
Frankenschnellweg (Kreisstraße N4)
Ersatzneubau Brücke über den Main-Donau-Kanal und die Südwesttangente
BW 1.418

UNTERLAGE 18.1T

Wassertechnische Untersuchungen - Erläuterungen -

Aufgestellt: Nürnberg, den 31.03.2023	Stadt Nürnberg Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg  Technischer Werkleiter

Inhaltsverzeichnis

1. Vorhabensträger.....	3
2. Anlass und Zweck des Vorhabens.....	3
3. Bestehende Verhältnisse.....	3
3.1 Baugrundverhältnisse und Grundwasser	3
3.2 Bestehende Entwässerungsanlagen	5
4. Grundlagen des Entwurfs.....	6
5. Geplantes Entwässerungskonzept	7
5.1 Berechnungsgrundlagen	7
5.2 Dimensionierungsparameter	7
5.3 Darstellung des Entwässerungskonzepts.....	7
5.3.1 Bereich außerhalb der Brücke - Nord	9
5.3.2 Brückenbereich - Nord	11
5.3.3 Brückenbereich und Bereich außerhalb der Brücke - Süd	12
5.3.4 Rampe West	14
5.3.5 Rampe Ost.....	16
5.3.6 Rampe Nordost.....	17

1. Vorhabensträger

Träger der Baulast und Vorhabensträger ist die Stadt Nürnberg, vertreten durch den Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg.

2. Anlass und Zweck des Vorhabens

Beim bestehenden Brückenbauwerk über die Südwesttangente und den Main-Donau-Kanal (MDK) wurde durch gutachterliche Prüfung Spannungsrissskorrosionsgefährdung nachgewiesen. Dem Bauwerk 1.190 wird nur noch eine begrenzte Nutzungsdauer eingeräumt. Da die Brücke in diesem Zustand ein hohes verkehrliches und wirtschaftliches Gefahrenpotenzial aufweist, muss sie umgehend ersetzt werden. Im Zuge dieses Umbaus müssen die Verkehrsanlagen einschließlich aller Entwässerungs-einrichtungen an das neue Bauwerk angepasst werden.

3. Bestehende Verhältnisse

3.1 Baugrundverhältnisse und Grundwasser

Geologie und Baugrundverhältnisse

Zur Erkundung des Baugrunds wurden im Auftrag der Stadt Nürnberg von der Firma Baugrundinstitut Dr. Spotka und Partner GmbH im November und Dezember 2017 im geplanten Streckenbereich fünf Bohrungen abgeteuft und fünf Rammsondierungen ausgeführt. Drei der fünf Bohrungen wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Weitere Bohrungen wurden im Juli und August 2018 durchgeführt. Das Baugrundinstitut führte 42 weitere Bohrungen und 32 Rammsondierungen durch. Von den 42 Bohrungen wurden drei zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Im Juli 2019 wurden 16 Bohrungen und 51 Sondierungen im Bereich der vier Wiederlager durchgeführt und im Oktober 2019 wurden 4 ergänzende Versickerungsversuche im Bereich nördlich der Brücke durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Geotechnischen Bericht vom 12.03.2020 dargestellt.

Die Bohrungen zeigen alle einen relativ einheitlichen Bodenaufbau.

Der Frankenschnellweg sowie die Rampen von und zur Südwesttangente wurden auf künstlich geschütteten Dämmen bzw. Auffüllungen gebaut. Die künstlichen Auffüllungen wurden unterhalb des Fahrhahnoberbaues bzw. unter der Mutterbodenschicht angetroffen. Sie sind hinter den Widerlagern und als Dammschüttungen, sowie in geringer Mächtigkeit im Uferbereich des Main-Donau-Kanals und zwischen den Anschlussrampen verbaut. Die Auffüllungen bestehen aus schwach bis stark bindigen Sanden, stellenweise mit Beimischungen von Toneinlagerungen, Bauschutt und Mutterboden.

Der gewachsene Untergrund unter den Auffüllungen besteht aus Verwitterungsschichten in Form von tonigem bis stark tonigem Sand. Diese Schicht wurden nicht bei allen Bohrungen angetroffen.

Ab einem Höhenniveau von 308,5 bis 310,0 müNN steht Sandstein an. Der fein- bis mittelkörnige Sandstein ist an der Oberkante sehr mürbe und nimmt mit zunehmender Tiefe an Härte zu.

Wasserverhältnisse

Die Stände von Grund- und Schichtenwasser wurden vom Baugrundinstitut an allen Bohrungen/Schürfen an verschiedenen Tagen dokumentiert.

Zusätzlich wurde an den sechs Grundwassermessstellen über Monate der Grundwasserstand beobachtet und dokumentiert.

Der Grundwasserbericht des Umweltreferats der Stadt Nürnberg gibt für den Bereich der Brücke einen Grundwasserstand von 311,0 bis 312,0 müNN an. Im gesamten Baubereich liegt der Grundwasserstand zwischen 308,0 und 312,0 müNN. Diesen Angaben stimmt das Baugrundinstitut anhand der Beobachtungen an den Grundwassermessstellen in seinem Bericht zu. Die Schwankung der Grundwasserstände wird mit etwa 0,5 m als gering bewertet. In der näheren Umgebung vorhandene Grundwassermessstellen der Stadt Nürnberg zeigen für den Zeitraum von 2012 bis 2017 Schwankungen von 0,8 bis 1,5 m.

Versickerungsfähigkeit des Baugrunds

Laut DWA-A 138 ist eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s gefordert, um Versickerungseinrichtungen vorzusehen. Nördlich des MDK ergab die Auswertung der Schürfen über große Bereiche eine Wasserdurchlässigkeit von $8 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Nordwestlich des Brückenbauwerkes in der künstlichen Auffüllung zwischen Frankenschnellweg und der Abfahrt zur Südwesttangente ergaben die Schürfe im südlichen Bereich einen Wasserdurchlässigkeitswert von $2,9 \cdot 10^{-6}$ m/s und im nördlichen Bereich von $4,6 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Die im August 2018 nördlich des MDK durchgeführten zwei Schürfen ergaben in den Sickerversuchen eine Wasserdurchlässigkeiten von $k_f = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s und $8 \cdot 10^{-5}$ m/s. Zur Bemessung werden die in Feldversuchen ermittelten k_f -Werte mit dem Korrekturfaktor 2 multipliziert, gemäß DWA-A138.

Am 11.09.2019 wurden nördlich des Brückenbauwerkes entlang des Frankenschnellwegs zusätzlich 4 weitere Schürfen angelegt. Die Firma Behringer + Dittmann Bohr GmbH führte pro Schurf jeweils einen Versickerungsversuch durch. Die Auswertung der Versuche ergab Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $1,6 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s östlich des Frankenschnellweges und Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

von $4,6 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $2,9 \cdot 10^{-6}$ m/s westlich des Frankenschnellweges in der künstlichen Aufschüttung. In der künstlichen Aufschüttung wird nicht versickert.

Zusätzlich muss sichergestellt werden, dass keine Schadstoffe durch versickerndes Wasser ausgewaschen werden und dem Grundwasser zugeführt werden.

Dafür wurde das Labor R&H Umwelt GmbH von SÖR auf Vorgabe des Umweltamtes der Stadt Nürnberg (UwA) beauftragt, um zusätzlich zu den Erkenntnissen des Geotechnischen Berichts eine orientierende Bewertung der Untergrundbelastungssituation in den geplanten Versickerungsbereichen zu erstellen.

Mit dem Umweltamt Nürnberg wurde dabei folgendes Vorgehen abgestimmt:

1. Auswertung der Übertragung der abfallrechtlichen Ergebnisse auf bodenschutzrechtliche Kriterien gemäß LfW Merkblatt 3.8/1.
2. Beurteilung der Schadstoffmobilität über durchgeführte Eluatuntersuchungen und Tiefenabgrenzung
3. Untersuchung der Grundwassermessstellen auf aufgefallene Parameter der Vorabdeklaration
4. Zusammenfassung und Auswertung durch Gutachter Altlastensachverständigen

Nach Prüfung des Gutachtens vom 28.03.2019 teilte das UwA in der Stellungnahme vom 29.03.2019 zu den geplanten Versickerungsanlagen folgende Festlegung mit: Auf Grundlage der aktuell vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind im Bereich der geplanten Versickerungsanlagen aus Sicht des UwA keine erhöhten Schadstofffrachten im Grundwasser zu erwarten. Eine über den bautechnisch bedingten Bodenaushub hinausgehende Entfernung von Auffüllungsmaterial ist aus bodenschutzrechtlicher Sicht aktuell nicht erforderlich. Jedoch fordert das UwA, dass zur abschließenden Beweissicherung nach Fertigstellung der Baumaßnahme die Grundwassermessstellen GWM_N0665, GWM_N0666, GWM_N0668 und GWM_N0069 für zwei Jahre vierteljährig auf die Parameter Schwermetalle + Arsen, PAK, MKW und LHKW zu untersuchen sind.

3.2 Bestehende Entwässerungsanlagen

Brücke

Die bisherige Ableitung des Oberflächenwassers erfolgt auf dem Brückenbauwerk über Brückenabläufe. Auf dem östlichen und dem westlichen Brückenbauwerk sind jeweils am westlichen Fahrbahnrand Abläufe angeordnet, die das Wasser fassen. Unterhalb des Brückenbauwerks verlaufen Längsleitungen abgehängt an der Plattenbalkenkonstruktion. Das gesammelte Wasser läuft an mehreren Stellen frei aus. Die Ausläufe befinden sich oberhalb des Main-Donau-Kanals und oberhalb von Flächen neben der Süd-West-Tangente.

Insgesamt werden ca. 5.340 m² Brückenfläche in den Main-Donau-Kanal geleitet.

Nördlicher Anschluss FSW an das Brückenbauwerk

Die westliche Fahrbahn (Fahrtrichtung stadtauswärts) entwässert über das Bankett in die angrenzende Böschung und versickert dort. Die östliche Fahrbahn (Fahrtrichtung stadteinwärts) entwässert über Straßenabläufe, die am westlichen Fahrbahnrand, angrenzend zum Mittelstreifen angeordnet sind. Die Straßenabläufe sind an den im Mittelstreifen liegenden DN 300 Betonkanal angeschlossen, der in Richtung Nord weiter verläuft. Dieser Entwässerungskanal schließt an den Hafensammler an.

Südlicher Anschluss FSW an das Brückenbauwerk

Das Niederschlagwasser auf der westlichen Fahrbahn (Fahrtrichtung stadtauswärts) entwässert über das Bankett in die angrenzende Böschung und versickert dort. Am westlichen Fahrbahnrand der östlichen Fahrbahn (Fahrtrichtung stadteinwärts) sind angrenzend zum Mittelstreifen Straßenabläufe angeordnet. Sie sind an den im Mittelstreifen liegenden DN 300 Betonkanal angeschlossen, der in Richtung Süd weiter verläuft. Auf Höhe Eibach schließt der Kanal an den Schwarzengraben an, in den das Wasser ungereinigt eingeleitet wird.

Rampen

Von den drei Rampen West, Ost und Nordost beinhalten die beiden erstgenannten ein Brückenbauwerk. Am Ende der Brückenbauwerke schließt jeweils die Straße in Dammlage an und passt sich im weiteren Verlauf bis zum Anschluss an die SWT dem Höhenniveau der SWT an. Lediglich die Rampe Nord-Ost beinhaltet kein Brückenbauwerk, sondern besteht aus einer Straße in Dammlage.

Die bisherige Ableitung des Oberflächenwassers erfolgt auf den Brückenbauwerken über Brückenabläufe. Am unten liegenden Fahrbahnrand sind Abläufe angeordnet, die das Wasser fassen und senkrecht unter das Brückenbauwerk leiten, wo es frei ausläuft.

Außerhalb der Brückenbauwerke fließt das Wasser über die Querneigung der Straße an den Fahrbahnrand, wo es über das Bankett und die Böschung in Mulden fließt und versickert. Die Mulde Rampe Nordost besitzt einen Überlauf an das Kanalnetz der SWT.

4. Grundlagen des Entwurfs

Das vorliegende Entwässerungskonzept wurde nach den derzeit gültigen Richtlinien, Vorschriften und Regeln, im Hinblick auf die örtlichen Verhältnisse konzipiert.

Im Vorfeld der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen fanden gemeinsame Termine mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Nürnberg (WSA) und folgenden Dienststellen und Eigenbetrieben der Stadt Nürnberg statt:

- Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg (SÖR)
- Umweltamt der Stadt Nürnberg (UwA)
- Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN)

In diesen Besprechungen und im Verlauf weiterer Abstimmungen wurde folgendes festgelegt:

- Das Niederschlagswasser soll zur Versickerung gebracht werden. Alternativ kann es an einen Vorfluter angeschlossen werden.
- Der Schwarzengraben (Gewässer dritter Ordnung) als möglicher Vorfluter wird als „kleiner Flachlandbach“ eingestuft. Somit beträgt die maximal zulässige Regenabflussspende von undurchlässigen Flächen in den Vorfluter 15 l/(s·ha).
- Ein Anschluss an bestehende Kanäle ist nur möglich, wenn keine Möglichkeit einer Versickerung besteht.
- Die Art der Einleitung in den Main-Donau-Kanal bedarf der Zustimmung des WSA
- Anlagen zur Rückhaltung und Reinigung des Niederschlagswassers wurden so geplant, dass sie zur Wartung und Reinigung durch die SUN zugänglich sind. Der Planung wurde im Mai 2019 von SUN zugestimmt.
- Die Bemessung der Entwässerung erfolgt für einen 5-jährigen 10 min Bemessungsregen nach KOSTRA-DWD.

5. Geplantes Entwässerungskonzept

5.1 Berechnungsgrundlagen

- Arbeits- und Merkblätter der DWA
- Merkblätter des DVGW
- RAS-Ew

5.2 Dimensionierungsparameter

- Regenspende: Regenreihe KOSTRA-DWD 2010R Spalte 44 / Zeile 75 (Nürnberg), Zeitspanne Januar - Dezember
- Regenhäufigkeit: $n = 0,2 \text{ 1/a}$ ($\rightarrow T_n = 5 \text{ Jahre}$)
- Abflussbeiwert: $\Psi = 0,9$ (Asphaltfläche)
 $\Psi = 0,1$ (Grünfläche)
 $\Psi = 0,3$ (Schotterfläche)

5.3 Darstellung des Entwässerungskonzepts

Die Ableitung des Niederschlagswasser erfolgt getrennt nach Einzugsbereichen. Folgende Unterteilung der Flächen wurde dabei vorgenommen (vgl. Plan Nr. 18.2.4):

Erläuterungsbericht Entwässerung

Hafenbrücke Frankenschnellweg

Unterlage Nr.	Abkürzung	Bezeichnung	zu entwässernde Fläche	Ableitung
18.2.1.1	A _{NW}	Außerhalb Brücke, Nord, westliche Fahrbahn	1386 m ²	Muldenversickerung
18.2.1.2 18.2.1.3	A _{NO}	Außerhalb Brücke, Nord, östliche Fahrbahn +Mittelstreifen	3251 m ² + 1254 m ²	Mulden-Rigolen-System
18.2.2.1 18.2.3.6	A _{BrüN}	Brückenbereich Nord	4354 m ²	Vorreinigung, Rückhaltung, Anschluss an Kanal der SWT, Einleitung in MDK
18.2.2.2 18.2.3.2 18.2.3.3 18.2.3.5	A _{BrüS} = A _{BrüSW} + A _{BrüSO}	Brückenbereich Süd	3148 m ²	Vorreinigung, Rückhaltung, Einleitung in Schwarzensgraben
18.2.2.2 18.2.3.1 18.2.3.3 18.2.3.5	A _{SW}	Außerhalb Brücke, Süd, westliche Fahrbahn	2135 m ²	Vorreinigung, Rückhaltung, Einleitung in Schwarzensgraben
18.2.2.2 18.2.3.1 18.2.3.3 18.2.3.5	A _{SO}	Außerhalb Brücke, Süd, östliche Fahrbahn	2129 m ²	Vorreinigung, Rückhaltung, Einleitung in Schwarzensgraben
18.2.3.4	A _{S,Wartung}	Schotterfläche Wartung Süd	680 m ²	Versickerung über Böschung
18.2.4.1	A _{RampeW1}	Rampe West, Brückenbereich	1804 m ²	Ableitung über Raubettmulde in Versickerungsmulde
18.2.4.2	A _{RampeW2}	Rampe West, Außerhalb Brücke	727 m ²	Versickerung über Böschung
18.2.5.1	A _{RampeO}	Rampe Ost	2262 m ²	Ableitung über Raubettmulde in Versickerungsmulde
18.2.5.2	A _{RampeO,O}	Rampe Ost, Ost	747 m ²	Muldenversickerung
18.2.6	A _{RampeNO}	Rampe Nordost	2243 m ²	Muldenversickerung
18.2.6	A _{N,Wartung}	Schotterfläche Wartung Nord	485 m ²	Muldenversickerung

Das auf dem Bauwerk anfallende Niederschlagswasser wird in einer Linienentwässerung gefasst und in Längsleitungen abgeführt. Die Längsleitungen verlaufen außerhalb des Stahlhohlkastens unter dem Kragarm der Brücke vom Hochpunkt der Brücke bzw. den Abzweigungen der Rampen bis zum Widerlager. Das Gefälle der Längsleitung wurde gemäß den Berechnungen nach ZTV-ING gewählt. Am Widerlager werden die Längsleitungen durch die Querträger der Brücke und durch die Kammerwand des Widerlagers in einen Revisionsschacht geführt. Die Ausbildung erfolgt gemäß RIZ Was 6 Blatt 2. Vom Revisionsschacht wird das Wasser je nach Widerlager in Sedimentationsanlagen oder Versickermulden geleitet.

5.3.1 Bereich außerhalb der Brücke - Nord

Der nördliche Straßenbereich außerhalb der Brücke zwischen Bau-km 0+528 und 0+884 unterteilt sich in zwei Teilflächen:

An der nordwestlichen Seite befindet sich die Fahrbahn mit Fahrtrichtung Richtung Hafen (stadtauswärts), bestehend aus einem Fahrstreifen und einem Standstreifen (Gesamtbreite 6,5 m). Die gesamte Fläche ist ca. 1386 m² (A_{NW}) groß.

Parallel dazu verläuft nordöstlich davon die Fahrbahn mit Fahrtrichtung Innenstadt. Die zwei Fahrstreifen und der Standstreifen (einschließlich Randstreifen) haben eine Breite von 9,75 m, außer im Bereich zwischen Bau-km 0+528 und 0+588, wo zusätzlich der Verflechtungsstreifen der Rampen Ost/Nordost anschließt. Die Fahrbahn stadteinwärts hat eine Fläche von ca. 3251 m² (A_{NO}).

Die Fahrbahn Richtung Hafen entwässert über die Querneigung in das 1,50 m breite Bankett. An das Bankett schließt eine Versickermulde an. Sie verläuft parallel zur Fahrbahn von Bau-km 0+544 bis Bau-km 0+747, mit einer Unterbrechung zwischen Bau-km 0+600 und Bau-km 0+618. In diesem Bereich befindet sich die Zufahrt zum bestehenden Trafo-Häuschen.

Die beiden Teilabschnitte der 185 m langen Mulde mit einer Länge 59 m bzw. 126 m sind 30 cm tief und sind mit einer 30 cm dicken bewachsenen Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) ausgebildet. Diese Schicht garantiert eine ausreichende Vorreinigung gemäß DWA-M 153 (Unterlage Nr. 18.2.1.1) und weist eine ausreichende Vorreinigung des Wassers von L3- und F6-Flächen durch eine 30 cm dicke bewachsene Oberbodenschicht der Mulde über der Rigole nach (für alle anderen Mulden gilt das analog).

Um eine Rückhaltung des Niederschlagswassers im Fall eines Starkregens zu ermöglichen und eine Abflussbildung zu vermeiden, werden in vom Gefälle abhängigen Abständen Erdschwellen mit Überlauf zwischen den einzelnen Abschnitten der Mulde angeordnet.

Der westlich des Frankenschnellweges angetroffene Boden der künstlichen Aufschüttung weist einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $2,9 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $4,6 \cdot 10^{-6}$ m/s auf. In diesem Bereich wird nicht versickert. Richtung Osten nimmt die Durchlässigkeit des Bodens stark zu, bis auf $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. **Im Bereich der Auffüllungen und des anstehenden Bodens sind keine Altlasten oder Altlastenverdachtsflächen vorhanden.**

Die westliche Entwässerungsmulde befindet sich im Bereich der zurückgebauten Straße. In diesem Bereich erfolgt eine Untergrundverbesserung durch Bodenaustausch in einer Dicke von ca. 50 cm unter der zurückgebauten Straße. Die zurückgebaute Straße westlich der neuen wird mit sickerfähigem Material aufgefüllt und renaturiert. Die Auffüllung hat eine Aufbauhöhe von ca. 70 cm. Das Material unter der Mulde hat bis zu einer Tiefe von ca. 1,0 m eine Durchlässigkeit von ca. $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die Bemessung der Mulde nach DWA-A 138 (siehe Unterlage Nr. 18.2.1.1) erfolgt für einen gemittelten k_f -Wert von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s und mit einem Zuschlagsfaktor von 1,2. Die gewählte Muldenbreite beträgt 2 m und das Muldenvolumen 82 m³ (erforderliches Muldenvolumen 33 m³).

Bei einem Überlastfall fließt das Wasser in die angrenzende Grünfläche, wo es breitflächig versickert. **Im Bereich der Mulde und Grünfläche wurden bei der Baugrunduntersuchung keine Altlasten angetroffen. Es sind auch keine Altlastenverdachtsflächen in diesem Bereich bekannt.**

Die Fahrbahn Richtung Innenstadt entwässert über die Querneigung in den Mittelstreifen in ein Mulden-Rigolen-System:

Im Mittelstreifen zwischen Bau-km 0+544 und Bau-km 0+883 wird eine 30 cm tiefe und mindestens 1,50 m breite Mulde mit einer 30 cm starken bewachsene Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) hergestellt. Darunterliegend wird eine Rohr-Kies-Rigole angeordnet (siehe Plan Nr. 18.5). Sie besteht aus einem geschlitzten Kunststoffrohr DN 200 in einer Kiespackung 8/16 (Porenvolumen 30 %) 90 cm x 50 cm, eingefasst von einem Geotextil. Der Leitungsgraben über der Kiespackung wird bis zur Unterkante des Oberbodens mit gut versickerungsfähigem Material aufgefüllt. Das Rigolenrohr wird in einer Tiefe von ca. 1,50 m bis 1,85 m (Rohrsohle unter Tiefpunkt der Mulde) ausgeführt. Die Tiefe variiert, da das Rigolenrohr horizontal verläuft und sich nicht an der Längsneigung der Straße orientiert. Daher ist an den Spülschächten, die in Abständen von 23,6 m bis 40,0 m zueinander angeordnet sind, ein Höhengsprung von 27 cm bis 42 cm der Rigolenrohre vorhanden. Eingehalten wird die Mindesttiefe der Oberkante des Rigolenrohrs zu Fahrbahnoberkante von 1,50 m. Die Rigolenrohre sind über Schächte miteinander verbunden. In Schacht SR08 ist ein Absperrschieber vorgesehen.

Die Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems nach DWA-A 138 (siehe Unterlage Nr. 18.2.1.2) erfolgt für einen k_f -Wert von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s für die Mulde und einem k_f -Wert von $2,9 \cdot 10^{-6}$ m/s für den anstehenden Boden. Der Zuschlagsfaktor beträgt 1,2.

Als zu entwässernde Fläche werden die Asphaltfläche der Fahrbahn (3251 m² mit einem Abflussbeiwert von 0,9) und die Grünfläche des Mittelstreifens (1254 m² mit einem Abflussbeiwert von 0,1) angesetzt. Die kombinierte undurchlässige Fläche beträgt somit 3051 m² (Abflussbeiwert von 0,68). Aufgrund von Rundung ergibt sich in der Berechnung Unterlage Nr. 18.2.1.2 eine undurchlässige Fläche von 3063 m² (ungünstigerer Wert). Das Ergebnis zeigt, dass die gewählten Mulden- und Rigolenparameter ausreichend sind.

Die Belastung der angeschlossenen Flächen durch Einflüsse aus der Luft wird bei diesem Nachweis gemäß DWA-M 153 als „stark“ (für Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen) definiert, was dem Typ „F3“ entspricht.

Die Flächen werden als „stark verschmutzt“ eingeordnet (Straßen über 15.000 Kfz/24h, bzw. Straßen mit starker Verschmutzung mit einem Lkw-Anteil von 31 - 300 Lkw/24h gemäß LfU (Bayerisches Landesamts für Umwelt)) und werden somit mit dem Typ „F6“ angesetzt. Unterlage Nr. 18.2.1.3 weist eine ausreichende Vorreinigung des Wassers der angeschlossenen Flächen durch die 30 cm dicke bewachsene Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) der Mulde über der Rigole gemäß DWA-M 153 nach. **In diesem Bereich sind keine Altlastenverdachtsflächen bekannt.**

5.3.2 Brückenbereich - Nord

Der Bereich der Brücke, der in Richtung Nord entwässert, befindet sich zwischen Bau-km 0+327 und Bau-km 0+528. Der Gradientenhochpunkt in Bau-km 0+327 ist die Grenze zwischen nördlicher und südlicher Brückenentwässerung.

Die gesamte Einzugsfläche der Brücke Nord, die in Richtung Nord entwässert, beträgt ca. 4354 m². Ein Teilbereich des Überbaus West zwischen Bau-km 0+325 und Bau-km 0+389 wird über die Rampe West abgeführt (vgl. Kapitel 5.3.4).

Am östlichen Fahrbahnrand wird das gesammelte Wasser des nördlichen Brückenbereichs an eine Sedimentationsanlage (Fabrikat: Fränkische SediPipe XL Plus 600/18) angeschlossen. Sie garantiert eine ausreichende Vorreinigung vor der Einleitung in den Kanal der SWT (Berechnung siehe Unterlage 18.2.3.6; zeichnerische Darstellung siehe Unterlage 18.6).

Im Anschluss an die Sedimentationsanlage wird das Niederschlagswasser in einen Stauraumkanal DN 1500 geführt. Er bietet einen Rückhalteraum von 40 **44** m³ für die angeschlossene versiegelte Fläche von 3919 m² (siehe Unterlage 18.2.2.1).

Für einen 5-jährigen 10-minütigen Bemessungsregen (235 l/(s·ha)) fällt ein Abfluss von 92,2 l/s an. Der Rückhalteraum des Stauraumkanals ist für einen 5-jährigen Regen bemessen **mit Zuschlagsfaktor von 1,2**. Die Drossel im Schacht S007 DN 2000 leitet einen Abfluss von 30,5 l/s über eine Gefälleleitung und einen Energievernichtungsschacht an den bestehenden Kanal DN 400 der SWT ab. Abflussmengen, die diesen Wert übersteigen, werden im Stauraumkanal zurückgehalten und zeitlich verzögert an das Entwässerungsnetz der SWT abgegeben. Im Drosselschacht S007 wird zudem ein Bypass in Form eines Handschiebers und eine Überlaufschwelle vorgesehen, um zusätzlichen Retentionsraum zu schaffen.

Somit ist für den Abfluss von der Brücke eine Kombination aus Rückhaltung und Ableitung vorgesehen, ohne dass die absolute Einleitmenge im Vergleich zur bisher genehmigten in den MDK zunimmt. Die bisherige angeschlossene Brückenfläche beträgt ca. 5.341 m² und die zukünftige 4.354 m². Die Ableitung des anfallenden Oberflächenwassers über den Kanal der SWT an den MDK wurde am 08.04.2019 mit dem WSA vorabgestimmt.

Im Bereich der Auffahrt auf die Rampe Nordost wird eine Möglichkeit der Zugänglichkeit an die Sedimentationsanlage und an den Stauraumkanal geschaffen, indem die Fläche um die Anlage mit einem Weg befestigt wird. Die Böschung muss hierbei nicht verbreitert werden, da die Fahrbahn an dieser Stelle im Bestand um einen Fahrstreifen breiter als in der Planung vorgesehen ist. Zur Wartung und Reinigung der Sedimentationsanlage wurde eine Zufahrtsmöglichkeit mit Verzögerungstreifen nach der Abfahrt geplant. Die Entwässerung der ungebundenen Wartungsfläche erfolgt in die Versickermulde der Rampe Nordost (vgl. Kapitel 5.3.6).

Die an den Stauraumkanal anschließende Leitung DN 300 aus duktilem Gusseisen verläuft in einem Gefälle von 10,4 % zum Energievernichtungsschacht DN 1500. Entwässerungsleitungen, die steiler als 5% ausgebildet werden, sollten aus druck- und sogfestem, dichtem Material bestehen. Das starke Gefälle ist nötig, um den Höhenunterschied von ca. sechs Metern zum Endschacht der SWT zu überwinden.

Der Energievernichtungsschacht DN 1500 aus Stahlbeton mit Prallplatte mindert die Energie des mit hoher Geschwindigkeit zufließenden Wassers ab. Dieser wird mit einem druckdichten Deckel ausgerüstet. Mit geringerer Fließgeschwindigkeit leitet das Wasser vom Energievernichtungsschacht in den Endschacht ein, der neben der Einfahrt auf die SWT Richtung Fürth liegt.

Nachweis der Einleitmenge in den MDK

Der geplante Endschacht nahe dem Brückenwiderlager Nord an der Rampe Nord-Ost fasst den Einlauf des Drosselabflusses des Stauraumkanals Nord und den Notüberlauf der Versickermulde der Rampe Nord-Ost (vgl. Kapitel 5.3.6). Sie wurde mit einem Muldenvolumen von 116 m³ großzügig dimensioniert (für einen 5-jährlichen Regen ist ein Muldenvolumen von 57 m³ erforderlich). Somit fließen 30,5 l/s aus dem Stauraumkanal im Regenfall permanent für ca. 60 min in den MDK.

Der anschließende Kanal DN 400 aus Beton hat eine Leistungsfähigkeit von ca. 165 l/s bei 60% Auslastung und ist somit nicht überlastet ($Q_{\text{voll}} = 275,6 \text{ l/s}$ bei $i = 1,2 \text{ ‰}$ nach Prandtl-Colebrook).

Im weiteren Verlauf vergrößert sich der Fließquerschnitt des Kanals DN 400 auf DN 600 und quert in drei Haltungsabschnitten die SWT. Durch die Maßnahmen am Knoten Frankenschnellweg mit Südwesttangente werden keine weiteren Oberflächenwasser in den Mai-Donau-Kanal geleitet. Die Abflussmenge von 30,5 l/s wurde mit den Behörden (SUN, WSA) abgestimmt und ist kleiner als die bisherige Abflussmenge.

5.3.3 Brückenbereich und Bereich außerhalb der Brücke - Süd

Im südlichen Brückenbereich zwischen Bau-km 0+208 und Bau-km 0+327 ergibt sich eine Einzugsfläche von Überbau West ($A_{\text{BrüSW}}$) und Überbau Ost ($A_{\text{BrüSO}}$) von $A_{\text{BrüS}} = 3148 \text{ m}^2$. Die Entwässerung des Brückenbereichs erfolgt mit einer Linienentwässerung. Am Widerlager Süd befinden sich je ein Revisionsschacht für die westliche und für die östliche Brückenentwässerung, die das Brückenwasser über eine Querung zur Sedimentationsanlage in den Stauraumkanal einleitet.

Der gesamte Fahrbahnbereich außerhalb des Brückenbauwerks zwischen Bau-km 0+000 und Bau-km 0+208 hat eine Fläche von 4264 m² ($A_S = A_{SW} + A_{SO}$).

Beide Fahrbahnen (Richtung Hafen und Richtung Innenstadt) entwässern über die Querneigung in Richtung des westlichen Fahrbahnrandes. Das Wasser wird über Bordrinne zu den Straßenabläufen geleitet, wo es gefasst wird. Die Abstände der Straßenabläufe sind gemäß RAS-Ew bemessen (siehe Unterlage 18.2.3.5). Die Sammelleitungen befinden sich in mittiger Schachtausrichtung im Mittelstreifen, bzw. im 1,1 m – 1,5 m breiten Bankett außerhalb der Schutzeinrichtungen am westlichen Fahrbahnrand der Fahrbahn Richtung Hafen. Das Gefälle der Leitungen nördlich zur Sammelquerung orientiert sich am Längsgefälle der Straße. Das Gefälle der Leitungen südlich der Sammelquerung verläuft entgegen dem Straßengefälle mit 0,3 % (siehe Unterlage Nr. 18.7).

Die ausreichenden Nennweiten der einzelnen Leitungen werden in Unterlage 18.2.3.3 nachgewiesen. Die Abflüsse der einzelnen Haltungen werden anhand der angeschlossenen Straßenabläufe mit den jeweiligen Einzugsflächen berechnet. Sie werden den maximalen Durchflüssen der Leitungen gem. RAS-Ew (Formel von Prandtl-Colebrook) gegenübergestellt. Das Ergebnis zeigt, dass die Leitungen für einen 5-jährigen 10-minütigen Bemessungsregen ausreichend dimensioniert sind.

Zusätzlich werden oberhalb der Leitungen Vollsickerrohre DN 100 zur Planums-entwässerung verlegt (siehe RQ Süd, Unterlage Nr. 14.4, sowie Unterlage Nr. 18.7). Sie sind in einem Abstand von mindestens 20 cm zu den darunterliegenden Leitungen vorgesehen und müssen nach Möglichkeit mit dem Rohrscheitel mindestens 20 cm unter dem Planum liegen. Höhenmäßig orientieren sie sich an den Höhen des Planums.

Das gesamte Niederschlagswasser des Brückenbereichs und des Bereichs außerhalb der Brücke ($A_{BrüS} + A_S = 3148 \text{ m}^2 + 4264 \text{ m}^2 = 7412 \text{ m}^2$) wird in den offenen Graben „Schwarzengraben“ am Fuß der östlichen Böschung geleitet. Eine Vorabstimmung mit SÖR/1-B/3 ist erfolgt.

Eine Vorreinigung erfolgt in zwei Sedimentationsanlagen, eine für $A_{Brü}$ und die zweite für A_S (siehe Unterlagen 18.2.3.1 und 18.2.3.2). Aufgrund des relativ großen Einzugsbereichs ist eine Anlage für die gesamte Fläche nicht ausreichend und es werden eine „Fränkische SediPipe XL Plus 600/24“ für A_S und eine „Fränkische SediPipe XL Plus 600/18“ für $A_{BrüS}$ vorgesehen.

Es wird eine Möglichkeit der Zugänglichkeit an die Sedimentationsanlagen geschaffen, indem die Fläche um die Anlagen mit einem Weg befestigt wird. Die Böschung muss hierbei nicht verbreitert werden, da die Fahrbahn an dieser Stelle im Bestand um einen Fahrstreifen breiter als in der Planung vorgesehen ist (vgl. Unterlage 14.4).

Zur Wartung und Reinigung der Anlage fährt das Spülfahrzeug auf die Wegfläche mit ungebundenem Oberbau.

Die Entwässerung der Wartungsfläche erfolgt über die angrenzende Böschung (siehe Unterlage 18.2.3.4). Die Böschungsfläche von 2548 m² unterhalb der Wartungsfläche ist ausreichend groß für eine flächige Versickerung.

Die Ablaufleitungen aus den zwei Sedimentationsanlagen schließen in Schacht S072 und S074 an einen gemeinsamen Stauraumkanal DN 2000 an. Die Zuleitungen befinden sich an den gegenüberliegenden Enden. Mit einer Länge von 65 56 m und einem Volumen von 186 476 m³ sorgt er für eine Rückhaltung des Wassers. Eine gedrosselte Ableitung erfolgt über den Drosselschacht S072 (siehe Unterlage 18.2.2.1). Die zulässige Einleitmenge für einen „kleinen Flachlandbach“ nach DWA-M 153 beträgt maximal 15 l/(s*ha). Für die versiegelte Fläche von 0,7412 ha ergibt sich ein zulässiger Ablauf 11,1 l/s. Der Stauraum bemisst sich für eine Drosselabflussspende von 10 l/s.

Die Bemessung des Rückhalterausms erfolgt nach DWA-A 117 für die berechnete Drosselmenge von 10 l/s und einen Zuschlagsfaktor von 1,1 1,2. Es ist demnach ein Rückhaltevolumen von mindestens 185 469 m³ erforderlich (< 186 476 m³ vorhandenes Volumen).

Der Drosselschacht S072 DN 2500 leitet den Abfluss von 10,0 l/s mit einer Leitung DN 300 sohlgleich aus dem Stauraumkanal in die anschließende Raubettmulde aus. Zum Schutz gegen das Eindringen von Tieren wird der Auslauf mit einer Froschklappe verschlossen. Der Böschungsbereich unterhalb des Auslaufs wird mit gebrochenen oder gespaltenen Natursteinen als Raubettmulde befestigt. Die Einleitstelle im Schwarzengraben (Sohle 311,18 müNN) wird an der Sohle und an der gegenüberliegenden Seite der Einleitung mit Wasserbausteinen befestigt, um eine Erosion zu verhindern.

5.3.4 Rampe West

Die Entwässerung der Rampe West unterteilt sich in den Bereich des Brückenbauwerks und in den Bereich außerhalb des Brückenbauwerks. Beide Teilbereiche werden Versickerungen zugeführt.

An die Entwässerung des Brückenbauwerks der Rampe West ist auch ein Teilbereich des Überbaus West der Hauptstrecke (Bau-km 0+327 bis Bau-km 0+389) angeschlossen. Durch die Querneigung der Straße kann das Wasser über die verlängerten Entwässerungsleitungen der Rampe West entwässern. Das Wasser wird dort über eine Raubettmulde in die Versickermulde am Böschungsfuß geleitet.

Insgesamt umfasst die Brückenentwässerung eine Einzugsfläche von $A_{\text{RampeW1}} = 1804 \text{ m}^2$. Sie erfolgt analog zu den Brückenbauwerken der Hauptstrecke mit Brückenabläufen am tiefer liegenden Fahrbahnrand und einer Längsentwässerung in

Richtung des Widerlagers. Am Widerlager Rampe West befindet sich ein Revisionsschacht, ab dem eine Leitung DN 300 weiterverläuft. Ca. 6 Meter hinter dem Widerlager fließt die Leitung in eine Raubettmulde aus. Zum Schutz gegen das Eindringen von Tieren wird der Auslauf mit einer Froschkappe verschlossen. Die Einleitstelle in die Mulde am Böschungsfuß wird an der Sohle und an der gegenüberliegenden Seite der Einleitung ebenfalls mit den Natursteinen der Raubettmulde befestigt, um eine Erosion des Oberbodens zu vermeiden.

Zusätzlich entwässert der Bereich des Flügels des Widerlagers in die Mulde. Die Ausbildung der Flügelentwässerung erfolgt gemäß RIZ Was 8 Blatt 2 mit einem Tief- und Flachbord im angrenzenden Streckenbereich und über die Raubettmulde bis zur Mulde.

Die Mulde beginnt an der Einleitstelle und verläuft entlang des Böschungsfuß 115 m weiter in Richtung Westen, bis zum Ende der Ausbaustrecke. Die Mulde ist 30 cm tief und ist mit einer 30 cm dicken bewachsenen Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) ausgebildet. Das Wasser fließt an der Einleitstelle in die Mulde, ab wo es sich entlang des gesamten Muldenbereichs verteilt und stauen kann, bis es versickert. Um eine Rückhaltung des Niederschlagswassers im Fall eines Starkregens zu ermöglichen und eine Abflussbildung zu vermeiden, werden in vom Gefälle abhängigen Abständen Erdschwellen mit Überlauf zwischen den einzelnen Abschnitten der Mulde angeordnet.

Bei einem Überlastfall fließt das Wasser in die angrenzende Grünfläche, wo es versickert.

Der anstehende Boden weist einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s auf. Die Bemessung der Mulde nach DWA-A 138 (siehe Unterlage Nr. 18.2.4.1) erfolgt für einen k_f -Wert von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s und mit einem Zuschlagsfaktor von 1,2. Die erforderliche Muldenbreite beträgt 2,0 m (erforderliches Muldenvolumen 49 m³). Im Bereich der Mulde erfolgt Bodenaustausch nach dem Baugrundgutachten und Bodenauftrag gemäß Querprofilen aus grobkörnigen Boden. **In diesem Bereich sind keine Altlastenverdachtsflächen bekannt.**

Die Belastung der angeschlossenen Flächen durch Einflüsse aus der Luft wird bei diesem Nachweis gemäß DWA-M 153 als „stark“ (für Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen) definiert, was dem Typ „L3“ entspricht.

Die Flächen werden als „stark verschmutzt“ eingeordnet (Straßen über 15.000 Kfz/24h,) und werden somit mit dem Typ „F6“ angesetzt. Unterlage Nr. 18.4.2.1 weist eine ausreichende Vorreinigung des Wassers der angeschlossenen Flächen durch die 30 cm dicke bewachsene Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) der Mulde über der Rigole gemäß DWA-M 153 nach.

Der 125 m lange Straßenbereich ($A_{\text{RampeW2}} = 727 \text{ m}^2$) außerhalb des Brückenbauwerks entwässert über die Querneigung in das Bankett. Das Wasser fließt in die angrenzende Böschung, wo es versickert. Die Böschung wird mit einer 30 cm dicken bewachsenen Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) hergestellt, damit eine ausreichende

Vorreinigung sichergestellt wird. Die Böschung mit ihrer Fläche von 848 m² (= projizierte Fläche) ist gemäß der Bemessung nach DWA-A138 (siehe Unterlage Nr. 18.2.4.2) ausreichend für eine Flächenversickerung. Nur bei einem Überlastfall fließt das Wasser in die am Böschungsfuß angeordnete Versickermulde.

5.3.5 Rampe Ost

Die Entwässerung der Rampe Ost unterteilt sich in den Bereich des Brückenbauwerks und in den Bereich außerhalb des Brückenbauwerks. Beide Teilbereiche ($A_{\text{RampeO}} = 2262 \text{ m}^2$) werden der gleichen Muldenversickerung zugeführt.

Das Brückenbauwerk Rampe Ost wird mit Brückenabläufen am tiefer liegenden Fahrbahnrand und einer Längsentwässerung in Richtung des Widerlagers entwässert. Am Widerlager Rampe Ost befindet sich ein Revisionsschacht, ab dem eine erdverlegte Leitung DN 300 weiterverläuft. Ca. 14 m nach dem Widerlager fließt die Leitung in eine Raubettmulde. Zum Schutz gegen das Eindringen von Tieren wird der Auslauf mit einer Froschkappe verschlossen. Die Einleitstelle in die Mulde am Böschungsfuß wird an der Sohle und an der gegenüberliegenden Seite der Einleitung ebenfalls mit den Natursteinen der Raubettmulde befestigt, um eine Erosion des Oberbodens zu vermeiden. (siehe Unterlage Nr. 18.4)

Zusätzlich entwässert der Bereich des Flügels des Widerlagers in die Mulde. Die Ausbildung der Flügelentwässerung erfolgt gemäß RIZ Was 8 Blatt 2 mit einem Tief- und Flachbord im angrenzenden Streckenbereich und über die Raubettmulde bis zur Mulde.

Außerdem fließt auf die gesamte Länge der Mulde das Niederschlagswasser des angrenzenden Straßenbereichs über das Bankett und die Böschung in die Mulde.

Die Bemessung der Mulde nach DWA-A 138 erfolgt für einen kf-Wert von $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ und mit einem Zuschlagsfaktor von 1,2. Die gewählte Muldenbreite beträgt 2,3 m (Muldenvolumen 80 m³). Erforderlich ist ein Muldenvolumen von mindestens 60 m³ (siehe Unterlage Nr. 18.2.5.1). **In diesem Bereich sind keine Altlastenverdachtsflächen bekannt.**

Die Belastung der angeschlossenen Flächen durch Einflüsse aus der Luft wird bei diesem Nachweis gemäß DWA-M 153 als „stark“ (für Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen) definiert, was dem Typ „L3“ entspricht.

Die Flächen werden als „stark verschmutzt“ eingeordnet (Straßen über 15.000 Kfz/24h,) und werden somit mit dem Typ „F6“ angesetzt. Unterlage Nr. 18.2.5.1 weist eine ausreichende Vorreinigung des Wassers der angeschlossenen Flächen durch die 30 cm dicke bewachsene Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) der Mulde über der Rigole gemäß DWA-M 153 nach.

Die Mulde ist 30 cm tief und ist mit einer 30 cm dicken bewachsenen Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) ausgebildet. Das Wasser fließt an der Einleitstelle punktuell in die Mulde und zusätzlich fahrbahnbegleitend über die Böschung. Die Mulde beginnt

an der Einleitstelle und verläuft entlang des Böschungsfuß 49 m parallel zum Straßenverlauf, wird unter der Wartungszufahrt verrohrt, und verläuft 80 m weiter bis zur Brücke über die SWT (= 129 m Muldenlänge). Ein Bestandsschacht von SÖR wird durch die Mulde tangiert, unterbricht den Muldenverlauf aber nur im Randbereich.

Um eine Rückhaltung des Niederschlagswassers im Fall eines Starkregens zu ermöglichen und eine Abflussbildung zu vermeiden, werden in vom Gefälle abhängigen Abständen Erdschwellen mit Überlauf zwischen den einzelnen Abschnitten der Mulde angeordnet.

Der Abzweig der Rampe Ost in Richtung Hafenstraße, der östlich anschließt, benötigt eine gesonderte Entwässerung ($A_{\text{RampeO,O}} = 747 \text{ m}^2$). Die einspurige Fahrbahn entwässert über die Querneigung ins Bankett. Daran schließt eine fahrbahnbegleitende Mulde an.

Die Mulde verläuft ab dem Abzweig 110 m in Richtung Osten, bis zum Ende der Ausbaustrecke. Die Mulde ist 30 cm tief und wird mit einer 30 cm dicken bewachsenen Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) ausgebildet. Um eine Rückhaltung des Niederschlagswassers im Fall eines Starkregens zu ermöglichen und eine Abflussbildung zu vermeiden, werden in vom Gefälle abhängigen Abständen Erdschwellen mit Überlauf zwischen den einzelnen Abschnitten der Mulde angeordnet. Bei einem Überlastfall fließt das Wasser in die angrenzende Grünfläche, wo es versickert.

Der anstehende Boden weist einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ auf. Die Bemessung der Mulde nach DWA-A 138 (siehe Unterlage Nr. 18.2.5.2) erfolgt für einen k_f -Wert von $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ und mit einem Zuschlagsfaktor von 1,2. Die erforderliche Muldenbreite beträgt 2,0 m (erforderliches Muldenvolumen 18 m^3).

5.3.6 Rampe Nordost

Die Rampe Nordost ($A_{\text{RampeNO}} = 2243 \text{ m}^2$), einschließlich der ungebundenen Oberfläche der Wartungsfläche im Bereich der nördlichen Sedimentationsanlage (mit einer Fläche von $A_{\text{N,Wartung}} = 485 \text{ m}^2$), entwässert über die Querneigung in das 1,50 m breite Bankett. An das Bankett schließt eine Mulde an. Sie verläuft entlang der Fahrbahn auf einer Länge von 261 m von Beginn der Schotterfläche bis zum Endschacht der SWT-Entwässerung (vgl. Kapitel 5.3.2). Die Mulde hat eine Breite von 2 m, ist 30 cm tief und wird mit einer 30 cm dicken bewachsenen Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) ausgebildet. Sie folgt höhenmäßig dem Verlauf der Straße. Um eine Rückhaltung des Niederschlagswassers im Fall eines Starkregens zu ermöglichen und eine Abflussbildung zu vermeiden, werden in vom Gefälle abhängigen Abständen Erdschwellen mit Überlauf zwischen den einzelnen Abschnitten der Mulde angeordnet. Der anstehende Boden weist einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $8,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ auf. Im Bereich der neuen Straße erfolgt eine Untergrundverbesserung durch Bodenaustausch in einer Dicke von ca. 50 cm. Die neugebaute Straße befindet sich im Einschnitt und hat eine Aufbauhöhe von ca. 70 cm. Der Bereich unter der Mulde wird mit

grobkörnigem, sickertfähigem Material wieder aufgefüllt. Das Material unter der Mulde hat bis zu einer Tiefe von ca. 1,0 m eine Durchlässigkeit von ca. $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Die Bemessung der Mulde nach DWA-A 138 (siehe Unterlage Nr. 18.2.6) erfolgt für einen durchschnittlichen kf-Wert von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s und mit einem Zuschlagsfaktor von 1,2. Die gewählte Muldenbreite beträgt 2,0 m (erforderliches Muldenvolumen 60 m³). Im Bereich der neuen Rampe erfolgt Bodenaustausch gemäß Baugrundgutachten aus grobkörnigen Boden. **In diesem Bereich sind keine Altlastenverdachtsflächen bekannt.**

Die Belastung der angeschlossenen Flächen durch Einflüsse aus der Luft wird bei diesem Nachweis gemäß DWA-M 153 als „stark“ (für Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen) definiert, was dem Typ „L3“ entspricht.

Die Flächen werden als „stark verschmutzt“ eingeordnet (Straßen über 15.000 Kfz/24h,) und werden somit mit dem Typ „F6“ angesetzt. Unterlage Nr. 18.2.5.1 weist eine ausreichende Vorreinigung des Wassers der angeschlossenen Flächen durch die 30 cm dicke bewachsene Oberbodenschicht (belebte Oberbodenzone) der Mulde über der Rigole gemäß DWA-M 153 nach.

Die Wartungsfläche für Stauraumkanal hat keine Verkehrsbelastung und wird deshalb um eine Stufe herabgestuft auf F5.

Bei einem Überlastfall fließt Wasser zum tiefsten Punkt der Mulde (313,97 müNN), wo ein Überlauf in Form eines erhöhten Einlaufschachts angeordnet ist, der das Wasser fasst, das nicht der Versickerung zugeführt werden kann (siehe Unterlage 18.4). Bereits im Bestand ist der Überlauf der Mulde an den Endschacht angeschlossen. Der neue Überlauf wird wie im Bestand an den bestehenden Endschacht der SWT-Entwässerung angeschlossen.

Die neue Mulde wurde mit einem Muldenvolumen von 116 m³ dimensioniert (für einen 5-jährlichen Regen ist ein Muldenvolumen von 60 m³ erforderlich, s. o.).

Der Energievernichtungsschacht (vgl. Kapitel 5.3.2) befindet sich neben der Mulde in der Böschung nahe dem Endschacht und schließt an diesen mit einer Leitung DN 300 an.

Tabellarische Übersicht über die Einleitstellen

Einleitstelle	Art der Einleitung	zu entwässernde Fläche	Q für $r_{10;5}$ = 235,4 l/s
Nord, westlicher Fahrbahnrand	Muldenversickerung	1386 m ²	29,4 l/s
Nord, Mittelstreifen	Versickerung über 30 cm Oberboden und Rohr-Kies-Rigole	3251 m ² +1254 m ²	67,6 l/s
DN 400 SWT	Gedrosselte Einleitung	4354 m ²	30,5 l/s (Drossel)
Schwarzengraben Süd, Böschungsfuß Ost	Gedrosselte Einleitung	7412 m ²	10,0 l/s (Drossel)
Süd, Böschung Ost	Flächenversickerung	680 m ²	14,4 l/s
Rampe West	Muldenversickerung	1804 m ²	38,2 l/s
Rampe West, Böschung Süd	Flächenversickerung	727 m ²	15,4 l/s
Rampe Ost	Muldenversickerung	2262 m ²	47,9 l/s
Rampe Ost, Ost	Muldenversickerung	1747 m ²	37,0 l/s
Rampe Nordost	Muldenversickerung	2243 m ² +485 m ²	50,9 l/s

Nürnberg, den 31.03.2023

gez. i.A. Nicole Tobehn

gez. i.A. Björn Krüger