

Erläuterung der Entwässerungsabschnitte

1 Berechnungsgrundlagen

Die wassertechnischen Untersuchungen erfolgen auf der Grundlage der Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew), Ausgabe 2005 in Verbindung mit den örtlichen Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes gemäß KOSTRA-DWD 2010R (siehe Anlage 1).

Regenspende nach KOSTRA	$r_{15/1}$	=	114,4 l/(s · ha)
Regenspende nach KOSTRA	$r_{15/0,5}$	=	145,9 l/(s · ha)
Regenspende nach KOSTRA	$r_{15/0,2}$	=	187,4 l/(s · ha)
Versickerraten nach RAS-Ew	q_s	~	100...150 l/(s · ha)
Regenspende nach KOSTRA	$r_{60/0,2}$	=	78,5 l/(s · ha)

Weiterhin steht als Grundlage für die Planung der Entwässerungseinrichtungen ein Hydrologisch/hydraulisches Gutachten zur Verfügung (Unterlage 18.2). Darin sind Angaben über Abflussbahnen und Zuflüsse von benachbarten Einzugsgebietsflächen bei Starkniederschlägen unter Berücksichtigung der Bodensättigung enthalten.

Außerdem enthält die Unterlage 20 einen ergänzenden hydrogeologischen Bericht zur geotechnischen Untersuchung, welcher Planungsempfehlungen für Versickerungseinrichtungen (Bauabschnitt, MHGW, k_f -Wert) beschreibt.

2 Berechnungsergebnisse

In Abhängigkeit von der Art der geplanten Entwässerungseinrichtungen sowie der jeweiligen Lage der Einleitstelle gliedert sich die Baustrecke in die folgenden Entwässerungsabschnitte (EWA). Die innerhalb der EWA ermittelten Oberflächenabflüsse sind den Tabellen der Unterlage 18.1.2 zu entnehmen.

Abflussbeiwerte

Fahrbahn (Asphalt)	:	$\phi = 0,9$
Radweg (Asphalt)	:	$\phi = 0,9$
Gehweg (Pflaster)	:	$\phi = 0,7$
Gelände (flach, Acker)	:	$\phi = 0,1$
Bankett, Böschung, Mulde:		Regenspende – Versickerrate

Am Beginn der Baustrecke entwässert die Fahrbahn im Anschluss an das Brückenbauwerk wie bisher auf ca. 50 m Länge über die Dammböschung in die Spreeaue.

2.1 Entwässerungsabschnitt 1 (Bau-km 0+050 bis Bau-km 0+280)

Der EWA 1 umfasst den kurzen Streckenabschnitt zwischen Bauwerksrampe der Spreebrücke und Ortstraße Am Staudamm einschließlich Knotenpunkt 1 mit Übergabe der Abflussmengen aus der geplanten Verkehrsanlage an die vorhandene Ortsentwässerung. Aufgrund der zunächst getrennten örtlichen Entwässerungssysteme mit letztlich jedoch gemeinsamer Einleitstelle besteht der EWA 1 aus den zwei Teilabschnitten EWA 1.1 und EWA 1.2.

2.1.1 Entwässerungsabschnitt 1.1 (*Bau-km 0+050 bis Bau-km 0+188*)

Zwischen der Zufahrt zum gewässerbegleitenden Weg und dem Kreisverkehr wird der Fahrbahnabfluss wie bisher in einer Mulde am Dammfuß gesammelt und gemeinsam mit dem Geländeabfluss aus dem ~100 m breiten westlichen Einzugsgebiet am Tiefpunkt bei Bau-km 0+120 über den Straßendurchlass 1 dem vorhandenen offenen Entwässerungssystem zugeführt.

Insgesamt sind das 23,8 l/s ($Q_{[r_{15/1}]}$ aus Unterlage 18.1.2, Seite 1).

Der geplante Durchlass 1 DN 500 kann ~152 l/s abführen (siehe Unterlage 18.1.6).

Der Abfluss aus der geplanten Fahrbahn der Bundesstraße beträgt anteilig nur 12 l/s und ist im Vergleich zur bestehenden/verbleibenden Fahrbahn nur 5 l/s höher, da diese zu großen Teilen überbaut bzw. entsiegelt wird (vgl. Kapitel 4). Grundsätzlich bleiben somit die vorhandenen Entwässerungsverhältnisse auch mit der veränderten Straßenführung bestehen.

Im weiteren Verlauf des Entwässerungsweges kommen noch 2,0 l/s aus der östlichen Restfläche zwischen B 156 alt und neu sowie aus dem Restbestand der Fahrbahn hinzu und insgesamt 27,7 l/s werden bei Haus Nr. 1 in den vorhandenen Graben entlang der Ortsstraße Am Sportplatz abgeleitet.

Dieser entwässert nach ca. 200 m vor dem Sportplatz in einen örtlichen Regenwasserkanal (RW), der wiederum nach ca. 200 m an den weiterführenden RW-Kanal aus EWA 1.2 anschließt und am Rittergut in den Mühlgraben ausläuft, welcher nach ca. 50 m in die Spree mündet.

Das Baugrundgutachten empfiehlt für den EWA 1.1 einen dauerhaften Schutz des Dammauflagers gegen Vernässung, der gleichzeitig zur Vorentwässerung des wenig tragfähigen Untergrundes für die Baudurchführung dienen kann. Dauerhaft ist eine Planumssickerschicht mit Längssickerleitung vorgesehen, die in den geplanten Durchlass am Geländetiefpunkt entwässert. Bauzeitlich wird die Befahrbarkeit des Geländes bei Bedarf mittels Vakuumlanzen, Pumpen und Schläuchen sichergestellt. Für wenige Wochen wird das Grundwasser ca. 1 m unter die Rohrsohle des Durchlasses abgesenkt und die gehobene Wassermenge von 5-10 l/s temporär in den Graben zum Sportplatz abgeführt.

2.1.2 Entwässerungsabschnitt 1.2 (*Bau-km 0+188 bis Bau-km 0+280*)

EWA 1.2 beinhaltet den Kreisverkehr am Knotenpunkt 1 mit den Anschlüssen der Ortstraßen Am Staudamm und Muskauer Straße sowie der nördlichen Ein-/Ausfahrt der B 156. Im EWA 1.2 wird im Zuge des Neubaus der Ortsumgehung ein RW-Kanal DN 300 hergestellt, der im Ergebnis einer Abstimmung zur möglichen Übergabehöhe an die weiterführend durch Dritte geplante Ortsentwässerung, beidseitig flach in den Gehwegen der Muskauer Straße verlegt werden muss.

Insgesamt werden 36,0 l/s übergeben ($Q_{[r_{15/1}]}$ aus Unterlage 18.1.2, Seite 3).

Davon stammen nur ~12 l/s aus der B 156 (Kreisfahrbahn und nördliche Ein-/Ausfahrt).

Im Bestand fließen von der Ortsdurchfahrt der B 156 im Ausbaubereich mit Einmündung Am Steinbruch und Gehweg (unbefestigt) ~ 9 l/s ab.

$$\begin{aligned} Q [r_{15/1}] &= (610+160)/10000 \cdot 114,4 \cdot 0,9 \\ &+ 200/10000 \cdot 114,4 \cdot 0,5 \\ \Sigma &\sim 9 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Der Oberflächenabfluss der Ortsdurchfahrt im Baubereich wird derzeit über die vorhandene Kanalisation Am Sportplatz und den Mühlgraben in die Spree eingeleitet.

Die Gemeindestraße Am Staudamm entwässert z.Zt. breitflächig ins Gelände.

Abflussmengen - Bilanz KP1

Bei einem jährlichen Bemessungsregen von 15 Minuten Dauer werden aus der geplanten Verkehrsanlage im Baubereich des KP1 zukünftig ~ 36 l/s in den kommunalen RW-Kanal abgeführt.

Die Abflussmenge erhöht sich im Vergleich zum Bestand um ~ 36 - 9 = ~ 27 l/s, da zukünftig neben dem Kreisverkehr und der Ortsdurchfahrt auch die Straße Am Staudamm in den RW-Kanal entwässert.

Eine Versickerung ist wegen des geringen Grundwasser-Flurabstandes von < 1,0 m im Umfeld des KP1 nicht möglich.

Im Zusammenhang mit der Planung zur Erneuerung der Ortskanalisation durch Dritte im Auftrag des Abwasserzweckverbandes (AZV) „Kleine Spree“ wurde der Gemeinde Malschwitz mit Schreiben des Umweltamtes Bautzen vom 19.10.2015 (Reg.- Nr. E 15/2584) die wasserrechtliche Erlaubnis/Genehmigung für die vorhandene Einleitstelle am Schacht 51784001 mit Zufluss zum Mühlgraben/Spree erteilt. Darin wird mit E 1 die zusätzliche Abflussmenge aus dem Neubau der B 156 im EWA 1.2 bereits berücksichtigt.

Behandlungsbedürftigkeit

Die gesamte Abflussmenge von ~ 36 l/s enthält einen Teilabfluss von ~ 12 l/s oder ~ 33 % aus den zukünftigen Verkehrsflächen der Bundesstraße.

Die Abflussdifferenz von ~ 24 l/s oder ~ 67 % entsteht auf zukünftig kommunal gewidmeten Verkehrsflächen.

Unterlage 22, Anlage 1 enthält die der Planung der Ortsumgehung zugrunde liegenden prognostizierten Verkehrsmengen. Daraus geht hervor, dass die kommunalen Straßen zukünftig mit einem DTV < 2000 Kfz/24 h belastet sind.

Gemäß RAS-Ew, Abschnitt 7 kann Oberflächenwasser von Straßen mit weniger als 2000 Kfz/24 h im Allgemeinen ohne Behandlung in offene Gewässer eingeleitet werden.

Der Oberflächenabfluss aus der mit DTV > 5000 Kfz/24 h wesentlich höher belasteten Ortsumgehung ist dem Grunde nach behandlungsbedürftig.

Im vorliegenden Fall beträgt deren Abfluss im Baubereich jedoch nur ein Drittel des Gesamtabflusses und der Eintrag in den Regenwasserkanal erfolgt über Bankette und Mulden mit einem entsprechenden Reinigungseffekt.

Außerdem wird der Abfluss aus dem Baubereich durch die Übergabe an das örtliche RW-Kanalnetz mit dem Oberflächenwasser aus der zukünftig gering belasteten Ortsdurchfahrt durchmischt (ca. 300 m), bevor die Einleitung in das offene Gewässer (Mühlgraben/ Spree) erfolgt.

Aus den genannten Gründen erscheint die Einleitung ohne Behandlung des Oberflächenwassers insgesamt vertretbar.

Dimensionierung der Rohrleitung

Das Gefälle der geplanten Sammelleitung ist ab Schacht ES6 mit ~1:300 festgelegt, um die abgestimmte Übergabehöhe der Rohrsohle am Schacht KS11 zur weiterführenden Sammelleitung in der Ortsdurchfahrt Niedergurig zu gewährleisten.

Die hydraulische Bemessung in Unterlage 18.1.5 ergibt für die Regenspende $r_{15/1}$ nach Übergabeschacht KS11 einen Auslastungsgrad für eine geplante weiterführende Kunststoffrohrleitung DN 300 von ca. 58 % (~36/62).

Bei einer hydraulische Bemessung mit dem Regenereignis $r_{15/0,5}$ wird eine Auslastung von ca. 82 % (~51/62) erreicht. Für ein Regenereignis $r_{15/0,2}$ ergibt sich eine Überlastung um ca. 15 % (~71/62).

Abstand der Straßenabläufe

Die Abstände der Straßenabläufe werden nach RAS-Ew 2005 mit einem Sicherheitsfaktor $k = 1,5$ ermittelt und damit Ablagerungen berücksichtigt, die im Straßenreinigungszyklus nur periodisch beseitigt werden. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass im gereinigten Zustand der Bordrinne eine 50-prozentige Abflussreserve je Straßenablauf besteht, bezogen auf die zugrunde liegende Regenspende.

Die Ablaufabstände variieren über die Länge des Entwässerungsabschnittes in Abhängigkeit von der Breite der Einzugsfläche und der Längsneigung in der Bordrinne.

Der Oberflächenabfluss ist in Anlage 2 zur Ermittlung der Ablaufabstände tabellarisch für jeden Straßenablauf erfasst.

Den im Anhang 8.2 der RAS-Ew 2005 aufgeführten Tabellen kann für die vorgegebenen Parameter

- Gerinnetyp und -querneigung
- Gerinnelängsneigung
- Wasserspiegelbreite für den Gerinnezufluss und
- Aufsatz-Typ bzw. Straßenablaufbuchtlänge

der für das Gerinne maximal mögliche Gerinnezufluss Q_Z und der sich bei diesem Zufluss einstellende Straßenablaufabfluss Q_A entnommen werden.

Im vorliegenden Planfall gilt Tabelle 8.2.4. Die Wasserspiegelbreite wurde zu $b = 0,70$ m gewählt.

Ausnahmen bilden die Gerinnetiefpunkte, für die aus Anhang 8, Tabelle 1 die maximalen Gerinnezuflüsse bei 0 % Längsneigung und 2,5 % Querneigung zu entnehmen sind, die die Straßenabläufe des jeweiligen Typs gerade noch aufnehmen.

2.2 Entwässerungsabschnitt 2 (Bau-km 0+280 bis Bau-km 1+500)

Der EWA 2 umfasst den freien Streckenabschnitt mit versickerungsfähigen Bodenschichten im Untergrund unter Beachtung eines Flurabstandes von mindestens 1 m zum mittleren Höchststand des Grundwasserspiegels (MHGW). Der EWA 2 schließt auch den Knotenpunkt 2 bei Bau-km 1+000 mit ein.

Niederschlagsabflüsse von Straßen mit einem DTV über 5000 Kfz/24 h gelten für oberirdische Versickerungsanlagen als tolerierbar. Deshalb werden im EWA 2 Versickermulden geplant.

Auf Grundlage der vorliegenden Gutachten wird im EWA 2 das breitflächig über Bankett und Böschung abfließende Fahrbahnwasser in Mulden am Dammfuß nach Austausch einer gering mächtigen bindigen Bodenschicht zur Versickerung gebracht. Die Muldensohlen sind dabei unabhängig von der Geländeoberfläche so reguliert, dass die einzelnen Muldenabschnitte zwischen den Erdschwellen überwiegend horizontal verlaufen und ein Abstand von ≥ 1 m zum empfohlenen MHGW gemäß hydrogeologischem Bericht eingehalten wird. Gleichzeitig sind die Muldensohlhöhen in Stationierungsrichtung entlang des leicht abfallenden MHGW nach unten abgestuft, sodass bei Überlastung der Versickerungskapazität ein Überlaufen in nachfolgende Muldenabschnitte erfolgt, die letztlich einen Anschluss an weiterführende Entwässerungseinrichtungen besitzen.

Bemessung der Versickermulden

Die Berechnung nach DWA A 138 ist der Unterlage 18.1.3 zu entnehmen. Zuvor werden in Unterlage 18.1.2, Seite 4/5 die Eingabewerte für die undurchlässige Fläche und die Versickerungsfläche ermittelt.

Die Berechnungen mit der maßgebende Regenspende $r_{60/0,2}$ ergeben für die geplanten 2,00 m breiten und 0,30 m tiefen Versickermulden vor bzw. nach KP 2 eine Einstauhöhe von ~0,17 m und eine Entleerungszeit von ~2,5 Stunden. Es bestehen somit noch erhebliche Leistungsreserven.

Behandlungsbedürftigkeit

Das Merkblatt DWA-M 153 enthält in seinen Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser ein entsprechendes Bewertungsverfahren zur Prüfung der Behandlungsbedürftigkeit. Das Ergebnis für den EWA 2 ist in der Unterlage 18.1.4, Seite 1 dargestellt.

Demnach sind mit der geplanten dezentralen Muldenversickerung durch 20 cm bewachsenen Oberboden die qualitativen Forderungen erfüllt.

Dimensionierung Durchlass 2

Durchlass 2 liegt in der Geländesenke bei Bau-km 0+935 unmittelbar vor Knotenpunkt 2, der die geplante B 156 mit der vorhandenen S 107 verknüpft.

Der geplante Straßendurchlass dient der Ableitung des durch die Dammlage behinderten Geländeabflusses, aus einem $\sim 2 \text{ km}^2$ großen Einzugsgebiet westlich der Trasse, in Richtung Ortslage Niedergurig. Dort ist an der S 107 vor dem Wohngebiet Neue Straße ein kleiner Schlammfang am Beginn des örtlichen RW-Kanals (DN 400) vorhanden.

Als Unterlage 18.2 liegt das Hydrologisch/hydraulische Gutachten bei, in dem für diese Abflussbahn bei einem Niederschlagsereignis von 30 min Dauer und verschiedenen Wiederkehrzeiten T [a] der maximal anfallende Geländeabfluss als Grundlage für die Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen berechnet wurde (vgl. Anlage 4.2.1-3).

Am Durchlass 2 sind das für	$T = 1$:	$0,123 \text{ m}^3/\text{s}$
	$T = 5$:	$0,345 \text{ m}^3/\text{s}$
	$T = 100$:		$4,090 \text{ m}^3/\text{s}$

Unter den gegebenen Randbedingungen (Dammhöhe, Rohrsohle RW-Kanal) kann in der B 156 ein Rohrdurchlass DN 800 eingebaut werden. Dieser liegt mit dem Rohrscheitel im Straßenplanum, unterläuft die Versickermulde und steht durch den weiterführenden Graben zum Schlammfang mit der vorhandenen Ortskanalisation in Verbindung. Es wird nur der bereits im Bestand auftretende Geländeabfluss durchgeleitet.

Die Bemessung von Rohrdurchlässen erfolgt nach RAS-Ew 2005 und ist in der Unterlage 18.1.6 für alle Durchlässe tabellarisch erfasst. Demnach ist mit den angegebenen Parametern ein

Durchfluss am Durchlass 2 von $0,910 \text{ m}^3/\text{s}$ möglich.

Damit besteht eine erhebliche Leistungsfähigkeitsreserve bezogen auf das 5-jährige Regenereignis.

Gleichzeitig besteht durch den geplanten Straßendamm eine gewisse Schutzwirkung für die Ortslage Niedergurig, da sich im seltenen Fall der Auslastung des Durchlasses das Oberflächenwasser zunächst in der westlichen Geländesenke bis auf $\sim 1 \text{ m}$ Höhe anstaut, bevor es ggf. dann doch am Straßentiefpunkt bei 0+960 überläuft. Allerdings ist bei Auslastung von Durchlass 2 die Ortskanalisation bereits mehrfach überlastet. Der Kanal hat bei Vollfüllung eine Leistungsfähigkeit von ca. $0,200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Geohydraulisches Fenster

Aus dem Digitalen Geländemodell der Entwurfsvermessung geht anhand der dargestellten Höhenschichtlinien hervor, dass die westlichen unmittelbar angrenzenden Ackerflächen im EWA 2 über weite Strecken keine relevante Geländeneigung in Richtung der geplanten Verkehrsanlage aufweisen. Durch die Unterlagerung des Mutterbodens mit einer Gehängelehmschicht kommt es hier gemäß Unterlage 18.2 Punkt 6.3 bei Starkniederschlagsereignissen zu Vernässungserscheinungen, die durch den Neubau der B 156 noch verstärkt werden. Geplante Auffanggräben könnten ihre Funktion nicht erfüllen, da sich in diesen ein ständiger Wasserstand ausbilden würde.

Zur Lösung des Problems wurde deshalb untersucht, welche Auswirkungen der Austausch des Lehm Bodens mit Kies auf den Bodenwasserhaushalt hat.

Im Ergebnis wird festgestellt, dass ein solches ca. 4 m breites geohydraulisches Fenster den Wassergehalt des Oberbodens nach Niederschlagsereignissen bis auf den Restwassergehalt von sandigem Lehm reduzieren kann. Durch die Verringerung der Bodenfeuchte wird das Infiltrationsvermögen der Böden erhöht, was sich positiv auf die Reduzierung des Oberflächenabflusses und die Vermeidung von Vernässungserscheinungen auswirkt.

Deshalb wird im EWA 2 zwischen Bau-km 0+500 und 0+900 sowie von Bau-km 1+100 bis 1+500 durch i.M. 0,50 m Bodenaustausch und Wiederandeckung mit 0,40 m Oberboden die in den Lageplänen dargestellte Versickerfläche am westlichen Dammfuß hergestellt. In den übrigen Abschnitten ist wegen der zur Verkehrsanlage einfallenden Geländeoberfläche eine Mulde am Dammfuß geplant, die entweder als Versickermulde für relativ kleine Teileinzugsgebiete ausgebildet wird, wie nach KP 1 und nach KP 2, oder vor KP 2 den Abfluss dem Durchlass 2 am Geländetiefpunkt zuführt. In dieser Geländesenke ist gemäß Unterlage 20 keine wasserstauende Lehmschicht vorhanden.

2.3 Entwässerungsabschnitt 3 (*Bau-km 1+500 bis Bau-km 2+605*)

Der EWA 3 umfasst den freien Streckenabschnitt zwischen EWA 2 und Geländehochpunkt am Wolfsberg einschließlich Knotenpunkt 3 mit Übergabe der Abflussmengen aus der geplanten Verkehrsanlage an die vorhandenen Vorfluter.

Infolge der verstärkt bindigen Bodenverhältnisse (z.T. Geschiebelehm, toniges Lockergestein) bzw. eines nicht ausreichenden Grundwasser-Flurabstandes ist im EWA 3 keine Planung von Versickerungsanlagen möglich. Deshalb wird eine im Trassenbereich offene Entwässerung über regulierte Dammfußmulden und Durchlässe mit Anschluss an eine Vorflutleitung zum Briesinggraben geplant. Dieser entwässert nach ca. 1,5 km in die Spree.

Aufgrund der zunächst getrennten offenen Entwässerungssysteme mit letztlich jedoch gemeinsamer geschlossener Einleitung besteht der EWA 3 aus den zwei Teilabschnitten EWA 3.1 und EWA 3.2.

Am Ende der Baustrecke entwässert die Fahrbahn nach dem Hochpunkt am Wolfsberg in den anschließenden 4. Bauabschnitt.

2.3.1 Entwässerungsabschnitt 3.1 (*Bau-km 1+500 bis Bau-km 1+890*)

Der EWA 3.1 umfasst den freien Streckenabschnitt mit einem lokalen Geländetiefpunkt bei Bau-km 1+800. Der Abfluss aus Verkehrsanlage und westlichem Einzugsgebiet wird in den Graben entlang der vorhandenen Bundesstraße abgeschlagen.

Insgesamt sind das 60,1 l/s ($Q_{[r_{15/1}]}$ aus Unterlage 18.1.2, Seite 6).

Der Graben wird durch die halbseitige Entsiegelung der alten B 156 entlastet.

Dimensionierung Durchlass 3

Durchlass 3 liegt am Tiefpunkt der lokalen Geländesenke bei Bau-km 1+800. Der geplante Straßendurchlass dient der Ableitung des durch die Dammlage behinderten Geländeabflusses, aus einem ~1 km² großen Einzugsgebiet westlich der Trasse, in Richtung Ortslage Briesing über den vorhandenen Straßengraben.

Als Unterlage 18.2 liegt das Hydrologisch/hydraulische Gutachten bei, in dem für diese Abflussbahn bei einem Niederschlagsereignis von 30 min Dauer und verschiedenen Wiederkehrzeiten T [a] der maximal anfallende Geländeabfluss als Grundlage für die Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen berechnet wurde (vgl. Anlage 4.2.1-3).

Am Durchlass 3 sind das für	T = 1 :	0,012 m ³ /s
	T = 5 :	0,048 m ³ /s
	T = 100:	0,860 m ³ /s

Die wesentlich geringeren Abflüsse im Vergleich zu Durchlass 2 resultieren neben der halben Größe des Einzugsgebietes aus dem geringeren Anteil von Ortslagen mit versiegelten Flächen sowie aus dem Einfluss des Wassergehaltes im Boden.

Unter den gegebenen Randbedingungen (Dammhöhe, Grabensohle B 156 alt) kann in der B 156 ein Rohrdurchlass DN 500 eingebaut werden. Dieser liegt am tieferen Fahrbahnrand mit dem Rohrscheitel im Straßenplanum und steht durch die weiterführende Mulde mit dem vorhandenen Straßengraben in Verbindung. Es wird der bereits im Bestand auftretende Geländeabfluss sowie der Fahrbahnabfluss aus der Kurve ab dem Wendepunkt durchgeleitet.

Die Bemessung von Rohrdurchlässen erfolgt nach RAS-Ew 2005 und ist in der Unterlage 18.1.6 für alle Durchlässe tabellarisch erfasst. Demnach ist mit den angegebenen Parametern ein

Durchfluss am Durchlass 3 von 0,163 m³/s möglich.

Damit besteht eine erhebliche Leistungsfähigkeitsreserve bezogen auf das 5-jährige Regenereignis.

Eine Auslastung von Durchlass 3 bei einem sehr seltenen Starkregen ist nahezu ausgeschlossen, da vorher die Abflussmenge über den Muldenhochpunkt in den EWA 3.2 überläuft.

2.3.2 Entwässerungsabschnitt 3.2 (Bau-km 1+890 bis Bau-km 2+605)

Der EWA 3.2 umfasst den freien Streckenabschnitt mit dem absoluten Geländetiefpunkt bei Bau-km 2+300 und schließt den Knotenpunkt 3 mit ein. Der Abfluss aus Verkehrsanlage und westlichem Einzugsgebiet wird am KP 3 über eine 110 m lange Rohrleitung und die anschließende 250 m lange Offenlegung eines vorhandenen Meliorationssammlers in den Briesinggraben abgeschlagen, der wiederum als Vorfluter zur Spree fungiert. Diese Vorflut fasst auch den Abfluss aus EWA 3.1 über den vorhandenen Straßengraben.

Insgesamt sind das 150,2 l/s ($Q_{[r_{15/1}]}$ für EWA 3 aus Unterlage 18.1.2, Seite 7).

Ein Teilabfluss aus EWA 3.2 beträgt 78,9 l/s und wird am Durchlass 4 abgeleitet. Über den vorhandenen Meliorationssammler kommen weitere 11,2 l/s aus dem Restbestand der Fahrbahn hinzu.

Das geplante Entwässerungssystem im EWA 3 ist in Verbindung mit der geplanten Gradienten der Ortsumgehung insgesamt darauf ausgerichtet, die in der Vergangenheit wiederholt aufgetretenen Überschwemmungen der Bundesstraße in die bebauten Grundstücke südöstlich der Einmündung am KP 3 zukünftig zu vermeiden.

Kanaluntersuchung

Zu diesem Zweck wurde das vorhandene Entwässerungssystem eingehend untersucht. Im Bestand ist ein Durchlass DN 800 nördlich der Einmündung nach Briesing in der Bundesstraße vorhanden. Dieser Durchlass ist Bestandteil sowohl des Hauptsammlers der vorhandenen Meliorationsleitungen beiderseits der B 156 als auch der vorhandenen Oberflächenentwässerung durch Einläufe der Straßengräben der B 156 sowie der Ortsentwässerung von Briesing. Eine Kanaluntersuchung mittels Kamerabefahrung im östlich weiterführenden Hauptsammler zum Briesinggraben musste ca. 200 m vor der Einleitstelle wegen Völlfüllung (keine Sicht) abgebrochen werden. Der verschüttete Auslauf am Graben wurde erst später geortet.

Aus diesem Untersuchungsergebnis ist abzuleiten, dass die Überschwemmung der Bundesstraße im Wesentlichen durch Rückstauerscheinungen verursacht wird. Diese sollen durch die anfänglich parallele Verlegung einer neuen Vorflutleitung DN 600 sowie durch die weiterführend geplante Offenlegung des Hauptsammlers zum Briesinggraben zukünftig verhindert werden. Dabei wird gleichzeitig nach Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde eine genehmigungsfähige Entwässerungslösung hergestellt, da hier ein ehemals offener Graben, der im Zuge der Melioration verrohrt wurde, wieder annähernd in den ursprünglichen naturnahen Zustand versetzt wird. Baulast und Unterhaltung der geplanten Rohrleitung DN 600 obliegen der Straßenbauverwaltung. Für die geplante Grabenoffenlegung tritt die Gemeinde Malschwitz die Rechtsnachfolge des nicht mehr existenten Meliorationsbetriebes an.

Dimensionierung Durchlass 4

Durchlass 4 liegt am regulierten Muldentiefpunkt bei Bau-km 2+235. Der geplante Straßendurchlass dient der Ableitung des durch die Dammlage behinderten Geländeabflusses, aus einem ~1 km² großen Einzugsgebiet westlich der Trasse, in Richtung Ortslage Briesing sowie des Fahrbahnabflusses aus EWA 3.2 und ggf. der überlaufenden Wassermenge aus EWA 3.1.

Als Unterlage 18.2 liegt das Hydrologisch/hydraulische Gutachten bei, in dem für diese Abflussbahn bei einem Niederschlagsereignis von 30 min Dauer und verschiedenen Wiederkehrzeiten $T [a]$ der maximal anfallende Geländeabfluss als Grundlage für die Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen berechnet wurde (vgl. Anlage 4.2.1-3).

Am Durchlass 4 sind das für	T = 1 :	0,000 m ³ /s
	T = 5 :	0,000 m ³ /s
	T = 100:	0,440 m ³ /s

Unter den gegebenen Randbedingungen (Dammhöhe, Sohlhöhen) war zunächst an dieser Stelle ein Rohrdurchlass DN 800 geplant, der vollständig unter der Geländeoberfläche sowie unter dem Straßenplanum liegt und durch den weiterführenden kurzen Graben mit der geplanten Vorflutleitung in Verbindung steht.

Die Bemessung von Rohrdurchlässen erfolgt nach RAS-Ew 2005 und ist in der Unterlage 18.1.6 für alle Durchlässe tabellarisch erfasst. Demnach ist mit den angegebenen Parametern ein

Durchfluss am Durchlass 4 von 0,622 m³/s möglich.

Damit besteht eine erhebliche Leistungsfähigkeitsreserve bezogen auf das 100-jährige Regenereignis. Allerdings kann die geplante Vorflutleitung solche Wassermassen nicht abführen.

Mit dem aktuell geplanten offenen Graben anstelle des Meliorationssammlers entsteht ein potentieller Wanderweg für Fischotter. Deshalb ist, anstelle des vorher geplanten Rohrdurchlasses, aktuell ein Rechteckdurchlass 2000/1500 mit Trockenberme vorgesehen, dessen hydraulische Leistungsfähigkeit noch wesentlich größer ist, als die des DN 800.

Dimensionierung der Rohrleitung

Das Gefälle der geplanten Vorflutleitung ist zwischen KS14 und KS15 mit 1:180 festgelegt. Die Haltung verläuft in der Lage parallel und in der Höhe sohlgleich zum vorhandenen Meliorationssammler. Damit ist weiterhin eine Überdeckung von ≥ 1 m und eine Überfahrt in der Ackerfläche gewährleistet, bevor zukünftig der offene Graben beginnt.

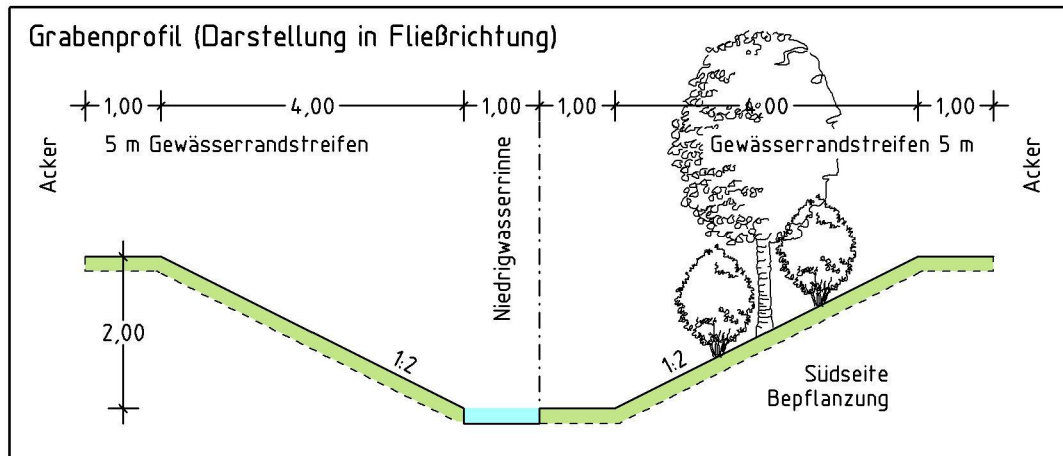
Der Gesamtabfluss aus EWA 3 bei $r_{15/1}$ beträgt 150,2 l/s. Die hydraulische Bemessung in Unterlage 18.1.5 ergibt eine mögliche Vollenfüllung der gewählten Rohrleitung DN 600 mit 498 l/s.

Bei einer Jährlichkeit von T = 5 ergibt sich ein Abfluss von 209,8 l/s zzgl. 48 l/s am Durchlass 3 und damit ein Gesamtabfluss von 258 l/s (Unterlage 18.1.2, Seite 7). Es besteht also eine Abflussreserve von 240 l/s bezogen auf das 5-jährige Regenereignis.

Am KS 15 schließt die Ortsentwässerung von Briesing an. Der westliche Teil des Ortes entwässert in Bestand und Planung in die Vorflutleitung. Dafür wurde im Zusammenhang mit der Planung zur Erneuerung der Ortskanalisation durch Dritte dem Abwasserzweckverband (AZV) „Kleine Spree“ mit Schreiben des Umweltamtes Bautzen vom 21.10.2016 (Reg.-Nr. E 16/558) die wasserrechtliche Erlaubnis/Genehmigung für die Einleitung mit Zufluss zum Briesinggraben erteilt.

Dimensionierung des offenen Grabens

Als Grabenprofil wurde unter Berücksichtigung von § 38 Abs. 2 und 3 WHG ein Trapezquerschnitt mit Sohlbreite und -tiefe von jeweils 2,0 m sowie beidseitiger Böschungsneigung 1:2 gewählt, wobei die Böschungen auch Bestandteil der Gewässerrandstreifen sind. Die resultierende Sohlneigung aus den Sohlhöhen (Beginn-Ende) und der Grabenlänge beträgt 1:250 oder 0,4 %.



Bei einem Freibord von 0,5 m ergibt sich nach RAS-Ew (Bild und Tabelle 3) die durchflossene Fläche zu 7,5 m², der benetzte Umfang zu 8,7 m und der hydraulische Radius zu 0,862 m.

Nach Manning-Strickler kann ein solches offenes Gerinne mit einem k_{st} -Wert 20 für stark bewachsene Erdkanäle und einem Energie-/Sohlgefälle 0,004 einen Durchfluss von

$$Q = 7,5 \cdot 20 \cdot 0,862^{2/3} \cdot 0,004^{1/2} \sim 8,6 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{leisten.}$$

Im Normal- bis Auslastungsfall (Vollfüllung) führen die gleichzeitig anfallenden Abflüsse aus der geplanten Vorflutleitung DN 600 PVC der Verkehrsanlage (~500 l/s), dem vorhandenen Meliorationssammler DN 500 B (~280 l/s) und der ebenfalls vorhandenen Ortsentwässerung DN 400 PVC (~200 l/s) also nur zu einem Niedrig- bis Mittelwasserstand im Graben (max. ~1 m³/s).

Gleichzeitig wird ein zusätzlicher Retentionsraum von ca. 1000 m³ für den Briesinggraben geschaffen, bevor dieser an der Einleitstelle über das Ufer tritt. Das Gesamtvolumen des Grabens beträgt mit den o. g. Parametern 3000 m³.

Abflussmengen - Bilanz Einleitstelle

Durch die halbseitige Entsiegelung von ~3450 m² der vorhandenen B 156 im EWA 3 werden die vorhandenen Entwässerungseinrichtungen um

$$Q [r_{15/1}] = 3450/10000 \cdot 114,4 \cdot 0,9 \sim 35,5 \text{ l/s} \quad \text{entlastet.}$$

Über die geplanten Entwässerungseinrichtungen wird der Briesinggraben zukünftig aus dem Neubau der B 156 (= Gesamtabfluss EWA 3 abzüglich Geländeabfluss an Durchlass 3 sowie der Abflüsse aus dem Restbestand der Fahrbahn) mit

$Q [r_{15/1}] = 150,2 \text{ l/s} - 12 \text{ l/s} - 13 \text{ l/s} - 11,2 \text{ l/s} \sim 114 \text{ l/s}$ belastet.

Es werden demnach zusätzlich $\sim 78,5 \text{ l/s}$ in den Briesinggraben bzw. in die Spree eingeleitet.

Für den Gesamtabfluss von $150,2 \text{ l/s}$ wäre bei 15-Minuten Regendauer (900 s) ein Rückhaltevolumen von $135,2 \text{ m}^3$ erforderlich. Dieses ist durch die geplante Offenlegung des Meliorationsgrabens mehrfach gegeben.

Behandlungsbedürftigkeit

Das Merkblatt DWA-M 153 enthält in seinen Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser ein entsprechendes Bewertungsverfahren zur Prüfung der Behandlungsbedürftigkeit. Das Ergebnis für den EWA 3 ist in der Unterlage 18.1.4, Seite 2 dargestellt.

Demnach ist keine Regenwasserbehandlung erforderlich.

Da es sich beim Briesinggraben nicht um ein Gewässer im Sinne des DWA-M 153 handelt, sondern um einen Bestandteil des offenen Entwässerungssystems des Ortes Briesing, der vorhandenen und weiterführenden Bundesstraße sowie der angrenzenden Äcker und Teiche, wird die Behandlungsbedürftigkeit für das Fließgewässer Spree geprüft.

Nach DWA-M 153 Tabelle 3 ist die zulässige Regenabflussspende von undurchlässigen Flächen in Flüsse mit Wasserspiegelbreite $> 5 \text{ m}$ nicht begrenzt.

3 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Nach RAS-Ew 2005 Abschnitt 1.3 ist die Entscheidung über die Wiederkehrzeit (Häufigkeit) des zugrunde zu legenden Bemessungsniederschlags keine hydrologische Aufgabe. Sie wird durch das gewünschte Maß an Sicherheit gegen Überschreitung bzw. nach Maßstäben der Verkehrssicherheit bestimmt. Im Normalfall kann bei der Bemessung der Entwässerung von Straßen von folgenden Regenhäufigkeiten ausgegangen werden:

über Mulden, Gräben oder Rohleitungen	:	$n = 1,0$ (1-jährig, $T = 1$)
über Rohrleitungen im Mittelstreifen	:	$n = 0,33$
Straßentiefpunkte (hier Geländetiefpunkte)	:	$n = 0,2$ (5-jährig, $T = 5$)
Versickermulden	:	$n = 1,0$
Trogstrecken mit Straßentiefpunkt	:	$n = 0,1 - 0,05$

Den wassertechnischen Erläuterungen zu den Entwässerungsabschnitten ist zu entnehmen, dass der Bemessung für alle im Zuge des Neubaus der B 156 geplanten Entwässerungseinrichtungen bereits noch wesentlich seltenere Häufigkeiten zugrunde liegen, als für den Normalfall angegeben.

Die 100-jährige Regenspende oder der Regenabfluss für $n = 0,01$ wurde in Unterlage 18.2 zum Vergleich ermittelt, stellt aber kein Bemessungskriterium für die Planung von Streckenentwässerungen dar. Das sogenannte HQ(100) ist für die Planung von Ingenieurbauwerken relevant.

4 Abflussbilanz Straße

In der Stellungnahme der unteren Wasserbehörde zum Entwässerungskonzept des Vorentwurfes wurde nicht nur die Offenlegung des Meliorationssammlers zum Briesinggraben gefordert, sondern auch für alle Entwässerungsabschnitte ein Soll-/Ist-Vergleich der befestigten Straßenflächen, um die Mehrbelastung durch Abfluss ins Gewässer aus der geplanten Maßnahme erfassen und werten bzw. ggf. kompensieren zu können. Die folgende Tabelle enthält die entsprechende Abflussbilanz, wobei die ermittelte Mehrbelastung ΔQ_B aus der Befestigung durch unbefestigte Straßennebenflächen letztlich wieder etwas korrigiert wird.

Der Gesamtabfluss je EWA einschließlich Straßennebenflächen und Gelände ist deshalb weiterhin der Abflussermittlung in Unterlage 18.1.2 zu entnehmen.

Entwässerungs- abschnitt (EWA)		Einleitstelle Rechtswert Hochwert	Einzugsfläche der Befestigung [m²]			Abflussmenge aus Befestigung [l/s]		
Nr.	Bau-km		A _{vorh.}	A _{gepl.}	ΔA_B	Q _{vorh.}	Q _{gepl.}	ΔQ_B
1.1	0+050 bis 0+188	Durchlass 1 5463578,234 5676472,934	694 +186	1174 +186	480	9,0	14,0	+5,0
1.2	0+188 bis 0+280	KSchacht 11 5463576,860 5676649,065	770 +200/2	3154 +436 +277	2897	9,0	39,0	+30,0
1	0+050 bis 0+280	Mühlgraben (zur Spree)	Wasserrechtliche Erlaubnis/Genehmigung liegt für Erneuerung der Ortskanalisation durch Dritte vor, inklusive Gesamtabfluss aus EWA 1.2					
2	0+280 bis 1+500	Versicker- mulden	780 (S 107)	10915	10135	8,0	112,4	+104,4
3.1	1+500 bis 1+890	Durchlass 3 5463893,648 5677882,829	1280 +1260	3120 +1260	1840	26,1	45,1	+19,0
3.2	1+890 bis 2+605	KSchacht 13 5464068,625 5678285,607	2170 +1088	7025 +1088	4855	33,5	83,5	+50,0
3	1+500 bis 2+605	Briesing- graben (zur Spree) 5464362,368 5678376,189	Σ 5798	12493	6695	59,7	128,7	+69,0

In den Abflussermittlungen bisher nicht erfasst sind die nachträglich in den Entwurf aufgenommenen Durchfahrten für Großraumtransporte über die Inseln der zwei Kreisverkehre. Damit erhöht sich ΔQ_B in EWA 1 und 2 noch um jeweils 1,5 l/s.



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen und -spenden
nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 72, Zeile 51
 Ortsname : Niedergurig (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	5,3	175,1	7,0	233,0	9,3	309,6	11,0	367,5	12,8	425,4	13,8	459,2	15,1	501,9	16,8	559,8
10 min	8,3	138,4	10,7	177,8	13,8	229,9	16,2	269,3	18,5	308,7	19,9	331,7	21,6	360,7	24,0	400,1
15 min	10,3	114,4	13,1	145,9	16,9	187,4	19,7	218,9	22,5	250,3	24,2	268,7	26,3	291,9	29,1	323,3
20 min	11,7	97,5	14,9	124,3	19,2	159,8	22,4	186,6	25,6	213,4	27,5	229,0	29,9	248,8	33,1	275,6
30 min	13,6	75,3	17,4	96,7	22,5	125,0	26,3	146,4	30,2	167,7	32,4	180,3	35,3	196,0	39,1	217,4
45 min	15,2	56,1	19,8	73,2	25,9	95,8	30,5	112,8	35,1	129,9	37,8	139,9	41,2	152,5	45,8	169,5
60 min	16,1	44,7	21,3	59,3	28,3	78,5	33,5	93,1	38,7	107,6	41,8	116,1	45,7	126,8	50,9	141,4
90 min	17,8	32,9	23,5	43,5	31,1	57,5	36,8	68,1	42,5	78,7	45,8	84,9	50,0	92,7	55,8	103,3
2 h	19,1	26,5	25,2	35,0	33,2	46,1	39,3	54,6	45,4	63,0	48,9	68,0	53,4	74,2	59,5	82,6
3 h	21,1	19,5	27,7	25,7	36,5	33,8	43,1	39,9	49,8	46,1	53,7	49,7	58,6	54,2	65,2	60,4
4 h	22,6	15,7	29,7	20,6	39,0	27,1	46,1	32,0	53,2	36,9	57,3	39,8	62,5	43,4	69,6	48,3
6 h	25,0	11,6	32,7	15,1	42,9	19,9	50,6	23,4	58,3	27,0	62,8	29,1	68,5	31,7	76,2	35,3
9 h	27,6	8,5	36,0	11,1	47,1	14,5	55,6	17,1	64,0	19,7	68,9	21,3	75,1	23,2	83,5	25,8
12 h	29,6	6,9	38,6	8,9	50,4	11,7	59,4	13,7	68,3	15,8	73,6	17,0	80,2	18,6	89,1	20,6
18 h	32,7	5,0	42,5	6,6	55,4	8,6	65,2	10,1	75,0	11,6	80,7	12,4	87,9	13,6	97,6	15,1
24 h	35,1	4,1	45,5	5,3	59,2	6,9	69,7	8,1	80,1	9,3	86,1	10,0	93,8	10,9	104,2	12,1
48 h	41,3	2,4	54,7	3,2	72,5	4,2	86,0	5,0	99,5	5,8	107,3	6,2	117,2	6,8	130,7	7,6
72 h	45,4	1,8	60,6	2,3	80,8	3,1	96,1	3,7	111,3	4,3	120,2	4,6	131,5	5,1	146,7	5,7

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	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]	10,30	16,10	35,10	45,40
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	29,10	50,90	104,20	146,70

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.

Querneigung [%]	q =	2,50	(Dachprofil)		
Wasserspiegelbreite [m]	b =	0,70	(i.d. Regel)	≠ 0,70 (Tiefpunkte)	
Aufsatztyp [mm]	Typ I	300 x 500	(i.d. Regel)	500 x 500 (Typ II A14)	500 x 780 (Typ III A15)
Regenspende [l/(s·h)]	r ₍₁₅₎₁ =	114,4	(i.d. Regel)	187,4 (Tiefpunkte r _{(15)0,2})	
Breite Fahrstreifen [m]	B _F =	3,25	(i.d. Regel)	≤ 5,00 (links)	≤ 4,50 (rechts)
Breite Gehweg [m]	B _G =	2,30	(i.d. Regel)	≤ 3,00 (rechts)	≥ 1,00 (rechts)
Breite Radweg [m]	B _R =	2,50	(i.d. Regel)	3,00 (Hochbord)	
Spitzenabflussbeiwert Fahrbahn (Radweg)	ψ _F =	0,90	(Asphalt)		
Spitzenabflussbeiwert Gehweg	ψ _G =	0,75	(Pflaster)	0,50 (unbefestigt)	
Sicherheitsfaktor	κ =	1,5	(Bordrinne)		

$$Q = A_E \cdot r_{(D)n} \cdot \psi \cdot \kappa / 10000$$
Stand: 20.03.2019

18.1.2 Abflussermittlung

nach RAS-EW Ausgabe 2005

Abflussbeiwerte siehe Pkt. 18.1.1Bemessungsregen $r_{15(1)}$:

114,4 l/(sxha)

gewählter Ansatz für Böschungsversickerungsrate Damm:

150 l/(sxha)

(Mindestwert nach RAS-EW 2005)

gewählter Ansatz für Böschungsversickerungsrate Einschnitt:

100 l/(sxha)

(Mindestwert nach RAS-EW 2005)

Straße	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß- beiwert	Regen- häufig- keit	Q
[-]	[-]	von	bis	[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]
EWA 1.1, Stat. 0+050 bis 0+188 (KP1)								
links								
Fahrbahn	Mulde	0+050,000	0+110,000	60	480	0,9	1	4,9
Bankett	1.1	0+050,000	0+110,000	60	90		1	-0,3
Dammböschung		0+050,000	0+110,000	60	108		1	-0,4
Mulde		0+050,000	0+110,000	60	120		1	-0,4
Geländewasser westlich B156 neu					12.150	0,1	1	13,9
Summe					798			17,7
links								
Fahrbahn	Mulde	0+110,000	0+188,000	78	694	0,9	1	7,1
Bankett	1.2	0+110,000	0+188,000	78	117		1	-0,4
Dammböschung		0+110,000	0+188,000	78	40		1	-0,1
Mulde		0+110,000	0+188,000	78	117		1	-0,4
Summe					968			6,1
Abfluss DL1								23,8
Geländeabfluss zwischen Fahrbahn und vorh. Fahrbahnmulde					1.750	0,1	1	2,0
Fahrbahnabfluss Restbestand bei Haus Nr. 1				60	186	0,9	1	1,9
Gesamtsumme EWA 1.1					3.702			27,7

Straße	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß- beiwert	Regen- häufig- keit	Q
[-]	[-]	von	bis	[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]
EWA 1.2, KP1 bis 0+280								
Mulde 2 (Süd)								
Fahrbahn Kreisverkehr	Mulde 2				185	0,9	1	1,9
Fahrbahn					432	0,9	1	4,4
Radweg					257	0,9	1	2,6
Zufahrt					40	0,9	1	0,4
Bankett				85	128		1	-0,5
Mulde				85	170		1	-0,6
Summe					1.212			8,2
Mulde 3 (West)								
Fahrbahn Kreisverkehr	Mulde 3				111	0,9	1	1,1
Fahrbahn					245	0,9	1	2,5
Bankett				67	101		1	-0,4
Mulde				67	134		1	-0,5
Summe					591			2,8
Mulde 4 (Ost)								
Fahrbahn Kreisverkehr	Mulde 4				225	0,9	1	2,3
Fahrbahn					265	0,9	1	2,7
Radweg					179	0,9	1	1,8
Bankett				60	90		1	-0,3
Mulde				60	120		1	-0,4
Summe					879			6,1
Mulde 5 (Nord)								
Fahrbahn Kreisverkehr	Mulde 5				203	0,9	1	2,1
Fahrbahn					603	0,9	1	6,2
Böschung					227			-0,8
Bankett				96	144		1	-0,5
Mulde				96	192		1	-0,7
Summe					1.369			6,3

Straße	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß- beiwert	Regen- häufig- keit	Q
[-]	[-]	von	bis	[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]
Kanal ES7 bis KS10								
Fahrbahn					293	0,9	1	3,0
Gehweg					139	0,7	1	1,1
Zufahrt					65	0,9	1	0,7
Summe					497			4,8
Kanal KS12 bis KS11								
Fahrbahn					592	0,9	1	6,1
Radweg					55	0,9	1	0,6
Gehweg					138	0,7	1	1,1
Summe					785			7,8
Summe Fahrbahn					3.154			
Summe Radweg					436			
Summe Gehweg					277			
Summe Bankett, Mulde, Böschung					1.305			
Gesamtsumme EWA 1.2					5.332			36,0

Straße	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß- beiwert	Regen- häufig- keit	Q
		von	bis					
[-]	[-]			[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]
EWA 2, 0+280 bis Stat. 1+500								
Strecke 0+280 bis KP2								
Mulde 6-Strecke KP1 - KP2								
Fahrbahn	Mulde	0+280,000	0+980,000	700	5.696	0,9	1	58,6
Fahrbahn KP2-SO					609	0,9	1	6,3
Bankett	6	0+280,000	0+980,000	700	1.050		1	-3,7
Dammböschung		0+280,000	0+980,000	700	1.175		1	-4,2
Mulde		0+280,000	0+980,000	700	1.400		1	-5,0
Summe					9.930			52,0
Kreisverkehr KP2								
Mulde 7-KP2SW								
Fahrbahn	Mulde				176	0,9	1	1,8
Bankett	7			22	33		1	-0,1
Dammböschung					41		1	-0,1
Mulde				22	44		1	-0,2
Summe					294			1,4
Mulde 8-KP2NW								
Fahrbahn	Mulde				173	0,9	1	1,8
Bankett	8			22	33		1	-0,1
Dammböschung					61		1	-0,2
Mulde				22	44		1	-0,2
Summe					311			1,3

Straße	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß- beiwert	Regen- häufig- keit	Q
[-]	[-]	von	bis	[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]
Strecke KP2 bis Stat. 1+500								
Mulde 10-KP2-1+500								
Fahrbahn	Mulde 9	1+020,000	1+500,000	480	3.946	0,9	1	40,6
Fahrbahn KP NO					315	0,9	1	3,2
Bankett		1+020,000	1+500,000	480	753		1	-2,7
Dammböschung		1+020,000	1+500,000	480	1.262		1	-4,5
Mulde		1+020,000	1+500,000	480	1.004		1	-3,6
Summe					7.280			33,1

Flächen

Mulde Nr.	Einzugs- fläche A _E	reduzierte Fläche A _u	Abfluss- beiwert y
6	0,993	0,455	0,458
7	0,029	0,012	0,410
8	0,031	0,011	0,368
9	0,728	0,289	0,397

Straße	Flächen und Abflüsse									Hydraulik Mulden																	
	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß- beiwert	Regen- häufig- keit	Q	Q Ab- schnitt	Mulden- gefälle	B _{muldensohle} *	h _{Mulde} *	A _{Mulde}	V _{Mulde}	Q _{vorh.}	Q _{Bemess.}	Stau- breite	Fließzeit kumm.									
[-]	[-]	von	bis	[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]	[l/s]	[%]	[m]	[m]	[m²]	[m/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[min]									
EWA 3, Stat. 1+500 bis 2+605																											
EWA 3.1 Stat. 1+500 bis 1+890	Mulde 11	1+500,000	1+646,000	146	1.168	0,9	1	12,0	13,2	0,48	0,8	0,062	0,055	0,25	13,2	13,53	0,985	24,07									
Fahrbahn																											
Bankett		1+500,000	1+646,000	146	219		1	0,3																			
Dammböschung		1+500,000	1+646,000	146	346		1	0,5																			
Mulde		1+500,000	1+646,000	146	292		1	0,4											Fließzeit straßenbegleitende Mulde und vorh. Graben bis Einmündung Zufluss DL 3 (356 m)								
Summe					2.025			13,2																			
Abschlag vorh. Mulde																											
Fahrbahn	Mulde 12	1+646,000	1+800,000	154	1.232	0,9	1	12,7	25,8	0,60	0,8	0,084	0,078	0,33	25,8	25,71	1,052	7,76									
Bankett		1+646,000	1+800,000	154	231		1	0,3																			
Dammböschung		1+646,000	1+800,000	154	232		1	0,3																			
Mulde		1+646,000	1+800,000	154	308		1	0,4																			
Zufluss Oberflächenwasser bei n=1 gem. Unterlage 18.2 (Hydrologisch/hydraulisches Gutachten)								12,0											Fließzeit straßenbegleitende Mulde (154 m)								
Summe					2.003			25,8																			
Fahrbahn	Mulde 13	1+800,000	1+890,000	90	720	0,9	1	7,4	8,0	0,20	0,8	0,059	0,052	0,16	8,0	8,14	0,977	9,66									
Bankett		1+800,000	1+890,000	90	135		1	0,2																			
Dammböschung		1+800,000	1+890,000	90	112		1	0,2																			
Mulde		1+800,000	1+890,000	90	180		1	0,3											Fließzeit straßenbegleitende Mulde (92 m)								
Summe						1.147													8,0								
Abfluss Durchlass 3																											
Fahrbahn Restbestand S-Kurve																											
Gesamtabfluss EWA 3.1										Fließzeit im vorhandenen Graben zwischen Zulauf von DL 3 und Auslauf Graben Briesing																	
								60,1		0,20	0,8	0,187	0,202	0,30	60,1	60,05	1,361	21,09									
EWA 3.2 Stat. 1+890 bis 2+605	Mulde 14	1+890,000	2+200,000	310	2.659	0,9	1	27,4	37,6	0,26	0,8	0,146	0,149	0,30	37,6	44,11	1,238	17,43									
Fahrbahn																											
Busbucht					149	0,9	1	1,5																			
Geh-/Radweg					74	0,9	1	0,8																			
Wartefläche					68	0,7	1	0,5																			
Zufahrt					77	0,9	1	0,8																			
Bankett		1+890,000	2+200,000	310	465		1	0,7																			
Dammböschung		1+890,000	2+200,000	310	450		1	0,6																			
Mulde		1+890,000	2+200,000	310	620		1	0,9																			
Einmündung					430	0,9	1	4,4																			
Summe					4.992			37,6																			
Abfluss Durchlass Zufahrt																											
Fahrbahn	Mulde 15	2+200,000	2+235,000	35	394	0,9	1	4,1	42,0	0,25	0,8	0,156	0,161	0,30	42,0	48,61	1,268	19,36									
Bankett		2+200,000	2+235,000	35	53		1	0,1																			
Dammböschung		2+200,000	2+235,000	35	64		1	0,1																			
Mulde		2+200,000	2+235,000	35	70		1	0,1																			
Summe						581													4,4								

Straße	Flächen und Abflüsse									Hydraulik Mulden								
	Abfluss in	Bau-km		Länge	Fläche A	Abfluß-beiwert	Regen-häufig-keit	Q	Q Ab-schnitt	Mulden-gefälle	B _{muldensohle} *	h _{Mulde} *	A _{Mulde}	v _{Mulde}	Q _{vorh.}	Q _{Bemess.}	Stau-breite	Fließzeit kumm.
[-]	[-]	von	bis	[m]	[m²]	[-]	[1/a]	[l/s]	[l/s]	[%]	[m]	[m]	[m²]	[m/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[min]
Fahrbahn	Mulde 16	2+235,000	2+605,000	370	3.025	0,9	1	31,1										
Busbucht		2+235,000	2+605,000	370	149	0,9	1	1,5										
Bankett		2+235,000	2+605,000	370	555		1	0,8										
Dammböschung		2+235,000	2+605,000	370	1.700		1	2,4										
Mulde		2+235,000	2+605,000	370	740		1	1,1										
Summe					6.169			36,9	36,9	0,50	0,8	0,124	0,122	0,38	36,9	45,95	1,172	16,41
Fahrbahn Restbestand ab KP3				330	1.088	0,9	1	11,2										
Abfluss Durchlass 4									78,9									
Gesamtabfluss EWA 3.2								90,1										

Gesamtabfluss EWA 3 bei r₁₅₍₁₎ = 150,2 l/s daraus ergibt sich Au = 1,313 ha

Infolge der gering geneigten Mulden beträgt die Fließzeit ca. 20 Minuten bis zum Anfangsschacht der Überleitung zum Briesinggraben. Daher kann der Wasseranfall mit der Regenspende r₂₀₍₁₎ = 97,5 l/(sxha) berechnet werden.
Damit ergibt sich für das einjährige Regenereignis T=1 ein maximaler Anfall von 1,313 ha x 97,5 l/(sxha) = **128,0 l/s**.
Bei einer Jährlichkeit von T=5 ergibt sich ein Abfluss von 1,313 ha x 159,8 l/(sxha) = 209,8 l/s. Bei dieser Jährlichkeit kommt es gem. Anlage 4.2.2 des Hydrologischen Gutachtens an Durchlass 3 zu einem Oberflächenabfluss von 48 l/s.
Es ergibt sich also bei T=5 (einmal in 5 Jahren auftretendes Regenereignis) ein Gesamtabfluss von **258 l/s**.
Bei der geplanten Verlegung einer DN 600 im Gefälle von 0,55% ist eine Vollerfüllung von **498 l/s** möglich. Es besteht also bei T=5 eine **Reserve von ca. 240 l/s** (48%) für zusätzliche Zuflüsse.

* Bei der hydraulischen Berechnung werden die Mulden vereinfacht als Trapezquerschnitt berechnet. Daraus ergibt sich bei einer 2m breiten Mulde eine Sohlbreite von 0,8m.
Die berechneten Werte beziehen sich auf die vorhandenen Durchflüsse. Zum Vergleich wurde der Bemessungsdurchfluss angegeben.

18.1.3 Bemessung von Versickermulden

Versickermulde Stat. 0+280 bis KP2

Berechnung nach DWA A 138

Eingabedaten:

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	9.930
Abflussbeiwert	Ψ_m	1	0,46
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.518

Versickerungsfläche	A_s	m^2	1490
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	2,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagfaktor	f_Z	1	1,2

Berechnung:

$$V = \frac{\dot{e}}{\dot{e}} (A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D(n)} - A_s \times \frac{k_f}{2} \times \frac{\dot{u}}{\dot{u}} \times D \times 60 \times f_Z$$

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
15	187,4
20	159,8
30	125,0
45	95,8
60	78,5
90	57,5
120	46,1

erf. Volumen:

V [m³]
105,5
116,8
130,0
138,2
139,4
127,3
110,6

Ergebnisse:

$$t_E = \frac{V_{erf.}}{A_{s,M} \times \frac{k_{f,M}}{2} \times 3600} = \frac{2 \times z_M}{k_{f,M} \times 3600}$$

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	78,5
erforderliches Muldenspeichervolumen	$V_{erf.}$	m^3	139,4
erforderlicher Muldenquerschnitt	A	m^2	0,187
gewählte Muldenlänge	L	m	745
gewählte Muldenbreite	b	m	2
gewählte Muldentiefe	h	m	0,3
vorhandenes Muldenspeichervolumen	$V_{vorh.}$	m^3	303,3
vorhandener Muldenquerschnitt	A	m^2	0,407
Einstauhöhe Mulde	h1	m	0,177
Teilfüllbreite	b1	m	1,570
Einstauhöhe Rechteckquerschnitt	z_M	m	0,094
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	2,6

Versickermulde KP2 Mulde 7 (südwestlich)**Berechnung nach DWA A 138****Eingabedaten:**

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	294
Abflussbeiwert	Ψ_m	1	0,41
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	121

Versickerungsfläche	A_s	m^2	44
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	2,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagfaktor	f_z	1	1,2

Berechnung:

$$V = \frac{\dot{e}}{\dot{e}} (A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D(n)} - A_s \times \frac{k_f}{2} \times D \times 60 \times f_z$$

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
15	187,4
20	159,8
30	125,0
45	95,8
60	78,5
90	57,5
120	46,1

erf. Volumen:

V [m ³]
2,9
3,2
3,5
3,7
3,7
3,3
2,8

Ergebnisse:

$$t_E = \frac{V_{erf.}}{A_{s,M} \times \frac{k_{f,M}}{2} \times 3600} = \frac{2 \times z_M}{k_{f,M} \times 3600}$$

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	45
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	95,8
erforderliches Muldenspeichervolumen	$V_{erf.}$	m ³	3,7
erforderlicher Muldenquerschnitt	A	m ²	0,167
gewählte Muldenlänge	L	m	22
gewählte Muldenbreite	b	m	2
gewählte Muldentiefe	h	m	0,3
vorhandenes Muldenspeichervolumen	$V_{vorh.}$	m ³	9,0
vorhandener Muldenquerschnitt	A	m ²	0,407
Einstauhöhe Mulde	h1	m	0,165
Teilfüllbreite	b1	m	1,510
Einstauhöhe Rechteckquerschnitt	z_M	m	0,084
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	2,3

Berechnung gilt analog für nordwestliche Mulde (Mulde 8)

Versickermulde KP2 bis Stat. 1+500**Berechnung nach DWA A 138****Eingabedaten:**

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	7.280
Abflussbeiwert	Ψ_m	1	0,40
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	2.883

Versickerungsfläche	A_s	m^2	960
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	2,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagfaktor	f_z	1	1,2

Berechnung:

$$V = \frac{\dot{e}}{\dot{e}} (A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D(n)} - A_s \times \frac{k_f}{2} \times D \times 60 \times f_z$$

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
15	187,4
20	159,8
30	125,0
45	95,8
60	78,5
90	57,5
120	46,1

erf. Volumen:

V [m ³]
67,4
74,6
83,0
88,2
88,8
81,0
70,1

Ergebnisse:

$$t_E = \frac{V_{erf.}}{A_{s,M} \times \frac{k_{f,M}}{2} \times 3600} = \frac{2 \times z_M}{k_{f,M} \times 3600}$$

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	78,5
erforderliches Muldenspeichervolumen	$V_{erf.}$	m ³	88,8
erforderlicher Muldenquerschnitt	A	m ²	0,185
gewählte Muldenlänge	L	m	480
gewählte Muldenbreite	b	m	2
gewählte Muldentiefe	h	m	0,3
vorhandenes Muldenspeichervolumen	$V_{vorh.}$	m ³	195,4
vorhandener Muldenquerschnitt	A	m ²	0,407
Einstauhöhe Mulde	h1	m	0,176
Teilfüllbreite	b1	m	1,560
Einstauhöhe Rechteckquerschnitt	z_M	m	0,093
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	2,6

18.1.4 Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

"Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser" (August 2007)

Einleitung in: Grundwasser über Versickerungsmulde

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser; außerhalb von TWSZ	G12	G = 10

Flächenanteil f_i (Kapitel 4)		Luft L_i (Tabelle 2)		Flächen F_i (Tabelle 3)		Abflußbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \times (L_i + F_i)$
0,452	1,00	L1	1	F5	27	28,0
S =	1,00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$:				B = 28,0

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G/B$:	$D_{\max} = 0,36$
--	-------------------

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen (4a, 4b und 4c))	Typ	Durchgangswerte D_i
Versickerung durch 20 cm bewachsenen Oberboden bei $A_u:AS \leq 5:1$ bis $15:1$	D2b	0,35
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Kapitel 6.2.2)}$:		D = 0,35

Emissionswert $E = B \times D$:	E = 9,8
----------------------------------	---------

$E = 9,8$; $G = 10$; Anzustreben: $E \leq G$
 Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn: $E > G$

Durch die Regenwasserbehandlung sind die qualitativen Forderungen erfüllt.

Einleitung in: Briesinggraben / Spree

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Fließgewässer, kleiner Fluss (bSp > 5m)	G3	G = 24

Flächenanteil f_i (Kapitel 4)		Luft L_i (Tabelle 2)		Flächen F_i (Tabelle 3)		Abflußbelastung B_i
Au,i	f _i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \times (L_i + F_i)$
1,313	1,00	L1	1	F4	19	20,0
S =	1,00	Abflussbelastung $B = \sum B_i$				B = 20,0

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G/B$:	$D_{\max} =$
--	--------------

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen (4a, 4b und 4c))	Typ	Durchgangswerte D_i
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Kapitel 6.2.2):}$		D = 1,00

Emissionswert $E = B \times D$:	E = 20,0
----------------------------------	----------

$E = 20$; $G = 24$; Anzustreben: $E \leq G$
 Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn: $E > G$

Keine Regenwasserbehandlung erforderlich

18.1.5 Hydraulische Bemessung

gem. RAS-Ew 2005; Abfluss bei $r_{15(1)}$

Haltung	Schacht		Länge l	Abfluss aus Einzugs- gebiet l/s	Sohl- gefälle l _{so}	DN	k _b	Geschwindigkeit		Fließzeit		Regen- spende	Qist	Qv mög- lich
	von	bis						Voll- füllung	Teil- füllung	einzel	gesamt			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-	Nr.	Nr.	m	l/s	1:	mm	mm	m/s	m/s	min	min	-	l/s	l/s
1	ES1	ES7	131	17,1	300	300	0,75	0,88	0,75	2,49	2,49	114,4	17,1	61,8
2	ES7	KS11	85	11,1	280	300	0,75	0,91	0,88	1,56	1,56	114,4	28,2	64,0
3	KS12	KS11	56	7,8	300	300	0,75	0,88	0,61	1,07	1,07	114,4	7,8	61,8
4	Zulauf EWA 3.2	KS13	48	78,9	100	600	0,75	2,37	1,62	0,34	0,34	114,4	78,9	669,5
5	Zulauf EWA 3.1	KS13	48	60,1	100	600	0,75	2,37	1,49	0,34	0,34	114,4	60,1	669,5
6	KS13	KS14	16		50	600	0,75	3,36	2,43	0,08	0,08	114,4	139,0	948,4
7	KS14	KS15	44		180	600	0,75	1,76	1,52	0,42	0,42	114,4	139,0	498,0
8	KS15	Auslauf	5	83,8	180	600	0,75	1,76	1,72	0,05	0,05	114,4	222,8	498,0

Wie im Bestand am Meliorationsschacht, läuft die Ortsentwässerung von Briesing am KS15 aus (83,8 l/s).

18.1.6 Durchlassliste

Hinweis: Die Berechnung erfolgt nach RAS-Ew 2005 Abschnitt 1.4.4 Kreuzungsbauwerke nach der Formel:

$$Q = \sqrt{\frac{Dh}{\frac{8}{g \times p^2 \times d^4} + \frac{2g \times l}{k_{St}^2 \times C \times \frac{d^5}{4}}}}$$

Lfd. Nr. des Durchlasses	Stat.	Abfluss nach	Sohlgefälle I _{So}	Form und Größe	Länge	dh	Q mögl.	Q vorh. ca.	Bemerkungen
Nr.	Nr.	-	%	mm	m	m	l/s	l/s	-
1	0+117,500	kommunales System	0,42	Kreis 500	23,8	0,10	152	23,8	
2	0+934,200	Gelände	1,78	Kreis 800	22,5	0,40	910	123	Abfluss bei T=5 345 l/s
3	1+800,000	vorh. Straßen-graben	0,56	Kreis 500	18,0	0,10	163	33,8	Abfluss bei T=5: 78,5 l/s
4	2+235,000	Briesing-graben	0,75	Kreis 800	26,7	0,20	622	440,0	aktuell Rechteckquerschnitt 2000/1500 geplant, mit wesentlich größerem Leistungsvermögen