

Streit
Trennblatt
Art.Nr. 5002944

hellchamois
Lochrand hinterklebt



1

—

2

—

3

—

4

—

5

—
18

6

7

8

9

0

Straßenbauverwaltung: FREISTAAT SACHSEN

A 72 NK 4941 005 Stat. 6,350 – NK 4841 021 Stat. 0,000

Neubau der BAB A 72 Chemnitz - Leipzig
Abschnitt 3.2, Frohburg - Borna
Anschlussstelle Frohburg

PROJIS-Nr.:

FESTSTELLUNGSENTWURF

1. PLANERGÄNZUNG

Wassertechnische Untersuchungen

Unterlage 18.1

Neubau BAB A 72 Chemnitz - Leipzig
Abschnitt 3.2, Frohburg - Borna
Anschlussstelle Frohburg

Erläuterungen

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINES	1
2. BESCHREIBUNG DER ENTWÄSSERUNGS- UND VORFLUTSITUATION	2
2.1 Historische Vorflutsituation (19. Jahrhundert bis vor dem Bau der A 72)	2
2.2 Beschreibung der heutigen Entwässerungssituation.....	4
3. TRINKWASSERSCHUTZZONE WASSERFASSUNG FROHBURG/ NENKERSDORF	5
4. WASSERMENGENBERECHNUNGEN/ ENTWÄSSERUNGSABSCHNITTE	6
4.1 Berechnungsgrundlagen.....	6
4.2. Entwässerungstechnische Abschnitte.....	8
4.3. Entwässerungsabschnitt 1 – S 11, Bau-km 0-186 bis Bau-km 0-040.....	8
4.4. Entwässerungsabschnitt 2 – S 11, Bau-km 0-040 bis Bau-km 0+250 und S 51 Süd.....	9
4.5. Entwässerungsabschnitt 3 – S 11, Bau-km 0+250 bis Bauende 1+584 und A 72.....	9
4.6. Entwässerungsabschnitt 4 – Flächen nördlich A 72 und Innenfläche Rampe NW.....	13
5. QUELLENVERZEICHNIS	16

Anlage 1: Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010

1. Allgemeines

Die Entwässerungsverhältnisse im Planungsbereich wurden durch den zwischenzeitlich erfolgten Bau der A 72, Abschnitt 3.2, grundlegend verändert. Das zur Ableitung des gesammelten Oberflächenwassers vorgesehene RRB 1 wurde mit dem Planfeststellungsbeschluss zur A 72, Abschnitt 3.2 planfestgestellt und im Jahr 2013 gebaut. Aus der vorliegenden Planung der AS Frohburg resultieren Änderungen im Einzugsgebiet des RRB, die in der vorangegangenen Planung noch nicht berücksichtigt werden konnten.

Grundsätzlich wird bei der vorliegenden Planung, entsprechend den Möglichkeiten, eine breitflächige Ableitung des anfallenden Oberflächenwassers über Bankett und Dammböschung angestrebt. Dies ist jedoch aufgrund der topographischen Verhältnisse, aus Gründen der Linienführung, der Lage innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten sowie der Randausbildung der Straßen nicht generell möglich, so dass zusätzlich andere Maßnahmen zur schadlosen Ableitung von Oberflächenwasser erforderlich werden.

Übergeordnetes Ziel der erarbeiteten Entwässerungskonzeption für die AS Frohburg ist es, bei der Sammlung von Oberflächenwasser eine weitestgehende Trennung von abfließendem Gelände- und Straßenoberflächenwasser zu erreichen. Bei der Dimensionierung der geplanten Entwässerungseinrichtungen wird davon ausgegangen, dass der Vorflut durch die Realisierung der Baumaßnahme generell nicht mehr Wasser zugeführt wird, als dies im Bestand der Fall ist. Es gilt das Grundprinzip **VORHER = NACHHER**. Ferner ist es Grundprämisse, kein Straßenoberflächenwasser in die Entwässerungsanlagen der DB AG abzuleiten.

Aufgrund der Änderung des Einzugsgebietes des bereits bestehenden RRB 1 im Abschnitt 3.2 der A 72 erfolgt für dieses ein Vergleich der bisherigen Einzugsfläche mit der zukünftigen Einzugsfläche sowie der bisherigen und zukünftigen Zuflussmengen. Eine Änderung der Drosselabflussmengen am RRB 1 ist nicht vorgesehen.

Die gewählte Herangehensweise bedingt die Ermittlung der vorflutentlastenden Flächen. Dabei handelt es sich um Flächen, die ursprünglich in eine Vorflut entwässerten und deren Oberflächenabflüsse zukünftig bzw. seit Bau der A 72 in einem Retentionsraum zurückgehalten werden. Anschließend erfolgt die Bestimmung des natürlichen Geländeabflusses dieser Flächen für ein maßgebliches Bemessungsregenereignis und dessen Vergleich mit den Einleitungen nach Realisierung des Straßenneubaues. Dieser Vergleich wird beurteilt.

2. Beschreibung der Entwässerungs- und Vorflutsituation

2.1 Historische Vorflutsituation (19. Jahrhundert bis vor dem Bau der A 72)

Im Planungsgebiet wurde in der Vergangenheit in mehreren Etappen Bergbau betrieben. Nachdem in den 1910er Jahren Tiefbergbau durchgeführt wurde, erfolgte in den 1920er Jahren der Abbau von Rohstoffen im Tagebau. Mit dem Bergbau gingen ein Absenken des Grundwasserspiegels sowie eine Veränderung der Vorflutverhältnisse einher. Anhand historischer Karten kann die frühere Entwässerungssituation nachvollzogen werden.

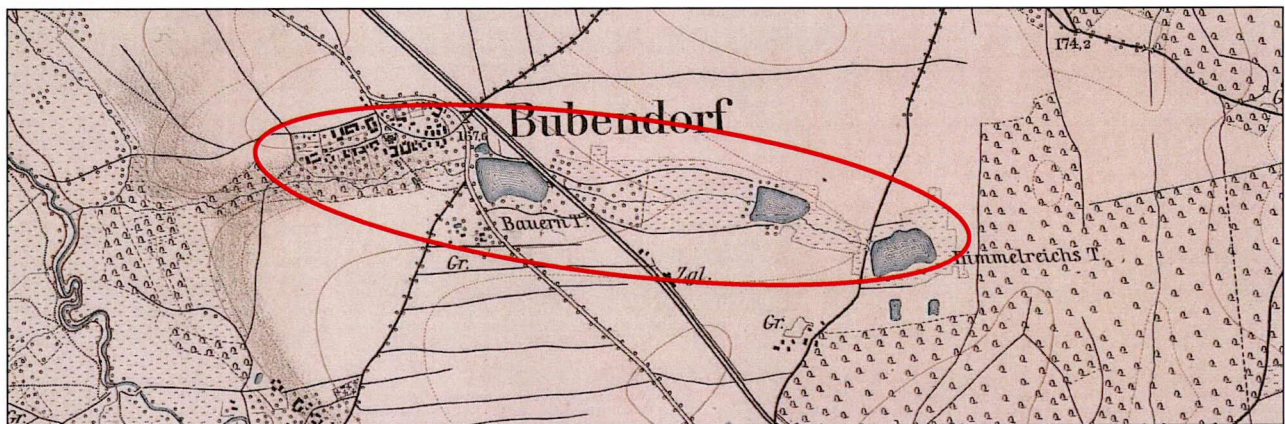


Abbildung 1: Ausschnitt aus Aquidistantenkarte 1874 [Quelle: Deutsche Fotothek]

Abbildung 1 zeigt den Verlauf einer Vorflut westlich des Waldgebietes Himmelreich, die mehrere Teiche miteinander verband. Sie entspricht im weiteren Verlauf dem heutigen Bubendorfer Bach und mündet in die Wyhra. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass sich die Quelle des Bubendorfer Baches ursprünglich im Waldgebiet Himmelreich und somit östlich der heutigen S 11 befand.

Die Veränderung des Vorflutsystems in Folge des Tiefbergbaus kann anhand von Abbildung 2 (Messtischblatt von 1908) nachvollzogen werden. Der Grundwasserspiegel wurde abgesenkt und die Vorflut durchtrennt. Im Bereich des mittleren Teiches entstand eine feuchte Geländesenke.

Der weitere Fortschritt des Bergbaus ist in Abbildung 3 dargestellt. Der Himmelsreich-Teich ist (vermutlich aufgrund des tieferen Grundwasserspiegels) trockengefallen und aufgeforstet, im Bereich des ehemaligen Tiefbergbaus entstand das heutige Bubendorfer Wasserloch und nordöstlich von Bubendorf ist bereits ein Teil des heutigen Harthsees als Folge des Tagebaubetriebes erkennbar. Die ehemalige Vorflut im Bereich der Geländesenke besteht nur noch abschnittsweise.

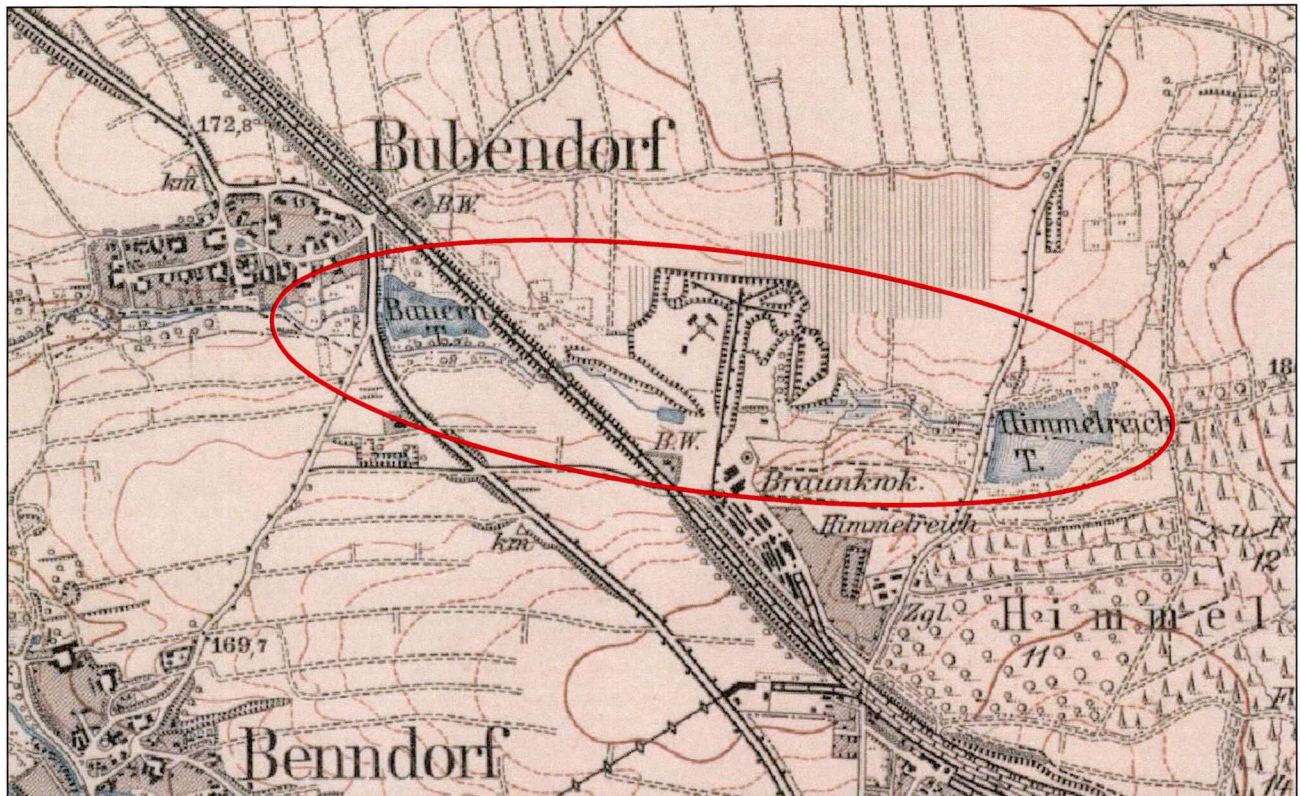


Abbildung 2: Ausschnitt aus Messtischblatt von 1908 [Quelle: Deutsche Fotothek]

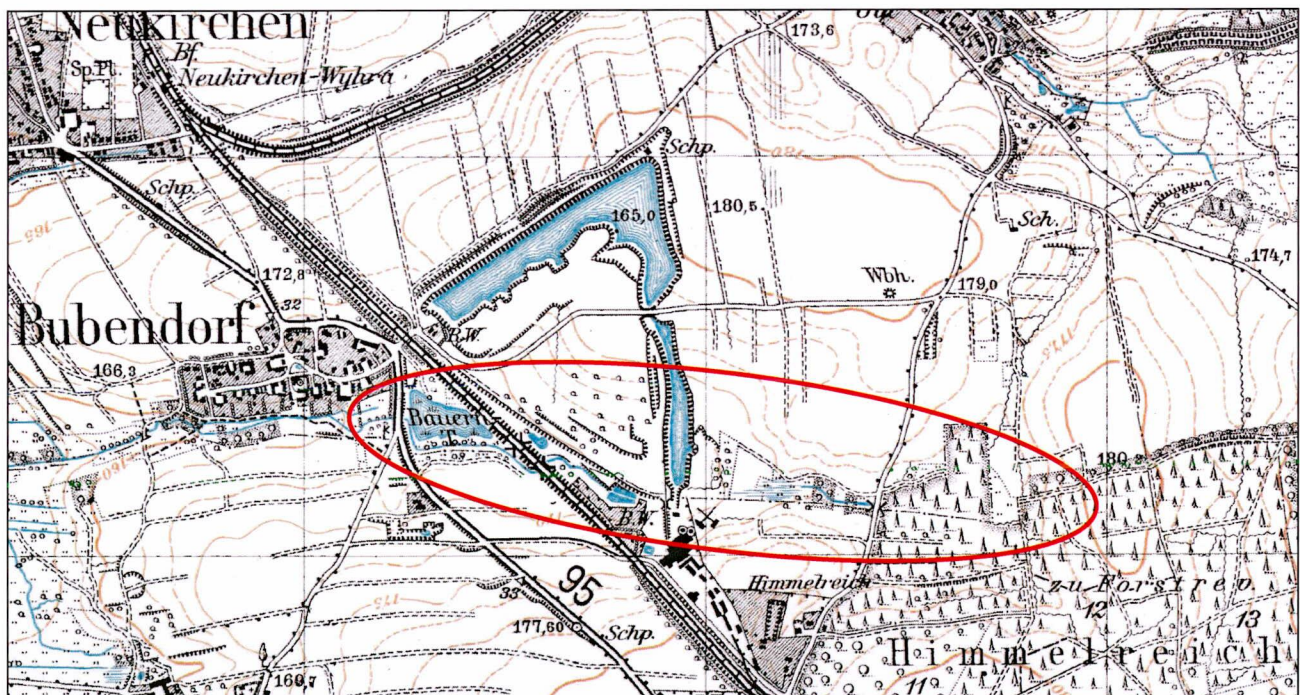


Abbildung 3: Ausschnitt aus Messtischblatt 1939 [Quelle: Basiskarte Sachsen, GeoSN]

Anhand der Überlagerung der vorliegenden Planung und dem Messtischblatt von 1939 (Abbildung 4) ist zu erkennen, dass die Geländesenke der ehemaligen Vorflut sowohl durch die südwestliche Rampe als auch die S 11 gequert wird.

Des Weiteren ist festzustellen, dass der früher vorhandene Bauernteich nahe Bubendorf nicht mehr existiert. Die etwas weiter südlich befindliche Wasserfläche in der Nähe des geplanten Kreisverkehrs wird manchmal fälschlicherweise, auch auf topographischen Karten, als Bauernteich geführt. Stattdessen handelt es sich um das Tagebaurestloch „Flama“.

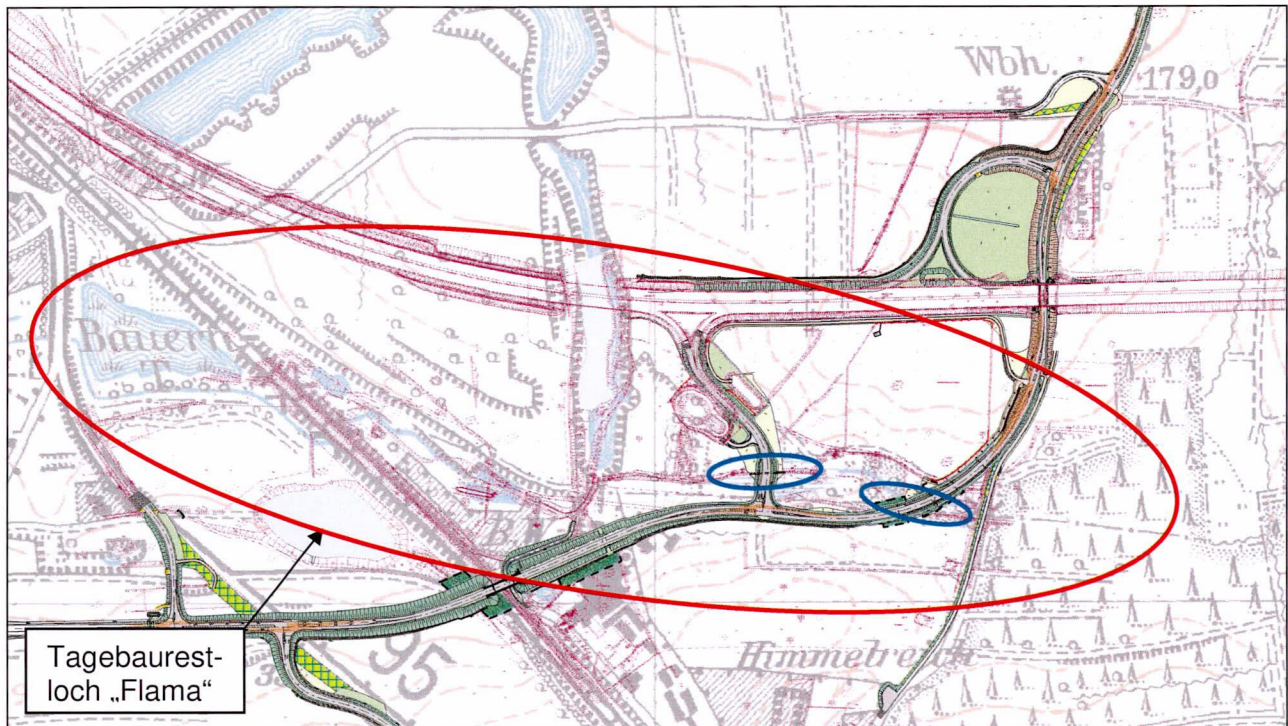


Abbildung 4: Ausschnitt aus Messtischblatt 1939 [Quelle: Basiskarte Sachsen, GeoSN] mit überlagter Planung der AS Frohburg und Darstellung der Querungen der früheren Vorflut (blau)

Schlussfolgerung aus der Betrachtung der historischen Vorflutsituation:

Der Verlauf der früheren Vorflut wird zukünftig durch die Neubautrasse mehrfach durchschnitten. Um die Entwässerung des südöstlich der Neubautrasse gelegenen Geländes im Falle von Starkregenereignissen zu gewährleisten, wird im Rahmen der Maßnahme beabsichtigt, im Verlauf des ehemaligen Vorfluters zwei Durchlässe einzuordnen (S 11 Bau-km 0+847 (BW 46.2) und südwestliche Rampe Bau-km 0+050, ökologischer Gewässerdurchlass).

2.2 Beschreibung der heutigen Entwässerungssituation

Das zwischen dem Bahndamm der DB AG Strecke 6385 Neukieritzsch-Chemnitz und der S 51 im Bereich des geplanten Knotenpunktes mit der S 11 anfallende Geländewasser fließt in Richtung Tagebaurestloch „Flama“ bzw. in den Bubendorfer Bach.

Informationen zu einem Zu- und Ablauf des Restloches sind nicht bekannt. Entsprechend durchgeführter Recherchen ist davon auszugehen, dass das Gewässer aus dem Grundwasser sowie zufließendem Oberflächenwasser gespeist wird. „Wasserverluste“ ergeben sich offensichtlich nur durch Verdunstung.

Die Geländeflächen zwischen der S 51 und der Bubendorfer Straße entwässern ebenfalls in Richtung Bubendorfer Bach.

Das Gelände östlich des Bahndammes der DB AG Strecke 6385 Neukieritzsch-Chemnitz und südlich der geplanten Trasse entwässert in nördlicher Richtung zum Graben der ehemaligen Vorflut (vgl. Abschnitt 2.1) bzw. in eine natürliche Geländesenke (ehemaliger mittlerer Teich, vgl. Abschnitt 2.1). Gemäß den vorliegenden Geodaten (GeoSN) ist der Graben derzeit nicht als Gewässer klassifiziert. Im Rahmen des bisherigen Genehmigungsverfahrens der A 72, Abschnitt 3.2, wurden Einleitstellen in den Graben jedoch immer als Einleitstellen in den Bubendorfer Bach, mit entsprechender wasserrechtlicher Genehmigung, geführt.

Das gesamte Gelände nördlich des Grabens und der Geländesenke bis zum Geländehochpunkt im Bereich des Bauendes der S 11 (Bau-km 1+584) fällt mit ca. 3 % überwiegend in südwestliche Richtung zum Graben und zur Geländesenke.

In der Geländesenke versickert der Großteil des zufließenden Geländewassers. Nur bei seltenen Starkregenereignissen erfolgt ein Überlaufen in den etwas höher liegenden Graben. Im weiteren Verlauf ist der Graben/Bubendorfer Bach abschnittsweise verrohrt (DN 900). Der Bubendorfer Bach quert den Bahndamm etwa 400 m nördlich der geplanten S 11 mittels Durchlass.

Seit dem Bau der A 72 sind die Flächen nördlich der ehemaligen Vorflut durchschnitten. Die Flächen südlich des Dammes der A 72 entwässern weiterhin zum Graben und zur Geländesenke, wohingegen das abfließende Oberflächenwasser der Areale nördlich des Autobahndammes am Dammfuß gefasst und dem RRB 1 des Abschnittes 3.2 der A 72 zugeführt wird.

3. Trinkwasserschutzzone Wasserfassung Frohburg/ Nenkersdorf

Nahezu die gesamte Maßnahme befindet sich in der Trinkwasserschutzzone (TWSZ) III der Wasserfassungen Frohburg bzw. Nenkersdorf. Nach dem Baugrundgutachten [1] sind im Planungsgebiet zwei Grundwasserstöcke vorhanden, die durch Braunkohle als Grundwasserstauer getrennt werden.

Die Grundwasserüberdeckung des 1. Grundwasserleiters besteht aus Geschiebelehm/-mergel, welcher durchweg >5 m mächtig ist. Der Durchlässigkeitsbeiwert des Geschiebelehms ist infolge dessen gemischtkörniger Zusammensetzung recht wechselhaft, beträgt jedoch durchgängig $k_f > 10^{-6}$ m/s. Für Geschiebemergel gilt gemäß DVGW-Regelwerk W 101 eine Mächtigkeit von 3,0..4,5 m als ausreichend für eine umfassende Schutzwirkung. Diese Mächtigkeit ist durchgängig gegeben. Außerhalb von Einschnitten ist somit eine hinreichende Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung vorhanden, entsprechend RiStWag ist diese als „groß“ zu werten.

Als maßgebend zur Bewertung der Auswirkung der geplanten Baumaßnahme auf den Schutz des Grundwassers in der TWSZ III gilt der Bereich von Bau-km 1+040 bis Bau-km 1+585, da hier der tiefste Abtrag der Grundwasserüberdeckung erfolgt (3,0 m). Die schützende Grundwasserüberdeckung reicht am Standort BW 45a bis 8,0 m unter GOK (170,0 m NHN). Das geplante Erdplanum befindet sich an diesem Punkt bei 173,5 m NHN. Die Schutzwirkung der verbleibenden

Grundwasserüberdeckung aus Schicht 9+10 (Braunkohle sowie Feinsand und Schluff) gilt laut der Geotechnischen Untersuchung als „groß“ gemäß RiStWag.

Unter dieser Bedingung ist für die Trinkwasserschutzzone III eine Einstufung der Entwässerungsmaßnahmen in **Stufe 1** gemäß der RiStWag (Tabelle 3, RiStWag Ausgabe 2016) ausreichend. Danach kann das anfallende Niederschlagswasser ungesammelt breitflächig über stand-feste Bankette und bewachsenen Böschungen abfließen und versickern. Eine gesammelte Ableitung über Straßengraben, Straßenmulden sowie Versickerbecken und -mulden ist zulässig. Im Versickerungsbereich muss die Mächtigkeit des bewachsenen Bodens 20 cm betragen. Diese Dicke wird durch die Durchwurzelung mit einer Andeckung von 10 cm Oberboden und einer An-spritzbegrünung erreicht.

Zusätzlich tangiert die S 11 zwischen Bau-km 0+830 und Bau-km 0+950 die Trinkwasserschutz-zone II der Wasserfassung Frohburg. In der Trinkwasserschutzzone II sind unabhängig vom Baugrund weitere Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers erforderlich (z. B. Abdichtungen, Schutzeinrichtungen). Zur Sammlung des Fahrbahnwassers sind Hochborde und Straßenabläufe anzuordnen. Das von Banketten und Böschungen abfließende Niederschlagswasser ist am Bö-schungsfuß in Mulden zu sammeln, es sei denn, es erfolgt wie bei der vorliegenden Planung die Anordnung von unverschieblichen, mit bewachsenem Boden hinterfüllten Betonschutzwänden. In diesem Fall kann auch auf eine Abdichtung des Untergrundes verzichtet werden. Das Versickern von Niederschlagswasser in der Zone II ist in der Regel nicht zulässig.

Die Einleitstelle von Straßenoberflächenwasser soll in der Regel nicht in der Zone II und auch nicht in der Zone III liegen.

4. Wassermengenberechnungen/ Entwässerungsabschnitte

4.1 Berechnungsgrundlagen

Regenspende mit Regendauer T und Wiederkehrzeit 1/a ($r_{T,n}$):

Die Niederschlagsspende, die innerhalb von 15 Minuten im Mittel einmal pro Jahr erreicht oder überschritten wird, wurde dem KOSTRA-DWD - Atlas 2010 für das Rasterfeld Frohburg entnom-men (vgl. Anlage 1):

$$r_{15,n=1} = 113,9 \text{ l/(s*ha)}$$

Versickerraten (q_s):

Nach der RAS-Ew und den Ergebnissen des Baugrundgutachtens sind für bewachsene Flächen im Straßenraum folgende spezifische Versickerraten anzusetzen:

- Böschungen und Bankette, bewachsene Nebenflächen: $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$
- Rasenmulden: $q_s = 150 \text{ l/(s*ha)}$

Abflussbeiwerte (Ψ_s):

Für Fahrbahnen und Außengebiete werden Spitzenabflussbeiwerte angesetzt. Die Abflussbeiwerte wurden gemäß RAS-Ew bzw. DWA-A 118 gewählt und betragen für:

- Fahrbahnen: $\Psi_s = 0,9$

- ungebundene Wirtschaftswege, Wartungswege: $\Psi_S=0,6$
- Außengebiete (Ackerflächen): $\Psi_S=0,05$

Einzugsflächen F_n (G_i ; S_i):

In die Berechnung werden jene Flächen einbezogen, deren Abfluss sich künftig infolge der Überbauung bzw. der Veränderung der Ableitung (Mulden, Kanal) ändern wird bzw. bereits im Rahmen der Realisierung der A 72 verändert wurde. Die Flächenabgrenzung erfolgte unter Berücksichtigung der geplanten Entwässerung abschnittsbezogen. Dabei wurde ebenfalls im Hinblick auf die Ermittlung der anfallenden Wassermengen (nach Realisierung der Maßnahme) in die künftig oder bereits im Zuge der A 72 überbauten Flächen (S_i), und die bei der Berechnung zu berücksichtigenden Geländeflächen (G_i) unterschieden.

Niederschlagsmengen ($Q_{15,n}$):

Die Ermittlung der Regenwassermengen erfolgte entsprechend dem Zeitbeiwertverfahren mit:

$$Q_{15,n,i} = \Psi_{S,i} * A_{E,i} * r_{15,n}$$

Für bewachsene Flächen im Straßenraum erfolgt die Ermittlung des Abflusses mit:

$$Q_{15,n,i} = (r_{15,n} - q_{S,i}) * A_{E,i}$$

Die Fließzeiten des anfallenden Oberflächenwassers wurden anhand der Einzugsgebietsabgrenzung überschläglich geprüft. Dabei wurde festgestellt, dass diese nahezu vollständig weniger als 15 min betragen. Eine Ausnahme besteht bei der Mittelstreifenentwässerung der A 72 östlich des Bauwerks 45a. Für diesen werden 25 % der Teileinzugsfläche als abflusswirksam beim Bemessungsregen für die Straßenentwässerung (r_{15}) angesehen.

reduzierte Fläche (A_{red}) bzw. undurchlässige Fläche (A_u):

Die reduzierte Fläche A_{red} berechnet sich nach RAS-Ew aus der Summe der ermittelten Abflüsse und der dem Abfluss zugrunde liegenden Regenspende wie folgt:

$$A_{red} = Q_{15,n=1} / r_{15,n=1}$$

Die ermittelte reduzierte Fläche A_{red} entspricht der undurchlässigen Fläche A_u im Sinne der DWA-A 117 zur Bemessung von Retentionsräumen.

Drosselabflussspende (q_{Dr}):

Die Gegenüberstellung des natürlichen Abflusses und der Einleitmengen nach Umsetzung der Baumaßnahme erfolgt auch auf der Grundlage der Drosselabflussspende q_{Dr} von 5 l/(s*ha). Dieser Wert diente bereits als Grundlage für die Bemessung im Rahmen der Planung der A 72. Er wurde mit den Fachbehörden abgestimmt und i. R. des Planfeststellungsverfahrens bestätigt bzw. planfestgestellt. Er wird für den Vergleich von natürlichem Abfluss und den Drosselabflüssen bzw. Einleitungen herangezogen.

Maximaler Drosselabfluss ($Q_{Dr,max}$):

Die Ermittlung des maximalen Drosselabflusses $Q_{Dr,max}$ aus dem Becken erfolgt unter der Verwendung der oben genannten Ansätze:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr} \cdot A_E$$

weitere Festlegungen:

Für Abflüsse von Straßen in Mulden oder Gräben wurde ein einjähriges Regenereignis entsprechend RAS-Ew angesetzt ($n=1,0$). Zur Gewährleistung einer größeren Sicherheit erfolgte die Kanaldimensionierung am Straßentiefpunkt beim BW 45a für $n=0,2$.

Für das gesamte Kanalnetz wurde ein Rauigkeitsbeiwert von 1,5 mm angesetzt.

4.2. Entwässerungstechnische Abschnitte

Der Planungsbereich teilt sich in insgesamt 4 Entwässerungsabschnitte (EA). Die Grenzen im Zuge der S 11 ergeben sich u. a. durch die S 51 sowie die DB AG Strecke Neukieritzsch-Chemnitz. Zusätzlich erfolgt der getrennte Abschlag von Geländewasser in das Kleine Bubendorfer Wasserloch (EA 4). Die Abgrenzung ist in Unterlage 18.3 dargestellt und ist wie folgt zu beschreiben:

Entwässerungsabschnitt	von Bau-km	bis Bau-km	Vorfluter/ Gewässer
1	0-186	0-040	Nachbarabschnitt B 7, Bubendorfer Wasser
2	0-040	0+250	Tagebaurestloch „Flama“
3	0+250	1+584	Bubendorfer Bach/ Grundwasser
4	nördlich A 72, Innenfläche Rampe NW		Kleines Bubendorfer Wasserloch

Tabelle 1: Übersicht der entwässerungstechnischen Abschnitte der Maßnahme

4.3. Entwässerungsabschnitt 1 – S 11, Bau-km 0-186 bis Bau-km 0-040

Im Entwässerungsabschnitt 1 befindet sich die S 11 in Dammlage. Das Straßenoberflächenwasser fließt überwiegend ungesammelt breitflächig über standfeste Bankette und bewachsene Böschungen ab und versickert.

Das vom südlichen Bankett und der südlichen Straßenböschung abfließende Niederschlagswasser versickert. Bei einer Versickerrate von 100 l/(s*ha), die mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 98 % überschritten wird, kommt es so gut wie nie zu einem oberflächigen Abfluss auf der Böschung. Die Mulde wird an das modifizierte Mulden-Rigolen-System des Nachbarabschnittes der B 7 angeschlossen (Übergabepunkt 1.1). Die Übergabemenge beträgt **2,0 l/s** ($r_{15,n=1}$, **Einzugsgebiet 1**).

Im Falle einer Realisierung der AS Frohburg in zeitlicher Differenz zur Maßnahme „B 7, Verlegung nördlich Frohburg“ wird das abfließende Niederschlagswasser in einer provisorischen Geländesenke versickert.

Da die südlich angrenzenden Geländeflächen nur eine geringe Neigung aufweisen und nahezu vollständig drainiert sind, werden im Entwässerungsabschnitt 1 keine Geländewasserzuflüsse berücksichtigt.

4.4. Entwässerungsabschnitt 2 – S 11, Bau-km 0+040 bis Bau-km 0+250 und S 51 Süd

Die S 11 verläuft im Abschnitt 2 ausschließlich in Dammlage. Auch der Knotenpunkt mit der S 51 Süd und der Anschlussäste der S 51 befindet sich in Dammlage.

Im Abschnitt 2 fließt das Straßenoberflächenwasser überwiegend ungesammelt breitflächig über standfeste Bankette und bewachsene Böschungen ab und versickert. Wenn dies nicht möglich ist (zur Straße geneigtes Gelände bzw. Knotenpunktbereich), wird das Fahrbahnwasser in Straßenmulden bzw. -gräben gesammelt.

Das zwischen S 11 und S 51 anfallende Geländewasser wird in Mulden bzw. Gräben gesammelt und über eine Grabenverrohrung durch den Damm der S 11 (Station 0+020) direkt in das Tagebaurestloch „Flama“ eingeleitet (Einleitstelle 2.1). Auch die Fahrbahn der S 51 Süd entwässert in Richtung der Mulde, die zum Fassen des Geländewassers dient. Die sich durch den Straßenbau zusätzlich ergebende Einleitmenge beträgt etwa **14 l/s** ($r_{15,n=1}$, vgl. Unterlage 18.2.1), die Gesamteinleitmenge an der Einleitstelle 2.1 beträgt 42 l/s ($r_{15,n=1}$, **Einzugsgebiet 2**). Das Straßenoberflächenwasser gilt gemäß RAS-Ew als behandelt (Abschnitt 7.1), da sich bei der kritischen Regenspende $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ kein abzuleitender Oberflächenabfluss ergibt (vgl. Unterlage 18.2.1). Der überwiegende Teil der jährlichen Niederschlagsmenge versickert auf Bankett und Böschung. Daher ist eine weitere Behandlung nicht erforderlich.

Nach DWA-M 153 kann auf eine Retention verzichtet werden, wenn in einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche eingeleitet wird. Die Oberfläche des Restlochs beträgt 1,2 ha bei einer undurchlässigen Fläche im Entwässerungsabschnitt 2 von insgesamt rund 0,4 ha. Somit ist eine Rückhaltung des gefassten Oberflächenwassers nicht erforderlich.

Um den Sedimenteintrag von den Geländeflächen in das Tagebaurestloch zu verringern und auch bei mittleren Regenereignissen möglichst viel Niederschlagswasser zu versickern, wird der Einlauf der Verrohrung etwa 30 cm über der Grabensohle angeordnet.

4.5. Entwässerungsabschnitt 3 – S 11, Bau-km 0+250 bis Bauende 1+584 und A 72

Die S 11 verläuft im Abschnitt 3 zwischen Bau-km 0+250 und Bau-km 0+980 in Dammlage bzw. geländegleich und zwischen Bau-km 0+980 und dem Bauende (Bau-km 1+584) im Einschnitt bzw. geländegleich. Die südwestliche Rampe zur A 72 befindet sich in Dammlage, die nordwestliche Rampe etwa hälftig in Dammlage bzw. Einschnitt.

Grundsätzlich fließt das im Abschnitt 3 anfallende Niederschlagswasser, wenn möglich und zulässig, ungesammelt über breitflächig standfeste Bankette und bewachsenen Böschungen ab und versickert. Ist dies nicht möglich, wird es gesammelt und dem bestehenden RRB 1 der A 72, Abschnitt 3.2 zugeführt (**Einzugsflächen 3a1, 3a2 und 3a3**).

Neben der Ableitung von gefasstem Niederschlagswasser zum RRB 1 erfolgen zusätzlich an weiteren Stellen direkte Ableitungen zum Bubendorfer Bach. Im Bereich des Bauwerks BW 46 wird das Straßenoberflächenwasser über Brückenabläufe gefasst und über eine Raubettmulde in die am Dammfuß verlaufende Mulde abgeschlagen. Die Mulde entwässert in einen bereits vorhandenen, versetzt neu zu errichtenden Muldenablaufschacht, der an den in diesen Bereich verrohrten Bubendorfer Bach angeschlossen ist (**Einzugsgebiet 3b**, Einleitungsstelle 3.2). Die Änderung des Abflusses zum Schacht durch den Straßenbau beträgt 12 l/s. Die Gesamteinleitmenge beläuft sich auf 16 l/s ($r_{15, n=1}$). Die kritische Regenspende von 15 l/(s*ha) versickert auf Bankett, Dammböschung und Mulde, weshalb gemäß RAS-Ew keine weitere Behandlung erforderlich ist.

Das südlich der S 11 zwischen Bahnstrecke und Trinkwasserschutzzone II anfallende Geländewasser (**Einzugsgebiet 3c**) wird über einen Graben am Dammfuß der S11 gefasst und mit Hilfe einer Durchleitung (DN 500, $Q_{\max} = 449$ l/s; $Q_{r15, n=1} = 30$ l/s) am Tiefpunkt (Bau-km 0+500) zum Vorfluter (namenloser Graben zum Bubendorfer Bach) abgeleitet (Einleitungsstelle 3.3). Zur Trennung von Fahrbahn- und Geländewasser wird das Fahrbahnwasser in diesem Bereich (Bau-km 0+430 bis Bau-km 0+660) mit Straßenabläufen gefasst und dem RRB 1 zugeführt (Einzugsfläche 3a1). Diese Maßnahme begründet sich einerseits in der erforderlichen Rückhaltung des zusätzlichen Straßenabflusses durch den größeren Versiegelungsgrad und andererseits in der Vorgabe der RiStWag, dass eine Einleitung von Straßenoberflächenwasser in der Trinkwasserschutzzone III in der Regel nicht erfolgen soll. Durch die separate Fassung des Straßenabflusses wird der namenlose Graben zum Bubendorfer Bach im Einzugsgebiet 3c im Vergleich zur Bestandssituation leicht entlastet.

Im Bereich der Trinkwasserschutzzone II wird das Fahrbahnwasser, wie nach RiStWag gefordert, mittels Straßenabläufen gefasst und zum RRB 1 geleitet (**Einzugsgebiet 3a2**). Das innerhalb der Zone II in Mulden am Dammfuß gefasste Geländewasser (**Einzugsgebiet 3d**) wird aus dieser herausgeführt und breitflächig in die Geländesenke zwischen S 11, Rampe SW und A 72 abgeleitet (Ausleitpunkt 3.4). Dieses Geländewasser fließt bereits im Bestand breitflächig in Richtung der Geländesenke und versickert flächenhaft. Die Änderung der Ausleitmenge in die Geländesenke durch den Straßenbau beträgt bei $r_{15, n=1}$ nur 0,4 l/s und kann daher vernachlässigt werden. Die Gesamtausleitmenge beträgt 14 l/s ($r_{15, n=1}$). Da die Geländesenke im Überlauf in den namenlosen Graben zum Bubendorfer Bach entwässert, wird die Änderung der Ausleitmenge bei der Gesamtbetrachtung des Bubendorfer Baches mit berücksichtigt.

Zur Entwässerung des Fahrbahneinschnittes der S 11 im Bereich der Querung der A 72 (BW 45a) wird ein Kanal DN 600 in der Fahrbahn der S 11 vom Tiefpunkt bis zum RRB 1 geführt. Dieser stellt die Entwässerung des Straßentiefpunktes auch für 5-jährliche Regenereignisse ($r_{15, n=0,2}$) sicher.

Um den Gesamtzufluss zum RRB 1 auf ein zulässiges Maß zu reduzieren, wird die südliche Mulde zwischen A 72 und dem Parallelweg als drainierte Versickerungsmulde ausgebildet. Die Bemessung der Versickerungsmulde erfolgt analog zum RRB 1 für ein 5-jährliches Regenereignis, womit sich der Zufluss von der südlichen Fahrbahn (Bau-km 37+635 bis 37+905) zum RRB auf den Drosselabfluss der Mulde (10,2 l/s) reduziert.

Der Oberflächenabfluss der Geländeflächen nördlich des Dammes der A 72, die vor Bau der Autobahn in den Bubendorfer Bach entwässerten, wird im Bestand zum RRB 1 abgeführt. Zur Reduzierung der Zuflussmengen zum Becken wird der Abfluss dieser Geländeflächen zukünftig direkt in das Kleine Bubendorfer Wasserloch abgeschlagen (**Einzugsgebiet 4**, siehe Entwässerungsabschnitt 4).

Regenrückhaltebecken RRB 1

Das RRB 1 der A 72, Abschnitt 3.2 wurde durch Planfeststellungsbeschluss vom 29.04.2009 mit folgenden Kennwerten planfestgestellt:

- Fläche des Einzugsgebietes A_E : 13,4 ha
- undurchlässige Fläche A_U : 2,483 ha
- Drosselabfluss Q_{Dr} : 25 l/s

Mit der vorliegenden Planung ändert sich die Einzugsfläche des RRB. Des Weiteren weisen die in das RRB entwässernden Flächen insgesamt einen größeren Befestigungsgrad auf. Eine Aufstellung der Teilflächen des Einzugsgebiets ist in der Unterlage 18.2.1 enthalten. Sie sind zusätzlich in der Unterlage 18.3 dargestellt (Einzugsflächen 3a1, 3a2 und 3a3).

Nach Umsetzung der Planung weist das RRB 1 folgende Kennwerte auf:

- Fläche des Einzugsgebietes A_E : 7,3 ha
- Zufluss zum Becken (vgl. U 18.2.1): 304 l/s, und daraus die
- undurchlässige Fläche A_U : 2,67 ha

Aufgrund der leicht größeren undurchlässigen Fläche, die in das RRB 1 entwässert, beträgt der Zufluss beim Bemessungsregen ($r_{15, n=1}$) zukünftig 304 l/s. Dieser Zufluss ist aber geringer als der maximale Zufluss (349 l/s), für den das Absetzbecken und die Tauchwand bemessen sind.

Die Bemessung des Rückhaltevolumens des Beckens im Zuge des Baus der A 72 erfolgte nach DWA-A 117 für das 5-jährliche Regenereignis ($n=0,2$), bei dem der Drosselabfluss von 25 l/s nicht überschritten wird. Auch zukünftig kann das Bemessungsregenereignis ($n=0,2$) ohne Einschränkung zurückgehalten werden. Das erforderliche Rückhaltevolumen für ein 5-jährliches Regenereignis beträgt 687 m³ bei einem Retentionsvermögen des Beckens von 726 m³ bis zum Stauziel (vgl. Unterlage 18.2.2).

Seltenere Regenereignisse als $n=0,2$ führen zu einem Überlaufen über die Überlaufschwelle im Auslaufbauwerk, wodurch sich der Abfluss auf 68,5 l/s (maximaler Freispiegelabfluss Leitung DN 300) vergrößert. Fließt dem Becken dann weiterhin mehr Wasser als der erhöhte Abfluss von 68,5 l/s zu, steigt das Wasser im zulaufenden Kanal an und kann sich im benachbarten Pufferbecken des RRB 1 ausbreiten. Klingt das Regenereignis ab, fließt das Wasser über den Ablaufschacht des Pufferbeckens ins System zurück.

Die Notentlastung des Regenrückhaltebeckens erfolgt über die Dammscharte ins Gelände (171,11 m über NN), wo es in Richtung des Wirtschaftsweges Harthsee – Frohburg und des Bubendorfer Wasserloches fließen würde.

Gesamtbetrachtung der Änderung der Zuflussmengen zum Bubendorfer Bach

Die vorgesehene Trennung von Straßenoberflächenwasser und Geländewasser zur Verringerung der Zuflüsse zum RRB 1 führt dazu, dass die Fläche des Einzugsgebietes des RRB 1 von 13,4 ha auf 7,3 ha sinkt. Damit verringert sich theoretisch auch die Entlastung der Vorflut Bubendorfer Bach durch das RRB 1, die unter anderem im Rahmen der Planfeststellung zur A 72, Abschnitt 3.2, Grundlage für die Bestimmung des zulässigen Drosselabflusses aus dem RRB 1 war.

Der Geländewasserabfluss der Flächen nördlich des Dammes der A 72 (Einzugsgebiet 4) wird aber statt wie bisher, in den Bubendorfer Bach, zukünftig in das Kleine Bubendorfer Wasserloch abgeleitet. Die Fläche des Einzugsgebietes 4 beträgt 10,8 ha.

Im Vergleich der vorflutentlastenden Fläche (d.h. der Flächen, die ursprünglich in die Vorflut entwässerten und deren Abfluss zukünftig in Retentionsräumen zurückgehalten wird) des Bubendorfer Baches vor und nach der Umsetzung der vorliegenden Planung zeigt sich folgendes Bild:

bisher vorflutentlastende Fläche (A 72 mit RRB 1):	13,4 ha
<u>zukünftig vorflutentlastende Fläche (A 72, AS Frohburg mit RRB 1 und EA 4):</u>	<u>18,1 ha</u>
zukünftig zusätzlich vorflutentlastende Fläche	4,7 ha

Die Vergrößerung des gesamten Einzugsgebietes um 4,7 ha ergibt sich überwiegend durch neu erschlossene Flächen südlich der A 72 durch die im Vergleich zur ursprünglichen Planung veränderte Achslage, den verbreiterten und tieferen Einschnitt sowie durch neu hinzugekommene Teilflächen im Bereich des Bauendes.

Ermittlung natürlicher Abfluss der zusätzlich vorflutentlastenden Fläche und Vergleich mit den zusätzlichen Einleitmengen ($r_{15,n=1}$) durch den Straßenbau in den Bubendorfer Bach:

Bei der zusätzlich vorflutentlastenden Fläche mit einer Größe von 4,7 ha handelt es sich überwiegend um Außengebiete, für die ein Spitzenabflussbeiwert von $\psi_S = 0,05$ angesetzt werden kann. Beim Regenereignis $r_{15,n=1}$ beträgt der natürliche Abfluss dieser Fläche in den Bubendorfer Bach:

$$Q_{\text{nat}} = r_{15,n=1} * \psi_S * A_E = 113,9 \text{ l/(s*ha)} * 0,05 * 4,7 \text{ ha} \approx \mathbf{27 \text{ l/s}}$$

Der Ansatz einer Drosselabflussspende von $q_{Dr} = 5 \text{ l/(s*ha)}$, die im bisherigen Berechnungsverfahren zur A 72 Grundlage für die Ermittlung des natürlichen Abflusses war, ergibt zum Vergleich einen maximalen Drosselabfluss in ähnlicher Größenordnung:

$$Q_{Dr,\text{max}} = q_{Dr} * A_E = 5 \text{ l/(s*ha)} * 4,7 \text{ ha} \approx \mathbf{24 \text{ l/s}}$$

Neben dem Drosselabfluss aus dem RRB 1 wird an mehreren Punkten Oberflächenwasser gefasst und ohne Rückhaltung in den Bubendorfer Bach eingeleitet. Dabei handelt es sich überwiegend um Geländewasser, dass vor dem Straßenbau breitflächig zur Vorflut geflossen ist. Es ergeben sich leicht größere Zuflüsse durch den Straßenbau, wobei die Änderungen teilweise vernachlässigbar gering sind.

Einleitstellen in den Bubendorfer Bach bzw. namenlosen Graben zum Bubendorfer Bach	Änderung des Abflusses durch den Straßenbau ($r_{15,n=1}$, vgl. U 18.2.1) [l/s]
3.1 – RRB 1, A72, Abschnitt 3.2	0
3.2 – Muldenablaufschacht bei Bau-km 0+370, links	+ 12,0
3.3 – Graben-Verrohrung bei Bau-km 0+500	- 1,5
3.4 – Geländesenke zw. S 11, Rampe SW, A 72	+ 0,4
SUMME:	+ 11 l/s

Tabelle 2: Änderungen des Abflusses durch den Straßenbau bezogen auf die jeweiligen Einleitpunkte

Dem zurückgehaltenen natürlichen Abfluss von **27 l/s** stehen zusätzliche Einleitungen von **11 l/s** gegenüber. Der Bubendorfer Bach wird somit nicht zusätzlich belastet. Stattdessen findet eine Entlastung statt.

4.6. Entwässerungsabschnitt 4 – Flächen nördlich A 72 und Innenfläche Rampe NW

Wie unter Punkt 4.5 ausgeführt, ist es erforderlich, die Zuflussmengen zum RRB 1 zu reduzieren, um aufgrund der insgesamt größeren gefassten Niederschlagsmengen im Bereich der AS Frohburg eine Überlastung des vorhandenen Beckens und somit ein Überschreiten der genehmigten Überstausicherheit zu verhindern.

Daher ist, im Ergebnis eines Vor-Ort-Termins mit der UWB am 13.09.2016, eine direkte Ableitung von Geländewasser in das Kleine Bubendorfer Wasserloch vorgesehen.

Das Kleine Bubendorfer Wasserloch wird von der A 72 mit dem Bauwerk 47 gequert. Seit der Errichtung des Bauwerks ist ein deutlicher Rückgang des Wasserstandes im Bubendorfer Wasserloch festzustellen (vgl. Abbildung). Laut Aussage der UNB sowie des Umweltplaners ist dieser Rückgang bereits seit 2015 deutlich sichtbar und immer weiter fortschreitend (ursprünglicher Wasserstand anhand der Pfeilerfärbung erkennbar). Ursachen für den Rückgang werden im Durchstoßen von dichtenden Schichten oder im Abschneiden von Einzugsgebieten, d.h. einem geringeren Zufluss, vermutet, können jedoch nicht belegt werden.



Abbildung 5: Bubendorfer Wasserloch zum Begehungszeitpunkt 2016. Der Wasserstand liegt 1-2 m niedriger als bei Errichtung des Bauwerks.

Aufgrund der genannten Punkte ist zukünftig die Ableitung des Geländewassers der Flächen nördlich der A 72 in das Kleine Bubendorfer Wasserloch vorgesehen. Damit könnte ggf. auch dem weiteren Absinken des Wasserstandes entgegen gewirkt werden. Die Ableitung erfolgt mit Hilfe eines Abfangegrabens nördlich der A 72, der einerseits die Abflüsse der Geländefläche zwischen „WW Harthsee“, A 72 und S 11 als auch die versickerten Abflüsse aus der Innenfläche zwischen nordwestlicher Rampe, A 72 und S 11 ableitet. Die Innenfläche der Rampe NW weist nur eine geringe Neigung auf, wodurch der Großteil des breitflächig abfließenden Straßenoberflächenwasser frei versickert. Eine Vernässung der Fläche wird durch eine zentrale, drainierte Versickerungsmulde vermieden. Da kein Überlauf in den Abfanggraben angeordnet wird, ist die Ableitung von ungereinigtem Straßenoberflächenwasser in das Kleine Bubendorfer Wasserloch ausgeschlossen.

Der Abschlag in das Wasserloch erfolgt über eine bestehende Einleitstelle im Bereich des BW 47 (Einleitstelle 4.1). Die zusätzliche Einleitmenge beträgt **57 l/s** ($r_{15,n=1}$).

Nach DWA-M 153 kann auf eine Retention verzichtet werden, wenn in einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche eingeleitet wird. Die Oberfläche des Kleinen Bubendorfer Wasserlochs beträgt ca. 1,0 ha bei einer undurchlässigen Fläche im Entwässerungsabschnitt 4 von insgesamt rund 0,5 ha. Somit ist eine Rückhaltung des gefassten Oberflächenwassers nicht erforderlich.

Um den Sedimenteintrag von den Geländeflächen in das Wasserloch zu verringern, wird der Einlauf der Verrohrung etwa 20 cm über der Grabensohle angeordnet.

5. Quellenverzeichnis

- [1] IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH im Auftrag der DEGES GmbH: BAB A 72 Chemnitz-Leipzig, Neubau AS Frohburg (S 11), Baugrundgutachten für den Vorentwurf, Juni 2015
- [2] Deutscher Wetterdienst (DWD): Starkniederschlagshöhen für Deutschland, KOSTRA-DWD-2010
- [3] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 117 – Bemessung von Regenrückhalteräumen. Hennef, 12/2013
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 118 – Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Hennef, 03/2006
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef, 04/2005
- [6] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Merkblatt DWA-M 153 – Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. Hennef, 08/2007
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Richtlinien für die Anlagen von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew). Köln: FGSV. 2005
- [8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag). Köln: FGSV. 2002
- [9] Rechts- und Verwaltungsvorschriften des Bundes: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) 2009 (zuletzt geändert 29. März 2017)
- [10] Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt: Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) 2013 (zuletzt geändert 8. Juli 2016)



KOSTRA-DWD 2010

Deutscher Wetterdienst - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010

Rasterfeld : Spalte 56, Zeile 54
 Ortsname : Frohburg (SN)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Wiederkehrintervall T [a]															
	1		2		5		10		20		30		50		100	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5 min	5,1	170,0	6,9	231,5	9,4	312,9	11,2	374,5	13,1	436,1	14,2	472,1	15,5	517,5	17,4	579,1
10 min	8,2	136,4	10,7	178,0	14,0	232,9	16,5	274,5	19,0	316,0	20,4	340,3	22,3	371,0	24,8	412,5
15 min	10,2	113,9	13,2	146,9	17,2	190,6	20,1	223,6	23,1	256,6	24,8	276,0	27,0	300,3	30,0	333,3
20 min	11,7	97,8	15,1	125,8	19,5	162,9	22,9	191,0	26,3	219,0	28,3	235,4	30,7	256,1	34,1	284,2
30 min	13,7	76,2	17,7	98,5	23,0	128,0	27,0	150,3	31,1	172,5	33,4	185,6	36,4	202,0	40,4	224,3
45 min	15,5	57,2	20,2	75,0	26,6	98,4	31,3	116,1	36,1	133,8	38,9	144,2	42,5	157,2	47,2	174,9
60 min	16,5	45,8	21,9	60,9	29,1	80,8	34,5	95,8	39,9	110,9	43,1	119,7	47,1	130,8	52,5	145,8
90 min	18,2	33,7	23,8	44,1	31,2	57,8	36,9	68,3	42,5	78,7	45,8	84,7	49,9	92,4	55,5	102,8
2 h	19,5	27,1	25,3	35,1	32,9	45,7	38,7	53,7	44,4	61,7	47,8	66,4	52,0	72,3	57,8	80,3
3 h	21,5	19,9	27,5	25,4	35,4	32,8	41,4	38,3	47,3	43,8	50,8	47,1	55,2	51,2	61,2	56,7
4 h	23,0	16,0	29,2	20,3	37,3	25,9	43,4	30,2	49,6	34,4	53,1	36,9	57,7	40,0	63,8	44,3
6 h	25,4	11,8	31,8	14,7	40,2	18,6	46,5	21,5	52,9	24,5	56,6	26,2	61,3	28,4	67,7	31,3
9 h	28,0	8,6	34,6	10,7	43,3	13,4	49,9	15,4	56,5	17,4	60,4	18,6	65,2	20,1	71,8	22,2
12 h	30,0	6,9	36,8	8,5	45,7	10,6	52,5	12,2	59,3	13,7	63,2	14,6	68,2	15,8	75,0	17,4
18 h	33,3	5,1	42,0	6,5	53,6	8,3	62,3	9,6	71,0	11,0	76,1	11,7	82,6	12,7	91,3	14,1
24 h	35,8	4,1	46,0	5,3	59,3	6,9	69,5	8,0	79,6	9,2	85,5	9,9	93,0	10,8	103,1	11,9
48 h	42,8	2,5	56,3	3,3	74,1	4,3	87,6	5,1	101,0	5,8	108,9	6,3	118,8	6,9	132,3	7,7
72 h	47,5	1,8	62,9	2,4	83,3	3,2	98,8	3,8	114,2	4,4	123,2	4,8	134,6	5,2	150,0	5,8

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
 hN Niederschlagshöhe in [mm]
 rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Dauerstufe			
		15 min	60 min	12 h	72 h
1 a	Faktor [-]	0,50	0,50	0,50	0,50
	hN [mm]	10,25	16,50	30,00	47,50
100 a	Faktor [-]	0,50	0,50	0,50	0,50
	hN [mm]	30,00	52,50	75,00	150,00

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

- bei $1 \text{ a} \leq T \leq 5 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 \text{ a} < T \leq 50 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 \text{ a} < T \leq 100 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.

Unterlage 18.2

Neubau BAB A 72 Chemnitz - Leipzig
Abschnitt 3.2, Frohburg - Borna
Anschlussstelle Frohburg

Berechnungsunterlagen

INHALTSVERZEICHNIS

- 18.2.1 Ermittlung der Oberflächenabflüsse nach dem Straßenbau
- 18.2.2 Nachweis Leistungsfähigkeit Regenrückhaltebecken 1,
A 72, Abschnitt 3.2
- 18.2.3 Nachweis drainierte Versickerungsmulde

Ermittlung der Oberflächenabflüsse nach dem Straßenbau

Entwässerungsabschnitt 1 - Einzugsgebiet Nachbarabschnitt B 7, Vorflut Bubendorfer Wasser

Bemessungsgrundlagen

Regenhäufigkeit:

Regendauer	n=1	n=0,5	n=0,2	n=0,1
	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]
r ₁₅	113,9	146,9	190,6	223,6

Spezifische Versickerungsrate:

Bschung, Bankett, bewachs. Nebenflche:	q _s =	100 [l/s*ha]
Mulde/Graben:	q _s =	150 [l/s*ha]

Bemessungsregen nach KOSTRA-DWD-2010:

r _{15, n=1}	113,9 [l/s*ha]
r _{krit}	15 [l/s*ha]

Bereich	Bezeichnung	Bemerkung	Lnge	Breite	Flche	Abfluss- beiwert ψ_s	Versicker- rate q _s	r _{15, n=1}				r _{krit}				Entwsserungselement
								Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	
			[m]	[m]	[m ²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
Übergabepunkt 1.1 - Mulde rechts bei Bau-km 0-186 - Anteil des Abflusses von Straßen(neben)flächen																
TKP 1.2	S 1	EF 1.2 (S 51 Süd, 0+007 - 0+018) Fahrbahn	num. ermittelt		80	0,90	0,00	113,9	0,9	0,9	0,9	15,0	0,2	0,2	0,2	=> Straenabl./Mulde
S 11 rechts	S 1	EF 1.1.1 (S 11, 0-186 - 0-040)														
		Bankett		146	1,5	219	1,00	100,00	113,9	0,4	0,4	15,0	-1,9	0,0		
		Dammböschung	mittl. Breite	146	5,0	730	1,00	100,00	113,9	1,1	1,5	15,0	-6,3	0,0		
		Mulde		146	1,5	219	1,00	150,00	113,9	-0,8	0,7	15,0	-3,0	0,0	0,0	=> Mulde rechts
					1248 m ²											

Übergabepunkt 1.1: Abfluss von den Straßen(neben)flächen in den Nachbarabschnitt (Mulde rechts):

r_(15, n=1) **2,0 [l/s]**

Ermittlung der Oberflächenabflüsse nach dem Straßenbau
Entwässerungsabschnitt 2 - Einzugsgebiet Tagebaurestloch "Flama"

Bemessungsgrundlagen

Regenhäufigkeit:

Regendauer	n=1	n=0,5	n=0,2	n=0,1
	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]
r ₁₅	113,9	146,9	190,6	223,6

Spezifische Versickerungsrate:

Böschung, Bankett, bewachs. Nebenfläche:	q _s =	100 [l/s*ha]
Mulde/Graben:	q _s =	150 [l/s*ha]

Bemessungsregen nach KOSTRA-DWD-2010:

r _{15, n=1}	113,9 [l/s*ha]
r _{krit}	15 [l/s*ha]

Bereich	Teilfläche	Bezeichnung	Bemerkung	Länge	Breite	Fläche	Abflussbeiwert ψ_s	Versickerungsrate q _s	r _{15, n=1}				r _{krit}				Entwässerungselement
									Regenspende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwässerung	Regenspende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwässerung	
				[m]	[m]	[m²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
Grabenverrohrung Bau-km 0+020 - Anteil des Abflusses von Straßen(neben)flächen																	
S 11 rechts	S 2	EF 2.1 (S 11, 0+000 - 0+215)															
		Bankett		215	1,5	323	1,00	100,00	113,9	0,5	0,5		15,0	-2,8	0,0		
		Dammböschung	mittl. Breite	215	10,0	2150	1,00	100,00	113,9	3,0	3,5		15,0	-18,3	0,0		
		Graben	mittl. Breite	215	3,5	753	1,00	150,00	113,9	-2,8	0,7	0,7	15,0	-10,2	0,0	0,0	=> Graben rechts
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende																
	S 2	EF 2.2 (S 11, 0+215 - 0+240)															
		Bankett		25	2,5	63	1,00	100,00	113,9	0,1	0,1		15,0	-0,6	0,0		
		Wartungsweg		25	1,0	25	0,60	0,00	113,9	0,2	0,3		15,0	0,1	0,1		
		Dammböschung	mittl. Breite	25	11,0	275	1,00	100,00	113,9	0,4	0,7		15,0	-2,4	0,0		
		Graben	mittl. Breite	25	2,5	63	1,00	150,00	113,9	-0,3	0,4	0,4	15,0	-0,9	0,0	0,0	=> Graben rechts
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende																
S 51 Süd links	S 3	EF 2.3 (S 51 Süd, 0+006 - 0+026)															
		Bankett		20	1,5	30	1,00	100,00	113,9	0,1	0,1		15,0	-0,3	0,0		
		Dammböschung	mittl. Breite	20	7,0	140	1,00	100,00	113,9	0,2	0,3		15,0	-1,2	0,0		
		Graben	mittl. Breite	20	3,0	60	1,00	150,00	113,9	-0,3	0,0	0,0	15,0	-0,9	0,0	0,0	=> Graben links
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende																
	S 3	EF 2.4 (S 51 Süd, 0+026 - 0+090)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	64	9,70	621	0,90	0,00	113,9	6,4	6,4		15,0	0,9	0,9		
		Bankett		64	1,5	96	1,00	100,00	113,9	0,2	6,6		15,0	-0,9	0,0		
		Dammböschung	mittl. Breite	64	4,0	256	1,00	100,00	113,9	0,4	7,0		15,0	-2,2	0,0		
		Graben	mittl. Breite	64	2,5	160	1,00	150,00	113,9	-0,6	6,4	6,4	15,0	-2,2	0,0	0,0	=> Graben links
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende																
	S 3	EF 2.5.1 (S 51 Süd, 0+090 - 0+130)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	40	8,0	320	0,90	0,00	113,9	3,3	3,3		15,0	0,5	0,5		
		Bankett		40	1,5	60	1,00	100,00	113,9	0,1	3,4		15,0	-0,6	0,0		
		Dammböschung	mittl. Breite	40	3,5	140	1,00	100,00	113,9	0,2	3,6		15,0	-1,2	0,0		
		Mulde		40	1,5	60	1,00	150,00	113,9	-0,3	3,3	3,3	15,0	-0,9	0,0	0,0	=> Mulde links
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende																

S 3	EF 2.6.1 (S 51 Süd, 0+130 - 0+222)														
	Bankett		92	1,5	138	1,00	100,00	113,9	0,2	0,2		15,0	-1,2	0,0	
	Dammböschung	mittl. Breite	92	3,5	322	1,00	100,00	113,9	0,5	0,7		15,0	-2,8	0,0	
	Mulde		92	1,5	138	1,00	150,00	113,9	-0,5	0,2	0,2	15,0	-1,9	0,0	0,0 => Mulde links
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende														
	S 3 EF 2.7 (S 51 Süd, 0+222 - 0+235)														
	Fahrbahn	mittl. Breite	13	3,5	46	0,90	0,00	113,9	0,5	0,5		15,0	0,1	0,1	
	Bankett		13	1,5	20	1,00	100,00	113,9	0,1	0,6		15,0	-0,2	0,0	
	Dammböschung	mittl. Breite	13	3,0	39	1,00	100,00	113,9	0,1	0,7		15,0	-0,4	0,0	
	Mulde		13	1,5	20	1,00	150,00	113,9	-0,1	0,6	0,6	15,0	-0,3	0,0	0,0 => Mulde links
-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende															
S 51 Süd rechts	S 3 EF 2.5.2 (S 51 Süd, 0+080 - 0+130)														
	Bankett		50	1,5	75	1,00	100,00	113,9	0,2	0,2		15,0	-0,7	0,0	
	Dammböschung	mittl. Breite	50	2,5	125	1,00	100,00	113,9	0,2	0,4		15,0	-1,1	0,0	
	Graben	mittl. Breite	50	3,0	150	1,00	150,00	113,9	-0,6	0,0	0,0	15,0	-2,1	0,0	0,0 => Graben rechts
	-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende														
	S 3 EF 2.6.2 (S 51 Süd, 0+130 - 0+235)														
	Fahrbahn	mittl. Breite	105	7,0	735	0,90	0,00	113,9	7,6	7,6		15,0	1,0	1,0	
	Bankett		105	1,5	158	1,00	100,00	113,9	0,3	7,9		15,0	-1,4	0,0	
	Dammböschung	mittl. Breite	20	0,5	10	1,00	100,00	113,9	0,1	8,0		15,0	-0,1	0,0	
	Graben	mittl. Breite	105	3,0	315	1,00	150,00	113,9	-1,2	6,8	6,8	15,0	-4,3	0,0	0,0 => Mulde links hin. Wa.
Fläche summiert: 7882 m ² -> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende															

Einleitstelle 2.1:

Abfluss von den Straßen(neben)flächen in das Tagebaurestloch "Flama":

$r_{(15,n=1)}$ 18,4 [l/s]

bisheriger Abfluss (Außenfläche, $\Psi_S = 0,05$):

$r_{(15,n=1)}$ 4,5 [l/s]

Änderung des Abflusses durch den Straßenbau:

$r_{(15,n=1)}$ 13,9 [l/s]

$r_{15,n=1}$															
G 1	EF G2.1 (Ackerfläche zwischen S 11 und S 51)														
	Gelände				40000	0,05	0,00	113,9	22,8		22,8				=> Mul./Gra. links
Fläche summiert: 40000 m ²															

Einleitstelle 2.1:

Gesamteinleitmenge (Straßen- und Gelände Flächen):

$r_{(15,n=1)}$ 42,0 [l/s]

Au = 42 l/s / 113,9 l/(s*ha) = 0,37 ha

Ermittlung der Oberflächenabflüsse nach dem Straßenbau
Entwässerungsabschnitt 3 - Einzugsgebiet Bubendorfer Bach

Bemessungsgrundlagen

Regenhäufigkeit:

Regendauer	n=1	n=0,5	n=0,2	n=0,1
	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]
r ₁₅	113,9	146,9	190,6	223,6

Spezifische Versickerungsrate:

Böschung, Bankett, bewachs. Nebenfläche:	q _s =	100 [l/s*ha]
Mulde/Graben:	q _s =	150 [l/s*ha]

Bemessungsregen nach KOSTRA-DWD-2010:

r _{15, n=1}	113,9 [l/s*ha]	
r _{15, n=0,33}	161,5 [l/s*ha]	(Mittelstreifenkanal)
r _{15, n=0,2}	190,6 [l/s*ha]	(Tiefpunkt BW 45a)
r _{krit}	15 [l/s*ha]	

Bereich	Teilfläche	Bezeichnung	Bemerkung	Länge	Breite	Fläche	Abflussbeiwert ψ_s	Versickerate q_s	$r_{15,n=1}$				Regenspende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwässerung	Regenspende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwässerung	Entwässerungselement
				[m]	[m]	[m²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]				
S 11 - Einzugsgebiet 3a1																					
Kanal	S 4	EF 3.1 (S 11, 0+438 - 0+658)																			
		Fahrbahn	mittl. Breite	220	11,0	2420	0,90	0,00	113,9	24,9	24,9	24,9									=> Kanal
				Fläche summiert:				2420 m²													

Übergabepunkt 3a.1, Absturzschaft Station 0+624, Einleitung in RRB 1

r_(15, n=1) **25,00 [l/s]**

															r _{15,n=1}																		
S 11 - Einzugsgebiet 3a2																																	
Kanal	S 5	EF 3.2 (S 11, 0+810 - 0+965)																															
		Fahrbahn			mittl. Breite	155	8,5	1318	0,90	0,00	113,9	13,6	13,6	13,6														=> Kanal					
Fläche summiert: 1318 m²																																	

Übergabepunkte 3a.2, 3a.3, 3a.4, Schächte Kanal DN 600, Einleitung in RRB 1

r_(15, n=1) **14,00 [l/s]**

links

										r _{15,n=1}		r _{15,n=0,2}				
S 11 - Einzugsgebiet 3a3																
S 6	EF 3.3 (S 11, 0+965 - 1+045)															
	Fahrbahn	mittl. Breite	80	9,7	776	0,90	0,00	113,9	8,0	8,0		190,6	13,4	13,4		
	Bankett		80	1,5	120	1,00	100,00	113,9	0,2	8,2		190,6	1,1	14,5		
	Mulde		80	1,5	120	1,00	150,00	113,9	-0,5	8,1	8,1	190,6	0,5	17,2	17,2	=> Mulde links
	Einschnittböschung	mittl. Breite	80	3,0	240	1,00	100,00	113,9	0,4	0,4		190,6	2,2	2,2		
S 7	EF 3.4.1 (WW (1+050))															
	Bankett	mittl. Breite	50	0,6	30	1,00	100,00	113,9	0,1	0,1		190,6	0,3	0,3		
	Mulde		50	1,5	75	1,00	150,00	113,9	-0,3	0,0	0,0	190,6	0,4	1,7	1,7	=> Mulde links
	Einschnittböschung	mittl. Breite	50	2,0	100	1,00	100,00	113,9	0,2	0,2		190,6	1,0	1,0		
S 7	EF 3.4.2 (WW (1+050))															
	Fahrbahn	mittl. Breite	30	4,25	128	0,90	0,00	113,9	1,4	1,4		190,6	2,2	2,2		
	Bankett	mittl. Breite	30	0,7	21	1,00	100,00	113,9	0,1	1,5		190,6	0,2	2,4		
	Mulde		30	1,5	45	1,00	150,00	113,9	-0,2	1,3	1,3	190,6	0,2	2,6	2,6	=> Mulde rechts
S 7	EF 3.5.1 (S 11, 1+045 - 1+130)															
	Fahrbahn mit Radfahrstr.	num. ermittelt			850	0,90	0,00	113,9	8,8	8,8		190,6	14,6	14,6		
	Bankett	num. ermittelt			160	1,00	100,00	113,9	0,3	9,1		190,6	1,5	16,1		
	Nebenfläche	num. ermittelt			100	1,00	100,00	113,9	0,2	9,3		190,6	1,0	17,1		
	Radweg	num. ermittelt			80	0,90	0,00	113,9	0,9	10,2		190,6	1,4	18,5		
	Mulde		95	1,7	162	1,00	150,00	113,9	-0,6	10,3	10,3	190,6	0,7	23,6	23,6	=> Mulde links
	Einschnittböschung	num. ermittelt			480	1,00	100,00	113,9	0,7	0,7		190,6	4,4	4,4		
G 2	EF G3.1 (Ackerfläche 1+050 - 1+140)															
	Gelände				2200	0,05	0,00	113,9	1,3		1,3	190,6	2,1		2,1	=> Mulde links
S 8	EF 3.6 (S11, 1+130 bis 1+150, 1+183 bis 1+190, beregneteter Bereich um BW 45a)															
	Fahrbahn mit Notgehweg		27	9,5	257	0,90	0,00	113,9	2,7	2,7	2,7	190,6	4,5	4,5	4,5	=> SA
S 10	EF 3.7 (A 72, nördl. FB, BW 45a)															
	Fahrbahn	num. ermittelt			700	0,90	0,00	113,9	7,2	7,2	7,2	190,6	12,1	12,1	12,1	=> SA => Mulde links
S 11a	EF 3.8.1 (S 11, 1+190 - 1+320)															
	Bankett inkl. Aufstellbereich	mittl. Breite	130	1,8	234	1,00	100,00	113,9	0,4	0,4		190,6	2,2	2,2		
	Mulde		130	1,5	195	1,00	150,00	113,9	-0,8	1,3	1,3	190,6	0,8	13,7	13,7	=> Mulde links
	Einschnittböschung	mittl. Breite	130	9,0	1170	1,00	100,00	113,9	1,7	1,7		190,6	10,7	10,7		
S 11a	EF 3.9.1 (Rampe NW, 0+005 - 0+110, links)															
	Fahrbahn	mittl. Breite	105	12,0	1260	0,90	0,00	113,9	13,0	13,0		190,6	21,7	21,7		
	Bankett		105	1,5	158	1,00	100,00	113,9	0,3	13,3		190,6	1,5	23,2		
	Mulde		105	1,5	158	1,00	150,00	113,9	-0,6	13,6	13,6	190,6	0,7	29,7	29,7	=> Mulde links
	Einschnittböschung	mittl. Breite	105	6,0	630	1,00	100,00	113,9	0,9	0,9		190,6	5,8	5,8		
S 11a	EF 3.9.2 (Rampe NW, 0+005 - 0+105, rechts)															
	Bankett		100	1,5	150	1,00	100,00	113,9	0,3	0,3		190,6	1,4	1,4		
	Mulde		100	1,5	150	1,00	150,00	113,9	-0,6	0,4	0,4	190,6	0,7	6,7	6,7	=> Mulde links
	Einschnittböschung	mittl. Breite	100	5,0	500	1,00	100,00	113,9	0,7	0,7		190,6	4,6	4,6		
S 11a	EF 3.10 (S 11, 1+340 - 1+420)															
	Bankett		80	1,5	120	1,00	100,00	113,9	0,2	0,2		190,6	1,1	1,1		
	Mulde		80	1,5	120	1,00	150,00	113,9	-0,5	0,4	0,4	190,6	0,5	5,6	5,6	=> Mulde links
	Einschnittböschung	mittl. Breite	80	5,5	440	1,00	100,00	113,9	0,7	0,7		190,6	4,0	4,0		

links	S 12	EF 3.11 (S 11, 1+420 - 1+540)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	120	9,0	1080	0,90	0,00	113,9	11,1	11,1		190,6	18,6	18,6		
		Bankett		90	1,5	135	1,00	100,00	113,9	0,2	11,3		190,6	1,3	19,9		
		Mulde		90	1,5	135	1,00	150,00	113,9	-0,5	11,0	11,0	190,6	0,6	21,7	21,7	=> Mulde links
		Einschnittböschung	mittl. Breite	25	5,0	125	1,00	100,00	113,9	0,2	0,2		190,6	1,2	1,2		
	S 12	EF 3.12.1 (WW Harthsee, 0+005 - 0+040, links)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	35	12,0	420	0,90	0,00	113,9	4,4	4,4		190,6	7,3	7,3		
		Bankett		35	0,5	18	1,00	100,00	113,9	0,1	4,5		190,6	0,2	7,5		
		Mulde		35	1,5	53	1,00	150,00	113,9	-0,2	4,4	4,4	190,6	0,3	7,9	7,9	=> Mulde links
		Einschnittböschung	mittl. Breite	5	1,0	5	1,00	100,00	113,9	0,1	0,1		190,6	0,1	0,1		
	S 12	EF 3.12.2 (WW Harthsee, 0+005 - 0+070, rechts)															
		Bankett		65	0,5	33	1,00	100,00	113,9	0,1	0,1		190,6	0,3	0,3		
		Mulde		65	1,5	98	1,00	150,00	113,9	-0,4	0,0	0,0	190,6	0,4	0,7	0,7	=> Mulde links
	G 3	EF G3.2 (Acker 1+470 bis 1+584)															
		Gelände				10000	0,05	0,00	113,9	5,7		5,7	190,6	9,6		9,6	=> Mulde links
rechts	S 7	EF 3.5.2 (S 11, 1+070 - 1+130)															
		Bankett		60	1,5	90	1,00	100,00	113,9	0,2	0,2		190,6	0,9	0,9		
		Mulde		75	1,7	128	1,00	150,00	113,9	-0,5	0,6	0,6	190,6	0,6	6,6	6,6	=> Mulde rechts
		Einschnittböschung	mittl. Breite	75	7,0	525	1,00	100,00	113,9	0,8	0,9		190,6	4,8	5,1		
		Bankett WW		30	1,0	30	1,00	100,00	113,9	0,1	0,1		190,6	0,3	0,3		
	S 9	EF 3.13 (A72, Mittelstreifen östlich BW 45a; 25% von 1000 m abflusswirksam bei t ₀ =15 min)															
		Mittelstreifen		250	3,5	875	1,00	100,00	113,9	1,3	1,3	1,3	190,6	8,0	8,0	8,0	=> Mulde rechts
	S 11b	EF 3.8.2 (S 11, 1+190 - 1+420)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	230	10,0	2300	0,90	0,00	113,9	23,6	23,6		190,6	39,5	39,5		
		Bankett		230	1,5	345	1,00	100,00	113,9	0,5	24,1		190,6	3,2	42,7		
		Mulde	mittl. Breite	235	1,6	376	1,00	150,00	113,9	-1,4	25,0	25,0	190,6	1,6	59,3	59,3	=> Mulde rechts
		Einschnittböschung	mittl. Breite	235	7,0	1645	1,00	100,00	113,9	2,3	2,3		190,6	15,0	15,0		

Fläche summiert: 30340 m²

Übergabepunkt 3a.5, Tiefpunkt Einschnitt Querung A 72, Einleitung in RRB 1

r_(15,n=1) **95,00 l/s**

r_(15,n=0,2) **234,00 l/s**

										r _{15,n=1}		r _{15,n=0,33}				
A 72 - Einzugsgebiet 3a3																
rechts	S 13	EF 3.14 (A 72, Dreieck Rampe Nordwest)														
		Fahrbahn A72	num. ermittelt			1400	0,90	0,00	113,9	14,4	14,4					
		Bankette/ Dammbösch./ Nebenfläche	num. ermittelt			2500	1,00	100,00	113,9	3,5	17,9	17,9			=> Muldenablauf	
	S 14	EF 3.15 (Einfahrt Nordwest 0+006 - A72, nördl. FB, 38+143)														
		Fahrbahn (Rampe + A 72)	num. ermittelt			4400	0,90	0,00	113,9	45,2	45,2					
		Bankett		435	1,5	653	1,00	100,00	113,9	1,0	46,2					
		Dammböschung	mittl. Breite	435	8,0	3480	1,00	100,00	113,9	4,9	51,1					
		Mulde		435	1,5	653	1,00	150,00	113,9	-2,4	48,7	48,7			=> Mulde rechts	
links	S 15	EF 3.16 (A 72, südl. FB, BW 45a)														
		Fahrbahn	num. ermittelt			600	0,90	0,00	113,9	6,2	6,2	6,2			=> SA => Mulde links	
	S 16	EF 3.17 (A 72, südl. FB, 37+635 - 37+905)														
		Fahrbahn		270	11,5	3105	0,90	0,00	113,9	31,9	31,9					
		Bankett		270	1,5	405	1,00	100,00	113,9	0,6	32,5					
		Dammböschung	mittl. Breite	270	7,0	1890	1,00	100,00	113,9	2,7	35,2				siehe Unterlage 18.2.3	
		Nebenfläche		270	1,0	270	1,00	100,00	113,9	0,4	35,6					
		Mulde		270	2,5	675	1,00	150,00	113,9	-2,5	35,6	35,6			=> Versickermulde,	
		Bankett paralleler WW		215	0,5	108	1,00	100,00	113,9	0,2	2,5				Abfluss:	
		Fahrbahn paralleler WW		215	1,5	323	0,60	0,00	113,9	2,3	2,3				10,2 l/s	
	S 16	EF 3.18 (A72, südl. FB, 37+905 - 38+145)														
		Fahrbahn	num. ermittelt			3000	0,90	0,00	113,9	30,8	30,8		161,5	43,6	43,6	=> SA
		Mittelstreifen		240	3,5	840	1,00	100,00	113,9	1,2	32,0	32,0	161,5	5,2	48,8	48,8 => MA => Kanal Mittelst.
	S 16	EF 3.19 (A 72, südl. FB, 37+905 - 38+010)														
		Bankett		105	1,5	158	1,00	100,00	113,9	0,3	0,3					
		Dammböschung	mittl. Breite	105	8,0	840	1,00	100,00	113,9	1,2	1,5					
		Nebenfläche		105	1,0	105	1,00	100,00	113,9	0,2	1,7					
		Mulde		105	1,5	158	1,00	150,00	113,9	-0,6	2,3	2,3				=> Mulde links
		Bankett paralleler WW		105	0,5	53	1,00	100,00	113,9	0,1	1,2					
		Fahrbahn paralleler WW		105	1,5	158	0,60	0,00	113,9	1,1	1,1					
	S 17	EF 3.20 (Dreieck Rampe Südwest)														
		Bankett/Dammböschung/Nebenfl.	num. ermittelt			1250	1,00	100,00	113,9	1,8	1,8	1,8				=> Muldenablauf
	S 17	EF 3.21 (Einfahrt Rampe Südwest (37+010 - Rampe 0+170))														
		Fahrbahn	num. ermittelt			1000	0,90	0,00	113,9	10,3	10,3					
		Bankett		140	1,5	210	1,00	100,00	113,9	0,3	10,6					
		Dammböschung	num. ermittelt			800	1,00	100,00	113,9	1,2	11,8					
		Mulde		120	1,5	180	1,00	150,00	113,9	-0,7	12,6	12,6				=> Mulde links /
		Nebenfläche	num. ermittelt			180	1,00	100,00	113,9	0,3	1,5					Pufferbecken
		Bankett paralleler WW		100	0,5	50	1,00	100,00	113,9	0,1	1,2					
		Fahrbahn paralleler WW		100	1,5	150	0,60	0,00	113,9	1,1	1,1					
	G 4	EF G3.3 (Pufferbecken)														
		Gelände, Pufferbecken				2700	0,05	0,00	113,9	1,6		1,6				=> Pufferbecken

Rampe / RRB 1	S 18	EF 3.22 (Rampe Südwest 0+170 - 0+090 Zufahrt RRB 1)														
		Fahrbahn Rampe	mittl. Breite	80	9,00	720	0,90	0,00	113,9	7,4	7,4					
		Fahrbahn Zufahrt RRB	num. ermittelt			240	0,90	0,00	113,9	2,5	9,9					
		Bankett Rampe		120	1,5	180	1,00	100,00	113,9	0,3	10,2					
		Bankett Zufahrt RRB	num. ermittelt			45	1,00	100,00	113,9	0,1	10,3					
		Bösch. Rampe/Zufahrt/RRB, Nebenfl.	num. ermittelt			2600	1,00	100,00	113,9	3,7	14,0					
		Umlaufmulde RRB		200	1,5	300	1,00	150,00	113,9	-1,1	12,9	12,9				=> Umlaufmulde RRB
	S 19	EF 3.23 (Umfahrung RRB 1)														
		Umfahrung RRB Asphalt	num. ermittelt			200	0,90	0,00	113,9	2,1	2,1					
		Umfahrung RRB ungebunden	num. ermittelt			650	0,60	0,00	113,9	4,5	6,6					
						1600	0,90	0,00	113,9	16,5	23,1	23,1				=> RRB 1
				Fläche summiert: 38825 m ²												

ubergabepunkt 3a.6, Kanalstrang parallel A 72, Einleitung in RRB 1

$r_{(15,n=1)}$ 170,00 l/s

Gesamtzufluss zum RRB 1, A 72 (A 3.2) = $Q_{r15,n=1,E3a} + Q_{r15,n=1,E3b} + Q_{r15,n=1,E3c1} + Q_{r15,n=1,E3c2} =$

304,00 l/s

$Au = 304 \text{ l/s} / 113,9 \text{ l/(s*ha)} = 2,67 \text{ ha}$

Weitere Einleitungen:

Bereich	Teil- fläche	Bezeichnung	Bemerkung	Länge	Breite	Fläche	Abfluss- beiwert ψ_s	Versicker- rate q_s	$r_{15,n=1}$				r_{krit}				Entwässerungs- element
									Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	
				[m]	[m]	[m ²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
S 11 - Einzugsgebiet 3b - Muldenablaufschaft bei Bau-km 0+370, links																	
BW 46 / links	S 20	EF E32.1 (S 11, BW 46, 0+245 - 0+300)															
		Fahrbahn		55	8,0	440	0,90	0,00	113,9	4,6	6,7	6,7	15,0	0,6	0,9	0,9	=> SA => Mulde links
		Kappen		50	4,0	200	0,90	0,00	113,9	2,1	2,1		15,0	0,3	0,3		
	S 20	EF E32.2 (S 11, 0+300 - 0+370)															
		Fahrbahn		70	8,0	560	0,90	0,00	113,9	5,8	5,8		15,0	0,8	0,8		
		Bankett		70	2,5	175	1,00	100,00	113,9	0,3	6,1		15,0	-1,5	0,0		
		Wartungsweg		70	1,0	70	0,60	0,00	113,9	0,5	6,6		15,0	0,1	0,1		
		Dammabhschung	mittl. Breite	70	13,0	910	1,00	100,00	113,9	1,3	7,9		15,0	-7,8	0,0		
		Lauffläche		120	1,0	120	1,00	100,00	113,9	0,2	8,1		15,0	-1,1	0,0		
		Mulde		120	1,5	180	1,00	150,00	113,9	-0,7	9,3	9,3	15,0	-2,5	0,0	0,0	=> Mulde links
		Bankett WW (wie Bestand)		120	0,5	60	1,00	100,00	113,9	0,1	1,9		15,0	-0,6	0,0		
		Fahrbahn WW (wie Bestand)		50	3,5	175	0,90	0,00	113,9	1,8	1,8		15,0	0,3	0,3		
Fläche summiert: 2890 m ²										-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende, zusätzlich Versickerung des Niederschlags von EF E32.1							

Einleitstelle 3.2: Abfluss von den Straßenflächen in den Bubendorfer Bach:

bisheriger Abfluss (Außenfläche, $\psi_s = 0,05$, ohne Bauwerksbereich; zzgl. WW Bestand):

$r_{(15,n=1)}$ 16,00 [l/s]

$r_{(15,n=1)}$ 4,00 [l/s]

Änderung des Abflusses durch den Straßenbau:

$r_{(15,n=1)}$ 12,00 [l/s]

Bereich	Teil- fläche	Bezeichnung	Bemerkung	Länge	Breite	Fläche	Abfluss- beiwert ψ_s	Versicker- rate q_s	$r_{15,n=1}$				r_{krit}				Entwässerungs- element
									Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	
				[m]	[m]	[m ²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
Einzugsgebiet 3c - Grabenverrohrung bei Bau-km 0+500																	
rechts	S 21	EF E33.1 (S 11, 0+300 - 0+780)															
		Bankett	mittl. Breite	480	1,8	864	1,00	100,00	113,9	1,3	1,3		15,0	-7,4	0,0		
		Wartungsweg		145	1,0	145	0,60	0,00	113,9	1,0	2,3		15,0	0,2	0,2		
		Dammabhschung	mittl. Breite	480	6,0	2880	1,00	100,00	113,9	4,1	6,4		15,0	-24,5	0,0		
		Lauffläche		145	1,0	145	1,00	100,00	113,9	0,3	6,7		15,0	-1,3	0,0		
		Mulde/Graben	mittl. Breite	480	3,0	1440	1,00	150,00	113,9	-5,2	1,5	1,5	15,0	-19,5	0,0	0,0	=> Graben rechts
Fläche summiert: 5474 m ²										-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende							

Einleitstelle 3.3:

Abfluss von den Straßenflächen in den namenl. Graben zum Bubendorfer Bach:

$r_{(15,n=1)}$ 1,5 [l/s]

bisheriger Abfluss (Außenfläche, $\psi_s = 0,05$):

$r_{(15,n=1)}$ 3,2 [l/s]

Änderung des Abflusses durch den Straßenbau:

$r_{(15,n=1)}$ -1,7 [l/s]

Bereich	Teil- fläche	Bezeichnung	Bemerkung	Länge	Breite	Fläche	Abfluss- beiwert ψ_s	Versicker- rate q_s	$r_{15,n=1}$				r_{krit}				Entwässerungs- element
									Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	Regen- spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwss- erung	
				[m]	[m]	[m ²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
rechts	G 5	EF E33.2 (S 11, 0+300 - 0+780)															
		Gelände	num. ermittelt			50000	0,05	0,00	113,9	28,5		28,5					=> Graben rechts
Fläche summiert: 50000 m ²																	

Einleitstelle 3.3:

Gesamteinleitmenge (Straßen- und Geländeflächen):

$r_{(15,n=1)}$ 30,0 [l/s]

$$r_{(15,n=1)} \quad \underline{14.0} \text{ [l/s]}$$

Ermittlung der Oberflächenabflüsse nach dem Straßenbau
Entwässerungsabschnitt 4 - Einzugsgebiet Kleines Bubendorfer Wasserloch

Bemessungsgrundlagen

Regenhäufigkeit:

Regendauer	n=1	n=0,5	n=0,2	n=0,1
	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]
r ₁₅	113,9	146,9	190,6	223,6

Spezifische Versickerungsrate:

Böschung, Bankett, bewachs. Nebenfläche:	q _s =	100 [l/s*ha]
Mulde/Graben:	q _s =	150 [l/s*ha]

Bemessungsregen nach KOSTRA-DWD-2010:

r _{15, n=1}	113,9 [l/s*ha]
r _{krit}	15 [l/s*ha]

Bereich	Teilfläche	Bezeichnung	Bemerkung	Länge	Breite	Fläche	Abflussbeiwert ψ_s	Versicker-rate q_s	r _{15, n=1}				r _{krit}				Entwässerungselement
									Regen-spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwässerung	Regen-spende	Abfluss	Summe Abflüsse	Abfluss in Entwässerung	
				[m]	[m]	[m²]	[-]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/(s*ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	
Einzugsgebiet 4 - Gelände nördlich A 72																	
Rampe NW	S 24	EF 2.24 (A 72, nördl. FB, Ausfahrt NW 0+200 - 0+260)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	60	13,25	795	0,90	0,00	113,9	8,2	8,2		15,0	1,1	1,1		
		Bankett		60	1,5	90	1,00	100,00	113,9	0,2	8,4		15,0	-0,8	0,3		
		Damm Böschung	mittl. Breite	60	3,0	180	1,00	100,00	113,9	0,3	8,7	8,7	15,0	-1,6	0,0		0,0 => Versickermulde Ohr
		-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende															
	S 24	EF 2.25 (A 72, Ausfahrt NW 0+260 - Rampe NW 0+110)															
		Fahrbahn	mittl. Breite	170	8,25	1403	0,90	0,00	113,9	14,4	14,4		15,0	1,9	1,9		
		Bankett		170	1,5	255	1,00	100,00	113,9	0,4	14,8		15,0	-2,2	0,0		
		Damm Böschung	mittl. Breite	160	3,0	480	1,00	100,00	113,9	0,7	15,5	15,5	15,0	-4,1	0,0		0,0 => Versickermulde Ohr
		-> kein Abfluss bei der kritischen Regenspende															
Gelände	G 8	EF G3 (Ohr Rampe NW)															
		Gelände				13000	0,05	0,00	113,9	7,5		7,5	15,0	1,0			1,0 => Versickermulde Ohr
Fläche summiert: 16203 m²																	
Abfluss Versickermulde Ohr: 4,0 [l/s] (90 m Länge, 2,5 m Breite)																	
Gelände	G 9	EF G4 (landw. Fläche A72, WW "Am Harthsee")															
		Gelände				92000	0,05	0,00	113,9	52,4		52,4	15,0	6,9			6,9 => Abfangegraben

Einleitstelle 4.1: Kleines Bubendorfer Wasserloch, Bereich BW 47; zusätzliche Einleitung bei: r_(15, n=1) **57,00 [l/s]**

Au = 57 l/s / 113,9 l/(s*ha) = 0,5 ha

Nachweis Leistungsfähigkeit Regenrückhaltebecken RRB 1, A 72 Abschnitt 3.2

(einfaches Verfahren nach DWA A 117, Ausgabe Dezember 2013)

1. Ermittlung der maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_u :

a) Oberflächenabfluß aus der Kanalnetzberechnung:

$$Q_{zu} = 304,0 \text{ l/s} \quad (\text{siehe Berechnungstabelle})$$

b) zugrundeliegende Regenspende:

$$r_{15,(n=1)} = 113,9 \text{ l/s*ha}$$

$$A_u = Q_{zu} / r$$

nach RAS-Ew, 1.3.3

$$A_u = 304,00 / 113,90$$

$$A_u = 2,67 \text{ ha}$$

2. Ermittlung der Drosselabflußspenden:

a) maximaler Drosselabfluß des Einzugsgebietes:

$$Q_{dr,max} = q_{dr} * A_E$$

$$Q_{dr,max} = 5,0 * 7,66$$

$$Q_{dr,max} = 38,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{dr,max,gew} = 25,0 \text{ l/s} \quad \text{lt. PFB auf 25 l/s begrenzt!}$$

b) Drosselabflußspende:

$$q_{dr,r,u} = Q_{dr} / A_u$$

$$q_{dr,r,u} = 25,0 / 2,67$$

$$q_{dr,r,u} = 9,4 \text{ l/s*ha}$$

3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

(Abminderungsfaktor in Abhängigkeit von t_f , $q_{dr,r,u}$ und n
nach ATV A 117, Anhang 2)

$$n = 0,2$$

$$q_{dr,r,u} = 9,4 \text{ l/s*ha}$$

$$t_f = 15 \text{ min}$$

$$f_1 = \text{Formel siehe Anhang 2 der ATV A 117}$$

$$f_1 = 0,97$$

$$f_A = (0,6134 * n + 0,3866) * f_1 - (0,6134 * n - 0,6134)$$

$$f_A = 0,985$$

4. Festlegung des Zuschlagfaktors f_z :

gewähltes Risikomaß:

$$f_z = 1,00$$

nach RAS-Ew

5. Bestimmung der Niederschlagshöhen und Regenspenden:

Die Vorgaben der Regenspenden erfolgt nach:

> KOSTRA ("Starkniederschlagshöhen für Deutschland" DWD, 2010)

Dauerstufe		Zeitbeiwert für n (gilt nur für Verfahren nach Reinhold)	Niederschlagshöhen h _N für n=0,2 (gilt nicht für Verfahren nach Reinhold)	Regenspende	Drosselabflußspende	Differenz	spezif. Speichervolumen *)
D	D	φ	h _N	r	q _{dr,r,u}	r-q _{dr,r,u}	v _{s,u}
[min]	[h]		[mm]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m³/ha]
3	0,1	3,567		0,0	9,4	0,0	0,0
5	0,1	3,057	9,4	313,3	9,4	303,9	89,8
10	0,2	2,253	14,0	233,3	9,4	223,9	132,4
15	0,3	1,783	17,2	191,1	9,4	181,7	161,1
20	0,3	1,476	19,5	162,5	9,4	153,1	181,0
30	0,5	1,097	23,0	127,8	9,4	118,4	209,9
45	0,8	0,793	26,6	98,5	9,4	89,1	237,0
60	1,0	0,620	29,1	80,8	9,4	71,4	253,3
90	1,5	0,432	31,2	57,8	9,4	48,4	257,3
120	2,0	0,332	32,9	45,7	9,4	36,3	257,4
180	3,0	0,226	35,4	32,8	9,4	23,4	248,7
240	4,0	0,172	37,3	25,9	9,4	16,5	234,1
360	6,0	0,116	40,2	18,6	9,4	9,2	196,0
540	9,0	0,078	43,3	13,4	9,4	4,0	126,5
720	12,0	0,059	45,7	10,6	9,4	1,2	50,2
1080	18,0	0,039	53,6	8,3	9,4	-1,1	-72,0
1440	24,0	0,030	59,3	6,9	9,4	-2,5	-215,9

*) $V_{s,u} = (r - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$

6. Erforderliches spezifisches Volumen:

$V_{s,u} = 257 \text{ m}^3/\text{ha}$ bei $D = 120 \text{ min}$

7. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens:

$V_{erf} = V_{s,u} * A_u$

$V_{erf} = 257 * 2,7$

$V_{erf} = 687 \text{ m}^3$

8. Gewählte Beckenabmessungen:

mittlere Länge/Breite in halber Einstauhöhe:

$$\begin{aligned}L_m(\text{ABB}) &= 20,79 \text{ m} \\L_m(\text{SPB}) &= 41,12 \text{ m} \\T [\text{m}] &= 0,6\end{aligned}$$

9. Vorhandenes Speichervolumen:

$$\begin{aligned}A_m(\text{ABB}) &= (B_m(\text{ABB}) * L_m(\text{ABB})) - (0,1073 * B_m(\text{ABB})^2) \\A_m(\text{ABB}) &= (8,58 * 20,79) - (0,1073 * 8,58^2) \\A_m(\text{ABB}) &= 170,4 \text{ m}^2 \\A_m(\text{SPB}) &= (B_m(\text{SPB}) * L_m(\text{SPB})) - (0,1073 * B_m(\text{SPB})^2) \\A_m(\text{SPB}) &= (27,24 * 41,12) - (0,1073 * 27,24^2) \\A_m(\text{SPB}) &= 1040,3 \text{ m}^2 \\V_{\text{vorh}} &= (A_m(\text{ABB}) + A_m(\text{SPB})) * T \\V_{\text{vorh}} &= (170,4 + 1040,3) * 0,60 \\V_{\text{vorh}} &= 726 \text{ m}^3 > V_{\text{erf}} = 687 \text{ m}^3\end{aligned}$$

10. Überlaufschwelle im Drosselschacht:

$$\begin{aligned}\text{Breite des Notüberlaufes:} & B [\text{m}] = 2,00 \text{ m} \\ \text{Überfallbeiwert:} & \mu = 0,50 \\ \text{Vollkommener Überfall:} & c = 1 \\ \text{technisch möglicher Zufluß} & Q_{(\text{max})} [\text{l/s}] = 349,1 \text{ l/s}\end{aligned}$$

Überströmhöhe (über Stauziel):

$$\begin{aligned}h_{\text{Ü}} &= ((3 * Q_{(\text{max})} / (2 * B * \mu * C * (2g)^{0,5} * 1000))^{2/3} \\ h_{\text{Ü}} &= 0,24 \text{ m}\end{aligned}$$

Nachweis drainierte Versickerungsmulde

Bemessung der Mulde am Parallelweg A 72 (WW 2), Bau-km 37+635 bis 37+905

Einzugsgebiet

	Oberfläche	Länge	Breite (i. M.)	A
		m	m	m ²
Fahrbahn	Asphalt	270	11,50	3.105
Fahrbahn WW	ungebunden	215	1,50	323
Bankett	Schotterrasen	270	1,90	513
Böschung/ NF	Grünfläche	270	8,00	2.160
Mulde	Grünfläche	270	2,50	675

Tabelle "Einzugsgebiet"

Gesamt: 6.776

Berechnung

Die Versickerung des Straßenabflusses der A 72 erfolgt über die Dammböschung und in der Mulde. Der Speicherbedarf der Mulde wird gem. DWA-A 138 und analog zum RRB 1, Abschnitt 3.2 für ein 5-jährliches Regenereignis ($n = 0,2$) ermittelt. Maßgebend ist der Regen, welcher das größte Speichervolumen für die Mulde erfordert.

Die Berechnung erfolgt tabellarisch mit der nachstehenden Formel:

$$V = (A_{Fb} \times \Psi \times r \times 10^{-7} + A_{BBM} \times (r - q_{VR}) \times 10^{-7}) \times D \times 60 \quad \text{in m}^3$$

mit	V =	79,64 m ³ (erforderliches Speichervol. aus Tab. "Speichervolumen")
	A _{Fb} =	3.105 m ² (aus Tabelle "Einzugsgebiet")
	A _{Fb,WW} =	323 m ² (aus Tabelle "Einzugsgebiet")
	Ψ =	0,90 - (Abflussbeiwert für Fahrbahnabflsse)
	Ψ =	0,60 - (Abflussbeiwert für Fahrbahnabflsse WW)
	r =	128 l/(sxha) (Regenspende aus Tabelle "Speichervolumen")
	A _{BBM} =	3.348 m ² (aus Tabelle "Einzugsgebiet": Summe der Flächen aus Bankett, Böschung und Mulde)
	q _{VR} =	110 l/(sxha) (= $k_f, u = 1,1 \cdot 10^{-5}$ m/s, Versickerrate gem. RAS-Ew) Mittelwert aus 513 m ² Bankettflche, Versickerrate 100 l/(sxha) 2160 m ² Damm- bzw. Nebenfläche, Versickerrate 100 l/(sxha) 675 m ² Muldenfläche, Versickerrate 150 l/(sxha)
	D =	30 min (Regendauer aus Tabelle "Speichervolumen")

Regen- dauer D min	1x in		5 Jahr(en) $k_f =$ $1,24 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
	hN	r	V
	mm	l/(s*ha)	m ³
5	9,4	312,9	48,42
10	14,0	232,9	66,43
15	17,2	190,6	75,52
20	19,5	162,9	79,63
30	23,0	128,0	79,64
45	26,6	98,4	68,83
60	29,1	80,8	51,62
90	31,2	57,8	-1,26
120	32,9	45,7	-56,88
180	35,4	32,8	-173,59
240	37,3	25,9	-294,40
360	40,2	18,6	-541,51
540	43,3	13,4	-919,02
720	45,7	10,6	-1302,00
1080	53,6	8,3	-2047,43
1440	59,3	6,9	-2806,55
2880	74,1	4,3	-5897,75
4320	83,3	3,2	-9027,28

Tabelle "Speichervolumen"

Regenspenden nach
KOSTRA-DWD 2010.
Bemessung nach RAS-Ew 2005

Ergebnis: erforderliches Speichervolumen

Bei einer Regendauer von 30 min mit einer Regenspende von 128 l/(sxha)
ergibt sich das größte erforderliche Speichervolumen in Höhe von **79,64 m³**

erford. Speichervolumen $V_{\text{erf}} = 79,64 \text{ m}^3$

Nachweis: vorhandenes Speichervolumen

Zur Berechnung des vorhandenen Speichervolumens wird die Querschnittsfläche der Mulde nach der Formel für eine Kreisabschnittsflache ermittelt. Die Längsneigung der Mulde wird dabei berücksichtigt.

(Formeln: Kreisabschnitt, z. B. Schneider Bautabellen, S. 2.12)

Grunddaten zur Mulde

Muldenlange:	220 m	(= l')
mind. Muldenbreite, oben:	2,50 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	2,665 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	70,98 °	(= Winkel α)
Radius:	2,153 m	(= r)
Querschnittsfläche:	0,680 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Muldenabschnitt mit Längsneigung 0,6 %, Länge 220 m

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u , = Höhe der Erdschwelle)
Winkel:	61,22 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	2,19 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,445 m ²	(= A_o)
Kaskadenlange Mulde L_K :	20 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	0,600 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0,18 m	(= h_o)
Winkel:	47,19 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	1,72 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,209 m ²	(= A_u)

Speichervolumen je Kaskade: V_K =	6,54 m ³
Anzahl Kaskaden: Z =	11,0 St
Gesamtvolumen Kaskaden $V_{G,0,6\%}$ =	71 m ³

Grunddaten zur Mulde

Muldenlange:	50 m	(= l')
mind. Muldenbreite, oben:	2,50 m	(= s)
Tiefe Mulde:	0,40 m	(= h)

Zwischenergebnisse

hydraul. Radius:	2,665 m	(= b, Kreisbogen)
Winkel:	70,98 °	(= Winkel α)
Radius:	2,153 m	(= r)
Querschnittsfläche:	0,680 m ²	(= A, Fläche des Kreisabschnitts)

Speichervolumen für Muldenabschnitt mit Längsneigung 2,0 %, Länge 50 m

untere Nutztiefe Mulde:	0,30 m	(= h_u , = Höhe der Erdschwelle)
Winkel:	61,22 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_u :	2,19 m	(= s)
untere Querschnittsfläche:	0,445 m ²	(= A_o)
Kaskadenlange Mulde L_K :	15 m	(= max. Abstand der Erdschwellen)
max. Längsgefälle Mulde:	2,000 %	
obere Nutztiefe Mulde:	0 m	(= h_o)
Winkel:	0,00 °	(= Winkel α)
Muldenbreite bei h_o :	0,00 m	(= s)
obere Querschnittsfläche:	0,000 m ²	(= A_u)

Speichervolumen je Kaskade: V_K =	3,34 m ³
Anzahl Kaskaden: Z =	4,0 St
Gesamtvolumen Kaskaden $V_{G,2,0\%}$ =	13 m ³

Gesamtvolumen Mulde V_G = 84 m³

Das vorhandene Volumen ist mit 84 m³ größer als das erforderliche
Speichervolumen, welches 79,6 m³ beträgt.