

Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern - Staatliches Bauamt Freising
Straße / Abschnittsnummer / Station: L2088_120_0,200 bis L2088_160_0,582

St 2088, St 2350 München – B 2R
Zweibahniger Ausbau des Föhringer Rings

PROJIS-Nr.:

FESTSTELLUNGSENTWURF

3. Tektur vom 15.04.2024

zur Planfeststellung vom 15.10.2002

mit 1. Tektur vom 01.03.2004

mit 2. Tektur vom 08.03.2021

Wassertechnische Untersuchungen
- Erläuterungen -

3. Tektur:
München, den 15.04.2024
Staatliches Bauamt



Pfister, Baurat

Erläuterungen zu den wassertechnischen Untersuchungen

1. Ausbau Föhringer Ring

Im Rahmen der 3. Tektur zur Baumaßnahme Ausbau des Föhringer Rings werden folgende wasserrechtlichen Tatbestände gemäß § 9 WHG erfüllt, die einer Erlaubnis bedürfen:

- das Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer,
- das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser.

Hinsichtlich der wasserrechtlichen Themen lassen sich der Endzustand und der Bauzustand unterscheiden.

Für die Baumaßnahme liegen bisher folgende wasserrechtlichen Erlaubnisse vor:

- Mit Planfeststellungsbeschluss vom 26.07.2004 wurden nach Maßgabe der festgesetzten Auflagen folgende wasserrechtlichen Erlaubnisse erteilt:
 - die gehobene Erlaubnis (Art. 16 BayWG, § 7 WHG) für das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG durch das Versickern von gesammeltem Niederschlagswassers
 - Die beschränkte Erlaubnis (Art. 17 BayWG) für die Entnahme und das Einleiten von Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 4, 6 WHG) bei der Herstellung des Brückenbauwerks über die Isar und den Mittleren Isarkanal während der Bauzeit
- Mit Planänderungsbeschluss vom 07.10.2022 wurden weitere Nebenbestimmungen festgesetzt.
- Mit Bescheid vom 14.09.2022 wurde durch die Landeshauptstadt München als Kreisverwaltungsbehörde unter Maßgaben die beschränkte Erlaubnis nach Art. 15 BayWG erteilt:
 - Gem. § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG für die Sammlung von Niederschlagswasser und Einleitung in die Isar
 - Gem. § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG für die Entnahme von Grundwasser während der Bauzeit
 - Gem. § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG für die Einleitung von Grundwasser während der Bauzeit in die Isar
 - Gem. § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG für das Aufstauen, die Absenkung und die Umlenkung von Grundwasser während der Bauzeit sowie
 - Gem. § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG für das Einbringen von Stoffen in das Grundwasser und die Isar

Durch die Planänderung im Rahmen der 3. Tektur sind diese wasserrechtlichen Erlaubnisse wie nachfolgend beschrieben anzupassen bzw. zu erweitern.

1.1 Endzustand

1.1.1 Allgemeines

Für die schadlose Beseitigung des auf den Verkehrsflächen anfallenden Straßenoberflächenwassers liegt für die vorgesehene Ausbaumaßnahme des Föhringer Rings die folgende Entwässerungssituation vor.

Eine Versickerung in den anstehenden Untergrund ist grundsätzlich möglich. Der Grundwasserstand liegt über 3,5 m unter Gelände, das mittlere höchste Grundwasser MHGW etwa 56 cm darüber. Alle geplanten Entwässerungseinrichtungen liegen mindestens 1,0 m oberhalb des MHGW.

- a) Erfolgt die Entwässerung über den äußeren Fahrbahnrand, so fließt das Straßenoberflächenwasser breitflächig frei über Bankette und bereichsweise Dammböschungen in Versickerungsmulden, wo das Wasser verdunstet bzw. über die belebte Bodenzone gereinigt in den Untergrund versickert.

In Bereichen mit Lärmschutz-, Kollisionsschutzwänden oder Kollisionsschutzzäunen in Dammlage fließt das anfallende Straßenoberflächenwasser breitflächig durch eine sickerfähige Schicht und Entwässerungsöffnungen in der Wand hindurch und gelangt über die Dammböschung zu den Versickerungsmulden.

In Bereichen mit Einschnittsböschungen werden in den Mulden zusätzlich hochgesetzte Absetzschächte mit Einlaufrost und nachgeschalteten Rigolen vorgesehen, die im Falle ungünstiger Witterungsereignisse (z.B. Regen bzw. Tauwetter bei gefrorenem Untergrund) als Notentwässerung dienen.

- b) Im Mittelstreifen, auf Bauwerken bzw. in Stützwandbereichen wird das Wasser in Rinnen gesammelt und zu Straßenabläufen geleitet. Von dort gelangt das gesammelte Straßenoberflächenwasser über die Anschluss- und Transportleitungen in Absetzanlagen (Sedimentationsanlagen) eingeleitet. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von Leichtstoffen) wird das Wasser in eine Versickerungsmulde geleitet, wo es verdunstet und über die belebte Bodenzone gereinigt in den Untergrund versickert.

Für die Entwässerungsarten nach a) und b) gilt:

Befinden sich zwischen Versickerungsmulde und den sickerfähigen Schichten gering durchlässige Deckschichten, werden die angetroffenen Deckschichten ausgetauscht und durch sickerfähiges Material ersetzt.

Aus den beschriebenen Entwässerungsarten leiten sich die nachfolgend verwendeten Abkürzungen a) und b) ab.

1.1.2 Bemessungsgrundlagen

Für die Bemessung der Entwässerungsanlagen wurden entsprechend dem aktuellen Stand der Technik folgende Regelwerke verwendet:

KOSTRA-DWD 2020	Starkniederschlagshöhen für Deutschland	Januar 2023
Arbeitsblatt DWA-A 138	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser	April 2005
Merkblatt DWA-M 153	Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser	August 2007
REWS	Richtlinien für die Entwässerung von Straßen	Ausgabe 2021

Die Niederschlagsspenden wurden dem KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld Spalte 168, Zeile 202 entnommen (**Unterlage 18.2T3, Anlage 1**).

Für die Bemessung der Entwässerungsanlagen werden folgende Werte angesetzt:

Entwässerungsanlage	Regenhäufigkeit	Regendauer
Sedimentationsanlagen	n = 1,0 (jährlich)	D = 15 min
	<i>Gemäß REWS / Merkblatt DWA-M 153</i>	
Muldenversickerung	n = 0,20 (alle 5 Jahre)	wird iterativ ermittelt
	<i>Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138</i>	

In **Unterlage 18.2T3, Anlage 2** ist die Ermittlung der reduzierten Einzugsflächen je Entwässerungsabschnitt dargestellt. Die reduzierten Einzugsflächen wurden in Anlehnung an das Arbeitsblatt DWA-A 138 anhand folgender Abflussbeiwerte ermittelt:

Flächentyp	Befestigungsart	Abflussbeiwert Ψ
Fahrbahn / Bankette	Asphalt	0,90
Bankette	Ungebunden	0,30
Böschungen	Oberboden	0,30
Grünfläche	Oberboden	0,10

Die Baumaßnahme wurde in 6 Entwässerungsabschnitte unterteilt. In der folgenden Tabelle sind die Abschnitte mit der jeweiligen Entwässerungssituation und den Bereichen aufgeführt:

Abschnitt	Bereiche (Bau-km)	Entwässerungsart (s. Kapitel 1.1.1)
E1	0+000 bis 0+530	a) / b) Muldenversickerung mit Reinigung über Oberboden und teilweise Absetzanlage MHGW ca. 3 m unter GOK
E2	0+530 bis 0+730	a) / b) Muldenversickerung mit Reinigung über Oberboden und teilweise Absetzanlage MHGW ca. 3,5 m unter GOK
E3	0+730 bis 1+150	a) / b) Muldenversickerung mit Reinigung über Oberboden und teilweise Absetzanlage MHGW ca. 5 m unter GOK
E4	0+730 bis 1+150	a) / b) Muldenversickerung mit Reinigung über Oberboden und teilweise Absetzanlage MHGW ca. 5 m unter GOK
E5	1+150 bis 1+715	a) Muldenversickerung mit Reinigung über Oberboden. Notentwässerung über Absetzschächte mit Rigolen MHGW > 7 m unter GOK
E6	1+715 bis 1+890	a) / b) Muldenversickerung mit Reinigung über Oberboden und teilweise Absetzanlage MHGW > 7 m unter GOK

1.1.3 Bewertungsverfahren

Das Erfordernis einer Regenwasserbehandlung wird nach dem Merkblatt DWA-M 153 nachgewiesen. Die Nachweise sind in **Unterlage 18.2T3, Anlage 3** zusammengestellt.

Die vorgesehenen Behandlungsmaßnahmen

- Breitflächige Entwässerung von nicht gesammeltem Straßenoberflächenwasser:
Muldenversickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden
- gesammeltes Straßenoberflächenwasser:
Absetzanlagen mit anschließender Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden

sind durchwegs ausreichend.

1.1.4 Absetzanlagen

Die Entwässerung des gesammelten Straßenoberflächenwassers in den Abschnitten E1-E4 sowie E6 erfolgt jeweils über eine Versickerungsanlage mit 30 cm bewachsenem Oberboden und einer vorgeschalteten Absetzanlage.

Die Bemessung der Absetzanlagen vor den Versickerungsanlagen erfolgt für eine Oberflächenbeschickung $q_A = 9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Die Absetzanlagen werden mit Hilfe des Durchflusses Q bemessen.

Die folgende Tabelle listet für die Absetzanlagen die jeweilige undurchlässige Fläche, den resultierenden Durchfluss Q bei $r_{15,1} = 125,6 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$ und den geplanten maximalen Durchfluss $Q_{\text{max,pl.}}$ auf.

Vorgeschaltete Absetzanlage	undurchlässige Fläche A_U [m^2]	Durchfluss Q [l/s]	Geplanter max. Durchfluss $Q_{\text{max,pl.}}$ [l/s]
Anlage West 1 – E1	5574	70,01	100
Anlage West 2 – E2	1650	20,72	30
Anlage BW Nord – E3	2543	31,94	35
Anlage BW Süd – E4	2547	31,99	35
Anlage Ost – E6	1026	12,89	18

Die Absetzanlagen werden in Fertigteilbauweise hergestellt und eingebaut.

1.1.5 Muldenversickerung

Die Dimensionierung der Versickerungsanlagen der Entwässerungsabschnitte E1-E6 ist der **Unterlage 18.2T3, Anlage 4** zu entnehmen.

Der Abschnitt E5 im östlichen Bereich der geplanten Baumaßnahme wurde dabei für einen 100 m langen Abschnitt des Regelquerschnitts mit 11,25 m Fahrbahnbreite nachgewiesen. Es handelt sich um Bereiche mit freier Entwässerung über Bankette und Böschung in die Versickerungsmulden.

Die Fahrbahnbreite in diesem Bereich beträgt max. 11,25 m und die Bankettbreite 1,00 m. Die Böschungshöhe ist variabel und wird für die Berechnung auf der sicheren Seite mit 5,00 m angesetzt. Der Mittelstreifen zwischen den Richtungsfahrbahnen entwässert nicht in die außenliegende Mulde. Die undurchlässige Fläche setzt sich daher aus den folgenden Einzugsflächen zusammen:

Asphalt:	$A_U = 11,25 \text{ m} * 100 \text{ m} * 0,9 =$	1013,0 m ²
Bankett:	$A_U = 1,0 \text{ m} * 100 \text{ m} * 0,3 =$	30,0 m ²
Böschung:	$A_U = 5,0 \text{ m} * 1,5 * 100 \text{ m} * 0,3 =$	225,0 m ²
	$\Sigma A_U =$	1268,0 m ²

Vorgesehen sind 2,00 m breite Versickerungsmulden mit 30 cm Tiefe. Die Versickerungsfläche beträgt somit auf 100 m Strecke ca. 200 m².

Die Versickerungsmulden werden mit 30 cm Oberboden-Sand-Gemisch abgedeckt. Für die Bemessung wird ein k_f -Wert von $1 * 10^{-5}$ m/s angesetzt.

Die Entleerungszeit der Mulde liegt bei einer Einstauhöhe von 0,30 m bei 16,1 h und damit unter den vorgegebenen 24 Stunden. Die Muldenabmessungen sind daher ausreichend.

In Bereichen mit Einschnittsböschungen werden in den Mulden zusätzlich hochgesetzte Absetzschächte im Abstand von bis zu ca. 50 m vorgesehen, die im Falle ungünstiger Witterungsereignisse mit den nachgeschalteten Rigolen als Notentwässerung dienen, z.B. Regen bzw. Tauwetter bei gefrorenem Untergrund, oder Regenereignissen über den Bemessungsregen hinausgehend. Die hochgesetzten Einläufe werden in Trennwälle integriert. Dadurch wird zusätzlich erreicht, dass das anfallende Straßenoberflächenwasser auf der gesamten Länge der Mulde versickern kann und nicht insgesamt zum Tiefpunkt fließt.

1.1.6 Wasserwirtschaftliche Auswirkungen hinsichtlich Vorgaben der Wasser- rahmenrichtlinie und des Wasserhaushaltsgesetzes

Die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme hinsichtlich der Vorgaben aus der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) und dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) wurden im Rahmen eines Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie bewertet, der der Unterlage 18.3T3 zu entnehmen ist.

Unter Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung und Schadensbegrenzung sind höchstens geringe nachteilige Wirkungen bei allen geprüften Wasserkörpern zu erwarten. Das Vorhaben ist daher mit den Bewirtschaftungszielen für alle geprüften Fluss- und Grundwasserkörper vereinbar.

Die Umweltziele für einen guten ökologischen Zustand der Flusswasserkörper sind bereits jetzt oder werden voraussichtlich bis 2027 erreicht. Das Erreichen der Umweltziele für einen guten chemischen Zustand der Flusswasserkörper voraussichtlich nach 2045 wird durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt. Das Umweltziel des guten chemischen Zustands für den Grundwasserkörper ist bereits jetzt erreicht.

Durch das Vorhaben ist daher keine Verschlechterung des ökologischen Zustands für alle geprüften Fluss- und Grundwasserkörper gegeben. Ein Verstoß gegen das Verbesserungsgebot nach § 27 WHG liegt ebenfalls nicht vor.

1.2 Bauzustand

Der Bauzustand wurde in der 1. Tektur zur Planfeststellung nicht betrachtet, was in der 2. Tektur für den Bau der Herzog-Heinrich-Brücke Süd nachgeholt wurde und in der 3. Tektur für die restlichen Baumaßnahmen nachgeholt wird.

1.2.1 Entwässerung Strecke

Während der Bauzeit wird das anfallende, unbelastete Straßenoberflächenwasser vor Ort versickert, ein Sammeln und Ableiten von Straßenoberflächenwasser ist nicht vorgesehen.

Mit Herstellung der neuer Richtungsfahrbahn neben dem bestehenden Föhringer Ring und der Inbetriebnahme für entsprechende Verkehrsführungen erfolgt die Entwässerung über die dann bereits hergestellten Böschungen und Mulden sowie Transportleitungen in die Sedimentationsanlagen mit nachgeschalteten Versickerungsmulden.

1.2.2 Baugrubenentwässerung Bauwerke

Für den Bau der Brückenbauwerke, Inspektionsbauwerke, Stützbauwerke und Behelfsbauwerke sind für die Gründungen der Widerlager Baugruben zu erstellen. Die Bauwerke 0/1 bis 0/4 bestehen aus 2 Teilbauwerken und werden in 2 Bauabschnitten hergestellt. Das in den Baugruben anfallende Oberflächenwasser wird in der Regel vor Ort versickern. Sollte sich aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse dennoch Wasser in den Baugruben sammeln (eindringendes Grundwasser ist nicht zu erwarten), soll wie folgt abgeleitet werden:

- BW 0/1 - Brücke über den Garchinger Mühlbach:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder

Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Garchinger Mühlbach eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt je Bauabschnitt dann bis zu max. ca. 10 l/s.

- BW 0/2 - Brücke über die Sondermeierstraße
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird in den städtischen Kanal in der Sondermeierstraße eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt je Bauabschnitt dann bis zu max. ca. 9 l/s.
- BW 0/3 - Brücke über den Schwabinger Bach:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Schwabinger Bach eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt je Bauabschnitt dann bis zu max. ca. 11 l/s.
- Inspektionsbauwerk über Schwabinger Bach:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Schwabinger Bach eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 1 l/s.
- BW 0/4 - Brücke über den Eiskanal:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Eiskanal eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt je Bauabschnitt dann bis zu max. ca. 13 l/s.
- Inspektionsbauwerk über Eiskanal:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Eiskanal eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 1 l/s.
- BW 1/1a – Herzog-Heinrich-Brücke Süd:
Für den Bauzustand und die zwischenzeitliche Nutzung der Herzog-Heinrich-Brücke Süd wurde ein Wasserrechtsverfahren durchgeführt. Mit Bescheid der Landeshauptstadt München (RKU) vom 14.09.2022 wurden beschränkte Erlaubnisse nach Art. 15 BayWG befristet bis zum 31.12.2026 erteilt.
Diese Erlaubnisse sollen nun im Rahmender Konzentrationswirkung mit Planänderungsbeschluss zur 3. Tektur unbefristet mit erteilt werden.

- BW 1/1b – Herzog-Heinrich-Brücke Nord:
Die bauzeitliche Entwässerung ist analog der Maßnahmen bei BW 1/1a – Herzog-Heinrich-Brücke Süd vorgesehen.
In den Baugruben des Widerlagers westlich der Isar (Achse 10) und des Pfeilers westlich des Mittlere-Isar-Kanals (Achse 40) fällt nur Wasser aus Niederschlägen an.
In der Baugrube für das Widerlager östlich des Mittlere-Isar-Kanals (Achse 50) ist zusätzlich zum Niederschlagswasser auch Schichtenwasser aus der Bestandsböschung zu erwarten.
Die beiden Spundwandkästen für die Pfeiler westlich (Achse 20) und östlich der Isar (Achse 30) befinden sich im Grundwasser. Neben dem anfallenden Niederschlagswasser ist zur Trockenhaltung der Baugrube auch eine Entnahme des Grundwassers notwendig. Die Spundwandoberkante wird auf die Wasserstandshöhe des 20-jährlichen Hochwassers der Isar hergestellt.

Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in die Vorfluter eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt:

Achse 10:	bis zu max. ca. 6 l/s	Einleitung in die Isar
Achse 20:	max. ca. 11 l/s	Einleitung in die Isar
Achse 30:	max. ca. 11 l/s	Einleitung in die Isar
Achse 40:	bis zu max. ca. 1 l/s	Einleitung in die Isar
Achse 50:	bis zu max. ca. 8 l/s	Einleitung in den Mittlere-Isar-Kanal

1.2.3 Baugrubenentwässerung Stützbauwerke

Für den Bau der Stützbaubauwerke SBW 0/1, SBW 0/2, SBW 0/3, SBW 0/4, SBW 0/5 und SBW 1/2 sind für die Gründungen Baugruben zu erstellen. Das in den Baugruben anfallende Niederschlagswasser wird in der Regel vor Ort versickern. Sollte sich aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse dennoch Wasser in den Baugruben sammeln, soll wie nachfolgend ausgeführt abgeleitet werden. Laut Baugrundgutachten liegt der Grundwasserspiegel jeweils unterhalb der Gründungssohlen, eindringendes Grundwasser ist daher nicht zu erwarten.

- SBW 0/1 - Stützwand westlich BW 0/1:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Garchingener Mühlbach eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 3 l/s.
- SBW 0/2 - Stützwand zwischen BW 0/1 und BW 0/2:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird ohne weitere Vorreinigung in den städtischen Kanal in der Sondermeierstraße eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 10 l/s.

- SBW 0/3 - Stützwand östlich BW 0/2:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird ohne weitere Vorreinigung in den städtischen Kanal in der Sondermeierstraße eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 13 l/s.
- SBW 0/4 - Stützwand östlich BW 0/4:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Eiskanal eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 9 l/s.
- SBW 0/5 - Stützwand Biotop:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in einen Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über eine Rohrleitung in den Eiskanal eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 14 l/s.
- SBW 1/2 - Stützwand Direktrampe Südost:
Das in den Baugruben gesammelte Wasser wird über eine Rohrleitung in die bestehenden Mulden geleitet, über die belebte Bodenzone gereinigt und versickert. Die Einleitmenge beträgt dann bis zu max. ca. 11 l/s.

Das Stützbauwerk 1/1 ist bereits errichtet.

1.2.4 Baugrubenentwässerung Behelfsbauwerke

Für den Bau der Behelfsbrücken

- BB 1 – Behelfsbauwerk über den Garchinger Mühlbach,
- BB 2 – Behelfsbauwerk über den Schwabinger Bach,
- BB 3 – Behelfsbauwerk über den Eiskanal und
- BB 4 – Behelfsbauwerk über den Eiskanal

sind für die Gründungen der Widerlager Baugruben zu erstellen. Das in den Baugruben anfallende Straßenoberflächenwasser wird in der Regel vor Ort versickern. Sollte sich aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse dennoch Wasser in den Baugruben sammeln (eindringendes Grundwasser ist nicht zu erwarten), wird das gesammelte Wasser über Rohrleitungen in Absetzcontainer geleitet bzw. gepumpt. Nach erfolgter Vorreinigung (mit Absetzen von Feinteilen und Rückhaltung von möglichen Leichtstoffen mittels Krümmer oder Tauchwand) wird das Wasser über Rohrleitung in den Garchinger Mühlbach (BB 1), Schwabinger Bach (BB 2) und Eiskanal (BB 3 und BB 4) eingeleitet. Die Einleitmenge beträgt dann jeweils bis zu max. ca. 2 l/s.

Die Behelfsbauwerke werden mit seitlichen Einfassungen (Borden) versehen. Das auf den Behelfsbrücken anfallende Straßenoberflächenwasser wird bei entsprechender

Quer- und Längsneigung in Mulden an den Brückenenden eingeleitet, über die belebte Bodenzone gereinigt und versickert.

Das Behelfsbauwerks BW 1/3 über den Mittlere-Isar-Kanal ist bereits errichtet.

1.2.5 Bauzeitliche Bachverrohungen

Für den Bau der Brückenbauwerke BW 0/1 - Brücke über den Garching Mühlenbach, BW 0/3 - Brücke über den Schwabinger Bach und BW 0/4 - Brücke über den Eiskanal ist eine Verrohrung während der Abbrucharbeiten notwendig. Die Bauwerke bestehen aus jeweils zwei Teilbauwerken und werden in zwei Bauabschnitten hergestellt. Die benötigte bauzeitliche Verrohrung wird halbseitig ausgeführt.

In der Unterlage 18.4T3 ist die Dimensionierung für die bauzeitliche Bachverrohrung berechnet worden.

1.2.6 Schüttungen in der Isar

Für den Bau des Brückenbauwerks BW 1/1b – Herzog-Heinrich-Brücke Nord sind temporäre Schüttungen, wie beim Neubau des BW 1/1a – Herzog-Heinrich-Brücke Süd, für die Herstellung der Traggerüstgründung notwendig.

In der Unterlage 18.5T3 sind in einem Hydraulisches Gutachten die Auswirkungen auf das Abflussgeschehen und die Überschwemmungssituation bei einem Hochwasser in der Isar dargestellt.

2. Düker

2.1 Dükeranlagen

Im Rahmen der 3. Tektur sind Dükeranlagen als Folgemaßnahmen der Straßenbaumaßnahme zu berücksichtigen. Hierdurch ergeben sich Änderungen der wasserrechtlichen Grundlagen gegenüber dem Planstand der Planfeststellung mit 1. Tektur sowie der 2. Tektur.

Durch die Bauarbeiten zur Errichtung der Düker werden im Rahmen der 3. Tektur folgende wasserrechtlichen Tatbestände gemäß §9 WHG erfüllt, die einer Erlaubnis bedürfen:

- das Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer,
- das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser.

Hinsichtlich der wasserrechtlichen Themen lassen sich die Bauabschnitte Düker „Isar“ DN 2600 und Düker „Münchner Straße“ DN 2600 unterscheiden.

Düker „Isar“ DN 2600

Für den Bau des Dükers DN 2600 wird eine Startgrube westlich der Isar hergestellt, welche in die tertiären Schichten einbindet. Nachdem der Verbau in den Stauer eingebunden wurde, wird die Grube gelenzt. Während der Bauzeit wird eine Restwasserhaltung vorgesehen. Im Bereich der Ausfahröffnung wird ein Ausfahrblock mittels eines Dämmer/Zement-Gemisches (ca. 4 m³) für den ca. x m langen Rohrvortrieb hergestellt. Nach Beendigung der Rohrvortriebsarbeiten werden die verbauten Baugruben wieder rückgebaut. Lediglich im Bereich der Ausfahröffnung ist dies nicht möglich. Dort werden die Verbauelemente oberhalb der Vortriebsrohre abgetrennt.

Die Zielgrube östlich des Mittlere-Isar-Kanals wird mittels überschnittener Bohrpfähle hergestellt. Insgesamt werden für die kreisrunde Zielgrube ca. 45 Bohrpfähle (Durchmesser 1,2 m) hergestellt. Die Bohrpfähle reichen dabei bis ins Tertiär und das tertiäre Grundwasserstockwerk. Die Bohrpfahlerstellung und der Aushub des Schachtes müssen unter Wasserauflast erfolgen. Hierfür soll in unmittelbarer Nähe der Zielgrube bauzeitlich ein Entnahme- sowie ein Schluckbrunnen erstellt werden. Anschließend muss der Schacht gelenzt werden. Für die Wiedereinleitung soll der vorher hergestellte Entnahmebrunnen verwendet werden.

Düker „Münchner Straße“ DN 2600

Als Startgrube für den Düker „Münchner Straße“ DN 2600 dient die Zielgrube des Dükers „Isar“ DN 2600. Der ca. 53 m lange Düker wird ebenfalls im Microtunnelingverfahren hergestellt. Die Zielgrube des Microtunnelings liegt oberhalb des Grundwasserspiegels in den quartären Schichten.

2.2 Wasserverhältnisse

Bestehende Grundwasserverhältnisse

In den meisten Bestandsbohrungen der bisherigen Baugrunderkundungen zur Errichtung der Dükeranlagen wurde Grundwasser innerhalb der quartären Kiese angetroffen. Außerdem wurde in einigen Bohrungen ein zweites und bereichsweise ein drittes tieferliegendes tertiäres Grundwasserstockwerk dokumentiert. Das tertiäre Grundwasser liegt im Raum München üblicherweise in gespannter Form vor. Dies wird durch die gemessenen Wasserstände bestätigt. Die Grundwasserstockwerke werden durch eine dazwischenliegende, wasserhemmende Schicht in Form von bindigen oder stark feinkornreichen Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse voneinander getrennt. Der tertiäre Grundwasserleiter besteht im Projektgebiet überwiegend aus feinkornarmen, enggestuften Sanden.

Je nach Messtelle liegt das quartäre Grundwasser zwischen 2,9 und 10,9 m unter Geländeoberkante (GOK). Der höchste gemessene Wasserstand liegt bei 501,91 m ü. NN und wurde östlich der Isar im Aufschluss B06-15 gemessen.

Gemäß Grundwasser-Isohypsenplan ergibt sich westlich der Isar eine Fließrichtung nach Nordost und östlich des Mittlere-Isar-Kanals nach Nordwest bis Nordnordwest jeweils zur Isar hin. Die Werte aus dem Isohypsenkarten stimmen mit den erkundeten Grundwasserspiegeln in den jeweiligen Erkundungsbohrungen überein.

Bemessungswasserstände

Westlich der Isar liegen die Daten des mittleren Grundwasserhochwassers von 1990 (MW1990) und des höchsten Grundwasserhochwassers von 1940 (HW1940) vor. Demnach lag im Bereich der Unterquerung des Föhringer Rings am Schwabinger Bach das Grundwasser im Juli 1990 (mittleres Hochwasser, MW1990) bei etwa 493 m ü. NN und das höchste Hochwasser von 1940 bei etwa 495 m ü. NN. Der Bereich der Startbaugrube des Hauptdükers sowie der direkt benachbarten Gasdurchpressung unter dem Föhringer Ring liegt im Einflussbereich der Isar und es wird daher kein Grundwasserstand HW1940 angegeben, sondern der Wasserstand der Isar ist in diesem Bereich maßgebend. Nach Informationen des Wasserwirtschaftsamt München liegt im Bereich der Herzog-Heinrich-Brücke der Wasserstand eines zehnjährliche Hochwasser HQ10 bei etwa 494,3 m ü. NN und der Wasserstand eines hundertjährigen Hochwassers bei etwa 495,5 m ü. NN.

Die Grundwasserdaten östlich der Isar sind sehr begrenzt. Der Baugrundgutachter schlägt daher vor, den höchsten gemessenen Wasserstand der Erkundungsbohrungen (Bohrung K4288, GW =500,7 m ü. NN) mit einem Sicherheitszuschlag von 1,0 m zum Erhalt des bauzeitlichen Bemessungswasserstandes für die Zielgrube des Hauptdükers zu beaufschlagen. Für den Bemessungswasserstand im Endzustand wird ein Sicherheitszuschlag von 2,5 m empfohlen.

Auf der sicheren Seite liegend wird seitens des Baugrundgutachters empfohlen, die Bemessungswasserstände des tertiären Grundwasserleiters gleich den Bemessungswasserständen des quartären Grundwassers zu setzen. Für den Vortrieb des Dükers „Isar“

ist über die gesamte Länge der Bemessungswasserstand aus der dazugehörigen Zielbaugrube zu Grunde zu legen. Für den Vortrieb zur Unterquerung der Münchner Straße ist über die gesamte Länge der Bemessungswasserstand der dazugehörigen Zielbaugrube zu Grunde zu legen.

2.3 Bauzustand

Baugrubenumschließungen

Die Startgrube auf der Westseite der Isar wird mittels einer verbauten Baugrube hergestellt. Die maximale Aushubtiefe liegt dort bei etwa 485,5 m ü. NN, in den tertiären Schichten. Die Einbindetiefe richtet sich maßgeblich nach den statischen Erfordernissen. Aktuell wird mit einer Einbindetiefe von bis zu 4,0 m unter Baugrubensohle ausgegangen. Es ergibt sich somit eine Einbindetiefe von ca. 481,5 m ü. NN.

Die Zielgrube auf der Ostseite des Mittlere-Isar-Kanals wird mittels überschnittener Bohrpfähle hergestellt. Die Geländeoberkante liegt dort bei ca. 510,7 m ü. NN. Die geplante Baugrubensohle liegt bei ca. 491,9 m ü. NN, wobei die maximale Aushubtiefe bei ca. 487,9 m ü. NN liegt. Diese Aushubkote würde benötigt, falls eine Unterwasserbetonsohle herzustellen wäre. Die Bohrpfähle binden, gemäß statische Vorbemessung, bis in eine Tiefe von 8 m unter tiefster Aushubkote ein und reichen somit bis in eine Tiefe von maximal 479,9 m ü. NN. Aufgrund des gespannten tertiären Grundwassers sind in der Zielgrube zudem Entspannungsbohrungen vorgesehen.

Geplante Förder- und Sickerbrunnen

Im Zuge der Baumaßnahme sind fünf Förder- und Schluckbrunnen geplant, wobei die Brunnen je nach Bauphase unterschiedliche Funktionen erfüllen. Es werden je zwei Brunnen auf der Ost- und Westseite des Vortriebs des Dükers „Isar“ DN 2600 vorgesehen. Ein weiterer Förderbrunnen soll im Bereich der Zielgrube des Vortriebs Düker „Münchner Straße“ DN 2600 hergestellt werden.

Die Brunnen dienen in der ersten Teilbauphase Isardüker als Förderbrunnen, um die im Zuge der Baugrubenherstellung benötigte Wasserauflast sicherzustellen. Dies betrifft vor allem die Herstellung der Bohrpfähle und den Aushub des Bohrpfählschachtes. Während der Vortriebarbeiten soll das geförderte Grundwasser zum Anmischen der Bentonitsuspension dienen, welches für die Stützung der Ortsbrust, die Ringraumschmierung und den Transport des Bohrkleins benötigt wird. Nach erfolgtem Ausbau des Dükers muss die Dichtheit der Gashochdruckleitung überprüft werden. Zu diesem Zwecke ist eine Befüllung des Dükers mit Wasser notwendig. Dieses soll über die hergestellten Förderbrunnen zur Verfügung gestellt werden. Nach erfolgreicher Prüfung soll das verwendete Grundwasser über die Schluckbrunnen wieder versickert werden.

Die Schluckbrunnen werden zudem für die Bauwasserhaltung benötigt. Zunächst soll dort das beim Lenzen der Baugruben geförderte Grundwasser versickert werden. Im weiteren Bauablauf dienen diese dann zur Versickerung des anfallenden Restwassers in den Baugruben. Dieses wird innerhalb der Baugruben in Pumpensämpfen (diese werden in den Ecken bzw. am Rand der Baugruben angeordnet) gefasst.

Die Filterbrunnen sind mit einem Bohrdurchmesser von 1,2 m und einem Ausbaudurchmesser von 0,8 m geplant. Die Brunnen sind für eine maximale Entnahme von 15 l/s, sowie eine Versickerung von 10 l/s vorgesehen. Bei der Bemessung der Brunnen wurden höhere Mengen angesetzt, um den Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Durchlässigkeiten Rechnung zu tragen. Die Brunnen wurden wie folgt bemessen:

Förderbrunnen Vortrieb Düker „Isar“ DN 2600	max. Entnahme [l/s]	max. Absenkung [m]	Reichweite der Absenkung [m]
Förderbrunnen West	15	1,3	120
Förderbrunnen Ost	20	0,8	160

Schluckbrunnen Vortrieb Düker „Isar“ DN 2600	max. Einleitung [l/s]	max. Aufstau [m]	Reichweite des Aufstaus [m]
Schluckbrunnen West	15	3	636
Schluckbrunnen Ost	20	2,6	552

Förderbrunnen Vortrieb Düker „Münchener Straße“ DN 2600	max. Entnahme [l/s]	max. Absenkung [m]	Reichweite der Absenkung [m]
Förderbrunnen West	5,5	0,9	170

Für die Wasserhaltung im Inneren der Zielgrube des Vortriebs Düker „Isar“ DN 2600 (Bohrpfahlschacht) sind neben der offenen Wasserhaltung ferner Entspannungsbrunnen vorgesehen. Die Entspannungsbrunnen dienen dem Potenzialabbau des tief liegenden gespannten Grundwasserleiters. Nach derzeitigem Stand sollen drei Entspannungsbrunnen, mit einer Länge von 10 m und einem Ausbaudurchmesser von DN 300 hergestellt werden. Für die genaue Bemessung der Brunnen sind weitere Baugrunderkundungen im unmittelbaren Bereich der Zielgrube notwendig. Diese werden mit den weiteren Planungsphasen ausgeführt.

Im Zuge der Dükererstellung ist insgesamt mit folgenden maximalen Mengen für die Entnahme und Einleitung zu rechnen:

Entnahme: ca. 103.000 m³

Einleitung: ca. 78.000 m³

Die Mengen setzen sich dabei wie folgt aus den Gewerken zusammen:

Ort	Zweck	Entnahmestelle	Einleitstelle	Gesamtmenge		
				max. Volumenstrom [l/s]	Entnahme [m³]	Einleitung [m³]
Startgrube Düker „Isar“ DN 2600	Lenzen	Startgrube	Sickerbrunnen West	15	1.557	1.557
	Restwasserhaltung	Startgrube	Sickerbrunnen West	15	44.489	44.489
Zielgrube Düker „Isar“ DN 2600	Lenzen	Zielgrube	Sickerbrunnen Ost DN 2600	20	625	625
	Wasserauflast Bohrpfehlherstellung	Förderbrunnen Ost	---	20	10.417	---
	Wasserauflast Schachtaushub	Förderbrunnen Ost	---	20	6.044	---
	Restwasserhaltung	Zielgrube	Sickerbrunnen Ost DN 2600	20	16.157	16.157
Düker „Isar“ DN 2600	Befüllung für KKS-Messung	Förderbrunnen Ost und West DN 2600	Düker	35	1.918	---
	Entleerung nach KKS-Messung	Düker	Sickerbrunnen Ost und West	35	---	1.918
	Anmischwasser Bohrsuspension	Förderbrunnen West DN 2600	---	15	4.112	---
Düker „Münchner Straße“ DN 2600	Befüllung für KKS-Messung	Förderbrunnen West DN 2600	Düker	6	91	---
	Entleerung nach KKS-Messung	Düker	Sickerbrunnen Ost	20	---	91
	Anmischwasser Bohrsuspension	Förderbrunnen Ost	---	20	159	---
					85.569	64.837
Sicherheitszuschlag (20%)					17.114	12.967
					102.683	77.804

Einzubringende Stoffe

Im Zuge der Baumaßnahme werden unterschiedliche Stoffe temporär und dauerhaft ins Grundwasser eingebracht. Es sind insgesamt folgende Eingriffe vorgesehen:

- Einbringen von verbauten Baugruben
 - Startgrube Rohrvortrieb Düker „Isar“ DN 2600
- Einbringen von Bohrpfählen
 - Zielgrube Rohrvortrieb Düker „Isar“ DN 2600
- Einbringen von einer Unterwasserbetonsohle
(sofern der vorhandene Stauer nicht ausreichend ausgebildet ist)
- Einbringen von Dämmen/Zement-Mischung für Ausfahrblöcke
 - Startgrube Rohrvortrieb Düker „Isar“ DN 2600
- Einbringen von Suspension
 - Rohrvortrieb Düker „Isar“ DN 2600
 - Rohrvortrieb Düker „Münchner Straße“ DN 2600

Im Zuge der Baumaßnahme sind zwei verbaute Baugruben vorgesehen. Mit der Startgrube des Rohrvortrieb Düker „Isar“ DN 2600 liegt eine davon im Bereich des Grundwassers.

Grundsätzlich sind dabei stets folgende Arbeiten vorgesehen:

- Einbringung von verbauten Baugruben bis in den natürlichen Stauer (ggf. Einbau einer Unterwasserbetonsohle)
- Herstellung von Ein- und Ausfahrblöcken mittels Dämmen-/Zement-Gemisch, davon 20 m³ für den Ausfahrblock des Rohrvortriebs Düker „Isar“ DN 2600

Nach Beendigung der Rohrvortriebsarbeiten werden die verbauten Baugruben wieder rückgebaut. Lediglich im Bereich der Ein- und Ausfahröffnung ist dies nicht möglich. Dort werden die Verbauelemente oberhalb der Vortriebsrohre abgetrennt. Ebenso verbleibe eine eventuelle Unterwasserbetonsohle im Baugrund.

Die Zielgrube auf der Ostseite des Mittlere-Isar-Kanals wird mittels überschnittener Bohrpfähle hergestellt. Diese sind mit einem Durchmesser von 1,2 m und einer Tiefe von ca. 31 m bzw. 479,9 m ü. NN geplant. Das bedeutet, dass im Zuge der Herstellung der Zielgrube Bohrpfähle in die quartären und tertiären Schichten eingebracht werden und dort dauerhaft verbleiben.

Die Geländeoberkante liegt dort bei ca. 510,7 m ü. NN. Die geplante Baugrubensohle liegt bei ca. 491,9 m ü. NN, wobei die maximale Aushubtiefe bei ca. 487,9 m ü. NN liegt. Diese Aushubkote würde benötigt, falls eine Unterwasserbetonsohle herzustellen wäre. Die Bohrpfähle binden, gemäß statischer Vorbemessung, bis in eine Tiefe von 8 m unter der tiefsten Aushubkote ein und reichen somit bis in eine Tiefe von maximal 479,9 m ü. NN. Aufgrund des gespannten tertiären Grundwassers sind in der Zielgrube zudem Entspannungsbohrungen vorgesehen.

Während der Vortriebarbeiten beider Düker wird zur Verringerung der Rohrmantelreibung, zur Stützung der Ortsbrust, sowie zum Transport des Förderguts eine Bohrsuspension verwendet. Die Suspension besteht in der Regel aus Wasser und Tonmineralen (z.B. Bentonit). Die Rezeptur wird von der Fachfirma in Abhängigkeit der Bodenkennwerte festgelegt. Je nach geologischen Gegebenheiten werden wenn nötig zusätzliche Additive beigemischt. Die Bohrsuspension erfüllt die Anforderungen nach DVGW W 116.

Nach Abschluss der Arbeiten wird der Ringraum zwischen Schutzrohr und Bohrlochwand verdämmt. Der Dämmstoff besteht aus hydraulischem Bindemittel sowie tonigen Feinkomponenten und ermöglicht die hohlraumfreie, volumenbeständige Verfüllung der unterirdischen Hohlräume. Der Dämmstoff ist aus trinkwasserhygienischer Sicht als unbedenklich einzustufen. Die Druckfestigkeit des Verfüllmaterials beträgt nach 28 Tagen min. 1 N/mm².

Nach erfolgtem Rohreinzug und Druckprobe wird der Ringraum zwischen Schutz-, Medien- und Leerrohr ebenfalls verdämmt oder teilverdämmt. Die Verfüllung erfolgt mittels Dämmstoff oder gleichwertigen Materials (hydraulisch abbindendes bzw. erhärtendes Gemisch mit einem Elastizitätsmodul von 1 N/mm² nach 28 Tagen).

2.4 Aufstau

Die Unterkanten der Start- und Zielgrube des Dükers „Isar“ liegen im Bereich der tertiären Schichten, sodass aufgrund der Einbindung der verbauten Baugruben in den stauenden Horizont (Obere Süßwassermolasse (OSM) bindig) lediglich eine Umströmung durch Grundwasser möglich ist. Eine Unterströmung des Bauwerks wird dabei unterbunden. Die Berechnung des zu erwartenden Grundwasseraufstaus wurde durch den Baugrundgutachter nach anerkannten Regeln der Technik ermittelt.

Die Startgrube wird während der Bauzeit mit Verbaulementen umschlossen, wobei die Länge der Baugrubenumschließung 49 m beträgt. Der Verbau wird nach der Beendigung der Bauarbeiten wieder rückgebaut, sodass keine Beeinflussung der Grundwasserströme im Endzustand vorliegt.

Für die Betrachtung des Grundwasseraufstaus werden deshalb die Grundwasserverhältnisse während eines durchschnittlichen Hochwassers, basierend auf den Daten zum Hochwasser aus dem Jahr 1990 (HW1990) zu Grunde gelegt. Im Hochwasserfall ist die Grundwasserströmung im Bereich der Isarauen in etwa parallel zur Fließrichtung der Isar und somit nach NNO gerichtet. Gemäß der Isohypsenkarte HW1990 beträgt das Grundwassergefälle im Bereich der Isarauen zwischen ca. 2,5 ‰ bis 3,5 ‰. Für die Berechnung wird ein Gefälle von 3,5 ‰ zum Ansatz gebracht. Die Längsseite der Baugrube ist etwa senkrecht zur Grundwasserfließrichtung ausgerichtet, sodass auf der sicheren Seite ein Auftreffwinkel $\theta = 0^\circ$ gewählt wurde. Unter den angegebenen Rahmenbedingungen wird ein bauzeitlicher Aufstau von 8,6 cm erzeugt.

Im Bereich der Zielgrube (östlich des Mittlere-Isar-Kanals) wird das Schachtbauwerk aus Bohrpfählen hergestellt. Der Außendurchmesser des Schachts beträgt bis zu 14 m. Da

der Bohrfahlschacht auch im Endzustand erhalten bleibt, werden als Grundlage für die Betrachtung die Werte des Hochwassers aus dem Jahr 1940 (Höchster Hochwasserstand = HHW) herangezogen.

Im Nahbereich der Isar sind keine Daten zu Hochwasserständen vorhanden (vgl. Kap. Bemessungswasserstände). Auch die Isohypsenkarte HW1990 unterliegt einer gewissen Unsicherheit, sodass das Grundwassergefälle anhand von Erfahrungswerten abgeschätzt wird. Auf der sicheren Seite liegend wird in der Berechnung ein Gefälle mit bis zu 6 ‰ angesetzt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Nordwesten - zur Isar - gerichtet. Durch die kreisrunde Form des Schachtes wird ein Auftreffwinkel von $\theta = 0^\circ$ gewählt. Unter den angegebenen Rahmenbedingungen wird ein Aufstau von 4,2 cm erzeugt.

Die Isarquerung verläuft über die gesamte Vortriebsstrecke in den tertiären Schichten, bestehend aus einer heterogenen Wechselfolge aus Sanden und Schluffen/Tonen. Da lediglich punktuell Grundwasserdaten vorliegen, welche teils nur bedingt aussagekräftig sind, ist eine Darstellung der Grundwasserverhältnisse im tertiären Grundwasserleiter nur schwer möglich. Es ist davon auszugehen, dass das Grundwasser des tertiären Grundwasserleiters im Hochwasserfall eingespannt vorliegt und der Druckwasserspiegel bis auf Höhe des quartären Grundwasserspiegels ansteigen kann. Von einer Ermittlung des Aufstaus wird deshalb abgesehen, da ein freier Grundwasseranstieg stets max. bis zur Unterkante der stauenden OSM bindig möglich ist und dadurch natürlicherweise begrenzt ist.

Der Düker unter der Münchner Straße weist ein Gefälle von rund 23 ‰ auf und die Länge beträgt 53 m. Die Leitung beginnt auf einer Höhe von ca. 495,5 m ü. NN im Startschacht (westlich der Münchner Straße) und steigt bis auf eine Höhe von 509,0 m ü. NN im Zielschacht (östlich der Münchner Straße) an. Diese Geometrie kann in einer empirischen Aufstauberechnung nicht adäquat dargestellt werden. Aufgrund des Gefälles der Leitung ist jedoch bei verschiedenen Wasserständen davon auszugehen, dass eine Unter- oder auch Überströmung der Leitung in Teilbereichen möglich ist. Ein flächiges Strömungshindernis liegt somit nicht vor und es ist davon auszugehen, dass kein nennenswerter Aufstau generiert wird.

Auswirkungen auf Nachbarbebauung

Die Startgrube westlich der Isar liegt im Englischen Garten, fernab von Gebäuden. Die Zielgrube für den Bau des Dükers „Isar“ östlich des Mittlere-Isar-Kanals kommt in einer Grünfläche innerhalb einer Anschlussstellenrampe des Föhringer Rings zum Liegen. Das nächstgelegene Gebäude auf dem Sport-Scheck-Areal ist knapp 50 m entfernt, die nächsten Gebäude in östlicher und nordöstlicher Richtung liegen über 80 m von der Zielgrube entfernt.

Die Dükerbaumaßnahme „Isar“ selbst verläuft in weiten Teilen ebenfalls unterhalb unbebauter Flächen. Lediglich die Anschlussstellenrampe des Föhringer Rings, sowie das Sport-Scheck-Areal werden unterquert. Aufgrund der großen vertikalen Abstände (Rampe des Föhringer Rings > 11 m und Sport-Scheck-Areal > 16 m) ist nicht mit einer Beeinflussung zu rechnen - zumal gemäß den Ausführungen des Baugrundgutachters

nicht mit nennenswerten Veränderungen der bestehenden Verhältnisse durch das Dükerbauwerk zu rechnen ist.

Aufgrund des minimalen Aufstaus an den Bauwerken und der weit entfernten Nachbarbebauung ist somit nicht mit einer Beeinflussung der Nachbarbebauung durch die Dükerbaumaßnahme „Isar“ zu rechnen.

2.5 Anlagengenehmigung

Für einen Teil des Bauabschnitts Düker „Isar“ dieses Bauvorhabens wird eine Genehmigung nach Art. 20 BayWG notwendig, da die Isar als Gewässer I. Ordnung von einer Leitungsanlage im Sinne von § 36 WHG unterquert wird. Konkret genehmigungsbedürftig ist der Abschnitt des Dükers „Isar“ DN 2600 innerhalb von 60 m östlich und westlich der Uferlinie der Isar. Hierfür folgt nun der Erläuterungsbericht zur Anlagengenehmigung nach § 36 WHG, Art. 20 BayWG.

2.5.1 Bestehende Verhältnisse

2.5.1.1 Hydrologische Daten

Am Pegel München/Isar (Fluss-km 145,92), ca. 4,8 km südlich des Dükers „Isar“ DN 2600, liegt der Mittlere Abfluss MQ bei 63,8 m³/s. Der Pegel hat ein Einzugsgebiet von 2838,40 km². Der Hochwasserabfluss HQ beträgt 1050 m³/s.

Nach Informationen des Wasserwirtschaftsamts München liegt im Bereich der Herzog-Heinrich-Brücke der Wasserstand eines zehnjährlichen Hochwasser HQ10 bei etwa 494,3 m ü. NN und der Wasserstand eines hundertjährigen Hochwassers HQ100 bei etwa 495,5 m ü. NN.

2.5.1.2 Hydrogeologische und bodenkundliche Daten

a) Böden

Der Baugrundgutachter hat einen geologisch-geotechnischen Bericht auf Grundlage von baugrundlichen Bestandsunterlagen für die Dükerherstellung vorgelegt. Dafür wurden Bestandsaufschlüsse aus verschiedenen benachbarten Bauvorhaben (BV) in Form von Bohrprofilen herangezogen. Die Homogenbereiche, die der Bericht ausweist, werden nun kurz dargestellt.

Mutterboden (Homogenbereich O1):

In einigen Aufschlüssen wurde ein Mutterboden von 0,2 bis 0,3 m Mächtigkeit erkundet, erfahrungsgemäß bestehend aus Kies, Schluff und Sand mit variierenden Nebenanteilen. Er ist zumeist humos, durchwurzelt und von weicher Konsistenz bzw. lockerer Lagerung.

Anthropogene Böden sowie quartäre Kiese (Homogenbericht B1):

Unterhalb des Mutterbodens wurden Schüttmaterial aus Baumaßnahmen oder quartäre Kiese angetroffen.

Das Schüttmaterial wurde als schwach schluffiger bis schluffiger, schwach sandiger bis sandiger Kies, im Bereich des Sport-Scheck-Geländes als schwach bis stark kiesiger Schluff angesprochen. Ziegelbruch, Wurzeln und andere Grobkomponenten können enthalten sein. Die Lagerungsdichte wurde als mitteldicht bis sehr dicht charakterisiert. Die Mächtigkeit betrug bis zu 7,4 m.

Die quartären Kiese wurden in allen Bohrungen mit einer Mächtigkeit von 2,4 bis 6,5 m angetroffen. Sie wurden als teils schwach steinige, teils schwach schluffige bis schluffige bzw. vereinzelt stark schluffige, schwach sandige bis sandige Kiese mit mitteldichter bis dichter Lagerung beschrieben.

Obere Süßwassermolasse (OSM) bindig (Homogenbereich B2):

Die Mächtigkeit der bindigen und sandigen OSM schwankte zwischen Dezimetern und einigen Metern. Zudem waren die Übergänge zwischen den Schichten teilweise fließend.

Die OSM bindig ist als Grundwasserstauer anzusehen. Sie wurde als teils schwach toniger bis toniger, schwach (fein-) sandiger bis stark (fein-) sandiger Schluff oder als schwach sandiger Ton beschrieben. Die Konsistenz war halbfest bis fest, im Kontaktbereich zu wasserführenden Schichten weich bis steif. Oft wurde die OSM bindig fein gebändert mit regelmäßigen Kalkkonkretionen angetroffen. Zudem kann sie große quellfähige Anteile und hohe Quarzgehalte enthalten. Im Übergangsbereich zu tonigen oder schluffigen Feinsanden wurde die Schicht als Sand-Schluff-Gemisch charakterisiert.

OSM sandig (Homogenbereich B3):

Dieser Homogenbereich wurde als selten kiesiger bis stark kiesiger, teils schwach toniger, schwach schluffiger bis stark schluffiger (Fein-) Sand beschrieben. Sehr vereinzelt und meist in tiefen Lagen traten stark sandige (Fein-) Kiese dieser Schicht auf. Die OSM sandig wies einen hohen Glimmeranteil, vereinzelt Kalkkonkretionen sowie Sandsteinlagen auf. Ferner ist mit großen Anteilen von quellfähigen Tonmineralen sowie hohen Quarzgehalten zu rechnen.

Die Lagerungsdichte ist als überwiegend dicht bis sehr dicht anzunehmen.

Deckschichten (Homogenbereich B4):

Vereinzelt wurden unterhalb des Mutterbodens bzw. der anthropogenen Böden Deckschichten mit einer Mächtigkeit von 1,3 bis 1,8 m erkundet. Diese bestehen aus teils kiesigen, (fein-) sandigen Schluffen mit steifer Konsistenz. Dabei handelt es sich vermutlich unter anderem um Aueablagerungen der Isar, die in Flussnähe dominieren können und einen hohen Feinkornanteil aufweisen.

- b) Grundwasserstände
Siehe Kapitel 2.5.1.1.

2.5.1.3 Betroffene Überschwemmungsgebiete, Hochwasserschutzeinrichtungen, Schutzgebiete und Altlasten

a) Wasserrechtlich relevante Schutzgebiete

Der Düker „Isar“ unterquert das festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Isar, welches sich über den Flusskörper der Isar und die nahen Uferbereiche erstreckt. An der Oberfläche wird das Überschwemmungsgebiet nicht berührt, jedoch liegen Bereiche des Projekts innerhalb eines wassersensiblen Bereichs, der aufgrund der starken anthropogenen Prägung nicht nach Osten abgegrenzt ist. Hier können Fließgewässer zeitweise über die Ufer treten und es kann zu hohen Grundwasserständen kommen, jedoch existieren keine Aussagen zum Risiko, wie z.B. Jährlichkeiten.

Die Baugruben werden außerhalb wasserabhängiger Schutzgebiete, wie z.B. Trinkwasserschutzgebiete, errichtet.

b) Naturschutzrechtlich relevante Schutzgebiete

In der unmittelbaren Umgebung des genehmigungsbedürftigen Teils des Vorhabens sind keine Wasserschutz- oder Naturschutzgebiete sowie Bodendenkmäler ausgewiesen. Im Westen liegt der Düker „Isar“ teilweise im Landschaftsschutzgebiet „Hirschau und Obere Isarau“ (ID: LSG-00599.01) und im Biotop „Nördlicher Englischer Garten“ (ID: M-0079).

2.5.1.4 Bestehende Gewässerbenutzungen

Als zum Maßnahmengebiet nächstgelegenes Flussbauwerk befindet sich etwa 200 m flussabwärts der Isar beim Zufluss des Eiskanals eine Sohlrampe zur Sohlsicherung mit einer Fischaufstiegsanlage. In der Umgebung des Dükers „Isar“ gibt es insgesamt folgende Flussbauwerke:

	Entfernung vom Düker	Art des Bauwerks	ID
flussaufwärts	1,70 km	Stauwehr Oberföhring	3230000011587
	1,70 km	Fischaufstiegsanlage	3930000036802
	1,60 km	Absturz	3300000052180
	1,40 km	Absturz	3300000011720
	1,20 km	Absturz	3300000011719
	1,00 km	Absturz	3300000011718
flussabwärts	0,20 km	Sohlrampe	3300000011717
	0,20 km	Fischaufstiegsanlage	3930000037118
	0,50 km	Sohlrampe	3300000011716
	0,70 km	Sohlrampe	3300000011667
	0,90 km	Sohlrampe	3300000011666
	1,10 km	Sohlrampe	3300000011668
	1,30 km	Sohlrampe	3300000011664
	1,50 km	Sohlrampe	3300000011663
	1,70 km	Absturz	3300000011665
	1,90 km	Absturz	3300000011662
	2,10 km	Sohlrampe	3300000011703
	2,30 km	Absturz	3300000011653
	2,50 km	Sohlrampe	3300000011707
	2,70 km	Sohlrampe	3300000011704
	3,10 km	Sohlrampe	3300000039439

(Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de)

Diese Bauwerke dienen größtenteils als habitatverbessernde Maßnahmen zur Veränderung der Morphologie bzw. der Durchgängigkeit der Isar vom Anfang Mittlere-Isar-Kanal bis Moosburg. Ferner ist im Bereich der Herzog-Heinrich-Brücke der Mittlere-Isar-Kanal als Hangkanal mit einem linksseitigen (Isarseite) Stauhaltungsstaudamm ausgeführt.

2.5.2 Lage des Vorhabens

Siehe Unterlage 1 Kapitel 7.3.1.1.

2.5.3 Art und Umfang des Vorhabens

2.5.3.1 Gewählte Verfahrens-/Verlegeart und Alternativen

Es wurden drei verschiedene Möglichkeiten zur Herstellung des Isar-Dükers in Betracht gezogen:

a) Ramm- und Pressbohrverfahren:

Das Ramm- bzw. Pressbohrverfahren scheidet aus mehreren Gründen aus. So liegt die erforderliche Vortriebslänge von ca. 360 m deutlich über den Einsatzgrenzen beider Verfahren hinsichtlich deren maximal möglicher Vortriebslänge. Auch ist der Einsatz im Grundwasser problematisch. Dieser ist nur mit Zusatzmaßnahmen möglich. Eine Absenkung des Grundwasserspiegels unterhalb der Isar scheidet technisch aus. Die Absenkung könnte nur über Brunnen außerhalb der Isar erfolgen. Allerdings ist die Absenk-Reichweite dieser zu gering, um auch das „Mittelstück“ der Pressung zu erreichen. Ferner wären die zu fördernden Wassermengen in den durchlässigen quartären Kiesen mit der darüber liegenden Isar enorm. Ein weiterer Grund, welcher gegen die Verfahren spricht, ist die nur begrenzt vorhandene Möglichkeit Hindernisse zu durchörtern. Mögliche Hindernisse – welche zu einem Abbruch der Pressung führen – können in der vorliegenden Geologie sein: Blöcke (>200 mm), verbackene Bereiche (sog. Nagelfluh) bzw. organisches Material in den tertiären Schichten des Untergrundes.

Das Verfahren wurde aus den o.g. Gründen daher nicht weiterverfolgt.

b) Spülbohrverfahren:

Im Zuge der Planungen wurde seitens der Uniper Kraftwerke GmbH vorgegeben, keine Querung im Spülbohrverfahren herzustellen, weshalb diese Möglichkeit nicht weiter betrachtet wurde.

c) Mikrotunneling:

Da die Spülbohrung sowie die Pressbohr- bzw. Rammverfahren ausscheiden, wurde eine grabenlose Querung mittels Mikrotunneling näher betrachtet.

Mikrotunneling bietet im vorliegenden Anwendungsfall die Vorteile, dass alle Hindernisse abgebaut werden können und der Vortrieb auch ohne Zusatzmaßnahmen im Grundwasser aufgefahren werden kann. Durch die eingesetzte Spülförderung (Bentonitsuspension) wird die Ortsbrust gestützt und das Bohrgut kontinuierlich hydraulisch gefördert. Ferner bieten die für den Vortrieb benötigten Start- und Zielgruben die Möglichkeit in diese Schachtbauwerke (für Armaturen, Kompensatoren, ggf. Noteinspeisepunkte) zu errichten. Auch werden keine Auslegestrecken benötigt. Überdies werden die im Merkblatt DWA A-125 genannten Einsatzgrenzen des Verfahrens eingehalten. Das Mikrotunneling bietet somit die geringsten Risiken hinsichtlich eines Scheiterns des Vortriebs. Auch entfallen zusätzliche Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung. Von der Start- zur Zielgrube muss eine Distanz von ca. 360 m überwunden werden. Der Düker befindet sich auf einer Tiefe von > 8,0 m u. GOK, gemessen von der Achse des Dükers in der Startgrube. Er ist > 8,0 m von der Sohle der Isar bzw. > 6,5 m von der Sohle des Mittlere-Isar-Kanals entfernt. Beide Gruben liegen

außerhalb des Einflussbereichs des HQ100. Die Start- und Zielgrube sind in ihrer baulichen Ausführung bereits weiter oben beschrieben.

2.5.3.2 Konstruktive Gestaltung, verwendete Baumaterialien

Der zu erstellende Düker „Isar“ wird mit DN 2600 so hergestellt, dass er im Endzustand nicht mehr begehbar ist. Die einzelnen Rohre werden in den Baugruben geschweißt und anschließend auf Montagerollen in den Düker eingeschoben bzw. eingezogen. Diese werden, nachdem sich jeder Rohrstrang im Düker befindet, wieder entfernt. Gemäß den Vorgaben der SWM sollen folgende Rohre verlegt werden:

- Gas-HD, DN 400
- Leerrohr, DN 500
- Strom 110 kV, vier bis sechs Leerrohre DN 250 (Stahl, längsnahtgeschweißt oder nahtlos mit Einsteckschweißmuffe)
- zwei Leerrohre DA 160

2.5.3.3 Dauer und Zeitpunkt der Baumaßnahme, Bauablauf

Die Baumaßnahme wird nach gültigem Planänderungsbeschluss begonnen und etwa zwei Jahre dauern. Zu Beginn erfolgen die Baufeldfreimachung und die Baustelleneinrichtung. Danach werden die Gruben hergestellt und anschließend findet der Rohrvortrieb statt. Im Nachgang folgt der Rohrleitungsbau im Düker. Abschließend folgen die Lückenschlüsse, Funktionsprüfungen und der Rückbau.

2.5.3.4 Beabsichtigte Betriebsweisen

Die Leitungen werden nach Abschluss der Baumaßnahme in den Regelbetrieb nach den Vorgaben der SWM übernommen (siehe Abschnitt c.2).

2.5.3.5 Höhenlage und Festpunkte

Durch das WWA München wurde ein Mindestabstand OK Düker bis Isarsohle von 3,00 m gefordert (E-Mail vom 05.09.2019). Diese Vorgabe wird erfüllt. Es ist zu beachten, dass eine Querprofilaufnahme nur alle 200 m auf Höhe der jeweiligen Flusskilometrierung durchgeführt wurde. Bei Flusskilometer 141,000 – ca. 100 m flussabwärts der Querung – liegt die tiefste Gewässersohle auf ca. 490,20 m ü. NN (Stand 11/2013). Für den Ort der Querung liegen keine genauen Daten vor. Für die Genehmigung des Dükers wurden die durch das WWA München am 05.09.2019 übermittelten Querprofile verwendet. Die Gewässersohle der Isar unterliegt aufgrund des natürlichen Geschiebetransports andauernder Veränderung, lokal können sich teilweise tiefere Kolke bilden. Eine aktuelle Sohlvermessung wurde nicht gefordert.

2.5.3.6 Wiederherstellung der Flächen

Sämtliche beanspruchte Flächen werden nach Abschluss der Arbeiten gemäß dem Bestand vor Bauausführung wiederhergestellt.

2.5.3.7 Bauwasserhaltung und Entspannungsbrunnen

Für den Vortrieb DN 2600 sind, wie oben beschrieben, 4 der insgesamt 5 Förder- und Schluckbrunnen geplant. Die anfallenden Wassermengen, die für die Anlagengenehmigung des Dükers DN 2600 relevant sind, können der zugehörigen Tabelle in U18.2 Anlage 7 entnommen werden.

2.5.4 Auswirkungen des Vorhabens

2.5.4.1 Hauptwerte des Gewässers

Durch das Vorhaben werden die Hauptwerte der Isar nicht beeinflusst.

2.5.4.2 Abflussgeschehen, v.a. Hochwasserabfluss

Das Abflussgeschehen der Isar wird durch das Vorhaben nicht beeinflusst.

2.5.4.3 Ökologischer und chemischer Zustand des Gewässers

Der ökologische und der chemische Zustand der Isar werden durch das Vorhaben nicht beeinflusst.

2.5.4.4 Gewässerbett und Uferstreifen

Das Gewässerbett und die Uferstreifen der Isar werden durch das Vorhaben nicht beeinflusst.

2.5.4.5 Grundwasser

Die Angaben zum Aufstau des Grundwassers sind der Anlage U18.1 zu entnehmen.

2.5.4.6 Bestehende Gewässerbenutzungen

Die bestehenden Gewässerbenutzungen werden durch die Dükerbaumaßnahme nicht beeinflusst. Der Stauhaltungsdamm wird durch die Vorgabe der Uniper Kraftwerke GmbH nicht in seiner Standsicherheit beeinträchtigt.

2.5.4.7 Überschwemmungsgebiete und Schutzgebiete

Der Düker selbst quert das festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Isar. Da dies jedoch unterirdisch geschieht, wird dieses Gebiet nicht beeinträchtigt. Die geplanten Baugruben liegen außerhalb des Überschwemmungsgebietes.

2.5.4.8 Öffentliche Sicherheit und Verkehrssicherheit

Durch das geplante BV werden im genehmigungsbedürftigen Gebiet keine Verkehrsflächen beeinträchtigt.

2.5.4.9 Ober-, Unter-, An- oder Hinterlieger

Angaben zu Auswirkungen auf die Nachbarbebauung wurden bereits in a.4 gemacht.

2.5.5 Rechtsverhältnisse

Bauherr für das Vorhaben ist die SWM Services GmbH.

Das Vorhaben bezieht sich auf die Flurstücke 589/20, 589/42, 589/44, 589/45, 589/51, 589/50 der Gemarkung München-Freimann und 1194, 1194/6, 1194/5 der Gemarkung Unterföhring.

Der genehmigungsbedürftige Abschnitt des Dükers befindet sich auf den Flurstücken 589/20, 589/42, 589/44, 589/45 und 589/51 der Gemarkung München-Freimann.

2.5.5.1 Beweissicherungsmaßnahmen

Es sind vorab Bestandsvermessungen vorgesehenen. Die Beweissicherungsmaßnahmen für den Mittlere-Isar-Kanal sind im Zuge der weiteren Planung mit der Uniper Kraftwerke GmbH abzustimmen.