

Stadt Nürnberg
Servicebetrieb Öffentlicher Raum

Kreuzungsfreier Ausbau Frankenschnellweg

DECKBLATT

Unterlage ersetzt Unterlage M 13.2.1

Unterlage M 13.2.1 Ä

- Ergebnisse wassertechnischer Untersuchungen -
- Entwässerung Tunnel -

aufgestellt:
Stadt Nürnberg
Servicebetrieb Öffentlicher Raum
Nürnberg, den 20.02.2019



Bretschneider
Baudirektorin

Inhalt

1	Allgemeines	2
2	Entwässerungsabschnitte Tunnel	2
2.1	Entwässerungsbereich 1 (Tunnel-Trog)	2
2.2	Entwässerungsbereich 2 (Tunnel-Trog)	3
2.3	Entwässerungsbereich 4 (Betriebsgelände)	3
3	Einzugsflächen	3
4	Entwässerung Trog und Tunnel (Bereich 1)	4
4.1	Anfallende Wassermengen	4
4.1.1	Niederschlagswasser	4
4.1.2	Eingeschlepptes Niederschlagswasser	6
4.1.3	Reinigungswasser	6
4.1.4	Löschwasser	6
4.1.5	bei Havarien austretende Flüssigkeiten	6
4.2	Trog- und Tunnelentwässerung	6
4.2.1	Schlitzrinnen, Sammelleitungen	6
4.2.2	Rückhaltebecken	7
5	Entwässerung Betriebsgelände	8
6	Gesamtableitungsmenge	8

1 Allgemeines

Die Entwässerung wurde nach dem ATV-DVWK-Regelwerk Merkblatt M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ (Stand 08/2007), den ATV-Regelwerken A 117 „Richtlinien für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken“ (Stand 02/2004) sowie den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-EW 2005) entworfen. Zusätzlich wurde die RABT 2006 (Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln) und der in der Länderfassung abgestimmte Entwurf der RABT mit Stand 30.3.2016 beachtet.

Grundsätzlich wird unbelastetes Oberflächenwasser insbesondere von den Freiflächen des Betriebsgebäudes im umliegenden Gelände breitflächig versickert.

Soweit hydraulisch und bautechnisch möglich sowie wirtschaftlich sinnvoll, wird das anfallende Oberflächenwasser getrennt vom Tunnel gefasst und wie bisher in die Kanalisation abgeleitet (s. Unterlage M 13.2.2 Ä). Als Vorflut steht im näheren Bereich nur das öffentliche Kanalnetz zur Verfügung.

Die Versickerung von im Tunnel anfallendem Wasser wird aus Gründen des Gewässerschutzes und der Tunnelsicherheit nicht vorgesehen.

Aufgrund der Tiefenlage der Tunnel- und Trogstrecken sind Hebeanlagen notwendig. Die Forderungen des Betreibers des öffentlichen Kanalnetzes sehen in diesem Fall eine Hebung des anfallenden Wassers über Geländeniveau und anschließende Ableitung im Freispiegelgefälle vor.

Gemäß RABT und ZTV-ING sind die Entwässerungssysteme des Tunnels und der Trogbereiche möglichst zu trennen. Aufgrund der Tiefenlage der Trogbereiche in Relation zu den vorhandenen Vorflutern wären dementsprechend an allen Ein- und Ausfahrtsportalen Rückhalteeinrichtungen und Hebeanlagen erforderlich.

Da die Trogbereiche in ihrer Längenausdehnung nur relativ kurz sind und so nur geringe zusätzliche Wassermengen durch den Tunnel geführt werden müssen, wird von der Empfehlung der RABT abgewichen. Es erfolgt keine entwässerungstechnische Trennung zwischen Trog und Tunnelbereichen. Die Sammelleitungen des Tunnels und die Volumina der Rückhaltebecken werden so ausreichend dimensioniert, dass die sichere Ableitung des anfallenden Wassers gewährleistet ist. Die durch die verschiedenen Einleitpunkte entstehenden Entwässerungsbereiche werden im Folgenden getrennt beschrieben.

2 Entwässerungsabschnitte Tunnel

2.1 Entwässerungsbereich 1 (Tunnel-Trog)

Alle innerhalb des Tunnels und der Trogstrecken anfallenden Flüssigkeiten werden durch die Fahrbahnquerneigung in der jeweils am tieferliegenden Fahrbahnrand liegenden Schlitzrinne gefasst und über Sammelleitungen dem Rückhaltebecken zugeführt. Der Tiefpunkt des Tunnelbauwerkes liegt innerhalb der bergmännischen Tunnelröhren bei km 1+788,5 (Fahrtrichtung Hafen) bzw. 1+790,5 (Fahrtrichtung Fürth). Dort werden auch die Rückhaltebecken unterhalb der Fahrbahn errichtet. In jeder Röhre wird ein Rückhaltebecken mit Pumpenanlage angeordnet.

Die Pumpenanlagen heben das anfallende Wasser über eine Druckleitung im Tunnel bis zum Betriebsgebäude Mitte und von dort mittels Steigleitung auf Geländeniveau. Von dort wird im Freispiegelgefälle in Richtung südlicher Spitze des Gleisdreieckes entwässert. Dort

wird ein neuer Anschlussschacht in den vorhandenen Abwasserhauptsammler der Stadtentwässerung integriert.

Die Dimensionierung beider Anlagen erfolgt für einen 5-minütigen, 20-jährlichen Regen.

2.2 Entwässerungsbereich 2 (Tunnel-Trog)

Der zweite Tiefpunkt entfällt aufgrund der Gradientenänderung.

2.3 Entwässerungsbereich 4 (Betriebsgelände)

Das auf den befestigten Flächen des Betriebsgeländes anfallende Regenwasser wird über die Querneigung der Flächen und die anschließenden Bankette entwässert und auf den angrenzenden Grünflächen versickert. Die Modellierung der Grünflächen soll ein Gefälle vom Betriebsgebäude weg vorsehen.

3 Einzugsflächen

Für die einzelnen Teilflächen sind die in folgender Tabelle zusammengefassten Wassermengen bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Teilfläche	Fläche $A_{E,i}$ [ha]	Einleitpunkt
Trog West (Fahrtrichtung Hafen)	0,169	Gleisdreieck Mitte
Trog West (Fahrtrichtung Fürth)	0,169	Gleisdreieck Mitte
Einfahrt Landgrabenstraße (Achse 10200)	0,043	Gleisdreieck Mitte
Ausfahrt Landgrabenstraße (Achse 10100)	0,095	Gleisdreieck Mitte
Ausfahrt Südstadt (Achse 10300)	0,085	Gleisdreieck Mitte
Einfahrt Südstadt (Achse 10400)	0,060	Gleisdreieck Mitte
Vorfeld Süd (Fahrtrichtung Fürth)	0,120	Gleisdreieck Mitte
Vorfeld Süd (Fahrtrichtung Hafen)	0,240	Gleisdreieck Mitte
Summe	0,981	

4 Entwässerung Trog und Tunnel (Bereich 1)

4.1 Anfallende Wassermengen

4.1.1 Niederschlagswasser

Für die Bemessung der Anlagenteile der Entwässerung wurde der Regenabfluss Q_R ermittelt. Er ist wie folgt definiert:

$$Q_R = r_{D,T} * \psi_s * A_{E,i}$$

Die maßgebende Niederschlagsmenge für den Raum Nürnberg wurde anhand der KOSTRA-Tabellen des Deutschen Wetterdienstes bestimmt (siehe Anlage 1, Seite 5).

Gemäß RAS-Ew ist für Trogstrecken ein Bemessungsniederschlag mit der Häufigkeit von 0,1-0,05 (10- bis 20-jähriges Ereignis) zu wählen. Für die Bemessung der Tunnel und Trogstrecken wird deshalb von einem 20-jährigen Ereignis ausgegangen. Für die maßgebende Niederschlagsdauer wird gemäß RAS-Ew für Trogstrecken ein 5-min Regen empfohlen.

Bei Benutzung der KOSTRA-Tabellen soll ein Toleranzbetrag berücksichtigt werden.

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

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

Berücksichtigung finden.

Tabelle: Auszug KOSTRA-DWD

Im vorliegenden Fall wird eine Toleranz von ± 15% angesetzt, d.h. die Regenspenden werden um den Faktor 1,15 erhöht. Der Abflussbeiwert für die Fahrbahn wird gemäß RAS-Ew mit $\psi_s = 0,9$ angesetzt. Somit ergibt sich für den Regenabfluss Q_R

$$Q_R = 1,15 * 439,9 * 0,9 * A_{E,i} = 455,30 \text{ l/(s * ha)} * A_{E,i}$$

und damit für den Bereich Mitte 447 l/s.

Die maßgebende Niederschlagsmenge für den Raum Nürnberg wurde anhand der KOSTRA-Tabellen des Deutschen Wetterdienstes bestimmt (siehe unten).

KOSTRA-DWD 2010

Deutscher Wetterdienst - Hydrometeorologie -



Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010

Rasterfeld : Spalte: 44, Zeile: 75,
Ortsname : Nürnberg (BY)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	hN 1 a	rN 1 a	hN 2 a	rN 2 a	hN 3 a	rN 3 a	hN 5 a	rN 5 a	hN 10 a	rN 10 a	hN 20 a	rN 20 a	hN 50 a	rN 50 a	hN 100 a	rN 100 a
5 min	5,4	179,5	7,2	239,8	8,3	275,0	9,6	319,4	11,4	379,7	13,2	439,9	15,6	519,6	17,4	579,8
10 min	8,4	139,4	10,8	180,6	12,3	204,7	14,1	235,1	16,6	276,3	19,1	317,6	22,3	372,1	24,8	413,3
15 min	10,2	113,9	13,2	146,9	15,0	166,2	17,2	190,6	20,1	223,6	23,1	256,6	27,0	300,3	30,0	333,3
20 min	11,6	96,3	14,9	124,5	16,9	141,0	19,4	161,8	22,8	190,0	26,2	218,2	30,7	255,6	34,1	283,8
30 min	13,2	73,6	17,3	96,2	19,7	109,4	22,7	126,0	26,8	148,6	30,8	171,2	36,2	201,1	40,3	223,7
45 min	14,7	54,3	19,6	72,4	22,4	83,0	26,0	96,4	30,9	114,5	35,8	132,6	42,3	156,5	47,1	174,6
60 min	15,5	43,1	21,1	58,5	24,3	67,6	28,4	79,0	34,0	94,4	39,6	109,9	46,9	130,4	52,5	145,8
90 min	17,3	32,0	23,6	43,7	27,3	50,5	31,9	59,1	38,2	70,8	44,6	82,5	52,9	98,0	59,2	109,7
2 h	18,6	25,9	25,5	35,5	29,6	41,1	34,7	48,2	41,6	57,7	48,5	67,3	57,6	80,0	64,5	89,6
3 h	20,8	19,2	28,6	26,5	33,2	30,7	38,9	36,1	46,8	43,3	54,6	50,6	65,0	60,1	72,8	67,4
4 h	22,4	15,6	31,0	21,5	36,0	25,0	42,3	29,4	50,8	35,3	59,4	41,3	70,7	49,1	79,3	55,1
6 h	25,0	11,6	34,7	16,0	40,3	18,7	47,5	22,0	57,2	26,5	66,9	31,0	79,8	36,9	89,5	41,4
9 h	27,8	8,6	38,8	12,0	45,2	14,0	53,4	16,5	64,4	19,9	75,4	23,3	89,9	27,8	101,0	31,2
12 h	30,0	6,9	42,0	9,7	49,1	11,4	58,0	13,4	70,0	16,2	82,0	19,0	98,0	22,7	110,0	25,5
18 h	33,3	5,1	45,4	7,0	52,5	8,1	61,4	9,5	73,6	11,4	85,7	13,2	101,7	15,7	113,9	17,6
24 h	35,8	4,1	48,0	5,6	55,2	6,4	64,1	7,4	76,3	8,8	88,5	10,2	104,6	12,1	116,8	13,5
48 h	42,8	2,5	55,1	3,2	62,4	3,6	71,4	4,1	83,8	4,8	96,1	5,6	112,4	6,5	124,7	7,2
72 h	47,5	1,8	59,9	2,3	67,2	2,6	76,3	2,9	88,8	3,4	101,2	3,9	117,6	4,5	130,0	5,0

Legende

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

Für die Berechnung wurden folgende Klassenfaktoren verwendet:

Wiederkehrintervall	15 min	60 min	12 h	72 h
1 a	0,50	0,50	0,50	0,50
100 a	0,50	0,50	0,50	0,50

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

- bei $0,5 \text{ a} \leq T \leq 5 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10\%$,
- bei $5 \text{ a} < T \leq 50 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15\%$,
- bei $50 \text{ a} < T \leq 100 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20\%$

Berücksichtigung finden.



KOSTRA-DWD 2010 3.1.2 · Copyright © itwh GmbH 2016 · itwh · Engelbosteler Damm 22 · D-30167 Hannover · www.itwh.de

4.1.2 Eingeschlepptes Niederschlagswasser

Von den Trogbereichen wird Niederschlagswasser in den Tunnel eingeschleppt. Da eine getrennte Entwässerung von Trog- und Tunnelbereichen nicht vorgenommen wird, stellt auch für den Tunnel der Oberflächenabfluss aus Niederschlag die maßgebende Wassermenge dar. Das eingeschleppte Niederschlagswasser ist im Vergleich zum Oberflächenabfluss vernachlässigbar gering.

4.1.3 Reinigungswasser

Die anfallenden Wassermengen durch Reinigungswasser sind für die Bemessung der Entwässerungsanlagen nicht maßgebend und müssen hier deshalb nicht berücksichtigt werden.

4.1.4 Löschwasser

Gemäß RABT soll ein Rückhalteraum zum Auffangen von Schadflüssigkeiten vorgesehen werden. Für den Störfall ist dabei am jeweiligen Tiefpunkt ein Becken mit einem Stauvolumen von ca. 100 m³ (72 m³ Löschwasser + ca. 30 m³ Tankinhalt) erforderlich.

Gemäß Abstimmung mit der Feuerwehr der Stadt Nürnberg soll aufgrund der besonderen Charakteristik des Tunnels eine erhöhte Löschwassermenge von 2 x 72 m³ vorgehalten werden. Diese ist somit auch in den Rückhaltebecken aufzufangen.

4.1.5 bei Havarien austretende Flüssigkeiten

Flüssigkeiten aus Havarien müssen aufgefangen werden. Für die Bemessung des Rückhalterumes wurde ein Volumen entsprechend einem Tankinhalt von ca. 30 m³ angesetzt. Diese Menge ist bereits unter Löschwasser im vorherigen Abschnitt enthalten und muss nicht separat berücksichtigt werden.

Havariewasser wird grundsätzlich in oberflächennahe Schächte (8 m³), an den Pumpstationen gepumpt und von dort sukzessive mittels Saugwagen entsorgt. Für die Havarieentleerung steht je Pumpstation eine Havariepumpe zur Verfügung.

4.2 Trog- und Tunnelentwässerung

Die Bemessung der Trog- und Tunnelentwässerung erfolgt für einen 5-minütigen, 20-jährlichen Regen.

4.2.1 Schlitzrinnen, Sammelleitungen

Die Schlitzrinnen im Tunnel und in den Trögen werden in Abständen von < 50 m abgeschottet. Die hierdurch entstehenden Rinnenabschnitte müssen die anfallenden Wassermengen aufnehmen, die dann in die Hauptentwässerungsleitung weitergeleitet werden. Diese Sammelleitungen führen im Freispiegelgefälle in die beiden Rückhaltebecken zugeführt und dort mittels Hebeanlagen in die öffentliche Kanalisation abgeleitet. Je Fahrtrichtung wird eine Sammelleitung in der Sohle des Tunnelbauwerkes vorgesehen.

4.2.2 Rückhaltebecken

Im Regelfall fließt das anfallende Oberflächenwasser den beiden Rückhaltebecken am Tiefpunkt in jeder Röhre zu und wird dort mittels Pumpen (Drosselabfluss $2 \times 30 \text{ l/s}$) abgeleitet.

Aufgrund der besonderen Charakteristik des Tunnels Frankenschnellweg kann sich eine Überlagerung von Oberflächenwasser und im Falle von Havarien auftretendem Schadwasser einstellen.

Für diesen Fall ist es vorgesehen, dass anfallende Regenwasser durch eine entsprechende Abschieberung von dem in einer Röhre auftretenden Schadwasser zu trennen. Das Rückhaltebecken der nicht betroffenen Röhre übernimmt dann die Zwischenpufferung und das Pumpen von Regenwasser. In der betroffenen Röhre werden die Pumpen abgeschaltet. Dort wird das Schadwasser aufgefangen.

Das erforderliche Rückhaltevolumen für Oberflächenwasser ergibt sich aus der Differenz des anfallenden Wassers zu der vorgegebenen Drosselabflussleistung von $2 \times 30 \text{ l/s}$ zuzüglich der aufzufangenden Schadflüssigkeit ($2 \times 72 \text{ m}^3 + 30 \text{ m}^3$).

Jede Hebeanlage wird mit 2 Pumpen ausgerüstet

1 Pumpe je 30 l/s

1 Ersatzpumpe 30 l/s

Alle Anlagen in den Rückhaltebecken werden explosionsgeschützt ausgeführt.

Die Pumpen werden nass aufgestellt. Die Becken werden in Anlehnung an die Ristweg mit Schlammammelraum und Dauerstau ausgestattet. Dem Dauerstau zugerechnet wird das Volumen von 30 m^3 zu Auffangung von Leichtflüssigkeit.

Das effektiv zur Rückhaltung zur Verfügung stehende Volumen beträgt je Röhre ca. 250 m^3 .

Das Havariewasser wird nach Beprobung mittels Saugwagen sukzessive abgefahren.

Über Druckleitungen wird das anfallende Wasser von dort nach den Anforderungen der Stadtentwässerung bis GOK und im Freispiegelgefälle in den Hauptabwassersammler DN 2500 abgeleitet.

5 Entwässerung Betriebsgelände

Mitte (Bereich 4):

Die Flächen am Betriebsgebäude Mitte werden zum Teil undurchlässig befestigt, zum Teil mit Rasengittersteinen und Schotterrassen ausgebildet. Aufgrund der Topographie wird das Wasser weitgehend versickert.

Die bituminös befestigten Flächen setzen sich im Wesentlichen aus dem Betriebsweg als Um-fahrung des Betriebsgebäudes und den Flächen direkt vor dem Betriebsgebäude zusammen. Die weiteren Aufstell- und Sammelflächen für Rettungsdienste und Personen werden als Rasengittersteine und Schotterrassen ausgebildet.

Aufgrund der Gradienten des Betriebsweges werden Teilbereiche in Richtung des Frankenschnellweges entwässert. Diese Flächen werden vor dem FSW mittels Einläufen gefasst und das anfallende Regenwasser der Kanalisation zugeführt (Wassermenge in Unterlage M 13.2.1 Ä enthalten). Der Großteil der Wegfläche kann über das Quergefälle den angrenzenden, unbefestigten Aufstellflächen zugeführt werden und daran angrenzend einer Versickerungsmulde zugeführt werden.

Um die Reinigung des Niederschlagswassers über die belebte Bodenzone gewährleisten zu können, muss die Oberbodenabdeckung mindestens 20 cm betragen.

Die Dachflächen werden an die Kanalisation angeschlossen ebenso wie die sanitären Anlagen des Betriebsgebäudes und in einer gemeinsamen Leitung mit der Tunnelentwässerung in den in der Nähe befindlichen Hauptsammler (Mischwasser ON 2500) abgeleitet. Ableitmenge max. 15 l/s.

Süd:

Die Dachflächen werden an die Kanalisation angeschlossen ebenso wie die sanitären Anlagen des Betriebsgebäudes und in einer gemeinsamen Leitung mit der Tunnelentwässerung in den in der Nähe befindlichen Kanal in der Volkmannstraße abgeleitet. Ableitmenge max. 15 l/s.

6 Gesamtableitungsmenge

Beim Zusammentreffen von Regenereignis und max. Tunnelwasserableitung ergibt sich eine Gesamteinleitungsmenge in den Hauptsammler von

je Pumpwerk $2 \times 30 \text{ l/s} = 60 \text{ l/s}$

Dachabfluss Hauptbetriebsgebäude (Mitte) 15 l/s

Dachabfluss Betriebsgebäude (Süd) 15 l/s

und damit in der **Summe von 90 l/s**,

die von dem Sammler problemlos aufgenommen werden kann, insbesondere da wegen der reduzierten Verkehrsanlagen an der Oberfläche der Regenabfluss um über 130 l/s sinkt (s. Unterlage M 13.2.2 Ä).

Die Einleitung wird wasserrechtlich beantragt.