 |
| 240 | 4 | 39,30 | 22,2 | 228,36 |
| 360 | 6 | 27,95 | 22,2 | 115,13 |
| 540 | 9 | 19,95 | 22,2 | -67,74 |
| 720 | 12 | 15,70 | 22,2 | -260,62 |
| 1080 | 18 | 11,20 | 22,2 | -661,41 |
| 1440 | 24 | 8,80 | 22,2 | -1074,22 |
| 2880 | 48 | 5,00 | 22,2 | -2757,52 |
| 4320 | 72 | 3,65 | 22,2 | -4460,86 |

$V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_U = 348,4 * 4,64 = 1.616,4 \text{ m}^3$
 $V_{\text{gew.}} = 1.640,0 \text{ m}^3$
Entleerungszeit: $t_E = V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{Dr,RRB}) = 4,42 \text{ h}$
Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist erfüllt

~~Anhang 4.3~~

~~Dimensionierung RRB III~~

wird ersetzt durch

Anhang 4.3a

Dimensionierung RRB III mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken III

Lage: östlich der A 1 bei Bau-km 9+700

Kurzbeschreibung :

Das Regenrückhaltebecken wird als zweistufige Anlage, bestehend aus einem abgedichteten Absetzbecken im Dauerstau sowie einem Leichtflüssigkeitsabscheider in Form einer schwimmenden Tauchwand und dem eigentlichen RRB mit Dauerstau, erstellt.

Der Überlaufschacht aus dem Absetzbecken in das RRB wird als Fallschacht ausgebildet, um den Höhenunterschied in dem geneigten Gelände zu überwinden. Durch Böschungsneigungen von 1 : 2 wird das RRB gut in die Landschaft eingefügt.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird auf Grund der niedrigen Drosselwassermenge lediglich durch eine Drosselöffnung in einer Rohrleitung DN 300 abgeführt. Über einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber und der anschließende Rohrleitung DN 300 wird das Wasser in ein Wiesengelände oberhalb des Nohner Baches geleitet, wo ein breitflächiger Auslauf ins Gelände erfolgt. Durch lang ausgezogene Querriegel wird der Abfluss weiter vermindert und eine Versickerung unterstützt.

Zur Vermeidung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von 2,0 m vorgesehen.

Eine Notüberlaufschwelle entlastet das RRB bei Überschreitung des Bemessungsregens in ein seitlich vorbeiführendes Gewässer.

Die gesamte Beckenanlage wird aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Die Wartungswege für die Becken werden rückwärtig an das neue Wirtschaftswegenetz angebunden.

| 1. Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------|
| 1.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| KOSTRA DWD 2000 | | $f_{15,p=0,2}$ | = 181,0 l/s*ha |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahn- flächen + Mittelstreifen | Bankett Böschung Mulden | Grünflächen, Außengebiete |
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 3-1 | 2,408 | 1,203 | 0,000 |
| | 0,267 | | |
| EW 3-5 | | | |
| Gesamt | 2,675 | 1,203 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------------|------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Summe Straßenfläche | Abflußbeiwert Straße | Summe Böschung | Abflußbeiwert Böschung | Summe Außengebiet | Abflußbeiwert Außeng. | Ae Gesamt | A-u Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 2,675 | 0,90 | 1,203 | 0,14 | 0,000 | 0,11 | 3,878 | 2,579 |

$$Q_{dr} = (-8,175 + 3,962) * 111,1 * 0,11 = 47,39$$

| | | | | | | |
|------|---------------------------|---------------------|--------|------------|-------|------|
| gew: | Drosselabfluß | $Q_{dr} - (Q_{ab})$ | (l/s) | = | gew.: | 50,0 |
| | Rechnerische Fließzeit | t _c | mit | $L_{(km)}$ | 1,090 | |
| | | | | $h_{(km)}$ | 0,038 | |
| | | t _c | (min.) | ↓ | 0,035 | 14,5 |
| | Überschreitungshäufigkeit | n | | = | | 0,2 |

~~1.2. Ermittlung der Drosselabflußspenden~~

$$q_{dr,kr,u} = Q_{dr} / A_u \quad q_{dr,kr,u} \quad (l/s*ha) = 19,4$$

~~1.3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A~~

| | | | |
|----------------|-----------|---|--------------|
| f ₁ | | = | 0,9250781595 |
| f _a | | = | 0,9637494664 |
| f _z | (gewählt) | = | 1,00 |

~~1.4.) Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens~~

$$V_{s,u} = (r_{Dn} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06 \quad [m^3/ha]$$

| Dauerstufe D | Zugehörige Regenspende f _{n=0,2} | Drosselabflußspende q _{dr,r,u} | spezifisches Speichervolumen V _{s,u} |
|--------------|---|---|---|
| [min] | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [m ³ /ha] |
| 5 | 299,4 | 19,4 | 81,0 |
| 15 | 181,0 | 19,4 | 140,2 |
| 30 | 120,4 | 19,4 | 175,2 |
| 45 | 92,2 | 19,4 | 189,5 |
| 60 | 75,6 | 19,4 | 195,0 |
| 90 | 54,8 | 19,4 | 184,3 |

$$V_{erf.} = V_{s,u} * A_u = 195,0 * 2,58 = 503,0 \quad m^3$$

$$V_{gew.} = 528,0 \quad m^3$$

$$\text{Entleerungszeit: } t_E = V_{vorh} / (3,6 * Q_{ab}) = 2,93 \quad h$$

| 2. Bemessung der Abscheideanlage (die Bemessung erfolgt nach RiStWag 23002 Pkt. 8.4.3) | | | |
|---|---------|----------------------------|-------------------|
| 2.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| Q_b | = | $A_u \cdot f_{15,n=1}$ | |
| A_u | = | 2,579 | ha |
| $f_{15,n=1}$ | = | 181 | l/s |
| Q_b | = | 0,467 | m³/s |
| 2.3 Erforderliche Oberfläche Abscheideraum an Tauchwand | | | |
| O_{eff} | = | Q_b / v_s | |
| v_s | = | 0,0025 | m/s |
| O_{eff} | = | 186,7 | m² |
| gew. O_{eff} | = | 355,0 | m² |
| (anlog zu RRB I) | | | |
| 2.4 Speicherhöhe Leichtflüssigkeiten | | | |
| Auffangraum V (gewählt) | = | 30 | m³ |
| h_{Lf} | = | V / O_{eff} | m³/m² |
| h_{Lf} | = | 0,08 | m |
| 2.5 Berechnung der Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ (Vollkommener Überfall; Scharfkantiges Wehr; belüfteter Strahl) | | | |
| Überfallschacht DN | = | 1500 | mm |
| Wandstärke d | = | 0,15 | m |
| Innenradius Ri | = | 0,75 | m |
| Außenradius Ra | = | 0,90 | m |
| Umfang U | = | $2 \cdot \pi \cdot Ri$ | |
| Umfang U | = | 4,71 | m |
| Max. möglicher Zufluss zum Überfall durch Zulauf Vollfüllung-Auslaufrohr DN 600, l = 1,0 % | | | |
| $Q_{\ddot{u}}$ | = | 613 | l/s |
| Überfallbeiwert gew.: | $\mu =$ | 0,64 | |
| $Q_{\ddot{u}} = 2/3 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2}$ $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | |
| $h_{\ddot{u}}$ | = | 0,17 | m |
| $d/h_{\ddot{u}} \rightarrow 0,75 \rightarrow 1,00 \rightarrow 1,50 \rightarrow 2,00 \rightarrow 2,50 \rightarrow 3,00$ $e \rightarrow 1,00 \rightarrow 0,88 \rightarrow 0,82 \rightarrow 0,79 \rightarrow 0,77 \rightarrow 0,76$ | | | |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | = | 0,89 | $e =$ 0,93 |
| μ_{neu} | = | $e \cdot \mu_{\text{alt}}$ | = 0,60 |
| neue $h_{\ddot{u}}$ Berechnung | | | |
| $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu_{\text{neu}} \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | |
| $h_{\ddot{u}\text{-neu}}$ | = | 0,18 | m |

~~3. Bemessung Leichtflüssigkeitsanscheider~~

~~3.1. Dimensionierung einer 6-eckigen Tauchwand~~

| | | | |
|--|---|--|------------------------|
| Q_b | = | 0,467 | m³/s |
| Q_{drossel} | | <i>Verkehrsfläche * Abflussbeiwert Außengebiet * f_{15n=1}</i> | |
| Q_{drossel} | = | 0,077 | m³/s |
| $v_{\text{gew.}}$ | = | 0,05 | m/s |
| $A_{\text{Anströmfläche}} = A_{\text{Schacht}} + Q_{\text{max}} / v$ | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}} = (3,14 * R_a^2) + (Q_b / v)$ | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}}$ | = | 11,88 | m² |

~~3.2. Seitenlänge des Sechsecks~~

$$A_{\text{Sechseck}} = 1,5 * a^2 * \sqrt{3}$$

$$a = (A_{\text{Anströmfläche}} / (1,5 * \sqrt{3}))^{0,5}$$

| | | | |
|-----|---|-------------|----------|
| a | = | 2,14 | m |
|-----|---|-------------|----------|

| | | | |
|--|------------|-------------|----------|
| gew.: Seitenlänge Sechseck | a = | 3,00 | m |
| <i>(analog zu RRB I)</i> | | | |

~~3.3. Mindestwasserstand~~

Nachweis für den Drosselabfluss

$$h = A_{\text{min}} / U_{\text{Tauch}}$$

$$h = (Q_{\text{Drossel}} / 0,05) / (6 * a)$$

| | | | |
|-------------------------------------|---|-------------|----------|
| h_1 | = | 0,09 | m |
| <i>— (zsl. Tauchtiefe der Wand)</i> | | | |

Nachweis für den Überlauf

$$h = (Q_B / 0,05) / (6 * a)$$

| | | | |
|-------------------------------------|---|-------------|----------|
| h_2 | = | 0,52 | m |
| <i>— (zsl. Tauchtiefe der Wand)</i> | | | |

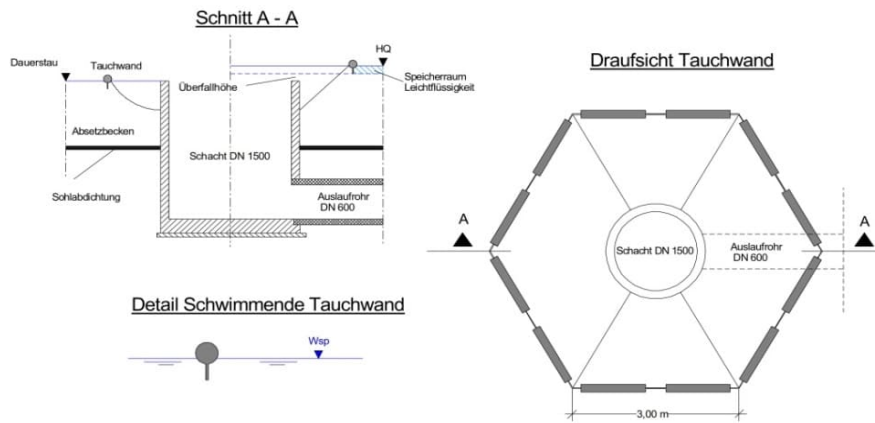
| | | | |
|-----------------------------------|------------|-------------|----------|
| gew.: Dauerstau | h = | 2,00 | m |
| <i>(analog zu RRB I)</i> | | | |

~~3.4. Einbau einer schwimmenden Fertigteil-Tauchwand~~

(z.B.: Hydro-Technik Lübeck)

gew.: Schwimmende Tauchwand Typ IV A

| | | | |
|-------------------------|--|-------------|----------|
| Gesamthöhe :- | | 0,70 | m |
| Eintauchtiefe :- | | 0,45 | m |
| Durchmesser :- | | 0,20 | m |



Schwimmende Tauchwand (Fertigteil)

4. Bemessung der Drosselöffnungen

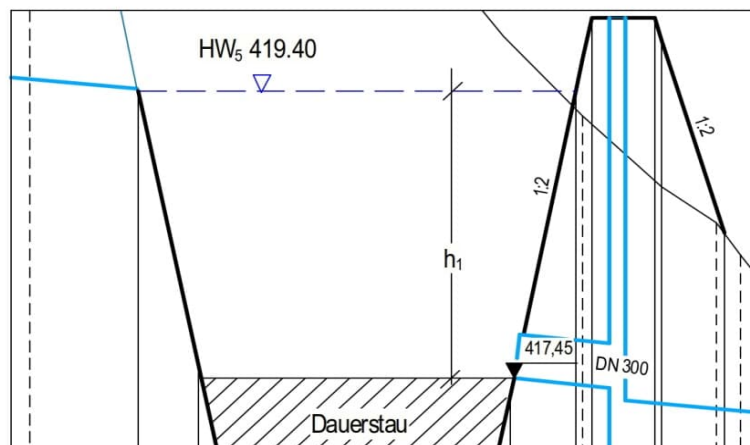
Ausgehend von dem oben gewählten mittleren Drosselabfluss ergibt sich folgende Drosselöffnung

$$Q_{dr} = 50 \text{ l/s}$$

| | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|
| a/b | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| μ | 0,67 | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,44 |

Ausflusswerte für scharfkantige Öffnungen

$$Q = \mu \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$$



Drosselöffnungen RRB III (Systemschnitt)

$$Q_{\text{unten}} = 50 \text{ l/s}$$

$$h_1 = 1,95 \text{ m}$$

$$\mu = 0,58$$

$$\text{erf. Durchflussquerschnitt } A = 0,014 \text{ m}^2$$

$$\text{erf. Drosseldurchmesser } D = 0,133 \text{ m}$$

Anhang 4.3a

Dimensionierung RRB III mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken III mit Retentionsbodenfilteranlage

Lage: östlich der A 1 bei Bau-km 9+700

Kurzbeschreibung

Die gesamte Regenwasserbehandlungsanlage besteht aus drei Anlageteilen:

- ein Geschiebeschacht (mit Dauerstau) als Vorstufe zum Grobstoffrückhalt mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten
- das Retentionsbodenfilterbecken (RBFB) zum Feststoffrückhalt von abfiltrierbaren Feinstoffen mit Korngrößen 0,45 µm - 63 µm (AFS63)
- das Regenrückhaltebecken RRB (mit Dauerstaukammer, H = 2,00 m) zur Gewährleistung der hydraulischen Anforderungen

Der Geschiebeschacht wird als rechteckiges Betonbauwerk ausgeführt. Hier werden in der Vorstufe anfallende mineralische Grobstoffe (Kies, Sand) aus dem Straßenabfluss zurückgehalten. Eine feste Tauchwand im Schacht, die in den Dauerstau hineinragt, bildet den Auffangraum für Leichtflüssigkeiten. Der Auffangraum ist für eine Größe von 30 m³ ausgelegt.

Das RBFB wird als Erdbecken hergestellt. Die Böschungsneigungen liegen bei 1:1,5. Die Mächtigkeit des Filterkörpers beträgt mind. 1,10 m. Der Filterkörper wird mit einer Filtervegetation (Schilf) angepflanzt.

Unterhalb des Filterkörpers wird das gereinigte Straßenwasser über Drainsauger und Drainsammler abgeleitet und dem nachgeschalteten RRB zugeführt.

Die Ausführung des RRB erfolgt als Nassbecken mit Dauerstau in Betonbauweise. Die Dauerstaukammer im RRB puffert evtl. anfallende Tausalz-Spitzenbelastungen ab. Die Angleichung des Beckens an das angrenzende Gelände erfolgt im Erdbau mit Böschungsneigungen von 1:1,5.

Zwischen RBFB und RRB werden ein Ablaufbauwerk mit Drosselorgan sowie nachfolgend ein Kontrollschacht angeordnet.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch eine mit Drosselöffnung versehene Rohrleitung erreicht. Die weitere Ableitung erfolgt durch einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 300 in Richtung Einleitstelle E 3 am Nohner Bach. Vor Einleitung in den Vorfluter sind 2 wasserundurchlässige Querriegel angeordnet, die den Abfluss weiter vermindern und eine Versickerung unterstützen. Anschließend erfolgt ein breitflächiger Auslauf ins Gelände.

Notüberlaufschwelen entlasten das RBFB und das RRB bei Überschreitung der Bemessungsgenereignisse in ein örtlich vorbeiführendes Seitengewässer.

Die gesamte Beckenanlage wird eingezäunt und mit Toranlagen für den Betriebsdienst ausgestattet. Die Wartungswege für die Beckenanlagen werden an einen vorhandenen Wirtschaftsweg angebunden.

Bemessung Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A - 178)

Berechnungsgrundlagen

Regenspende nach KOSTRA-DWD 2010R $r_{15,1}$ = **108,90 l/(s*ha)**

| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahnflächen + Mittelstreifen | Bankett + Böschung + Mulden | Grünflächen + Außengebiete |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 3-1 | 2,408 | 1,203 | 0,000 |
| bis | 0,267 | | |
| EW 3-5 | | | |
| Einzugsgebiet gesamt | 2,675 | 1,203 | 0,000 |

Abflussbeiwert Bankett, Böschungen, Mulden

$$\Psi_{m,nb} = (r_{15,1} * Z_{Fels} - qs) / (r_{15,1} * Z_{Fels})$$

mit $r_{15,1}$ = 108,9 l/(s*ha)
mit qs = 100,0 l/(s*ha)
= 1,050
 $\Psi_{m,nb}$ = 0,13

mit Z_{Fels} = **5,0** %

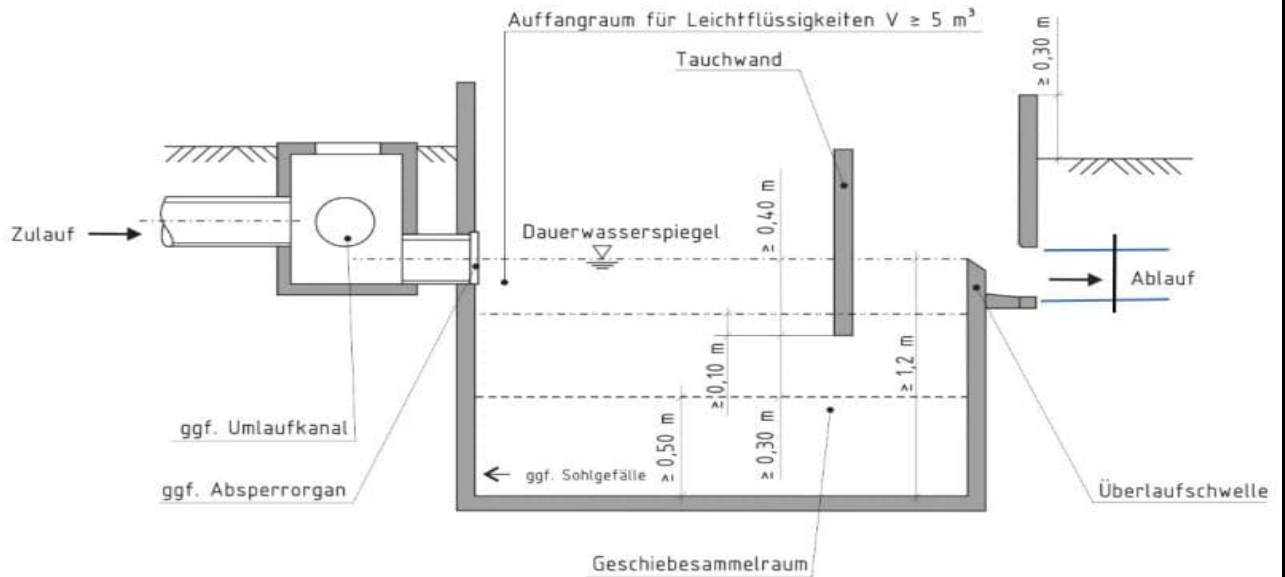
| Summe Straßen- fläche | Abfluß- beiwert Straße | Summe Böschung | Abfluß- beiwert Böschung | Summe Außen- gebiet | Abfluß- beiwert Außeng. | Einzugsgebiet A_E Gesamt | A_U Gesamt |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 2,675 | 0,90 | 1,203 | 0,13 | 0,000 | 0,11 | 3,878 | 2,558 |

1. Bemessung der Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A 178)

1.1 Vorstufe Straßenentwässerung: Geschiebeschacht

Als Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage wird ein Geschiebeschacht zum Grobstoffrückhalt gewählt. Zum Schutz gegen Havarien werden Leichtflüssigkeiten in einem Auffangraum zurückgehalten.



Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich (gemäß REwS 2021 Kapitel 8.4.4).

2. Bemessung Retentionsbodenfilterbecken

(Bemessung nach DWA-A - 178 und DWA-A - 117)

Retentionsbodenfilter zur Rückhaltung von ASF63

2.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | |
|---|----------|-------------------------------------|
| Σ aller bef., angeschl. Flächen eines Einzugsgebietes $A_{E,b,a}$ | = | 2,68 ha |
| → A_F [ha] | = | 100 m ² / ha $A_{E,b,a}$ |
| Größe der Beckenfiltersohle A_F (ohne Böschungen) | = | 268 m ² |
| Drosselabflussspende $q_{dr,RBF}$ | = | 0,05 l/(s*m ²) |
| Bemessung des Drosselabflusses Q_{dr} bzw. $Q_{ab} = A_F * q_{dr,RBF}$ | = | 13,4 l/s |
| Versickerrate für die Bemessung des Bodenfilters k_f | = | 0,0001 m/s |
| Bemessung der Versickerungsrate $Q_S = A_F * k_f / 2$ | | 13,4 l/s |

| | | | |
|--|-------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | 1,090 km |
| | | Höhe = | 0,038 km |
| | | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,24 Std |
| | | $t_c =$ | 14,5 Minuten |
| Bedingung : $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? erfüllt | | | |
| Überschreitungshäufigkeit | 1,0 a | = | $n = 1,00$ 1/a |

2.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{dr,r,u}$ | = | $(Q_{dr} - Q_{t24}) / A_{E,b,a}$ | = | 5,00 l/(s*ha) |

2.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{dr,r,u}^3 +$ $(1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{dr,r,u}^2 +$ $(1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{dr,r,u} =$ | 0,987674356811 | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134) =$ | 0,987674356811 | | | | | | | | |
| $f_{z\text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

2.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | | mit n [a] = 1,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 166,65 | 5,00 | 47,90 |
| 10 | 0,17 | 131,65 | 5,00 | 75,05 |
| 15 | 0,25 | 108,90 | 5,00 | 92,36 |
| 20 | 0,33 | 92,50 | 5,00 | 103,71 |
| 30 | 0,50 | 71,65 | 5,00 | 118,49 |
| 45 | 0,75 | 53,50 | 5,00 | 129,34 |
| 60 | 1 | 42,65 | 5,00 | 133,87 |
| 90 | 1,5 | 31,60 | 5,00 | 141,87 |
| 120 | 2 | 25,60 | 5,00 | 146,49 |
| 180 | 3 | 18,90 | 5,00 | 148,27 |
| 240 | 4 | 15,25 | 5,00 | 145,78 |
| 360 | 6 | 11,30 | 5,00 | 134,40 |
| 540 | 9 | 8,40 | 5,00 | 108,80 |
| 720 | 12 | 6,75 | 5,00 | 74,67 |
| 1080 | 18 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| 1440 | 24 | 4,05 | 5,00 | -81,07 |
| 2880 | 48 | 2,55 | 5,00 | -418,14 |
| 4320 | 72 | 1,95 | 5,00 | -780,82 |

| | | | | | |
|--|---------|-------------------------------------|-----------|---|----------------------------|
| $V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_{E,b,a} =$ | 148,3 | * | 2,68 | = | 396,6 m³ |
| $V_{\text{gew.}}$ | | | V_{RBF} | = | 400,0 m³ |
| Entleerungszeit: | $t_E =$ | $V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{dr})$ | | = | 8,31 h |
| Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist | | | | | <u>erfüllt</u> |
| grobe Abschätzung der Einstauhöhe | | | | = | 1,50 m |
| Forderung: Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{RR} \geq 0,5$ m | | | | | <u>erfüllt</u> |

Geplanter Filteraufbau:

Da das Filtermaterial bei Retentionsbodenfilterbecken verschiedene Anforderungen erfüllen muss, zum Beispiel im Hinblick auf Durchlässigkeit, Filterstabilität und Reinigungsleistung kann das später gewählte Material von dem zurzeit empfohlenen abweichen, da in diesem Bereich derzeit weiter geforscht wird. Zu empfehlen ist aktuell folgender Aufbau:

Filtermaterial gemäß DIN EN 12620, TL GesteinStB 04/07 der Korngruppe 0/2 mm G_{F85} , f_3 : Sand 0/2 mm, Überkornanteil $\leq 15\%$, Feinanteil ($< 0,063$ mm) $\leq 3\%$; Carbonatgehalt $\geq 20\%$

Gesamthöhe: ca. 1,10 m, einzustellender Durchlässigkeitsbeiwert $k_f =$ 1,0*10⁻⁴ m/s

5 cm Kalksplitt 2/5
 80 cm Filtermaterial 0/2
 25 cm Filterkies 2/8 (10 cm über Sickerrohr)
 DN 150 Teilsickerrohr auf Geotextil (geschlitzte Rohrseite nach unten)

Geotextil 400 g/m²

2mm HD-PE Folie beidseitig glatt

Geotextil 800 g/m²

3. Bemessung erf. Rückhaltevolumen

(Bemessung nach DWA-A - 117)

Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer

Zur Erreichung einer gewässerverträglichen Abflussretention, sowie zur Reduzierung der Einleitungsmenge gemäß der Betrachtung nach BWK M3 wird ein Rückhaltebecken dem Filterbecken nachgeschaltet.

Zur Verminderung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von **2,00** m Tiefe vorgesehen.

3.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | | | |
|---|-------------------------------------|--|---------------------|--|
| $Q_{\text{Zulauf}} = Q_b$ | = | $r_{15,1} \cdot A_U$ | = | 278,6 l/s |
| Q_{dr} | = | $(A_{\text{Straße}} + A_{\text{Böschung}}) \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 46,45 l/s |
| Vergleichswert Q_{dr} | = | $A_E \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 46,45 l/s |
| Drosselabfluss in den Vorfluter $Q_{\text{Dr,RRB}}$ | | | gew. | 46,0 l/s |
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | 1,090 km | |
| | | Höhe = | 0,038 km | |
| | | $t_c = 0,06222 \cdot (L / \sqrt{h/L})^{0,77}$ | 0,24 Std | |
| | | t_c = | 14,5 Minuten | |
| Bedingung : | | | | |
| $A_E < 200$ ha | <input checked="" type="checkbox"/> | erfüllt | oder | $t_c < 15$ min ? <input checked="" type="checkbox"/> erfüllt |
| Überschreitungshäufigkeit | | 50,0 a | = | $n =$ 0,02 1/a |

3.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|----------------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{\text{Dr,R,u,RRB}}$ | = | $(Q_{\text{Dr,RRB}} - Q_{t24}) / A_u$ | = | 18,0 l/(s*ha) |

3.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} \cdot t_c^3 - 8 \cdot 10^{-9} \cdot t_c^2 + 10^{-8} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^3 + (1,6 \cdot 10^{-8} \cdot t_c^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^2 + (1,8 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_c^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}$ | = | 0,932564232745 | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-----------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|---|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134)$ | = | 0,973102030386 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Risikomaß</th> <th>Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | = | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

3.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u,RRB}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | $q_{dr,r,u,RRB}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|------------------|--|
| | | mit n [a] = 50,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 450,00 | 18,0 | 126,12 |
| 10 | 0,17 | 333,35 | 18,0 | 184,13 |
| 15 | 0,25 | 274,45 | 18,0 | 224,61 |
| 20 | 0,33 | 236,25 | 18,0 | 254,88 |
| 30 | 0,50 | 189,45 | 18,0 | 300,34 |
| 45 | 0,75 | 150,00 | 18,0 | 346,87 |
| 60 | 1 | 126,55 | 18,0 | 380,34 |
| 90 | 1,5 | 89,80 | 18,0 | 377,40 |
| 120 | 2 | 70,40 | 18,0 | 367,27 |
| 180 | 3 | 50,05 | 18,0 | 337,04 |
| 240 | 4 | 39,30 | 18,0 | 298,75 |
| 360 | 6 | 27,95 | 18,0 | 209,56 |
| 540 | 9 | 19,95 | 18,0 | 62,12 |
| 720 | 12 | 15,70 | 18,0 | -95,84 |
| 1080 | 18 | 11,20 | 18,0 | -427,52 |
| 1440 | 24 | 8,80 | 18,0 | -771,80 |
| 2880 | 48 | 5,00 | 18,0 | -2182,59 |
| 4320 | 72 | 3,65 | 18,0 | -3614,39 |

$V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_U = 380,3 * 2,56 = 973,1 \text{ m}^3$
 $V_{\text{gew.}} = 978,0 \text{ m}^3$
Entleerungszeit: $t_E = V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{Dr,RRB}) = 5,91 \text{ h}$
Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist erfüllt

~~Anhang 4.4~~

~~Dimensionierung RRB IV~~

wird ersetzt durch

Anhang 4.4a

Dimensionierung RRB IV mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken IV

Lage: westlich der A 1 bei Bau-km 10+900

Kurzbeschreibung :

Das Regenrückhaltebecken wird als zweistufige Anlage, bestehend aus einem abgedichteten Absetzbecken im Dauerstau, sowie einem Leichtflüssigkeitsabscheider in Form einer schwimmenden Tauchwand und dem eigentlichen RRB mit Dauerstau, erstellt.

Der Überlaufschacht aus dem Absetzbecken in das RRB wird als Fallschacht ausgebildet, um den Höhenunterschied in dem stark geneigten Höhenrücken zu überwinden. Durch Böschungsneigungen von 1 : 2 wird das RRB gut in die Landschaft eingefügt.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird auf Grund der niedrigen Drosselwassermenge lediglich durch eine Drosselöffnung in einer Rohrleitung DN 300 abgeführt. Über einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber und der anschließende Rohrleitung DN 300 wird das Wasser über einen neu zu profilierenden Graben einem temporären Seitengewässer zugeführt.

Durch lang ausgezogene Querriegel wird der Abfluss weiter vermindert und eine Versickerung unterstützt.

Zur Vermeidung der anfallenden Tausatz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von 2,0 m vorgesehen.

Eine Notüberlaufschwelle entlastet das RRB bei Überschreitung des Bemessungsregens in einen Wegeseitengraben mit Anbindung an das Seitengewässer.

Die gesamte Beckenanlage wird aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Die Wartungswege für die Becken werden rückwärtig an das neue Wirtschaftswegenetz angebunden.

| 1. Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | |
|--|--|-------------------------------|------------------------------|
| 1.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| KOSTRA -DWD 2000 | | $F_{15,p=0,2}$ | = 181,0 l/s*ha |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahn- flächen + Mittelstreifen | Bankett Böschung Mulden | Grünflächen, Außengebiete |
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 4-1 - EW 4-9 | 2,632 | 1,183 | 0,000 |
| | 0,304 | | |
| Gesamt | 2,936 | 1,183 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------------|------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Summe Straßenfläche | Abflußbeiwert Straße | Summe Böschung | Abflußbeiwert Böschung | Summe Außengebiet | Abflußbeiwert Außeng. | Ae Gesamt | A-u Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 2,936 | 0,90 | 1,183 | 0,14 | 0,000 | 0,11 | 4,119 | 2,811 |

$$Q_{dr} = (-8,175 + 3,962) * 111,1 * 0,11 = 50,34$$

| | | | | | | |
|------|---------------------------|---------------------|--------|------------|-------|------|
| gew: | Drosselabfluß | $Q_{dr} - (Q_{ab})$ | (l/s) | = | gew.: | 50,0 |
| | Rechnerische Fließzeit | t _c | mit | $L_{(km)}$ | 1,078 | |
| | | | | $h_{(km)}$ | 0,015 | |
| | | t _c | (min.) | ↓ | 0,014 | 20,5 |
| | Überschreitungshäufigkeit | n | | = | | 0,2 |

~~1.2. Ermittlung der Drosselabflußspenden~~

$$q_{dr,kr,u} = Q_{dr} / A_u \quad q_{dr,kr,u} \quad (l/s*ha) = 17,8$$

~~1.3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A~~

| | | | |
|----------------|-----------|---|--------------|
| f ₁ | | = | 0,8820273489 |
| f _a | | = | 0,9417358646 |
| f _z | (gewählt) | = | 1,00 |

~~1.4.) Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens~~

$$V_{s,u} = (r_{Dn} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06 \quad [m^3/ha]$$

| Dauerstufe D | Zugehörige Regenspende f _{n=0,2} | Drosselabflußspende q _{dr,r,u} | spezifisches Speichervolumen V _{s,u} |
|--------------|---|---|---|
| [min] | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [m ³ /ha] |
| 5 | 299,4 | 17,8 | 79,6 |
| 15 | 181,0 | 17,8 | 138,3 |
| 30 | 120,4 | 17,8 | 173,9 |
| 45 | 92,2 | 17,8 | 189,2 |
| 60 | 75,6 | 17,8 | 196,0 |
| 90 | 54,8 | 17,8 | 188,2 |

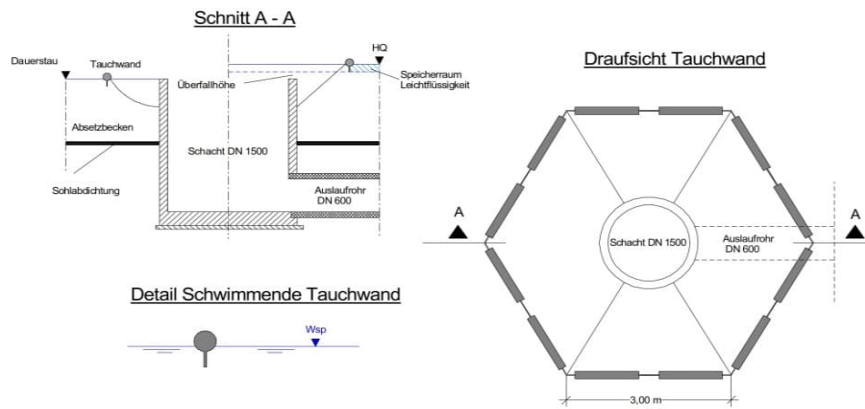
$$V_{erf.} = V_{s,u} * A_u = 196,0 * 2,81 = 551,0 \quad m^3$$

$$V_{gew.} = 576,0 \quad m^3$$

$$\text{Entleerungszeit} : t_E = V_{vorh} / (3,6 * Q_{ab}) = 3,20 \quad h$$

| 2. Bemessung der Abscheideanlage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|-----|---|------|------|------|------|------|------|
| —(die Bemessung erfolgt nach RiStWag 23002 Pkt. 8.4.3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. Berechnungsgrundlagen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_b | = | $A_u \cdot f_{15,n=1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A_u | = | 2,811 | ha | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $f_{15,n=1}$ | = | 181 | l/s | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_b | = | 0,509 | m³/s | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Erforderliche Oberfläche Abscheideraum an Tauchwand | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O_{eff} | = | Q_b / v_s | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v_s | = | 0,0025 | m/s | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O_{eff} | = | 203,5 | m² | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gew. O_{eff} | = | 355,0 | m² | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (anlog zu RRB I) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 Speicherhöhe Leichtflüssigkeiten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auffangraum V (gewählt) | = | 30 | m³ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h_{Lf} | = | V / O_{eff} | m³/m² | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h_{Lf} | = | 0,08 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 Berechnung der Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Vollkommener Überfall; Scharfkantiges Wehr; belüfteter Strahl) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überfallschacht DN | = | 1500 | mm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wandstärke d | = | 0,15 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Innenradius R_i | = | 0,75 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Außenradius R_a | = | 0,90 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang U | = | $2 \cdot \pi \cdot R_i$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang U | = | 4,71 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Max. möglicher Zufluss zum Überfall durch Zulauf Vollfüllung-Auslaufrohr DN 600, l = 1,0 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{\ddot{u}}$ | = | 613 | l/s | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überfallbeiwert gew.: | $\mu =$ | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{\ddot{u}} = 2/3 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2}$ $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}}$ | = | 0,17 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td>$d/h_{\ddot{u}}$</td> <td>→</td> <td>0,75</td> <td>1,00</td> <td>1,50</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>3,00</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>→</td> <td>1,00</td> <td>0,88</td> <td>0,82</td> <td>0,79</td> <td>0,77</td> <td>0,76</td> </tr> </table> | | | | $d/h_{\ddot{u}}$ | → | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | e | → | 1,00 | 0,88 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,76 |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | → | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | | | | | | | | | | | | |
| e | → | 1,00 | 0,88 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | | | | | | | | | | | | |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | = | 0,89 | → | e | = | 0,93 | | | | | | | | | | | | | |
| μ_{neu} | = | $e \cdot \mu_{\text{alt}}$ | | = | 0,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| neue $h_{\ddot{u}}$ Berechnung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu_{\text{neu}} \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}\text{-neu}}$ | = | 0,18 | m | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|------------|--|------------------------|
| 3. Bemessung Leichtflüssigkeitsanscheider | | | |
| 3.1. Dimensionierung einer 6-eckigen Tauchwand | | | |
| Q_b | = | 0,509 | m³/s |
| $Q_{drossel}$ | = | $\text{Verkehrsfläche} \cdot \text{Abflussbeiwert} \cdot \text{Außengebiet} \cdot f_{15n=1}$ | |
| $Q_{drossel}$ | = | 0,082 | m³/s |
| $v_{gew.}$ | = | 0,05 | m/s |
| $A_{Anströmfläche} = A_{Schacht} + Q_{max} / v$ | | | |
| $A_{Anströmfläche} = (3,14 \cdot R_a^2) + (Q_b / v)$ | | | |
| $A_{Anströmfläche}$ | = | 12,72 | m² |
| 3.2. Seitenlänge des Sechsecks | | | |
| $A_{Sechseck} = 1,5 \cdot a^2 \cdot \sqrt{3}$ | | | |
| $a = (A_{Anströmfläche} / (1,5 \cdot \sqrt{3}))^{0,5}$ | | | |
| a | = | 2,24 | m |
| gew.: Seitenlänge Sechseck | a = | 3,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |
| 3.3. Mindestwasserstand | | | |
| Nachweis für den Drosselabfluss | | | |
| $h = A_{min} / U_{Tauch}$ | | | |
| $h = (Q_{Drossel} / 0,05) / (6 \cdot a)$ | | | |
| h_{-1} | = | 0,09 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| Nachweis für den Überlauf | | | |
| $h = (Q_B / 0,05) / (6 \cdot a)$ | | | |
| h_{-2} | = | 0,57 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| gew.: Dauerstau | h = | 2,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |
| 3.4. Einbau einer schwimmenden Fertigteil - Tauchwand | | | |
| (z.B.: Hydro Technik Lübeck) | | | |
| gew.: Schwimmende Tauchwand Typ IV A | | | |
| Gesamthöhe :- | | 0,70 | m |
| Eintauchtiefe :- | | 0,45 | m |
| Durchmesser :- | | 0,20 | m |



Schwimmende Tauchwand (Fertigteil)

4. Bemessung der Drosselöffnungen

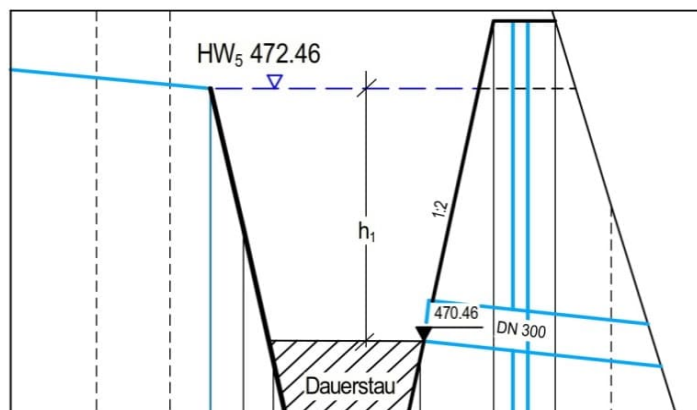
Ausgehend von dem oben gewählten mittleren Drosselabfluss ergibt sich folgende Drosselöffnung

$$Q_{dr} = 50 \text{ l/s}$$

| | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|
| a/b | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| μ | 0,67 | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,44 |

Ausflusswerte für scharfkantige Öffnungen

$$Q = \mu \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$$



Drosselöffnungen RRB IV (Systemschnitt)

$$Q_{\text{unten}} = 50 \text{ l/s}$$

$$h_1 = 1,88 \text{ m}$$

$$\mu = 0,58$$

$$\text{erf. Durchflussquerschnitt } A = 0,014 \text{ m}^2$$

$$\text{erf. Drosseldurchmesser } D = 0,134 \text{ m}$$

Anhang 4.4a

Dimensionierung RRB IV mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken IV mit Retentionsbodenfilteranlage

Lage: westlich der A 1 bei Bau-km 10+900

Kurzbeschreibung

Die gesamte Regenwasserbehandlungsanlage besteht aus drei Anlageteilen:

- ein Geschiebeschacht (mit Dauerstau) als Vorstufe zum Grobstoffrückhalt mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten
- das Retentionsbodenfilterbecken (RBFB) zum Feststoffrückhalt von abfiltrierbaren Feinstoffen mit Korngrößen 0,45 µm - 63 µm (AFS63)
- das Regenrückhaltebecken RRB (mit Dauerstaukammer, H = 2,00 m) zur Gewährleistung der hydraulischen Anforderungen

Der Geschiebeschacht wird als rechteckiges Betonbauwerk ausgeführt. Hier werden in der Vorstufe anfallende mineralische Grobstoffe (Kies, Sand) aus dem Straßenabfluss zurückgehalten. Eine feste Tauchwand im Schacht, die in den Dauerstau hineinragt, bildet den Auffangraum für Leichtflüssigkeiten. Der Auffangraum ist für eine Größe von 30 m³ ausgelegt.

Das RBFB wird als Erdbecken hergestellt. Die Böschungsneigungen liegen bei 1:1,5. Die Mächtigkeit des Filterkörpers beträgt mind. 1,10 m. Der Filterkörper wird mit einer Filtervegetation (Schilf) angepflanzt.

Unterhalb des Filterkörpers wird das gereinigte Straßenwasser über Drainsauger und Drainsammler abgeleitet und dem nachgeschalteten RRB zugeführt.

Die Ausführung des RRB erfolgt als Nassbecken mit Dauerstau in Betonbauweise. Die Dauerstaukammer im RRB puffert evtl. anfallende Tausalz-Spitzenbelastungen ab. Die Angleichung des Beckens an das angrenzende Gelände erfolgt im Erdbau mit Böschungsneigungen von 1:1,5.

Zwischen RBFB und RRB werden ein Ablaufbauwerk mit Drosselorgan sowie nachfolgend ein Kontrollschacht angeordnet.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch eine mit Drosselöffnung versehene Rohrleitung erreicht. Die weitere Ableitung erfolgt durch einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 300. Vor Einleitung in den Vorfluter wird ein vorhandenes temporäres Seitengewässer mit Steinschüttungen zur Energievernichtung ergänzt. Am Oberlauf des Seitengewässers werden 2 wasserundurchlässige Querriegel angeordnet, die den Abfluss vermindern und eine Versickerung unterstützen. Vor der Einleitstelle E 4 am Grünbach erfolgt ein breitflächiger Auslauf ins Gelände.

Notüberlaufschwelen entlasten das RBFB und das RRB bei Überschreitung der Bemessungsgenereignisse in einen vorhandenen Wegeseitengraben.

Die gesamte Beckenanlage wird eingezäunt und mit Toranlagen für den Betriebsdienst ausgestattet. Die Wartungswege für die Beckenanlagen werden an einen zu verlegenden Wirtschaftsweg angebunden.

Bemessung Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A - 178)

Berechnungsgrundlagen

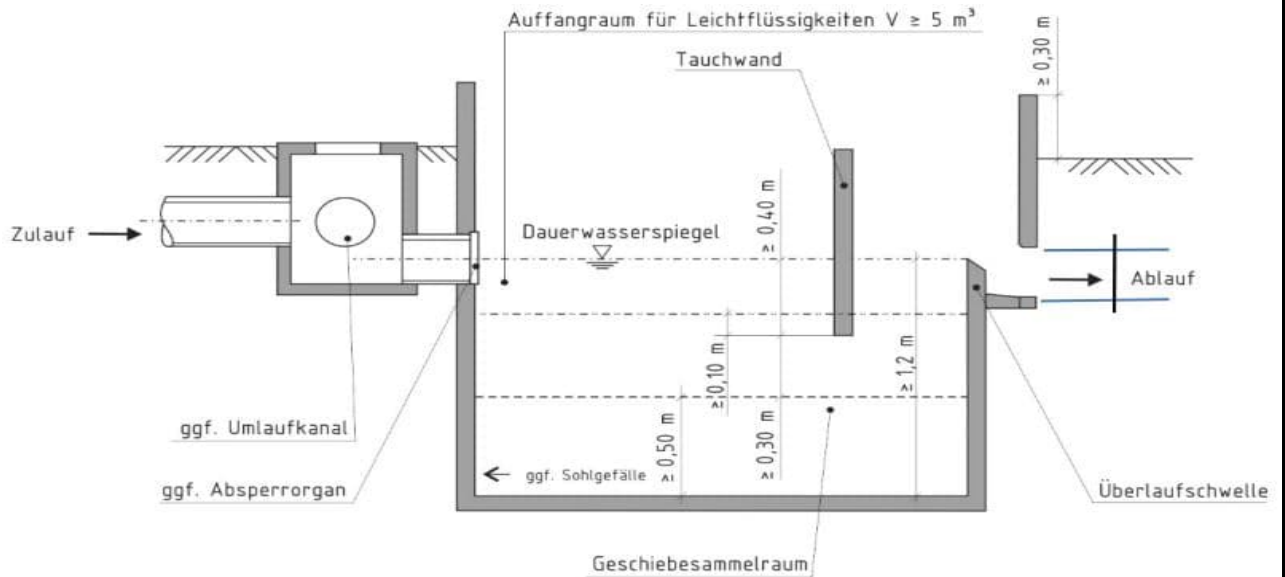
| | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|
| Regenspende nach KOSTRA-DWD 2010R | | $r_{15,1}$ | = | 108,90 l/(s*ha) | | | |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahnflächen + Mittelstreifen | Bankett + Böschung + Mulden | Grünflächen + Außengebiete | | | | |
| | [ha] | [ha] | [ha] | | | | |
| EW 4-1 | 2,632 | 1,183 | 0,000 | | | | |
| bis | 0,304 | | | | | | |
| EW 4-9 | | | | | | | |
| Einzugsgebiet gesamt | 2,936 | 1,183 | 0,000 | | | | |
| Abflussbeiwert Bankett, Böschungen, Mulden | | | | | | | |
| $\Psi_{m,nb} = (r_{15,1} * Z_{Fels} - qs) / (r_{15,1} * Z_{Fels})$ | | | | | | | |
| mit $r_{15,1} = 108,9 \text{ l/(s*ha)}$ mit $qs = 100,0 \text{ l/(s*ha)}$ mit $Z_{Fels} = 5,0 \%$ | | | | | | | |
| $\Psi_{m,nb} = 0,13$ | | | | | | | |
| Summe Straßen- fläche | Abfluß- beiwert Straße | Summe Böschung | Abfluß- beiwert Böschung | Summe Außen- gebiet | Abfluß- beiwert Außeng. | Einzugsgebiet A_E Gesamt | A_U Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 2,936 | 0,90 | 1,183 | 0,13 | 0,000 | 0,11 | 4,119 | 2,791 |

1. Bemessung der Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A 178)

1.1 Vorstufe Straßenentwässerung: Geschiebeschacht

Als Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage wird ein Geschiebeschacht zum Grobstoffrückhalt gewählt. Zum Schutz gegen Havarien werden Leichtflüssigkeiten in einem Auffangraum zurückgehalten.



Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich (gemäß REwS 2021 Kapitel 8.4.4).

2. Bemessung Retentionsbodenfilterbecken

(Bemessung nach DWA-A - 178 und DWA-A - 117)

Retentionsbodenfilter zur Rückhaltung von ASF63

2.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | |
|---|----------|-------------------------------------|
| Σ aller bef., angeschl. Flächen eines Einzugsgebietes $A_{E,b,a}$ | = | 2,94 ha |
| → A_F [ha] | = | 100 m ² / ha $A_{E,b,a}$ |
| Größe der Beckenfiltersohle A_F (ohne Böschungen) | = | 294 m ² |
| Drosselabflussspende $q_{dr,RBF}$ | = | 0,05 l/(s*m ²) |
| Bemessung des Drosselabflusses Q_{dr} bzw. $Q_{ab} = A_F * q_{dr,RBF}$ | = | 14,7 l/s |
| Versickerrate für die Bemessung des Bodenfilters k_f | = | 0,0001 m/s |
| Bemessung der Versickerungsrate $Q_S = A_F * k_f / 2$ | | 14,7 l/s |

| | | | |
|--|-------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | 1,078 km |
| | | Höhe = | 0,015 km |
| | | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,34 Std |
| | | $t_c =$ | 20,5 Minuten |
| Bedingung : $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt | | | |
| Überschreitungshäufigkeit | 1,0 a | = | $n = 1,00$ 1/a |

2.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{dr,r,u}$ | = | $(Q_{dr} - Q_{t24}) / A_{E,b,a}$ | = | 5,00 l/(s*ha) |

2.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{dr,r,u}^3 +$ $(1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{dr,r,u}^2 +$ $(1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{dr,r,u} =$ | 0,977774093122 | | | | | | | | |
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134) =$ | 0,977774093122 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Risikomaß</td> <td style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">gering</td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">mittel</td> <td style="text-align: center;">1,15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">hoch</td> <td style="text-align: center;">1,10</td> </tr> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

2.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | | mit n [a] = 1,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 166,65 | 5,00 | 47,42 |
| 10 | 0,17 | 131,65 | 5,00 | 74,30 |
| 15 | 0,25 | 108,90 | 5,00 | 91,43 |
| 20 | 0,33 | 92,50 | 5,00 | 102,67 |
| 30 | 0,50 | 71,65 | 5,00 | 117,30 |
| 45 | 0,75 | 53,50 | 5,00 | 128,04 |
| 60 | 1 | 42,65 | 5,00 | 132,53 |
| 90 | 1,5 | 31,60 | 5,00 | 140,45 |
| 120 | 2 | 25,60 | 5,00 | 145,02 |
| 180 | 3 | 18,90 | 5,00 | 146,78 |
| 240 | 4 | 15,25 | 5,00 | 144,32 |
| 360 | 6 | 11,30 | 5,00 | 133,06 |
| 540 | 9 | 8,40 | 5,00 | 107,71 |
| 720 | 12 | 6,75 | 5,00 | 73,92 |
| 1080 | 18 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| 1440 | 24 | 4,05 | 5,00 | -80,26 |
| 2880 | 48 | 2,55 | 5,00 | -413,95 |
| 4320 | 72 | 1,95 | 5,00 | -772,99 |

| | | | | | |
|--|---------|-------------------------------------|-----------|---|----------------------------|
| $V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_{E,b,a} =$ | 146,8 | * | 2,94 | = | 431,0 m³ |
| $V_{\text{gew.}}$ | | | V_{RBF} | = | 440,0 m³ |
| Entleerungszeit: | $t_E =$ | $V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{dr})$ | | = | 8,33 h |
| Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist | | | | | <u>erfüllt</u> |
| grobe Abschätzung der Einstauhöhe | | | | = | 1,50 m |
| Forderung: Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{RR} \geq 0,5$ m | | | | | <u>erfüllt</u> |

Geplanter Filteraufbau:

Da das Filtermaterial bei Retentionsbodenfilterbecken verschiedene Anforderungen erfüllen muss, zum Beispiel im Hinblick auf Durchlässigkeit, Filterstabilität und Reinigungsleistung kann das später gewählte Material von dem zurzeit empfohlenen abweichen, da in diesem Bereich derzeit weiter geforscht wird. Zu empfehlen ist aktuell folgender Aufbau:

Filtermaterial gemäß DIN EN 12620, TL GesteinStB 04/07 der Korngruppe 0/2 mm G_F85, f₃: Sand 0/2 mm, Überkornanteil ≤ 15%, Feinanteil (< 0,063 mm) ≤ 3%; Carbonatgehalt ≥ 20%

Gesamthöhe: ca. 1,10 m, einzustellender Durchlässigkeitsbeiwert $k_f =$ 1,0*10⁻⁴ m/s

5 cm Kalksplitt 2/5
 80 cm Filtermaterial 0/2
 25 cm Filterkies 2/8 (10 cm über Sickerrohr)
 DN 150 Teilsickerrohr auf Geotextil (geschlitzte Rohrseite nach unten)

Geotextil 400 g/m²

2mm HD-PE Folie beidseitig glatt

Geotextil 800 g/m²

3. Bemessung erf. Rückhaltevolumen

(Bemessung nach DWA-A - 117)

Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer

Zur Erreichung einer gewässerverträglichen Abflussretention, sowie zur Reduzierung der Einleitungsmenge gemäß der Betrachtung nach BWK M3 wird ein Rückhaltebecken dem Filterbecken nachgeschaltet.

Zur Verminderung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von **2,00** m Tiefe vorgesehen.

3.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | | | |
|---|---|--|------|-----------------|
| $Q_{\text{Zulauf}} = Q_b$ | = | $r_{15,1} \cdot A_U$ | = | 303,9 l/s |
| Q_{dr} | = | $(A_{\text{Straße}} + A_{\text{Böschung}}) \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 49,34 l/s |
| Vergleichswert Q_{dr} | = | $A_E \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 49,34 l/s |
| Drosselabfluss in den Vorfluter $Q_{\text{Dr,RRB}}$ | | | gew. | 49,0 l/s |

| | | |
|------------------------------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | mit Länge = | 1,078 km |
| | Höhe = | 0,015 km |
| | $t_c = 0,06222 \cdot (L / \sqrt{h/L})^{0,77}$ | 0,34 Std |
| | t_c = | 20,5 Minuten |

Bedingung :
 $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt

| | | | | |
|---------------------------|---------------|---|-----|-----------------|
| Überschreitungshäufigkeit | 50,0 a | = | n = | 0,02 1/a |
|---------------------------|---------------|---|-----|-----------------|

3.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|----------------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{\text{Dr,R,u,RRB}}$ | = | $(Q_{\text{Dr,RRB}} - Q_{t24}) / A_U$ | = | 17,6 l/(s*ha) |

3.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} \cdot t_c^3 - 8 \cdot 10^{-9} \cdot t_c^2 + 10^{-8} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^3 + (1,6 \cdot 10^{-8} \cdot t_c^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^2 + (1,8 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_c^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}$ | = | 0,884107066215 | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-----------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|---|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134)$ | = | 0,953774017287 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Risikomaß</th> <th>Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | = | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

3.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,U,RRB}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | $q_{dr,r,u,RRB}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|------------------|--|
| | | mit n [a] = 50,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 450,00 | 17,6 | 123,74 |
| 10 | 0,17 | 333,35 | 17,6 | 180,72 |
| 15 | 0,25 | 274,45 | 17,6 | 220,52 |
| 20 | 0,33 | 236,25 | 17,6 | 250,30 |
| 30 | 0,50 | 189,45 | 17,6 | 295,10 |
| 45 | 0,75 | 150,00 | 17,6 | 341,06 |
| 60 | 1 | 126,55 | 17,6 | 374,23 |
| 90 | 1,5 | 89,80 | 17,6 | 372,08 |
| 120 | 2 | 70,40 | 17,6 | 362,88 |
| 180 | 3 | 50,05 | 17,6 | 334,70 |
| 240 | 4 | 39,30 | 17,6 | 298,62 |
| 360 | 6 | 27,95 | 17,6 | 214,10 |
| 540 | 9 | 19,95 | 17,6 | 73,93 |
| 720 | 12 | 15,70 | 17,6 | -76,54 |
| 1080 | 18 | 11,20 | 17,6 | -392,93 |
| 1440 | 24 | 8,80 | 17,6 | -721,68 |
| 2880 | 48 | 5,00 | 17,6 | -2069,65 |
| 4320 | 72 | 3,65 | 17,6 | -3438,22 |

$V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_U = 374,2 * 2,79 = 1.044,4 \text{ m}^3$
 $V_{\text{gew.}} = 1.052,0 \text{ m}^3$
Entleerungszeit: $t_E = V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{Dr,RRB}) = 5,96 \text{ h}$
Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist erfüllt

~~Anhang 4.5~~

~~Dimensionierung RRB V~~

wird ersetzt durch

Anhang 4.5a

Dimensionierung RRB V mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken V

Lage: westlich der A 1 bei Bau-km 11+950

Kurzbeschreibung :

Das Regenrückhaltebecken wird als zweistufige Anlage, bestehend aus einem abgedichteten Absetzbecken im Dauerstau sowie einem Leichtflüssigkeitsabscheider in Form einer schwimmenden Tauchwand und dem eigentlichen RRB mit Dauerstau, erstellt.

Der Überlaufschacht aus dem Absetzbecken in das RRB wird als Fallschacht ausgebildet, um den Höhenunterschied in dem stark geneigten Gelände zu überwinden. Durch Böschungsneigungen von 1:1,5 bis 1:2 wird das RRB gut in die Landschaft eingefügt.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnungen versehene Rohrleitungen erreicht. Die Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und Rohrleitung DN 400 breitflächig in einen neuen Wegeseitengraben mit wasserundurchlässigen Querriegeln.

Durch einen weiteren Querriegel am Ende des Vorflutgrabens wird dort der Abfluss weiter vermindert und eine Versickerung unterstützt. Das restliche Wasser wird hinter dem Querriegel in ein temporäres Gewässer eingeleitet.

Zur Vermeidung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von 2,0 m vorgesehen.

Eine Notüberlaufschwelle entlastet das RRB bei Überschreitung des Bemessungsregens in das Seitengewässer.

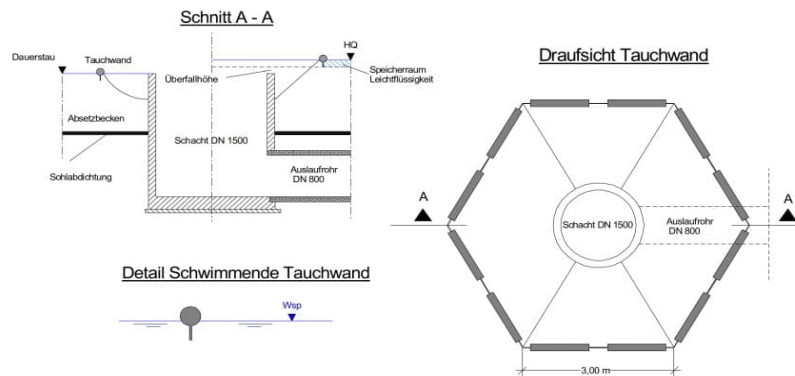
Die gesamte Beckenanlage wird aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Die Wege für die Becken werden rückwärtig an das neue Wirtschaftswegenetz angebunden.

| 1. Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------|
| 1.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| KOSTRA -DWD 2000 | | $f_{15,n=0,2}$ | = 181,0 l/s*ha |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahn- flächen + Mittelstreifen | Bankett Böschung Mulden | Grünflächen, Außengebiete |
| | {ha} | {ha} | {ha} |
| EW 5-1 - EW 5-13 | 4,096 | 4,167 | 0,441 |
| | 0,471 | | |
| | | | |
| Gesamt | 4,567 | 4,167 | 0,441 |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|-----------------------|--------------|----------------------|
| Summe Straßenfläche | Abflußbeiwert Straße | Summe Böschung | Abflußbeiwert Böschung | Summe Außengebiet | Abflußbeiwert Außeng. | Ae Gesamt | A-u Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 4,567 | 0,90 | 4,167 | 0,14 | 0,444 | 0,11 | 9,175 | 4,754 |
| Q_{dr} | | = (8,175 + 3,962) * 111,1 * 0,11 | | | | = 106,74 | |
| gew.: | Drosselabfluß | Q_{dr} (-Q _{ab}) | (l/s) | = | gew.: | 100,0 | |
| | Rechnerische Fließzeit | t _c | mit | L _(km) | 1,769 | | |
| | | | | h _(km) | 0,026 | | |
| | | t _c | (min.) | J | 0,015 | | 29,4 |
| | Überschreitungshäufigkeit | n | | = | | | 0,2 |
| 1.2. Ermittlung der Drosselabflußspenden | | | | | | | |
| (q_{dr,kr,u} = Q_{dr} / A_u) | | q_{dr,kr,u} | | (l/s*ha) | | = | |
| | | | | | | 21,0 | |
| 1.3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A | | | | | | | |
| | f ₁ | | = | | 0,7612844987 | | |
| | f _a | | = | | 0,8799952156 | | |
| | f _z | (gewählt) | = | | 1,00 | | |
| 1.4.) Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | | | | | |
| V_{s,u} = (r_{Dn} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06 [m³/ha] | | | | | | | |
| Dauerstufe D | Zugehörige Regenspende f _{n=0,2} | Drosselabflußspende q _{dr,r,u} | spezifisches Speichervolumen V _{s,u} | | | | |
| [min] | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [m ³ /ha] | | | | |
| 5 | 299,4 | 21,0 | 73,5 | | | | |
| 15 | 181,0 | 21,0 | 126,7 | | | | |
| 30 | 120,4 | 21,0 | 157,4 | | | | |
| 45 | 92,2 | 21,0 | 169,1 | | | | |
| 60 | 75,6 | 21,0 | 172,9 | | | | |
| 90 | 54,8 | 21,0 | 160,4 | | | | |
| V_{erf.} = V_{s,u} * A_u = | | 172,9 | * | 4,75 | = | 821,7 | m ³ |
| V_{gew.} = | | | | | = | 915,0 | m³ |
| Entleerungszeit :- | | t _E | = | V _{vorh} / (3,6 * Q _{ab}) | = | 2,54 | h |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------------------------|---|----------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|---|------|-----|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
| 2. Bemessung der Abscheideanlage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (die Bemessung erfolgt nach RiStWag 23002 Pkt. 8.4.3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. Berechnungsgrundlagen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_b | = | $A_u \cdot f_{15,n=1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A_u | = | 4,754 | | ha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $f_{15,n=1}$ | = | 181 | | l/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_b | = | 0,860 | | m³/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Erforderliche Oberfläche Abscheideraum an Tauchwand | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O_{eff} | = | Q_b / v_s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v_s | = | 0,0025 | | m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O_{eff} | = | 344,2 | | m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gew. O_{eff} | = | 355,0 | | m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (anlog zu RRB I) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 Speicherhöhe Leichtflüssigkeiten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auffangraum V (gewählt) | = | 30 | | m³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h_{Lf} | = | V / O_{eff} | | m³/m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h_{Lf} | = | 0,08 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 Berechnung der Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Vollkommener Überfall; Scharfkantiges Wehr; belüfteter Strahl) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überfallschacht DN | = | 1500 | | mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wandstärke d | = | 0,15 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Innenradius Ri | = | 0,75 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Außenradius Ra | = | 0,90 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang U | = | $2 \cdot \pi \cdot Ri$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umfang U | = | 4,71 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Max. möglicher Zufluss zum Überfall durch Zulauf Vollfüllung-Auslaufrohr DN 800, l = 1,0 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{\ddot{u}}$ | = | 1309 | | l/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überfallbeiwert gew.: | $\mu =$ | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{\ddot{u}} = 2/3 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}}$ | = | 0,28 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="margin: auto;"> <tr> <td>$d/h_{\ddot{u}}$</td> <td>→</td> <td>0,75</td> <td>→</td> <td>1,00</td> <td>→</td> <td>1,50</td> <td>→</td> <td>2,00</td> <td>→</td> <td>2,50</td> <td>→</td> <td>3,00</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>→</td> <td>1,00</td> <td>→</td> <td>0,88</td> <td>→</td> <td>0,82</td> <td>→</td> <td>0,79</td> <td>→</td> <td>0,77</td> <td>→</td> <td>0,76</td> </tr> </table> | | | | | $d/h_{\ddot{u}}$ | → | 0,75 | → | 1,00 | → | 1,50 | → | 2,00 | → | 2,50 | → | 3,00 | e | → | 1,00 | → | 0,88 | → | 0,82 | → | 0,79 | → | 0,77 | → | 0,76 |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | → | 0,75 | → | 1,00 | → | 1,50 | → | 2,00 | → | 2,50 | → | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| e | → | 1,00 | → | 0,88 | → | 0,82 | → | 0,79 | → | 0,77 | → | 0,76 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | = | 0,54 | → | e | = | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| μ_{neu} | = | | | $e \cdot \mu_{\text{alt}}$ | = | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| neue $h_{\ddot{u}}$ Berechnung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu_{\text{neu}} \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h_{\ddot{u}\text{-neu}}$ | = | 0,28 | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|------------|---|------------------------|
| 3. Bemessung Leichtflüssigkeitsanscheider | | | |
| 3.1. Dimensionierung einer 6-eckigen Tauchwand | | | |
| Q_b | = | 0,860 | m³/s |
| Q_{drossel} | = | $\text{Verkehrsfläche} \cdot \text{Abflussbeiwert Außengebiet} \cdot r_{15n=1}$ | |
| Q_{drossel} | = | 0,183 | m³/s |
| $v_{\text{gew.}}$ | = | 0,05 | m/s |
| $A_{\text{Anströmfläche}} = A_{\text{Schacht}} + Q_{\text{max}} / v$ | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}} = (3,14 \cdot R_a^2) + (Q_b / v)$ | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}}$ | = | 19,75 | m² |
| 3.2. Seitenlänge des Sechsecks | | | |
| $A_{\text{Sechseck}} = 1,5 \cdot a^2 \cdot \sqrt{3}$ | | | |
| $a = (A_{\text{Anströmfläche}} / (1,5 \cdot \sqrt{3}))^{0,5}$ | | | |
| a | = | 2,76 | m |
| gew.: Seitenlänge Sechseck | a = | 3,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |
| 3.3. Mindestwasserstand | | | |
| Nachweis für den Drosselabfluss | | | |
| $h = A_{\text{min}} / U_{\text{Tauch}}$ | | | |
| $h = (Q_{\text{Drossel}} / 0,05) / (6 \cdot a)$ | | | |
| h_1 | = | 0,20 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| Nachweis für den Überlauf | | | |
| $h = (Q_B / 0,05) / (6 \cdot a)$ | | | |
| h_2 | = | 0,96 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| gew.: Dauerstau | h = | 2,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |
| 3.4. Einbau einer schwimmenden Fertigteil-Tauchwand | | | |
| (z.B.: Hydro-Technik Lübeck) | | | |
| gew.: Schwimmende Tauchwand Typ IV A | | | |
| Gesamthöhe :- | | 0,70 | m |
| Eintauchtiefe :- | | 0,45 | m |
| Durchmesser :- | | 0,20 | m |



Schwimmende Tauchwand (Fertigteil)

4. Bemessung der Drosselöffnungen

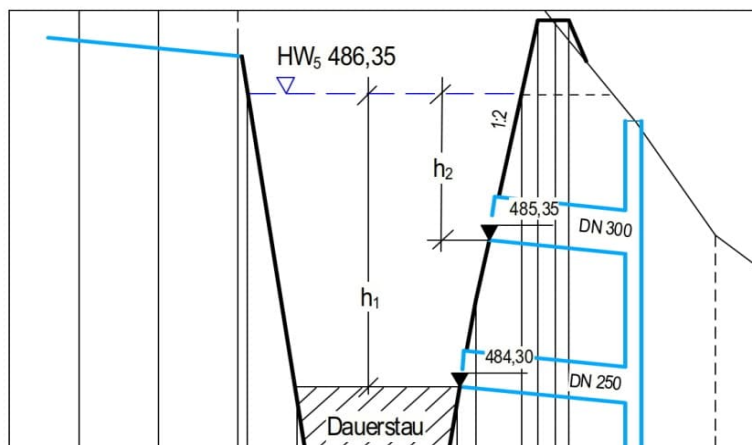
Ausgehend von dem oben gewählten mittleren Drosselabfluss werden die einzelnen Abflussmengen bzw. Drosselöffnungen wie folgt auf die untere Drossel (Grunddrossel) und die obere Drossel (Hauptdrossel) verteilt:

| | | | | |
|----------------|---|-----|-----|----------------|
| Q_{dr} | = | 100 | l/s | (gesamt) |
| $Q_{dr,unten}$ | = | 40 | l/s | (Grunddrossel) |
| $Q_{dr,oben}$ | = | 60 | l/s | (Hauptdrossel) |

| | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|
| a/b | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| μ | 0,67 | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,44 |

Ausflusswerte für scharfkantige Öffnungen

$$Q = \mu \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$$



Drosselöffnungen RRB V (Systemschnitt)

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|---------------|
| Drosselabfluss Q_{unten} | = | 40 | l/s | Drossel-unten |
| Druckhöhe h_1 | = | 2,05 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,011 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,118 | m | |

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|--------------|
| Drosselabfluss Q_{oben} | = | 60 | l/s | Drossel-oben |
| Druckhöhe h_2 | = | 1,00 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,023 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,172 | m | |

Anhang 4.5a

Dimensionierung RRB V mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken V mit Retentionsbodenfilteranlage

Lage: westlich der A 1 bei Bau-km 11+950

Kurzbeschreibung

Die gesamte Regenwasserbehandlungsanlage besteht aus drei Anlageteilen:

- ein Geschiebeschacht (mit Dauerstau) als Vorstufe zum Grobstoffrückhalt mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten
- das Retentionsbodenfilterbecken (RBF) zum Feststoffrückhalt von abfiltrierbaren Feinstoffen mit Korngrößen 0,45 µm - 63 µm (AFS63)
- das Regenrückhaltebecken RRB (mit Dauerstaukammer, H = 2,00 m) zur Gewährleistung der hydraulischen Anforderungen

Der Geschiebeschacht wird als rechteckiges Betonbauwerk ausgeführt. Hier werden in der Vorstufe anfallende mineralische Grobstoffe (Kies, Sand) aus dem Straßenabfluss zurückgehalten. Eine feste Tauchwand im Schacht, die in den Dauerstau hineinragt, bildet den Auffangraum für Leichtflüssigkeiten. Der Auffangraum ist für eine Größe von 30 m³ ausgelegt.

Das RBF wird als Erdbecken hergestellt. Die Böschungsneigungen liegen bei 1:1,5. Die Mächtigkeit des Filterkörpers beträgt mind. 1,10 m. Der Filterkörper wird mit einer Filtervegetation (Schilf) angepflanzt.

Unterhalb des Filterkörpers wird das gereinigte Straßenwasser über Drainsauger und Drainsammler abgeleitet und dem nachgeschalteten RRB zugeführt.

Die Ausführung des RRB erfolgt als Nassbecken mit Dauerstau in Betonbauweise. Die Dauerstaukammer im RRB puffert evtl. anfallende Tausalz-Spitzenbelastungen ab. Die Angleichung des Beckens an das angrenzende Gelände erfolgt im Erdbau mit Böschungsneigungen von 1:1,5.

Zwischen RBF und RRB werden ein Ablaufbauwerk mit Drosselorgan sowie nachfolgend ein Fallschacht mit Stauplatte angeordnet.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnung versehene Rohrleitung erreicht. Die weitere Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 400. Die Rohrleitung mündet in einem neu herzustellenden Wegeseitengraben, der mit wasserundurchlässigen Querriegeln ergänzt wird. Vor Einleitung in den Vorfluter wird ein vorhandenes temporäres Seitengewässer ebenfalls mit Querriegeln ergänzt. Vor der Einleitstelle E 5 am Grünbach erfolgt ein breitflächiger Auslauf ins Gelände.

Notüberlaufschwelen entlasten das RBF und das RRB bei Überschreitung der Bemessungsgenereignisse in den neu herzustellenden Wegeseitengraben.

Die gesamte Beckenanlage wird eingezäunt und mit Toranlagen für den Betriebsdienst ausgestattet. Die Wartungswege für die Beckenanlagen werden an einen vorhandenen Wirtschaftsweg angebunden.

Bemessung Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A - 178)

Berechnungsgrundlagen

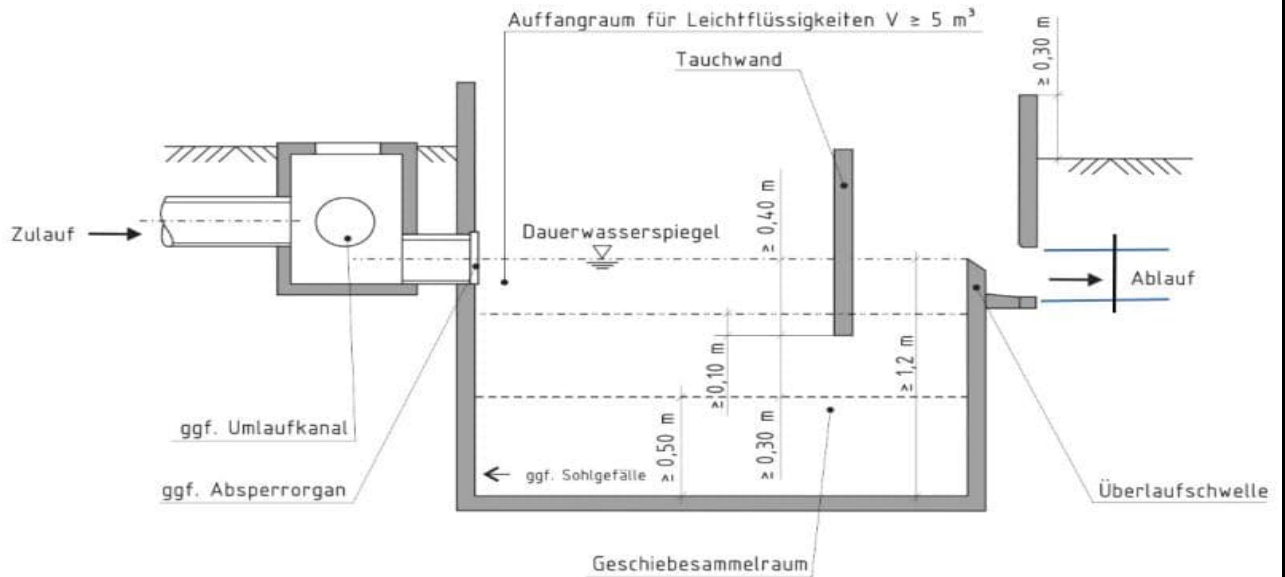
| | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Regenspende nach KOSTRA-DWD 2010R | | $r_{15,1}$ | = | 108,90 l/(s*ha) | | | |
| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahnflächen + Mittelstreifen | Bankett + Böschung + Mulden | | Grünflächen + Außengebiete | | | |
| | [ha] | [ha] | | [ha] | | | |
| EW 5-1 | 4,096 | 4,167 | | 0,441 | | | |
| bis | 0,471 | | | | | | |
| EW 5-13 | | | | | | | |
| Einzugsgebiet gesamt | 4,567 | 4,167 | | 0,441 | | | |
| Abflussbeiwert Bankett, Böschungen, Mulden | | | | | | | |
| $\Psi_{m,nb} = (r_{15,1} * Z_{Fels} - q_s) / (r_{15,1} * Z_{Fels})$ | | | | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>mit $Z_{Fels} =$ 5,0 %</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>mit $r_{15,1} =$ 108,9 l/(s*ha)</p> <p>mit $q_s =$ 100,0 l/(s*ha)</p> <p>= 1,050</p> <p>$\Psi_{m,nb} =$ 0,13</p> </div> </div> | | | | | | | |
| Summe Straßen- fläche | Abfluß- beiwert Straße | Summe Böschung | Abfluß- beiwert Böschung | Summe Außen- gebiet | Abfluß- beiwert Außeng. | Einzugsgebiet A_E Gesamt | A_U Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 4,567 | 0,90 | 4,167 | 0,13 | 0,441 | 0,11 | 9,175 | 4,682 |

1. Bemessung der Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A 178)

1.1 Vorstufe Straßenentwässerung: Geschiebeschacht

Als Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage wird ein Geschiebeschacht zum Grobstoffrückhalt gewählt. Zum Schutz gegen Havarien werden Leichtflüssigkeiten in einem Auffangraum zurückgehalten.



Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich (gemäß REwS 2021 Kapitel 8.4.4).

2. Bemessung Retentionsbodenfilterbecken

(Bemessung nach DWA-A - 178 und DWA-A - 117)

Retentionsbodenfilter zur Rückhaltung von ASF63

2.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | |
|---|----------|-------------------------------------|
| Σ aller bef., angeschl. Flächen eines Einzugsgebietes $A_{E,b,a}$ | = | 4,57 ha |
| → A_F [ha] | = | 100 m ² / ha $A_{E,b,a}$ |
| Größe der Beckenfiltersohle A_F (ohne Böschungen) | = | 457 m ² |
| Drosselabflussspende $q_{dr,RBF}$ | = | 0,05 l/(s*m ²) |
| Bemessung des Drosselabflusses Q_{dr} bzw. $Q_{ab} = A_F * q_{dr,RBF}$ | = | 22,8 l/s |
| Versickerrate für die Bemessung des Bodenfilters k_f | = | 0,0001 m/s |
| Bemessung der Versickerungsrate $Q_S = A_F * k_f / 2$ | | 22,8 l/s |

| | | | |
|--|-------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | 1,769 km |
| | | Höhe = | 0,026 km |
| | | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,49 Std |
| | | $t_c =$ | 29,4 Minuten |
| Bedingung : $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt | | | |
| Überschreitungshäufigkeit | 1,0 a | = | $n = 1,00$ 1/a |

2.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{dr,r,u}$ | = | $(Q_{dr} - Q_{t24}) / A_{E,b,a}$ | = | 5,00 l/(s*ha) |

2.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{dr,r,u}^3 +$ $(1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{dr,r,u}^2 +$ $(1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{dr,r,u} =$ | 0,962872420368 | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134) =$ | 0,962872420368 | | | | | | | | |
| $f_{z\text{ gew.}}$ | = | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">gering</td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">mittel</td> <td style="text-align: center;">1,15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">hoch</td> <td style="text-align: center;">1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

2.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | | mit n [a] = 1,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 166,65 | 5,00 | 46,69 |
| 10 | 0,17 | 131,65 | 5,00 | 73,17 |
| 15 | 0,25 | 108,90 | 5,00 | 90,04 |
| 20 | 0,33 | 92,50 | 5,00 | 101,10 |
| 30 | 0,50 | 71,65 | 5,00 | 115,52 |
| 45 | 0,75 | 53,50 | 5,00 | 126,09 |
| 60 | 1 | 42,65 | 5,00 | 130,51 |
| 90 | 1,5 | 31,60 | 5,00 | 138,31 |
| 120 | 2 | 25,60 | 5,00 | 142,81 |
| 180 | 3 | 18,90 | 5,00 | 144,55 |
| 240 | 4 | 15,25 | 5,00 | 142,12 |
| 360 | 6 | 11,30 | 5,00 | 131,03 |
| 540 | 9 | 8,40 | 5,00 | 106,07 |
| 720 | 12 | 6,75 | 5,00 | 72,79 |
| 1080 | 18 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| 1440 | 24 | 4,05 | 5,00 | -79,03 |
| 2880 | 48 | 2,55 | 5,00 | -407,64 |
| 4320 | 72 | 1,95 | 5,00 | -761,21 |

| | | | | | |
|---|---------|--|------------------|---|----------------------------|
| $V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_{E,b,a} =$ | 144,5 | * | 4,57 | = | 660,1 m³ |
| $V_{\text{gew.}}$ | | | V_{RBF} | = | 670,0 m³ |
| Entleerungszeit: | $t_E =$ | $V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{\text{dr}})$ | | = | 8,15 h |
| Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist | | | | | erfüllt |
| grobe Abschätzung der Einstauhöhe | | | | = | 1,47 m |
| Forderung: Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{\text{RR}} \geq 0,5 \text{ m}$ | | | | | erfüllt |

Geplanter Filteraufbau:

Da das Filtermaterial bei Retentionsbodenfilterbecken verschiedene Anforderungen erfüllen muss, zum Beispiel im Hinblick auf Durchlässigkeit, Filterstabilität und Reinigungsleistung kann das später gewählte Material von dem zurzeit empfohlenen abweichen, da in diesem Bereich derzeit weiter geforscht wird. Zu empfehlen ist aktuell folgender Aufbau:

Filtermaterial gemäß DIN EN 12620, TL GesteinStB 04/07 der Korngruppe 0/2 mm G_F85, f₃: Sand 0/2 mm, Überkornanteil ≤ 15%, Feinanteil (< 0,063 mm) ≤ 3%; Carbonatgehalt ≥ 20%

Gesamthöhe: ca. 1,10 m, einzustellender Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

5 cm Kalksplitt 2/5
 80 cm Filtermaterial 0/2
 25 cm Filterkies 2/8 (10 cm über Sickerrohr)
 DN 150 Teilsickerrohr auf Geotextil (geschlitzte Rohrseite nach unten)

Geotextil 400 g/m²

2mm HD-PE Folie beidseitig glatt

Geotextil 800 g/m²

3. Bemessung erf. Rückhaltevolumen

(Bemessung nach DWA-A - 117)

Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer

Zur Erreichung einer gewässerverträglichen Abflussretention, sowie zur Reduzierung der Einleitungsmenge gemäß der Betrachtung nach BWK M3 wird ein Rückhaltebecken dem Filterbecken nachgeschaltet.

Zur Verminderung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von **2,00** m Tiefe vorgesehen.

3.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | | | |
|---|---|--|---|-----------------------|
| $Q_{\text{Zulauf}} = Q_b$ | = | $r_{15,1} \cdot A_U$ | = | 509,8 l/s |
| Q_{dr} | = | $(A_{\text{Straße}} + A_{\text{Böschung}}) \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 104,62 l/s |
| Vergleichswert Q_{dr} | = | $A_E \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 109,91 l/s |
| Drosselabfluss in den Vorfluter $Q_{\text{Dr,RRB}}$ | | | | gew. 104,0 l/s |

| | | |
|------------------------------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | mit Länge = | 1,769 km |
| | Höhe = | 0,026 km |
| | $t_c = 0,06222 \cdot (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,49 Std |
| | $t_c =$ | 29,4 Minuten |

Bedingung :
 $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? nicht erfüllt

| | | | | |
|---------------------------|---------------|---|-----|-----------------|
| Überschreitungshäufigkeit | 50,0 a | = | n = | 0,02 1/a |
|---------------------------|---------------|---|-----|-----------------|

3.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|----------------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{\text{Dr,R,u,RRB}}$ | = | $(Q_{\text{Dr,RRB}} - Q_{t24}) / A_U$ | = | 22,2 l/(s*ha) |

3.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} \cdot t_c^3 - 8 \cdot 10^{-9} \cdot t_c^2 + 10^{-8} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^3 +$ $(1,6 \cdot 10^{-8} \cdot t_c^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^2 +$ $(1,8 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_c^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}} =$ | 0,743344032884 | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134) =$ | 0,897628147708 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">gering</td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">mittel</td> <td style="text-align: center;">1,15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">hoch</td> <td style="text-align: center;">1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

3.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,U,RRB}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | $q_{dr,r,u,RRB}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|------------------|--|
| | | mit n [a] = 50,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 450,00 | 22,2 | 115,20 |
| 10 | 0,17 | 333,35 | 22,2 | 167,57 |
| 15 | 0,25 | 274,45 | 22,2 | 203,77 |
| 20 | 0,33 | 236,25 | 22,2 | 230,55 |
| 30 | 0,50 | 189,45 | 22,2 | 270,21 |
| 45 | 0,75 | 150,00 | 22,2 | 309,70 |
| 60 | 1 | 126,55 | 22,2 | 337,16 |
| 90 | 1,5 | 89,80 | 22,2 | 327,60 |
| 120 | 2 | 70,40 | 22,2 | 311,42 |
| 180 | 3 | 50,05 | 22,2 | 269,85 |
| 240 | 4 | 39,30 | 22,2 | 220,84 |
| 360 | 6 | 27,95 | 22,2 | 111,20 |
| 540 | 9 | 19,95 | 22,2 | -65,87 |
| 720 | 12 | 15,70 | 22,2 | -252,63 |
| 1080 | 18 | 11,20 | 22,2 | -640,69 |
| 1440 | 24 | 8,80 | 22,2 | -1040,38 |
| 2880 | 48 | 5,00 | 22,2 | -2670,18 |
| 4320 | 72 | 3,65 | 22,2 | -4319,37 |

$V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_U = 337,2 * 4,68 = 1.578,4 \text{ m}^3$
 $V_{\text{gew.}} = 1.601,0 \text{ m}^3$
Entleerungszeit: $t_E = V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{Dr,RRB}) = 4,28 \text{ h}$
Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist erfüllt

~~Anhang 4.6~~

~~Dimensionierung RRB VI~~

wird ersetzt durch

Anhang 4.6a

Dimensionierung RRB VI mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken VI

Lage: östlich der A 1 bei Bau-km 13+650

Kurzbeschreibung :

Das Regenrückhaltebecken wird als zweistufige Anlage, bestehend aus einem abgedichteten Absetzbecken im Dauerstau, sowie einem Leichtflüssigkeitsabscheider in Form einer schwimmenden Tauchwand und dem eigentlichen RRB mit Dauerstau ($h = 2,0$ m), erstellt.

Der Überlaufschacht aus dem Absetzbecken in das RRB wird als Fallschacht ausgebildet, um den Höhenunterschied in dem leicht nach Norden geneigten Gelände zu überwinden. Durch Böschungsneigungen von $1 : 1,5$ bis $1 : 2$ wird das RRB gut in die Landschaft eingefügt.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnungen versehene Rohrleitungen erreicht. Die Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und Rohrleitung DN 400 bis in ein wiesengeländeoberhalb des Pützerbaches.

Hier erfolgt ein breiflächiger Auslauf ins Gelände. Durch einen langgezogenen Querriegel wird der Abfluss weiter vermindert und eine Versickerung unterstützt.

Zur Vermeidung der anfallenden Tausalz-Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von 2,0 m vorgesehen. Das Staubecken wird in Beton ausgeführt.

Eine Notüberlaufschwelle entlastet das RRB bei Überschreitung des Bemessungsregens in das Seitengewässer.

Die gesamte Beckenanlage wird aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Die Wege für die Becken werden rückwärtig an das neue Wirtschaftswegenetz angebunden.

| 1. Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens | | | |
|--|--|-------------------------------|------------------------------|
| 1.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| KOSTRA DWD 2000 | | $f_{15,R=0,2}$ | = 181,0 l/s*ha |
| Niederschlagsgebiet | Fahrbahnen- flächen + Mittelstreifen | Bankett Böschung Mulden | Grünflächen, Außengebiete |
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW-6-1 - EW-6-5 | 5,240 | 5,892 | 5,752 |
| | 0,471 | | |
| | 0,620 | | |
| | 0,155 | | |
| Gesamt | 6,486 | 5,892 | 5,752 |

| | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| Summe Straßenfläche | Abflußbeiwert Straße | Summe Böschung | Abflußbeiwert Böschung | Summe Außengebiet | Abflußbeiwert Außeng. | Ae Gesamt | A-u Gesamt |
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 6,486 | 0,90 | 5,892 | 0,14 | 5,752 | 0,11 | 18,130 | 7,314 |
| Q_{dr} | | = $(-8,175 + 3,962) * 111,1 * 0,14$ | | | | = 151,27 | |
| gew.: | Drosselabfluß | Q_{dr} (-Q _{ab}) | (l/s) | = | gew.: | 150,0 | |
| | Rechnerische Fließzeit | t _E | mit | L _(km) | 1,730 | | |
| | | t _E | (min.) | h _(km) | 0,400 | | |
| | Überschreitungshäufigkeit | n | | J | 0,234 | | 10,0 |
| | | | | = | | | 0,2 |

1.2. Ermittlung der Drosselabflußspenden

$$(q_{dr,kr,u} = Q_{dr} / A_u) \quad q_{dr,kr,u} \quad (l/s*ha) \quad = \quad \boxed{20,5}$$

1.3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A

| | | |
|--------------------------|---|--------------|
| f ₁ | = | 0,9594072397 |
| f _A | = | 0,9813032980 |
| f _Z (gewählt) | = | 1,00 |

1.4. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{Dn} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06 \quad [m^3/ha]$$

| Dauerstufe D | Zugehörige Regenspende f _{n=0,2} | Drosselabflußspende q _{dr,r,u} | spezifisches Speichervolumen V _{S,U} |
|--------------|---|---|---|
| [min] | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [m ³ /ha] |
| 5 | 299,4 | 20,5 | 82,4 |
| 15 | 181,0 | 20,5 | 141,7 |
| 30 | 120,4 | 20,5 | 176,4 |
| 45 | 92,2 | 20,5 | 189,9 |
| 60 | 75,6 | 20,5 | 194,6 |
| 90 | 54,8 | 20,5 | 181,7 |

| | | | | | | |
|---|------------------|--|-----------------|------|---------|----------------|
| V_{erf.} = V_{S,U} * A_U = | 194,6 | * | 7,31 | = | 1.422,7 | m ³ |
| V_{gew.} = | | | | = | 1.475,0 | m ³ |
| Entleerungszeit :- | t _E = | V _{verh} / (3,6 * Q _{ab}) | = | 2,73 | h | |

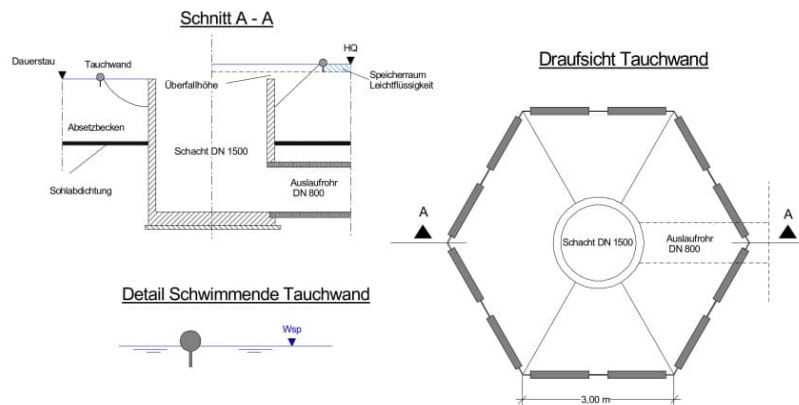
| | | | |
|---|---------|----------------------------|------------------------|
| 2. Bemessung der Abscheideanlage (die Bemessung erfolgt nach RiStWag 23002-Pkt. 8.4.3) | | | |
| 2.1. Berechnungsgrundlagen | | | |
| Q_b | = | $A_u \cdot f_{15,n=1}$ | |
| A_u | = | 7,311 | ha |
| $f_{15,n=1}$ | = | 181 | l/s |
| Q_b | = | 1,323 | m³/s |
| 2.3 Erforderliche Oberfläche Abscheideraum an Tauchwand | | | |
| O_{eff} | = | Q_b / v_s | |
| v_s | = | 0,0025 | m/s |
| O_{eff} | = | 529,3 | m² |
| gew. O_{eff} | = | 355,0 | m² |
| (anlog zu RRB I) | | | |
| 2.4 Speicherhöhe Leichtflüssigkeiten | | | |
| Auffangraum V (gewählt) | = | 30 | m³ |
| h_{Lf} | = | V / O_{eff} | m³/m² |
| h_{Lf} | = | 0,08 | m |
| 2.5 Berechnung der Überfallhöhe $h_{\ddot{u}}$ (Vollkommener Überfall; Scharfkantiges Wehr; belüfteter Strahl) | | | |
| Überfallschacht DN | = | 1500 | mm |
| Wandstärke d | = | 0,15 | m |
| Innenradius R_i | = | 0,75 | m |
| Außenradius R_a | = | 0,90 | m |
| Umfang U | = | $2 \cdot \pi \cdot R_i$ | |
| Umfang U | = | 4,71 | m |
| Max. möglicher Zufluss zum Überfall durch Zulauf Vollfüllung Auslaufrohr DN 800, I = 1,0 % | | | |
| $Q_{\ddot{u}}$ | = | 1309 | l/s |
| Überfallbeiwert gew.: | $\mu =$ | 0,64 | |
| $Q_{\ddot{u}} = 2/3 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2}$ $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | |
| $h_{\ddot{u}}$ | = | 0,28 | m |
| $d/h_{\ddot{u}} \rightarrow 0,75 \rightarrow 1,00 \rightarrow 1,50 \rightarrow 2,00 \rightarrow 2,50 \rightarrow 3,00$ $e \rightarrow 1,00 \rightarrow 0,88 \rightarrow 0,82 \rightarrow 0,79 \rightarrow 0,77 \rightarrow 0,76$ | | | |
| $d/h_{\ddot{u}}$ | = | 0,54 | $\rightarrow e = 1,00$ |
| μ_{neu} | = | $e \cdot \mu_{\text{alt}}$ | = 0,64 |
| neue $h_{\ddot{u}}$ Berechnung $h_{\ddot{u}} = [(3 \cdot Q_{\ddot{u}}) / (2 \cdot \mu_{\text{neu}} \cdot U \cdot (2 \cdot g)^{0,5})]^{2/3}$ | | | |
| $h_{\ddot{u}, \text{neu}}$ | = | 0,28 | m |

| | | | |
|--|---|---|-------------------|
| 3. Bemessung Leichtflüssigkeitsanscheider | | | |
| 3.1. Dimensionierung einer 6-eckigen Tauchwand | | | |
| Q_b | = | 1,323 | m ³ /s |
| Q_{drossel} | = | Verkehrsfläche * Abflussbeiwert Außengebiet * $f_{15n=1}$ | |
| Q_{drossel} | = | 0,361 | m ³ /s |
| $v_{\text{gew.}}$ | = | 0,05 | m/s |
| $A_{\text{Anströmfläche}} = A_{\text{Schacht}} + Q_{\text{max}} / v$ | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}} = (3,14 * R_a^2) + (Q_b / v)$ | | | |
| $A_{\text{Anströmfläche}}$ | = | 29,01 | m ² |

| | | | |
|---|------------|-------------|----------|
| 3.2. Seitenlänge des Sechsecks | | | |
| $A_{\text{Sechseck}} = 1,5 * a^2 * \sqrt{3}$ | | | |
| $a = (A_{\text{Anströmfläche}} / (1,5 * \sqrt{3}))^{0,5}$ | | | |
| a | = | 3,34 | m |
| gew.: Seitenlänge Sechseck | a = | 3,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |

| | | | |
|---|------------|-------------|----------|
| 3.3. Mindestwasserstand | | | |
| Nachweis für den Drosselabfluss | | | |
| $h = A_{\text{min}} / U_{\text{Tauch}}$ | | | |
| $h = (Q_{\text{Drossel}} / 0,05) / (6 * a)$ | | | |
| h_1 | = | 0,40 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| Nachweis für den Überlauf | | | |
| $h = (Q_B / 0,05) / (6 * a)$ | | | |
| h_2 | = | 1,47 | m |
| — (zsl. Tauchtiefe der Wand) | | | |
| gew.: Dauerstau | h = | 2,00 | m |
| (analog zu RRB I) | | | |

| | | | |
|--|--|-------------|----------|
| 3.4. Einbau einer schwimmenden Fertigteil-Tauchwand | | | |
| (z.B.: Hydro-Technik Lübeck) | | | |
| gew.: Schwimmende Tauchwand Typ IV A | | | |
| Gesamthöhe :- | | 0,70 | m |
| Eintauchtiefe :- | | 0,45 | m |
| Durchmesser :- | | 0,20 | m |



Schwimmende Tauchwand (Fertigteil)

4. Bemessung der Drosselöffnungen

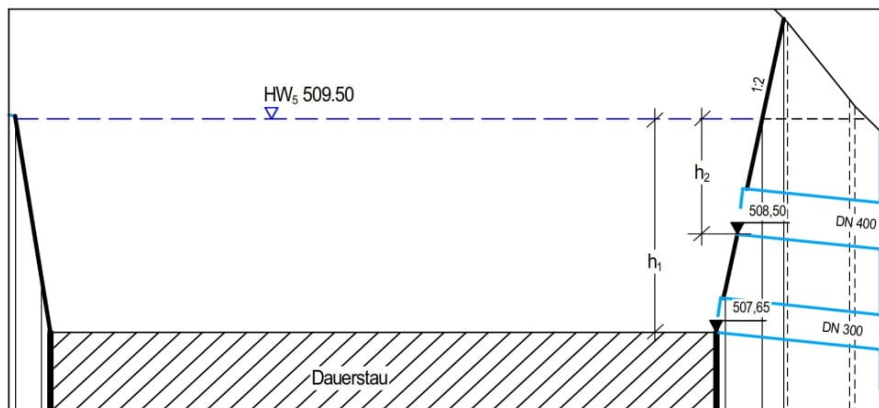
Ausgehend von dem oben gewählten mittleren Drosselabfluss werden die einzelnen Abflussmengen bzw. Drosselöffnungen wie folgt auf die untere Drossel (Grunddrossel) und die obere Drossel (Hauptdrossel) verteilt:

| | | | | |
|----------------|---|-----|-----|----------------|
| Q_{dr} | = | 150 | l/s | (gesamt) |
| $Q_{dr,unten}$ | = | 50 | l/s | (Grunddrossel) |
| $Q_{dr,oben}$ | = | 100 | l/s | (Hauptdrossel) |

| | | | | | |
|-------|------|------|------|--------|--------|
| a/b | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| μ | 0,67 | 0,64 | 0,58 | —0,50— | —0,44— |

Ausflusswerte für scharfkantige Öffnungen

$$Q = \mu \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0,5}$$



Drosselöffnungen RRB VI (Systemschnitt)

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|---------------|
| Drosselabfluss Q_{unten} | = | 50 | l/s | Drossel-unten |
| Druckhöhe h_u | = | 1,85 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,014 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,135 | m | |

| | | | | |
|--|---|-----------------|----------------------|--------------|
| Drosselabfluss Q_{oben} | = | 100 | l/s | Drossel-oben |
| Druckhöhe h_u | = | 1,00 | m | |
| Abflussbeiwert μ | = | 0,58 | --- | |
| erf. Durchflussquerschnitt A | = | 0,039 | m² | |
| erf. Drosseldurchmesser D | = | 0,223 | m | |

Anhang 4.6a

Dimensionierung RRB VI mit RBF-Anlage

Dimensionierung Regenrückhaltebecken VI mit Retentionsbodenfilteranlage

Lage: östlich der A 1 bei Bau-km 13+650

Kurzbeschreibung

Die gesamte Regenwasserbehandlungsanlage besteht aus drei Anlageteilen:

- ein Geschiebeschacht (mit Dauerstau) als Vorstufe zum Grobstoffrückhalt mit Auffangraum für Leichtflüssigkeiten
- das Retentionsbodenfilterbecken (RBFB) zum Feststoffrückhalt von abfiltrierbaren Feinstoffen mit Korngrößen 0,45 µm - 63 µm (AFS63)
- das Regenrückhaltebecken RRB (mit Dauerstaukammer, H = 2,00 m) zur Gewährleistung der hydraulischen Anforderungen

Der Geschiebeschacht wird als rechteckiges Betonbauwerk ausgeführt. Hier werden in der Vorstufe anfallende mineralische Grobstoffe (Kies, Sand) aus dem Straßenabfluss zurückgehalten. Eine feste Tauchwand im Schacht, die in den Dauerstau hineinragt, bildet den Auffangraum für Leichtflüssigkeiten. Der Auffangraum ist für eine Größe von 30 m³ ausgelegt.

Das RBFB wird als Erdbecken hergestellt. Die Böschungsneigungen liegen bei 1:1,5. Die Mächtigkeit des Filterkörpers beträgt mind. 1,10 m. Der Filterkörper wird mit einer Filtervegetation (Schilf) angepflanzt.

Unterhalb des Filterkörpers wird das gereinigte Straßenwasser über Drainsauger und Drainsammler abgeleitet und dem nachgeschalteten RRB zugeführt.

Die Ausführung des RRB erfolgt als Nassbecken mit Dauerstau in Betonbauweise. Die Dauerstaukammer im RRB puffert evtl. anfallende Tausalz-Spitzenbelastungen ab. Zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit in der Dauerstaukammer werden 2 Trennwände mit Durchflussöffnungen angeordnet. Die Angleichung des Beckens an das angrenzende Gelände erfolgt im Erdbau mit Böschungsneigungen von 1:1,5.

Zwischen RBFB und RRB wird ein Ablaufbauwerk mit Drosselorgan angeordnet.

Der gepufferte Abfluss aus dem RRB wird durch zwei übereinanderliegende und mit Drosselöffnung versehene Rohrleitung erreicht. Die weitere Ableitung erfolgt durch die Zusammenführung der beiden Abflüsse in einen nachgeschalteten Kontrollschacht mit Absperrschieber (Havariefall) und einer Rohrleitung DN 400. Der Auslauf entwässert breitflächig vor einem wasserundurchlässigen Querriegel, der den Abfluss weiter vermindert und eine Versickerung unterstützt. Anschließend erfolgt die weitere Ableitung in einem neu herzustellenden Wegeseitengraben, der im Unterlauf mit wasserundurchlässigen Querriegeln ergänzt wird. Vor Einleitung an der Einleitstelle E 6 am Mündungsbereich des Pützertbaches in den Grünbach erfolgt ein breitflächiger Auslauf ins Gelände.

Notüberlaufschwelen entlasten das RBFB und das RRB bei Überschreitung der Bemessungsgenereignisse vor o. g. wasserundurchlässigen Querriegel.

Die gesamte Beckenanlage wird eingezäunt und mit Toranlagen für den Betriebsdienst ausgestattet. Die Wartungswege für die Beckenanlagen werden an einen vorhandenen Wirtschaftsweg angebunden.

Bemessung Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A - 178)

Berechnungsgrundlagen

Regenspende nach KOSTRA-DWD 2010R $r_{15,1}$ = **108,90 l/(s*ha)**

| Nieder- schlags- gebiet | Fahrbahnflächen + Mittelstreifen | Bankett + Böschung + Mulden | Grünflächen + Außengebiete |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | [ha] | [ha] | [ha] |
| EW 6-1 | 5,240 | 5,892 | 5,752 |
| bis | 0,471 | | |
| EW 6-5 | 0,620 | | |
| | 0,155 | | |
| Einzugsgebiet gesamt | 6,486 | 5,892 | 5,752 |

Abflussbeiwert Bankett, Böschungen, Mulden

$$\Psi_{m,nb} = (r_{15,1} * Z_{Fels} - qs) / (r_{15,1} * Z_{Fels})$$

mit $r_{15,1}$ = 108,9 l/(s*ha)
mit qs = 100,0 l/(s*ha)
= 1,050
 $\Psi_{m,nb}$ = 0,13

mit Z_{Fels} = **5,0** %

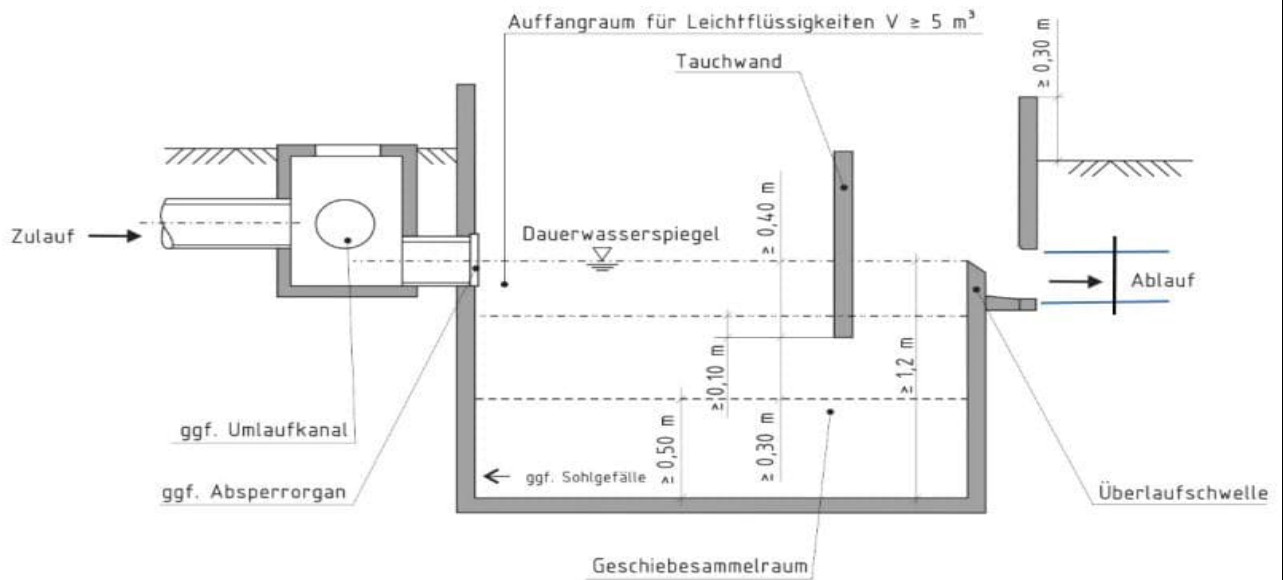
| Summe Straßen- fläche | Abfluß- beiwert Straße | Summe Böschung | Abfluß- beiwert Böschung | Summe Außen- gebiet | Abfluß- beiwert Außeng. | Einzugsgebiet A_E Gesamt | A_U Gesamt |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | ψ | [ha] | [ha] |
| 6,486 | 0,90 | 5,892 | 0,13 | 5,752 | 0,11 | 18,130 | 7,209 |

1. Bemessung der Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage

(Bemessung nach DWA-A 178)

1.1 Vorstufe Straßenentwässerung: Geschiebeschacht

Als Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage wird ein Geschiebeschacht zum Grobstoffrückhalt gewählt. Zum Schutz gegen Havarien werden Leichtflüssigkeiten in einem Auffangraum zurückgehalten.



Eine über die vorgegebenen Mindestabmessungen hinausgehende hydraulische Bemessung ist bei Geschiebeschächten nicht erforderlich (gemäß REwS 2021 Kapitel 8.4.4).

2. Bemessung Retentionsbodenfilterbecken

(Bemessung nach DWA-A - 178 und DWA-A - 117)

Retentionsbodenfilter zur Rückhaltung von ASF63

2.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | |
|---|----------|-------------------------------------|
| Σ aller bef., angeschl. Flächen eines Einzugsgebietes $A_{E,b,a}$ | = | 6,49 ha |
| → A_F [ha] | = | 100 m ² / ha $A_{E,b,a}$ |
| Größe der Beckenfiltersohle A_F (ohne Böschungen) | = | 649 m ² |
| Drosselabflussspende $q_{dr,RBF}$ | = | 0,05 l/(s*m ²) |
| Bemessung des Drosselabflusses Q_{dr} bzw. $Q_{ab} = A_F * q_{dr,RBF}$ | = | 32,4 l/s |
| Versickerrate für die Bemessung des Bodenfilters k_f | = | 0,0001 m/s |
| Bemessung der Versickerungsrate $Q_S = A_F * k_f / 2$ | | 32,4 l/s |

| | | | |
|--|-------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | | mit Länge = | 1,730 km |
| | | Höhe = | 0,400 km |
| | | $t_c = 0,06222 * (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,17 Std |
| | | $t_c =$ | 10,0 Minuten |
| Bedingung : $A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? erfüllt | | | |
| Überschreitungshäufigkeit | 1,0 a | = | $n = 1,00$ 1/a |

2.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{dr,r,u}$ | = | $(Q_{dr} - Q_{t24}) / A_{E,b,a}$ | = | 5,00 l/(s*ha) |

2.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} * t_c^3 - 8 * 10^{-9} * t_c^2 + 10^{-8} * t_c) * q_{dr,r,u}^3 +$ $(1,6 * 10^{-8} * t_c^3 - 9,15 * 10^{-7} * t_c^2 + 1,14 * 10^{-6} * t_c) * q_{dr,r,u}^2 +$ $(1,8 * 10^{-7} * t_c^3 - 1,25 * 10^{-5} * t_c^2 + 1,56 * 10^{-5} * t_c) * q_{dr,r,u} =$ | 0,993896124232 | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134) =$ | 0,993896124232 | | | | | | | | |
| $f_{z\text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

2.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | | mit n [a] = 1,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 166,65 | 5,00 | 48,20 |
| 10 | 0,17 | 131,65 | 5,00 | 75,53 |
| 15 | 0,25 | 108,90 | 5,00 | 92,94 |
| 20 | 0,33 | 92,50 | 5,00 | 104,36 |
| 30 | 0,50 | 71,65 | 5,00 | 119,24 |
| 45 | 0,75 | 53,50 | 5,00 | 130,15 |
| 60 | 1 | 42,65 | 5,00 | 134,71 |
| 90 | 1,5 | 31,60 | 5,00 | 142,76 |
| 120 | 2 | 25,60 | 5,00 | 147,41 |
| 180 | 3 | 18,90 | 5,00 | 149,20 |
| 240 | 4 | 15,25 | 5,00 | 146,70 |
| 360 | 6 | 11,30 | 5,00 | 135,25 |
| 540 | 9 | 8,40 | 5,00 | 109,49 |
| 720 | 12 | 6,75 | 5,00 | 75,14 |
| 1080 | 18 | 5,00 | 5,00 | 0,00 |
| 1440 | 24 | 4,05 | 5,00 | -81,58 |
| 2880 | 48 | 2,55 | 5,00 | -420,78 |
| 4320 | 72 | 1,95 | 5,00 | -785,73 |

| | | | | | |
|--|---------|-------------------------------------|-----------|---|----------------------------|
| $V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_{E,b,a} =$ | 149,2 | * | 6,49 | = | 967,7 m³ |
| $V_{\text{gew.}}$ | | | V_{RBF} | = | 970,0 m³ |
| Entleerungszeit: | $t_E =$ | $V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{dr})$ | | = | 8,31 h |
| Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist | | | | | erfüllt |
| grobe Abschätzung der Einstauhöhe | | | | = | 1,50 m |
| Forderung: Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{RR} \geq 0,5$ m | | | | | erfüllt |

Geplanter Filteraufbau:

Da das Filtermaterial bei Retentionsbodenfilterbecken verschiedene Anforderungen erfüllen muss, zum Beispiel im Hinblick auf Durchlässigkeit, Filterstabilität und Reinigungsleistung kann das später gewählte Material von dem zurzeit empfohlenen abweichen, da in diesem Bereich derzeit weiter geforscht wird. Zu empfehlen ist aktuell folgender Aufbau:

Filtermaterial gemäß DIN EN 12620, TL GesteinStB 04/07 der Korngruppe 0/2 mm G_F85, f₃: Sand 0/2 mm, Überkornanteil ≤ 15%, Feinanteil (< 0,063 mm) ≤ 3%; Carbonatgehalt ≥ 20%

Gesamthöhe: ca. 1,10 m, einzustellender Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s

5 cm Kalksplitt 2/5
 80 cm Filtermaterial 0/2
 25 cm Filterkies 2/8 (10 cm über Sickerrohr)
 DN 150 Teilsickerrohr auf Geotextil (geschlitzte Rohrseite nach unten)

Geotextil 400 g/m²

2mm HD-PE Folie beidseitig glatt

Geotextil 800 g/m²

3. Bemessung erf. Rückhaltevolumen

(Bemessung nach DWA-A - 117)

Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer

Zur Erreichung einer gewässerverträglichen Abflussretention, sowie zur Reduzierung der Einleitungsmenge gemäß der Betrachtung nach BWK M3 wird ein Rückhaltebecken dem Filterbecken nachgeschaltet.

Zur Verminderung der anfallenden Tausalz Spitzenbelastung ist im Rückhaltebecken ein Dauerstau von **2,00** m Tiefe vorgesehen.

3.1 Ermittlung des Drosselabflusses

| | | | | |
|---|---|--|---|----------------------|
| $Q_{\text{Zulauf}} = Q_b$ | = | $r_{15,1} \cdot A_U$ | = | 785,1 l/s |
| Q_{dr} | = | $(A_{\text{Straße}} + A_{\text{Böschung}}) \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 148,28 l/s |
| Vergleichswert Q_{dr} | = | $A_E \cdot \psi_{\text{Außengebiet}} \cdot r_{15,1}$ | = | 217,18 l/s |
| Drosselabfluss in den Vorfluter $Q_{\text{Dr,RRB}}$ | | | | gew. 90,0 l/s |

| | | |
|------------------------------|---|---------------------|
| rechnerische Fließzeit t_c | mit Länge = | 1,730 km |
| | Höhe = | 0,400 km |
| | $t_c = 0,06222 \cdot (L / \sqrt{h/L})^{0,77} =$ | 0,17 Std |
| | $t_c =$ | 10,0 Minuten |

Bedingung :

$A_E < 200$ ha erfüllt oder $t_c < 15$ min ? erfüllt

Überschreitungshäufigkeit **50,0** a = n = **0,02 1/a**

3.2 Ermittlung der Drosselabflussspende

| | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------|
| Q_{t24} | = | Trockenwetterabfluss | = | 0,0 l/s |
| $q_{\text{Dr,R,u,RRB}}$ | = | $(Q_{\text{Dr,RRB}} - Q_{t24}) / A_U$ | = | 12,5 l/(s*ha) |

3.3 Ermittlung des Abminderungsfaktors f_a

| f_1 | = | $1 - (10^{-10} \cdot t_c^3 - 8 \cdot 10^{-9} \cdot t_c^2 + 10^{-8} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^3 +$ $(1,6 \cdot 10^{-8} \cdot t_c^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}}^2 +$ $(1,8 \cdot 10^{-7} \cdot t_c^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_c^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_c) \cdot q_{\text{dr,r,u,RRB}} =$ | 0,979746225859 | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|--------|------|--------|------|------|------|-------------|
| f_a | = | $(0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134) =$ | 0,991921417616 | | | | | | | | |
| $f_{z \text{ gew.}}$ | = | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Risikomaß</th> <th style="width: 50%;">Zuschlagsfaktor f_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gering</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> | Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | gering | 1,20 | mittel | 1,15 | hoch | 1,10 | 1,00 |
| Risikomaß | Zuschlagsfaktor f_z | | | | | | | | | | |
| gering | 1,20 | | | | | | | | | | |
| mittel | 1,15 | | | | | | | | | | |
| hoch | 1,10 | | | | | | | | | | |

gemäß REwS 2021 Kapitel 8.7.2.4:

"Bei außerörtlichen Straßen ist eine Erhöhung i.d.R. nicht erforderlich ($f_z = 1$)."

3.4 Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u,RRB}) * D * f_z * f_a * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

| Dauerstufe D | | zugehörige Regenspende r_n | $q_{dr,r,u,RRB}$ | spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$ |
|-----------------|-------|------------------------------------|------------------|--|
| | | mit n [a] = 50,0 | | |
| [min] | [h] | [l/(s*ha)] | [l/(s*ha)] | [m ³ / ha] |
| 5 | 0,08 | 450,00 | 12,5 | 130,19 |
| 10 | 0,17 | 333,35 | 12,5 | 190,96 |
| 15 | 0,25 | 274,45 | 12,5 | 233,86 |
| 20 | 0,33 | 236,25 | 12,5 | 266,35 |
| 30 | 0,50 | 189,45 | 12,5 | 315,97 |
| 45 | 0,75 | 150,00 | 12,5 | 368,29 |
| 60 | 1 | 126,55 | 12,5 | 407,32 |
| 90 | 1,5 | 89,80 | 12,5 | 414,13 |
| 120 | 2 | 70,40 | 12,5 | 413,63 |
| 180 | 3 | 50,05 | 12,5 | 402,44 |
| 240 | 4 | 39,30 | 12,5 | 383,03 |
| 360 | 6 | 27,95 | 12,5 | 331,37 |
| 540 | 9 | 19,95 | 12,5 | 239,95 |
| 720 | 12 | 15,70 | 12,5 | 137,81 |
| 1080 | 18 | 11,20 | 12,5 | -82,52 |
| 1440 | 24 | 8,80 | 12,5 | -315,72 |
| 2880 | 48 | 5,00 | 12,5 | -1282,77 |
| 4320 | 72 | 3,65 | 12,5 | -2271,25 |

$V_{\text{erf.}} = V_{S,U} * A_U = 414,1 * 7,21 = 2.985,6 \text{ m}^3$
 $V_{\text{gew.}} = 2.992,0 \text{ m}^3$
Entleerungszeit: $t_E = V_{\text{vorh.}} / (3,6 * Q_{Dr,RRB}) = 9,23 \text{ h}$
Forderung: Entleerungszeit < 48 Std ist erfüllt

Anhang 4.7

**Berechnung der Notüberlaufschwellen RRB
und RBFB**

Berechnung der Notüberlaufschwelen der Regenrückhaltebecken und Retentionsbodenfilterbecken

| | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------|----|
| <u>gewählt:</u> | Überlaufbreite | b = | 4,00 | m |
| | Überfallbeiwert | $\mu =$ | 0,75 | -- |
| | Überfallhöhe | $h_{\ddot{u}} =$ | 0,20 | cm |

Berechnung der Überfallmenge nach Poleni :

$$Q_{\ddot{u}} = 2/3 * \mu * b * (2 * g)^{0,5} * h_{\ddot{u}}^{3/2}$$

$$Q_{\ddot{u}} = 2/3 * 0,75 * 4,00 * (2 * 9,81)^{0,5} * 0,20^{3/2}$$

$$\mathbf{Q_{\ddot{u}} = 792,36 \text{ l/s}}$$