

Vorhabensträger:	Staatliches Bauamt Weilheim Münchener Straße 39, 82362 Weilheim
<b>B2 Tunnel Starnberg</b>	
PROJIS-Nr.:	

# Wasserrechtliches Verfahren

## Unterlage 18.1

Erläuterungsbericht zu den  
wassertechnischen Untersuchungen  
Teil 1: Oberflächen, Straße  
Bau-km 0+000 bis Bau-km 3+120

## Bundesstraße 2 München-Weilheim

Von Bau-km 0+000 bis Bau-km 3+120  
Von Str.-km 24,000 bis Str.-km 27,120

Aufgestellt: Weilheim, 08.03.2024 Staatliches Bauamt Weilheim  Scheckinger, Ltd. Baudirektor	

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und rechtliche Grundlagen .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Baugrundverhältnisse .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Berechnungsgrundlagen .....</b>	<b>7</b>
3.1	Regenspende und Regenhäufigkeit.....	7
3.2	Abflussbeiwerte .....	8
3.3	Betriebliche Rauheit .....	8
3.4	Vorfluter .....	9
<b>4</b>	<b>Bestehende Entwässerungsanlagen .....</b>	<b>9</b>
4.1	Baugrube Süd, Bau-km 0+000 bis 0+560 .....	9
4.2	Notausgang NA 1, Bau-km 0+700 .....	10
4.3	Düker 2, Bau-km 0+660 .....	10
4.4	Notausgang 2, Bau-km 1+000 .....	10
4.5	Düker 3, Bau-km 1+200 (Almeidaweg) .....	10
4.6	Notausgang 3, Bau-km 1+300 (Pfarramt) .....	10
4.7	Lüftungszentrale (LZE), Bau-km 1+600 (Finanzamt) .....	10
4.8	Notausgang 4, Bau-km 1+650 .....	10
4.9	Notausgang 6, Bau-km 2+080 .....	11
4.10	Baugrube Nord (Nordportal), Zulaufstrecke Nord, Bau-km 2+200 bis 3+175 .....	11
<b>5</b>	<b>Geplante Entwässerungsmaßnahmen .....</b>	<b>12</b>
5.1	Vorbehandlungsanlagen.....	12
5.2	Regenrückhalteanlagen.....	13
5.3	Maßnahmen an bestehenden Entwässerungsanlagen .....	13
<b>6</b>	<b>Entwässerungsabschnitte .....</b>	<b>14</b>
6.1	Maßgebende Entwässerungsabschnitte .....	14
6.1.1	Entwässerungsabschnitt 1, Bau-km 0+000 bis 0+200 .....	14
6.1.2	Entwässerungsabschnitt 2, Bau-km 0+200 bis 0+440 .....	15
6.1.3	Entwässerungsabschnitt 3, Bau-km 0+440 bis 0+560 Bauende.....	15
6.1.4	Entwässerungsabschnitt 4, Anliegerweg, Bau-km 0+170 bis 0+310 .....	15
6.1.5	Entwässerungsabschnitt 5, Geh-/Radweg, Bau-km 0+150 bis 0+240 .....	16
6.1.6	Entwässerungsabschnitt 6, Franz-Heidinger-Straße, Bau-km 0+320 .....	16
6.1.7	Entwässerungsabschnitt 7, Zufahrt Betriebsstation, Bau-km 0+320 bis 0+450 .....	16
6.1.8	Entwässerungsabschnitt 8, Trogfahrbahn, Bau-km 0+200 bis 0+425 .....	16
6.1.9	Entwässerungsabschnitt 9, Wirtschaftsweg, Bau-km 0+200 bis 0+325 .....	16
6.1.10	Entwässerungsabschnitt NA1, Bau-km 0+700 .....	17
6.1.11	Entwässerungsabschnitt Düker 2, Bau-km 0+660 .....	17

6.1.12	Entwässerungsabschnitt NA 2, Bau-km 1+000 .....	17
6.1.13	Entwässerungsabschnitt Düker 3, Bau-km 1+200 (Almeidaweg) .....	18
6.1.14	Entwässerungsabschnitt NA 3, Bau-km 1+300 (Pfarramt) .....	18
6.1.15	Entwässerungsabschnitt LZE, Bau-km 1+600 (Finanzamt).....	18
6.1.16	Entwässerungsabschnitt NA 4, Bau-km 1+650 .....	18
6.1.17	Entwässerungsabschnitt NA 6, Bau-km 2+080 .....	19
6.1.18	Entwässerungsabschnitt 10, B2 Münchner Straße, Bau-km 1+990 bis 2+790 .....	20
6.1.19	Entwässerungsabschnitt 11, B2 Münchner Straße, Bau-km 2+790 bis 3+075 .....	21
6.1.20	Entwässerungsabschnitt 12, B2 Münchner Straße, Bau-km 3+075 bis 3+175 .....	21
<b>7</b>	<b>Entwässerung während der Bauzeit.....</b>	<b>22</b>
7.1	Allgemeines.....	22
7.2	Baugrube Süd, Bau-km 0+000 bis 0+560 .....	22
7.3	Zwischenlagerfläche.....	24
7.4	Baugrube Nord (Nordportal), Bau-km 2+065 bis 2+485.....	24
<b>8</b>	<b>Nachweis der Leistungsfähigkeit und ausreichenden Vorbehandlung.....</b>	<b>25</b>
8.1	Entwässerungsabschnitt 1 .....	25
8.1.1	Versickerungsmulde, Bau-km 0+000 – 0+215 rechts.....	25
8.1.2	Ablaufschächte, Bau-km 0+060, 0+110, 0+162 und 0+215.....	28
8.1.3	Rohrleitung DN 250, 0+060 bis 0+215 rechts .....	29
8.1.4	Sickerrohrleitungen.....	30
8.1.5	Unterirdische Versickerungsanlage, Bau-km 0+330 .....	31
8.2	Entwässerungsabschnitt 2.....	32
8.2.1	Versickerungsmulde Bau-km 0+200 bis 0+440 links.....	32
8.2.2	Versickerungsmulde Bau-km 0+212 bis 0+280 rechts .....	33
8.2.3	Versickerungsmulde Bau-km 0+330 bis 0+375 rechts .....	34
8.3	Entwässerungsabschnitt 3.....	35
8.3.1	Unterirdische Versickerung, Bau-km 0+400 rechts .....	35
8.3.2	Unterirdische Versickerung, Bau-km 0+450 links.....	36
8.4	Entwässerungsabschnitt 4.....	39
8.4.1	Versickerungsmulde Anliegerweg, Bau-km 0+245 bis 0+295 rechts.....	39
8.4.2	Versickerungsmulde Anliegerweg, Bau-km 0+300 rechts .....	41
8.5	Entwässerungsabschnitt 5.....	42
8.5.1	Flächenversickerung Tal.....	42
8.5.2	Rohrdurchlass Tal.....	43
8.6	Entwässerungsabschnitt 6.....	45
8.6.1	Schachtversickerung Franz-Heidinger-Straße, Bau-km 0+320 rechts.....	45
8.7	Entwässerungsabschnitt 7.....	47
8.7.1	Versickerungsmulde Zufahrt Betriebsstation, Bau-km 0+440 links.....	47

8.7.2	Versickerungsmulde Betriebsstation, Bau-km 0+325 bis 0+440 links .....	48
8.8	Entwässerungsabschnitt 8.....	49
8.8.1	Absetz- und Versickerungsbecken Trogfahrbahn, Bau-km 0+350 .....	49
8.9	Entwässerungsabschnitt Düker 3, Almeidaweg .....	51
8.10	Entwässerungsabschnitt NA3, (Pfarramt).....	52
8.11	Entwässerungsabschnitt LZE, (Parkplatz Finanzamt).....	54
8.12	Entwässerungsabschnitt NA 4.....	56
8.12.1	Versickerungsmulde .....	56
8.13	Entwässerungsabschnitt NA 6.....	59
8.13.1	Versickerungsschächte.....	59
8.14	Entwässerungsabschnitt 10.....	60
8.14.1	Sedimentation, semizentrale Anlage.....	60
8.14.2	Filtration, semizentrale Anlage.....	60
8.15	Entwässerungsabschnitt 11.....	63
8.15.1	Sedimentation, semizentrale Anlage.....	63
8.15.2	Filtration, semizentrale Anlage.....	63
8.16	Entwässerungsabschnitt 12.....	66
8.16.1	Filtration, dezentrale Anlagen .....	66
8.16.2	Breitflächiger Geländeabfluss .....	67
<b>9</b>	<b>Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie in der Straßenplanung ...</b>	<b>68</b>
9.1	Allgemeines.....	68
9.2	Steckbrief des OWK .....	68
9.3	Abflüsse .....	69
9.4	Ausgangskonzentrationen der Stoffe im OWK.....	69
9.5	Vorgehen bei fehlenden Messwerten .....	69
9.6	Mittlere Stoffkonzentrationen im OWK nach Einleitung von Straßenabflüssen .....	70
9.6.1	Direkte Einleitung EW-Abschnitt 10, Bestand .....	70
9.6.2	Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitt 10.....	71
9.6.3	Direkte Einleitung in die Würm - Entwässerungsabschnitte 11+12, Bestand.....	72
9.6.4	Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitte 11+12.....	72
9.7	Stoffkonzentrationen im OWK bezüglich ZHK-UQN .....	73
9.7.1	Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitt 10.....	73
9.7.2	Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitte 11+12.....	73
9.8	Einfluss von Tausalz auf OWK .....	74
9.8.1	Entwässerungsabschnitt 10 – E1/ÜK1 Mooswiesengraben .....	74
9.8.2	Entwässerungsabschnitt 11+12 – E2 Würm .....	75
<b>10</b>	<b>Anlagen .....</b>	<b>76</b>
10.1	Regenstatistik.....	76

---

10.2	Regenstatistik, fortgeschrieben .....	77
10.3	Tabelle der Einleitungsstellen (Gewässerbenutzung) .....	78
10.4	Fotodokumentation bestehender Entwässerungsgraben in die Würm .....	80
10.5	Berechnung bezüglich JD_UQN für OWK – EA 10, Teilstrombehandlung .....	85
10.6	Berechnung bezüglich JD_UQN für OWK – EA 10, Bypass .....	86
10.7	Berechnung bezüglich ZHK_UQN für OWK – EA 10, Teilstrombehandlung .....	87
10.8	Berechnung bezüglich ZHK_UQN für OWK – EA 10, Bypass .....	88
10.9	Berechnung bezüglich JD_UQN für OWK – EA 11+12, Teilstrombehandlung .....	89
10.10	Berechnung bezüglich JD_UQN für OWK – EA 11+12, Bypass .....	90
10.11	Berechnung bezüglich ZHK_UQN für OWK – EA 11+12, Teilstrombehandlung .....	91
10.12	Berechnung bezüglich ZHK_UQN für OWK – EA 11+12, Bypass.....	92
10.13	EA10 - Nachweis nach DWA-A102, Sedimentation .....	93
10.14	EA11 - Nachweis nach DWA-A102, Sedimentation .....	95
10.15	Einleitungsstelle ÜK1/E1– Auflistung der Flächen (EA10) .....	97
10.16	Einleitungsstelle E2– Auflistung der Flächen (EA11 und EA12).....	98
10.17	Einleitungsstellen – Auflistung der Einleitmengen.....	98

## 1 Veranlassung und rechtliche Grundlagen

Mit dem Planfeststellungsbeschluss vom 22.02.2007, Az.: 32-4354.2 B 2-13, wurde dem Straßenbaulastträger die gehobene Erlaubnis zum Versickern des gesammelten Straßenoberflächenwassers von der Bundesstraße B 2 in das Grundwasser erteilt. Weitere detaillierte Regelungen wurden nicht getroffen. Art und Umfang der Gewässerbenutzung sind aus den Unterlagen der Planfeststellung nicht vollumfänglich ableitbar.

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021 legt folgende, maßgebende rechtliche Grundlagen fest:

Für die Einleitung von Oberflächenwasser in oberirdische Gewässer oder das Grundwasser und für sonstige Benutzungen sind nach § 9 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) wasserrechtliche Erlaubnisse erforderlich.

Der natürliche Ablauf wild abfließenden Wassers darf gem. § 37 WHG keine nachteiligen Auswirkungen auf tiefer bzw. höher liegende Grundstücke hervorrufen.

Das von befestigten Flächen gesammelt abfließende Niederschlagswasser ist im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes als Abwasser zu betrachten (§ 54 WHG).

Niederschlagswasser soll ortsnah versickert, verriegelt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen (§ 55 Abs. 2 WHG).

Gemäß § 56 WHG ist Abwasser von den juristischen Personen des öffentlichen Rechts (Abwasserbeseitigungspflichtige nach Landesrecht) zu beseitigen.

Der vorliegende Bericht erläutert die geplanten Entwässerungsanlagen für die Straßenbauwerke sowie die Wiederherstellung von Oberflächen der städtischen Verkehrsanlagen im Zusammenhang mit der Tunnelbaumaßnahme im Abschnitt von **Bau-km 0+000 bis Bau-km 3+175**.

## 2 Baugrundverhältnisse

Im Planungsumgriff wurden bei Untersuchungen im Jahr 2018 inhomogene Verhältnisse angetroffen. Unterhalb des Oberbodens bzw. den Auffüllungen steht zunächst bindige Moräne an, in die teilweise dünne Schichten aus nichtbindiger Moräne eingelagert sind. Darunter stehen bei weitgehend horizontal verlaufender Schichtgrenze tertiäre Tone und Schluffe an, denen teilweise geringmächtige tertiäre Sandschichten aufliegen und in die teilweise wasserführenden tertiären Sandschichten oder Sandsteinschichten eingelagert sind.

Zwischen Bauanfang bis ca. Bau-km 0+200 konnte keine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der schluffigen Kiese nachgewiesen werden (IBQ, September 2020).

Im Bereich der Einmündung der Franz-Heidinger-Straße sind Versickerungsschächte als Teil des Entwässerungssystems vorhanden, sodass abschnittsweise von einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit ausgegangen werden kann.

Im Zuge der Ausführungsplanung wurden sukzessive weitere ergänzende Bodenaufschlüsse vorgenommen, um insbesondere die Eignung für die Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser zu verifizieren.

### 3 Berechnungsgrundlagen

#### 3.1 Regenspende und Regenhäufigkeit

Die Bemessung der Entwässerungsanlagen erfolgt nicht nach REwS / RAS-Ew sondern nach DWA-A 138 und DWA-A 118 in Verbindung mit DWA-M 153, da diese Regelwerke höhere Sicherheiten gegen Überlastung fordern.

Das Planungsgebiet befindet sich im Rasterfeld 47/95 des KOSTRA-Atlas. Verwendet wurden die Regendaten des KOSTRA-DWD-2010R.

#### Gewählte Regenhäufigkeiten für Bemessungsaufgaben

Rohrleitungen, Gerinne	T=2, n=0,5
Versickerungsanlagen	T=5, n=0,2

#### Gewählte Bemessungsregenspenden

Transportmulden, Rohrleitungen (T=2):	$r_{10,2}$	= 210,3 l/(s x ha)
Absetzanlagen (T=1):	$r_{15,1}$	= 138,3 l/(s x ha)
Versickerungsanlagen (T=5):	$r_{XX,5}$	= entspr. maßgebender Dauerstufe
Versickerungsbecken (T=20):	$r_{XX,20}$	= entspr. maßgebender Dauerstufe
semizentrale Filteranlagen mit Bypass	$r_{krit}$	= 15 l/(s x ha)
dezentrale Filteranlagen ohne Bypass	$r_{krit}$	= 138,3 l/(s x ha)

### 3.2 Abflussbeiwerte

Der Empfehlung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt folgend werden zur Ermittlung der Regenwasserabflüsse die Abflussbeiwerte gem. DIN 1986-100 in der aktuellen Fassung gewählt.

#### Mittlere Abflussbeiwerte $\Psi_m$ sowie Spitzenabflussbeiwerte $\Psi_s$

Fahrbahn, Asphalt	$\Psi_m = 0,9$	$\Psi_s = 1,0$
Bankett, fester Kiesbelag	$\Psi_m = 0,6$	$\Psi_s = 0,7$
Kulturland, steiles Gelände	$\Psi_m = 0,2$	$\Psi_s = 0,3$
Kulturland, flaches Gelände	$\Psi_m = 0,1$	$\Psi_s = 0,2$
Dammböschungen	$\Psi_m = 0,2$	$\Psi_s = 0,3$
Einschnittsböschung	$\Psi_m = 0,3$	$\Psi_s = 0,4$
Rasenmulde	$\Psi_m = 0,1$	$\Psi_s = 0,2$

Die mittleren Abflussbeiwerte bilden die Grundlage für die Ermittlung von Rückhalteräumen. Die Spitzenabflussbeiwerte (DIN 1986-100:2016) sind der Bemessung von Gerinnen und Rohrleitungen zugrunde zu legen.

Es wird unterstellt, dass am höher liegenden Fahrbahnrand anfallendes Niederschlagswasser über Bankett und Böschung versickert. Ein separater Nachweis wird nicht geführt.

Pflasterflächen für Verkehrsbelastungen geringer Häufigkeit werden mit versickerungsfähigen Belägen befestigt. Die Versickerrate beträgt mind. 270 l/(s x ha).

### 3.3 Betriebliche Rauheit

Für die Dimensionierung von Rohrleitungen sollen gem. RAS-EW folgende betriebliche Rauheiten verwendet werden:

- Betonrohre:  $k_b = 1,5 \text{ mm}$
- Kunststoffrohre:  $k_b = 0,5 \text{ mm}$

Damit werden kapazitätsmindernde Verluste aufgrund der Rohrmaterialien, Formteile und Verlegeungenauigkeiten berücksichtigt.

### **3.4 Vorfluter**

Zur Benutzung als Vorflutgewässer sind der Siebenquellenbach, der Mooswiesengraben, die Würm sowie das Grundwasser vorgesehen. Abschnittsweise ist aufgrund der örtlichen Verhältnisse an bestehende Kanäle des Abwasserverbandes Starnberger See anzuschließen.

## **4 Bestehende Entwässerungsanlagen**

### **4.1 Baugrube Süd, Bau-km 0+000 bis 0+560**

Die Fahrbahn der B2 entwässert im Bereich außerhalb der Ortslage in straßenbegleitende Rasenmulden. Bei Bau-km 0+200 wird das gesammelte Oberflächenwasser mittels Durchlass DN 200 unter dem Wirtschaftsweg in einen Graben nördlich der B2 abgeleitet. Der Graben läuft bei Bau-km 0+340 frei ins Gelände aus. Das vorhandene natürliche Gelände entwässert in Richtung Siebenquellenbach.

Auf der Südseite schlägt die Rasenmulde das Oberflächenwasser in das Tal neben dem Geh-/Radweg ab. Am Tiefpunkt ist ein Durchlass unbekannter Dimension vorhanden, der augenscheinlich als Notüberlauf in Richtung Graben an der Nordseite diente. Der Zustand der Anlagen lässt auf keine nennenswerten Abflüsse schließen.

Die Fahrbahn der Franz-Heidinger-Straße entwässert geschlossen über Abläufe in den Niederschlagswasserkanal des Abwasserverbandes Starnberger See. Im Einmündungsbereich der Franz-Heidinger-Straße sind 2 Versickerungsschächte vorhanden. Bei Bau-km 0+325 ist ein Durchlass unter der B2 sichtbar. Ob dieser als Notüberlauf der NW-Leitung aus der Franz-Heidinger-Straße dient, konnte bisher durch den Abwasserverband Starnberger See noch nicht abschließend geklärt werden.

Im weiteren Verlauf entwässert die Nordseite der B2 breitflächig über Bankett und Böschung in das anstehende Gelände. Auf der Südseite wird das Oberflächenwasser breitflächig über den Geh-/Radweg in die Straßennebenflächen abgeleitet.

Vor dem EDEKA Markt entwässert die nördliche Fahrbahnseite breitflächig in eine Rasenmulde, welche sich auf Privatgrund befindet. Die Mulde schlägt das Niederschlagswasser am Westrand des Marktes in das anstehende Gelände in Richtung Siebenquellenbach ab. Die südliche Fahrbahnseite entwässert entlang der Bordrinne ohne Abläufe in die in die o.g. Straßennebenflächen.

#### **4.2 Notausgang NA 1, Bau-km 0+700**

*Grünfläche, keine Entwässerungsanlagen vorhanden*

#### **4.3 Düker 2, Bau-km 0+660**

Die befestigten Flächen des Parkplatzes und des Anliegerweges entwässern geschlossen über Muldenrinnen und Abläufe in Sammelleitungen, die am Tiefpunkt des Anliegerweges bei Bau-km 0+716 in 2 Versickerungsschächte abschlagen.

#### **4.4 Notausgang 2, Bau-km 1+000**

Die Zufahrt zur Fischzuchtanlage ist bituminös befestigt und entwässert über eine Kastenrinne und einen Hofablauf in einen Versickerungsschacht DN 1500. Der Versickerungsschacht besitzt einen Notüberlauf DN 150 an den vorhandenen Niederschlagswasserkanal DN 800 des Abwasserverbandes Starnberger See. Der Zustand der Anlagen wird im Einvernehmen mit dem Unterhaltspflichtigen geprüft.

Die restlichen Flächen der überplanten Grundstücksteile bestehen aus unbefestigten Wegen und Grünflächen.

#### **4.5 Düker 3, Bau-km 1+200 (Almeidaweg)**

*Keine Entwässerungsanlagen vorhanden. Das Oberflächenwasser fließt in den Lindenweg und die B2 ab.*

#### **4.6 Notausgang 3, Bau-km 1+300 (Pfarramt)**

Anfallendes Niederschlagswasser wird über Versickerungsschächte DN 1500 beseitigt.

#### **4.7 Lüftungszentrale (LZE), Bau-km 1+600 (Finanzamt)**

Die Fahrbahn der Schloßbergstraße entwässert in 4 vorhandene Versickerungsschächte. Der Parkplatz entwässert breitflächig über die Böschung in Richtung des Schloßweges.

#### **4.8 Notausgang 4, Bau-km 1+650**

Im Bereich des geplanten Notausganges besteht eine Grünfläche. Entwässerungsanlagen vorhanden sind nicht vorhanden. Die bestehenden bituminös befestigten und ungebunden befestigten Erschließungswege führen das Oberflächenwasser unkontrolliert dem Geländeverlauf folgend in die Grünfläche westlich des beplanten Bereiches auf Flst. 256, Gemarkung Starnberg, ab.

#### **4.9 Notausgang 6, Bau-km 2+080**

Die vorhandenen Parkstände entwässern breitflächig über den Gehweg und die Fahrbahn der Ferdinand-Maria-Straße in den vorhandenen NW-Kanal des Abwasserverbandes Starnberger See. Überplante Straßennebenflächen sind nicht befestigt.

#### **4.10 Baugrube Nord (Nordportal), Zulaufstrecke Nord, Bau-km 2+200 bis 3+175**

Das Niederschlagswasser der befestigten Verkehrsflächen wird im Bestand über Straßenabläufe gesammelt und in den vorhandenen NW-Kanal eingeleitet. Der NW-Kanal in der Moosstraße schlägt das Straßenoberflächenwasser in den Mooswiesengraben ab. Dieser entwässert in die Würm.

Im Abschnitt zwischen der Petersbrunner Straße und der Würmbrücke wird das Niederschlagswasser über Straßenabläufe und Rohrleitungen gesammelt und in den Straßenseitengraben abgeschlagen. Dieser entwässert in die Würm nördlich der Würmbrücke.

Vorbehandlungsanlagen sind nicht vorhanden.

## 5 Geplante Entwässerungsmaßnahmen

### 5.1 Vorbehandlungsanlagen

Vor Einleitung in Gewässer wird gesammeltes Oberflächenwasser der geplanten Verkehrsanlagen einer ausreichenden Behandlung nach DWA-M 153 zugeführt. Dabei werden die dem Feststellungsentwurf zugrunde gelegten prognostizierten Verkehrsbelastungen (2020) berücksichtigt.

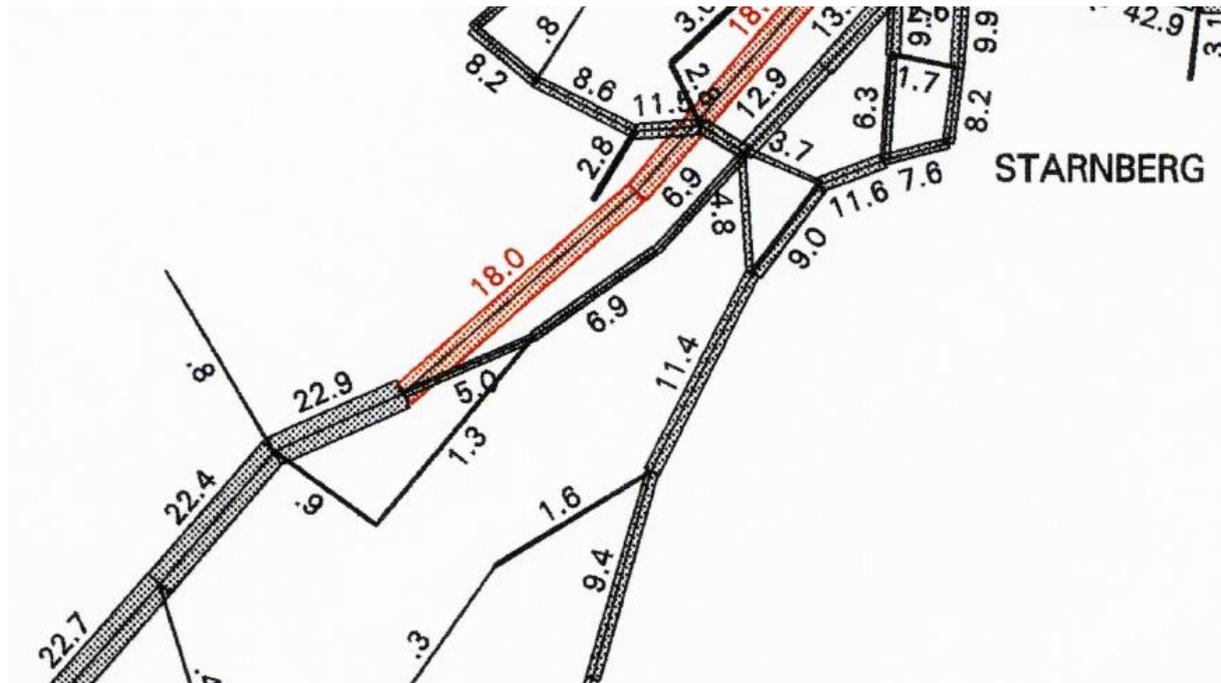


Abbildung 1: Verkehrsbelastungen (2020) DTVw in 10.000 Kfz/24h

Aus der amtlichen Verkehrszählung im Abschnitt 840 der B2 des Jahres 2015 ist ein Schwerverkehrsanteil von 3,3 % bei einem DTV von 15.750 Kfz/24 h zu entnehmen.

Der Entwässerungsplanung werden somit folgende Daten zugrunde gelegt:

Bau-km	Bezeichnung	Anzahl Fahrstreifen [-]	DTV [Kfz/24h]	DTV <sub>sv</sub> [Fz/24h]
0+000 - 0+200	B 2- Zulauf Süd	4	22.900	765
0+200 - 0+440	Richtungsfahrbahnen	1	2.500	83
0+440 - 0+560	Weilheimer Straße	3	6.900	228

Tabelle 2: Verkehrsbelastungen der Entwässerungsabschnitte

In Bereichen mit dezentraler Rückhaltung über straßenbegleitende **Retentions- und**

**Versickerungsmulden** mit Drainageleitungen (Mulden-Drainage-Systeme) erfolgt die Vorbehandlung durch eine 30 cm dicke bewachsene Oberbodenschicht.

Vorbehandlungsanlagen vor dezentralen, **unterirdischen Versickerungsanlagen** sind als kompakte Anlagen mit Sedimentationsfunktion in Schacht – oder Rohrform vorgesehen. Bei Straßenabschnitten mit einer Verkehrsbelastung > 8.000 Kfz/24 h werden Anlagen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung gewählt, sodass von einer ausreichenden Rückhaltung gelöster Schadstoffe ausgegangen werden kann.

## **5.2 Regenrückhalteanlagen**

Regenrückhalteanlagen zur Speicherung und gedrosselten Ableitung von gesammeltem Niederschlagswasser in oberirdische Gewässer sind in den beschriebenen Entwässerungsabschnitten nicht erforderlich.

Bei der Benutzung des Grundwassers zur Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser werden die Rückhalteanlagen entsprechend der einschlägigen Richtlinien ausgelegt. Die Rückhalteräume werden in Form von begrünten Mulden sowie unterirdischen Schachtanlagen bzw. Füllkörperrigolen ausgelegt. Zentrale Rückhalteanlagen in Betonbauweise sind nicht vorgesehen.

## **5.3 Maßnahmen an bestehenden Entwässerungsanlagen**

Bestehende Entwässerungsanlagen auf öffentlichem Grund werden, sofern sie durch die Baumaßnahme betroffen sind, den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend erneuert bzw. ergänzt. Bei Grundstücksentwässerungsanlagen (private Anwesen) werden betroffene Anlagen im Benehmen mit dem Abwasserverband Starnberger See erneuert. Hierfür werden separate Anträge gemäß Entwässerungssatzung (EWS) gestellt.

## 6 Entwässerungsabschnitte

Maßgebend für die Bildung von Entwässerungsabschnitten sind die vorhandenen Vorfluter, Rückhalteanlagen, Knotenpunkte, Gradientenhoch- und Tiefpunkte der geplanten Trasse sowie die Örtlichkeit innerhalb des Stadtgebietes.

Die Angabe der Baukilometrierung bezieht sich stets auf die Tunnelachse.

Die geplante Lage der Entwässerungsanlagen kann sich im Zuge der Ausführung aufgrund bautechnologischer Zwänge ggf. verschieben. Vorbehandlungsanlagen und unterirdische Füllkörperrigolen werden produktneutral ausgeschrieben. Die endgültigen Abmessungen werden aus konstruktiven, statischen und wirtschaftlichen Erfordernissen gewählt. Die Detailzeichnungen sind nur eine nachrichtliche Darstellung.

### 6.1 Maßgebende Entwässerungsabschnitte

Die Entwässerungsabschnitte können den Lageplänen (Unterlage 3) entnommen werden.

#### 6.1.1 Entwässerungsabschnitt 1, Bau-km 0+000 bis 0+200

##### Mulden-Drainage-System

Das anfallende Oberflächenwasser wird über straßenbegleitende Mulden breitflächig gefasst und versickert. Nicht versickerndes Niederschlagswasser wird über eine Drainageleitung DN/OD 160 abgeleitet und der geplanten unterirdischen Versickerungsanlage bei Bau-km 0+330 zugeführt (s. Unterlage 3.1)

Die Mulden werden in eine Breite von 2,00 m und einer Tiefe von 0,40 cm ausgebildet. Aufgrund der Längsneigung der Fahrbahn sind die Mulden mit Erdschwellen auszustatten. Im Bereich der Erdschwellen werden Kontrollschächte eingebaut. Auf der tieferliegenden Seite der Fahrbahn erhalten die Schächte Einlaufroste (Notüberläufe). Die Schachtdeckel erhalten zur erleichterten Wartung eine Umpflasterung. Bei Notüberläufen wird die Umpflasterung wannenförmig ausgebildet, um die hydraulische Leistungsfähigkeit zu erhöhen.

Gemäß der „Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme“, Stand 07/2020, Abschnitt 11, Nr. 14 sind Erdschwellen keine Hindernisse im Sinne der RPS 2009.

Das Oberflächenwasser aus Notüberläufen sowie Sickerwasser aus der Mulde werden getrennt über Huckepackleitungen DN 250/DN 150 Dr. abgeleitet. Die Drainrohre erhalten im Schachtdurchlauf eine Putzöffnung. Eine Vermischung von Niederschlagswasser erfolgt im

Bereich der Straßenquerungen Bau-km 0+160 und Bau-km 0+215 im Anschluss an die Sammelleitung zum Versickerungsbecken.

#### Unterirdische Versickerungsanlage

Da das Mulden-Drainage-System aufgrund der Längsneigung und der Flächenverfügbarkeit nicht auf eine Wiederkehrzeit von 5 Jahren ausgelegt werden kann, wird überlaufendes Niederschlagswasser gefasst, abgeleitet und unterirdisch an geeigneter Stelle versickert. Vor der Versickerungsanlage wird ein Absetzschacht eingebaut, der Laub und grobe Verschmutzungen zurückhält.

#### **6.1.2 Entwässerungsabschnitt 2, Bau-km 0+200 bis 0+440**

Die Richtungsfahrbahnen entwässern breitflächig in straßenbegleitende 1,60 bis 2,00 m breite Versickerungsmulden.

Auf der Südseite werden im Bereich der Einmündung der Franz-Heidinger-Straße zum Schutz der Nebenflächen Randsteine gesetzt. Die Fahrbahn entwässert hier über die Längsneigung und Bordlücken in breite Versickerungsmulden.

#### **6.1.3 Entwässerungsabschnitt 3, Bau-km 0+440 bis 0+560 Bauende**

Das anfallende Oberflächenwasser der Weilheimer Straße sowie des angebauten Gehweges wird über die Längs- und Dachneigung der Fahrbahn den Straßenabläufen zugeführt. Über Rohrleitungen schlagen diese das gesammelte Niederschlagswasser in unterirdische Versickerungsanlagen ab. Diese Anlagen bestehen aus Füllkörperriegeln aus Kunststoff und werden mehrreihig sowie mehrlagig angeordnet.

Zur Vorbehandlung werden rohrförmige Sedimentationsanlagen mit Kontrollschächten eingesetzt.

#### **6.1.4 Entwässerungsabschnitt 4, Anliegerweg, Bau-km 0+170 bis 0+310**

Der Anliegerweg dient der Erschließung des geplanten Baugebietes auf den Flurstücken 512, 511, 509 Gemarkung Starnberg und Flst. 901/3 der Gemarkung Söcking.

Im Abschnitt vom Baugrundstück bis zur Einmündung des gemeinsamen Geh-/Radweges entwässert der Anliegerweg breitflächig über Bankett und Böschung.

Im Abschnitt zwischen der Einmündung des gemeinsamen Geh-/Radweges und dem Anschluss an die Franz-Heidinger-Straße entwässert der Weg breitflächig über die Bankette in die Straßennebenflächen (Versickerungsmulden bzw. Grünflächen). Die Versickerungsmulde wird am

Tiefpunkt mit einem Notüberlauf und 2 Versickerungsschächten Typ B ausgestattet. Als Schlammfang wird ein Absetzschacht DN 2000 B vorgeschaltet.

#### **6.1.5 Entwässerungsabschnitt 5, Geh-/Radweg, Bau-km 0+150 bis 0+240**

Der gemeinsame Geh-/Radweg auf Flst. 505/4 der Gemarkung Starnberg wird barrierefrei an die neuen Verhältnisse angepasst. Die bituminös befestigte Fahrbahn entwässert breitflächig über Bankett und Böschung. Aufgrund der Lage im Anschnitt wird auf der Ostseite des Weges der Anschluss an den Bestand muldenförmig ausgebildet, um evtl. Abflüsse von der Böschung des Außengebietes vom Oberbau fernzuhalten.

Am Tiefpunkt des Tales sind im Bereich der verbleibenden Grünfläche 2 Notüberläufe in Versickerungsschächte vorgesehen. Die Grünfläche wird zur Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit nach Fertigstellung der Verkehrswege als Schotterrasenfläche wiederhergestellt.

#### **6.1.6 Entwässerungsabschnitt 6, Franz-Heidinger-Straße, Bau-km 0+320**

Die Fahrbahn der Franz-Heidinger-Straße wird an die neuen Verhältnisse angepasst. Das Entwässerungssystem der Straße wird beibehalten. Lediglich am Tiefpunkt sind zwei zusätzliche Versickerungsschächte vorgesehen. Die Vorbehandlung von gesammeltem Niederschlagswasser erfolgt über einen Absetzschacht DN 2000 mit Tauchrohren.

#### **6.1.7 Entwässerungsabschnitt 7, Zufahrt Betriebsstation, Bau-km 0+320 bis 0+450**

Die Fahrbahn entwässert breitflächig in die Straßennebenflächen (Versickerungsmulden, Grünfläche).

#### **6.1.8 Entwässerungsabschnitt 8, Trogfahrbahn, Bau-km 0+200 bis 0+425**

Das in diesem Bereich anfallende Oberflächenwasser wird über Schlitzrinnen und Rohrleitungen gesammelt und der Hebeanlage bei Bau-km 469,5 zugeleitet. Eine Druckleitung DN 150 fördert das gesammelte Niederschlagswasser über einen Druckentlastungsschacht in ein geplantes Absetz- und Versickerungsbecken bei Bau-km 0+350.

#### **6.1.9 Entwässerungsabschnitt 9, Wirtschaftsweg, Bau-km 0+200 bis 0+325**

Die Zufahrt zum Flst. 528, Gemarkung Starnberg, wird an die neuen Verhältnisse angepasst. Dafür ist im Benehmen mit dem Grundstückseigentümer die Lage des Wirtschaftsweges festzulegen. Die befestigte Fahrbahn entwässert breitflächig über das Bankett in das anstehende Gelände.

### **6.1.10 Entwässerungsabschnitt NA1, Bau-km 0+700**

Die Flächen vor dem Gebäude werden in versickerungsfähiger Pflasterbauweise gemäß Merkblatt M VV 2013 hergestellt (s.a. Unterlage 3.2). Nicht geeignete Bodenschichten werden im Zuge der Herstellung des Oberbaus ausgetauscht.

Eine Grundwasserbenutzung durch eine gezielte Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser von Verkehrsflächen ist nicht vorgesehen.

Die Dachfläche des Gebäudes entwässert über Fallleitungen in einen Versickerungsschacht DN 2000.

### **6.1.11 Entwässerungsabschnitt Düker 2, Bau-km 0+660**

Die befestigten Flächen des Parkplatzes werden im Benehmen mit der Stadt Starnberg sowie dem Grundeigentümer des Flst. 468/31, Gemarkung Starnberg, wiederhergestellt. Die Verkehrsflächen werden wie im Bestand geschlossen entwässert (s.a. Unterlage 3.2).

Da keine Vorbehandlungsanlagen vorhanden sind, müssen diese im nötigen Umfang ersetzt werden. Es werden vsl. 2 Absetzschächte DN 1200 erforderlich. Die Dimensionierung erfolgt in Abstimmung mit dem Abwasserverband Starnberger See als Unterhaltspflichtigen.

### **6.1.12 Entwässerungsabschnitt NA 2, Bau-km 1+000**

Die Flächen vor dem Gebäude werden in versickerungsfähiger Pflasterbauweise gemäß Merkblatt M VV 2013 hergestellt. Nicht geeignete Bodenschichten werden im Zuge der Herstellung des Oberbaus ausgetauscht. Eine ortsnahe, wirtschaftliche und gezielte Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser ist aufgrund der Baugrundverhältnisse nicht möglich. Der ungebunden befestigte Oberbau ist deshalb zu drainieren. Das anfallende Sickerwasser wird über eine Drainageleitung DN 150 gesammelt und hinter der geplanten Stützwand in ein offenes Gerinne abgeschlagen und dem Siebenquellenbach zugeführt. Zusätzlich wird am Tiefpunkt der Fläche ein Schacht DN 1000 mit Einlaufrost als Notüberlauf angeordnet, der ebenfalls in das Gerinne ableitet (Unterlage 3.3).

Auf einen Nachweis der hydraulischen Gewässerbelastung nach DWA-M 153 wird verzichtet, da durch die flächenhafte Versickerung und Drainierung im Oberbau bereits eine Abflussdrosselung erfolgt.

Die Entwässerungsanlagen im Bereich der bituminös befestigten Flächen der Zufahrt (Kasterrinne und Hofablauf) werden erneuert und an vorh. Anschlussleitungen angebunden.

### **6.1.13 Entwässerungsabschnitt Düker 3, Bau-km 1+200 (Almeidaweg)**

Das Niederschlagswasser wird über Bordrinnen und Straßenabläufe gesammelt und mittels Versickerungsschächten in den Untergrund versickert. Zur Vorbehandlung sind Absetzschächte DN 2000 mit Tauchrohren vorgesehen. Die Anlagen sind in Unterlage 3.4 dargestellt. Ein Regeldetail der Schachtversickerung ist der Unterlage 4.6 zu entnehmen.

### **6.1.14 Entwässerungsabschnitt NA 3, Bau-km 1+300 (Pfarramt)**

Die Zufahrt wird nach Errichtung des Notausganges wiederhergestellt. Die vorhandenen Entwässerungsanlagen werden im Zuge der Oberflächenwiederherstellung erneuert. Der Hofablauf vor dem Gebäude wird als Ablauf mit Nassschlammfang wiederhergestellt (Unterlage 3.5). Im Einmündungsbereich an der Weilheimer Straße wird eine Kastenrinne NW 500 ergänzt und an einen geplanten Absetzschacht DN 1200 sowie Versickerungsschacht DN 2000 angebunden. Dadurch wird ein unkontrollierter Abfluss von Niederschlagswasser der steilen Zufahrt auf die Bundesstraße 2 unterbunden.

Die geplante Standfläche für Einsatzfahrzeuge zwischen B2 und Notausgang wird in bituminöser Bauweise hergestellt. Das anfallende Niederschlagswasser wird über eine Kastenrinnen NW 150 gesammelt und zur Vorbehandlung 2 Absetzschächten DN 1200 zugeleitet. Nach der Vorbehandlung erfolgt die Versickerung in den Untergrund mittels 2 Versickerungsschächten DN 2000. Die Filterschicht wird aus carbonathaltigem Sand hergestellt.

### **6.1.15 Entwässerungsabschnitt LZE, Bau-km 1+600 (Finanzamt)**

Das Niederschlagswasser der Fahrbahn wird wie im Bestand an der Bordrinne gesammelt und über Straßenabläufe Versickerungsschächten zugeleitet. Zur Vorbehandlung sind Straßenabläufe mit Nassschlammfängen und Turbulenzminderer vorgesehen (s.a. Unterlage 3.6).

Die Parkstände werden in wasserdurchlässiger Pflasterbauweise mit Rasenfuge ausgeführt, sodass für das Bemessungsregenereignis keine Abflüsse von diesen Flächen zu erwarten sind.

### **6.1.16 Entwässerungsabschnitt NA 4, Bau-km 1+650**

Das Niederschlagswasser der Fußgängerflächen oberhalb des Bauwerkes wird über eine 2,0 m breite bewachsene Mulde mit 20 cm Oberboden in den Untergrund versickert.

Die restlichen Dachflächen des Bauwerkes werden begrünt.

Die geplanten Stand- und Bewegungsflächen für Einsatzfahrzeuge werden in versickerungsfähiger Asphaltbauweise gemäß Merkblatt M VV 2013 hergestellt. Nicht geeignete Bodenschichten werden im Zuge der Herstellung des Oberbaus ausgetauscht.

Mit o.g. Maßnahmen, soll einer Versiegelung bzw. Erhöhung des Abflusses entgegengewirkt werden. Da auf den Flächen von keinem regelmäßigem Fahrverkehr auszugehen ist, wird auf eine Sammlung des Niederschlagswassers verzichtet.

Auf Flurstück 256/3 wird wegebegleitend eine 1,50 m breite Versickerungsmulde hergestellt, die wild abfließendes Niederschlagswasser aus dem oberen Bereich der Vordermühlstraße am Tiefpunkt aufnimmt. Somit wird eine Überflutung der tieferliegenden Hoffläche des privaten Anwesens Flst. 256/2 verhindert.

Der Geh- und Radweg von der Vordermühlstraße in Richtung Schlossberg muss aufgrund des Baustellenverkehrs und einer Kanalbaumaßnahme erneuert werden. Das anfallende Niederschlagswasser wird über zwei Straßenabläufe und eine Sammelleitung in eine neu herzustellende Versickerungsmulde am Böschungsfuß abgeleitet und gezielt in den Untergrund versickert. Die Mulde erhält eine 20 cm dicke begrünte Oberbodenschicht.

#### **6.1.17 Entwässerungsabschnitt NA 6, Bau-km 2+080**

Die befestigten Verkehrsflächen entwässern wie im Bestand in das NW-Kanalnetz des Abwasserverbandes Starnberger See.

Das gesammelte Niederschlagswasser der Dachfläche des Bauwerks wird über 2 Versickerungsschächte in den Untergrund versickert. Die Versickerungsschächte erhalten Notüberläufe in den vorhandenen NW-Kanal DN 250 Stb (s.a. Unterlage 3.9).

Eine Vorbehandlung des Niederschlagswasser ist nicht erforderlich. Die Fallrohre werden mit Sieben zum Laubrückhalt ausgestattet. Die Versickerungsschächte erhalten Filterschichten aus carbonathaltigem Sand.

Die angeschlossene Dachfläche beträgt 75 m<sup>2</sup>. Auf Basis der DIN 1986-100 und des KOSTRA-Atlas 2010R ist mit einem Abfluss bei  $r_{5,2} = 270 \text{ l/(s*ha)}$  von 2 l/s zu rechnen. Der Abfluss ist gem. Vorgaben des Abwasserverbandes Starnberger See auf eine Menge von 1 l/s je 100 m<sup>2</sup> zu begrenzen. Dazu werden je Schacht eine Schlauchdrossel mit 1“ Durchmesser eingebaut.

### **6.1.18 Entwässerungsabschnitt 10, B2 Münchner Straße, Bau-km 1+990 bis 2+790**

Das Straßenoberflächenwasser wird über Straßenabläufe und Rohrleitungen gesammelt und in den NW-Kanal des Abwasserverbandes Starnberger See im Bereich der Moosstraße eingeleitet. Die Ableitung in Richtung Würm erfolgt über den Mooswiesengraben (s.a. Unterlage 3.10 und 3.11).

Da im Bestand keine Vorbehandlung des gesammelten Niederschlagswassers erfolgt, muss an geeigneter Stelle eine ausreichend dimensionierte Anlage geschaffen werden. Aufgrund der großen Einzugsfläche sowie baulicher Zwänge durch das Trogbauwerk ist eine Verortung vieler kleiner dezentraler Anlagen nicht wirtschaftlich. Bereits im Endausbau hergestellte Straßenabschnitte müssten unter hohem Aufwand wieder aufgebrochen werden. Des Weiteren müsste bereits vorbehandeltes Niederschlagswasser von verschmutzten Abflüssen getrennt werden, wodurch eine doppelte Leitungsführung entsteht.

Planer und Straßenbulasträger haben sich in Abstimmung mit dem Abwasserverband Starnberger See auf eine semizentrale Anlage im Bereich der Moosstraße verständigt.

In diesem Bereich schließt der vorhandene Sammler DN 800 StB über ein Schachtbauwerk an den parallel zur Moosstraße verlaufenden Sammler DN 800 StB an (s.a. Unterlage 3.12).

Das Schachtbauwerk 20R2310 wird umgebaut und mit einer Überlaufschwelle versehen. Das NW wird über ein neu herzustellendes Trennbauwerk drei rohrförmigen Vorbehandlungsanlagen mit einer Gesamtlänge von 24 m zugeführt. Die Anlagen bestehen jeweils aus einer Sedimentations- und Filtereinheit. Nach Passage der Anlagen wird das NW über ein neu herzustellendes Sammelbauwerk gefasst und dem bestehenden NW-Kanal zugeführt. Übergabepunkt ist der vorhandene Schacht 20R1395. Dieser muss umgebaut bzw. ersetzt werden. Zwischen den Schächten 20R2310 und 20R1395 wird der vorhandene NW-Kanal als Bypass betrieben.

Die Vorbehandlungsanlagen besitzen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Einsatz vor Versickerungsanlagen, können jedoch im Einzelfall nach Klärung der Zulässigkeit mit der zuständigen Wasserbehörde eingesetzt werden.

Als Alternative wurden Lamellenklärer ohne Dauerstau untersucht, die nach einem Regenerignis den Beckeninhalte in einen Schmutzwasserkanal entleeren. Für die Einzugsfläche von ca. 2,1 ha wäre eine Anlage DN 5600 mit einer Ablaufhöhe von ca. 1,85 m erforderlich.

Die Aufteilung auf mehrere kleine Anlagen wäre prinzipiell möglich. Jedoch befinden sich auch in diesen Fällen die Ablaufhöhen unterhalb der Sohle des NW-Kanals, sodass diese Variante nicht weiterverfolgt werden konnte.

#### **6.1.19 Entwässerungsabschnitt 11, B2 Münchner Straße, Bau-km 2+790 bis 3+075**

Das Straßenoberflächenwasser wird über Straßenabläufe und Rohrleitungen gesammelt und in den Entwässerungsgraben an der B2 eingeleitet. Der Graben entwässert direkt in die Würm. Als Vorbehandlungsanlage sind 2 Sedimentations- und Filteranlagen mit DIBt-Zulassung vorgesehen. Zusätzlich werden ein Trennbauwerk sowie ein Verteiler- und ein Sammelschacht eingebaut. Der Auslauf aus dem Sammelschacht erhält eine Rückstauklappe (s.a. Unterlage 3.10, 3.11 und 3.13).

In der Bestandssituation staut die Würm in den Entwässerungsgraben und damit auch in die Sammelleitung in der Straße ein. Um den Auslauf nach der Vorbehandlungsanlage über den Mittelwasserstand der Würm zu heben, ist ein erhöhter Rückstau der bestehenden NW-Kanäle im Zulauf der Anlage in Kauf zu nehmen. Die Oberkante des Überlaufs des Trennbauwerkes befindet sich bei 584,55 m ü.NN. Damit entsteht ein Rückstau in den Kanälen bis zum Schacht am Knotenmittelpunkt B2/Petersbrunner Straße und bis vor den Startschacht der Haltungen im Bereich der Wendeanlage der Petersbrunner Straße ein. Der Straßentiefpunkt befindet sich im Bereich der Bushaltestelle bei 585,15 m ü.NN. Die Überdeckung bis zum Wasserspiegel beträgt hier 60 cm (im Bestand ca. 95 cm).

Eine Alternative mit Pumpstation wurde untersucht, jedoch im Einvernehmen mit dem späteren Unterhaltspflichtigen aufgrund der Betriebskosten wieder verworfen.

#### **6.1.20 Entwässerungsabschnitt 12, B2 Münchner Straße, Bau-km 3+075 bis 3+175**

Um die geplanten Anlagen am Grabenzulauf im EA 11 nicht zusätzlich hydraulisch zu belasten, wird das Straßenoberflächenwasser der B2 im Abschnitt zwischen Ende Fahrbahnteiler bis einschließlich Würmbrücke separat vorbehandelt. Die nördliche Fahrbahn wird zukünftig offen über Bankett und Dammschulter in den Entwässerungsgraben entwässert. Die vorhandenen Randsteine werden dazu entfernt (s.a. Unterlage 3.10, 3.11 und 3.13).

Die südliche Fahrbahn muss weiterhin geschlossen entwässert werden. Dazu werden dezentral Filterschächte eingebaut, die das Niederschlagswasser von jeweils 1-2 Straßenabläufen aufnehmen und vorbehandeln. Die vorhandenen Zuläufe in den Entwässerungsgraben werden soweit möglich in Lage und Höhe beibehalten.

## **7 Entwässerung während der Bauzeit**

### **7.1 Allgemeines**

Die Herstellung der Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen erfolgt in Bauphasen mit wechselnder Verkehrsführung.

Anfallendes Niederschlagswasser wird prinzipiell der Bestandsituation entsprechend breitflächig über Bankette und Straßenebenenflächen abgeleitet. Solange der Baufortschritt dies zulässt, werden sämtliche vorhandene Entwässerungsanlagen weiter genutzt.

Um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten, werden Vorflutmulden-/gräben nach Erfordernis bereits im Vorfeld der Maßnahme angepasst.

### **7.2 Baugrube Süd, Bau-km 0+000 bis 0+560**

Die prov. Fahrbahnen werden um das Baufeld der Ingenieurbauwerke herumgeführt und phasenweise wie folgt angeordnet und entwässert:

#### Phase 100:

ca. 4 Monate

Lage wie im Bestand mit Fahrbahnverbreiterung für einen zusätzlichen Abbiege- und Aufstellstreifen zur Einfahrt in die Zwischenlagerfläche.

Entwässerung offen und breitflächig in die Seitenräume wie im Bestand. Wo technologisch erforderlich, wird das Straßenoberflächenwasser in definierten Abschnitten mittels provisorischer Aufkantung gefasst und in Kiesmulden zur Versickerung gebracht.

#### Phase 200:

ca. 5 Monate

Lage nördlich der B2 – Entwässerung offen und breitflächig nach Norden auf unbefestigte Flächen bzw. in Versickerungsmulden.

#### Phase 300:

ca. 6 Jahre

Lage südlich der B2 – geschlossene Entwässerung über provisorische Abläufe, Absetz- und Versickerungsschächte / Rigolen.

#### Phase 400:

Ca. 4 Monate

Lage nördlich der B2 – offene Entwässerung analog Phase 200

Phase 500:

Ca. 12 Monate

Lage südlich der B2 – geschlossene Entwässerung über provisorische Abläufe, Absetz- und Versickerungsschächte / Rigolen analog Phase 300

Abflüsse aus dem natürlichem Niederschlagsgebiet (Außengebiet, landwirtschaftliche Flächen) mit Fließrichtung zur Baustelleneinrichtungsfläche bzw. zur B2 werden mittels Abfanggraben von der Straßenentwässerung getrennt und dem bestehenden Vorfluter zugeführt.

Die Herstellung der endgültigen Entwässerungsanlagen erfolgt mit Ausnahme der Zulaufstrecke Süd (Bau-km 0+000 bis ca. Bau-km 0+160) erst im Zuge der Herstellung der Verkehrsanlagen bzw. der Oberflächenwiederherstellung.

Die detaillierte Entwässerungsplanung für prov. Verkehrsflächen erfolgt im Zuge der Ausführungsplanung der Bauphasen. Bezogen auf die Größe und Belastung der Verkehrsflächen ist von folgenden zusätzlichen Anlagen bzw. Anlagengrößen auszugehen:

- a) Verkehrsführung nördlich der B2 in Phasen 200/400
  - Breite der versiegelten Fläche ca. 12,00 m, AE = 3.000 m<sup>2</sup>
  - Ca. 15.700 Kfz/24 h
  - **Versickerungsmulde** b = 2,5 m; l = 250 m
  - Oberbodenstärke 30 cm
  - Anlagentyp D1b gem. DWA-M 153, **Durchgangswert 0,2**
- b) Verkehrsführung südlich der B2 in Phasen 300/500
  - Breite der versiegelten Fläche ca. 14,00 m, AE = 3.400 m<sup>2</sup>
  - Ca. 15.700 Kfz/24 h
  - Ca. 2-5 **Sedimentations- und Filteranlagen mit DIBt-Zulassung** (Einzugsflächen je Anlage A<sub>E</sub> = 750 bis 3.000 m<sup>2</sup>), Anlagentyp D11 gem. DWA-M 153, **Durchgangswert 0,15**
  - ca. 10 Versickerungsschächte DN 2000 Typ B, Filterschicht aus carbonathaltigem Sand,  
T= 4,0 m oder Füllkörperrigolen

Das Wartungsintervall der industriell gefertigten Vorbehandlungsanlagen beträgt nach Herstellerangaben 4 Jahre. Aufgrund des regelmäßigen Baustellenverkehrs ist mit erhöhtem Schmutzanfall zu rechnen. Die Anlagen werden deshalb regelmäßig in Augenschein genommen und die Wartungsintervalle bei Bedarf angepasst.

### **7.3 Zwischenlagerfläche**

Der Lageplatz Süd dient der Baustelleneinrichtung sowie der Zwischenlagerung und Beprobung von Aushubmassen, die durch die Baumaßnahme generiert werden. Die Lagerfläche wird nach den Anforderungen der AwSV hergestellt und betrieben. Eine detaillierte Planung wird im Zuge der Ausführungsplanung des Baubetriebes vorgelegt.

### **7.4 Baugrube Nord (Nordportal), Bau-km 2+065 bis 2+485**

Das Niederschlagswasser wird wie im Bestand in die vorh. NW-Kanäle eingeleitet. Die durch das Trogbauwerk verdrängten Kanäle werden im Vorgriff der Bauphase nach Möglichkeit in endgültiger Lage hergestellt. Zusätzlich werden provisorische Umverlegungen erforderlich, um in jeder Phase eine geordnete Niederschlagswasserbeseitigung sicherstellen zu können. Eine ortsnahe Versickerung ist aufgrund des unterirdischen Bauwerkes und des geringen Flurabstandes in diesem Bereich nicht möglich.

## 8 Nachweis der Leistungsfähigkeit und ausreichenden Vorbehandlung

Die Nachweisführung erfolgt mit den Programmen der RAS-Ew, DWA-A 138 des LfU Bayern sowie eigener Berechnungstabellen.

### 8.1 Entwässerungsabschnitt 1

#### 8.1.1 Versickerungsmulde, Bau-km 0+000 – 0+215 rechts

##### Abmessungen

Muldenbreite: 2,00 m

zulässige Einstautiefe: 30 cm

Höhenunterschied: 627,88 – 623,64 = 4,24 m auf einer Gesamtlänge von 215 m, s=1.97%

➔ Einbau von Erdschwellen in unterschiedlichen Abständen

Einstauhöhen 12-30 cm

Gesamtvolumen: **ca. 35 m<sup>3</sup> geplant**

Volumenverlust aufgrund der Längsneigung der Mulde: 77 m<sup>3</sup> - 35 m<sup>3</sup> = 42 m<sup>3</sup>,

ca. 45 %

##### Hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 20.08.2020		
<b>Bemerkung :</b> Versickermulde Bau-km 0+000 bis 0+215 rechts				
Flächen	Art der Befestigung	A <sub>E,i</sub> in m <sup>2</sup>	Ψ <sub>m</sub>	A <sub>U</sub> in m <sup>2</sup>
B2	Asphalt, fugenloser Beton	2730	0,9	2457
Bankett	fester Kiesbelag	320	0,6	192
Einschnittsaböschung	Kies- und Sandboden	660	0,3	198
		Σ :	3710	Σ = 2847

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_U$ :	2847	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	12	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S$ :	<input type="text" value="320"/>	m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max}$ :	<input type="text" value="24"/>	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	<input type="text" value="1,20"/>	-

<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station:	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert: 4449839 m	Hochwert: 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite: ° ' "	östl. Länge: ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert?	nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	2,158 km östlich 4,221 km südlich		
Überschreitungshäufigkeit	n:	<input type="text" value="2"/>	1/a

<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Muldenvolumen $V_M$	<input type="text" value="35,8"/>	m <sup>3</sup>	Einstauhöhe z	0,11	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	3,3	h	Flächenbelastung $A_U/A_S$	8,9	-
Zufluss $Q_{zu}$	21,3	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	16,9	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $I_{D,n}$	67,4	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	30	min

Ca. 2x im Jahr ist ein Überlauf der Mulde zu erwarten.

Die Stauschwellen stellen eine flankierende Maßnahme dar und halten Abflüsse kurzer Dauer und hoher Intensität bzw. langer Dauer und geringer Intensität zurück, sodass eine ausreichende Vorbehandlung des gesammelten Niederschlagswassers gegeben ist.

Tabelle: Regenspenden und Muldenvolumina bei T= 1

Angeschlossene Fläche	$A_U$	[m <sup>2</sup> ]	2847
Versickerungsfläche	$A_S$	[m <sup>2</sup> ]	320
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f$	[m/s]	3,0E-05
Regenhäufigkeit	T	[a]	1
Zuschlagfaktor	$f_z$	(1,1-1,2)	1,2
Versickerleistung spezifische	vs	[l/(s·ha)]	150
Versickerrate		[l/(s·ha)]	16,86
Versickerrate		[l/s]	4,8

Dauer des Bemessungsregens D [min]	Maßgebende Regenspende r(D,T) [l/(s·ha)]	Volumen Vs [m <sup>3</sup> ]	mittlere Muldentiefe h [m]	Entleerungszeit te [h]
5	206,7	21,8	0,07	1,3
10	165,8	34,4	0,11	2,0
15	138,3	42,1	0,13	2,4
20	118,4	47,1	0,15	2,7
30	92,5	52,9	0,17	3,1
45	69,3	55,6	0,17	3,2
60	55,5	55,2	0,17	3,2
90	41,5	54,1	0,17	3,1
2h	33,8	51,0	0,16	3,0
3h	25,4	42,0	0,13	2,4
4h	20,7	30,3	0,09	1,8
6h	15,5	2,8	0,01	0,2
9h	11,6	-	-	-
12h	9,4	-	-	-
18h	7,1	-	-	-
24h	5,8	-	-	-
48h	3,7	-	-	-
72h	2,8	-	-	-



**8.1.2 Ablaufschächte, Bau-km 0+060, 0+110, 0+162 und 0+215**

Einzugsfläche:		Ared
Fahrbahn	2.730 m <sup>2</sup>	2.730 m <sup>2</sup>
Bankett	320 m <sup>2</sup>	224 m <sup>2</sup>
Böschung	660 m <sup>2</sup>	264 m <sup>2</sup>
Mulde	430 m <sup>2</sup>	430 m <sup>2</sup>
<u>Gesamt</u>	<u>4.140 m<sup>2</sup></u>	<u>3.648 m<sup>2</sup></u>

Maßgebende kürzeste Regendauer nach DWA-A 118, (1% bis 4 % Geländeneigung):

D=10 min, T=2 Jahre

$r_{10,2} = 210,3 \text{ l/(s*ha)}$

$Q_{zu} = 3.648 \text{ m}^2 \times 210,3 \text{ l/(s x ha)} / 10.000 = 76,7 \text{ l/s}$

Es sind 4 Ablaufschächte aus Beton DN 800- DN1000 mit Einlaufroste vorgesehen.

Einlaufquerschnitt: ca. 970 cm<sup>2</sup> je Rost

Schluckvermögen: ca. 1870 l/min = 31 l/s je Rost

Q<sub>zu</sub> aus Mulde nach Auslastung des Speichervolumens = ~19 l/s je Abschnitt bei r<sub>10,2</sub>

Die Anzahl der Einlaufroste ist ausreichend, um das überlaufende Oberflächenwasser bei T=2 aufzunehmen.

Um die Leistungsfähigkeit der Ablaufschächte zu erhöhen, werden die Roste 3 cm unter OK Stauschwelle eingebaut.

### 8.1.3 Rohrleitung DN 250, 0+060 bis 0+215 rechts

Die Leistungsfähigkeit der Rohrleitung beträgt bei 2 % Leitungsfälle ca. 100 l/s und Vollfüllung. Die Rohrleitung ist ausreichend dimensioniert um das gesamte Oberflächenwasser des Abschnittes bei T= 2 Jahre und 10 min Regendauer abzuleiten. Der Auslastungsgrad beträgt 77 %.

Qzu = 76,7 l/s

Q in l/s	<input type="text" value="77"/>	Länge Haltung		DN	vv	Qv	Eingabe des Gefälles <input type="radio"/> Schachtsohlen mNN <input checked="" type="radio"/> Gefälle in % <input type="radio"/> Neigung 1: ?
Sohle oben / unten in mNN	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10"/>	150	1.46	26	
Gefälle %	<input type="text" value="2"/>			200	1.76	55	<div style="background-color: yellow; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold;">Rohr</div>
Gefälle 1 : n	<input type="text" value="50"/>			250	2.03	99	
kb in mm	<input type="text" value="0.5"/>	DN	<input type="text" value="250"/>	300	2.28	161	
vv und Qv	vv m/s <input type="text" value="2.03"/>	Qv l/s	<input type="text" value="99.5"/>	400	2.73	343	
vt und DrH	vt m/s <input type="text" value="2.23"/>	Qt l/s	<input type="text" value="77.0"/>	500	3.14	617	
		DrH m	<input type="text" value="0.166"/>	600	3.52	995	
				700	3.87	1491	
				800	4.21	2115	
				900	4.52	2878	
				1000	4.83	3791	
				1100	5.12	4864	
				1200	5.40	6106	

### 8.1.4 Sickerrohrleitungen

Die Leistungsfähigkeit der Sickerrohrleitungen DN 150 liegt mit ca. 13 l/s bei 0,5 % Längsneigung deutlich über den zu erwartenden Sickerwasserzufluss aus der Mulde von ca. 5 l/s.

Auf einen detaillierten Nachweis für jede Haltung wird verzichtet.

Q in l/s	<input type="text" value="5"/>			DN    vv    Qv			Eingabe des Gefälles	
Sohle oben / unten in mNN	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Länge Haltung	150	0.72	13	<input type="radio"/> Schachtsohlen mNN <input checked="" type="radio"/> Gefälle in % <input type="radio"/> Neigung 1: ?	
Gefälle %	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="10"/>		200	0.87	27	<div style="background-color: yellow; padding: 5px; display: inline-block;"><b>Rohr</b></div>	
Gefälle 1 : n	<input type="text" value="200"/>			250	1.00	49		
kb in mm	<input type="text" value="0.5"/>	DN		300	1.13	80		
		<input type="text" value="150"/>		400	1.36	170		
vv und Qv	vv m/s	Qv l/s		500	1.56	306		
	<input type="text" value="0.72"/>	<input type="text" value="12.7"/>		600	1.75	495		
vt Qt und DrH	vt m/s	Qt l/s		700	1.93	741		
	<input type="text" value="0.68"/>	<input type="text" value="5.0"/>		800	2.09	1052		
		DrH m		900	2.25	1433		
		<input type="text" value="0.065"/>		1000	2.40	1888		
				1100	2.55	2423	<input type="button" value="Liste aktualisieren"/>	
				1200	2.69	3042		
							<input type="button" value="Abbruch"/>	
							<input type="button" value="Rechne"/>	





### 8.2.2 Versickerungsmulde Bau-km 0+212 bis 0+280 rechts

#### Abmessungen

Muldenbreite: 1,60 - 2,00 m

zulässige Einstautiefe: 30 cm

Gesamtvolumen: **ca. 14 m³ geplant**

#### Hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 20.08.2020		
<b>Bemerkung :</b> Versickermulde Bau-km 0+212 bis 0+280 rechts				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in m <sup>2</sup>	$\Psi_m$	$A_u$ in m <sup>2</sup>
B2	Asphalt, fugenloser Beton	335	0,9	301,5
Bankett	fester Kiesbelag	85	0,6	51
		<b>Σ :</b> 420		<b>Σ =</b> 352,5

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_u$ :	352	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	12	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S$ :	85	m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max}$ :	24	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	1,20	-

<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nörtl. Breite : ° ' "	östl. Länge : ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ?	nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich		
Überschreitungshäufigkeit	n :	0,2	1/a

<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Muldenvolumen $V_M$	13,1	m <sup>3</sup>	Einstauhöhe z	0,15	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	1,3	h	Flächenbelastung $A_u/A_S$	4,1	-
Zufluss $Q_{zu}$	4,3	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	36,2	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	98,3	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	60	min

Die Mulde ist ausreichend bemessen.

### 8.2.3 Versickerungsmulde Bau-km 0+330 bis 0+375 rechts

#### Abmessungen

Muldenbreite: bis zu 8,50 m

zulässige Einstautiefe: 30 cm

Gesamtvolumen: **ca. 65 m³ geplant**

#### Hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 20.08.2020		
<b>Bemerkung :</b> Versickermulde Bau-km 0+330 bis 0+375 rechts				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in m <sup>2</sup>	$\Psi_m$	$A_U$ in m <sup>2</sup>
B2 / Nebenstraße	Asphalt, fugenloser Beton	1045	0,9	940,5
Geh-/Radweg	Asphalt, fugenloser Beton	320	0,9	288
		$\Sigma = 1365$		$\Sigma = 1228,5$

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_U$ :	1228	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	12	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S$ :	190	m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max}$ :	24	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_Z$ :	1,20	-

<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert :	5317294 m
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ° ' "	östl. Länge :	° ' "
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ?	nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich		
Überschreitungshäufigkeit	n :	0,2	1/a

<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Muldenvolumen $V_M$	48,0	m <sup>3</sup>	Einstauhöhe z	0,25	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	2,2	h	Flächenbelastung $A_U/A_S$	6,5	-
Zufluss $Q_{zu}$	13,1	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	23,2	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	92,4	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	65	min

Die Mulde ist ausreichend bemessen.

### 8.3 Entwässerungsabschnitt 3

#### 8.3.1 Unterirdische Versickerung, Bau-km 0+400 rechts

#### Abmessungen der Füllkörperrigole

LxBxH:17.60 x 2.40 x 0.66 m

#### Hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> Tunnel Starnberg, Zulaufstrecke Süd		<b>Datum :</b> 26.10.2021		
<b>Bemerkung :</b> Boxrigole VB-1				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in $m^2$	$\Psi_m$	$A_u$ in $m^2$
Weilheimer Straße	Asphalt, fugenloser Beton	800	0,9	720
Heimstättenweg	Asphalt, fugenloser Beton	370	0,9	333
Gehwege	Asphalt, fugenloser Beton	430	0,9	387
		$\Sigma$ : 1600		$\Sigma$ = 1440

<b>Bemessungsgrundlagen</b>	
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_u$ : 1440 $m^2$
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ : 24 m
Breite der Rigole	$b_R$ : 2,4 m
Höhe der Rigole	$h_R$ : 0,66 m
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	$s_R$ : 0,95 -
Anzahl der Sickerrohre : <input type="text" value="0"/>	Sickerrohr - Innendurchmesser $d_i$ : 0 mm
	Sickerrohr - Aussendurchmesser $d_a$ : 0 mm
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ : 5E-4 m/s
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ : 1,20 -

<b>Starkregen</b>		
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ' ' ''	östl. Länge : ' ' ''
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ? nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich	
Überschreitungshäufigkeit	$n$ : <input type="text" value="0,2"/> 1/a	

<b>Berechnungsergebnisse</b>			
Rigolenlänge $l_R$	16,21 m	Gesamtspeicherkoefizient $s_{RR}$	0,95 -
Zufluss $Q_{zu}$	25,3 l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	76,8 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	171 l/(s·ha)	maßgebende Regendauer $D$	25 min
erf. Wasseraustrittsfläche der Sickerrohre	0 $cm^2/m$		

Die Anlage ist mit 17.60 m Länge ausreichend bemessen.

Qualitativer Nachweis

<b>Qualitative Gewässerbelastung</b>							
Projekt :Entlastungstunnel Starnberg					Datum : 26.10.2021		
Gewässer					Typ	Gewässerpunkte G	
Grundwasser					G 12	G = 10	
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_U$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i+F_i)$
Weilheimer Straße	0,072	0,5	L 3	4	F 4	19	11,5
Heimstättenweg	0,033	0,229	L 3	4	F 3	12	3,67
Gehwege	0,039	0,271	L 3	4	F 3	12	4,33
			L		F		
			L		F		
			L		F		
		$\Sigma = 0,144$					$\Sigma = 1$
Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :					B = 19,5		
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$					$D_{max} = 0,51$		
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen					Typ	Durchgangswerte $D_i$	
Sedimentationsanlage, Beschickung max. 9 m/h					D 21d	0,2	
					D		
					D		
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (siehe Kap 6.2.2)}$ :					D = 0,2		
Emissionswert $E = B \cdot D$ :					E = 3,9		
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 3,9 < G = 10$							

Gewählter Anlagentyp D21, Sedimentationsrohr L= 18,0 m mit Strömungstrenner und Leichtflüssigkeitsrückhaltung für den Havariefall. Gemäß Herstellerangaben kann bei  $r_{krit} \sim 140$  l/(s\*ha) eine reduzierte Fläche  $A_U$  von bis zu 1.626 m<sup>2</sup> angeschlossen werden.

**8.3.2 Unterirdische Versickerung, Bau-km 0+450 links**

Einzugsfläche von Bau-km 0+470 bis Bau-km 0+565 linke Fahrbahnseite

$AE = 620 \text{ m}^2$

Verkehrsbelastung für Ermittlung der Flächenbelastung bei Dachgefälle:

$DTV = 6.900 \text{ Kfz}/24 \text{ h} / 2 = 3.450 \text{ Kfz}/24 \text{ h}$



Qualitativer Nachweis

<b>Qualitative Gewässerbelastung</b>							
Projekt :Entlastungstunnel Starnberg					Datum : 26.10.2021		
Gewässer					Typ	Gewässerpunkte G	
Grundwasser					G 12	G = 10	
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_U$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
Weilheimer Straße	0,056	1	L 3	4	F 4	19	23
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
	$\Sigma = 0,056$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :			B = 23	
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$						$D_{max} = 0,43$	
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen					Typ	Durchgangswerte $D_i$	
Sedimentationsanlage, Beschickung max 9 m/h					D 21d	0,2	
					D		
					D		
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i$ (siehe Kap 6.2.2) :						D = 0,2	
Emissionswert $E = B \cdot D$ :						E = 4,6	
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 4,6 < G = 10$							

Gewählter Anlagentyp D21, Sedimentationsrohr L= 6,0 m mit Strömungstrenner und Leichtflüssigkeitsrückhaltung für den Havariefall. Maximale anschließbare Fläche  $A_U = 637 \text{ m}^2$

### 8.4 Entwässerungsabschnitt 4

#### 8.4.1 Versickerungsmulde Anliegerweg, Bau-km 0+245 bis 0+295 rechts

Abmessungen

Muldenbreite: 2,00 m

zulässige Einstautiefe: 30 cm

Gesamtvolumen: **ca. 76 m³ geplant**

Hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 27.10.2021		
<b>Bemerkung :</b> VM Anliegerweg, Bau-km 0+245 bis 0+290 rechts				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in m <sup>2</sup>	$\Psi_m$	$A_u$ in m <sup>2</sup>
Anliegerweg	Asphalt, fugenloser Beton	300	0,9	270
Geh-/Radweg	Asphalt, fugenloser Beton	30	0,9	27
Bankette	fester Kiesbelag	60	0,6	36
Einschnittsböschung	Kies- und Sandboden	380	0,3	114
		$\Sigma =$ 770		$\Sigma =$ 447

A) Versickerungsmulde, T=1 Jahr

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_u :$	447	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW} :$	12	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S :$	65	m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f :$	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max} :$	24	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z :$	1,20	-

<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nörtl. Breite : ° ' "	östl. Länge : ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ? nein	
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich		
Überschreitungshäufigkeit	n :	1	1/a

<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Muldenvolumen $V_M$	8,5	m <sup>3</sup>	Einstauhöhe z	0,13	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	2,4	h	Flächenbelastung $A_u/A_S$	6,9	-
Zufluss $Q_{zu}$	3,6	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	21,8	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	70	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	45	min

B) Versickerungsschächte als Notüberläufe, T=5 Jahre, notwendige Anzahl = 2 Stk.

Bemessungsgrundlagen			
Schachttyp nach DWA-A 138	Schacht Typ B		
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_u$ : 447 m <sup>2</sup>		
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ : 12 m		
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_i$ : 2000 mm		
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ : 2200 mm		
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ : 1,3 m		
Stärke der Filterschicht	$h_F$ : 0,5 m		
Stärke der Sand / Feinkieschicht	$h_S$ : 0 m		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ : 1E-4 m/s		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ : 1E-3 m/s		
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_Z$ : 1,20		
Starkregen			
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station:	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert: 4449839 m	Hochwert: 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite: ° ' "	östl. Länge: ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert? nein	
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	4,221 km südlich 2,158 km östlich		
Überschreitungshäufigkeit	n: 0,2	1/a	
Berechnungsergebnisse			
Schachtvolumen V	14,68 m <sup>3</sup>	erforderliche Schachttiefe $h_{S,sh}$	6,47 m
Einstauhöhe z	4,67 m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW,erf}$	7,47 m
Zufluss $Q_{zu}$	4,4 l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	40,4 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	98,3 l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	60 min

### 8.4.2 Versickerungsmulde Anliegerweg, Bau-km 0+300 rechts

#### Abmessungen

Muldenbreite: 3,0 – 10,0 m

zulässige Einstautiefe: 30 cm

Gesamtvolumen: **ca. 35 m³ geplant**

#### Hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 27.10.2021		
<b>Bemerkung :</b> VM Anliegerweg, Bau-km 0+300 rechts				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,j}$ in m <sup>2</sup>	$\Psi_m$	$A_U$ in m <sup>2</sup>
Rampe von B2, einwärts	Asphalt, fugenloser Beton	115	0,9	103,5
Anliegerweg	Asphalt, fugenloser Beton	230	0,9	207
Gehweg	Asphalt, fugenloser Beton	75	0,9	67,5
		<b>Σ :</b> 420		<b>Σ =</b> 378

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_U$ :	378	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	12	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S$ :	100	m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max}$ :	24	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$\zeta$ :	1,20	-

<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ° ' "	östl. Länge : ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ?	nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich		
Überschreitungshäufigkeit		n :	0,2 1/a

<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Muldenvolumen $V_M$	13,8	m <sup>3</sup>	Einstauhöhe z	0,14	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	1,2	h	Flächenbelastung $A_U/A_S$	3,8	-
Zufluss $Q_{zu}$	4,7	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	39,7	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	98,3	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	60	min

Die Mulde ist ausreichend bemessen, da  $V_{gepl} > V_{erf}$ .

## 8.5 Entwässerungsabschnitt 5

### 8.5.1 Flächenversickerung Tal

#### Aufbau

20 cm Schotterrassen, Nutzungskategorie N3 für Unterhaltungszwecke

Flächengröße  $A_S = 100 \text{ m}^2$

#### Hydraulischer Nachweis

A) Flächenversickerung, T = 1 Jahr

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 20.08.2020		
<b>Bemerkung :</b> Flächenversickerung Tal				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in $\text{m}^2$	$\Psi_m$	$A_U$ in $\text{m}^2$
Geh-/Radweg	Asphalt, fugenloser Beton	450	0,9	405
Bankett	fester Kiesbelag	120	0,6	72
Damböschung	Kies- und Sandboden	1750	0,2	350
Einschnittsböschung	Kies- und Sandboden	2300	0,3	690
		$\Sigma :$ 4620		$\Sigma =$ 1517

#### **Bemessungsgrundlagen**

Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung  $A_U : 1517 \text{ m}^2$   
 Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand  $h_{GW} : 12 \text{ m}$   
 Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes  $k_f : 5E-4 \text{ m/s}$

#### **Starkregen**

Starkregen nach : Gauß-Krüger Koord. DWD Station :  
 Gauß-Krüger Koordinaten Rechtswert : 4449839 m Hochwert : 5317294 m  
 Geografische Koordinaten östl. Länge : \* ' '' nördl. Breite : \* ' ''  
 Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas horizontal 47 vertikal 95 Räumlich interpoliert ? nein  
 Rasterfeldmittelpunkt liegt : 2,158 km östlich 4,221 km südlich  
 Überschreitungshäufigkeit n :  1/a  
 Dauer des Bemessungsregens D :  15 min

#### **Berechnungsergebnisse**

Versickerungsfläche  $A_S$  89  $\text{m}^2$   
 Zufluss  $Q_{zu}$  22,3  $\text{l/s}$   
 spezifische Versickerungsrate  $q_S$  147,1  $\text{l/(s}\cdot\text{ha)}$   
 maßgebende Regenspende  $r_{D,n}$  138,9  $\text{l/(s}\cdot\text{ha)}$

**B) Notüberläufe, T = 1 Jahr**

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Schachttyp nach DWA-A 138		Schacht Typ B	
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_U$ :	1517	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	12	m
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_i$ :	2000	mm
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ :	2200	mm
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ :	0	m
Stärke der Filterschicht	$h_F$ :	0,5	m
Stärke der Sand / Feinkiesschicht	$h_S$ :	0	m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	5E-4	m/s
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ :	1E-3	m/s
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$\zeta$ :	1,20	-
<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station:	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert: 4449839 m	Hochwert: 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite: ° ' "	östl. Länge: ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert?	nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	4,221 km südlich 2,158 km östlich	n:	1 1/a
Überschreitungshäufigkeit			
<b>Berechnungsergebnisse</b>			
Schachtvolumen V	31,08	m <sup>3</sup>	erforderliche Schachttiefe $h_{S, ch}$ 10,39 m
Einstauhöhe z	9,89	m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW, erf}$ 11,39 m
Zufluss $Q_{zu}$	5,7	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$ 10,4 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D, n}$	37,5	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D 105 min

Es werden 2 Versickerungsschächte mit einer Tiefe von jeweils ca. 5 m vorgesehen.

**8.5.2 Rohrdurchlass Tal**

$A_E = 1.100 \text{ m}^2$  Fläche Einschnittsböschung

$\Psi_s = 0,4$

$A_U = 440 \text{ m}^2$

$r_{10,2} = 210,3 \text{ l/(s x ha)}$

$Q_{ab} = 9,2 \text{ l/s}$

gewählter Durchlass:

DN 300 Stb

$s = 0,67 \%$

$l = 7,50 \text{ m}$

Eintrittsverlustbeiwert: 0.5

Austrittsverlustbeiwert: 1

h1 [m]: 0.35025

Gefälle [%o]: 6.7

Aufstau [cm]: 0

DN [mm]: 300

t [m]: 0

Länge [m]: 7.5

h2 Wasserstand (2) [m]: 0.3

Fläche, benetzter Umfang

A Sohle (t) [m²]	0
Iu Sohle (t) [m]	0
A Abfluss [m²]	0.0706858347
Iu Rohrwand [m]	0.9424777962

kSt-Sohle: 40

kSt-D-Iasswand: 65

Q [m³/s]: 0.0435134

v [m/s]: 0.6155891

Abbruch

Rechne

Die Leitungsfähigkeit des Durchlasses bei Vollfüllung beträgt 43,5 l/s. Der Durchlass ist ausreichend bemessen.

## 8.6 Entwässerungsabschnitt 6

### 8.6.1 Schachtversickerung Franz-Heidinger-Straße, Bau-km 0+320 rechts

#### Hydraulischer Nachweis

T = 10 Jahre

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Schachttyp nach DWA-A 138	Schacht Typ B		
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_u$ : 324 m <sup>2</sup>		
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ : 8 m		
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_f$ : 2000 mm		
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ : 2200 mm		
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ : 1,5 m		
Stärke der Filterschicht	$h_f$ : 0,5 m		
Stärke der Sand / Feinkieschicht	$h_s$ : 0 m		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ : 1E-4 m/s		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ : 1E-3 m/s		
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ : 1,20		
<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.		
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m		
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ° ' "		
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95		
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	4,221 km südlich 2,158 km östlich		
Überschreitungshäufigkeit	n : 0,1 1/a		
DWD Station :	Hochwert : 5317294 m		
östl. Länge : ° ' "	Räumlich interpoliert ? nein		
<b>Berechnungsergebnisse</b>			
Schachtvolumen V	12,52 m <sup>3</sup>	erforderliche Schachttiefe $h_{sch}$	5,98 m
Einstauhöhe z	3,98 m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW,erf}$	6,98 m
Zufluss $Q_{zu}$	3,8 l/s	spez. Versickerungsrate $q_s$	48,4 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	116,5 l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	60 min

Gewählt: 2x DN 2000 B, Tiefe jeweils ca. 3,35 m

Qualitativer Nachweis

<b>Qualitative Gewässerbelastung</b>							
Projekt :Entlastungstunnel Starnberg				Datum : 26.10.2021			
Gewässer					Typ	Gewässerpunkte G	
Grundwasser					G 12	G = 10	
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_U$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
Rampe von B2, einwärts	0,009	0,281	L 3	4	F 4	19	6,47
Franz-Heidinger-Straße	0,023	0,719	L 3	4	F 4	19	16,53
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
$\Sigma = 0,032$		$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :			B = 23	
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$						$D_{max} = 0,43$	
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen					Typ	Durchgangswerte $D_i$	
Absetzschacht mit Tauchrohren, Beschickung max. 18 m/h					D 25d	0,35	
					D		
					D		
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i$ [siehe Kap 6.2.2] :						D = 0,35	
Emissionswert $E = B \cdot D$ :						E = 8,1	
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 8,1 < G = 10$							

Die Flächen der Fahrbahnen sind mit durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken von ca. 1.300 – 3.500 Fz/h belastet. Dies entspricht gem. DWA-M 153 einer mittleren Flächenverschmutzung. Ein Sedimentationsanlage mit o.g. max. Beschickungsgeschwindigkeit ist ausreichend.

Bemessung des Absetzschachtes

$A_E = A_U = 360 \text{ m}^2$

$r_{15,1} = 138,3 \text{ l/(s x ha)}$

$Q = 5 \text{ l/s}$

$q_A = 18 \text{ m/h}$

$A = Q \times 3,6 / q_A$  (Gleichung 18 , REwS)

$A = Q \times 0,2$

$A = 1 \text{ m}^2$

Gewählte Oberfläche:  $A = 3,14 \text{ m}^2$  bei DN 2000

Der Absetzschacht ist ausreichend bemessen.

## 8.7 Entwässerungsabschnitt 7

### 8.7.1 Versickerungsmulde Zufahrt Betriebsstation, Bau-km 0+440 links

#### Abmessungen

b = 2,5 m

zulässige Einstautiefe = 0,3 m

gepl. Volumen  $V_M = 19 \text{ m}^3$

#### hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 27.10.2021		
<b>Bemerkung :</b> VM Zufahrt Betriebsstation Bau-km 0+440 links				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in $\text{m}^2$	$\Psi_m$	$A_u$ in $\text{m}^2$
Weilheimer Straße	Asphalt, fugenloser Beton	215	0,9	193,5
Zufahrt	Asphalt, fugenloser Beton	285	0,9	256,5
Bankett	fester Kiesbelag	60	0,6	36
		$\Sigma =$ 560		$\Sigma =$ 486

#### Bemessungsgrundlagen

Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_u :$	486	$\text{m}^2$
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW} :$	8	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S :$	65	$\text{m}^2$
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f :$	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max} :$	24	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$t_z :$	1,20	-

#### Starkregen

Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ° ' "	östl. Länge : ° ' "
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ? nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich	
Überschreitungshäufigkeit	n :	0,2 1/a

#### Berechnungsergebnisse

Muldenvolumen $V_M$	19,3	$\text{m}^3$	Einstauhöhe z	0,30	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	2,7	h	Flächenbelastung $A_u/A_S$	7,5	-
Zufluss $Q_{zu}$	4,5	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	20,1	l/(s·ha)
maßgebende Regenspender $I_{D,n}$	82,5	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	75	min

Die Mulde ist ausreichend bemessen, da  $V_{gepl} = \text{Verf.}$

**8.7.2 Versickerungsmulde Betriebsstation, Bau-km 0+325 bis 0+440 links**

Abmessungen

b = 2,0 m

zulässige Einstautiefe = 0,3 m

gepl. Volumen  $V_M = 55 \text{ m}^3$

hydraulischer Nachweis

<b>Projekt :</b> B2 Tunnel Starnberg		<b>Datum :</b> 28.01.2022		
<b>Bemerkung :</b> VM Betriebsstation Bau-km 0+350-0+440 links				
Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,i}$ in $\text{m}^2$	$\Psi_m$	$A_U$ in $\text{m}^2$
Fahrbahn	Asphalt, fugenloser Beton	1180	0,9	1062
Gehweg	Pflaster mit offenen Fugen	80	0,5	40
Bankett	fester Kiesbelag	56	0,6	33,6
		$\Sigma:$ 1316		$\Sigma =$ 1135,6

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Angeschlossene undurchlässige Fläche nach Flächenermittlung	$A_U:$	1136	$\text{m}^2$
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}:$	8	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S:$	1157	$\text{m}^2$
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f:$	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max}:$	24	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z:$	1,20	-

<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ° ' "	östl. Länge : ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ? nein	
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich		
Überschreitungshäufigkeit	n :	0,2	1/a

<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Muldenvolumen $V_M$	44,9	$\text{m}^3$	Einstauhöhe z	0,29	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	2,6	h	Flächenbelastung $A_U/A_S$	7,2	-
Zufluss $Q_{zu}$	10,7	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	20,7	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	82,5	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	75	min

Die Mulde ist ausreichend bemessen, da  $V_{gepl} = \text{Verf.}$

## 8.8 Entwässerungsabschnitt 8

### 8.8.1 Absetz- und Versickerungsbecken Trogfahrbahn, Bau-km 0+350

#### Bemessung Absetzbecken

$Q_{BEM}$ Zufluss zum Absetzbecken definiert durch Pumpleistung	30,0 l/s
$A_{erf. O} = Q_{BEM} \times 3,6 / q_a$	
$A_{erf. O}$ erforderliche Oberfläche (Tiefzone) Absetzbecken	6,0 m <sup>2</sup>
$q_a$ Oberflächenbeschickung (RAS-Ew 1.4.7.1)	18,0 m/h
L Tiefzone	2,0 m
B Tiefzone	3,0 m

#### Volumen Absetzbecken

h empfohlene Mindestwassertiefe gem. RAS-Ew	2,0 m
Böschung	1: 1,5
L Hochzone	8,0 m
B Hochzone	9,0 m
$V_{Absetz}$ Volumen Absetzbecken	78,0 m <sup>3</sup>

#### Ölauffangraum

gemäß RAS-Ew ist ein Auffangraum von 10-30m<sup>3</sup> vorzusehen

t Eintauchtiefe Tauchwand unter Dauerstau	0,3 m
$V_{öl}$ Volumen Auffangraum	21,6 m <sup>3</sup>
	21,6 > 10 m <sup>3</sup>
Tauchtiefe bei 30m <sup>3</sup>	0,42 m

#### Horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand

A freie Durchflussöffnung unter der Tauchwand	6,93 m <sup>2</sup>
Q Durchflussvolumen (= $Q_{BEM}$ )	0,030 m <sup>3</sup> /s
$v_{h,vorh}$ horizontale Fließgeschwindigkeit	0,004 m/s
	0,004 < 0,05 m/s

**Bemessung Versickerungsbecken**

**1. Eingabewerte**

0,20 [ha]	$A_u$	angeschlossene undurchlässige Fläche
5,00E-05 [m/s]	kf	Durchlässigkeit anstehender Boden
6,0 [l/s*ha]	qs	spezifische Versickerungsleistung
1,2 [-]		Risikomaß für Zuschlagsfaktor $f_z$ :
0,0012 [m³/s]	$Q_s$	Versickerungsrate = $A_u * q_s$
20 a		Wiederkehrintervall Regenspende

D	r (l/s*ha)	$V_{s,u}$
5 Min.		
10 Min.		
15 Min.		
20 Min.		
30 Min.		
45 Min.		
60 Min.		
90 Min.		
2 Std.	79,7	127
3 Std.	57,5	133
4 Std.	45,6	137
6 Std.	33,0	140
9 Std.	23,9	139
12 Std.		
18 Std.		
24 Std.		
48 Std.		
72 Std.		

bei einer  
spezifische Versickerungsleistung  
von 6,0 [l/s\*ha]  
  
--> Maßgebliche Regendauer

**erforderliches Beckenvolumen**

140 [m³]

**2. Becken**

Beckenabmessungen Sohle (gewählt)

12,0 [m]	Länge
4,0 [m]	Breite
1,5 [m]	Einstauhöhe
2 [-]	Böschungsneigung (1:m)

Beckenabmessungen (oben)

18 [m]	Länge
10 [m]	Breite

Beckenvolumen

160 [m³]      \*\*\*Beckenvolumen ausreichend

**3. Nachweis Versickerungsrate**

0,001 [m³/s]	$Q_{s,min}$	
0,005 [m³/s]	$Q_{s,max}$	
0,003 [m³/s]	$Q_{s,m}$	***Versickerungsrate ausreichend

### 8.9 Entwässerungsabschnitt Düker 3, Almeidaweg

#### Versickerungsschacht mit größter Einzugsfläche - Hydraulischer Nachweis

<b>Bemessungsgrundlagen</b>					
Schachttyp nach DWA-A 138		Schacht Typ B			
Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	$A_u$ :	325	m <sup>2</sup>		
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	8	m		
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_i$ :	2000	mm		
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ :	2200	mm		
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ :	1,3	m		
Stärke der Filterschicht	$h_F$ :	0,5	m		
Stärke der Sand / Feinkieschicht	$h_S$ :	0	m		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	2E-4	m/s		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ :	1E-3	m/s		
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$z$ :	1,20	-		
<b>Starkregen</b>					
Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :			
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m			
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : * ' ''	östl. Länge : * ' ''			
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ?	nein		
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	4,221 km südlich 2,158 km östlich				
Überschreitungshäufigkeit	n :	0,2	1/a		
<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Schachtvolumen V	8,33	m <sup>3</sup>	erforderliche Schachttiefe $h_{Sch}$	4,45	m
Einstauhöhe z	2,65	m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW,erf}$	5,45	m
Zufluss $Q_{zu}$	3,6	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	68,1	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $I_{D,n}$	111,1	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	50	min

#### Absetzschacht mit größter Einzugsfläche - Qualitativer Nachweis

Qualitative Gewässerbelastung							
Projekt : B2 Tunnel Starnberg				Datum : 26.10.2021			
Gewässer			Typ		Gewässerpunkte G		
Grundwasser			G 12		G = 10		
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_u$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
Fb Almeidaweg	0,036	1	L 3	4	F 4	19	23
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
$\Sigma = 0,036$			$\Sigma = 1$		Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :		B = 23
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$							$D_{max} = 0,43$
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen					Typ		Durchgangswerte $D_i$
Absetzschacht mit Tauchrohren, Beschickung max, 18 m/h					D 25d		0,35
					D		
					D		
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ [siehe Kap 6.2.2]}$ :							D = 0,35
Emissionswert $E = B \cdot D$ :							E = 8,1
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 8,1 < G = 10$							

#### Dimensionierung Absetzschacht

$DTV < 5.000 \text{ Kfz}/24 \text{ h}$

$AE = 380 \text{ m}^2$

$Q = 5,3 \text{ l/s}$

$q_a = \text{max. } 18 \text{ m/h}$

$A_{0,\text{erf}} = 1,06 \text{ m}^2$

$A_{0,\text{gepl}} = 3,14 \text{ m}^2$

Der Absetzschacht ist ausreichend bemessen, da  $A_{0,\text{gepl}} = A_{0,\text{erf}}$ .

Das Kriterium der TRENGW, Tabelle 2, ist ebenfalls erfüllt.

### 8.10 Entwässerungsabschnitt NA3, (Pfarramt)

#### Hoffläche

Versickerungsschacht Typ B, DN 2000, T=3.25m, mit carbonathaltigem Filtersand

<b>Bemessungsgrundlagen</b>					
Schachttyp nach DWA-A 138			Schacht Typ B		
Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	$A_u$ :	90	m <sup>2</sup>		
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	13	m		
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_i$ :	2000	mm		
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ :	2200	mm		
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ :	1,30	m		
Stärke der Filterschicht	$h_F$ :	0,5	m		
Stärke der Sand / Feinkiesschicht	$h_S$ :	0	m		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	1E-5	m/s		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ :	1E-3	m/s		
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	1,20	-		
<b>Starkregen</b>					
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.		DWD Station:		
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert: 4449839 m		Hochwert: 5317294 m		
Geografische Koordinaten	nörtl. Breite: * ' ''		östl. Länge: * ' ''		
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95		Räumlich interpoliert? nein		
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	4,221 km südlich 2,158 km östlich				
Überschreitungshäufigkeit	$n$ :	0,2	1/a		
<b>Berechnungsergebnisse</b>					
Schachtvolumen V	4,55	m <sup>3</sup>	erforderliche Schachttiefe $h_{S,Ch}$	3,25	m
Einstauhöhe z	1,45	m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW,erf}$	4,25	m
Zufluss $Q_{zu}$	0,2	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	7,7	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	21,6	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	420	min

Die Vorbehandlung erfolgt über einen Straßenablauf mit Nassschlammfang gem. TRENGW, Tabelle 2

#### Aufstellfläche

VS1, T= 5,00 m, AE=225 m<sup>2</sup>, Typ B mit carbonathaltigem Filtersand:

Bemessungsgrundlagen					
Schachttyp nach DWA-A 138	Schacht Typ B				
Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	$A_u$ :	203	$m^2$		
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	10,5	m		
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_i$ :	2000	mm		
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ :	2200	mm		
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ :	1,05	m		
Stärke der Filterschicht	$h_F$ :	0,5	m		
Stärke der Sand / Feinkiesschicht	$h_S$ :	0	m		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	1E-5	m/s		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ :	1E-3	m/s		
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	1,20	-		
Starkregen					
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.		DWD Station:		
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert:	4449839 m	Hochwert:	5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite:	' ' ''	östl. Länge:	' ' ''	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47	vertikal 95	Räumlich interpoliert?	nein	
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	4,221 km südlich 2,158 km östlich				
Überschreitungshäufigkeit	n:	0,2	1/a		
Berechnungsergebnisse					
Schachtvolumen V	10,95	$m^3$	erforderliche Schachttiefe $h_{Sch}$	5,04	m
Einstauhöhe z	3,49	m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW,erf}$	6,04	m
Zufluss $Q_{zu}$	0,3	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	6,9	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	17,1	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	570	min

Absetzschacht DN 1200 gem. TRENGW Tabelle 2 mit  $A_o=1,13 m^2$ , Ausführung mit Tauchrohr

VS2, T= 3,33 m, AE=100  $m^2$ , Typ B mit carbonathaltigem Filtersand:

Bemessungsgrundlagen					
Schachttyp nach DWA-A 138	Schacht Typ B				
Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	$A_u$ :	90	$m^2$		
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	10,5	m		
Innendurchmesser Versickerungsschacht	$d_i$ :	2000	mm		
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	$d_a$ :	2200	mm		
Abstand Zulaufsohle unter GOK	$h_{zu}$ :	1,35	m		
Stärke der Filterschicht	$h_F$ :	0,5	m		
Stärke der Sand / Feinkiesschicht	$h_S$ :	0	m		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	1E-5	m/s		
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	$k_{f,F}$ :	1E-3	m/s		
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	1,20	-		
Starkregen					
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.		DWD Station:		
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert:	4449839 m	Hochwert:	5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite:	' ' ''	östl. Länge:	' ' ''	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47	vertikal 95	Räumlich interpoliert?	nein	
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	4,221 km südlich 2,158 km östlich				
Überschreitungshäufigkeit	n:	0,2	1/a		
Berechnungsergebnisse					
Schachtvolumen V	4,55	$m^3$	erforderliche Schachttiefe $h_{Sch}$	3,30	m
Einstauhöhe z	1,45	m	erforderlicher Flurabstand $h_{GW,erf}$	4,30	m
Zufluss $Q_{zu}$	0,2	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	7,7	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	21,6	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	420	min

Absetzschacht DN 1200 gem. TRENGW Tabelle 2 mit  $A_o=1,13 m^2$ , Ausführung mit Tauchrohr

**8.11 Entwässerungsabschnitt LZE, (Parkplatz Finanzamt)**

Versickerungsschacht mit größter Einzugsfläche - Hydraulischer Nachweis

Au, gesamt= 530 m<sup>2</sup>, 2 Versickerungsschächte erforderlich, Tiefe 3.50 m

DN 2000 Typ B mit carbonathaltigem Filtersand

<b>Bemessungsgrundlagen</b>			
Schachttyp nach DWA-A 138			Schacht Typ B
Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	A <sub>u</sub> :	265	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	h <sub>GW</sub> :	8	m
Innendurchmesser Versickerungsschacht	d <sub>j</sub> :	2000	mm
Aussendurchmesser Versickerungsschacht	d <sub>a</sub> :	2200	mm
Abstand Zulaufsohle unter GOK	h <sub>zu</sub> :	1,2	m
Stärke der Filterschicht	h <sub>f</sub> :	0,5	m
Stärke der Sand / Feinkieschicht	h <sub>s</sub> :	0	m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	k <sub>f</sub> :	3E-4	m/s
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Filterschicht	k <sub>f,F</sub> :	1E-3	m/s
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	f <sub>z</sub> :	1,20	-
<b>Starkregen</b>			
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.		DWD Station:
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert: 4449839 m		Hochwert: 5317294 m
Geografische Koordinaten	nördl. Breite: ° ' "		östl. Länge: ° ' "
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95		Räumlich interpoliert? nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	4,221 km südlich 2,158 km östlich		
Überschreitungshäufigkeit		n:	0,2 1/a
<b>Berechnungsergebnisse</b>			
Schachtvolumen V	5,57	m <sup>3</sup>	erforderliche Schachttiefe h <sub>Sch</sub> 3,47 m
Einstauhöhe z	1,77	m	erforderlicher Flurabstand h <sub>GW,erf</sub> 4,47 m
Zufluss Q <sub>zu</sub>	3,7	l/s	spez. Versickerungsrate q <sub>s</sub> 90,9 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende r <sub>D,n</sub>	139,7	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D 35 min

Straßenablauf mit Nassschlammfang für größte Einzugsfläche - Qualitativer Nachweis

<b>Qualitative Gewässerbelastung</b>							
Projekt :B2 Tunnel Starnberg				Datum : 26.10.2021			
Gewässer						Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser						G 12	G = 10
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_U$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
Fb Schloßbergstraße	0,053	1	L 1	1	F 3	12	13
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
	$\Sigma = 0,053$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :				B = 13
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$							$D_{max} = 0,77$
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen						Typ	Durchgangswerte $D_i$
2x Straßenablauf Nassschlammfang und Turbulenzminderer, D=0,6						D 26d	0,6
						D	
						D	
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i$ (siehe Kap 6.2.2) :							D = 0,6
Emissionswert $E = B \cdot D$ :							E = 7,8
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 7,8 < G = 10$							

Das Kriterium der TRENGW, Tabelle 2, ist ebenfalls erfüllt.

## 8.12 Entwässerungsabschnitt NA 4

### 8.12.1 Versickerungsmulde

#### Dimensionierung Versickerungsmulde über dem Bauwerk

$b = 1,50 \text{ m}$

$t = 0,30 \text{ m}$

$d = 20 \text{ cm}$  Oberboden mit Rasenansaat

#### Hydraulischer Nachweis

##### **Bemessungsgrundlagen**

Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	$A_u$ :	30	$\text{m}^2$
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	7	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S$ :	<input type="text" value="20"/>	$\text{m}^2$
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für $n = 1$	$t_{E,max}$ :	<input type="text" value="24"/>	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	<input type="text" value="1,20"/>	-

##### **Starkregen**

Starkregen nach :	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station :
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert : 4449839 m	Hochwert : 5317294 m
Geografische Koordinaten	nördl. Breite : ° ' "	östl. Länge : ° ' "
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert ? nein
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	2,158 km östlich 4,221 km südlich	
Überschreitungshäufigkeit	$n$ :	<input type="text" value="0,2"/> 1/a

##### **Berechnungsergebnisse**

Muldenvolumen $V_M$	1,0	$\text{m}^3$	Einstauhöhe $z$	0,05	m
Entleerungszeit $t_E$ für $n = 1$	0,4	h	Flächenbelastung $A_u/A_S$	1,5	-
Zufluss $Q_{zu}$	0,8	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	100,0	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	153,5	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer $D$	30	min

Qualitativer Nachweis

<b>Qualitative Gewässerbelastung</b>							
Projekt :B2 Tunnel Starnberg				Datum : 08.04.2022			
Gewässer						Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser						G 12	G = 10
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_u$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
Geh-/Radweg	0,027	1	L 1	1	F 3	12	13
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
	$\Sigma = 0,027$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :			B = 13	
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$						$D_{max} = 0,77$	
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen						Typ	Durchgangswerte $D_i$
20 Oberboden in Versickerungsmulden						D 2a	0,2
						D	
						D	
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i$ (siehe Kap 6.2.2) :						D = 0,2	
Emissionswert $E = B \cdot D$ :						E = 2,6	
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 2,6 < G = 10$							

Das Kriterium der TRENGW, Tabelle 1, ist ebenfalls erfüllt.

**Dimensionierung Versickerungsmulde an der Vordermühlstraße**

b = 1,50 m

t= 0,30 m

d = 20 cm Oberboden mit Rasenansaat

**Hydraulischer Nachweis**

Bemessungsgrundlagen			
Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	$A_U$ :	81	m <sup>2</sup>
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	$h_{GW}$ :	2	m
mittlere Versickerungsfläche	$A_S$ :	<input type="text" value="25"/>	m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	$k_f$ :	3E-5	m/s
Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1	$t_{E,max}$ :	<input type="text" value="24"/>	h
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	$f_z$ :	<input type="text" value="1,20"/>	-

Starkregen			
Starkregen nach:	Gauß-Krüger Koord.	DWD Station:	
Gauß-Krüger Koordinaten	Rechtswert: 4449839 m	Hochwert: 5317294 m	
Geografische Koordinaten	nördl. Breite: ° ' "	östl. Länge: ° ' "	
Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas	horizontal 47 vertikal 95	Räumlich interpoliert?	ja
Rasterfeldmittelpunkt liegt:	2,158 km östlich 4,221 km südlich	n:	<input type="text" value="0,2"/> 1/a
Überschreitungshäufigkeit			

Berechnungsergebnisse					
Muldenvolumen $V_M$	3,0	m <sup>3</sup>	Einstauhöhe z	0,12	m
Entleerungszeit $t_E$ für n = 1	1,0	h	Flächenbelastung $A_U/A_S$	3,2	-
Zufluss $Q_{zu}$	1,1	l/s	spez. Versickerungsrate $q_S$	46,3	l/(s·ha)
maßgebende Regenspende $r_{D,n}$	100,1	l/(s·ha)	maßgebende Regendauer D	60	min

**Qualitativer Nachweis**

Qualitative Gewässerbelastung							
Projekt :B2 Tunnel Starnberg				Datum : 16.06.2023			
Gewässer			Typ		Gewässerpunkte G		
Grundwasser			G 12		G = <input type="text" value="10"/>		
Flächenanteile $f_i$			Luft $L_i$		Flächen $F_i$		Abflussbelastung $B_i$
Flächen	$A_U$ in ha	$f_i$ n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
Fahrbahn B2	0,008	1	L 1	1	F 3	12	13
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
			L		F		
	$\Sigma = 0,008$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma (B_i)$ :			B = 13	
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$						$D_{max} = 0,77$	
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen					Typ		Durchgangswerte $D_i$
20 Oberboden in Versickerungsmulden					D 2b		<input type="text" value="0,35"/>
					D		<input type="text" value=""/>
					D		<input type="text" value=""/>
Durchgangswert D = Produkt aller $D_i$ (siehe Kap 6.2.2):						D = 0,35	
Emissionswert $E = B \cdot D$ :						E = 4,5	
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da $E = 4,5 < G = 10$							

Das Kriterium der TRENGW, Tabelle 1, ist ebenfalls erfüllt.



## 8.14 Entwässerungsabschnitt 10

### 8.14.1 Sedimentation, semizentrale Anlage

Flächenbezogene Erhebung und Bewertung gem. DWA-A 102-2: 12-2020								
Flächenart	Fläche	Ab- minderung	Fläche reduziert	Flächen- anteil	Flächen- gruppe	Belastungs- kategorie	Stoffabtrag	
	$A_{E,b}$ [m <sup>2</sup> ]	$f_D$ [-]	$A_{b,a}$ [m <sup>2</sup> ]	$p$ [%]	[-]	[-]	$b_{R,a,AFS63}$ [kg/ha x a]	$B_{R,a,AFS63}$ [kg/a]
<b>Schrägdach</b>								
Metall, Glas, Schiefer, Faserzement		1,0						
Ziegel, Dachpappe		1,0						
<b>Flachdach</b>								
Metall, Glas, Faserzement		1,0						
Dachpappe		1,0						
Kies		0,9						
<b>Gründach bis 15°</b>								
humusiert < 10cm Aufbau		0,8						
humusiert >= 10 cm Aufbau		0,6						
<b>Straße, Wege und Plätze (flach)</b>								
Asphalt - Fahrbahn B2	12.756	1,0	12.756	60	V3	III	760	969
Asphalt - Gehwege B2	3.019	1,0	3.019	14	V2	II	530	160
Asphalt - Fahrbahn Nebenstraßen	3.887	1,0	3.887	18	V2	II	530	206
Asphalt - Gehwege Nebenstraßen	920	1,0	920	4	V1	I	280	26
Asphalt - Anliegerweg	188	1,0	188	1	V1	I	280	5
Widerlager DB	610	0,8	506	2	BG1	I	280	14
<b>Summen</b>	<b>21.380</b>		<b>21.276</b>					<b>1.381</b>
<b>flächenspezifischer Stoffabtrag:</b>							$b_{R,a,AFS63}$	<b>649</b> kg/(ha x a)
<b>zulässiger flächenspezifischer Stoffaustrag:</b>							$b_{R,a,zul,AFS63}$	<b>280</b> kg/(ha x a)
<b>erforderlicher Stoffrückhalt (erforderlicher Wirkungsgrad <math>\eta_{erf}</math>):</b>							$\eta_{erf,AFS63}$	<b>56,9</b> %
<b>maximale zulässige Beschickung:</b> gem. Tabelle B.1 DWA-A 102-2 (Korrekturblatt 2021)							$q_{A,Bem}$	<b>1,2</b> m/h

Für eine Sedimentationsanlage nach DWA-A 102 wäre die Oberfläche mit einer Beschickungsgeschwindigkeit von maximal ca. 1,2 m/h auszulegen. Der erforderliche Wirkungsgrad beträgt aufgrund der Vermischung der Abflüsse weniger als 57 %. Die erforderliche Oberfläche eines Beckens würde ca. 95 m<sup>2</sup> betragen. Diese Fläche kann nicht bereitgestellt werden.

Es muss deshalb auf industriell hergestellte Produkte zurückgegriffen werden. Beispielhaft wird der Nachweis mit einem Produkt der Fa. FRÄNKISCHE Rohrwerke geführt (s.a. Anlage 10.13).

Für eine ausreichende Sedimentation von AFS63 müssen mind. 3 Sedimentationsrohre DN 600 in einer Länge von 24 m vorgesehen werden.

### 8.14.2 Filtration, semizentrale Anlage

Da aufgrund der verkehrlich stark belasteten Bundesstraße 2 mit einem hohen Anteil gelöster Schadstoffe im Straßenabfluss zu rechnen ist, hat das WWA Weilheim zusätzlich eine Filtration der Abflüsse gefordert.

Die Anlagen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung heben auf die Verwendung vor Versickerungsanlagen ab. Gemäß Zulassung dürfen hinsichtlich der Schmutzfracht 3.000 m<sup>2</sup>

Verkehrsfläche (Kategorie III) angeschlossen werden. Die zugrunde gelegte Regenspende beträgt 100 l/(s x ha), der geprüfte Durchfluss somit 30 l/s je Anlage.

Die geplante Einbausituation wurde mit zwei Herstellern für rohrförmigen Anlagen sowie mit einem Hersteller für schachtförmige Anlagen diskutiert. Demnach ist von keiner vorzeitigen Kolmation der Filter auszugehen. Bei den schachtförmigen Anlagen hat der Hersteller empfohlen, die Anzahl der Schächte zu verdoppeln, um dauerhaft den zu behandelnden Abfluss durchleiten zu können. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Anlagen per DIBt-Zulassung nur für Einzugsflächen bis zu 1.600 m<sup>2</sup> je Anlage zugelassen sind. Der geprüfte Durchfluss beträgt 16 l/s bei  $r=100$  l/(s x ha).

Daraus lässt sich als Planungsvorgabe ableiten, dass der zu behandelnde Abfluss ca. 50 % der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Anlage(n) betragen sollte. Die Leistungsfähigkeit der Anlagen ist zudem abhängig vom Anstau vor der Anlage.

Der Wirkungsgrad von Filteranlagen beträgt mind. 80 % für die Rückhaltung von AFS63 und > 90 % für die Rückhaltung von Schwermetallen.

### Hydraulischer Nachweis der Filteranlage

kritische Regenspende	$r_{\text{krit}}$	= 15 l/(s · ha)
Einzugsgebiet	$A_E$	= 2,1 ha
zu behandelnder Abfluss	$Q_b$	= 31,5 l/s
Anzahl der Filteranlagen		= 3 Stk.
Verlusthöhe am Filterschacht	$h_{vZ}$	= 0,08 m (bei 10,5 l/s je Anlage nach Herstellerangabe)
Fließtiefe am Ablauf des Sammelschachtes	$t_A$	= 0,18 m (s=0,17 %; DN 300; $k_b=0,5$ ; $Q=31,5$ l/s)
Fließtiefe am Zulauf der Vorbehandlungsanlage	$t_E$	= $t_A + h_{vZ} = 0,18 + 0,08 = 0,26$ m
RS am Ablauf Sammelschacht	$h_{RS,A}$	= 584,51 m ü.NN
Wasserspiegel vor der Anlage	$W_{sp,E}$	= 584,51 + 0,26 = 584,77 m u.NN
Gewählte Höhe Überlauf	$h_{üw}$	= 584,77 m ü.NN

**Hydraulischer Nachweis der Zulaufleitung**

kritische Regenspende	$r_{\text{krit}}$	= 15 l(s · ha)
Einzugsgebiet	$A_E$	= 2,1 ha
zu behandelnder Abfluss	$Q_b$	= 31,5 l/s
Gefälle	$s$	= 0,55%
betriebliche Rauheit	$k_b$	= 0,5 mm
Abflussleistung	$Q$	= 29 l/s

**Hydraulischer Nachweis Überlaufschwelle**

Leistung Zulaufkanal DN 800 Stb	$Q_{\text{max}}$	= 612 l/s ( $k_b=1,5$ ; $s=0,22$ %)
Fließtiefe	$t$	= 0,66 m
Höhe Wasserspiegel	Wsp	= 585,22 m ü.NN
Druckhöhe Drosselleitung	$h_{\text{Dr}}$	= 585,22 - 584,52 = 70 cm
Betriebliche Rauheit Drosselleitung	$k_b$	= 1,5 mm
Hydraulisches Gefälle	$l$	= 0,70 / 6,5 · 100 = 10,9 %
Abfluss Drossel DN 200	$Q_{\text{Dr}}$	= 110 l/s
Abfluss Filteranlagen	$Q_{\text{FA}}$	~ 3 x 30 l/s = 90 l/s
Abfluss Filteranlage r <sub>krit</sub>	$Q_{\text{VA}}$	= 31,5 l/s
Mittlerer Abfluss	$Q_m$	= (90 + 31,5) / 2 = 60 l/s
Abfluss Überlauf	$Q_{\text{Ü}}$	= $Q_{\text{max}} - Q_m = 612 - 60$ l/s = 552 l/s
länge Überlauf	$l_{\text{Ü}}$	= 1,50 m
Überfallbeiwert	$\mu$	= 0,5
Überfallhöhe	$h_{\text{Ü}}$	= $(3 \cdot Q_{\text{Ü}} / 2\mu \cdot l_{\text{Ü}} \cdot \sqrt{2g})^{2/3}$ = $(3 \cdot 552 / 2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81})^{2/3}$ = 0,40 m
Wasserspiegel Überlaufschwelle	$h_w$	= $h_{\text{Üw}} + h_{\text{Ü}} = 584,77 + 0,40 = 585,17$
Mindestlänge Überlauf	$l_{\text{Ü,min}}$	= 1,25 m

Bei höheren Wasserständen im NW- Kanal fungieren Zulaufleitung und Filteranlagen als Drosselstrecke. Bei entsprechend lang ausgeführter Überlaufschwelle im Schacht vor dem Bypass kann der Abfluss bei Vollfüllung ohne weiteren Aufstau weitergeleitet werden.

## 8.15 Entwässerungsabschnitt 11

### 8.15.1 Sedimentation, semizentrale Anlage

**Projekt: B2 Tunnel Starnberg, Vorbehandlungsanlage Würm EA 11**

Datum: 12.05.2023

**Flächenbezogene Erhebung und Bewertung gem. DWA-A 102-2: 12-2020**

Flächenart	Fläche	Ab- minderung	Fläche reduziert	Flächen- anteil	Flächen- gruppe	Belastungs- kategorie	Stoffabtrag	
	$A_{E,b}$ [m <sup>2</sup> ]	$f_D$ [-]	$A_{b,a}$ [m <sup>2</sup> ]	$P$ [%]	[-]	[-]	$b_{R,AFS63}$ [kg/ha x a]	$B_{R,AFS63}$ [kg/a]
<b>Schrägdach</b>								
Metall, Glas, Schiefer, Faserzement		1,0						
Ziegel, Dachpappe		1,0						
<b>Flachdach</b>								
Metall, Glas, Faserzement		1,0						
Dachpappe		1,0						
Kies		0,9						
<b>Gründach bis 15°</b>								
humusiert < 10cm Aufbau		0,8						
humusiert >= 10 cm Aufbau		0,6						
<b>Straße, Wege und Plätze (flach)</b>								
Asphalt - Bundesstraße 2 (Fb+Gw)	6.080	1,0	6.080	47	V3	III	760	462
Asphalt - Stadtstraßen (Fb+Gw)	2.324	1,0	2.324	18	V2	II	530	123
Asphalt - Anliegerstraßen (Fb+Gw)	5.130	0,9	4.617	35	V1	I	280	129
<b>Summen</b>	<b>13.534</b>		<b>13.021</b>					<b>715</b>

<b>flächenspezifischer Stoffabtrag:</b>	$b_{R,AFS63}$	<b>549 kg/(ha x a)</b>
<b>zulässiger flächenspezifischer Stoffauftrag:</b>	$b_{R,zul,AFS63}$	<b>280 kg/(ha x a)</b>
<b>erforderlicher Stoffrückhalt (erforderlicher Wirkungsgrad <math>\eta_{erf}</math>):</b>	$\eta_{erf,AFS63}$	<b>49,0 %</b>
<b>maximale zulässige Beschickung:</b> gem. Tabelle B.1 DWA-A 102-2 (Korrekturblatt 2021)	$q_{A,Bem}$	<b>2,5 m/h</b>

Für eine Sedimentationsanlage nach DWA-A 102 wäre die Oberfläche mit einer Beschickungsgeschwindigkeit von maximal ca. 2,5 m/h auszulegen. Der erforderliche Wirkungsgrad beträgt aufgrund der Vermischung der Abflüsse ca. 49 %. Die erforderliche Oberfläche eines Beckens würde ca. 28 m<sup>2</sup> betragen. Aufgrund der geringen Flächenverfügbarkeit sind planerisch industriell hergestellte Produkte vorgesehen. Beispielhaft wird der Nachweis mit einem Produkt der Fa. FRÄNKISCHE Rohrwerke geführt (s.a. Anlage 10.14).

Für eine ausreichende Sedimentation von AFS63 müssen mind. 2 Sedimentationsrohre DN 600 in einer Länge von mind. 12 m eingebaut werden. Es werden planerisch 24 m lange Anlagen gewählt.

### 8.15.2 Filtration, semizentrale Anlage

Da aufgrund der verkehrlich stark belasteten Bundesstraße 2 mit einem hohen Anteil gelöster Schadstoffe im Straßenabfluss zu rechnen ist, hat das WWA Weilheim zusätzlich eine Filtration der Abflüsse gefordert.

Die Anlagen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung heben auf die Verwendung vor Versickerungsanlagen ab. Gemäß Zulassung dürfen hinsichtlich der Schmutzfracht 3.000 m<sup>2</sup>

Verkehrsfläche (Kategorie III) angeschlossen werden. Die zugrunde gelegte Regenspende beträgt 100 l/(s x ha), der geprüfte Durchfluss somit 30 l/s je Anlage.

### Hydraulischer Nachweis der Filteranlage

kritische Regenspende	$r_{\text{krit}}$	= 15 l/(s · ha)
Einzugsgebiet	$A_U$	= 1,30 ha
zu behandelnder Abfluss	$Q_{\text{krit}}$	= 19,5 l/s
Anzahl der Filteranlagen		= 2 Stk.
Verlusthöhe am Filterschacht	$h_{vZ}$	= 0,08 m (bei 10 l/s je Anlage nach Herstellerangabe)
Fließtiefe am Ablauf des Sammelschachtes	$t_A$	= 0,09 m (s=0,7 %; DN 300; $k_b=0,5$ ; $Q_{\text{krit}}=19,5$ l/s)
Fließtiefe am Zulauf der Vorbehandlungsanlage (Startschacht)	$t_E$	= $t_A + h_{vZ} = 0,09 + 0,08 = 0,17$ m
RS am Ablauf Sammelschacht	$h_{RS,A}$	= 584,27 m ü.NN
Wasserspiegel im Startschacht (Absturz in Anlage)	$W_{sp,E}$	= 584,27 + 0,17 = 584,44 m ü.NN
Fließtiefe Zulauf DN 300	$t$	= 0,04 m (s=6,6 %; DN 300; $k_b=0,5$ ; $Q_{\text{krit}}=10$ l/s je Anlage)
RS am Verteilerschacht	$h_{RS,V}$	= 584,55 m ü.NN
Wasserspiegel im Verteilerschacht bei $Q_{\text{krit}}$	$W_{sp,V}$	= $h_{RS,V} + t = 584,55 + 0,04 = 584,59$
Gewählte Höhe Überlauf	$h_{üw}$	= 584,65 m ü.NN

### Hydraulischer Nachweis Überlauf bei Abfluss unter Druck

Leistung DN 400 PP als Druckleitung bei Einstau bis GOK am Straßentiefpunkt

Druckhöhe 585,15 – 584,64	$dh$	= 0,51 m
Länge vom Tiefpunkt bis Verteilerschacht	$l$	= 30 m
Querschnittsfläche	$A$	= 0,1256 m <sup>2</sup>
<u>Verlustansätze</u>		
Beiwert Einlaufverlust	$\zeta_E$	= 0,45
Beiwert Auslaufverlust	$\zeta_A$	= 1,00
Beiwert Rohrwandreibung	$\zeta_R$	= 0,50
Abfluss	$Q_{\text{max}}$	= $A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{\sum \zeta + 1}} = 0,1256 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,51}{1,95 + 1}}$ = 0,231 m <sup>3</sup> /s = 231 l/s
Höhe Wasserspiegel	$W_{sp}$	= 585,15 m ü.NN
Abfluss Filteranlagen	$Q_{FA,max}$	~ 2 x 30 l/s = 60 l/s
Abfluss Überlastfall	$Q_{\text{Ü}}$	= $Q_{\text{max}} + Q_{FA,max} = 231 + 60$ l/s = 291 l/s

Bei Einstau der Zuleitungen bis Wasserspiegel = OK Fahrbahn am Tiefpunkt der B2 im Bereich der Bushaltestelle können ca. 291 l/s abgeleitet werden. Im Vergleich mit der Regenstatistik ist ca. alle 2 Jahre mit einer kurzzeitigen Überflutung des Straßentiefpunktes zu rechnen (D=5 min). Aus diesem Grund werden für den Notüberlauf aus Sicherheitsgründen 2 Auslässe DN 400 vorgesehen.

### Hydraulischer Nachweis Rohrdurchlass unter Geh-/Radweg

Der Nachweisführung erfolgt nach REwS, Gleichung 11 mit Hilfe des Tools „RAS-Ew Bemessungshilfen“, Version 1.00.

#### Abmessungen

DN 700 Stb

L=8,00 m

S=0,375 ‰

t=0,30m

kst=50 m<sup>1/3</sup>/s (mit Ablagerungen)

Sohle: 583.90 m ü.NN

Ok Radweg: ~584.90 m ü.NN

Aufstau maximal zulässig: 30 cm

Q=116 l/s

Q<sub>Aufstau</sub>=386 l/s

#### Abfluss aus EA 11 und EA 12

- Q<sub>r15,1</sub>

AE~1,56 ha

Q<sub>r15,1</sub>= 1,56 · 138,3=215 l/s

Aufstau vor dem Durchlass: ca. 7 cm

- Q<sub>Z,max</sub>

Ermittlung der maßgebende Regenspende: 291/1,35 = 215,5 l/(s · ha)

Leistung Straßenabläufe EA12: 3 · 4,5 = 13,5 l/s

breitflächiger Geländeabfluss: 700 · 215,5 = 15 l/s

Abfluss von Dammböschung: 560 · 0,54 · 215,5/10.000 = 6,5 l/s (Versickerungsrate 100 l/(s · ha))

Zufluss gesamt: 291 + 13,5 + 15 + 6,5 = 326 l/s

➔ Aufstau ca. 20 cm

➔ Wsp: 583,90 + 0,7 + 0,20 = 584,80 m ü.NN

Um einen Rückstau in der Zulaufstrecke zu vermeiden, muss ein zweiter Rohrdurchlass DN 700 oder ein Rahmendurchlass eingebaut werden:

Eintrittsverlustbeiwert:

Austrittsverlustbeiwert:

h1 [m]:

Gefälle [‰]:

Aufstau [cm]:

Fläche, benetzter Umfang

A Sohle (t) [m²]:

Iu Sohle (t) [m]:

A Abfluss [m³]:

Iu Beton [m]:

b [m]:

h [m]:

t [m]:

Länge [m]:

kSt-Sohle:

kSt-D-Iasswand:

Q [m³/s]:

v [m/s]:

h2 Wasserstand (2) [m]:

### Gewählte Abmessungen eines Rahmendurchlasses:

B=1,50 m

H=0,75m

Sohle: 583,90

Wsp: 583,90+0,30+0,41 = 584,61 m ü.NN

Der Notüberlauf des Trennbauwerkes ist bei 584,67 geplant. Ein Rückstau wird somit vermieden.

## 8.16 Entwässerungsabschnitt 12

### 8.16.1 Filtration, dezentrale Anlagen

Das gesammelte NW wird über Filterschächte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung vorbehandelt. Die maximale Einzugsfläche je Schacht darf max. 1.600 m<sup>2</sup> betragen. Der geprüfte Durchfluss beträgt 16 l/s ( $r=100 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$ ). Die Größe der Einzugsflächen werden so gewählt, dass die Schächte mit ca. der Hälfte ihrer hydraulischen Leistungsfähigkeit belastet werden.

$$r_{\text{krit}}=r_{15,1}=138,3 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$$

$$s=1,0\%$$

Aufsatz der Straßenabläufe 500x500 mm

$$Q_A=4,5 \text{ l/s (Tab. 1, A7.2 der REwS)}$$

$$\Psi_s=1,0$$

$$A_{E,\text{max,SA}}=Q_A / r_{15,1} \cdot 10.000=325\text{m}^2$$

Übersicht der dezentralen Anlagen

Fläche Nr. [-]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Abfluss Q [l/s] $r_{krit}=r_{15,1}$	Anzahl Straßenab- läufe [Stk]	Schacht- durchmesser [mm]	Zulassungs- Nr.	max. Anschlussfläche [m <sup>2</sup> ]
C01	300	4,1	1	DN 1.500	Z-84.2-22	1.600m <sup>2</sup>
C02	650	9,0	2	DN 1.500	Z-84.2-22	1.600m <sup>2</sup>
C03	580	8,0	2	DN 1.500	Z-84.2-22	1.600m <sup>2</sup>
C04	600	8,3	2	DN 1.500	Z-84.2-22	1.600m <sup>2</sup>
C05	400	5,5	2	DN 1.500	Z-84.2-22	1.600m <sup>2</sup>

**8.16.2 Breitflächiger Geländeabfluss**

Das Kriterium der Vorbehandlung ist erfüllt, wenn der Nachweis erfolgt, dass für eine kritische Regenspende  $r_{krit}=15l/(s\cdot ha)$  kein Abfluss erfolgt (vgl. Abs. 8.1.4, REwS).

$$\Psi_s=1,0$$

$$q_{s,Böschung}=100 l/(s\cdot ha)$$

$$q_{s,Bankett}=10 l/(s\cdot ha)$$

$$A_{Fahrbahn}=0,07 ha$$

$$A_{Bankett}=0,014 ha$$

$$A_{Böschung}=0,034 ha$$

$$\begin{aligned} Q &= 15 l/(s\cdot ha) \cdot 0,07 ha \cdot 1,0 \\ &+ (15 l/(s\cdot ha) - 10 l/(s\cdot ha)) \cdot 0,014 ha \\ &+ (15 l/(s\cdot ha) - 100 l/(s\cdot ha)) \cdot 0,034 ha \\ &= 0,98 l/s + 0,07 l/s - 2,89 l/s \\ &= \underline{\underline{-1,84 l/s}} \end{aligned}$$

➔ kein Abfluss, der Nachweis ist erbracht

## 9 Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie in der Straßenplanung

### 9.1 Allgemeines

Gewässerbenutzungen müssen mit den Regelungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Einklang stehen.

Gem. **§ 27 WHG** sind **Oberflächengewässer** so zu bewirtschaften, dass eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustandes vermieden wird und ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht wird.

Gem. **§ 47 WHG** ist das **Grundwasser** so zu bewirtschaften, dass eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird, alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden sowie ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.

Im Folgenden wird anhand des Merkblattes zur Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie in der Straßenplanung, **M WRRL**, geprüft, ob die geplanten Maßnahmen mit den Zielsetzungen der WRRL vereinbar sind.

### 9.2 Steckbrief des OWK

Gewässerordnung	1. Ordnung
Kennzahl	1_F451
Bezeichnung	Würm vom Starnberger See bis Gauting
Länge	8,8 km
Einzugsgebiet	169 km <sup>2</sup>
Gewässertyp	Typ 2.2: Kleine Flüsse des Alpenvorlandes
Ökologischer Zustand	mäßig
<u>Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten</u>	
Temperaturverhältnisse	Wert nicht eingehalten
Sauerstoffhaushalt	Wert eingehalten
Salzgehalt	Wert eingehalten
Versauerungszustand	Wert eingehalten
Nährstoffverhältnisse	Wert eingehalten
<u>Flussgebietspezifische Stoffe mit Überschreitung der UQN</u>	
Chemischer Zustand gesamt	nicht gut
Prioritäre Stoffe mit Überschreitung der UQN	Quecksilber, BDE
Bewirtschaftungsziel	nicht erreicht
Prognostizierter Zeitpunkt der Zielerreichung	2028-2033 Ökologie, nach 2045 Chemie

### 9.3 Abflüsse

Gemäß Angaben des Gewässerkundlichen Dienstes (GKD) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt bestehen folgende Abflüsse:

**NQ:** 0,97 m<sup>3</sup>/s

**MNQ:** 2,70 m<sup>3</sup>/s

**MQ:** 4,74 m<sup>3</sup>/s

**MHQ:** 8,07 m<sup>3</sup>/s

**HQ:** 16,50 m<sup>3</sup>/s

### 9.4 Ausgangskonzentrationen der Stoffe im OWK

Für die Würm ergeben sich aus den Daten des GKD folgende Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2019:

AFS =	3 mg/l
BSB <sub>5</sub> =	1,53 mg/l
Fe =	0,022 mg/l
Gesamt-P =	0,03 mg/l
NH <sub>4</sub> -N =	0,049 mg/l
TOC =	4,44 mg/l
Chlorid =	16,58 mg/l

Für die übrigen zu bewertenden Parameter der UQN liegen keine Messwerte vor.

Schwebstofffrachten bzw. -konzentrationen sind für die Würm nicht angegeben.

Für die Berechnungen wird analog zur Amper am Ablauf des Ammersees eine Konzentration von 1,0 g/m<sup>3</sup> angesetzt.

$$S_{\text{OWK}} = 1,0 \text{ g/m}^3$$

### 9.5 Vorgehen bei fehlenden Messwerten

Da nicht für alle Parameter Messwerte vorliegen, werden gem. M WRRL, Abschnitt 7.9 die Konzentrationserhöhungen ermittelt und geprüft ob die Erhöhungen messbar sind.

## 9.6 Mittlere Stoffkonzentrationen im OWK nach Einleitung von Straßenabflüssen

### 9.6.1 Direkte Einleitung EW-Abschnitt 10, Bestand

Das Einzugsgebiet des NW-Kanals ist im Bestand wesentlich größer. Aufgrund der Tunnelbaumaßnahme findet im Bereich der Leutstettener Straße jedoch eine Abtrennung von Niederschlagswasser statt. Das Oberflächenwasser von Straßen abseits der B2 wird über einen neuen NW-Kanal gesammelt und abgeleitet. Die Planung erfolgt durch den Abwasserzweckverband Starnberger See und ist nicht Teil des Projektes Tunnel Starnberg. Für die Einleitstelle E1/ÜK1 wird deshalb nur der Umgriff des Straßenumbaus ab 2018 inkl. Endzustand nach Tunnelherstellung betrachtet.

Abschnitt	Flächenbezeichnung	Flächengröße [m <sup>2</sup> ]	Kategorie
B2 Münchner Straße	Fahrbahn	6.650 +5.670 =12.320	Kat. III
	Gehweg	670+375+345+55+260+280+240+460+450 =3.135	Kat. II
Leutstettener Straße Nord	Fahrbahn	160+85 = 245	Kat. III
Leutstettener Straße Süd	Fahrbahn + Gehweg	480	Kat. I
Seilerweg	Fahrbahn	215	Kat. I
Gautinger Straße	Fahrbahn	140	Kat. II
Uhdestraße	Fahrbahn +Gehweg	1.865	Kat. II
Moosstraße	Fahrbahn +Gehweg	450	Kat. II
		<b>18.850 m<sup>2</sup> = 1,9 ha</b>	

**Abschätzung der Messbarkeit einer Verschlechterung**

(Umweltqualitätsnorm: Jahresdurchschnittswert)

MQ	4,74	m <sup>3</sup> /s
	1,49E+08	m <sup>3</sup> /a
A <sub>E,b,a</sub>	1,9	ha

		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	Frachteinleitung	Konzentrations- erhöhung Δc	Messbarkeits- grenze
Anlage 6 OGewV						
Schwermetalle	Cu	160 mg/kg	520 g/(ha · a)	988 g/a	6,61 mg/kg	8,00 mg/kg
	Zn	800 mg/kg	2000 g/(ha · a)	3800 g/a	25,42 mg/kg	40,00 mg/kg
		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	Frachteinleitung	Konzentrations- erhöhung Δc	Messbarkeits- grenze
Anlage 7 OGewV						
Schwermetalle	Fe	- mg/l	20 kg/(ha · a)	38 kg/a	0,0000003 mg/l	0,04 mg/l
Zehr/Nährstoffe	BSB5*	< 3 mg/l	85 kg/(ha · a)	161,5 kg/a	0,0010804 μg/l	0,45 μg/l
Gewässertyp 2.2	Gesamt-P	≤ 0,1 mg/l	2,5 kg/(ha · a)	4,75 kg/a	0,0000000 mg/l	0,01 mg/l
	oPO4-P	≤ 0,05 mg/l	2,5 kg/(ha · a)	4,75 kg/a	0,0000000 mg/l	0,0075 mg/l
	NH <sub>4</sub> -N	≤ 0,1 mg/l	4 kg/(ha · a)	7,6 kg/a	0,0000001 mg/l	0,03 mg/l
	TOC	- mg/l	112 kg/(ha · a)	212,8 kg/a	0,0000014 mg/l	0,70 mg/l
Anlage 8 OGewV						
Schwermetalle	Cd	≤ 0,08 μg/l	2,6 g/(ha · a)	4,94 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,0040 μg/l
	Ni	4 μg/l	190 g/(ha · a)	361 g/(ha · a)	0,0000024 μg/l	0,20 μg/l
	Pb*	1,2 μg/l	120 g/(ha · a)	228 g/(ha · a)	0,0000015 μg/l	0,06 μg/l
PAK	Fluoranthren	0,0063 μg/l	2 g/(ha · a)	3,8 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,00 μg/l
	Benzo[a]pyren*	0,00017 μg/l	0,65 g/(ha · a)	1,235 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,000034 μg/l
Alkylphenole	Octylphenol	0,1 μg/l	0,2 g/(ha · a)	0,38 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	- μg/l
	DEHP	1,3 μg/l	34 g/(ha · a)	64,6 g/(ha · a)	0,0000004 μg/l	0,39 μg/l
	Anthracen	0,1 μg/l	0,32 g/(ha · a)	0,608 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,02 μg/l

Die Konzentrationserhöhungen durch die Einleitung der Fracht aus dem Straßenabfluss fallen unter die Messbarkeitsgrenze.

**9.6.2 Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitt 10**

Aufgrund der Größe des Einzugsgebietes und der Flächenverfügbarkeit ist eine Teilstrombehandlung für r<sub>krit</sub> = 15 l/(s x ha) vorgesehen.

Die Vorbehandlung erfolgt über Sedimentationsrohre mit nachgeschalteten Filteranlagen.

Die Einzugsfläche nach Straßenumbau 2018 und Fertigstellung der Tunnelbaumaßnahme beträgt ca. 2,1 ha. Daraus ergeben sich Einzugsflächen bei 90 % für die Teilstrombehandlung von 1,89 ha und 0,21 ha für den Bypass. Die Ergebnisse sind in der Anlage 10.5 dargestellt.

Die Fracht- bzw. Konzentrationserhöhungen bezüglich JD-UQN liegen alle unterhalb der Messbarkeitsgrenze.

Die Frachten an Kupfer und Zink werden bezüglich JD-UQN gegenüber dem Istzustand trotz Mehrversiegelung um ca. 75 % reduziert.

Dem Verbesserungsgebot der WRRL wird somit entsprochen.

### 9.6.3 Direkte Einleitung in die Würm - Entwässerungsabschnitte 11+12, Bestand

Das Einzugsgebiet des NW-Kanals im Bestand beträgt ca. 1,3 ha (Unterlage 3.10)

Davon sind ca. 0,8 ha der Kat. III zuzuordnen und ca. 0,5 ha der Kat. I.

Die Konzentrationserhöhungen durch die Einleitung der Fracht aus dem Straßenabfluss fallen unter die Messbarkeitsgrenze.

#### Abschätzung der Messbarkeit einer Verschlechterung

(Umweltqualitätsnorm: Jahresdurchschnittswert)

MQ	4,74 m <sup>3</sup> /s
	1,49E+08 m <sup>3</sup> /a
A <sub>E,b,a</sub>	1,3 ha

		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	Frachteinleitung	Konzentrations- erhöhung Δc	Messbarkeits- grenze
Anlage 6 OGewV						
Schwermetalle	Cu	160 mg/kg	520 g/(ha · a)	676 g/a	4,52 mg/kg	8,00 mg/kg
	Zn	800 mg/kg	2000 g/(ha · a)	2600 g/a	17,39 mg/kg	40,00 mg/kg
		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	Frachteinleitung	Konzentrations- erhöhung Δc	Messbarkeits- grenze
Anlage 7 OGewV						
Schwermetalle	Fe	- mg/l	20 kg/(ha · a)	26 kg/a	0,0000002 mg/l	0,04 mg/l
Zehr/Nährstoffe	BSB5*	< 3 mg/l	85 kg/(ha · a)	110,5 kg/a	0,0007392 μg/l	0,45 μg/l
Gewässertyp 2.2	Gesamt-P	≤ 0,1 mg/l	2,5 kg/(ha · a)	3,25 kg/a	0,0000000 mg/l	0,01 mg/l
	oPO4-P	≤ 0,05 mg/l	2,5 kg/(ha · a)	3,25 kg/a	0,0000000 mg/l	0,0075 mg/l
	NH <sub>4</sub> -N	≤ 0,1 mg/l	4 kg/(ha · a)	5,2 kg/a	0,0000000 mg/l	0,03 mg/l
	TOC	- mg/l	112 kg/(ha · a)	145,6 kg/a	0,0000010 mg/l	0,70 mg/l
Anlage 8 OGewV						
Schwermetalle	Cd	≤ 0,08 μg/l	2,6 g/(ha · a)	3,38 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,0040 μg/l
	Ni	4 μg/l	190 g/(ha · a)	247 g/(ha · a)	0,0000017 μg/l	0,20 μg/l
	Pb*	1,2 μg/l	120 g/(ha · a)	156 g/(ha · a)	0,0000010 μg/l	0,06 μg/l
PAK	Fluoranthen	0,0063 μg/l	2 g/(ha · a)	2,6 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,00 μg/l
	Benzo[a]pyren*	0,00017 μg/l	0,65 g/(ha · a)	0,845 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,000034 μg/l
Alkylphenole	Octylphenol	0,1 μg/l	0,2 g/(ha · a)	0,26 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	- μg/l
	DEHP	1,3 μg/l	34 g/(ha · a)	44,2 g/(ha · a)	0,0000003 μg/l	0,39 μg/l
	Anthracen	0,1 μg/l	0,32 g/(ha · a)	0,416 g/(ha · a)	0,0000000 μg/l	0,02 μg/l

### 9.6.4 Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitte 11+12

Aufgrund der Größe des Einzugsgebietes und der Flächenverfügbarkeit ist eine Teilstrombehandlung für r<sub>krit</sub> = 15 l/(s x ha) vorgesehen.

Die Vorbehandlung erfolgt über Sedimentationsrohre mit nachgeschalteten Filteranlagen.

Die Einzugsfläche nach Straßenumbau 2018 und der zukünftigen Verbreiterung der Würmbrücke beträgt ca. 1,6 ha. Daraus ergeben sich Einzugsflächen bei 90 % für die Teilstrombehandlung von 1,44 ha und 0,16 ha für den Bypass. Die Grabenpassage wird nicht als

Sedimentationstrecke mit angesetzt, d.h. für 10 % des Abflusses erfolgt keine Vorbehandlung. Die Ergebnisse sind in der Anlage 10 fortfolgend dargestellt.

Die Fracht- bzw. Konzentrationserhöhungen bezüglich JD-UQN liegen alle unterhalb der Messbarkeitsgrenze.

Die Frachten an Kupfer und Zink werden bezüglich JD-UQN gegenüber dem Istzustand trotz Mehrversiegelung um ca. 71 % reduziert.

Dem Verbesserungsgebot der WRRL wird somit entsprochen.

## **9.7 Stoffkonzentrationen im OWK bezüglich ZHK-UQN**

### **9.7.1 Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitt 10**

Die Ergebnisse sind in Anlagen 10.7 und 10.8 dargestellt.

Die Fracht- bzw. Konzentrationserhöhungen bezüglich ZHK-UQN liegen alle unterhalb der Messbarkeitsgrenze.

Dem Verschlechterungsverbot der WRRL wird somit entsprochen.

### **9.7.2 Einleitung nach Vorbehandlung - Entwässerungsabschnitte 11+12**

Die Ergebnisse sind in Anlagen 10.11 und 10.12 dargestellt.

Die Fracht- bzw. Konzentrationserhöhungen bezüglich ZHK-UQN liegen alle unterhalb der Messbarkeitsgrenze.

Dem Verschlechterungsverbot der WRRL wird somit entsprochen.

## 9.8 Einfluss von Tausalz auf OWK

Gemäß Anlage 7 der OGewV liegt der Schwellenwert für Chlorid bei 50 mg/l.

Die Chloridfracht für Nachweise im OWK berechnet sich aus Gleichung (4) des M WRRL:

Chloridfrachten für Nachweise im OWK:		
	$B_{Cl} = \sum A_{E,b,a} \cdot TS \cdot f_{OPA} \cdot f_{Ver} \cdot f_{Cl}$	(4)
im Winterdienstzeitraum aufgebrachte Chloridfracht, die über Versickerung oder Einleitung in den OWK gelangt	$B_{Cl}$	in kg
gestreute Straßenfläche im Einzugsgebiet des OWK	$A_{E,b,a}$	in m <sup>2</sup>
im Winterdienstzeitraum aufgebrachte Tausalzmenge	$TS$	in kg/m <sup>2</sup>
Faktor Zuschlag bei Flächen mit offenporigem Asphalt (bei Flächen mit OPA $f_{OPA} = 1,5$ sonst 1,0)	$f_{OPA}$	-
Faktor Verluste ( $f_{Ver} = 0,9$ )	$f_{Ver}$	-
Faktor Chloridanteil im Streusalz ( $f_{Cl} = 0,61$ für NaCl)	$f_{Cl}$	-

Die Chloridkonzentration im OWK berechnet sich aus Gl. (5) des M WRRL:

	$C_{OWK,RW} = \frac{C_{OWK} \cdot MQ + B_{Cl} \cdot 1.000}{MQ}$	(5)
Chloridkonzentration OWK nach punktueller Einleitung RW und Zusickerung aus dem Grundwasser	$C_{OWK,RW}$	in mg/l
Ausgangs-Chloridkonzentration im OWK	$C_{OWK}$	in mg/l
mittlerer Jahresabfluss	$MQ$	in m <sup>3</sup>
im Winterdienstzeitraum aufgebrachte Chloridfracht, die über Versickerung oder Einleitung in den OWK gelangt	$B_{Cl}$	in kg

Gemäß Abstimmung mit der Straßenbauverwaltung wird eine Tausalzmenge von 2,0 kg/m<sup>2</sup> und Jahr zugrunde gelegt.

Gem. Tabelle 10 der WRRL kann die Tausalzfracht nach Abzug der Verluste bei gesammelter Wasserführung und Einleitung in das OWK um 50 % reduziert werden.

Für die weiteren Berechnungen: Ausgangskonzentration Chlorid = 16,58 mg/l.

### 9.8.1 Entwässerungsabschnitt 10 – E1/ÜK1 Mooswiesengraben

#### Berechnungen für den Istzustand

Flächen B2 gem. Unterlage 3-10

$$B_{Cl,B} = 12.430 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,61 = 13.648 \text{ kg} \cdot 0,5 = 6.824 \text{ kg}$$

$$C_{OWK,RW,B} = (16,58 \cdot 1,49E+8) + (6.824 \cdot 1.000) / 1,49E+8 = 16,626 \text{ mg/l}$$

**Berechnungen für den Zustand nach Straßenumbau und Inbetriebnahme des Tunnels***Flächen B2 gem. Unterlage 3.11*

$$B_{Cl,B} = 14.173 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,61 = 15.562 \text{ kg} \cdot 0,5 = 7.781 \text{ kg}$$

$$C_{OWK,RW,B} = (16,58 \cdot 1,49E+8) + (7.781 \cdot 1.000) / 1,49E+8 = 16,632 \text{ mg/l}$$

$$C_{OWK,RW,B} = (16,58 \cdot 1,49E+8) + (15.562 \cdot 1.000) / 1,49E+8 = 16,684 \text{ mg/l}$$

Die Chloridkonzentration erhöht sich gegenüber den Bestandsverhältnissen durch den Straßenumbau im betrachteten Abschnitt nur marginal um 0,006 mg/l. Wird die Reduktion nach Tabelle 10 WRRL nicht in Ansatz gebracht, beträgt die Erhöhung 0,06 mg/l.

Die Erhöhung liegt unterhalb der Messbarkeitsgrenze von 5 %. Der Schwellenwert der OGewV wird nicht überschritten.

**9.8.2 Entwässerungsabschnitt 11+12 – E2 Würm****Berechnungen für den Istzustand***Flächen B2 gem. Unterlage 3.10*

$$B_{Cl,B} = 8.010 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,61 = 8.795 \text{ kg} \cdot 0,5 = 4.398 \text{ kg}$$

$$C_{OWK,RW,B} = (16,58 \cdot 1,49E+8) + (4.398 \cdot 1.000) / 1,49E+8 = 16,61 \text{ mg/l}$$

**Berechnungen für den Zustand nach Straßenumbau****bis einschl. Ersatzneubau Würmbrücke***Flächen B2 gem. Unterlage 3.11*

$$B_{Cl,P} = 9.923 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,61 = 10.895 \text{ kg} \cdot 0,5 = 5.448 \text{ kg}$$

$$C_{OWK,RW,P} = (16,58 \cdot 1,49E+8) + (5.448 \cdot 1.000) / 1,49E+8 = 16,62 \text{ mg/l}$$

Die Chloridkonzentration erhöht sich gegenüber den Bestandsverhältnissen durch den Straßenumbau im betrachteten Abschnitt nur marginal um 0,01 mg/l. Die Erhöhung liegt unterhalb der Messbarkeitsgrenze von 5 %. Der Schwellenwert der OGewV wird nicht überschritten.

## 10 Anlagen

### 10.1 Regenstatistik

<b>Station :</b>												<b>Kennung :</b>						
<b>Bemerkung :</b>												<b>Datum :</b> 18.11.2020						
<b>Rasterfeldnr. KOSTRA - Atlas</b>		<b>horizontal :</b> 47				<b>vertikal :</b> 95				<b>räumlich interpoliert :</b> ja								
<b>Rasterfeldmittelpunkt liegt :</b>		2,158 km östlich				4,221 km südlich												
<b>Gauß-Krüger Koordinaten</b>		<b>Rechtswert :</b> 4449839				<b>m</b>				<b>Hochwert :</b> 5317294								
<b>Geografische Koordinaten östl. Länge :</b>		o ' "								<b>nördl. Breite :</b> o ' "								
T D	0,5		1		2		5		10		20		50		100			
	h	N	r	h	N	r	h	N	r	h	N	r	h	N	r	h	N	r
5'	4,3	144,9	6,2	206,7	8,1	268,4	10,5	350,1	12,4	411,8	14,2	473,6	16,7	555,2	18,5	617,0		
10'	7,3	121,3	10,0	165,8	12,6	210,3	16,1	269,1	18,8	313,6	21,5	358,1	25,0	416,9	27,7	461,4		
15'	9,1	101,5	12,5	138,3	15,8	175,1	20,1	223,8	23,5	260,6	26,8	297,4	31,1	346,0	34,5	382,8		
20'	10,4	86,3	14,2	118,4	18,1	150,6	23,2	193,2	27,0	225,4	30,9	257,6	36,0	300,1	39,9	332,3		
30'	11,9	65,9	16,7	92,5	21,4	119,1	27,8	154,2	32,5	180,8	37,3	207,4	43,6	242,5	48,4	269,1		
45'	12,8	47,3	18,7	69,3	24,6	91,3	32,5	120,3	38,4	142,3	44,4	164,3	52,2	193,4	58,1	215,4		
60'	13,0	36,2	20,0	55,5	26,9	74,7	36,0	100,1	42,9	119,3	49,9	138,5	59,0	163,9	65,9	183,1		
90'	15,2	28,1	22,4	41,5	29,7	54,9	39,2	72,7	46,5	86,1	53,7	99,5	63,3	117,2	70,6	130,7		
2h	16,8	23,4	24,3	33,8	31,8	44,2	41,7	58,0	49,2	68,4	56,7	78,8	66,7	92,6	74,2	103,0		
3h	19,6	18,1	27,4	25,4	35,3	32,6	45,6	42,2	53,5	49,5	61,3	56,8	71,7	66,4	79,5	73,6		
4h	21,6	15,0	29,7	20,7	37,9	26,3	48,6	33,7	56,7	39,4	64,8	45,0	75,5	52,4	83,6	58,1		
6h	24,9	11,5	33,4	15,5	41,9	19,4	53,2	24,6	61,7	28,6	70,2	32,5	81,4	37,7	89,9	41,6		
9h	28,6	8,8	37,6	11,6	46,5	14,3	58,3	18,0	67,2	20,7	76,1	23,5	87,9	27,1	96,8	29,9		
12h	31,6	7,3	40,8	9,4	50,0	11,6	62,2	14,4	71,4	16,5	80,6	18,7	92,8	21,5	102,0	23,6		
18h	36,2	5,6	45,9	7,1	55,5	8,6	68,3	10,5	78,0	12,0	87,6	13,5	100,4	15,5	110,0	17,0		
24h	39,8	4,6	49,8	5,8	59,8	6,9	73,0	8,5	83,0	9,6	93,0	10,8	106,2	12,3	116,2	13,4		
48h	49,9	2,9	63,4	3,7	77,0	4,5	94,9	5,5	108,4	6,3	121,9	7,1	139,8	8,1	153,4	8,9		
72h	57,4	2,2	73,0	2,8	88,6	3,4	109,3	4,2	124,9	4,8	140,5	5,4	161,2	6,2	176,8	6,8		

Tabelle: KOSTRA-DWD 2010R, entnommen dem Programm des LfU Bayern

## 10.2 Regenstatistik, fortgeschrieben

Starkniederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD-2020



Auswertungszeitraum:

1951 - 2020

Januar - Dezember

Ort: **Starnberg**

Zeile: 206 | Spalte: 164 | INDEX\_RC: 206164

Andauer	Wiederkehrzeit (Jahre)										
	min	Std.	1a R <sub>N</sub>	2a R <sub>N</sub>	3a R <sub>N</sub>	5a R <sub>N</sub>	10a R <sub>N</sub>	20a R <sub>N</sub>	30a R <sub>N</sub>	50a R <sub>N</sub>	100a R <sub>N</sub>
5			256,7	306,7	340,0	383,3	446,7	510,0	550,0	606,7	683,3
10			168,3	203,3	225,0	253,3	293,3	335,0	363,3	400,0	451,7
15			130,0	156,7	173,3	195,6	226,7	258,9	281,1	308,9	348,9
20			108,3	130,0	144,2	162,5	188,3	215,0	232,5	255,8	289,2
30			82,8	99,4	110,0	123,9	143,9	164,4	177,8	195,6	220,6
45			63,0	75,9	83,7	94,4	109,6	125,2	135,6	148,9	168,1
60			51,7	62,5	68,9	77,8	90,0	103,1	111,4	122,5	138,3
90			39,3	47,2	52,4	58,9	68,3	78,1	84,6	93,0	105,0
120	2		32,2	38,9	42,9	48,3	56,1	64,2	69,4	76,3	86,3
180	3		24,4	29,4	32,5	36,6	42,5	48,6	52,6	57,8	65,3
240	4		20,0	24,1	26,7	30,1	34,9	39,9	43,1	47,4	53,5
360	6		15,1	18,2	20,2	22,7	26,4	30,1	32,6	35,8	40,5
540	9		11,5	13,8	15,2	17,2	19,9	22,8	24,7	27,1	30,6
720	12		9,4	11,3	12,5	14,1	16,3	18,7	20,2	22,2	25,1
1080	18		7,1	8,5	9,4	10,6	12,3	14,1	15,3	16,8	19,0
1440	24		5,8	7,0	7,7	8,7	10,1	11,6	12,5	13,8	15,5
2880	48		3,6	4,3	4,8	5,4	6,3	7,2	7,8	8,5	9,6
4320	72		2,7	3,3	3,6	4,1	4,7	5,4	5,9	6,4	7,3
5760	96		2,2	2,7	3,0	3,3	3,9	4,4	4,8	5,3	6,0
7200	120		1,9	2,3	2,5	2,9	3,3	3,8	4,1	4,5	5,1
8640	144		1,7	2,0	2,2	2,5	2,9	3,4	3,6	4,0	4,5
10080	168		1,5	1,8	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0

Andauer - Dauerstufe in Minuten (min) bzw. Stunden (Std.)

Erstellt am 13.03.2023

R<sub>N</sub> - Niederschlagsspende in Liter pro Sekunde und Hektar (l/s ha)

Tabelle: KOSTRA-DWD 2020

Im Vergleich der Datensätze fällt auf, dass die Niederschlagsspenden der 5-min-Regen um ca. 10 % gestiegen sind. Die Niederschlagsspenden der Regendauern > 5 min sind mit Ausnahme von T=50/100 um ca. 5 % gesunken. D.h. die vor Januar 2023 bereits dimensionierten Entwässerungsanlagen sind auch unter Berücksichtigung der aktuellen Regendaten ausreichend ausgelegt.

**10.3 Tabelle der Einleitungsstellen (Gewässerbenutzung)**

Bau-km	Örtlichkeit	Gewässer	Typ Vorbehandlung DWA-M 153	Typ Versickerung	Jährlich- keit T [a]
A) <i>gezielte Einleitung von gesammeltem Niederschlagswasser</i>					
0+000-0+215 re	B 2	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	0,5
0+330	B2	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Füllkörperrigole	5
0+200 – 0+440 li	Rampe B2	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	5
0+212 – 0+280 re	Rampe B2	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	5
0+330 – 0+375 re	Rampe B2	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	5
0+400 re	Weilheimer Str.	Grundwasser	D21d Sedimentation	Füllkörperrigole	5
0+460 li	Weilheimer Str.	Grundwasser	D21d Sedimentation	Füllkörperrigole	5
0+245 – 0+295 re	Anliegerweg	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	1
0+300 re	Anliegerweg	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	5
0+200 re	Tal	Grundwasser	D3b Schotterrasen	Fläche	1
0+320 re	Franz- Heidinger- Straße	Grundwasser	D25d Absetzschacht	Schacht	10
0+440 li	Betriebsstation	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Mulde	5
0+350 li	Trog B2	Grundwasser	D1b Oberbodenschicht	Versickerungs- becken	20
0+660 (Bestand)	Düker 2 Anliegerstraße	Grundwasser	D25d Absetzschacht	Schacht	5
0+700	NA 1	Grundwasser	-	Schacht	5
1+200 re	Düker 3, Almeidaweg	Grundwasser	D25d Absetzschacht	Schacht	5

Bau-km	Örtlichkeit	Gewässer	Typ Vorbehandlung DWA-M 153	Typ Versickerung	Jährlich- keit T [a]
1+560	Lüftungs- zentrale	Grundwasser	D26 Nassschlamm- fang D=0,6	Schacht	5
1+612	Lüftungs- zentrale	Grundwasser	D26 Nassschlamm- fang D=0,6	Schacht	5
1+650	NA 4	Grundwasser	D2a Oberbodenschicht	Mulde	5
2+080	NA 6	Grundwasser	-	Schacht	5
<i>B) flächenhafte Versickerung über durchlässige Beläge selten genutzter Standflächen</i>					
0+700	NA 1	Grundwasser	-	Oberbau	5
1+000	NA 2	Grundwasser	-	Oberbau	5
1+600	Stellplätze LZE	Grundwasser	-	Oberbau	5
1+650	NA 4	Grundwasser	-	Oberbau	5
<i>C) Einleitung in Oberflächengewässer</i>					
2+750	Moosstraße	ÜK1:	D11	-	r <sub>krit</sub> =
		NW-Kanal/Würm	DIBt Z-84.2-11		15 l/(s·ha)
3+175	B2 / Ortsgrenze	E2:Würm	DIBt Z-84.2-20, DIBt Z-84.2-22		15 l/(s·ha)
					138 l/(s·ha)

## 10.4 Fotodokumentation bestehender Entwässerungsgraben in die Würm

Bild 1: Graben und Geh-/Radweg: Blickrichtung stadtauswärts



Bild 2: Zulaufstelle Straßenentwässerung in den Graben: Zulauf nicht sichtbar



Bild 3: Entwässerungsgraben mit Sohlbefestigung: Graben eingestaut



Bild 4: Zuläufe von Straßenabläufen der B2: 2x DN 200 B



Bild 5: Entwässerungsgraben: Blickrichtung stadteinwärts



Bild 6: Zuläufe von Straßenabläufen der B2: 2x DN 200 B



Bild 7: Entwässerungsgraben vor dem Durchlass unter dem Geh-/Radweg: Bickrichtung stadtauswärts



Bild 8: Durchlass DN 700 unter dem Geh-/Radweg: Auslauf seeseitig



Bild 10: Zuläufe von Straßenabläufen der B2: 2x DN 200 B



Bild 11: Übergang Entwässerungsgraben in die Würm



### 10.5 Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK – EA 10, Teilstrombehandlung

**Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK**

(Umweltqualitätsnorm: Jahresdurchschnittswert)

MQ	4,74 m³/s	B <sub>RW,AFS</sub>	530 g/(ha · a)
	1,49E+08 m³/a		
S <sub>OWK</sub>	1,00 g/m³		
A <sub>E,b,a</sub>	1,89 ha	=90 % des Einzugsgebietes	
η <sub>RWBA,AF563</sub>	0,8		

Teilstrombehandlung - Sedimentation und Filtration

		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		Δc <sub>OWK</sub> / c <sub>OWK</sub>	Mess-unsicherheit
					c <sub>sed,OWK</sub>	B <sub>sed,OWK</sub>	η <sub>RWBA,AF563</sub>	B <sub>RWBA,ab</sub>	c <sub>sed,OWK,RW</sub>	Δc <sub>OWK</sub>		
Anlage 6 OGewV												
Schwermetalle	Cu	160 mg/kg	520 g/(ha · a)	0,81	0 mg/kg	0 g/a	0,80	159 g/a	1 mg/kg	1,1 mg/kg	n/a %	5%
	Zn	800 mg/kg	2000 g/(ha · a)	0,76	0 mg/kg	0 g/a	0,80	575 g/a	4 mg/kg	3,8 mg/kg	n/a %	5%
		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		Δc <sub>OWK</sub> / c <sub>OWK</sub>	Mess-unsicherheit
					c <sub>OWK</sub>	B <sub>OWK</sub>	η <sub>RWBA,AF563</sub>	B <sub>RWBA,ab</sub>	c <sub>OWK,RW</sub>	Δc <sub>OWK</sub>		
Anlage 7 OGewV												
Schwermetalle	Fe	- mg/l	20 kg/(ha · a)	0,97	0,022 mg/l	3.288.574 g/a	0,80	7.560 g/a	0,022 mg/l	0,00005 mg/l	0,23 %	5%
	Zehr/Nährstoffe	BSB5*	< 3 mg/l	85 kg/(ha · a)		1,53 mg/l	228.705.379 g/a	0,80	32.130 g/a	1,530 mg/l	0,00021 mg/l	0,01 %
Gewässertyp 2.2	Gesamt-P	≤ 0,1 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0,03 mg/l	4.484.419 g/a	0,80	945 g/a	0,030 mg/l	0,00001 mg/l	0,02 %	10%
	oPO4-P	≤ 0,05 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0 mg/l	0 g/a	0,80	945 g/a	0,000 mg/l	0,00001 mg/l	n/a %	15%
	NH <sub>4</sub> -N	≤ 0,1 mg/l	4 kg/(ha · a)		0,049 mg/l	7.324.551 g/a	0,80	1.512 g/a	0,049 mg/l	0,00001 mg/l	0,02 %	30%
	TOC	- mg/l	112 kg/(ha · a)		4,44 mg/l	663.694.042 g/a	0,80	42.336 g/a	4,440 mg/l	0,00028 mg/l	0,01 %	10%
Anlage 8 OGewV												
0												
Schwermetalle	Cd	≤ 0,08 μg/l	2,6 g/(ha · a)	0,52	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,98 g/a	0,00001 μg/l	0,00001 μg/l	n/a %	5%
	Ni	4 μg/l	190 g/(ha · a)	0,76	0 μg/l	0 g/a	0,80	71,82 g/a	0,00048 μg/l	0,00048 μg/l	n/a %	5%
	Pb*	1,2 μg/l	120 g/(ha · a)	0,9	0 μg/l	0 g/a	0,80	45,36 g/a	0,00030 μg/l	0,00030 μg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthen	0,0063 μg/l	2 g/(ha · a)	0,96	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,76 g/a	0,00001 μg/l	0,00001 μg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,00017 μg/l	0,65 g/(ha · a)	0,97	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,25 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%
Alkylphenole	Octyphenol	0,1 μg/l	0,2 g/(ha · a)	0,9	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,08 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	30%
	DEHP	1,3 μg/l	34 g/(ha · a)	0,89	0 μg/l	0 g/a	0,80	12,85 g/a	0,00009 μg/l	0,00009 μg/l	n/a %	30%
	Anthracen	0,1 μg/l	0,32 g/(ha · a)	0,96	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,12 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%

### 10.6 Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK – EA 10, Bypass

**Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK**  
(Umweltqualitätsnorm: Jahresdurchschnittswert)

MQ	4,74 m³/s	B <sub>RW,AFS</sub>	530 g/(ha · a)
	1,49E+08 m³/a		
S <sub>OWK</sub>	1,00 g/m³		
A <sub>E,b,a</sub>	0,21 ha	=10 % des Einzugsgebietes	
η <sub>RWBA,AF563</sub>	-		

**Bypass**

		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	C <sub>sed,OWK</sub>	OWK B <sub>sed,OWK</sub>	Absetz- und Filteranlage η <sub>RWBA,AF563</sub> B <sub>RWBA,ab</sub>		Resultierende Gewässerkonz. C <sub>sed,OWK,RW</sub> ΔC <sub>OWK</sub>		ΔC <sub>OWK</sub> / C <sub>OWK</sub>	Mess-unsicherheit
Anlage 6 OGewV												
Schwermetalle	Cu	160 mg/kg	520 g/(ha · a)	0,81	0 mg/kg	0 g/a	0,00	88 g/a	1 mg/kg	0,6 mg/kg	n/a %	5%
	Zn	800 mg/kg	2000 g/(ha · a)	0,76	0 mg/kg	0 g/a	0,00	319 g/a	2 mg/kg	2,1 mg/kg	n/a %	5%
		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	C <sub>OWK</sub>	OWK B <sub>OWK</sub>	Absetz- und Filteranlage η <sub>RWBA,AF563</sub> B <sub>RWBA,ab</sub>		Resultierende Gewässerkonz. C <sub>OWK,RW</sub> ΔC <sub>OWK</sub>		ΔC <sub>OWK</sub> / C <sub>OWK</sub>	Mess-unsicherheit
Anlage 7 OGewV												
Schwermetalle	Fe	- mg/l	20 kg/(ha · a)	0,97	0,022 mg/l	3.288.574 g/a	0,00	4.200 g/a	0,022 mg/l	0,00003 mg/l	0,13 %	5%
Zehr/Nährstoffe	BSB5*	< 3 mg/l	85 kg/(ha · a)		1,53 mg/l	228.705.379 g/a	0,00	17.850 g/a	1,530 mg/l	0,00012 mg/l	0,01 %	15%
Gewässertyp 2.2	Gesamt-P	≤ 0,1 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0,03 mg/l	4.484.419 g/a	0,00	525 g/a	0,030 mg/l	0,00000 mg/l	0,01 %	10%
	oPO4-P	≤ 0,05 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0 mg/l	0 g/a	0,00	525 g/a	0,000 mg/l	0,00000 mg/l	n/a %	15%
	NH <sub>4</sub> -N	≤ 0,1 mg/l	4 kg/(ha · a)		0,049 mg/l	7.324.551 g/a	0,00	840 g/a	0,049 mg/l	0,00001 mg/l	0,01 %	30%
	TOC	- mg/l	112 kg/(ha · a)		4,44 mg/l	663.694.042 g/a	0,00	23.520 g/a	4,440 mg/l	0,00016 mg/l	0,00 %	10%
Anlage 8 OGewV												
Schwermetalle	Cd	≤ 0,08 µg/l	2,6 g/(ha · a)	0,52	0 µg/l	0 g/a	0,00	0,55 g/a	0,00000 µg/l	0,00000 µg/l	n/a %	5%
	Ni	4 µg/l	190 g/(ha · a)	0,76	0 µg/l	0 g/a	0,00	39,90 g/a	0,00027 µg/l	0,00027 µg/l	n/a %	5%
	Pb*	1,2 µg/l	120 g/(ha · a)	0,9	0 µg/l	0 g/a	0,00	25,20 g/a	0,00017 µg/l	0,00017 µg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthen	0,0063 µg/l	2 g/(ha · a)	0,96	0 µg/l	0 g/a	0,00	0,42 g/a	0,00000 µg/l	0,00000 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,00017 µg/l	0,65 g/(ha · a)	0,97	0 µg/l	0 g/a	0,00	0,14 g/a	0,00000 µg/l	0,00000 µg/l	n/a %	20%
Alkylphenole	Octyphenol	0,1 µg/l	0,2 g/(ha · a)	0,9	0 µg/l	0 g/a	0,00	0,04 g/a	0,00000 µg/l	0,00000 µg/l	n/a %	30%
	DEHP	1,3 µg/l	34 g/(ha · a)	0,89	0 µg/l	0 g/a	0,00	7,14 g/a	0,00005 µg/l	0,00005 µg/l	n/a %	30%
	Anthracen	0,1 µg/l	0,32 g/(ha · a)	0,96	0 µg/l	0 g/a	0,00	0,07 g/a	0,00000 µg/l	0,00000 µg/l	n/a %	20%

### 10.7 Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK – EA 10, Teilstrombehandlung

**Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK**  
(Umweltqualitätsnorm: Zulässige Höchstkonzentration)

MNQ  l/s       $r_{D,T}=r_{72,2}$   l/(s · ha)       $Q_{RW}$   l/s

$A_{E,b,a}$   ha      =90 % des Einzugsgebietes

$\eta_{RWBA,AF563}$

**Teilstrombehandlung - Sedimentation und Filtration**

	ZHK-UQN	hohe Belastung $B_{RW}$	partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		$\frac{\Delta c_{OWK}}{c_{OWK}}$	Mess-unsicherheit	
				$c_{OWK}$	$B_{OWK}$	$\eta_{RWBA}$	$B_{RWBA,ab}$	$c_{OWK,RW}$	$\Delta c_{OWK}$			
Anlage 8 OGewV												
Schwermetalle	Cd	0,45 µg/l	1,20 µg/l	0,52	0 µg/l	0,000 µg/s	0,80	0,61 µg/s	0,0002 µg/l	0,00023 µg/l	n/a %	5%
	Ni	34 µg/l	70,00 µg/l	0,76	0 µg/l	0,000 µg/s	0,80	17,78 µg/s	0,0066 µg/l	0,00657 µg/l	n/a %	5%
	Pb*	14 µg/l	60,00 µg/l	0,9	0 µg/l	0,000 µg/s	0,80	6,35 µg/s	0,0023 µg/l	0,00235 µg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthen	0,12 µg/l	1,00 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,77	1,23 µg/s	0,0005 µg/l	0,00045 µg/l	n/a %	20%
	Anthracen	0,1 µg/l	0,18 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,77	0,22 µg/s	0,0001 µg/l	0,00008 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,27 µg/l	0,36 µg/l	0,97	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,43 µg/s	0,0002 µg/l	0,00016 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[b]fluoranthen	0,17 µg/l	0,60 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,69 µg/s	0,0003 µg/l	0,00025 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[k]fluoranthen	0,17 µg/l	0,30 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,34 µg/s	0,0001 µg/l	0,00013 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[g,h,i]-perylen	0,0082 µg/l	0,70 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,80 µg/s	0,0003 µg/l	0,00030 µg/l	n/a %	20%

Für Cd, Ni und Pb wird lediglich der gelöste Anteil berücksichtigt, für die übrigen Stoffe die Gesamtkonzentration.

### 10.8 Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK – EA 10, Bypass

**Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK**

(Umweltqualitätsnorm: Zulässige Höchstkonzentration)

MNQ  l/s       $r_{D,T}=r_{72,1}$   l/(s · ha)       $Q_{RW}$   l/s

$A_{E,b,a}$   ha      =10 % des Einzugsgebietes

$\eta_{RWBA,AFS63}$

Bypass

	ZHK-UQN	hohe Belastung $B_{RW}$	partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		$\Delta c_{OWK} / c_{OWK}$	Mess-unsicherheit	
				$c_{OWK}$	$B_{OWK}$	$\eta_{RWBA}$	$B_{RWBA,ab}$	$c_{OWK,RW}$	$\Delta c_{OWK}$			
Anlage 8 OGewV												
Schwermetalle	Cd	0,45 µg/l	1,20 µg/l	0,52	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,34 µg/s	0,00 µg/l	0,00013 µg/l	n/a %	5%
	Ni	34 µg/l	70,00 µg/l	0,76	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	9,88 µg/s	0,00 µg/l	0,00366 µg/l	n/a %	5%
	Pb*	14 µg/l	60,00 µg/l	0,9	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	3,53 µg/s	0,00 µg/l	0,00131 µg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthren	0,12 µg/l	1,00 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,59 µg/s	0,0002 µg/l	0,00022 µg/l	n/a %	20%
	Anthracen	0,1 µg/l	0,18 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,11 µg/s	0,0000 µg/l	0,00004 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,27 µg/l	0,36 µg/l	0,97	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,21 µg/s	0,0001 µg/l	0,00008 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[b]fluoranthren	0,17 µg/l	0,60 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,35 µg/s	0,0001 µg/l	0,00013 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[k]fluoranthren	0,17 µg/l	0,30 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,18 µg/s	0,0001 µg/l	0,00007 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[g,h,j]-perylene	0,0082 µg/l	0,70 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,41 µg/s	0,0002 µg/l	0,00015 µg/l	n/a %	20%

Für Cd, Ni und Pb wird lediglich der gelöste Anteil berücksichtigt, für die übrigen Stoffe die Gesamtkonzentration.

### 10.9 Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK – EA 11+12, Teilstrombehandlung

#### Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK

(Umweltqualitätsnorm: Jahresdurchschnittswert)

MQ	4,74	m <sup>3</sup> /s	B <sub>RW,AFS</sub>	530	g/(ha · a)
	1,49E+08	m <sup>3</sup> /a			
S <sub>OWK</sub>	1,00	g/m <sup>3</sup>			
A <sub>E,b,a</sub>	1,44	ha	=90 % des Einzugsgebietes		
η <sub>RWBA,AF563</sub>	0,8				

#### Teilstrombehandlung - Sedimentation und Filtration

		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	C <sub>sedr,OWK</sub>	OWK B <sub>sedr,OWK</sub>	Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		ΔC <sub>OWK</sub> / C <sub>OWK</sub>	Messunsicherheit
							η <sub>RWBA,AF563</sub>	B <sub>RWBA,ab</sub>	C <sub>sed,OWK,RW</sub>	ΔC <sub>OWK</sub>		
Anlage 6 OGewV												
Schwermetalle	Cu	160 mg/kg	520 g/(ha · a)	0,81	0 mg/kg	0 g/a	0,80	121 g/a	1 mg/kg	0,8 mg/kg	n/a %	5%
	Zn	800 mg/kg	2000 g/(ha · a)	0,76	0 mg/kg	0 g/a	0,80	438 g/a	3 mg/kg	2,9 mg/kg	n/a %	5%
		JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	C <sub>OWK</sub>	OWK B <sub>OWK</sub>	Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		ΔC <sub>OWK</sub> / C <sub>OWK</sub>	Messunsicherheit
							η <sub>RWBA,AF563</sub>	B <sub>RWBA,ab</sub>	C <sub>OWK,RW</sub>	ΔC <sub>OWK</sub>		
Anlage 7 OGewV												
Schwermetalle	Fe	- mg/l	20 kg/(ha · a)	0,97	0,022 mg/l	3.288.574 g/a	0,80	5.760 g/a	0,022 mg/l	0,00004 mg/l	0,18 %	5%
Zehr/Nährstoffe	BSB5*	< 3 mg/l	85 kg/(ha · a)		1,53 mg/l	228.705.379 g/a	0,80	24.480 g/a	1,530 mg/l	0,00016 mg/l	0,01 %	15%
Gewässertyp 2.2	Gesamt-P	≤ 0,1 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0,03 mg/l	4.484.419 g/a	0,80	720 g/a	0,030 mg/l	0,00000 mg/l	0,02 %	10%
	oPO4-P	≤ 0,05 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0 mg/l	0 g/a	0,80	720 g/a	0,000 mg/l	0,00000 mg/l	n/a %	15%
	NH <sub>4</sub> -N	≤ 0,1 mg/l	4 kg/(ha · a)		0,049 mg/l	7.324.551 g/a	0,80	1.152 g/a	0,049 mg/l	0,00001 mg/l	0,02 %	30%
	TOC	- mg/l	112 kg/(ha · a)		4,44 mg/l	663.694.042 g/a	0,80	32.256 g/a	4,440 mg/l	0,00022 mg/l	0,00 %	10%
Anlage 8 OGewV												
0												
Schwermetalle	Cd	≤ 0,08 μg/l	2,6 g/(ha · a)	0,52	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,75 g/a	0,00001 μg/l	0,00001 μg/l	n/a %	5%
	Ni	4 μg/l	190 g/(ha · a)	0,76	0 μg/l	0 g/a	0,80	54,72 g/a	0,00037 μg/l	0,00037 μg/l	n/a %	5%
	Pb*	1,2 μg/l	120 g/(ha · a)	0,9	0 μg/l	0 g/a	0,80	34,56 g/a	0,00023 μg/l	0,00023 μg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthren	0,0063 μg/l	2 g/(ha · a)	0,96	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,58 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,00017 μg/l	0,65 g/(ha · a)	0,97	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,19 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%
Alkylphenole	Octylphenol	0,1 μg/l	0,2 g/(ha · a)	0,9	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,06 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	30%
	DEHP	1,3 μg/l	34 g/(ha · a)	0,89	0 μg/l	0 g/a	0,80	9,79 g/a	0,00007 μg/l	0,00007 μg/l	n/a %	30%
	Anthracen	0,1 μg/l	0,32 g/(ha · a)	0,96	0 μg/l	0 g/a	0,80	0,09 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%

### 10.10 Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK – EA 11+12, Bypass

#### Berechnung bezüglich JD\_UQN für OWK

(Umweltqualitätsnorm: Jahresdurchschnittswert)

MQ	4,74 m <sup>3</sup> /s	B <sub>RW,AFS</sub>	530 g/(ha · a)
	1,49E+08 m <sup>3</sup> /a		
S <sub>OWK</sub>	1,00 g/m <sup>3</sup>		
A <sub>E,b,a</sub>	0,16 ha	=10 % des Einzugsgebietes	
η <sub>RWBA,AFS63</sub>	-		

#### Bypass

	JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		Δc <sub>OWK</sub> / c <sub>OWK</sub>	Messunsicherheit	
				c <sub>sed,OWK</sub>	B <sub>sed,OWK</sub>	η <sub>RWBA,AFS63</sub>	B <sub>RWBA,ab</sub>	c <sub>sed,OWK,RW</sub>	Δc <sub>OWK</sub>			
Anlage 6 OGewV												
Schwermetalle	Cu	160 mg/kg	520 g/(ha · a)	0,81	0 mg/kg	0 g/a	0,00	67 g/a	0 mg/kg	0,5 mg/kg	n/a %	5%
	Zn	800 mg/kg	2000 g/(ha · a)	0,76	0 mg/kg	0 g/a	0,00	243 g/a	2 mg/kg	1,6 mg/kg	n/a %	5%
	JD-UQN	mittlere Belastung B <sub>RW</sub>	partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		Δc <sub>OWK</sub> / c <sub>OWK</sub>	Messunsicherheit	
				c <sub>OWK</sub>	B <sub>OWK</sub>	η <sub>RWBA,AFS63</sub>	B <sub>RWBA,ab</sub>	c <sub>OWK,RW</sub>	Δc <sub>OWK</sub>			
Anlage 7 OGewV												
Schwermetalle	Fe	- mg/l	20 kg/(ha · a)	0,97	0,022 mg/l	3.288.574 g/a	0,00	3.200 g/a	0,022 mg/l	0,00002 mg/l	0,10 %	5%
Zehr/Nährstoffe	BSB5*	< 3 mg/l	85 kg/(ha · a)		1,53 mg/l	228.705.379 g/a	0,00	13.600 g/a	1,530 mg/l	0,00009 mg/l	0,01 %	15%
Gewässertyp 2.2	Gesamt-P	≤ 0,1 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0,03 mg/l	4.484.419 g/a	0,00	400 g/a	0,030 mg/l	0,00000 mg/l	0,01 %	10%
	oPO4-P	≤ 0,05 mg/l	2,5 kg/(ha · a)		0 mg/l	0 g/a	0,00	400 g/a	0,000 mg/l	0,00000 mg/l	n/a %	15%
	NH <sub>4</sub> -N	≤ 0,1 mg/l	4 kg/(ha · a)		0,049 mg/l	7.324.551 g/a	0,00	640 g/a	0,049 mg/l	0,00000 mg/l	0,01 %	30%
	TOC	- mg/l	112 kg/(ha · a)		4,44 mg/l	663.694.042 g/a	0,00	17.920 g/a	4,440 mg/l	0,00012 mg/l	0,00 %	10%
Anlage 8 OGewV												
0												
Schwermetalle	Cd	≤ 0,08 μg/l	2,6 g/(ha · a)	0,52	0 μg/l	0 g/a	0,00	0,42 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	5%
	Ni	4 μg/l	190 g/(ha · a)	0,76	0 μg/l	0 g/a	0,00	30,40 g/a	0,00020 μg/l	0,00020 μg/l	n/a %	5%
	Pb*	1,2 μg/l	120 g/(ha · a)	0,9	0 μg/l	0 g/a	0,00	19,20 g/a	0,00013 μg/l	0,00013 μg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthren	0,0063 μg/l	2 g/(ha · a)	0,96	0 μg/l	0 g/a	0,00	0,32 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,00017 μg/l	0,65 g/(ha · a)	0,97	0 μg/l	0 g/a	0,00	0,10 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%
Alkylphenole	Octylphenol	0,1 μg/l	0,2 g/(ha · a)	0,9	0 μg/l	0 g/a	0,00	0,03 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	30%
	DEHP	1,3 μg/l	34 g/(ha · a)	0,89	0 μg/l	0 g/a	0,00	5,44 g/a	0,00004 μg/l	0,00004 μg/l	n/a %	30%
	Anthracen	0,1 μg/l	0,32 g/(ha · a)	0,96	0 μg/l	0 g/a	0,00	0,05 g/a	0,00000 μg/l	0,00000 μg/l	n/a %	20%

### 10.11 Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK – EA 11+12, Teilstrombehandlung

#### Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK

(Umweltqualitätsnorm: Zulässige Höchstkonzentration)

MNQ  l/s  $r_{D,T=r_{72,t}}$   l/(s · ha)  $Q_{RW}$   l/s

$A_{E,b,a}$   ha =90 % des Einzugsgebietes

$\eta_{RWBA,AF563}$

Teilstrombehandlung - Sedimentation und Filtration

	ZHK-UQN	hohe Belastung		partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		$\Delta c_{OWK} / c_{OWK}$	Messunsicherheit
		$B_{RW}$			$c_{OWK}$	$B_{OWK}$	$\eta_{RWBA}$	$B_{RWBA,ab}$	$c_{OWK,RW}$	$\Delta c_{OWK}$		
Anlage 8 OGewV												
Schwermetalle	Cd	0,45 µg/l	1,20 µg/l	0,52	0 µg/l	0,000 µg/s	0,80	0,46 µg/s	0,00 µg/l	0,00017 µg/l	n/a %	5%
	Ni	34 µg/l	70,00 µg/l	0,76	0 µg/l	0,000 µg/s	0,80	13,55 µg/s	0,01 µg/l	0,00501 µg/l	n/a %	5%
	Pb*	14 µg/l	60,00 µg/l	0,9	0 µg/l	0,000 µg/s	0,80	4,84 µg/s	0,00 µg/l	0,00179 µg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthen	0,12 µg/l	1,00 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,77	0,94 µg/s	0,0003 µg/l	0,00035 µg/l	n/a %	20%
	Anthracen	0,1 µg/l	0,18 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,77	0,17 µg/s	0,0001 µg/l	0,00006 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,27 µg/l	0,36 µg/l	0,97	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,33 µg/s	0,0001 µg/l	0,00012 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[b]fluoranthen	0,17 µg/l	0,60 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,52 µg/s	0,0002 µg/l	0,00019 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[k]fluoranthen	0,17 µg/l	0,30 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,26 µg/s	0,0001 µg/l	0,00010 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[g,h,j]-perylen	0,0082 µg/l	0,70 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,78	0,61 µg/s	0,0002 µg/l	0,00023 µg/l	n/a %	20%

Für Cd, Ni und Pb wird lediglich der gelöste Anteil berücksichtigt, für die übrigen Stoffe die Gesamtkonzentration.

### 10.12 Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK – EA 11+12, Bypass

**Berechnung bezüglich ZHK\_UQN für OWK**

(Umweltqualitätsnorm: Zulässige Höchstkonzentration)

MNQ  l/s  $r_{D,T}=r_{72,t}$   l/(s · ha)  $Q_{RW}$   l/s

$A_{E,b,a}$   ha =10 % des Einzugsgebietes

$\eta_{RWBA,AF563}$

Bypass

	ZHK-UQN	hohe Belastung		partikulärer Anteil	OWK		Absetz- und Filteranlage		Resultierende Gewässerkonz.		$\frac{\Delta c_{OWK}}{c_{OWK}}$	Messunsicherheit
		$B_{RW}$			$c_{OWK}$	$B_{OWK}$	$\eta_{RWBA}$	$B_{RWBA,ab}$	$c_{OWK,RW}$	$\Delta c_{OWK}$		
Anlage 8 OGewV												
Schwermetalle	Cd	0,45 µg/l	1,20 µg/l	0,52	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,26 µg/s	0,00 µg/l	0,00010 µg/l	n/a %	5%
	Ni	34 µg/l	70,00 µg/l	0,76	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	7,53 µg/s	0,00 µg/l	0,00279 µg/l	n/a %	5%
	Pb*	14 µg/l	60,00 µg/l	0,9	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	2,69 µg/s	0,00 µg/l	0,00100 µg/l	n/a %	5%
PAK	Fluoranthren	0,12 µg/l	1,00 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,45 µg/s	0,0002 µg/l	0,00017 µg/l	n/a %	20%
	Anthracen	0,1 µg/l	0,18 µg/l	0,96	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,08 µg/s	0,0000 µg/l	0,00003 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[a]pyren*	0,27 µg/l	0,36 µg/l	0,97	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,16 µg/s	0,0001 µg/l	0,00006 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[b]fluoranthren	0,17 µg/l	0,60 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,27 µg/s	0,0001 µg/l	0,00010 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[k]fluoranthren	0,17 µg/l	0,30 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,13 µg/s	0,0000 µg/l	0,00005 µg/l	n/a %	20%
	Benzo[g,h,j]-perylen	0,0082 µg/l	0,70 µg/l	0,98	0 µg/l	0,000 µg/s	0,00	0,31 µg/s	0,0001 µg/l	0,00012 µg/l	n/a %	20%

Für Cd, Ni und Pb wird lediglich der gelöste Anteil berücksichtigt, für die übrigen Stoffe die Gesamtkonzentration.



**FRÄNKISCHE**

**Emissionsbezogene Bewertung und Auslegung von Regenwasserbehandlungsanlagen von FRÄNKISCHE nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer Grundlage sind Regenreihen der Stadt Mühldorf am Inn, aus den Jahren 1961 bis 2006 \***

<b>Bemessungswerte</b>			
angeschlossene befestigte Fläche	$A_{b,a}$	2,1350	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$B_{R,a,AFS63}$	1.381,37	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$b_{R,a,AFS63}$	647,01	kg/(ha·a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme	$\eta_{\text{erf}}$	56,72	%

**erforderliche Behandlungsanlage(n) gemäß DWA-A 102-2/BWK-A 3-2, Pkt. 6.1.3.4**

**SediPipe L plus 600/24 (mit Bypass), 3 Stück**

Die Bemessung der Behandlungsanlage erfolgt nach Abschnitt 6.2 des DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für eine kritische Regenspende von  $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l/(s·ha)}$ . Ein entsprechender Beckenüberlauf vor der Behandlungsanlage ist vorzusehen. Die Gestaltung des Beckenüberlaufs kann aufgrund der Funktionsweise von SediPipe mit geringem baulichen Aufwand realisiert werden. Sprechen Sie uns hierzu gerne an.

angeschlossene befestigte Fläche je Behandlungsanlage	$A_{b,a,\text{SediPipe}}$	0,7117	ha
Wirksamkeit des Stoffrückhalts der Behandlungsanlage(n)	$\eta_{\text{ges}}$	57,07	%

**Ergebnis der Bemessung gemäß DWA-A 102-2/BWK-A 3-2, Pkt. 5.2.3.2**

flächenspezifischer jährlicher Stoffaustrag AFS63 durch Regenwasserabfluss nach der Behandlung	$b_{R,e,AFS63}$	277,76	kg/(ha·a)
zulässiger flächenspezifischer jährlicher Stoffaustrag AFS63 durch Regenwasserabflüsse	$b_{R,e,zul,AFS63}$	280,00	kg/(ha·a)

<b>Nachweis:</b>	$b_{R,e,AFS63}$	$\leq$	$b_{R,e,zul,AFS63}$	
	<b>277,76 kg/(ha·a)</b>	$\leq$	<b>280,00 kg/(ha·a)</b>	<b>= Nachweis erfüllt.</b>

Der Typ sowie die notwendige Anzahl der Behandlungsanlage(n) werden nach Abschnitt 6.1.3.4 des DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 unter Verwendung des Nachweisverfahrens (Abs. 8, DWA-A 102-2/BWK-A 3-2) ermittelt. Das hierzu genutzte Verweilzeitverfahren wurde ausschließlich für Sedimentationsanlagen vom Typ SediPipe der Fa. FRÄNKISCHE ROHRWERKE entwickelt. Merkmale des Modells sind die Berechnung der Verweilzeit des zum Zeitpunkt t überlaufenden Wassers an Stelle einer stationären Oberflächenbeschickung und der Ansatz des Sedimentationsvorgangs abhängig von dieser Verweilzeit sowie schließlich eine Langzeitsimulation. Dieses Modell berücksichtigt grundlegend die spezielle Strömungstrenner-Technologie von FRÄNKISCHE, die eine optimierte Ausgestaltung der Anlage zur Ausbildung der essentiell erforderlichen Pfropfenströmung nebst Batch-Verhalten ermöglicht. Das Modell wurde an zahlreichen großtechnischen Laborprüfungen und In-Situ-Untersuchungen validiert und in Fachkreisen publiziert. Bei Fragen zum Verweilzeitverfahren sprechen Sie uns gerne an.



Seite: 2 von 2  
 FRÄNKISCHE Rohrerwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG  
 Hauptsitz: Hellinger Straße 1 | 97486 Königsberg/Bayern | Postanschrift: Postfach 40 | 97484 Königsberg/Bayern | AG Bamberg HRA 7042  
 Telefon +49 9525 88-0 | Fax +49 9525 88-9290122 | Technik-Drainage@fraenkische.de | www.fraenkische.com



**Emissionsbezogene Bewertung und Auslegung von Regenwasserbehandlungsanlagen von FRÄNKISCHE nach DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für die Einleitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer Grundlage sind Regenreihen der Stadt Mühldorf am Inn, aus den Jahren 1961 bis 2006 \***

<b>Bemessungswerte</b>			
angeschlossene befestigte Fläche	$A_{b,a}$	1,3534	ha
jährlicher Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$B_{R,a,AFS63}$	728,89	kg/a
flächenspezifischer Stoffabtrag AFS63 des betrachteten Gebietes	$b_{R,a,AFS63}$	538,56	kg/(ha·a)
erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme	$\eta_{\text{erf}}$	48,01	%

**erforderliche Behandlungsanlage(n) gemäß DWA-A 102-2/BWK-A 3-2, Pkt. 6.1.3.4**

**SediPipe L 600/24 (mit Bypass), 2 Stück**

Die Bemessung der Behandlungsanlage erfolgt nach Abschnitt 6.2 des DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 für eine kritische Regenspende von  $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l/(s·ha)}$ . Ein entsprechender Beckenüberlauf vor der Behandlungsanlage ist vorzusehen. Die Gestaltung des Beckenüberlaufs kann aufgrund der Funktionsweise von SediPipe mit geringem baulichen Aufwand realisiert werden. Sprechen Sie uns hierzu gerne an.

angeschlossene befestigte Fläche je Behandlungsanlage	$A_{b,a,\text{SediPipe}}$	0,6767	ha
Wirksamkeit des Stoffrückhalts der Behandlungsanlage(n)	$\eta_{\text{ges}}$	57,91	%

**Ergebnis der Bemessung gemäß DWA-A 102-2/BWK-A 3-2, Pkt. 5.2.3.2**

flächenspezifischer jährlicher Stoffaustrag AFS63 durch Regenwasserabfluss nach der Behandlung	$b_{R,e,AFS63}$	226,67	kg/(ha·a)
zulässiger flächenspezifischer jährlicher Stoffaustrag AFS63 durch Regenwasserabflüsse	$b_{R,e,zuLAFS63}$	280,00	kg/(ha·a)

<b>Nachweis:</b>	$b_{R,e,AFS63}$	$\leq$	$b_{R,e,zuLAFS63}$	
	<b>226,67 kg/(ha·a)</b>	$\leq$	<b>280,00 kg/(ha·a)</b>	<b>= Nachweis erfüllt.</b>

Der Typ sowie die notwendige Anzahl der Behandlungsanlage(n) werden nach Abschnitt 6.1.3.4 des DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 unter Verwendung des Nachweisverfahrens (Abs. 8, DWA-A 102-2/BWK-A 3-2) ermittelt.

Das hierzu genutzte Verweilzeitverfahren wurde ausschließlich für Sedimentationsanlagen vom Typ SediPipe der Fa. FRÄNKISCHE ROHRWERKE entwickelt. Merkmale des Modells sind die Berechnung der Verweilzeit des zum Zeitpunkt  $t$  überlaufenden Wassers an Stelle einer stationären Oberflächenbeschickung und der Ansatz des Sedimentationsvorgangs abhängig von dieser Verweilzeit sowie schließlich eine Langzeitsimulation. Dieses Modell berücksichtigt grundlegend die spezielle Strömungstrenner-Technologie von FRÄNKISCHE, die eine optimierte Ausgestaltung der Anlage zur Ausbildung der essentiell erforderlichen Pfropfenströmung nebst Batch-Verhalten ermöglicht.

Das Modell wurde an zahlreichen großtechnischen Laborprüfungen und In-Situ-Untersuchungen validiert und in Fachkreisen publiziert. Bei Fragen zum Verweilzeitverfahren sprechen Sie uns gerne an.

Seite: 2 von 2  
 FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG  
 Hauptsitz: Hellingner Straße 1 | 97486 Königsberg/Bayern | Postanschrift: Postfach 40 | 97484 Königsberg/Bayern | AG Bamberg HRA 7042  
 Telefon +49 9525 88-0 | Fax +49 9525 88-9290122 | Technik-Drainage@fraenkische.de | www.fraenkische.com

## 10.15 Einleitungsstelle ÜK1/E1– Auflistung der Flächen (EA10)

## Einzugsflächen Einleitungsstelle ÜK/E1

EA	Nr.	Herkunft	Fläche AE [m <sup>2</sup> ]	psi [-]	Au [m <sup>2</sup> ]	Fb	Gb	Kategorie DWA-A 102-2
10	A1	B2alt	338	1	338	283	55	III
	A2	B2alt	516	1	516	351	165	III
	A3	B2alt	402	1	402	247	155	III
	A4	B2alt	551	1	551	346	205	III
	A5	B2alt	436	1	436	301	135	III
	A6	B2alt	290	1	290	130	160	III
	A7	B2alt	304	1	304	229	75	III
	A8	B2alt	396	1	396	310	86	III
	A9	B2alt	356	1	356	271	85	III
	A10	B2alt	440	1	440	340	100	III
	A11	B2alt	440	1	440	342	98	III
	A12	B2alt	215	1	215	172	43	III
	A13	B2alt	380	1	383	307	77	III
	A14	B2alt	214	1	214	160	54	III
	A15	B2alt	352	1	352	292	60	III
	A16	B2alt	189	1	189	169	20	III
	A17	B2/Leutst	585	1	585	443	142	III
	A18	B2/Leutst	350	1	350	312	38	III
	A19	B2alt	286	1	286	216	70	III
	A20	B2alt	177	1	177	177	-	III
	A21	Leutst	347	1	347	287	60	II
	A22	Rampe li	345	1	345	305	40	II
	A23	Rampe re	176	1	176	136	40	II
	A24	B2 Trog	979	1	979	979	-	III
	A25	Rampe re	213	1	213	168	45	II
	A26	Rampe li	320	1	320	268	52	II
	A27	Rampe re	197	1	197	149	48	II
	A28	Rampe li	306	1	306	254	52	II
	A29	Rampe re	423	1	423	337	86	II
	A30	Rampe li	338	1	338	270	68	II
	A31	B2	361	1	361	327	34	III
	A32	DB rechts	610	0,83	506			I
	A33	B2	575	1	575	515	60	III
	A34	Seilerweg	188	1	188	188	-	I
	A35	B2	323	1	323	263	60	III
	A36	B2	292	1	292	236	56	III
	A37	B2	342	1	342	276	66	III
	A38	B2	1142	1	1142	967	175	III
	A39	B2	4540	1	4540	3795	745	III
	A40	Uhdestraß	1865	0,9	1679	1342,8	335,7	II
	A41	Moosstraß	463	1	463	370	93	II
	<b>Summe</b>		<b>21.562</b>		<b>21.275</b>	<b>16.831</b>	<b>3.939</b>	
			<b>798</b>		<b>694</b>	<b>188</b>		I
			<b>4.993</b>		<b>4.807</b>	<b>3.887</b>	<b>920</b>	II/I
			<b>15.771</b>		<b>15.774</b>	<b>12.756</b>	<b>3.019</b>	III/II

**10.16 Einleitungsstelle E2– Auflistung der Flächen (EA11 und EA12)**

Einzugsflächen Einleitungsstelle E2							
EA	Nr.	Herkunft	Fläche AE [m²]	psi [-]	Au [m²]	Kategorie DWA-A 102-2	Art der Vorbehandlung
11	B01	Perchastraße	3310	0,9	2979	I	Teilstrom mit Bypass $r_{krit}=15 \text{ l/(s x ha)}$ / Sedimentation + Adsorption DIBt: Z-84.2-11
	B02	Schiffhüttenweg	1820	0,9	1638	I	
	B03	B2	6080	1	6080	III	
	B04	Petersbrunner Str	2324	1	2324	II	
<b>Teilsumme</b>			<b>13.534</b>		<b>13.021</b>		
12	C01	B2	300	1	300	III	Vollstrom $r_{krit} = r_{15,1}$ / Adsorption DIBt: Z-84.2-22
	C02	B2	650	1	650	III	
	C03	B2	580	1	580	III	
	C04	B2	600	1	600	III	
	C05	B2	400	1	400	III	breitflächiger Abfluss über Dammschulter $r_{krit}= 15 \text{ l/(s x ha)}$
	C06	B2	700	1	700	III	
<b>Teilsumme</b>			<b>3.230</b>		<b>3.230</b>		
<b>Gesamstumme</b>			<b>16.764</b>		<b>16.251</b>		

**10.17 Einleitungsstellen – Auflistung der Einleitmengen**

Einleitungs- stelle	Entwässerungs- abschnitt	Einzugsfläche $A_U$	Einleitmenge $Q \text{ [l/s]}$	Bemessungs- regen $r_{D,T} = r_{15,1} =$ $\text{[l/(s·ha)}$
<b>E1/ÜK1</b>	EA10	2,1	<b>290</b>	138,3
<b>E2</b>	EA11	1,3	180	138,3
	EA12	0,3	41,5	138,3
		<b>Summe</b>	<b>221,5</b>	