BoSS consult
environmental solutions

Umnutzung im Bereich der Ratoldstraße/ Raheinstraße in München-Feldmoching

Bebauungsplan 2108a

Bewertung der möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser und der Möglichkeiten zur Versickerung des Niederschlagswassers

Projekt Nr. 80 17 072

Datum: 25.01.2021

erstellt für:

CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG
Südliche Münchner Straße 2a

82031 Grünwald

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Inhalt

1. Veranlassung und Zielsetzung ... 1
2. Grundlagen ... 2
2.1 Verwendete Unterlagen ... 2
2.2 Vorhaben ... 3
2.3 Standortbeschreibung ... 5
2.4 Behördliche Vorgaben ... 5
2.4.1 Grundwasseraufstau ... 5
2.4.2 Versickerung von Niederschlagswasser ... 6
3. Hydrogeologische Verhältnisse ... 6
4. Kenngrößen der geplanten Untergeschosse ... 10
5. Grundwasserströmungsmodell ... 12
5.1 Konzeption ... 12
5.2 Kalibrier- und Validiergüte ... 15
5.3 Ausgangssituation ... 17
5.4 Prognoserechnungen ... 18
5.4.1 Ergebnisse ohne Unterbauung der Quartiersmitte ... 18
5.4.2 Ergebnisse mit Unterbauung der Quartiersmitte ... 21
5.5 Bewertung der Auswirkungen auf das Grundwasser ... 28
6. Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Versickerung von Niederschlagswasser ... 30
6.1 Bemessungsparameter für die Versickerung des Niederschlagwassers ... 30
6.1.1 Hydrogeologische Gegebenheiten ... 30
6.1.2 Regenspende ... 30
6.1.3 Abstand von Gebäuden und Grenzen ... 30
6.1.4 Mächtigkeit des Sickerraums ... 30
6.2 Flächenermittlung ... 31
6.3 Dimensionierung der Anlagen für unterirdische Versickerungstechniken ... 34
6.4 Exemplarische Untersuchung oberflächennaher Versickerungsarten ... 37
6.5 Altlastensituation ... 39
6.6 Hangwallschüttungen ... 41
6.7 Bewertung der Versickerung des Niederschlagswassers ... 43
7. Fazit aller themenspezifischen Untersuchungen ... 46

Abbildungen

Abbildung 1: Lage der Baufelder mit geplanten Tiefgeschossen (B-Plan Nr. 2108a) sowie der angenommenen Tiefgeschosse (B-Plan Nr. 2108b) ... 4
Abbildung 2: Strömungssituation im Modellgebiet vom April 2014 und Lage der Grundwassermessstellen des RGU ... 7
Abbildung 3: Schematischer Profilschnitt der geplanten Untergeschosse und Grundwasserstände auf Höhe des U-Bahnhofs ... 10
Abbildung 4: Abweichung der gemessenen (Stichtagsmessung April 2014) von den mit dem Modell berechneten Grundwasserständen mit einem Toleranzintervall von 0,25 m ... 16

Abbildung 5: Streudiagramm der gemessenen (Stichtagsmessung April 2014) zu den mit dem Modell berechneten Grundwasserständen mit einem Toleranzintervall von 0,25 m (rot dargestellte Messpunkte liegen außerhalb des Toleranzintervalls)..... 17
Abbildung 6: Berechnete Grundwasserstandsänderung während der Bauphase ohne Unterbauung der Quartiersmitte..... 19
Abbildung 7: Berechnete Grundwasserstandsänderung nach Beendigung der Bauphase ohne Unterbauung der Quartiersmitte 20
Abbildung 8: Berechnete Grundwasserstandsänderung während der Bauphase mit zweigeschossiger Unterbauung der Quartiersmitte 22
Abbildung 9: Berechnete Grundwasserstandsänderung nach Beendigung der Bauphase mit zweigeschossiger Unterbauung der Quartiersmitte..... 23
Abbildung 10: Detailplan des berechneten maximalen Aufstaus während der Bauphase mit Unterbauung der Quartiersmitte. 25
Abbildung 11: Detailplan der berechneten Grundwasserströmung im Bereich der Grundwasserdükeranlagen des Betonkanals während der Bauphase (mit Unterbauung der Quartiersmitte) 26
Abbildung 12: Detailplan der berechneten Grundwasserströmung im Bereich der Grundwasserdükeranlagen des U-Bahnhofs während der Bauphase (mit Unterbauung der Quartiersmitte) 27
Abbildung 13: Übersichtsplan der Flächentypen – Umnutzungsgebiet Nord..... 32
Abbildung 14: Übersichtsplan der Flächentypen – Umnutzungsgebiet Süd 33
Abbildung 15:Schematischer West-Ost-Schnitt auf Höhe des Teilbaugebiets WA Nord (3) 34
Abbildung 16: Schematischer West-Ost-Schnitt auf Höhe des Teilbaugebiets WA Nord (1) 38
Abbildung 16: Lage der Altlastverdachtsflächen 40
Abbildung 17: Systemschnitt der Halbwallschüttung gemäß [19] 41

Tabellen

Tabelle 1: Berechnete Wasserbilanz im Modellgebiet 15
Tabelle 2: Vergleich der Längenausdehnung der potenziellen Versickerungsflächen sämtlicher Teilbaugebiete mit den notwendigen Rigolenlängen 36
Tabelle 3: Berechnete Längenausdehnung der berechneten Versickerungsanlagen für das Teilbaugebiet WA Nord (1) 39

Anlagen

1. Planunterlagen
   - 1.1 Bebauungsplan Nr. 2108a (Stand 08.10.2020)
   - 1.2 Lageplan und Querschnitt des U-Bahnbauwerks (M 1:5.000 bzw. M 1:500)
   - 1.3 Lageplan und Querschnitt des Betonkanals in der Herbergstraße (M 1:1.032 bzw. M Länge 1:100 und Höhe 1:1.000)
2. Grundwassermessstellen
   - 2.1 Bohrprofile
   - 2.2 Ganglinien des Grundwasserstands
3. Hydrogeologische Datengrundlagen, M 1:25.000
   - 3.1 Quartärbasis
   - 3.2 Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung vom April 2014
   - 3.3 Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung vom Juli 1990
   - 3.4 Grundwasserhöhen des Hochwassers 1940
4. Grundwasserströmungsmodell, M 1:25.000
   - 4.1 Modellkonzeptionierung
   - 4.2 Verteilung der hydraulischen Durchlässigkeit
   - 4.3 Berechnete Grundwasserströmung vom April 2014
   - 4.4 Berechnete Grundwasserströmung vom Juli 1990
   - 4.5 Berechnete Grundwasserströmung des Hochwassers 1940 – Ausgangssituation
5. Dimensionierung der Versickerungsanlagen
   - 5.1 Rigolenversickerung für die einzelnen Teilbaugebiete
   - 5.2 Oberflächennahe Versickerung für das Teilbaugebiet WA Nord (1)
   - 5.3 Schotterfuß der Halbwallschüttung

1. VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

Für das als „Wohnquartier an der Ratoldstraße“ bezeichnete Bauvorhaben an der Ratoldstraße/Raheinstraße in München-Feldmoching sind Gebäudekomplexe mit Untergeschossen geplant. Der größte Teil des Areals befindet sich im Eigentum der CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG.

Im Vorfeld des Bauvorhabens fordert das Referat für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München (RGU) die Erstellung eines numerischen Grundwassermodells zur Prognose der möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser durch die geplante Umnutzung am Standort. Hierbei soll ein möglicher Grundwasseraufstau während der Bauzeit sowie im Endzustand der geplanten Gebäude untersucht werden und im Bedarfsfall entsprechende Ausgleichsmaßnahmen ermittelt werden.

Des Weiteren sollen im Rahmen des B-Plan-Verfahrens die Möglichkeiten für die Versickerung von Niederschlagswasser geprüft werden. Zusätzlich soll bewertet werden, ob durch einen geplanten Erdwall an der westlichen Grenze des Areals eine Vernässung des Nachbargrundstücks zu erwarten ist.

Seit Dezember 2017 sind wir im Auftrag der CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG mit der Prüfung und Bewertung des Grundwasseraufstaus und der Versickerung des Niederschlagswassers befasst. In unserem Bericht vom 09.10.2020 sind die zuvor genannten Aspekte gemäß Planungsstand vom Oktober 2020 bewertet und dokumentiert.

Zwischenzeitlich merkte das Baureferat der Landeshauptstadt München an, dass im Bereich des U-Bahnhofs Feldmoching zwei Grundwasserdükeranlagen situiert sind. Durch die Münchner Stadtentwässerung (MSE) wurde uns mitgeteilt, dass durch das Umnutzungsgebiet ein bewehrter Betonkanal mit Grundwasserdükeranlagen verläuft. Die Funktionalität der Grundwasserdükeranlagen darf durch das geplante Bauvorhaben nicht beeinträchtigt werden.

Zusätzlich merkte die MSE an, dass aus stadtklimatischen Gründen ein Niederschlagswasserkonzept mit oberflächennaher Versickerung anzustreben ist. Das RGU empfahl die Auslegung der Versickerungsanlagen nun auf ein Niederschlagsereignis von mindestens 30 Jahren zu erhöhen, um Starkregenniederschläge in der Untersuchung stärker zu gewichten.

Unser Bericht vom 09.10.2020 wurde daher um die aufgeführten Punkte aktualisiert. Der vorliegende Bericht ersetzt unseren Bericht vom 09.10.2020.

2. GRUNDLAGEN

2.1 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Lageplan von Bohrungen und Grundwassermessstellen inkl. Bohrprofil und Ganglinien sofern vorhanden, Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU).

[2] Karte der Grundwassergleichen der Stichtagsmessung vom April 2014 inklusive Stützpunkte, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

[3] Karte der Grundwassergleichen der Stichtagsmessung vom Juli 1990, Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU).

[4] Punktdaten interpolierter Höchstgrundwasserstände des HW 1940 auf dem Gelände Ratoldstraße/Raheinstraße, Landeshauptstadt München, GeodatenService.

[5] Quartärbasiskarte München, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).

[6] Karte der Mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971–2000) im 50 m-Raster im Maßstab 1:500.000 (LfU).

[7] Übersicht U-Bahn-Bauwerke, Landeshauptstadt München, Baureferat U-Bahn Bau (Stand November 2004).

[8] U-Bahn Lageplan, Grundriss und Schnitte im Maßstab 1:5.000 bzw. 1:500 (von der CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG zur Verfügung gestellt).

[9] „Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2108“, Stand 16.01.2019, Dragomir Stadtplanung.

[10] Informationen zum Bauen im Grundwasser und zur Bauwasserhaltung, Wasserwirtschaftsamt München, Stand Mai 2013.

[11] „Informationen zur Niederschlagswasserbeseitigung“, WWA München, September 2013.

[12] „Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2108a“ inkl. zugehörigem Begründungs- und Satzungsentwurf, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Stand 08.10.2020.

[13] Lageplan von Bohrungen und Grundwassermessstellen inkl. Bohrprofil, Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU).

[14] DWD Climate Data Center (CDC), Raster der Wiederkehrintervalle für Starkregen (Bemessungsniederschläge) in Deutschland (KOSTRA-DWD), Version 2010R.

[15] Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005

[16] „Bericht über ergänzende Untersuchungen im geplanten Wohnquartier an der Ratoldstraße in München-Feldmoching“, BoSS Consult GmbH, 11.04.2017

[17] „Pflege- und Entwicklungskonzept, Biotopverbund und Ausgleichsfläche Bebauungsplan 2108a“, Planwerkstatt Karlstetter, 10.01.2020

[18] Lageplan des Betonkanals in der Herbergstraße mit Grundwasserdükeranlagen im Maßstab 1:1.032, Münchner Stadtentwässerung, 18.11.2020

[19] Längenschnitt-Kanalbau „Betonkanal-Herbergstraße“, 29.01.1979

[20] Regelzeichnung für nichtbegehbaren Düker „Grundwasserüberleitung für bewehrten Betonkanal KGE 2900/3000“, Bauplanung BAUEP, 19.03.1980

[21] Bauwerksübersichtsplan U-Bahnhof München Feldmoching im Maßstab 1:2.000, Landeshauptstadt München Baureferat, 09.12.2020.

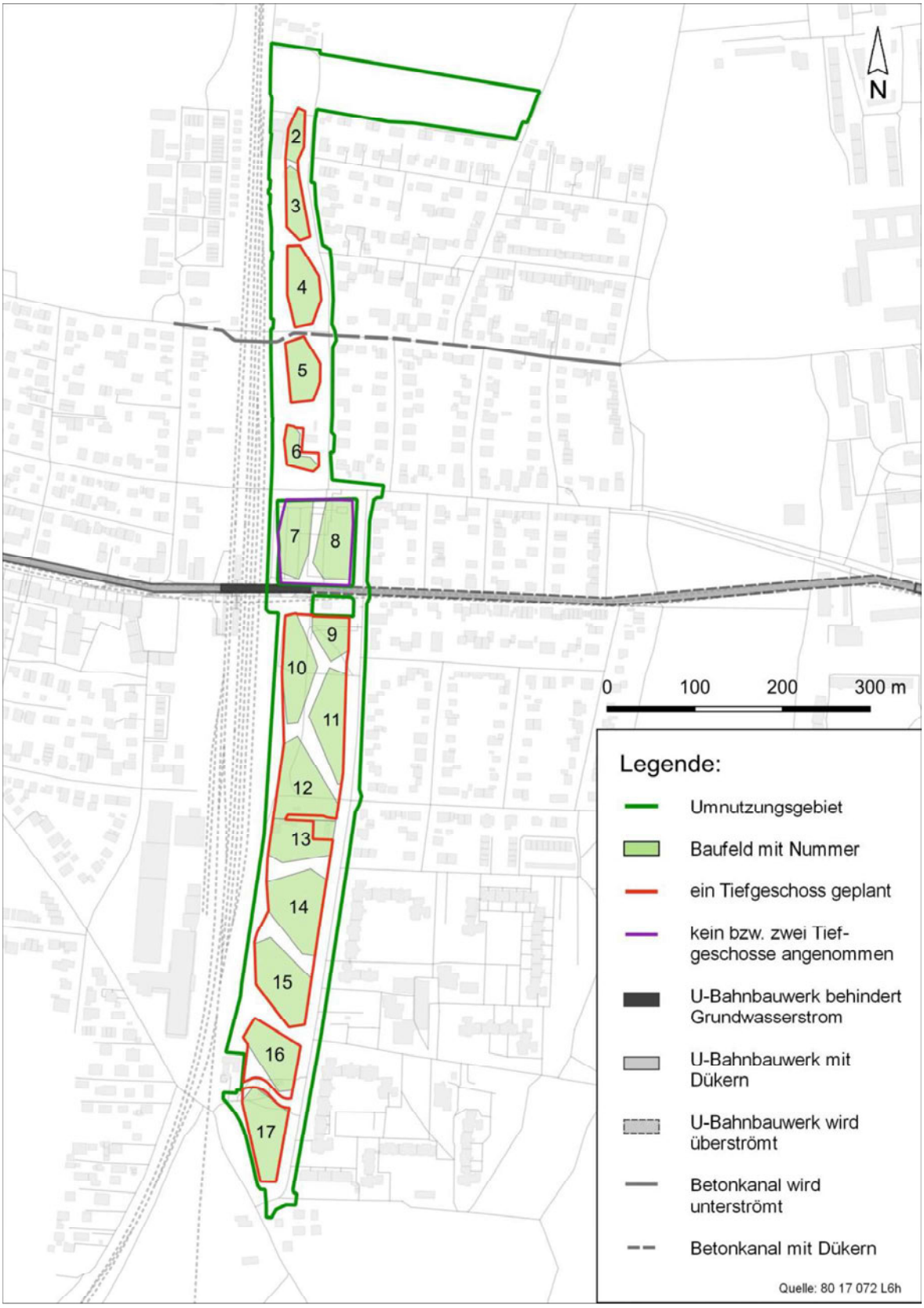
[22] Stellungnahme des Baureferats zur Spartenabfrage des Bebauungsplans mit Grünordnung Nr. 2108a, Landeshauptstadt München, 30.12.2020.

[23] „Bewertung der möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser und Möglichkeit zur Versickerung des Niederschlagswassers, Ratholdstraße/Raheinstraße in München-Feldmoching“, BoSS Consult GmbH, 09.10.2020.

2.2 Vorhaben

Im Bereich der Ratoldstraße/Raheinstraße in München-Feldmoching soll gemäß Bebauungsplan Nr. 2108 auf insgesamt 16 Baufeldern eine Wohnbebauung mit Tiefgaragen entstehen. Die Baufelder 2 bis 17 sind von Norden nach Süden im Umnutzungsgebiet angeordnet. Die U-Bahn verläuft südlich der Baufelder 7 und 8 und nördlich der Baufelder 9 und 10.

Im Teilbebauungsplan Nr. 2108a (Baufelder 2-6 und 9-17) ist eine Wohnbebauung mit großflächigen, eingeschossigen Tiefgaragen vorgesehen. Auf dem in der Rahmenplanung bezeichneten Baufeld 1 ist mittlerweile keine Überbauung, sondern eine öffentliche Grünfläche geplant. Die zukünftige Neubebauung der Quartiersmitte (Baufeld 7 und 8) soll in einem gesondertem Teilbebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2108b geregelt werden. Da eine Unterbauung der Quartiersmitte für die Beurteilung möglicher Auswirkungen auf das Grundwasser relevant ist, wurde in der Bewertung des Grundwasseraufstaus eine mögliche Unterbauung der Quartiersmitte mitberücksichtigt. Ein Übersichtsplan der Baufelder mit der voraussichtlichen Lage der Tiefgeschosse (vgl. Anlage 1.1) sowie den U-Bahnbauwerken ist in Abbildung 1 dargestellt.



Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Abbildung 1: Lage der Baufelder mit geplanten Tiefgeschossen (B-Plan Nr. 2108a) sowie der angenommenen Tiefgeschosse (B-Plan Nr. 2108b)

Das Planungsgebiet ist derzeit größtenteils unbebaut. Durch die Umnutzung erhöht sich der Versiegelungsgrad von derzeit rund 23 % auf 75 %. Der B-Plan-Entwurf (ohne die Entwicklung der Quartiersmitte) ist in 12 Teilbaugebiete untergliedert (s. Anlage 1.1).

Der B-Plan-Entwurf sieht eine Bebauung mit Gebäuden mit Flachdächern bzw. mit flach geneigten Dächern mit extensiver Dachbegrünung vor. Diese Dachflächen können mit der Gewinnung von Solarenergie kombiniert werden. Technische Dachaufbauten dürfen max. 15 % der Fläche des darunterliegenden Geschosses einnehmen. Der Anteil von privaten und gemeinschaftlich genutzten Dachgärten liegt für die einzelnen Teilbaugebiete zwischen 0 und 60 %. Die Dachgärten sind ebenfalls mit einem Anteil von mindestens 40 % zu begrünen. Ausnahme bildet hier das Bestandsgebäude in der Raheinstraße 3 (WA Nord (4)), für welches ein Mansarddach vorgesehen ist.

Da wie zuvor beschrieben, für die jeweiligen Teilbaugebiete eine großflächige Unterkellerung zulässig ist, liegt ein Großteil der Grünflächen über Tiefgaragen. Im Westen verläuft ein durchgehender zu den Bahngleisen paralleler Fuß- und Radweg. Zwischen Fuß- und Radweg und dem angrenzenden DB Grundstück ist eine Lärmschutzwand vorgesehen, an welche bereichsweise eine Halbwallschüttung als Ausgleichsbiotop angrenzt.

2.3 Standortbeschreibung

Die etwa 116.000 m² große Fläche im Münchener Stadtteil Feldmoching hat eine maximale Ausdehnung von 1.300 m in Nord-Süd-Richtung und 100 m in Ost-West-Richtung. Sie grenzt im Westen an die Bahnschienen der S1, im Süden an die Lerchenauer Straße, im Südosten an die Ratoldstraße und im Norden und Nordosten an die Raheinstraße. Der U-Bahnhof Feldmoching durchtrennt das Untersuchungsgebiet mittig von Osten nach Westen (vgl. Abbildung 1).

Geländehöhen liegen uns von den nach Lage und Höhe eingemessenen Bohrungen des RGU München vor. Demnach fällt das Gelände von ca. 496,5 m ü. NHN im Süden auf rund 492,0 m ü. NHN im Norden ab.

2.4 Behördliche Vorgaben

2.4.1 Grundwasseraufstau

An ein in das Grundwasser einbindendes Bauvorhaben wird in München grundsätzlich die behördliche Anforderung gestellt, dass der Aufstau im Hochwasserfall maximal

10 cm betragen darf. Für die Berechnung wird der Grundwasserstand des Hochwassers im Jahr 1940 (HQ100) als Referenz herangezogen.

Für das hier untersuchte Vorhaben an der Ratoldstraße/Raheinstraße war daher zu prüfen, inwieweit das geplante Bauvorhaben realisiert werden kann, ohne dass es zu einer Überschreitung der maximal zulässigen Grundwasseraufhöhung kommt. Hierfür wird der Bau- und Endzustand des geplanten Bauvorhabens betrachtet.

2.4.2 Versickerung von Niederschlagswasser

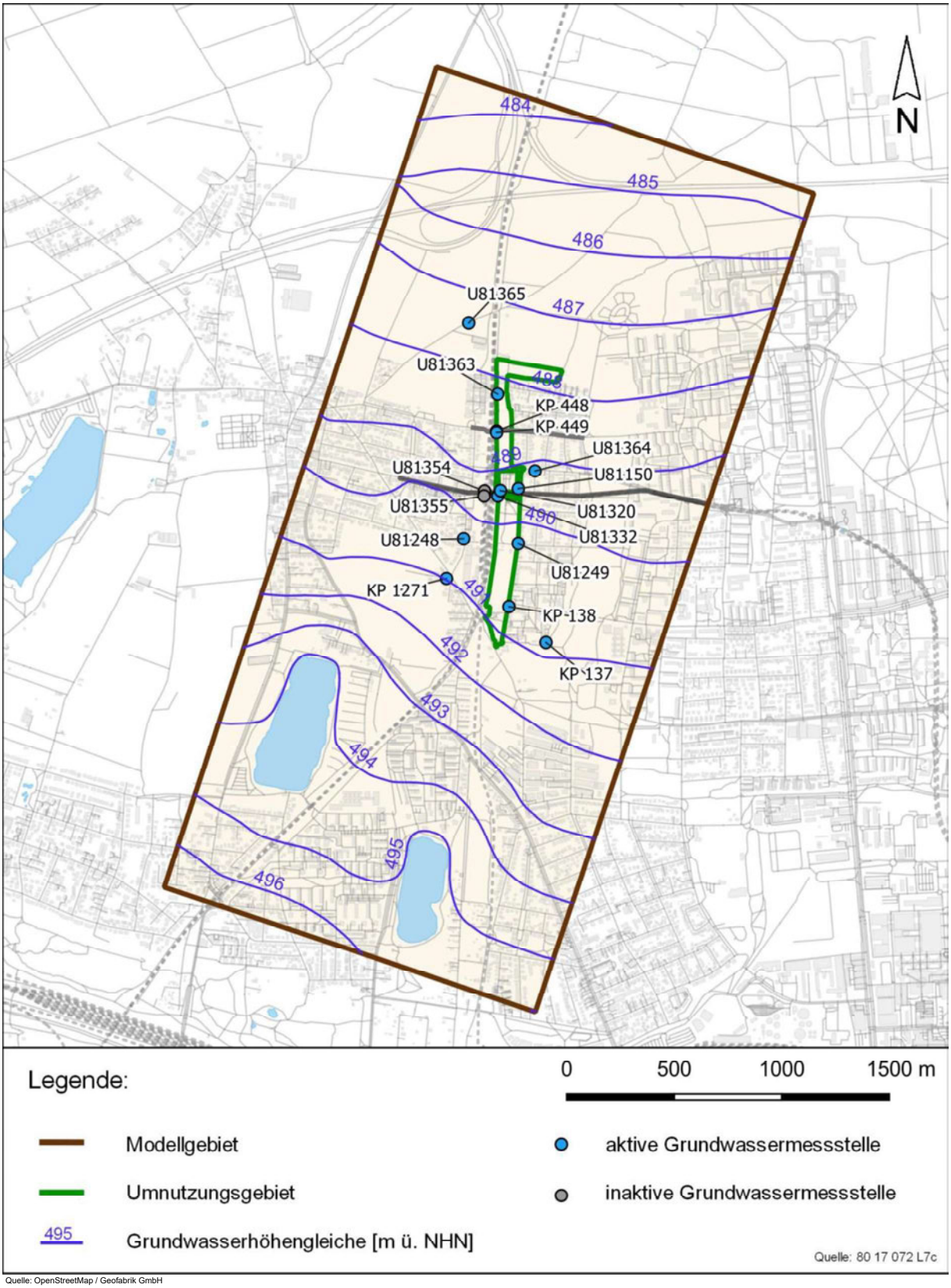
An die Beseitigung von Niederschlagswasser wird in München grundsätzlich die behördliche Anforderung gestellt, das Niederschlagswasser dezentral und über die sogenannte belebte Oberbodenzone, z.B. über Mulden, zu versickern [11]. Nur im begründeten Ausnahmefall ist eine unterirdische Versickerung, wie z.B. über Rigolen zulässig.

Ziel der Machbarkeitsstudie ist die prinzipielle Möglichkeit einer dezentralen Versickerung im Bereich des B-Plan-Entwurfs zu untersuchen. Auf dem sehr schmalen und langgezogenen Planungsumgriff stehen bei der geplanten Bebauung kaum Flächen für eine oberflächennahe Versickerung zur Verfügung. Deshalb wurde für alle Teilflächen eine unterirdische Versickerung mit Rigolen geprüft. Exemplarisch wurden für die Teilfläche WA Nord (1) noch weitere Versickerungsarten (Muldenversickerung sowie Mulden-Rigolen-Element) untersucht.

3. HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Gemäß den Bohrprofilen im Bereich Ratoldstraße/Raheinstraße (s. Anlage 2.1) stehen im Untersuchungsgebiet bis 11 m u. GOK sandige Kiesschichten des Quartärs an. Entsprechend der Geländeoberkante fällt auch die Quartärbasis im Bereich des geplanten Bauvorhabens nach Norden ab. Als oberste tertiäre Schicht sind Fein- und Mittelsande mit einer Mächtigkeit von ca. 10 m vorhanden. Diese sind in der südwestlichen Grundstücksecke von einer 2 m mächtigen Ton-Lehm-Linse überdeckt. Unter den Sanden des Tertiärs folgen wasserstauende schluffig bis tonige Schichten.

Grundwasserführend sind der untere Teil der quartären Kiessande und die tertiären Sande, deren Grundwasseroberfläche frei ist. Da die hydraulische Durchlässigkeit von Fein- bis Mittelsand um Größenordnungen kleiner als die von Kiesen ist, wurde generell die Oberkante des Tertiärs als Grundwasserstauer angesetzt (ausgeprägter Durchlässigkeitskontrast). Am Tag der Stichtagsmessung im April 2014 (s. Abbildung 2) lag der Grundwasserstand auf dem Gelände an der Ratoldstraße/Raheinstraße bei ca. 5 m u. GOK, die grundwassererfüllte Mächtigkeit schwankte zwischen 5 und 7 m.



Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Abbildung 2: Strömungssituation im Modellgebiet vom April 2014 und Lage der Grundwassermessstellen des RGU

Den durch das RGU zur Verfügung gestellten Ganglinien der Grundwassermessstellen ist zu entnehmen, dass der natürliche Schwankungsbereich der Grundwasserstände im Bereich Ratoldstraße/Raheinstraße von 1970 bis 2017 bei maximal rund 1,2 m lag (s. Anlage 2.2), die mittlere Grundwasserschwankung bei 0,22 m. Die Grundwasserstände der Stichtagsmessung vom April 2014 liegen ca. 0,2 m über den minimal gemessenen Wasserständen und repräsentieren damit eine Niedrigwassersituation. Die Wasserstände der Stichtagsmessung vom Juli 1990 liegen im Schnitt 0,3 m über denen der Stichtagsmessung vom April 2014 und stellen eine Mittelwassersituation dar. Der durchschnittliche Grundwasserflurabstand auf dem Gelände der Ratoldstraße/Raheinstraße beträgt damit 4 bis 5 m.

In den für die Versickerung relevanten oberen Bodenmetern der ungesättigten Zone wurde bislang nur in zwei Bohrungen südöstlich des Umnutzungsgebiets eine 0,3 bis 0,7 m gering mächtige und gering durchlässige Lehmschicht angetroffen [1]. Ansonsten wurden unter einer meist sehr gering mächtigen Auffüllung direkt die quartären Kiesschichten erbohrt.

In Anlage 3.2 und 3.3 sind die Grundwasserisohypsen der Stichtagsmessung aus dem Juli 1990 und April 2014 dargestellt. Ein Vergleich zeigt, dass die Grundwasserströmungsrichtung an beiden Stichtagen praktisch identisch ist. Danach strömt das Grundwasser generell von Südwesten nach Nordosten. Der mittlere hydraulische Gradient im Modellgebiet liegt in beiden Fällen bei 0,3 %.

Die interpolierten Punktgrundwasserstände des HQ100 von 1940 auf dem Gelände an der Ratoldstraße/Raheinstraße liegen im Durchschnitt jeweils 1,7 m über den Grundwasserständen der Mittelwassersituation vom Juli 1990 und lassen auf dieselbe Strömungsrichtung schließen.

Der quartäre Aquifer ist generell hoch durchlässig und sehr ergiebig. Die hydraulische Durchlässigkeit kann gemäß regionaler Erfahrungswerte für die Münchener Kiese mit im Mittel etwa $5 \cdot 10^{-03}$ m/s angegeben werden.

Mittig im Umnutzungsgebiet an der Ratoldstraße liegt das Tunnelbauwerk der U2 mit dem U-Bahnhof Feldmoching. Der U-Bahnhof befindet sich am westlichen Rand des Umnutzungsgebiets. Gemäß den Querschnitten der U-Bahnbauwerke, die uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden (s. Anlage 1.2), liegt die Sohlunterkante bei 17 m u. GOK und somit in der tertiären Sandschicht. Dem Übersichtsplan des Baureferats U-Bahn-Bau der Landeshauptstadt München ist zu entnehmen, dass das Bauwerk in diesem Bereich größtenteils den Grundwasserstrom behindert. Auf Höhe der

Messstellen U81354 und U81355 ist der U-Bahnhof mit zwei Dükeranlagen versehen [21, 22]. Ebenso ist das Tunnelbauwerk westlich des U-Bahnhofs Feldmoching mit Dükern ausgestattet. Die Oberkante des U-Bahnbauwerks östlich des U-Bahnhofs befindet sich ca. 7,5 m u. GOK und der U-Bahntunnel wird vom Grundwasser überströmt. In den Teilabschnitten, in denen das Tunnelbauwerk mit Dükern versehen ist bzw. überströmt wird, bleibt der Grundwasserstrom weitgehend unbeeinflusst. Eine graphische Zusammenstellung des Einflusses der U-Bahnbauwerke auf das Grundwasser findet sich in Abbildung 1.

Zwischen den Baufeldern 4 und 5 verläuft in der Herbergstraße ein bewehrter Betonkanal von Ost nach West. Gemäß des uns vorliegenden Schnitts [20] liegt die Kanalsohle östlich des Umnutzungsgebiets (Johann-Emmer-Straße bis Paidarstraße) zwischen 489,5 und 490,0 m ü. NHN. Im Bereich des Umnutzungsgebiets (westlicher Kanalabschnitt, Paidarstraße bis Paul-Preuß-Straße) liegt die Kanalsohle zwischen 488,0 und 488,7 m ü. NHN. Dieser Kanalabschnitt bindet bei Mittelwasser (STM 1990) bis rund 1 m, bei einer Hochwassersituation wie 1940 (HQ100) rund 2,7 m ins Grundwasser ein. Der tieferliegende Kanalabschnitt verfügt über insgesamt neun Grundwasserdükeranlagen, wovon sich drei innerhalb des Umnutzungsgebiets befinden. Die Lage des Kanals mit und ohne Dükeranlagen ist in Abbildung 1 dargestellt.

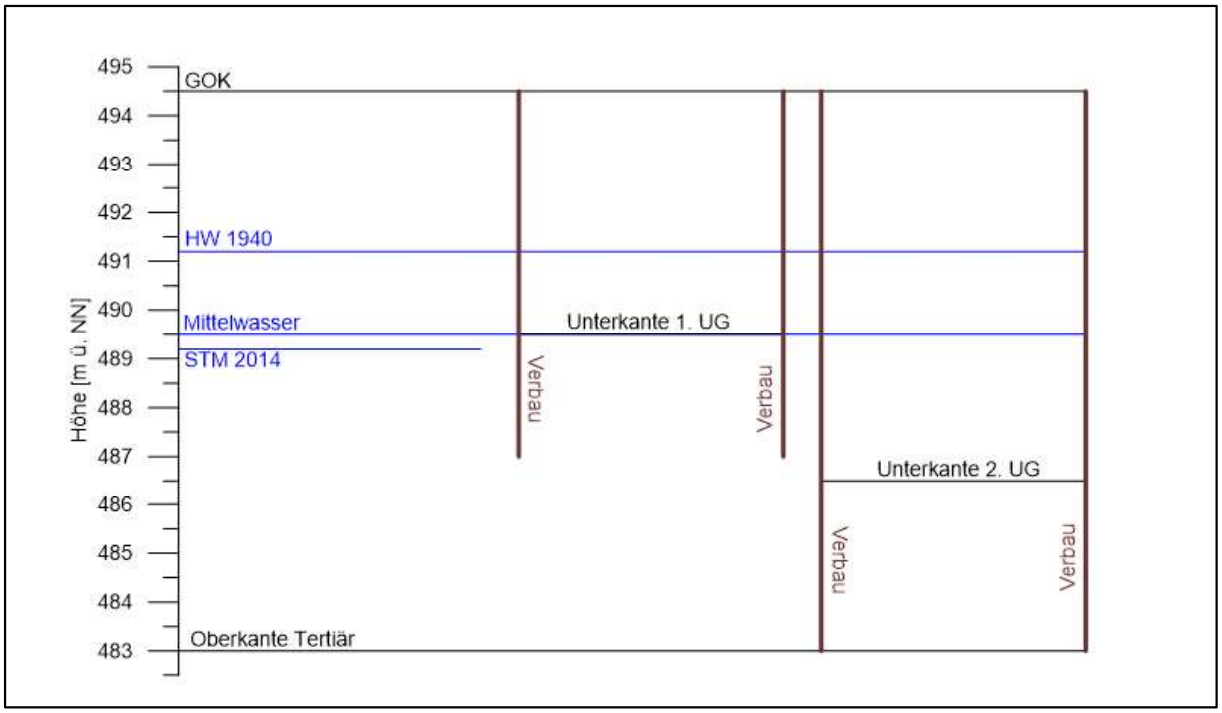
Südlich des Umnutzungsgebiets befinden sich der Fasaneriesee und der Lerchenauer See. Wie aus den Grundwasserisohypsen der Stichtagsmessung aus dem April 2014 ersichtlich ist, sind beide Seen hydraulisch mit dem Aquifer verbunden („Grundwasserblänken“).

Die mittlere Grundwasserneubildungsrate im weiteren Umfeld des Umnutzungsgebiets beträgt ca. 8 l/s · km² [6].

4. KENNGRÖßEN DER GEPLANTEN UNTERGESCHOSSE

Für die Baufelder 2 bis 6 sowie 9 bis 17 ist eine eingeschossige Unterbauung geplant. Für die aus dem Bebauungsplan herausgenommenen Baufelder 7 und 8 in der Quartiersmitte wurde die Variante ohne Unterbauung als auch die mit einer zweigeschossigen Unterbauung untersucht. Da bislang keine detaillierte Ausführungsplanung der Untergeschosse vorliegt, haben wir typische Kenngrößen für das vorliegende Bauprojekt angesetzt. Diese wurden bewusst etwas großzügiger gewählt, um in der Ausführungsplanung einen gewissen Spielraum zu ermöglichen. Bei einem Untergeschoss liegt demnach die Unterkante der Bodenplatte maximal bei rund 5 m u. GOK, bei zwei Untergeschossen bei maximal ca. 8 m u. GOK.

Abbildung 3 zeigt eine grafische Zusammenfassung der Höhen der geplanten Untergeschosse und der Grundwasserstände. Beispielhaft wurden die Grundwasserstände südlich des U-Bahnhofs dargestellt. Da die Geländeoberkante, der Grundwasserstand als auch die Quartärbasis im Untersuchungsgebiet mit einem ähnlichen Gradienten von Süden nach Norden abfallen, können die dargestellten Höhenverhältnisse repräsentativ für das gesamte Umnutzungsgebiet gesehen werden.



Quelle: eigene Darstellung BoSS Consult GmbH

Abbildung 3: Schematischer Profilschnitt der geplanten Untergeschosse und Grundwasserstände auf Höhe des U-Bahnhofs

Demnach endet die Bodenplatte bei nur einem Tiefgeschoss auf Höhe des mittleren Grundwasserstandes. Die Bodenplatte des zweiten Untergeschosses greift hydraulisch gesehen auch bei mittleren Grundwasserständen in das Grundwasser ein.

In beiden Fällen ist eine wasserdichte Baugrubenumschließung erforderlich. Typische Maßnahmen wie ein wasserdichter Verbau bis zum Stauer oder eine wasserdichte Baugrubensohle unter der geplanten Bodenplatte verringern die verbleibende Restmächtigkeit bis zur Basis des Quartärs. Bei nur einem Untergeschoss wurde ein Verbau mit einer Einbindetiefe von 2,5 m unterhalb der Baugrubensohle angesetzt, d.h. die seitliche Baugrubenumschließung bindet bis 7,5 m u. GOK ein. Für zwei Untergeschosse wurde als Worst-Case-Szenario eine Baugrubenumschließung bis zur Oberkante des Tertiärs angenommen.

Es ist anzunehmen, dass diese nach den Bauarbeiten entfernt bzw. aufgebohrt wird.

5. GRUNDWASSERSTRÖMUNGSMODELL

5.1 Konzeption

Zur Abschätzung der Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Grundwasserströmung wurde ein numerisches Grundwassermodell für den oberen Grundwasserleiter im Quartär entwickelt.

Im Detail geht es darum, zu prüfen, ob durch die geplanten Tiefgeschosse während der Bauphase und nach Fertigstellung ein Grundwasseraufstau von mehr als 10 cm zu erwarten ist, welcher wiederum Auswirkungen auf benachbarte Untergeschosse haben könnte. Des Weiteren sollen mit dem Modell im Bedarfsfall entsprechende Ausgleichsmaßnahmen ermittelt werden.

Dafür wurde ein 3D-Grundwasserströmungsmodell mit dem Finite-Elemente-Programm *Feflow* erstellt.

Das Modellgebiet wurde als etwa 1.800 m x 4.000 m große Fläche angelegt. Für die räumliche, horizontale Diskretisierung wurde zunächst eine grobe Zellweite von ca. 20 m verwendet und lokal verfeinert, so dass die Zellweite im näheren Untersuchungsgebiet ca. 10 m beträgt. In relevanten Bereichen wie den Baufeldern oder der U-Bahntrasse wurden die Zellweiten mit ca. 2 m festgelegt.

Die Geländeoberkante entspricht der Modelloberkante. Diese wurde linear interpoliert und fällt in Richtung des Grundwasserstroms von 502 m ü. NHN im Süden auf 488 m ü. NHN im Norden ab. Die Aquiferbasis bildet die Oberkante des Tertiärs (s. Anlage 3.1). Die Grundwasseroberfläche wurde als frei angenommen.

Bei der Finite-Elemente-Methode werden die Materialeigenschaften für die einzelnen Elemente definiert. Der Wasserstand wird an den Knoten berechnet unter Verwendung der gemittelten Parameter aller umliegenden Elemente. Deshalb ist für die wirklichkeitsnahe Nachbildung der in das Grundwasser einbindenden Bauwerke eine hohe vertikale Diskretisierung notwendig. Insgesamt wurde das Modell in zwölf Schichten unterteilt. Die Schichtgrenzen liegen unter anderem auf Höhe der Unterkante der Bodenplatte bzw. der Baugrubensicherung, sowie der Tunneloberkante des überströmten U-Bahnabschnitts.

Das Modellgitter setzt sich danach aus 1.822.000 Elementen bzw. 990.000 Knotenpunkten zusammen.

Für die Modellränder wurden im An- bzw. Abstrom im Südwesten sowie im Nordosten *Festpotentialränder* festgelegt. Die Anbindung des Aquifers an den Lerchenauer See

und den Fasaneriesee wurde in dem Modell mit einer *Leakage*-Randbedingung umgesetzt. Neben den Wasserständen in den Seen wird an der Randbedingung ein *Leakage*-Faktor für Ex- und Infiltrationsvorgänge definiert, mit dem die Kolmationsschicht im Modell realisiert wird. Alle anderen Ränder wurden jeweils als sogenannte *No-Flow* Ränder (Ränder ohne Zu- und Abfluss) definiert. In Anlage 4.1 ist die Modellkonzeptionierung dargestellt.

Die Tunneltrasse der U-Bahnlinie wurde durch eine entsprechende Anpassung der Durchlässigkeiten modelliert. Im Bereich des Feldmochinger U-Bahnhofs wurde der komplette Abschnitt über die gesamte Mächtigkeit mit einer Durchlässigkeit von 0 m/s als undurchlässig definiert. In Abschnitten, in denen das U-Bahnbauwerk über ein Grundwasser-Drainagesystem mit Dükern verfügt, wurden in Abständen von ca. 50 m Durchlässe implementiert, denen zunächst eine Durchlässigkeit von $9{,}0 \cdot 10^{-03}$ m/s zugeordnet wurde. Ebenso wurden die zwei Dükeranlagen im Bereich des U-Bahnhofs durch eine hydraulische Durchlässigkeit von $9{,}0 \cdot 10^{-03}$ m/s nachgebildet. Die überströmten Tunnelabschnitte wurden mit einer Durchlässigkeit von 0 m/s in den unteren vier Modellschichten nachgebildet.

Der westliche, tiefer liegende Abschnitt des Kanals in der Herbergstraße mit Grundwassereinbindung wurde in Modellschicht 1 bis 4 ins Grundwassermodell eingearbeitet. Der rund 1 m höher liegende östliche Abschnitt des Kanals wurde in Modellschicht 1 implementiert. Zur Nachbildung des Kanals wurden die entsprechenden Modellzellen mit einer Durchlässigkeit von 0 m/s versehen („undurchlässig“). Die insgesamt neun Grundwasserdükeranlagen wurden durch Modellzellen mit einer sehr hohen hydraulischen Durchlässigkeit von 1,0 m/s an der Kanalsohle (Modellschicht 4) nachgebildet.

Für die Kalibrierung des Strömungsmodells wurden die Grundwasserstände der Stichtagsmessung vom April 2014 verwendet.

Für die hydraulische Betrachtung wurden folgende Eingangsparameter gewählt bzw. im Rahmen der Kalibrierung ermittelt:

- Richtung der natürlichen Grundwasserströmung entsprechend der Stichtagsmessung vom April 2014 generell von Südwesten nach Nordosten.
- Horizontaler hydraulischer mittlerer Gradient von 0,3 % im Modellgebiet.
- Aquifermächtigkeit durchschnittlich 6,0 m mit einem Ruhegrundwasserspiegel im Bereich des Umnutzungsgebiets an der Ratoldstraße von ca. 491,5 m ü. NHN im Süden und 487,8 m ü. NHN im Norden.
- Hydraulische Durchlässigkeit des Kiesaquifers: $3{,}0 \cdot 10^{-02}$ m/s – $7{,}5 \cdot 10^{-04}$ m/s.

- Hydraulische Durchlässigkeit der Tunnelbauwerke bzw. des Betonkanals: Abdichtende Bereiche 0 m/s, Durchlässe 5,0 bis 9,0 · 10^{-03} m/s bzw. 1 m/s.
- Festpotential im Anstrom: 495,5 bis 496,7 m ü. NHN; Festpotential im Abstrom: 483,4 bis 484,3 m ü. NHN.
- Festpotential des Fasaneriesees und Lerchenauer Sees (494,2 bzw. 495,2 m ü. NHN), Transferrate See – Aquifer (1,0 · 10^{-04} 1/s bzw. 5,0 · 10^{-06} 1/s)
- Effektive Porosität des Kiesaquifers 20 %.
- Grundwasserneubildung aus Niederschlägen 8 l/s · km².

Zunächst wurde als hydraulische Durchlässigkeit der regionale Erfahrungswert von 5,0 · 10^{-03} m/s im Modellgebiet angesetzt. Damit konnte bereits eine relativ gute Übereinstimmung mit den gemessenen Grundwasserständen aus der Stichtagsmessung vom April 2014 erzielt werden. Um eine bessere Kalibriergüte zu erreichen und somit die gemessenen Grundwasserstände möglichst genau abbilden zu können, wurden verschiedene Durchlässigkeiten im plausiblen Bereich zwischen 3,0 · 10^{-02} m/s und 7,5 · 10^{-04} m/s zwei Zonen zugeordnet und deren Lage und Ausdehnung solange variiert, bis eine ausreichend gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Grundwasserständen erreicht wurde. Dafür wurde im nördlichen Modellbereich die Durchlässigkeit von 5,0 · 10^{-03} m/s beibehalten und lediglich dem südlichen Drittel des Modellgebiets eine etwas geringere Durchlässigkeit von 3,0 · 10^{-03} m/s zugeordnet. Des Weiteren wurden die Lage und die Durchlässigkeit der Düker westlich des U-Bahnhofs verändert, bis der gemessene Gradient im An- und Abstrom der U-Bahn nachgebildet werden konnte. In Anlage 4.2 ist die gewählte Durchlässigkeitsverteilung exemplarisch für die 1. Modellschicht dargestellt. Die Änderungen der Durchlässigkeit in den unteren Modellschichten ergeben sich durch den Kanal in der Herbergstraße und das U-Bahnbauwerk.

In Anlage 4.3 ist das stationär kalibrierte Grundwasserströmungsbild für die Strömungssituation vom April 2014 dargestellt. Für die Durchströmung des Modellraums von Südwesten nach Nordosten werden ca. 1.300 Tage benötigt, was einer hohen natürlichen Grundwasserströmungsgeschwindigkeit von ca. 15 m/d entspricht.

Gemäß der Massenbilanz werden im Modellgebiet insgesamt 407 l/s umgesetzt. Die jeweiligen Anteile sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

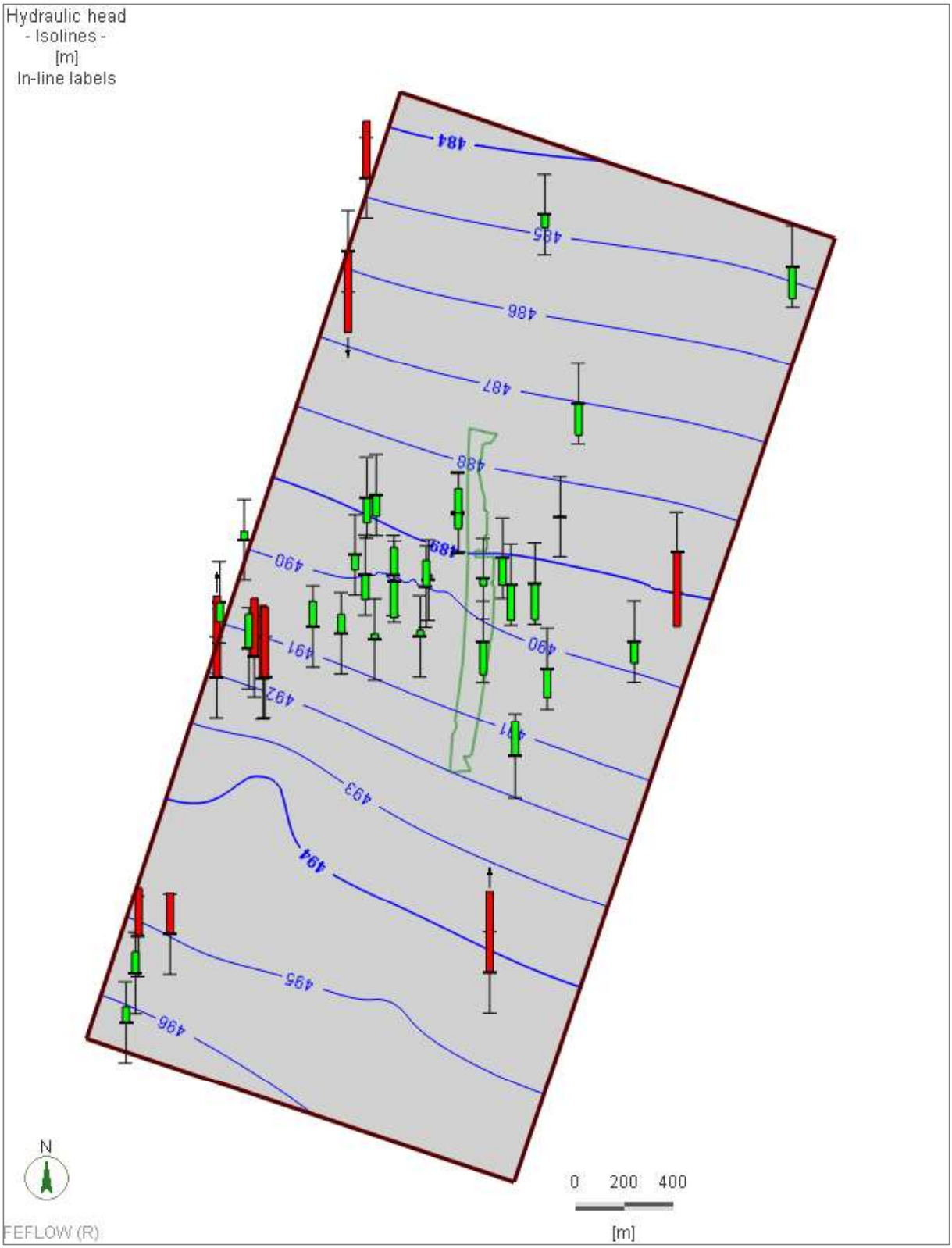
Im berechneten Grundwassergleichenplan zeichnen sich die U-Bahntrasse und der Betonkanal kaum als hydraulische Barriere ab, da sie größtenteils vom Grundwasser überströmt bzw. unterströmt und an den Durchlässen durchströmt werden. Lediglich der U-Bahnhof verursacht einen leichten Grundwasseraufstau.

Tabelle 1: Berechnete Wasserbilanz im Modellgebiet

Modellrand	Durchflussrate in das Modell [l/s]	Durchflussrate aus dem Modell [l/s]
Anstromrand	+ 174	
Abstromrand		- 318
Seen	+ 139	- 89
Grundwasserneubildung	+ 94	
Gesamtbilanz	+ 407	- 407

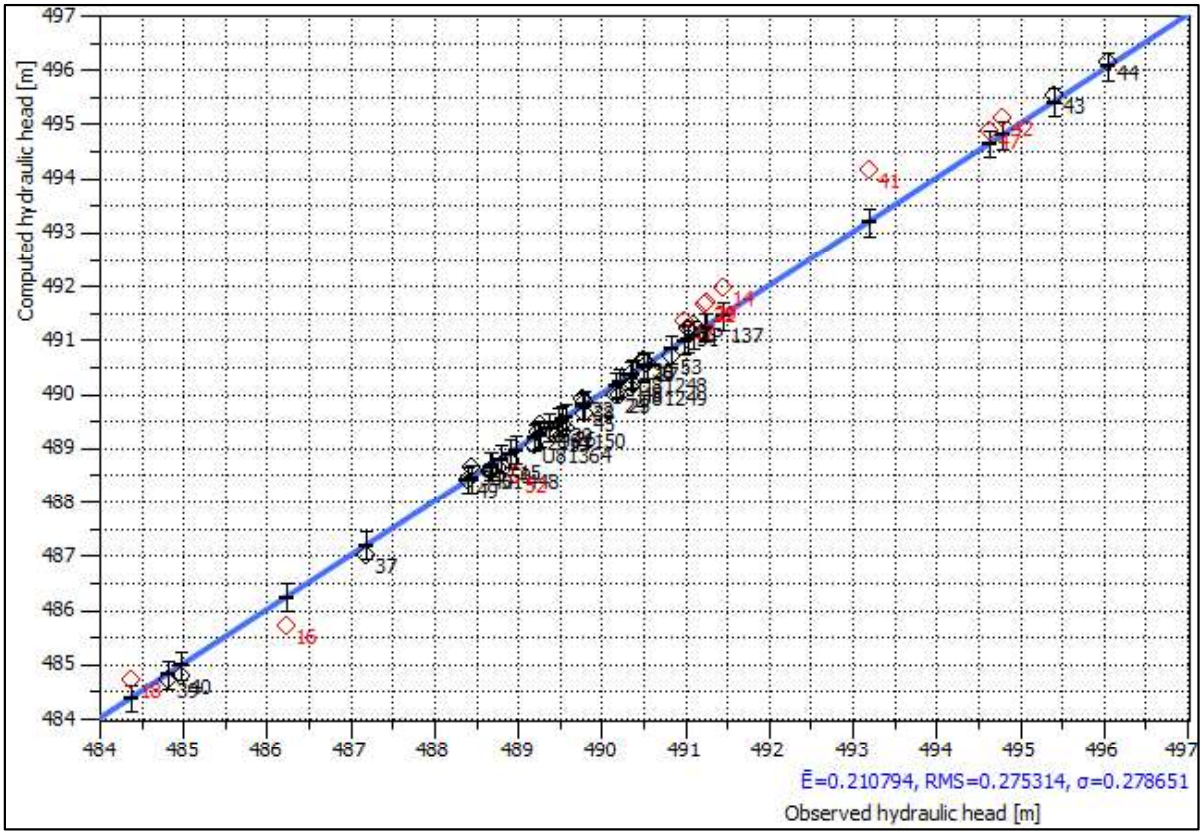
5.2 Kalibrier- und Validiergüte

Im Anschluss an die Modellkonzeptionierung und Parametrisierung wurde die Kalibriergüte des Modells überprüft. Zur Kalibrierung wurden die Stützpunkte der Stichtagsmessung vom April 2014 sowie der mittlere Wasserstand im April 2014 gemäß den Grundwasserstandsdaten des RGU herangezogen. Mit der gewählten Modellparametrisierung konnten die auf dem Untersuchungsgebiet gemessenen Grundwasserstände sehr gut wiedergegeben werden. Auch im weiteren Abstrom lassen sich die gemessenen Grundwasserstände mit dem Modell adäquat abbilden. Zur Quantifizierung wurden die gemessenen und die mit dem Modell berechneten Grundwasserstände in Abbildung 4 abgebildet und in Abbildung 5 gegeneinander aufgetragen. Für das Toleranzintervall wurde ± 0,25 m gewählt, was bei einem Höhenunterschied zwischen Anstrom- und Abstromrand von 12 m etwa einer Fehlertoleranz von 2 % entspricht. Messpunkte außerhalb des Toleranzintervalls sind rot dargestellt. Insbesondere im Untersuchungsgebiet und im direkten An- und Abstrombereich ist die Kalibriergüte sehr hoch. Lediglich am westlichen und östlichen Modellrand können die gemessenen Grundwasserstände stellenweise nicht optimal abgebildet werden, und liegen teilweise außerhalb des Toleranzbereichs. Die gemittelte Differenz liegt bei 0,21 m und damit innerhalb des Toleranzbereichs. Im Bereich der Ratoldstraße/Raheinstraße betragen die Abweichungen nur maximal ca. 0,12 m.



Quelle: eigene Darstellung BoSS Consult GmbH

Abbildung 4: Abweichung der gemessenen (Stichtagsmessung April 2014) von den mit dem Modell berechneten Grundwasserständen mit einem Toleranzintervall von 0,25 m



Quelle: eigene Darstellung BoSS Consult GmbH

Abbildung 5: Streudiagramm der gemessenen (Stichtagsmessung April 2014) zu den mit dem Modell berechneten Grundwasserständen mit einem Toleranzintervall von 0,25 m (rot dargestellte Messpunkte liegen außerhalb des Toleranzintervalls)

Zur Validierung des Modells wurden die Festpotentiale der Modellränder im An- und Abstrom und in den Seen an die Mittelwasserstandsituation im Juli 1990 angepasst und um 0,3 m erhöht. Von fünf Grundwassermessstellen um das Gelände an der Ratoldstraße liegen vom Juli 1990 Messdaten vor (H81150, KP 137, KP 138, KP 448 und KP 449). An allen fünf Messstellen konnten die Grundwasserstände sehr gut nachgebildet werden. Die Abweichungen sind kleiner 0,15 m und liegen innerhalb des gewählten Toleranzbereichs von 0,25 m. Das zugehörige Strömungsbild ist in Anlage 4.4 enthalten.

Insgesamt konnte für das Modell eine hohe Kalibriergüte erzielt werden, so dass die gemessenen Grundwasserstände mit dem Modell plausibel wiedergegeben werden.

5.3 Ausgangssituation

Die Ausgangssituation für die nachfolgenden Prognoserechnungen ist die behördlich festgelegte Strömungssituation mit den Wasserständen vom Hochwasser 1940. Dafür wurden die Festpotentiale an den Modellrändern und den Leakage-Randbedingungen

um jeweils 2,0 m erhöht (vgl. Kapitel 3) und die stationären Grundwasserstände berechnet. Die stationäre Berechnung von temporären Hochwasserständen stellt eine Worst-Case-Situation dar. Das Grundwasserströmungsbild der Ausgangssituation findet sich in Anlage 4.5.

5.4 Prognoserechnungen

Auf Grundlage der berechneten Ausgangssituation wurde der mögliche Grundwasseraufstau während und nach der Bauphase untersucht. Dafür wurden die Elemente, welche sich innerhalb des Baugrubenverbaus bzw. dem fertig gestellten Untergrundbauwerk befinden, mit einer Durchlässigkeit von 0 m/s versehen. Folgende Szenarien wurden nachgebildet:

Ohne Unterbauung der Quartiersmitte:

- Bauzustand mit Baugrubensicherung bis 7,5 m u. GOK für die Errichtung eines Tiefgeschosses
- Endzustand mit Unterkante der Bodenplatte bei 5,0 m u. GOK für das erste Tiefgeschoss

Mit zweigeschossiger Unterbauung der Quartiersmitte:

- Bauzustand mit Baugrubensicherung bis 7,5 m u. GOK für die Errichtung eines Tiefgeschosses bzw. bis zur Quartärbasis für den Bau zweier Tiefgeschosse in der Quartiersmitte
- Endzustand mit Unterkante der Bodenplatte bei 5,0 m u. GOK für das erste Tiefgeschoss bzw. 8,0 m u. GOK für die zwei Tiefgeschosse in der Quartiersmitte

Zur Bewertung des Grundwasseraufstaus wurden die berechneten Wasserstände der stationär simulierten Szenarien mit denen der Ausgangssituation verglichen und die Grundwasserstandsänderung ermittelt.

5.4.1 Ergebnisse ohne Unterbauung der Quartiersmitte

Die berechneten Grundwasserstandsänderungen des Bau- und Endzustands für eine eingeschossige Unterbauung der Baufelder 2 bis 6 und 9 bis 17 sind in Abbildung 6 bis 7 dargestellt.

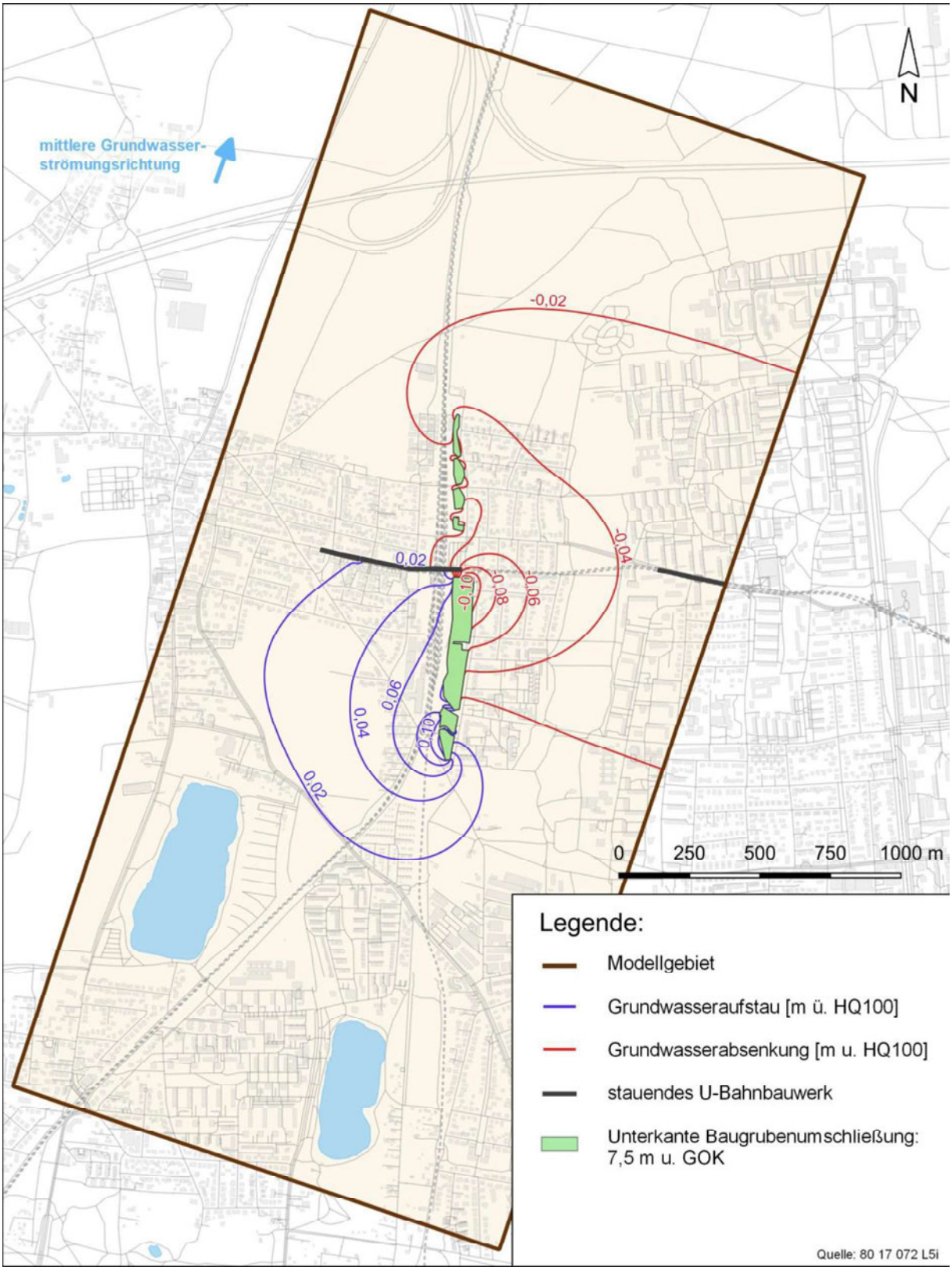


Abbildung 6: Berechnete Grundwasserstandsänderung während der Bauphase ohne Unterbauung der Quartiersmitte

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

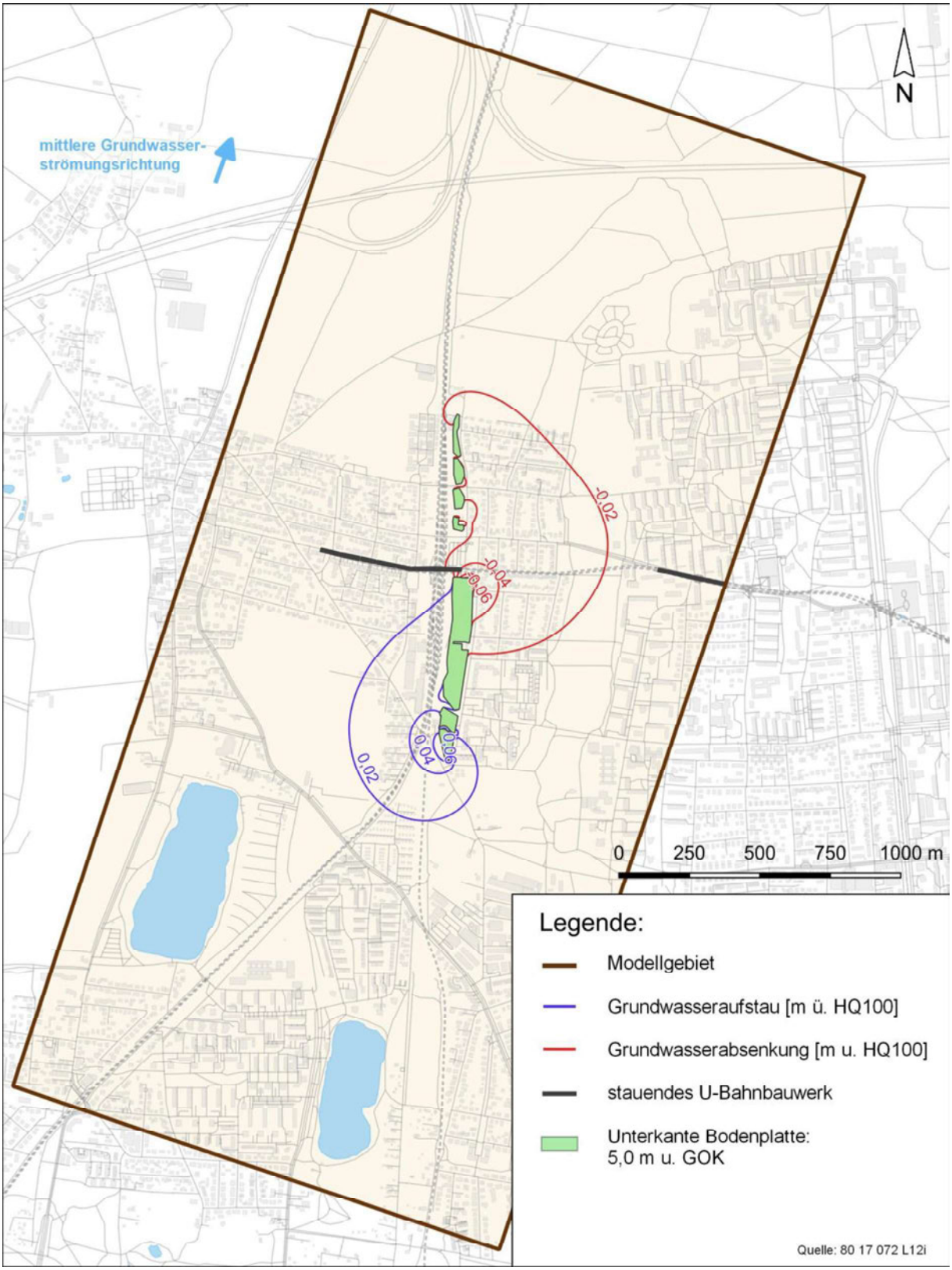


Abbildung 7: Berechnete Grundwasserstandsänderung nach Beendigung der Bauphase ohne Unterbauung der Quartiersmitte

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Wie zu erkennen ist, liegt der längliche Baufeldstreifen nicht exakt parallel zur mittleren Grundwasserströmung und das Grundwasser strömt von südwestlicher Richtung auf die Baufelder zu. Dadurch treten die größten Grundwasseraufhöhungen an der südwestlichen Flanke des südlichsten Baufelds 17 bzw. des Teilbaugebiets WA Süd (8) auf. Im Unterstrom der Bauwerke stellt sich infolge der Sperrwirkung eine Grundwasserabsenkung ein. Die größte Absenkung tritt im Abstrom der Baufelder 9 und 11 auf.

Der berechnete maximale Grundwasseraufstau im Südwesten beträgt während der Bauzeit 12 cm (Baugrubenumschließung bis 7,5 m u. GOK). Nach Rückbau des Verbaus geht dieser auf 6 cm (Unterkante Bodenplatte bei 5,0 m u. GOK) zurück. Mit zunehmender Entfernung vom Bauwerk nimmt dieser rasch auf wenige Zentimeter ab.

5.4.2 Ergebnisse mit Unterbauung der Quartiersmitte

Die Befunde für eine eingeschossige Unterbauung der Baufelder 2 bis 6 und 9 bis 17 sowie einer zweigeschossigen Unterbauung der Quartiersmitte sind in Abbildung 8 und 9 dargestellt.

Demnach treten die größten Grundwasseraufhöhungen bei einer Unterbauung der Quartiersmitte an der südwestlichen Flanke des südlichsten Baufelds 17 (bzw. des Teilbaugebiets WA Süd (8)) sowie im Bereich der angeströmten Südseite des U-Bahnhofs auf. Das südlich des Bahnhofs angestaute Wasser umströmt im weiteren Verlauf den U-Bahnhof, indem es östlich des Bahnhofs das Tunnelbauwerk überströmt bzw. westlich des Bahnhofs gedükert wird.

Im Unterstrom der Bauwerke stellt sich infolge der Sperrwirkung eine Grundwasserabsenkung ein. Die größte Absenkung tritt im Abstrom der Baufelder 9 und 11 und nördlich der U-Bahn auf.

Der berechnete maximale Grundwasseraufstau im Südwesten entspricht dem für das Szenario ohne Unterbauung der Quartiersmitte. Er beträgt während der Bauzeit 12 cm. Nach Rückbau des Verbaus geht dieser auf 6 cm zurück. Mit zunehmender Entfernung vom Bauwerk nimmt dieser rasch auf wenige Zentimeter ab.

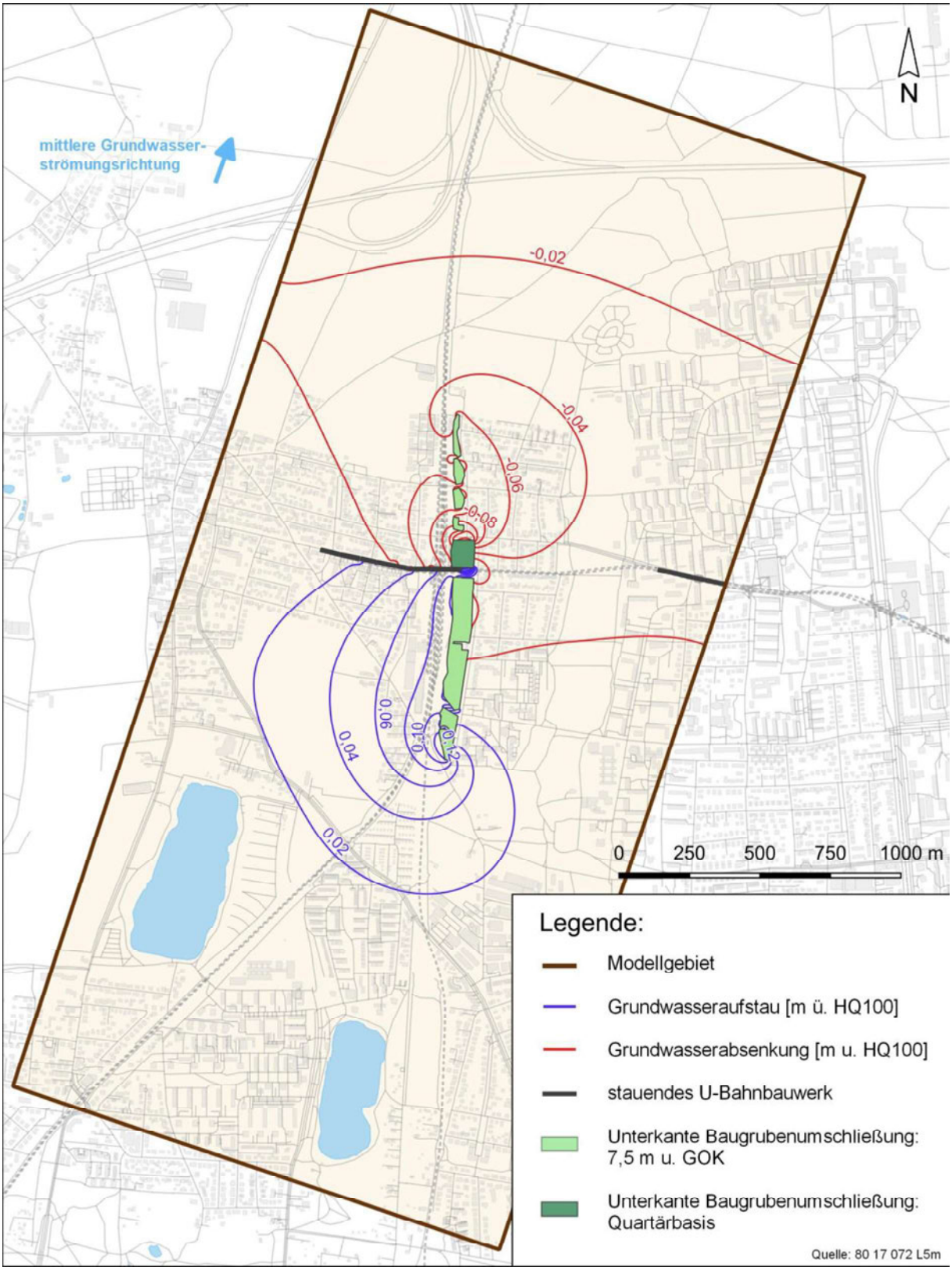


Abbildung 8: Berechnete Grundwasserstandsänderung während der Bauphase mit zweigeschossiger Unterbauung der Quartiersmitte

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

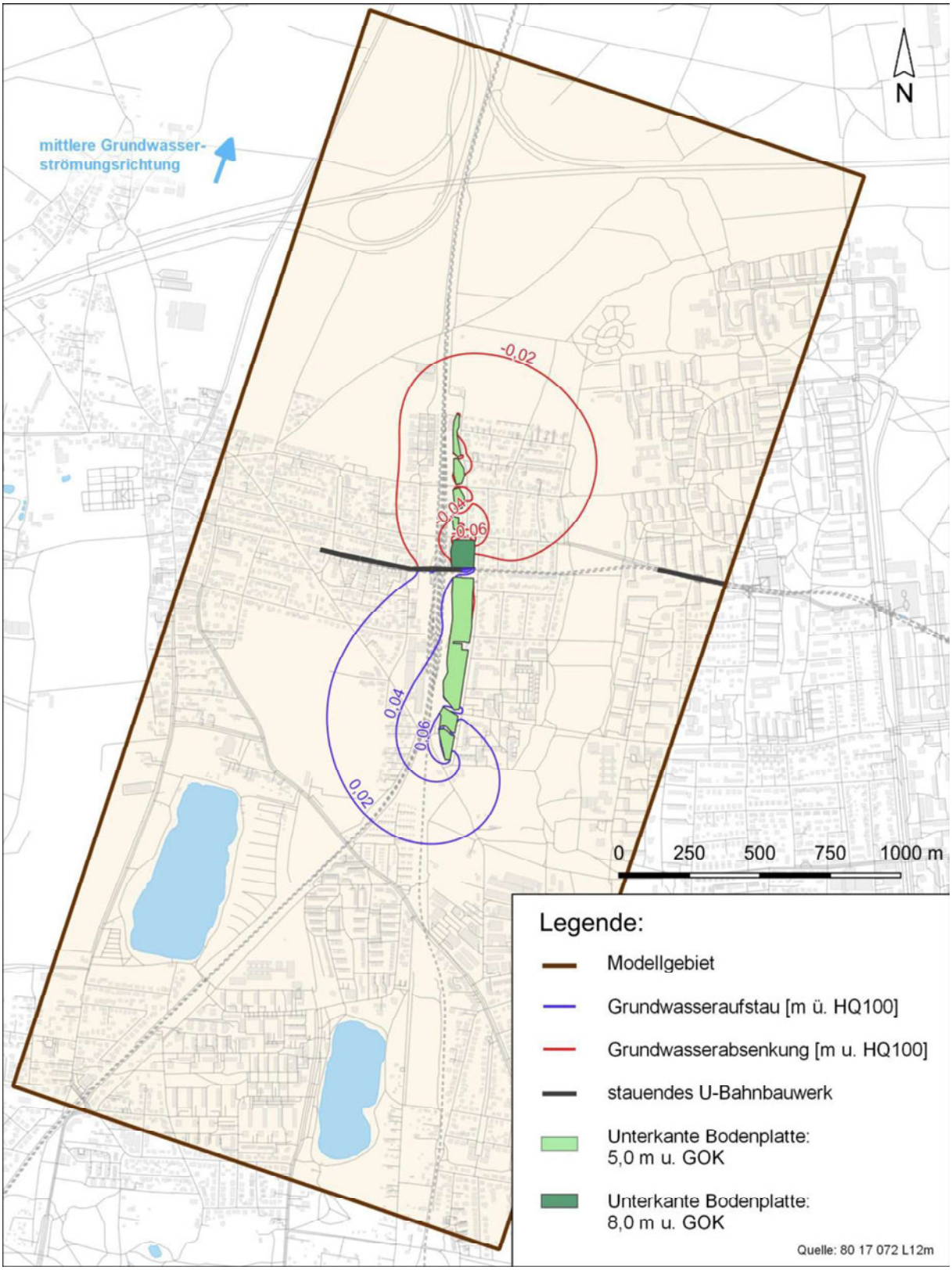


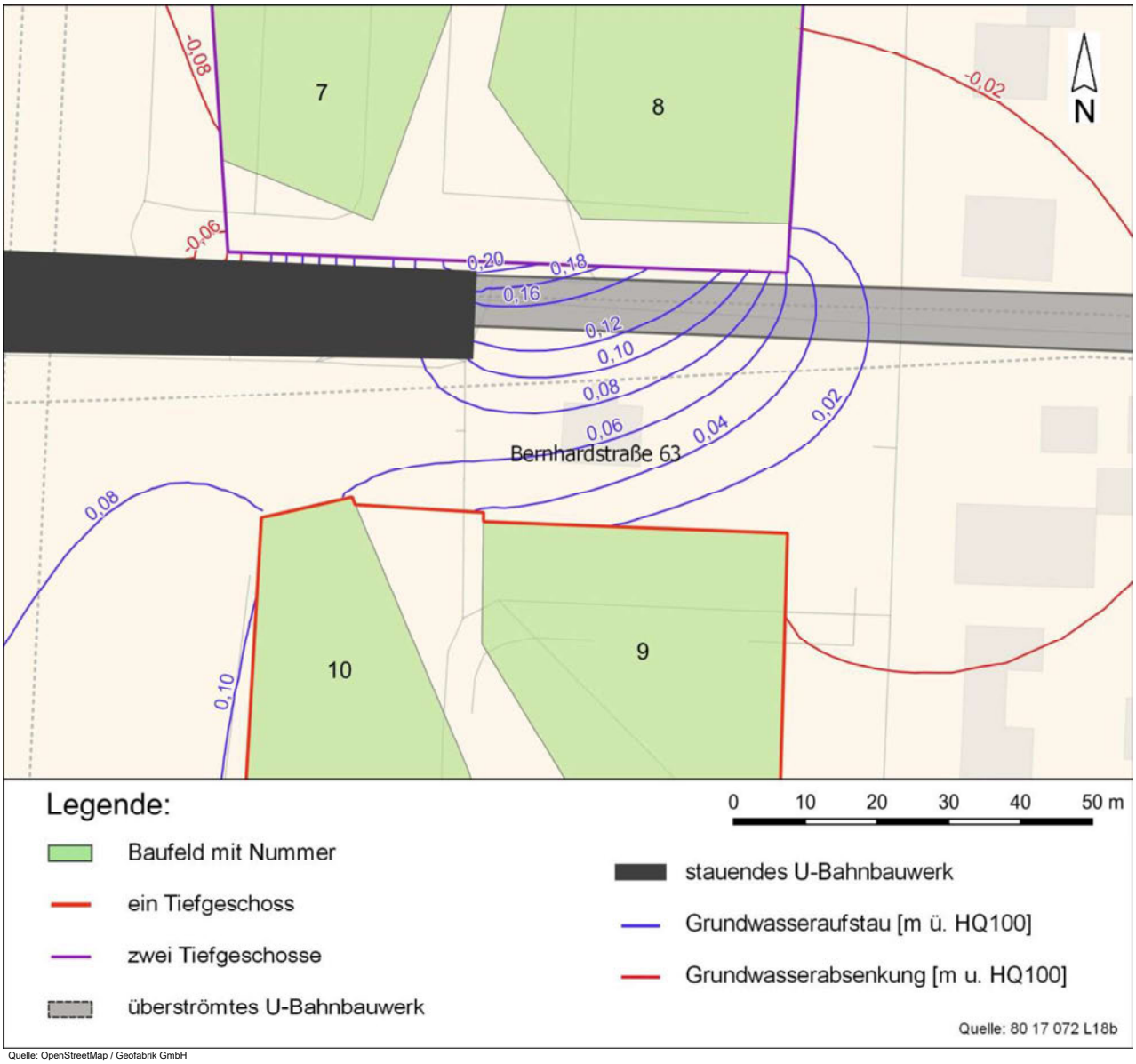
Abbildung 9: Berechnete Grundwasserstandsänderung nach Beendigung der Bauphase mit zweigeschossiger Unterbauung der Quartiersmitte

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Die zweigeschossige Tiefgarage der Baufelder 7 und 8 verursacht an der Südseite des Baufelds 8 einen lokalen Grundwasseraufstau von bis zu 20 cm während der Bauphase und 10 cm nach Beendigung der Bauphase. Dieser Aufstau ist maßgeblich auf den Bereich des Tiefgeschosses im Osten der Quartiersmitte zurückzuführen. Dieser Teil befindet sich unmittelbar hinter dem vom Grundwasser überströmten U-Bahntunnel und stellt insbesondere während der Bauzeit eine hydraulische Barriere für das Grundwasser dar. Nach Rückbau des wasserdichten Verbaus sinkt der maximale Grundwasseraufstau, da das Grundwasser nun zusätzlich zum Umströmen das Bauwerk auch unterströmen kann. Der westliche Teil der Quartiersmitte befindet sich im direkten Abstrom des U-Bahnhofs Feldmoching, welcher den quartären Grundwasserleiter komplett durchtrennt, und leistet damit nur einen untergeordneten Beitrag zu dem berechneten Grundwasseraufstau an der Südseite der zweigeschossigen Tiefgarage.

Da insbesondere der bauzeitliche Grundwasseraufstau direkt an der Südseite der mehrgeschossigen Unterbauung über dem Grenzwert von 10 cm liegt, gilt es zu prüfen, ob durch den möglichen Grundwasseraufstau Gebäude im direkten Umfeld hinsichtlich einer Vernässung betroffen sind.

Rund 15 m südlich des Baufelds 8 befindet sich das Gebäude Bernhardstraße 63 (Abbildung 10). Da es sich hierbei um ein Wohnhaus handelt, ist anzunehmen, dass das Gebäude über ein Kellergeschoss verfügt, welches rund 3 m u. GOK einbindet (Annahme: 2,5 m Kellerraumhöhe, 0,25 m Bodenplatte, 0,25 m Unterbau). Bei einer GOK von 494,5 m ü. NHN liegt die OK Kellersohle bei 492 m ü. NHN, die Gebäudeunterkante bei 491,75 m ü. NHN. Der Höchstgrundwasserstand bei einem HQ100 beträgt auf dem Grundstück der Bernhardstraße 63 rund 491,55 m. Damit liegt die Unterkante der Bodenplatte im Fall eines HQ100 aktuell, d.h. ohne Unterbauung der Baufelder 7 und 8 ca. 20 cm über dem Grundwasserspiegel.



Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

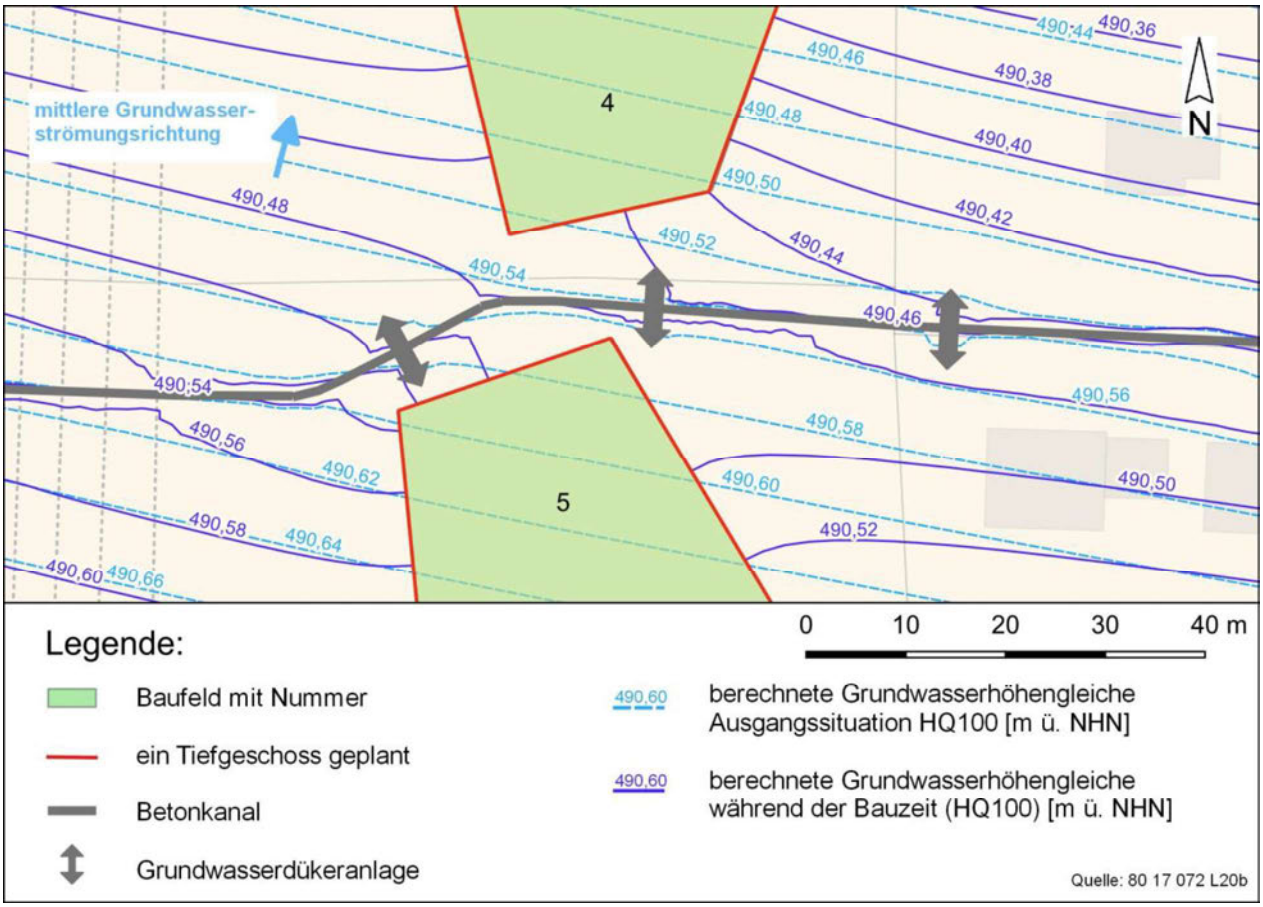
Abbildung 10: Detailplan des berechneten maximalen Aufstaus während der Bauphase mit Unterbauung der Quartiersmitte.

Der durch die zweigeschossige Unterbauung verursachte Aufstau beträgt an der Bernhardstraße 63 während der Bauphase rechnerisch maximal rund 8 cm (vgl. Abbildung 10). Im unwahrscheinlichen Fall eines HQ100 während der Bauphase würde sich das Risiko einer temporären Vernässung des Kellers daher geringfügig erhöhen, die Bodenplatte würde aber unter den getroffenen Annahmen rechnerisch immer noch rund 10 cm über dem Grundwasserspiegel liegen. Bei Mittelwasserverhältnissen liegt der Grundwasserspiegel rund 1,9 m unter der Gebäudeunterkante. In den 10 Jahren nach Einweihung des U-Bahnhofs (1997 bis 2007) betrug der maximal gemessene Grundwasserstand im Anstrom des U-Bahnhofs 491,09 m ü. NHN [1]. Auch in diesem Fall

verbleiben bei einem zusätzlichen Aufstau von 8 cm durch die zweigeschossige Unterbauung rund 60 cm zwischen Grundwasserspiegel und Unterkante der Bodenplatte.

Nach Fertigstellung der Unterbauung beträgt der berechnete maximale Aufstau direkt an der angeströmten Seite der Quartiersmitte 10 cm und entspricht damit dem Grenzwert von 10 cm. Die durch die Unterbauung der Quartiersmitte bedingte Grundwasseraufhöhung in der Bernhardstraße 63 beträgt in diesem Fall lediglich 2 cm.

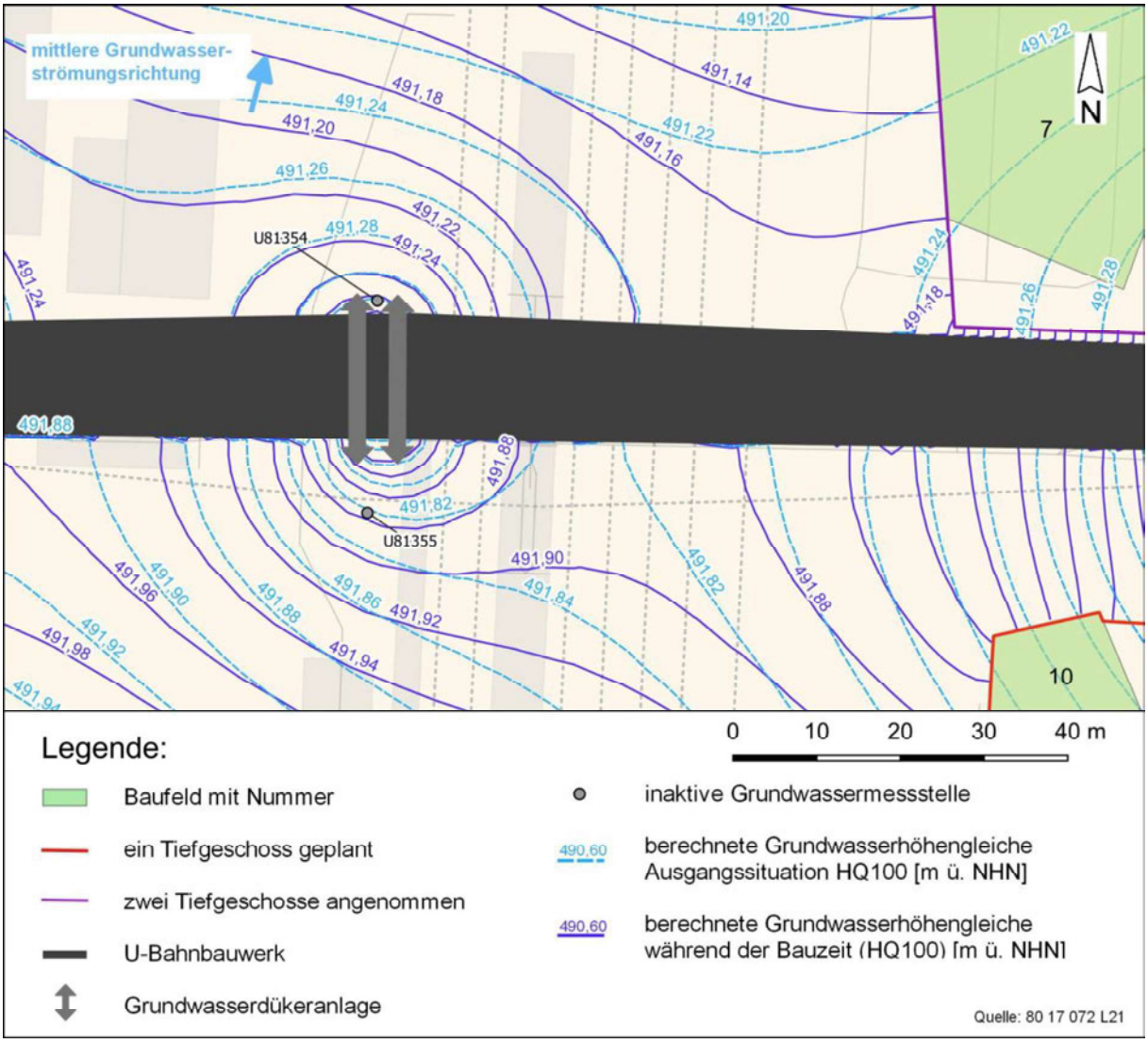
Im Bereich der Grundwasserdükeranlagen des Betonkanals zwischen den Baufeldern 4 und 5 stellt sich infolge der Sperrwirkung der Unterbauung eine Grundwasserabsenkung von max. 4 cm während der Bauzeit bzw. 3 cm nach Rückbau des Verbaus ein (vgl. Abbildung 8 und 9). Eine Grundwasseraufhöhung an der angeströmten Südseite des Betonkanals lässt sich infolge der Unterbauung nicht erkennen.



Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Abbildung 11: Detailplan der berechneten Grundwasserströmung im Bereich der Grundwasserdükeranlagen des Betonkanals während der Bauphase (mit Unterbauung der Quartiersmitte)

Die berechnete Grundwasserstandsänderung während der Bauphase im Bereich der Dükeranlagen des U-Bahnhofs Feldmoching beträgt +4 bzw. - 4 cm an der angeströmten Südseite bzw. der im Abstrom gelegenen Nordseite. Nach Rückbau des Verbaus geht diese auf +2 cm im Anstrom bzw. -2 cm im Abstrom zurück.



Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Abbildung 12: Detailplan der berechneten Grundwasserströmung im Bereich der Grundwasserdükeranlagen des U-Bahnhofs während der Bauphase (mit Unterbauung der Quartiersmitte)

Zur Verdeutlichung der Veränderungen auf die lokale Strömungssituation sind in Abbildung 11 und Abbildung 12 die berechneten Grundwasserstände ohne und mit Unterbauung im Bereich der Grundwasserdükeranlagen zwischen den Baufeldern 4 und 5 sowie im Bereich des U-Bahnhofs dargestellt. Demnach bleibt auch mit Unterbauung die natürliche, generell nach Nordosten verlaufende Fließrichtung bestehen, sodass keine negative Auswirkung durch die geplante Unterbauung auf die Dükeranlagen festgestellt werden kann.

5.5 Bewertung der Auswirkungen auf das Grundwasser

Die Simulationen haben gezeigt, dass es durch die geplanten Unterbauungen im Anstrom zu einem leichten Grundwasseraufstau und im Abstrom der Tiefgeschosse zu einer Grundwasserabsenkung kommt. Die Absenkung des Grundwasserspiegels ist hinsichtlich einer Vernässung bestehender Untergrundbauwerke nicht relevant.

Da eine Baugrubensicherung mittels Verbau während der Bauphase tiefer in den Grundwasserleiter eindringt als die Bodenplatte der Untergeschosse nach Abschluss der Arbeiten, ist die Aufhöhung des Grundwassers in der Bauphase prinzipiell höher.

Es konnte gezeigt werden, dass im Worst-Case-Szenario mit einem Hochwasserstand von 1940 (HQ 100) und bei gleichzeitiger Realisierung der eingeschossigen Bauabschnitte (Baufelder 2 bis 6 und 9 bis 17) mit Unterkante der Bodenplatte bei 5,0 m u. GOK lediglich bauzeitlich die behördliche Anforderung eines maximalen Aufstaus von 10 cm nur ganz lokal am angeströmten Baugrubenrand (Baufeld 17 bzw. Teilbaugebiet WA Süd(8)) rechnerisch minimal überschritten wird. Für die fertiggestellte Unterbauung mit Unterkante der Bodenplatte bei 5,0 m u. GOK wird die behördliche Anforderung eines maximalen Aufstaus von 10 cm eingehalten. Die Grundwasseraufhöhung an der angeströmten Südseite des Umnutzungsgebiets ist dabei unabhängig von einer möglichen Unterbauung der Quartiersmitte.

Da nicht davon auszugehen ist, dass alle Bauabschnitte gleichzeitig realisiert werden, bilden noch nicht begonnene oder bereits fertig gestellte Bauabschnitte (Verbau entfernt) Wegsamkeiten für das Grundwasser, wodurch der tatsächliche Grundwasseraufstau während der Bauphase geringer ausfallen wird. Dadurch halten wir eine eingeschossige Ausführung der im Bebauungsplan Nr. 2108a festgesetzten Tiefgeschosse mit einer Bodenplatte bis maximal 5,0 m u. GOK für generell unproblematisch.

Für die zusätzliche Berücksichtigung einer zweigeschossigen Unterbauung der Quartiersmitte (Bebauungsplan Nr. 2108b) zeigten die Simulationen, dass bauzeitlich mit einem Aufstau von lokal maximal 20 cm direkt an der Baugrubenumschließung der Quartiersmitte zu rechnen ist. Am nächstgelegenen Wohnhaus in der Bernhardstraße 63 ist dieser bereits auf rund 8 cm zurückgegangen. Der Aufstau durch die fertiggestellte Tiefgarage in der Quartiersmitte beträgt maximal 10 cm und liegt damit im Toleranzbereich der behördlichen Anforderung von ca. 10 cm. Die durch die Unterbauung der Baufelder 7 und 8 bedingte Grundwasseraufhöhung in der Bernhardstraße 63 beträgt in diesem Fall lediglich 2 cm.

Damit wird die behördliche Anforderung bei einer zusätzlichen, zweigeschossigen Unterbauung der Quartiersmitte lediglich bauzeitlich bei gleichzeitiger Realisierung aller

Bauabschnitte nur ganz lokal an der Baugrubenumschließung der Quartiersmitte überschritten. Die Überschreitung ist jedoch so geringfügig, dass selbst im sehr unwahrscheinlichen Fall eines HQ100 während der Bauphase die Gefahr einer durch das BV Ratoldstraße/Raheinstraße bedingten temporären Vernässung eines bereits bestehenden Kellers als sehr gering einzustufen ist. Hinzu kommt, dass die Modellrechnungen unter der Worst-Case-Annahme einer stationären Hochwassersituation erfolgten. Da der Hochwasserfall jedoch tatsächlich nur vorübergehend anhält, liegen die Berechnungsergebnisse am oberen Ende der für den Hochwasserfall typischen Bandbreite.

Drei der Grundwasserdükeranlagen des bewehrten Kanals in der Herbergstraße befinden sich innerhalb des Umnutzungsgebiets. Die zwei Grundwasserdükeranlagen des U-Bahnhofs Feldmoching schließen westlich an das Umnutzungsgebiet an. Es konnte gezeigt werden, dass an den drei Grundwasserdükeranlagen des Betonkanals durch die geplante Unterbauung eine dauerhafte Grundwasserstandsänderung von maximal rund 3 cm und im Bereich des U-Bahnhofs von maximal rund 2 cm zu erwarten ist. Angesichts dieser geringfügigen, weit unter der natürlichen Schwankungsbreite liegenden Beträge sind keine negativen Auswirkungen auf die hydraulische Funktionalität der Grundwasserdükeranlagen durch die Unterbauung zu besorgen.

Insgesamt haben die Grundwassermodellrechnungen somit gezeigt, dass der Bau der im Bebauungsplan Nr. 2108a festgesetzten Tiefgeschosse umgesetzt werden kann. Auch bei einer zweigeschossigen Unterbauung der Quartiersmitte sind keine dauerhaften schädlichen Veränderungen der Grundwasserverhältnisse oder Nachteile für Dritte zu erwarten. Der durch die Baufelder 7 und 8 dort bedingte Grundwasseraufstau sollte im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Teilbebauungsplans Nr. 2108b der Quartiersmitte aktualisiert bzw. erneut geprüft werden.

6. MACHBARKEITSSTUDIE ZUR PRÜFUNG DER VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER

6.1 Bemessungsparameter für die Versickerung des Niederschlagwassers

6.1.1 Hydrogeologische Gegebenheiten

Wie in Abbildung 3 (s. Kapitel 4) dargestellt liegt bei Mittelwasser der Grundwasserstand auf dem Gelände an der Ratoldstraße/Raheinstraße ca. 5 m unter Geländeoberkante. Die interpolierten Punktgrundwasserstände des HQ100 von 1940 auf dem Gelände an der Ratoldstraße/Raheinstraße liegen im Durchschnitt 1,7 m über den Grundwasserständen einer Mittelwassersituation, also bei 3,3 m u. GOK.

Im Grundwassermodell wurde eine hydraulische Durchlässigkeit von 3 bis $5 \cdot 10^{-03}$ m/s umgesetzt (vgl. Kapitel 5). Auf der sicheren Seite rechnend wird für die folgenden Berechnungen zur Versickerungsfähigkeit eine hydraulische Durchlässigkeit von $3 \cdot 10^{-03}$ m/s angesetzt.

6.1.2 Regenspende

Für die Ermittlung der lokalen Niederschlagsspende wurden gemäß des von uns angewendeten, einfachen Bemessungsverfahren des DWA-Arbeitsblatts DWA-A 138 [15] die statistischen Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdiensts (KOSTRA-DWD-Daten, [14]) herangezogen. Die maximal empfohlene Überschreitungshäufigkeit des Speichervolumens entspricht einer Jährlichkeit von 10 Jahren. Auf Wunsch und in Abstimmung mit dem RGU wurde für die folgenden Berechnungen eine Jährlichkeit von 30 Jahren angesetzt.

6.1.3 Abstand von Gebäuden und Grenzen

Für Gebäude ohne wasserdruckhaltende Abdichtung sollte der Abstand der Versickerungsanlage das 1,5-fache der Gebäudetiefe nicht unterschreiten. Im Falle einer wasserdruckhaltenden Abdichtung (z.B. Weiße Wanne) ist der Abstand der Versickerungsanlage zum Gebäude unkritisch, solange bautechnische Grundsätze beachtet werden. Auf den betrachteten Teilbaugebieten (Bebauungsplan Nr. 2108a) ist jeweils ein Untergeschoss vorgesehen. Die Gebäudeunterkante wurde bei 5,0 m u. GOK angenommen. Die Fundamenttiefe der Lärmschutzwand im Westen wurde mit 1,5 m (ein Drittel der maximalen Wandhöhe) angesetzt.

6.1.4 Mächtigkeit des Sickerraums

Um eine ausreichende Sickerstrecke zu gewährleisten, sollte die Mächtigkeit des Sickerraums gemäß [15] mindestens 1 m betragen (bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand).

6.2 Flächenermittlung

Der B-Plan-Entwurf [12] wurde hinsichtlich der geplanten Bebauung, Dachbegrünung, Versiegelungsgrad sowie potenzielle Versickerungsflächen ausgewertet. Um die Möglichkeit einer dezentralen Versickerung zu prüfen wurden hierfür die einzelnen Teilbaugebiete gesondert betrachtet. Bereiche von Tiefgaragen scheiden für eine unterirdische Versickerung aufgrund des geringen bzw. fehlenden Grundwasserflurabstands (5 m u. GOK bei Mittelwasser) aus. Ebenso befindet sich ein Großteil der Freiflächen über Tiefgaragen, welche somit auch nicht für eine Versickerung des Niederschlagwassers in Frage kommen. Die Lage der für die Versickerung in Frage kommenden Freiflächen ist in den Abbildungen 13 und 14 in hellblau dargestellt.

Wie aus den Abbildungen 13 und 14 hervorgeht, befinden sich die potenziellen Freiflächen für eine Niederschlagsversickerung nahezu ausschließlich im Westen des jeweiligen Teilbaugebiets. Ausnahme bilden hier das Teilbaugebiet WA Nord (4), dessen potenzielle Versickerungsfläche am östlichen Rand des Planungsgebiets liegt, sowie das Teilbaugebiet WA Süd (4), bei dem zusätzlich der mittig gelegene Innenhof als potenzielle Versickerungsfläche herangezogen werden kann. Die mittig im WA Nord (3) gelegene, nicht unterkellerte Grünfläche ist als Freifläche einer KiTa vorgesehen und wurde deshalb nicht den potenziellen Versickerungsflächen zugezählt.

Zur Ermittlung der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche wurden die in [15] empfohlenen mittleren Abflussbeiwerte verwendet. Für die über den Tiefgaragen gelegenen Freiflächen wurde der Abflussbeiwert für ein Gründach mit humusiertem Aufbau größer 10 cm gewählt. Der flächenmäßige Anteil der Dachgärten, welcher nicht begrünt ist, wurden dem eines flachen Kiesdachs gleichgesetzt. Die Flächenbilanzen der einzelnen Teilbaugebiete befinden sich in Anlage 5.1.

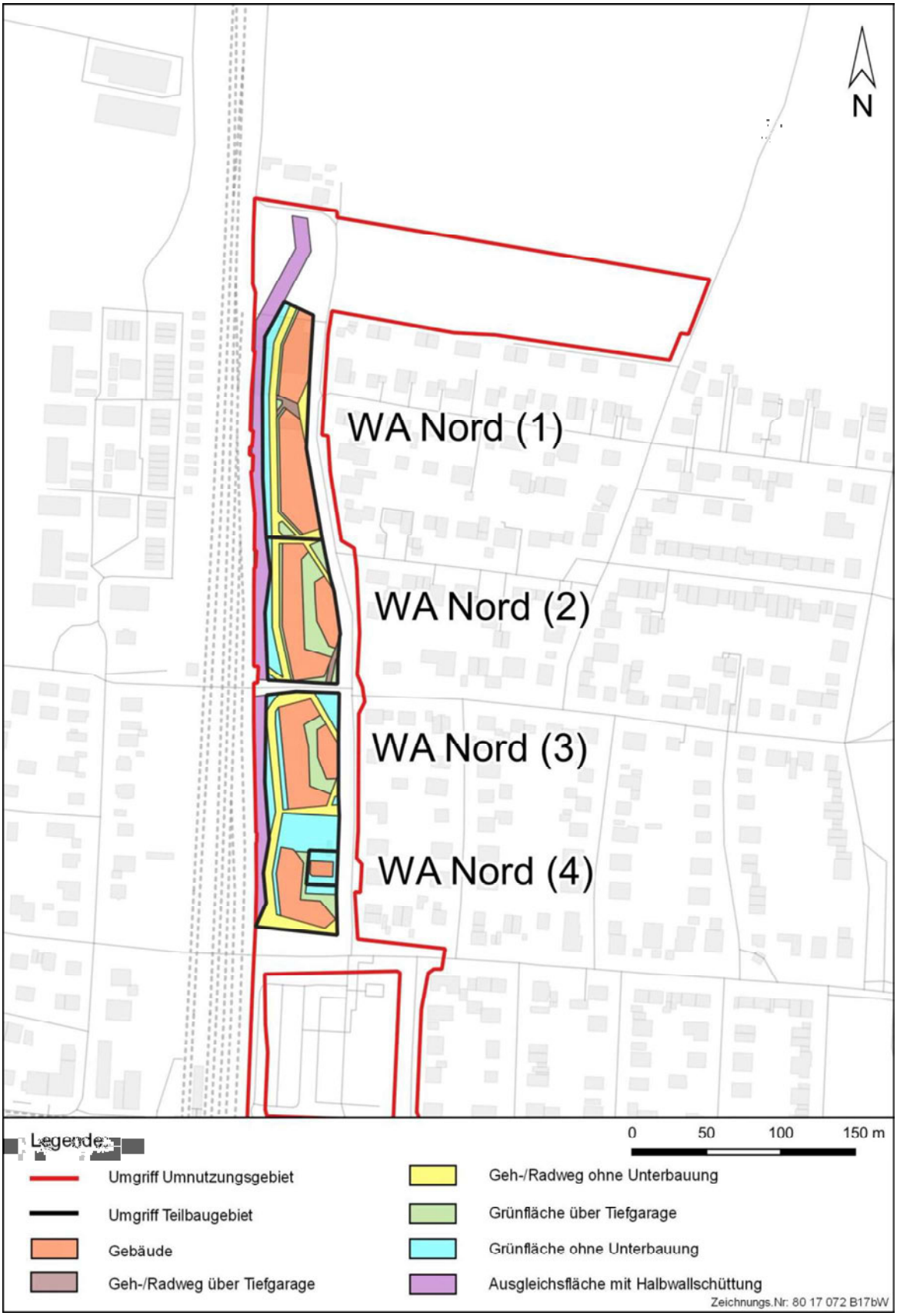


Abbildung 13: Übersichtsplan der Flächentypen – Umnutzungsgebiet Nord

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

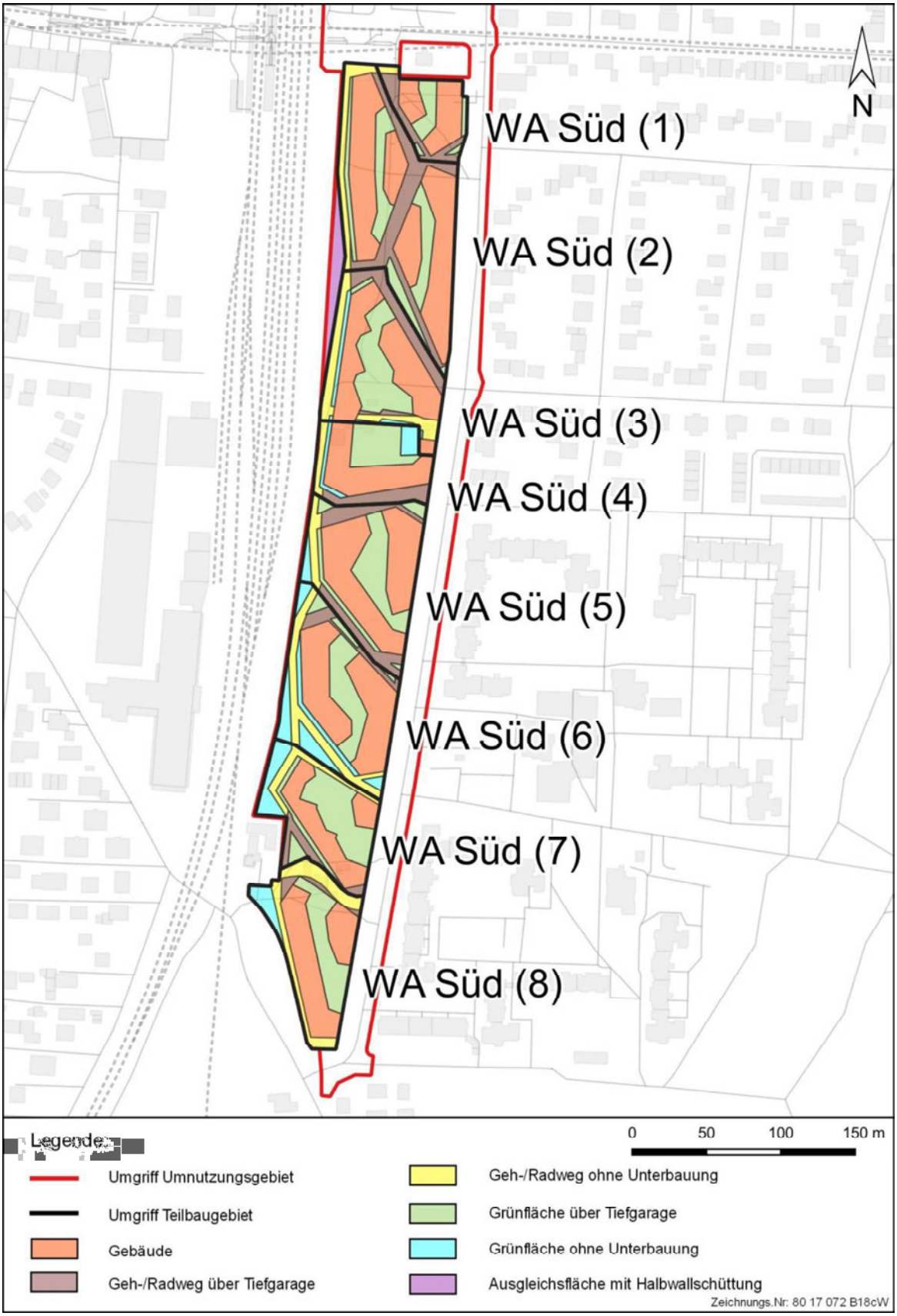


Abbildung 14: Übersichtsplan der Flächentypen – Umnutzungsgebiet Süd

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

6.3 Dimensionierung der Anlagen für unterirdische Versickerungstechniken

Auf dem vergleichsweise schmalen Planungsumgriff ist aufgrund der erforderlichen Freiflächennutzung voraussichtlich nur eine unterirdische Versickerung möglich. Deshalb wurde für alle Teilbaugebiete die Umsetzbarkeit einer unterirdischen Versickerung mit Rigolen geprüft. Die mögliche Lage der Rigolen beschränkt sich in den meisten Teilbaugebieten auf den Geh- und Radweg sowie den angrenzenden Grünstreifen im Westen des B-Plan-Gebiets. Beim Teilbaugebiet WA Süd (4) bildet zusätzlich der Innenhof eine potenziellen Versickerungsfläche. Es ist anzumerken, dass das Teilbaugebiet WA Süd (1) nicht bis zur westlichen Grenze des Umnutzungsgebiets reicht und somit keinen Anteil an, der für eine Versickerung in Frage kommenden Freifläche im Westen hat. Deshalb wurde dieses Teilbaugebiet mit dem angrenzenden WA Süd (2) zusammen betrachtet. Für das Teilbaugebiet WA Nord (4), welches ebenfalls nicht bis zur westlichen Grundstücksgrenze reicht, wurde das Versickerungspotenzial der Grünfläche um das Bestandsgebäude herangezogen.

Für die Rigolen wurde eine Höhe von 1 m und eine Breite von 1,5 m angesetzt. Die Unterkante der Rigole liegt 2 m u. GOK und damit rund 1,3 m über dem HQ100. Ein schematischer West-Ost-Schnitt ist in Abbildung 15 dargestellt.

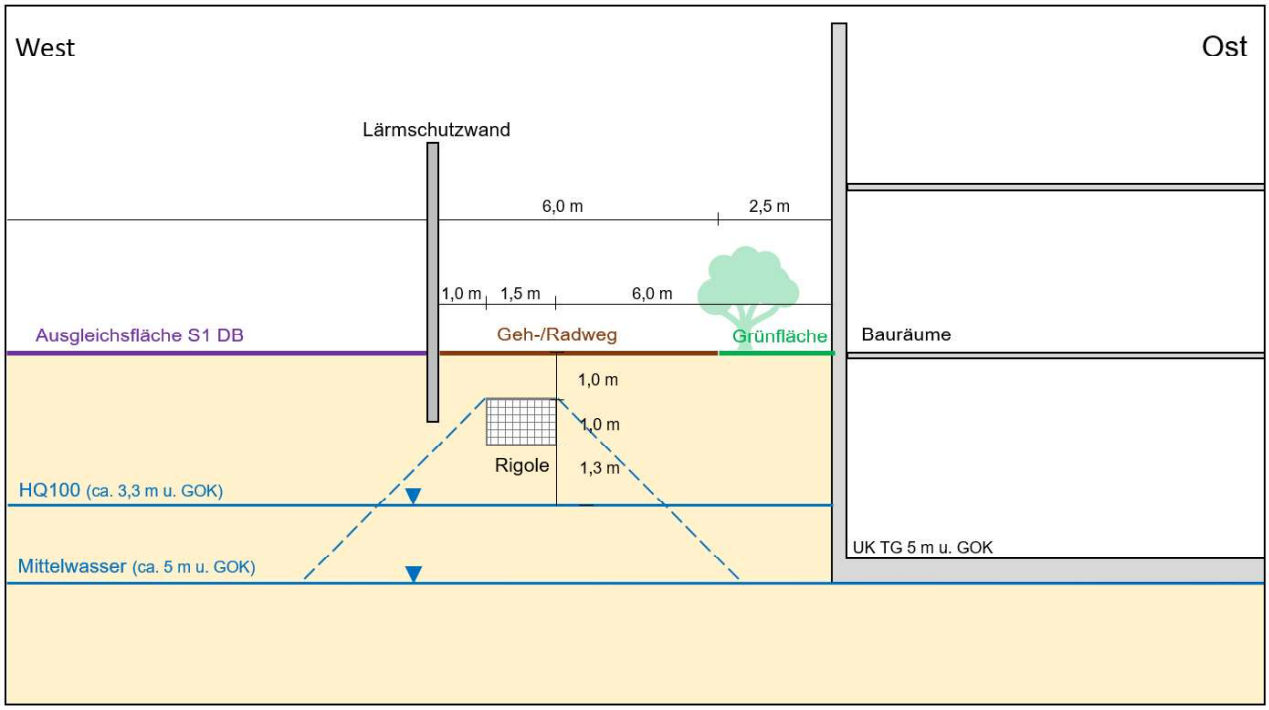


Abbildung 15:Schematischer West-Ost-Schnitt auf Höhe des Teilbaugebiets WA Nord (3)

Quelle: eigene Darstellung BoSS Consult GmbH

Die Rigolenoberkante liegt nur 50 cm über der angenommenen Fundamentunterkante der Lärmschutzwand. Aufgrund der Tiefenlage der Rigole hat sich der horizontale Mindestabstand zur Lärmschutzwand auf 1 m verringert.

Für den Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion ist zwischen Rigole und Gebäude ein Mindestabstand von ca. 6,0 m einzuhalten (1,5-fache von OK Rigole bis UK Tiefgarage). Da bei einer Gebäudetiefe von 5,0 m u. GOK die Gebäudeunterkante im Bereich des Mittelwassers liegt, ist aber von einer wasserdruckhaltenden Gebäudeabdichtung auszugehen. In diesem Fall ist der Abstand zwischen Versickerungsanlage und Gebäude unkritisch.

Die notwendige Mindestbreite der potenziellen Versickerungsfläche im Westen bei nicht wasserdruckhaltenden Abdichtungen der Gebäude beträgt somit rund 8,5 m. Für den Fall einer wasserdichten Gebäudekonstruktion entfällt der Mindestabstand von 6,0 m zwischen Rigole und Gebäude.

Der Speicherkoeffizient einer Kiesrigole liegt bei ca. 35 %, bei Kunststoffrigolen kann ein Speicherkoeffizient von bis zu 95 % erreicht werden. In der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurde die erforderliche Rigolenlänge für beide Rigolentypen ermittelt. Diese sind in der Tabelle 2 aufgeführt und der Länge der potenziellen Versickerungsfläche im Westen des B-Plan-Gebiets (nicht unterkellerter Geh- und Radweg sowie Grünfläche) des jeweiligen Teilbaugebiets gegenübergestellt. Für das Teilbaugebiet WA Süd (4) wurde zusätzlich die Nord-Süd-Ausdehnung des Innenhofs berücksichtigt. Für das Teilbaugebiet WA Nord (4) wurde die Länge der Ost-West-Achse der Grünfläche einmal nördlich und einmal südlich um das Bestandsgebäude herangezogen.

Bei der Längenausdehnung der potenziellen Versickerungsfläche werden in Tabelle 2 zwei Fälle unterschieden. Die maximale Länge, die bei einer Gebäudeabdichtung mit einer Weißen Wanne zur Verfügung steht, entspricht gleichzeitig der Gesamtlänge der potenziellen Versickerungsfläche. Da der Geh- und Radweg mit Grünfläche im Westen sowie die innerhalb des Plangebiets gelegenen Freiflächen überall mindestens 4,5 m breit sind, kann die Rigole im Fall einer Gebäudeabdichtung zudem überall in einem Abstand von mind. 2 m zum Gebäude platziert werden. Für den nicht absehbaren Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion beträgt die Mindestbreite der Versickerungsfläche im Westen 8,5 m.

Tabelle 2: Vergleich der Längenausdehnung der potenziellen Versickerungsflächen sämtlicher Teilbaugebiete mit den notwendigen Rigolenlängen

Teilbaugebiet	Länge [m] der pot. Versickerungsfläche im Westen gem. B-Plan (mit Weißer Wanne)	Länge [m] der pot. Versickerungsfläche im Westen ohne Weiße Wanne (Breite ≥ 8,5 m)	Rechnerisch notwendige Rigolenlänge (Speicherkoeffizient 35 %)	Rechnerisch notwendige Rigolenlänge (Speicherkoeffizient 95 %)
WA Nord (1)	160	160	24,9	16,6
WA Nord (2)	100	55	21,2	14,1
WA Nord (3)	160	160	35,6	23,7
WA Nord (4)	2 x 20 m West-Ost	1 x 20* West-Ost	1,7	1,2
WA Süd (1) + WA Süd (2)	140	0	**75,5**	**50,2**
WA Süd (3)	100	85	40,7	27,1
WA Süd (4)	50 zzgl. 20 im Innenhof	12* im Innenhof	**20,5**	**13,7**
WA Süd (5)	60	25	**37,5**	25,0
WA Süd (6)	110	75	36,9	24,6
WA Süd (7)	50	50	24,8	16,5
WA Süd (8)	105	30	**32,5**	21,6

*: Mindestbreite 7,5 m, da Mindestabstand zur Lärmschutzwand entfällt; **fett**: Überschreitung der potenziellen Länge ohne Weiße Wanne; grün: Unterschreitung der potenziellen Länge mit Weißer Wanne

Wie die Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen, liegt im sehr unwahrscheinlichen Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion für die Teilbaugebiete WA Süd (1), WA Süd (2), WA Süd (4), WA Süd (5) und WA Süd (8) die rechnerisch notwendige Rigolenlänge über der Längenausdehnung der jeweiligen potenziellen Versickerungsfläche (fett gedruckt in Tabelle 2). Für alle anderen Teilbaugebiete ist die rechnerisch notwendige Rigolenlänge kleiner als die Länge der potenziellen Versickerungsfläche ohne Weiße Wanne der Gebäude.

Das bedeutet, dass mit Ausnahme der Teilbaugebiete WA Süd (1), WA Süd (2), WA Süd (4), WA Süd (5) und WA Süd (8) auch ohne Weiße Wanne eine dezentrale Versickerung des Niederschlagwassers mit Kies- oder Kunststoffrigolen möglich ist. Für diese Teilbaugebiete ist die berechnete notwendige Rigolenlänge bei einem Speicherkoeffizienten von 35 % mindestens um den Faktor 1,1 kleiner als die potenziell verfügbare Länge der Versickerungsfläche der jeweiligen Teilbaugebiete. Setzt man einen Speicherkoeffizienten für Kunststoffrigolen von 95 % an, so liegen auch für die Teilbaugebiete WA Süd (5) und WA Süd (8) die notwendigen Rigolenlängen unter der potenziellen Länge der Versickerungsfläche.

Bei einer Kunststoffrigole mit einem Speicherkoeffizienten von 95 % könnte das Niederschlagswasser der Teilbaugebiete WA Süd (1), WA Süd (2) und WA Süd (4) nicht

dezentral auf dem jeweiligen Teilbaugebiet, dafür aber mit auf dem benachbarten Teilbaugebiet WA Süd (3) versickert werden.

Aufgrund des mittleren Flurabstands von rund 5 m u. GOK (entspricht der Einbindetiefe der Gebäude) und des HW 100 von 3,3 m u. GOK ist aber von einer erforderlichen wasserdruckhaltenden Abdichtung der Gebäude auszugehen. Wie die Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen, ist unter den getroffenen Annahmen auf allen Teilbaugebieten eine unterirdische Versickerung des anfallenden Niederschlagwassers mittels Rigolen möglich (grün hinterlegt in Tabelle 2). Die berechneten Rigolenlängen sind bei einem Speicherkoeffizienten von 35 % mindestens um den Faktor 1,6 kleiner als die geplante Länge der jeweiligen Versickerungsflächen. Setzt man einen Speicherkoeffizienten von 95 % an, so betragen die notwendigen Rigolenlängen weniger als die Hälfte der potenziellen Länge.

In den Teilbaugebieten WA Süd (1) und WA Süd (2) sind die Rigolen möglichst im Süden zu platzieren, um einen ausreichenden Abstand zur U-Bahn und zur Grundstücksgrenze im Westen zu gewährleisten.

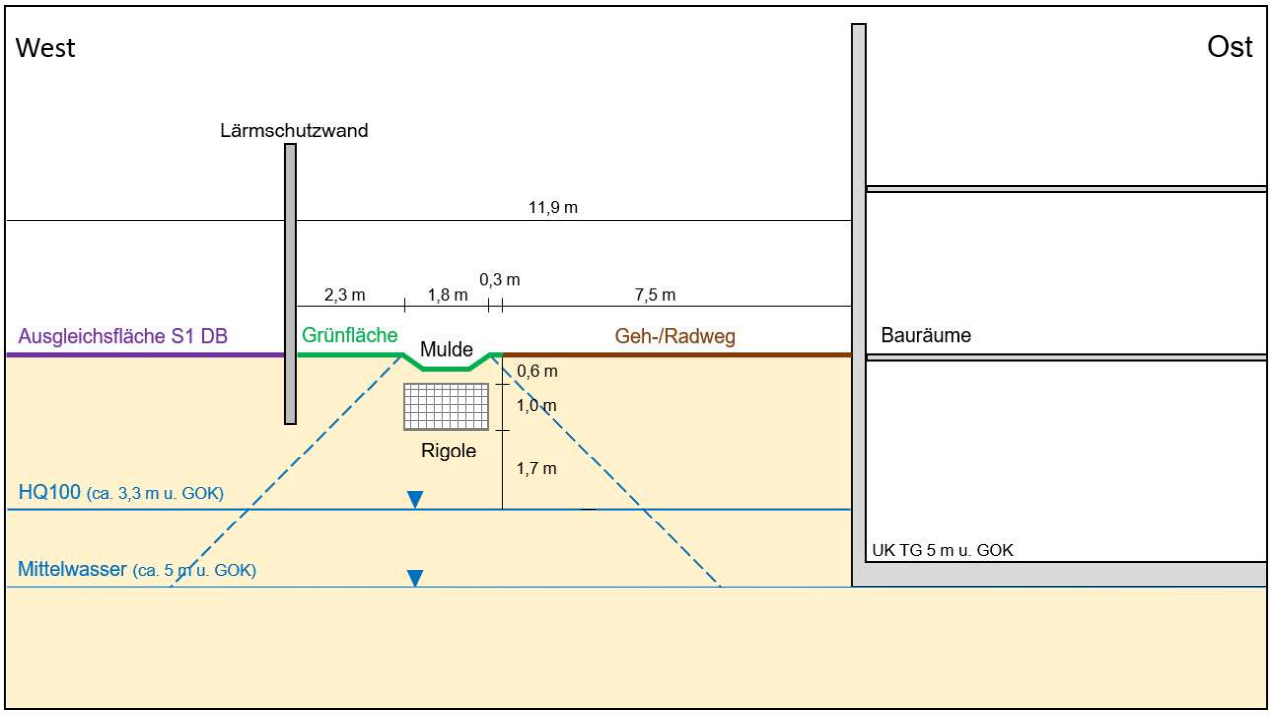
6.4 Exemplarische Untersuchung oberflächennaher Versickerungsarten

Exemplarisch wurden für Teilfläche WA Nord (1) noch weitere Versickerungsarten (Muldenversickerung sowie Mulden-Rigolen-Element) untersucht. Bei einer Versickerung über die belebte Bodenzone kommt für die Teilfläche WA Nord (1) nur der Grünstreifen im Westen des Umnutzungsgebiets in Frage (vgl. Abbildung 13).

Folgende Annahmen wurden für die Auslegung der Mulde bzw. des Mulden-Rigolen-Elements getroffen:

- Muldenbreite: 1,8 m
- Muldentiefe: 0,3 m
- Maximale Einstauhöhe: 0,2 m
- Bankettbreite zwischen Mulde und Geh-/Radweg: 0,3 m
- Höhe der belebten Bodenschicht: 0,3 m
- Rigolenoberkante: 0,6 m u. GOK
- Rigolenhöhe: 1,0 m
- Rigolenbreite: 1,8 m
- Speicherkoeffizient der (Kies-)Rigole: 35 %
- Drosselabfluss: 10 l/(s·ha)
- Zuschlagsfaktor: 1,2

Ein schematischer West-Ost-Schnitt ist in Abbildung 16 dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung BoSS Consult GmbH

Abbildung 16: Schematischer West-Ost-Schnitt auf Höhe des Teilbaugebiets WA Nord (1)

Unter Berücksichtigung des erforderlichen Mindestabstands zu Gebäuden und Fundamenten beträgt die notwendige Mindestbreite der potenziellen Versickerungsfläche im Westen im unwahrscheinlichen Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion rund 11,9 m. Um eine Vernässung des Gebäudes zu vermeiden, muss der Grünstreifen direkt an die Lärmschutzwand angrenzen und eine Mindestbreite von 4,4 m aufweisen. Für den Fall einer wasserdichten Gebäudekonstruktion entfällt der Mindestabstand von 7,5 m zwischen Versickerungsanlage und Gebäude.

Damit beträgt die Längenausdehnung der potenziellen Versickerungsfläche für eine oberflächennahe Versickerung auf dem Teilbaugebiet WA Nord (1) rund 40 m ohne Weiße Wanne bzw. 140 m mit Weißer Wanne

Die berechneten Anlagenlängen für die verschiedenen Versickerungsarten sind in

Tabelle 3 zusammengestellt und der Länge der potenziellen Versickerungsfläche gegenübergestellt. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurden zusätzlich die Ergebnisse für eine Versickerung mit Rigolen aufgeführt. Die Berechnungen für die oberflächennahen Versickerungsarten sind in Anlage 5.2 enthalten.

Tabelle 3: Berechnete Längenausdehnung der berechneten Versickerungsanlagen für das Teilbaugebiet WA Nord (1)

Rechnerisch notwendige Länge der Versickerungsanlage [m]				
	Muldenversickerung	Mulden-Rigolen-Element	Kiesrigole (Speicherkoeffizient 35 %)	Kunststoffrigole (Speicherkoeffizient 95 %)
	30,6	18,1	24,9	16,6
Länge [m] der potenziellen Versickerungsfläche im Westen gem. B-Plan				
Mit Weißer Wanne	140 (Breite Grünstreifen ≥ 4,4 m)		160	
Ohne Weiße Wanne	40 (Breite Freifläche ≥ 11,9 m und Breite Grünstreifen ≥ 4,4 m)		160 (Breite Freifläche≥ 8,5 m)	

Wie die Ergebnisse zeigen, liegt für das Teilbaugebiet WA Nord (1) für jede der betrachteten Versickerungsarten die rechnerisch notwendige Anlagenlänge unter der potenziell vorhandenen Versickerungsfläche. Die rechnerisch notwendige Länge für eine Muldenversickerung liegt in der Größenordnung einer Kiesrigole, die berechnete Länge eines Mulden-Rigolen-Elements in der Größenordnung einer Kunststoffrigole. Damit ist auf dem Teilbaugebiet WA Nord (1) theoretisch eine Versickerung mit Mulde, Mulden-Rigolen-Element oder Rigolen möglich ist. Eine Detailprüfung für die anderen Teilbaugebiete empfehlen wir nach Vorlage einer konkreten Planung durchzuführen.

6.5 Altlastensituation

Von den Altlastverdachtsflächen (ALVF) wurden in ergänzend durchgeführten Untersuchungen [16] drei bestätigt (Nr. 006246-052, -060 und -061). Deren Umgriff ist Abbildung 17 mit den Teilbaugebieten überlagert.

Die Fläche -052 befindet sich zwar außerhalb des Geltungsbereiches des Bebauungsplans, allerdings wird auf dem betreffenden Flurstück künftig eine externe Ausgleichsfläche, die im Zusammenhang mit dem Bebauungsplan Nr. 2108a steht, hergestellt.

Die Fläche -061 überschneidet sich teilweise mit dem Geh- und Radweg auf Höhe der Quartiersmitte. Die Neubebauung der Quartiersmitte wird zwar über einen separaten Teilbebauungsplan geregelt, die Festsetzung des Radwegs ist aber im Umgriff des Bebauungsplan Nr. 2108a enthalten.

Sowohl die Fläche -052 als auch die Fläche -061 liegen außerhalb der Teilbaugebiete (vgl. Abbildung 17) und sind somit für die betrachtete Niederschlagsversickerung innerhalb der einzelnen Teilbaugebiete nicht relevant. Die Relevanz der Fläche -061 für die Niederschlagsversickerung der Quartiersmitte sollte im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Teilbebauungsplans Nr. 2108b erneut geprüft werden.

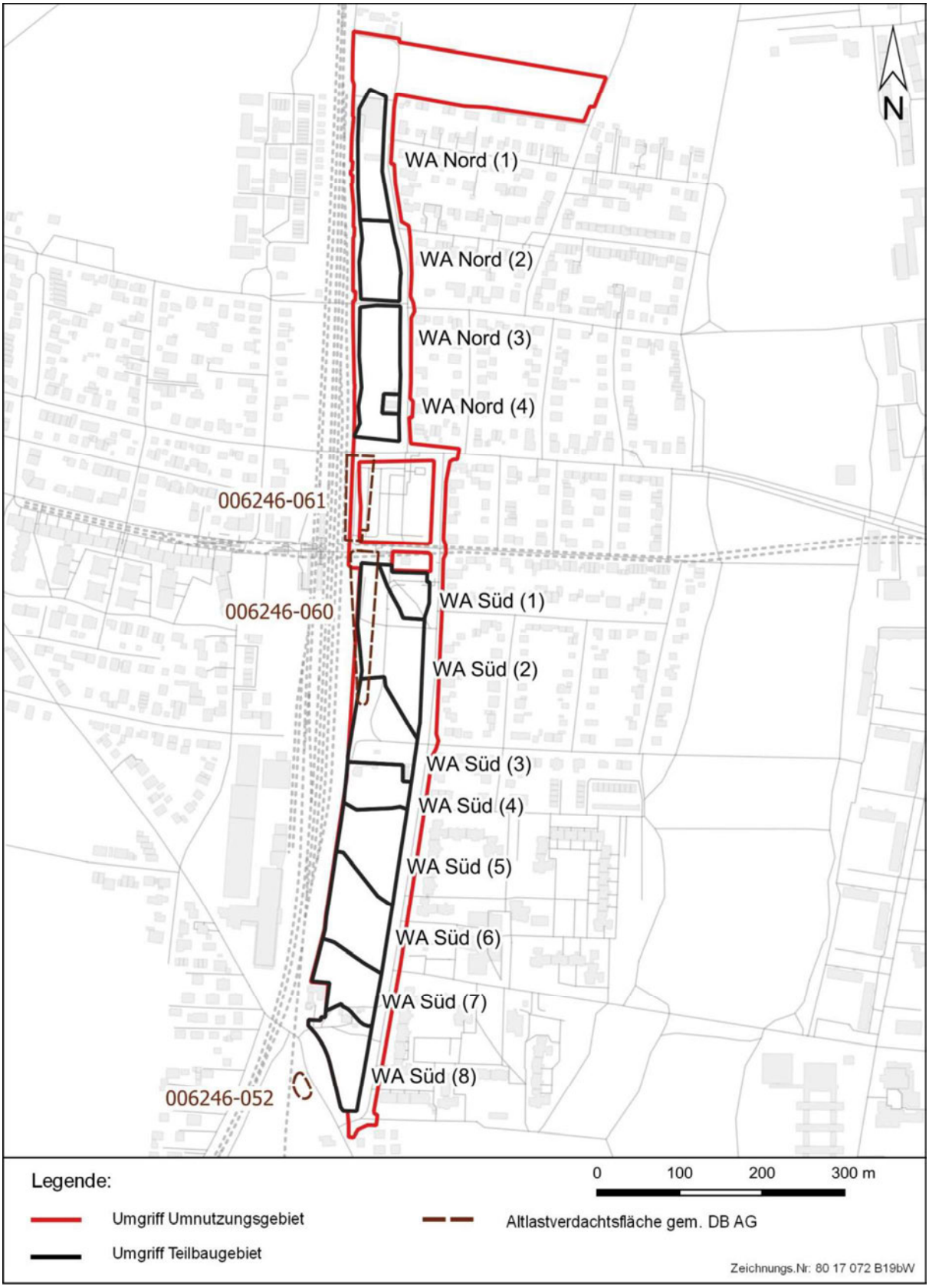


Abbildung 17: Lage der Altlastverdachtsflächen

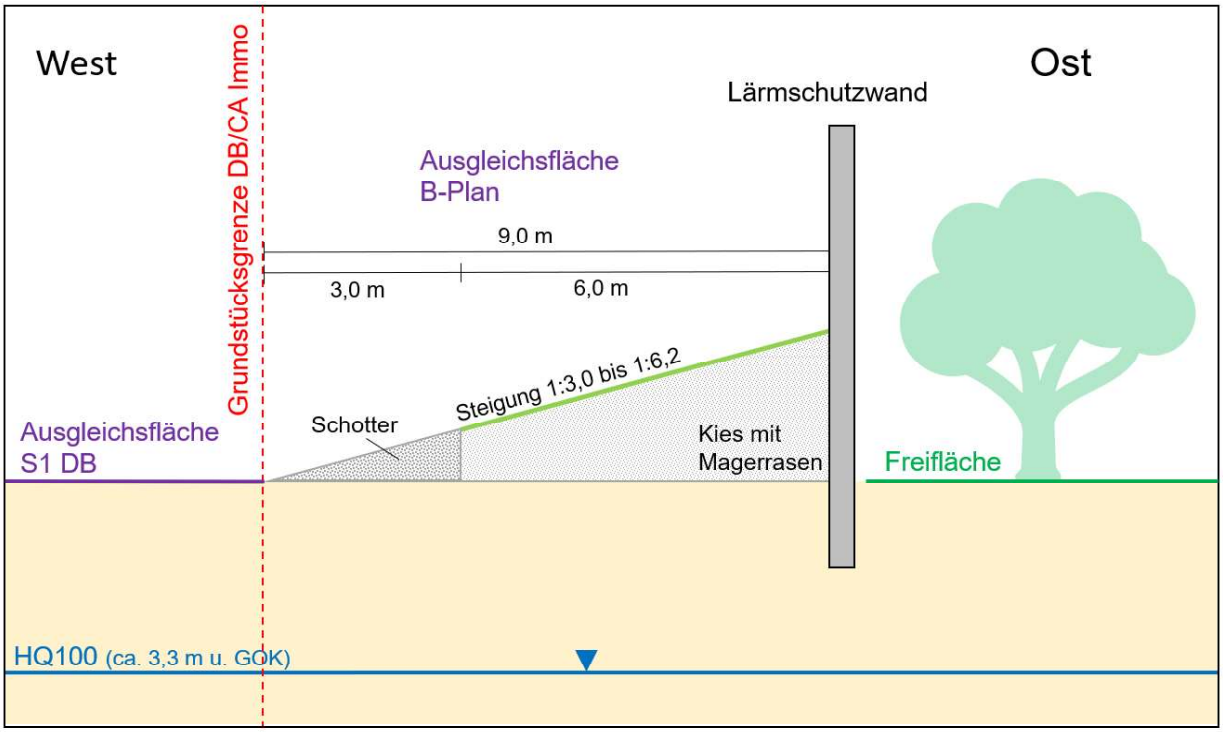
Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Die ALVF -060 liegt am westlichen Rand der Teilbaugebiete WA Süd (2) und WA Süd (3). Dabei handelt es sich um eine Altablagerung mit lokal belasteten Auffüllungen bis max. 3,5 m Tiefe.

Im Teilbaugebiet WA Süd (2) erstreckt sich die ALVF -060 über die gesamte Nord-Süd-Ausdehnung, sodass in diesem Teilbaugebiet die Auffüllung innerhalb des Sickerkegels der Rigole (max. Auffüllungsmächtigkeit 3,5 m) gegen unbelasteten Boden ausgetauscht werden muss. Im Teilbaugebiet WA Süd (3) überschneidet sich die ALVF nur im Norden und mit rund 25 % der potenziellen Versickerungsfläche. Hier kann die Versickerungsanlage südlich der ALVF positioniert werden, sodass voraussichtlich in diesem Teilbaugebiet kein Bodenaustausch durchgeführt werden muss.

6.6 Hangwallschüttungen

Zwischen der Lärmschutzwand und der westlichen Grenze des Umnutzungsgebiets soll ein Biotopkorridor entstehen. Auf diesem ist eine Halbwallschüttung aus Kies mit Magerrasen geplant. Am Fuß des Walls ist ein Schotterfuß vorgesehen, welcher rund ein Drittel der gesamten Wallbreite ausmacht. Dieser Schotterfuß dient als Habitat für Zauneidechsen und soll deshalb nicht begrünt werden. Die Steigung des Walls beträgt 1:6,2 bis 1:3,0, die Breite der Böschung liegt zwischen 3,2 und 12,5 m [17]. Ein Systemschnitt ist in Abbildung 18 dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung BoSS Consult GmbH

Abbildung 18: Systemschnitt der Halbwallschüttung gemäß [19]

Die Ausgleichsfläche grenzt unmittelbar an das Grundstück der DB an. Der Abstand zwischen Grundstücksgrenze DB/CA Immo und dem Schotterfuß variiert gemäß [17] zwischen 0 m (vgl. Abbildung 18) und 4 m. Es gilt sicherzustellen, dass durch die Halbwallschüttung keine zusätzliche Vernässung des Untergrunds auf DB-Eigentum auftritt. Als worst-case-Betrachtung wurde in den folgenden Betrachtungen die Grundstücksgrenze direkt am Böschungsfuß angesetzt (vgl. Abbildung 18).

Der Schotterfuß weist aufgrund seiner großen hydraulischen Durchlässigkeit keinen Oberflächenabfluss auf. Ferner wird hier das von dem bewachsenen Teil der Böschung abfließende Niederschlagswasser zwischengespeichert und versickert. Die Funktion des Schotterfußes kann somit der einer Rigole gleichgesetzt werden. Im Folgenden wird geprüft, ob die Speicherkapazität des Schotterfußes für den Oberflächenabfluss der gesamten Böschung ausreicht.

Das benötigte Volumen des Schotterfußes wurde analog zu den Versickerungsanlagen in Kapitel 6.3 auf Grundlage des DWA-Arbeitsblatts DWA-A 138 berechnet. Der Abflussbeiwert einer Kiesböschung wird im DWA-Arbeitsblatt 138 mit 0,3 angegeben. Für den Schotter wurde ein Speicherkoeffizient von 20 % angenommen.

Wie in Abbildung 15 dargestellt, wurde der Fall eines 9 m breiten Walls betrachtet. Auf den 3 m breiten Schotterfuß kommen somit zusätzlich der Oberflächenabfluss der 6 m breiten Kiesböschung mit Magerrasen.

Zur Bewertung der Speicherfähigkeit des Schotterfußes wurde exemplarisch ein 0,5 m breiter und 0,1 m hoher Ausschnitt des Schotterkörpers pro Einheitsmeter betrachtet und als Querschnittsabmessungen der „Rigole“ angesetzt. Dies entspricht im Fall eines insgesamt 3 m breiten Schotterfußes bei einer Steigung von 1:3,0 rund 5 % des Gesamtvolumens des Schotterfußes.

Die in Anlage 5.3 aufgeführten Berechnungen wurden pro Einheitsmeter durchgeführt, d.h. wenn die berechnete Rigolenlänge kleiner 1,0 m ist, so reicht die Speicherkapazität des betrachteten Schottervolumens zur Zwischenspeicherung des anfallenden Oberflächenabflusses aus.

Für einen Querschnitt von 0,5 x 0,1 m berechnet sich die erforderliche Rigolenlänge zu 0,1 m. Das bedeutet, dass nur 10 % des Speichervolumens des betrachteten Schotterquaders als „Rigolenvolumen“ notwendig sind. Da der betrachtete quaderförmige Schotterkörper nur 5 % des Schotterfußes ausmacht, ist das gesamte Speichervolumen des Schotterfußes rund 200 Mal größer als das berechnete notwendige Volumen.

Es ist somit nicht davon auszugehen, dass durch die Halbwallschüttung der Zufluss von Niederschlagwasser auf das DB-Gelände erhöht wird. Ein Anschluss des Böschungsmaterials an die versickerungsfähigen Kiese ist aber zu gewährleisten.

6.7 Bewertung der Versickerung des Niederschlagswassers

Die Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass im unwahrscheinlichen Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion in neun von zwölf Teilbaugebieten das Versickerungspotential der nicht unterbauten Flächen für eine Rigolenversickerung des Niederschlagswassers ausreicht. In den Teilbaugebieten WA Süd (1) und WA Süd (2) sowie WA Süd (4) ist die vorgesehene Fläche abzüglich des erforderlichen Mindestabstands zu Gebäuden nicht ausreichend groß für eine Rigolenversickerung. Jedoch könnte das Niederschlagswasser von diesen drei Flächen auf dem benachbarten Teilbaugebiet WA Süd (3) mitversickert werden.

Im wahrscheinlicheren Fall einer wasserundurchlässigen Gebäudekonstruktion konnte gezeigt werden, dass das anfallende Niederschlagswasser über Rigolen direkt auf jedem Teilbaugebiet versickert werden kann.

In dem Fall wird bei einer Jährlichkeit von 30 Jahren in keinem Teilbaugebiet rechnerisch die gesamte ermittelte Fläche für die Versickerung benötigt. Somit bietet die genaue Positionierung der Versickerungsanlagen genügend Spielraum, um auf dem Teilbaugebiet WA Süd (2) einen ausreichenden Abstand zur durch das Grundstück verlaufenden U-Bahn und der westlichen Grundstücksgrenze sowie auf dem WA Süd (7) zum Stellwerk der DB zu gewährleisten.

Die zusätzlichen, exemplarischen Berechnungen für oberflächennahe Versickerungsarten haben in dem o.g. Fall gezeigt, dass als Beispiel auf dem Teilbaugebiet WA Nord (1) theoretisch eine Versickerung auch mit einer Mulde oder einem Mulden-Rigolen-Element möglich ist. Unter den getroffenen Annahmen entspricht die erforderliche Länge einer Muldenversickerung ungefähr der einer Kiesrigole und die eines Mulden-Rigolen-Elements der einer Kunststoffrigole. Neben der erforderlichen Freifläche ist für eine oberflächennahe Versickerung – im Vergleich zu einer Versickerung mit Rigolen – eine größere Mindestbreite der Versickerungsfläche erforderlich. Damit steht, wie für das Teilbaugebiet WA Nord (1) gezeigt, bei einer oberflächennahen Versickerung tendenziell weniger potenzielle Versickerungsfläche zur Verfügung.

Im Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion muss unter den getroffenen Annahmen die Grünfläche für die oberflächennahe Versickerung an die westlich gelegene Lärmschutzwand angrenzen und eine Mindestbreite von rund 4,4 m aufweisen.

Die Gesamtbreite von Lärmschutzwand bis zum Gebäude sollte mindestens 11,9 m betragen. Damit scheiden z.B. im Falle einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion die Teilbaugebiete WA Süd (1) bis (4) für eine oberflächennahe Versickerung aus, da der schmale Grünstreifen direkt an die Gebäude angrenzt.

Für den Fall einer wasserundurchlässigen Gebäudeabdichtung entfällt der Mindestabstand zum Gebäude, wodurch sich prinzipiell mehr Möglichkeiten für eine oberflächennahe Versickerung ergeben. Jedoch bleiben Einschränkungen wie z.B. ein ausreichender Abstand der Versickerungsanlage auf dem Teilbaugebiet WA Süd (7) zum Stellwerk der DB bestehen.

Aus stadtklimatischen Gründen ist gemäß behördlicher Vorgabe in München eine oberflächennahe Versickerung z.B. über ein Mulden-Rigolen-Element der Rigole generell vorzuziehen. Wir empfehlen im Rahmen des jeweiligen Bauantrags ein individuelles Niederschlagwasserkonzept zu erstellen und dabei zu überprüfen, wo die geplante Freiflächennutzung und der erforderliche Mindestabstand zur Versickerungsanlage (in Abhängigkeit der gewählten Art der Gebäudeabdichtung) eine oberflächennahe Versickerung zulässt. Vor dem Hintergrund des Themas Mikroplastik kann, wie von der MSE angeregt, im Fall einer Rigolen- bzw. Mulden-Rigolen-Versickerung, wenn möglich auf eine Kies- anstatt Kunststoffrigole zurückgegriffen werden. Nach Festlegung der genauen Lage der Versickerungsanlagen empfehlen wir dort die hydraulischen Durchlässigkeiten durch Feldversuche zu überprüfen.

Um Starkregenereignisse bereits in der Machbarkeitsstudie stärker zu gewichten, wurde die jeweiligen Versickerungsanlage auf Wunsch und in Abstimmung mit dem RGU für ein 30-jähriges Niederschlagsereignis ausgelegt (die im DWA-Arbeitsblatt DWA-A 138 empfohlene Überschreitungshäufigkeit beträgt 10 Jahre). Im Vergleich zur Auslegung mit 10-jähriger Überschreitungshäufigkeit (vgl. Berechnungen in unserem Bericht vom 09.10.2020, [23]), sind die benötigten Flächen der Versickerungsanlagen, welche für ein 30-jähriges Niederschlagsereignis ausgelegt wurden, durchschnittlich rund 22 % größer.

Die potenziellen Versickerungsflächen liegen mit Ausnahme des Teilbaugebiets WA Nord (4) alle im Westen oder in der Mitte des Umnutzungsgebiets. Die im Teilbaugebiet WA Nord (4) angeschlossene Fläche ist relativ klein. Zusätzlich befindet sich östlich dieses Teilbaugebiets die Ratoldstraße. Damit ist in den östlich der Ratoldstraße gelegenen Wohngebieten keine Vernässung der Keller nach Starkregenereignissen zu erwarten.

Die Versickerungsflächen in den Teilbaugebieten Süd (2) und WA Süd (3) überschneiden sich mit bekannten Altablagerungen. Wird auf dem Teilbaugebiet Süd (2) versickert, so muss im Sickerbereich die dort bis rund 3,5 m mächtige Auffüllung gegen unbelasteten Boden ausgetauscht werden. Im Teilbaugebiet WA Süd (3) bestehen ausreichend Alternativen für die Platzierung der Versickerungsanlage.

Von den Halbwallschüttungen ist von keinem zusätzlichen Oberflächenabfluss auf das DB-Gelände auszugehen. Aufgrund des groben Schottermaterials und der damit einhergehenden hohen hydraulischen Durchlässigkeit des Böschungsfußes wird das abfließende Niederschlagswasser von dem begrünten Böschungsteil im Schotterfuß hinreichend zwischengespeichert und versickert von dort aus. Bei der Wallherstellung ist ein Anschluss des Böschungsmaterials an die anstehenden Kiese zu gewährleisten.

7. FAZIT ALLER THEMENSPEZIFISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Zur Bewertung der möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser durch die im Bebauungsplan Nr. 2108a festgesetzten Tiefgeschosse wurde ein numerisches Grundwassermodell erstellt. Durch die geplanten Unterbauungen kommt es am südlichen, angeströmten Baugrubenrand zu einem leichten Grundwasseraufstau. Da eine Baugrubensicherung mittels Verbau während der Bauphase tiefer in den Grundwasserleiter eindringt als die Bodenplatte der Untergeschosse nach Abschluss der Arbeiten, ist die Aufhöhung des Grundwassers in der Bauphase prinzipiell höher.

Es konnte gezeigt werden, dass im Worst-Case-Szenario mit einem dauerhaften Hochwasserstand von 1940 (HQ 100) und bei gleichzeitiger Realisierung der eingeschossigen Bauabschnitte mit Unterkante der Bodenplatte bei 5,0 m u. GOK lediglich bauzeitlich die behördliche Anforderung eines maximalen Aufstaus von 10 cm nur ganz lokal am angeströmten Baugrubenrand rechnerisch minimal überschritten wird. Für die fertig gestellte Unterbauung wird die behördliche Anforderung eines maximalen Aufstaus von 10 cm eingehalten. Die Grundwasseraufhöhung an der angeströmten Südseite des Umnutzungsgebiets ist dabei unabhängig von einer möglichen Unterbauung der Quartiersmitte.

Da nicht davon auszugehen ist, dass alle Bauabschnitte gleichzeitig realisiert werden, bilden noch nicht begonnene oder bereits fertig gestellte Bauabschnitte Wegsamkeiten für das Grundwasser, wodurch der tatsächliche Grundwasseraufstau während der Bauphase geringer ausfallen wird. Dadurch halten wir eine eingeschossige Ausführung der im Bebauungsplan Nr. 2108a festgesetzten Tiefgeschosse mit einer Bodenplatte bis maximal 5,0 m u. GOK für generell unproblematisch.

Für die zusätzliche Berücksichtigung einer zweigeschossigen Unterbauung der Quartiersmitte (Bebauungsplan Nr. 2108b) konnte gezeigt werden, dass die behördliche Anforderung lediglich bauzeitlich bei gleichzeitiger Realisierung alle Bauabschnitte nur ganz lokal an der Baugrubenumschließung der Quartiersmitte überschritten wird. Die Überschreitung ist jedoch so geringfügig, dass keine Bestandsgebäude nachteilig betroffen sind.

An den Grundwasserdükeranlagen des Betonkanals der Herbergstraße innerhalb des Umnutzungsgebiets und den Dükeranlagen im Bereich des U-Bahnhofs Feldmoching ist durch die geplante Unterbauung eine dauerhafte Grundwasserstandsänderung von maximal rund 3 cm zu erwarten. Angesichts dieses geringfügigen, weit unter der natürlichen Schwankungsbreite liegenden Betrags sind keine negativen Auswirkungen auf die hydraulische Funktionalität der Grundwasserdükeranlagen durch die Unterbauung zu besorgen.

Insgesamt haben die Grundwassermodellrechnungen gezeigt, dass der Bau, der im Bebauungsplan Nr. 2108a festgesetzten Tiefgeschosse umgesetzt werden kann. Auch bei einer zweigeschossigen Unterbauung der Quartiersmitte sind keine dauerhaften schädlichen Veränderungen der Grundwasserverhältnisse oder Nachteile für Dritte zu erwarten. Der durch die Baufelder 7 und 8 dort bedingte Grundwasseraufstau sollte im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Teilbebauungsplans Nr. 2108b der Quartiersmitte aktualisiert bzw. erneut geprüft werden.

Des Weiteren wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie die Möglichkeiten für die Versickerung von Niederschlagswasser geprüft.

Es konnte gezeigt werden, dass im unwahrscheinlicheren Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion in neun von zwölf Teilbaugebieten das Versickerungspotential der nicht unterbauten Flächen für eine Rigolenversickerung des Niederschlagswassers ausreicht. In drei Teilbaugebieten, in denen die vorgesehene Fläche abzüglich des erforderlichen Mindestabstands zu Gebäuden nicht ausreichend groß für eine Rigolenversickerung ist, kann das Niederschlagswasser auf dem benachbarten Teilbaugebiet mitversickert werden.

Im wahrscheinlicheren Fall einer wasserundurchlässigen Gebäudekonstruktion konnte gezeigt werden, dass das anfallende Niederschlagswasser über Rigolen direkt auf jedem Teilbaugebiet versickert werden kann. Dabei wird in keinem Teilbaugebiet rechnerisch die gesamte ermittelte Fläche für die Versickerung benötigt. Somit bietet die genaue Positionierung der Versickerungsanlagen genügend Spielraum, um auf dem Teilbaugebiet WA Süd (2) einen ausreichenden Abstand zur durch das Grundstück verlaufenden U-Bahn und der westlichen Grundstücksgrenze sowie auf dem WA Süd (7) zum Stellwerk der DB zu gewährleisten.

Die zusätzlichen, exemplarischen Berechnungen für oberflächennahe Versickerungsarten haben in dem o.g. Fall gezeigt, dass als Beispiel auf dem Teilbaugebiet WA Nord (1) theoretisch eine Versickerung auch mit einer Mulde oder einem Mulden-Rigolen-Element möglich ist. Unter den getroffenen Annahmen entspricht die erforderliche Länge einer Muldenversickerung ungefähr der einer Kiesrigole und die eines Mulden-Rigolen-Elements der einer Kunststoffrigole. Neben der erforderlichen Freifläche ist für eine oberflächennahe Versickerung – im Vergleich zu einer Versickerung mit Rigolen – eine größere Mindestbreite der Versickerungsfläche erforderlich. Damit steht, wie für das Teilbaugebiet WA Nord (1) gezeigt, bei einer oberflächennahen Versickerung tendenziell weniger potenzielle Versickerungsfläche zur Verfügung.

Im Fall einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion muss unter den getroffenen Annahmen die Grünfläche für die oberflächennahe Versickerung an die westlich gelegene Lärmschutzwand angrenzen und eine Mindestbreite von rund 4,4 m aufweisen. Die Gesamtbreite von Lärmschutzwand bis zum Gebäude sollte mindestens 11,9 m betragen. Damit scheiden z.B. im Falle einer wasserdurchlässigen Gebäudekonstruktion die Teilbaugebiete WA Süd (1) bis (4) für eine oberflächennahe Versickerung aus, da der schmale Grünstreifen direkt an die Gebäude angrenzt.

Für den Fall einer wasserundurchlässigen Gebäudeabdichtung entfällt der Mindestabstand zum Gebäude, wodurch sich prinzipiell mehr Möglichkeiten für eine oberflächennahe Versickerung ergeben. Jedoch bleiben Einschränkungen wie z.B. ein ausreichender Abstand der Versickerungsanlage auf dem Teilbaugebiet WA Süd (7) zum Stellwerk der DB bestehen.

Aus stadtklimatischen Gründen ist gemäß behördlicher Vorgabe in München eine oberflächennahe Versickerung z.B. über ein Mulden-Rigolen-Element der Rigole generell vorzuziehen. Wir empfehlen im Rahmen des jeweiligen Bauantrags ein individuelles Niederschlagwasserkonzept zu erstellen und dabei zu überprüfen, wo die geplante Freiflächennutzung und der erforderliche Mindestabstand zur Versickerungsanlage (in Abhängigkeit der gewählten Art der Gebäudeabdichtung) eine oberflächennahe Versickerung zulässt. Vor dem Hintergrund des Themas Mikroplastik kann, wie von der MSE angeregt, im Fall einer Rigolen- bzw. Mulden-Rigolen-Versickerung, wenn möglich auf eine Kies- anstatt Kunststoffrigole zurückgegriffen werden. Nach Festlegung der genauen Lage der Versickerungsanlagen empfehlen wir dort die hydraulischen Durchlässigkeiten durch Feldversuche zu überprüfen.

Um Starkregenereignisse bereits in der Machbarkeitsstudie stärker zu gewichten, wurde die jeweiligen Versickerungsanlage auf Wunsch und in Abstimmung mit dem RGU für ein 30-jähriges Niederschlagsereignis ausgelegt (die im DWA-Arbeitsblatt DWA-A 138 empfohlene Überschreitungshäufigkeit beträgt 10 Jahre). Im Vergleich zur Auslegung mit 10-jähriger Überschreitungshäufigkeit, sind die benötigten Flächen der Versickerungsanlagen, welche für ein 30-jähriges Niederschlagsereignis ausgelegt wurden, durchschnittlich rund 22 % größer.

Die potenziellen Versickerungsflächen liegen mit Ausnahme des Teilbaugebiets WA Nord (4) alle im Westen oder in der Mitte des Umnutzungsgebiets. Die im Teilbaugebiet WA Nord (4) angeschlossene Fläche ist relativ klein. Zusätzlich befindet sich östlich des Teilbaugebiets die Ratoldstraße. Damit ist in den östlich gelegenen Wohngebieten keine Vernässung der Keller nach Starkregenereignissen zu erwarten.

Die Versickerungsflächen in den Teilbaugebieten Süd (2) und WA Süd (3) überschneiden sich mit bekannten Altablagerungen. Wird auf dem Teilbaugebiet Süd (2) versickert, so muss im Sickerbereich die bis rund 3,5 m mächtige Auffüllung gegen unbelasteten Boden ausgetauscht werden. Im Teilbaugebiet WA Süd (3) bestehen ausreichend Alternativen für die Platzierung der Versickerungsanlage.

Von den Halbwallschüttungen ist von keinem zusätzlichen Oberflächenabfluss auf das DB-Gelände auszugehen. Aufgrund des groben Schottermaterials und der damit einhergehenden hohen hydraulischen Durchlässigkeit des Böschungsfußes wird das abfließende Niederschlagswasser von dem begrünten Böschungsteil im Schotterfuß hinreichend zwischengespeichert und versickert von dort aus. Bei der Wallherstellung ist ein Anschluss des Böschungsmaterials an die anstehenden Kiese zu gewährleisten.

Anlage 1

Planunterlagen

Anlage 1.1

Bebauungsplan Nr. 2108a (Stand 08.10.2020)

ENTWURF

BEBAUUNGSPLAN
MIT GRÜNORDNUNG NR. 2108a

DER LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN

BEREICH: RAHEINSTRASSE (SÜDLICH UND WESTLICH),
RATOLDISTRASSE (WESTLICH),
LERCHENSTRASSE (NÖRDLICH),
BAHNLINIE MÜNCHEN-REGENSBURG (ÖSTLICH)
(TEILVERDRÄNGUNG DER BEBAUUNGSPLÄNE NR. 36c, 825 UND 1119)

M = 1 : 1,000

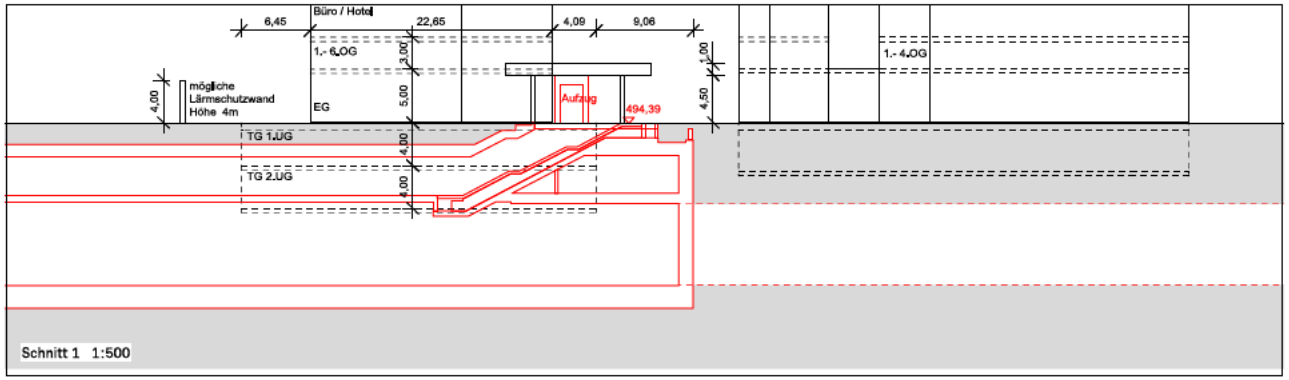
HA II/41P, SG-1

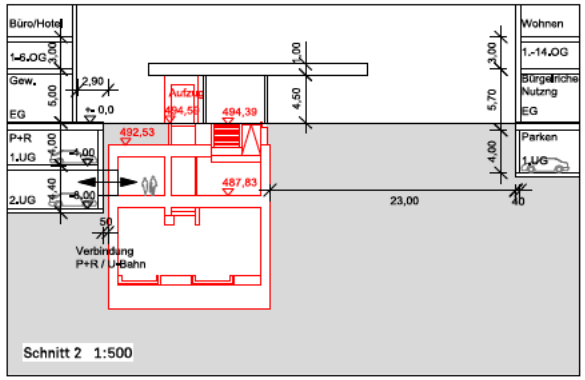
REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG

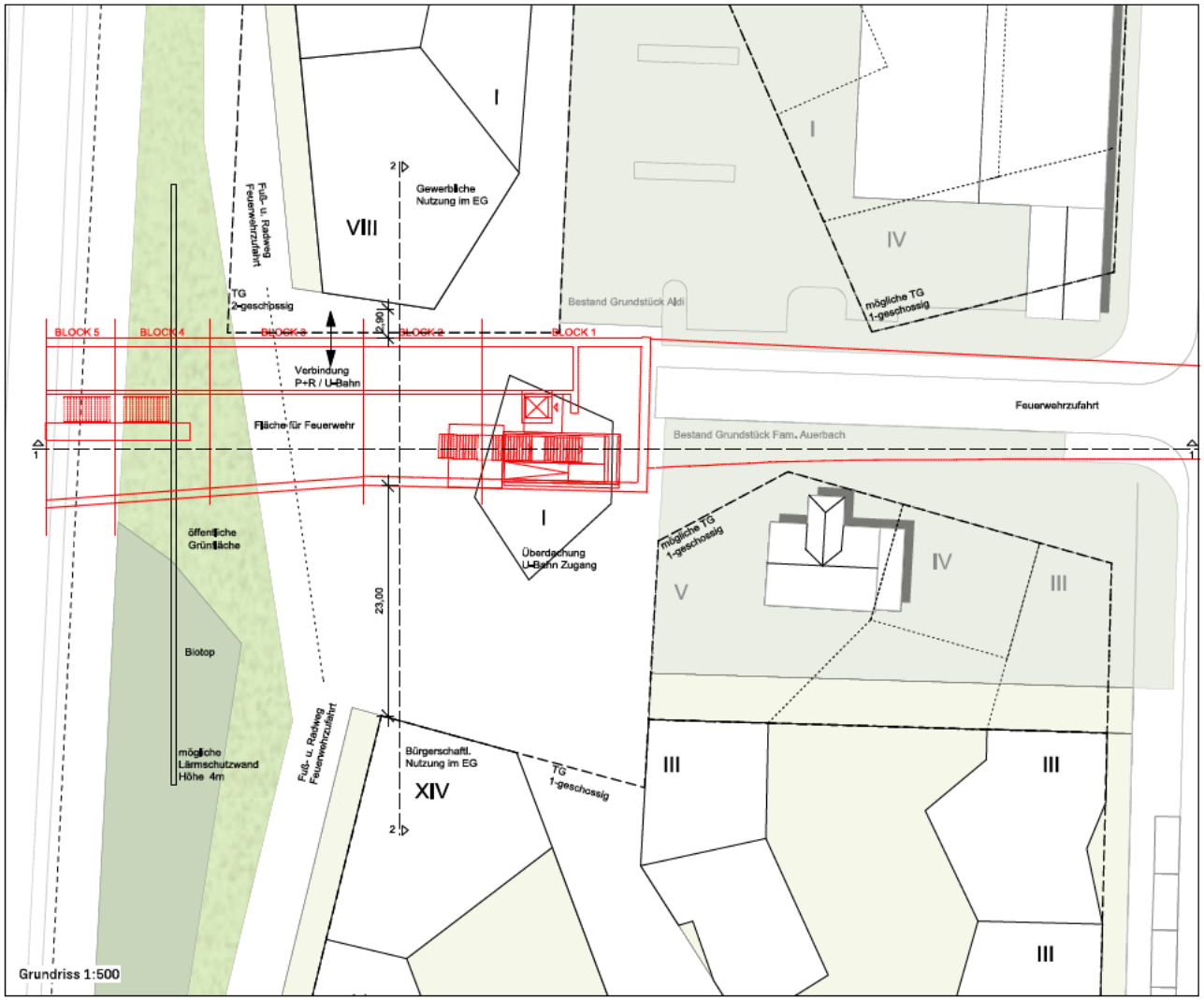
Anlage 1.2

Lageplan und Querschnitt des U-Bahnbauwerks

(M 1:5.000 bzw. M 1:500)







Quelle: CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG

Anmerkung BoSS Consult:
Der U-Bahn-Lageplan ist auf Grundlage der Rahmenplanung (und nicht auf Grundlage des Bebauungsplan-Entwurfes) abgebildet

Ratoldstraße
München Feldmoching

Rahmenplan
U-Bahn Lageplan, Grundriss, Schnitte

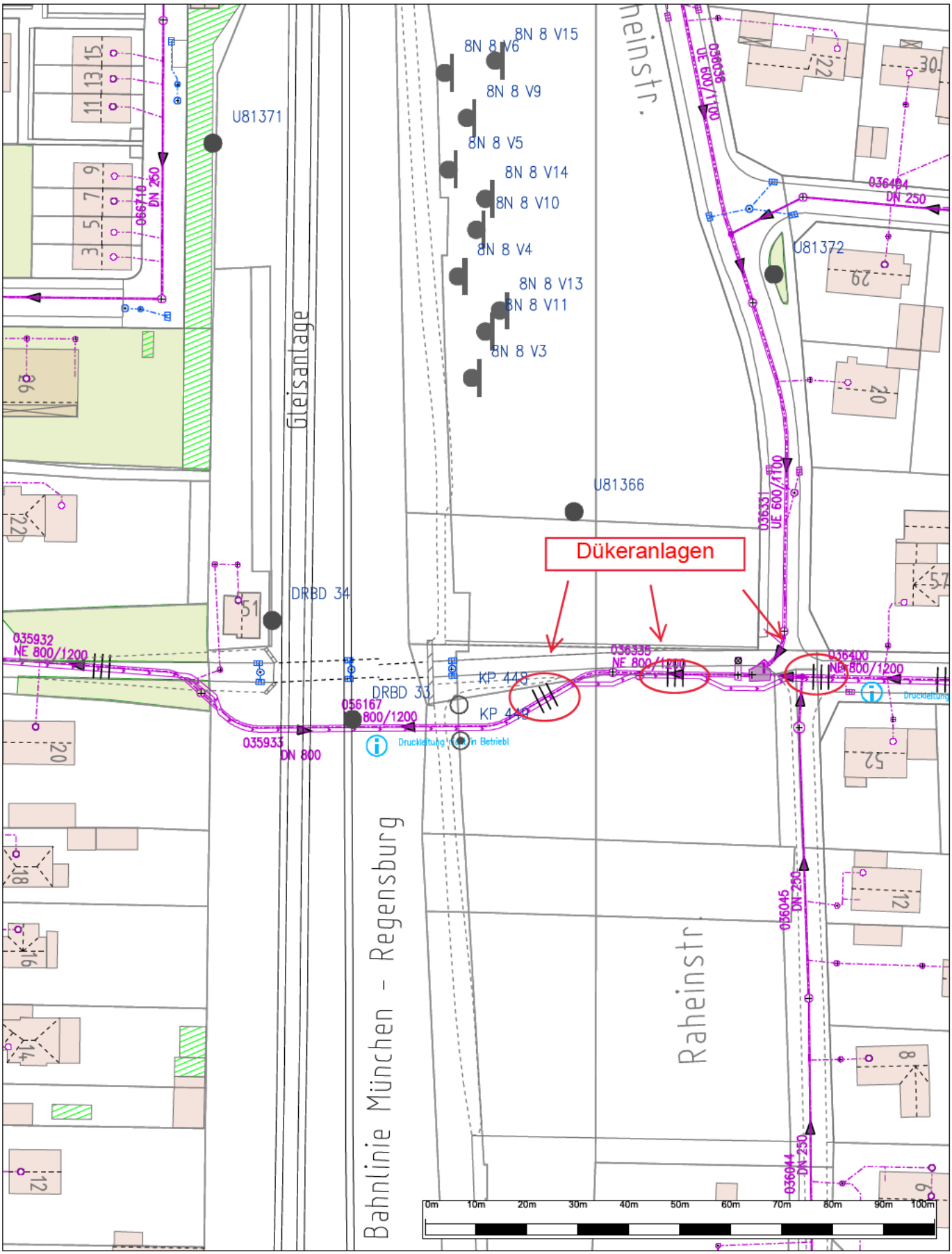
VORABZUG

Datum	Maßstab	Format
10.03.17	1: 5000 / 1:500	A3

Anlage 1.3

Lageplan und Querschnitt des Betonkanals in der Herbergstraße

(M 1:1.032 bzw. M Länge 1:100 und Höhe 1:1.000)



Die Richtigkeit der Lage und Höhen ist an Ort und Stelle zu prüfen.

Digitale Stadtgrundkarte Quelle: GeodatenService München
Außerhalb von München: Bayerische Vermessungsverwaltung

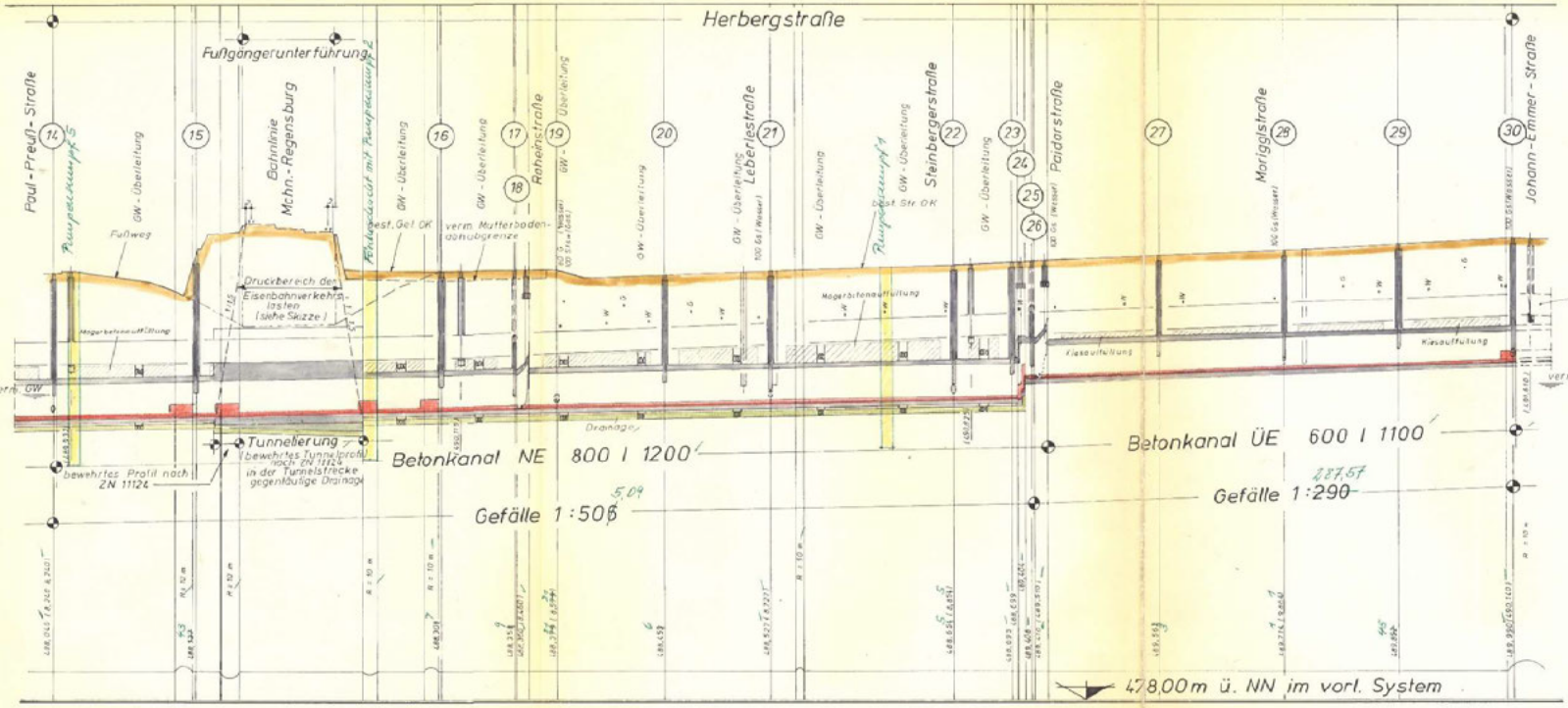
Höhen und Kanalkoten im neuen System (DHHN12)

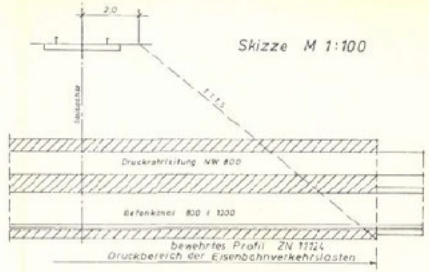
N

Münchner Stadtentwässerung

1:1032

18.11.2020





Die Eintragung der Versorgungsleitungen in diesem Plan dient nur der unverbindlichen Unterrichtung des Bauunternehmers und entbindet ihn nicht von der Verpflichtung, sich über genaue Lage, Tiefe und Vollzähligkeit der tatsächlich vorhandenen Leitungen bei den zuständigen Stellen zu erkundigen.

Buch-Nr. 316 Nach Bauausführung ergänzt: [redacted] 9.3.82

LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN
Baureferat-Tiefbau, Abt. Stadtentwässerung

Längenschnitt-Kanalbau
(Druckrohrleitung Feldmoching-Hasenbergl)
(Gruppe XLIV, Los 2, Anh 2)
Betonkanal-Herbergstraße
Gruppe XLVII, Los 1, Anh 0

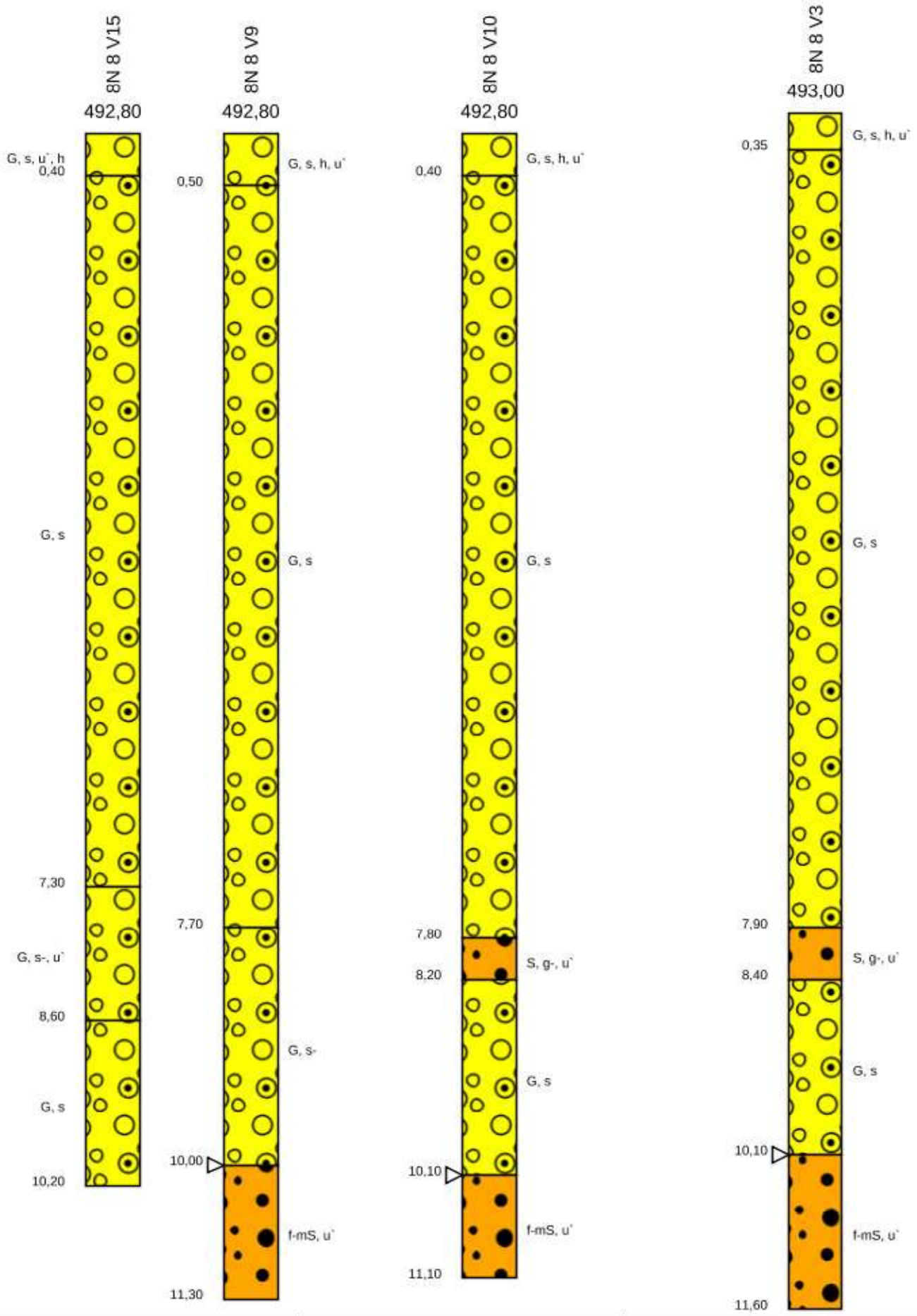
	Datum	Name	Änderung	Datum	Name	
Bearb.	25.10.1978	[redacted]	GW-Überlg. erg.	15.3.79	[redacted]	München 28.4.1979
Bez.	26.10.1978					[redacted]
Gepr.	28.3.79					
Des.	28.4.79					
Ing.-Büro			Maßstab d.L.1:1000 d.H.1:100	Kat.-Blatt 1443, 1444 1465, 1466		Zeichnungs-Nr. 9676 Blatt 1

Anlage 2

Grundwassermessstellen

Anlage 2.1

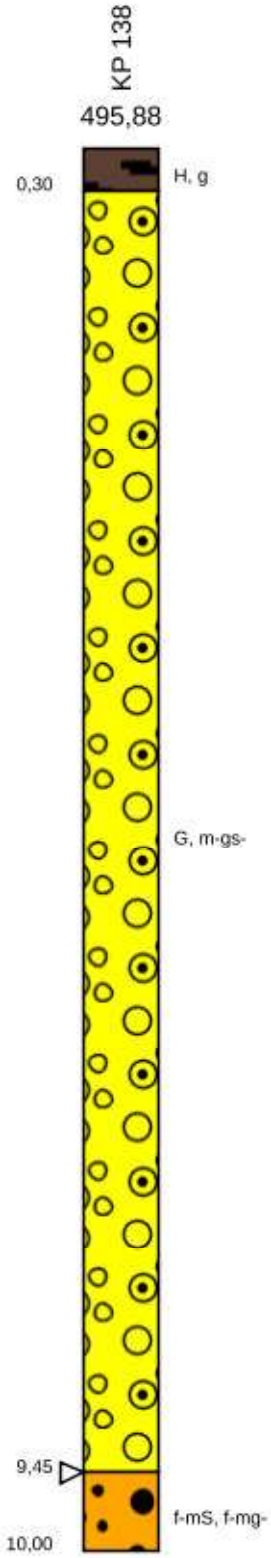
Bohrprofile

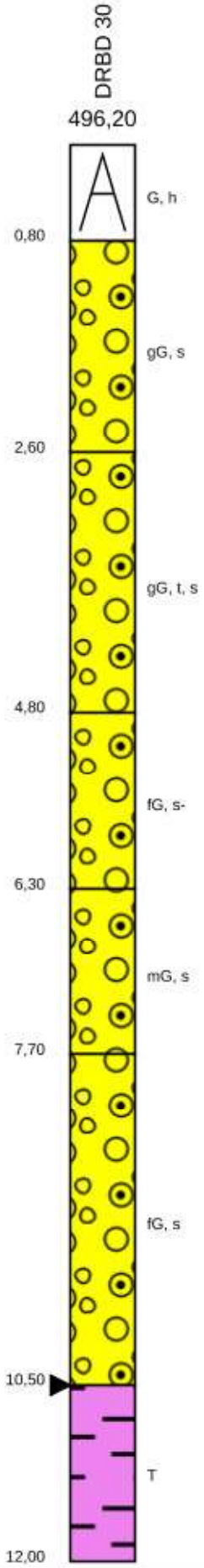


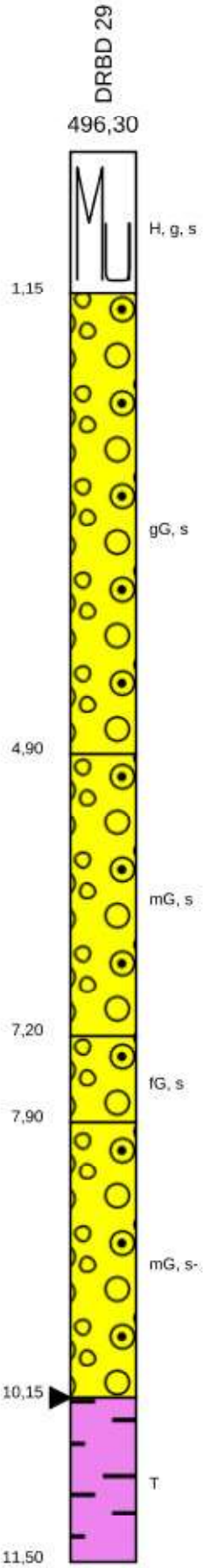
Ersteller, Datum: [redacted]
08.12.2017

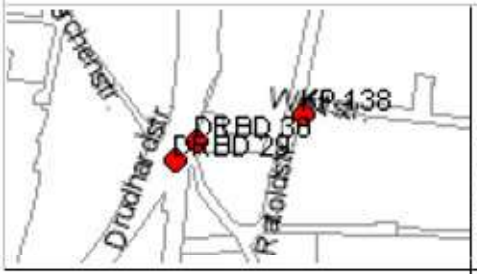
Maßstab Vertikal: 51,71
Maßstab Horizontal: 484,17
Säulenbreite: 1.0

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt



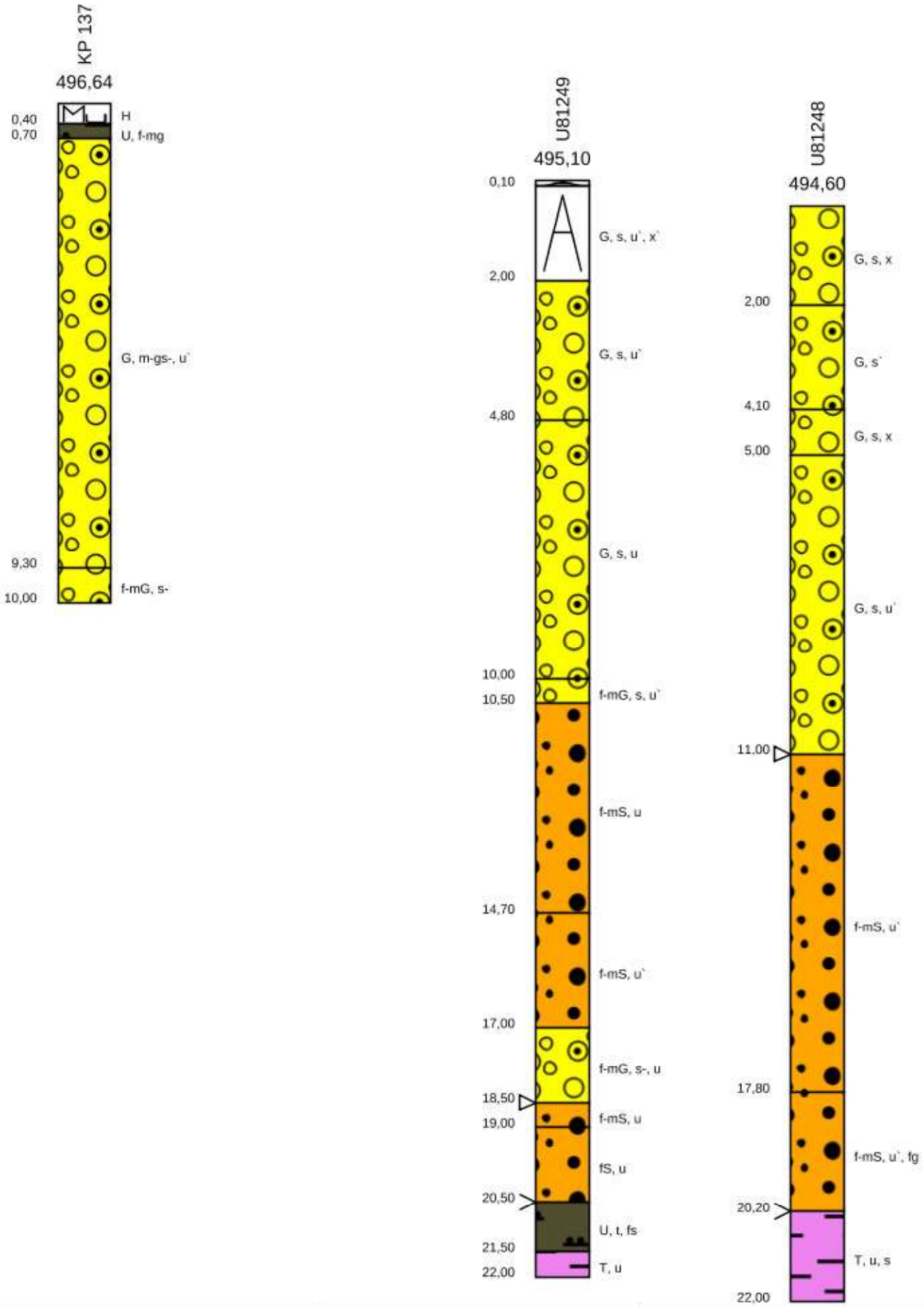


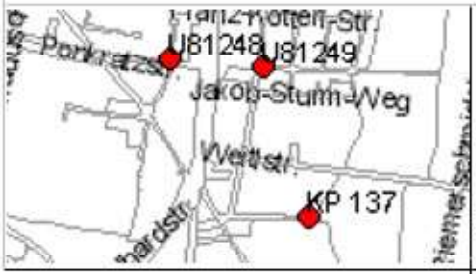




Ersteller, Datum:	[redacted]
	08.12.2017
Maßstab Vertikal:	53,95
Maßstab Horizontal:	1127,19
Säulenbreite:	1.0

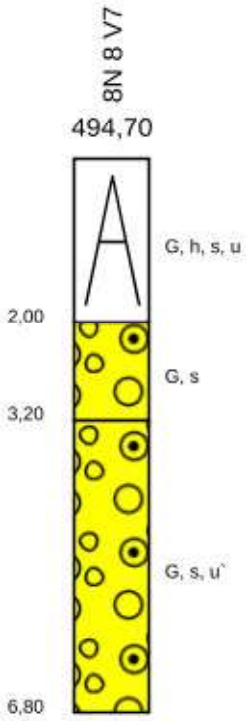
Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

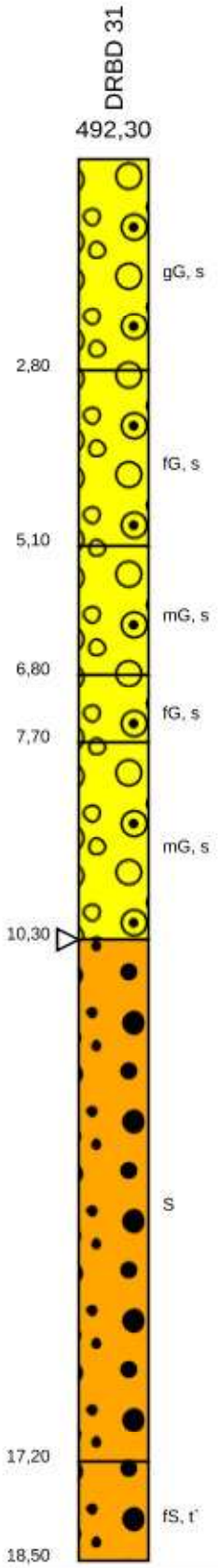


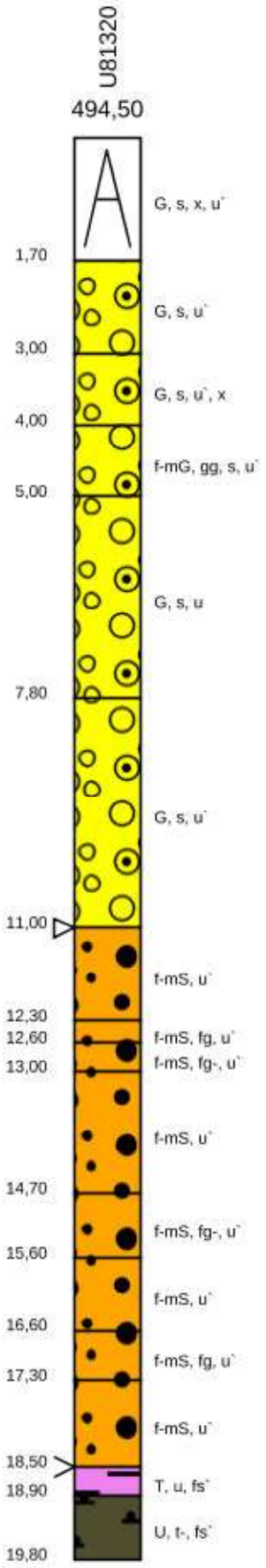


Ersteller, Datum:	[redacted]
	08.12.2017
Maßstab Vertikal:	105,98
Maßstab Horizontal:	5279,45
Säulenbreite:	1.0

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

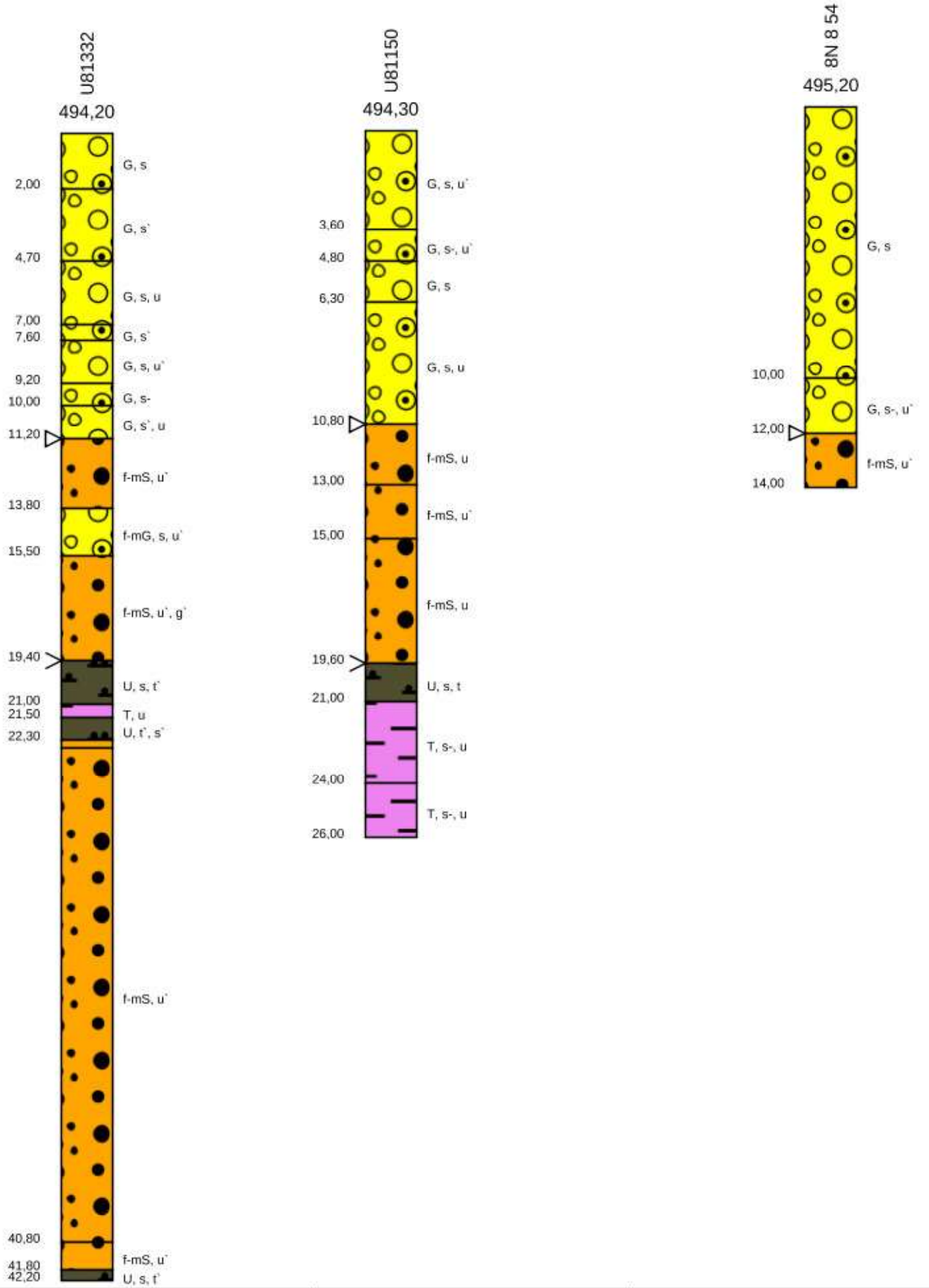


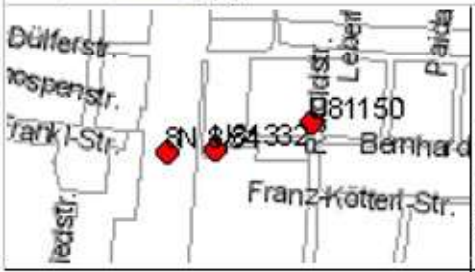




Ersteller, Datum:	[redacted] 08.12.2017
Maßstab Vertikal:	92,98
Maßstab Horizontal:	1362,63
Säulenbreite:	1.0

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

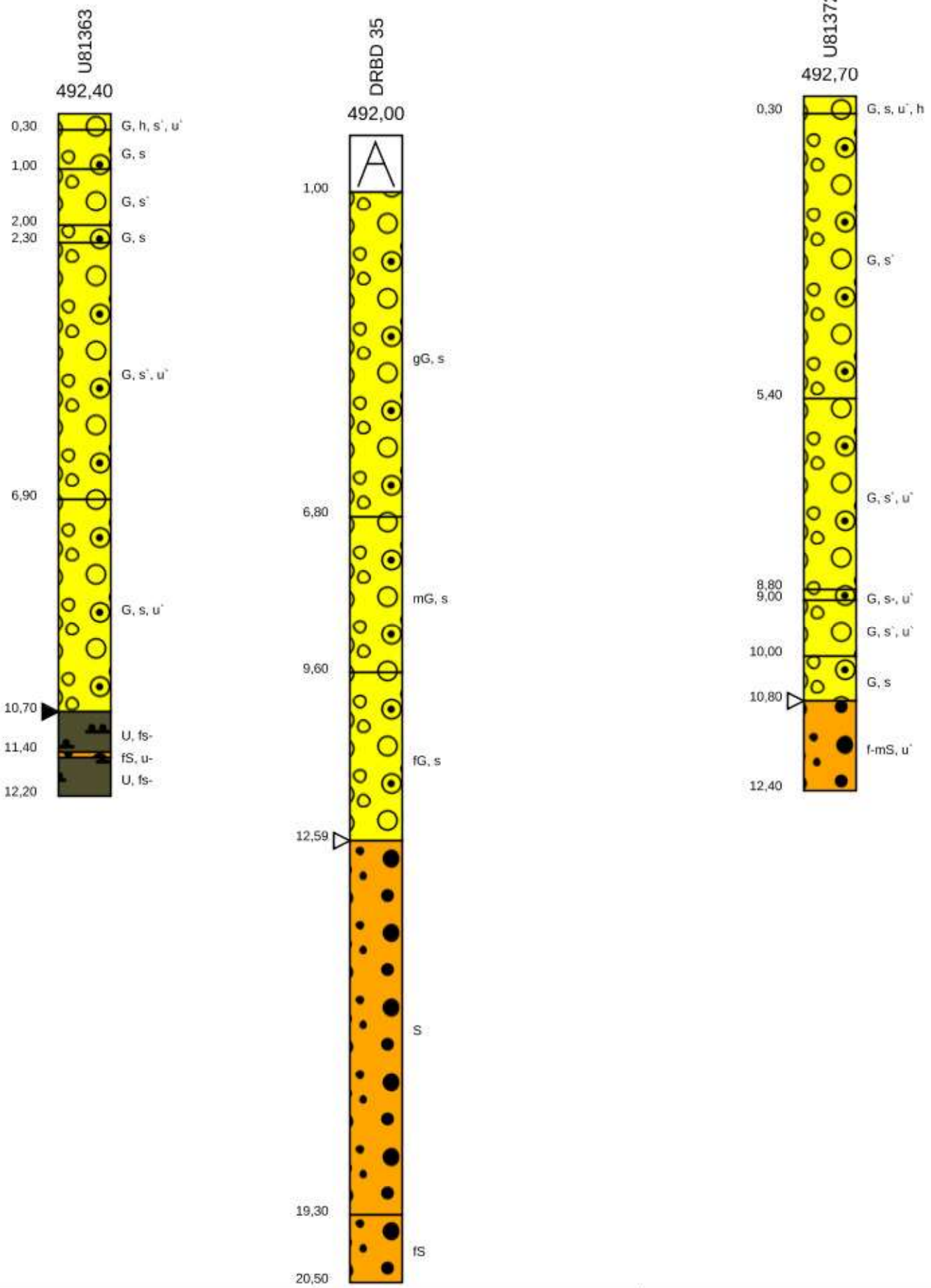


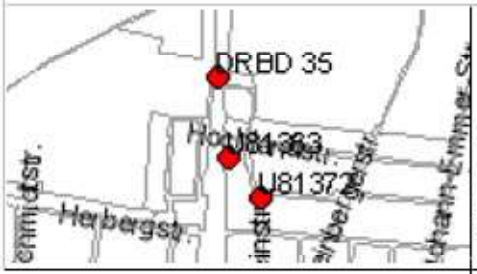


Ersteller, Datum: [redacted]
08.12.2017

Maßstab Vertikal: 190,55
Maßstab Horizontal: 1725,73
Säulenbreite: 1.0

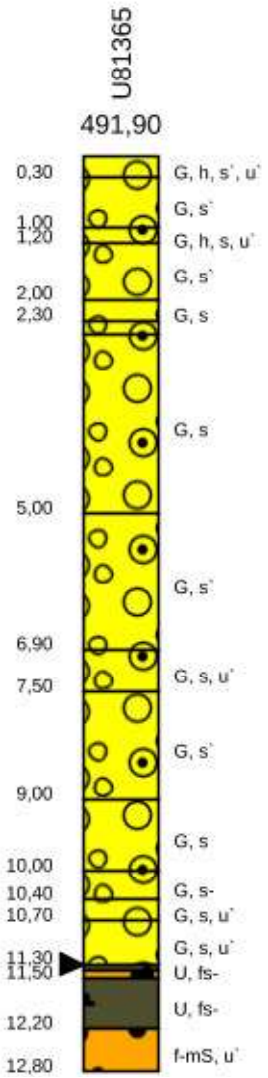
Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

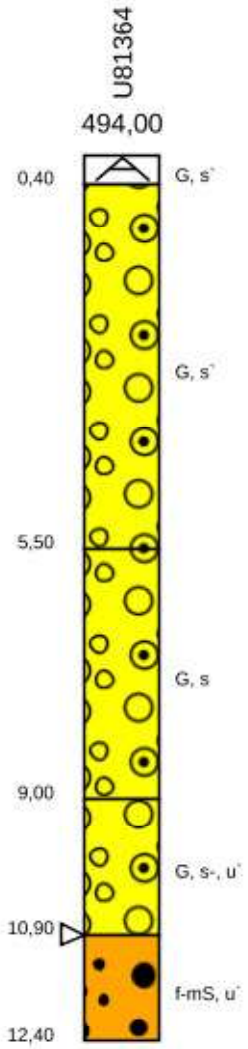


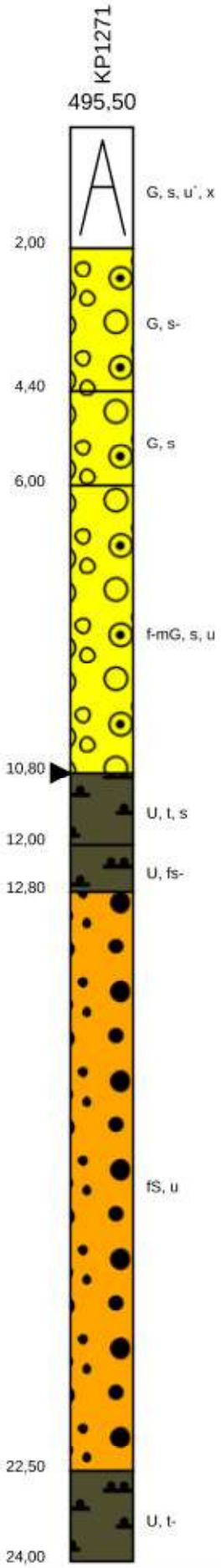


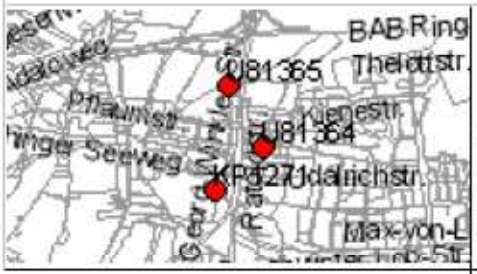
Ersteller, Datum:	[redacted]
	08.12.2017
Maßstab Vertikal:	94,53
Maßstab Horizontal:	3274,90
Säulenbreite:	1.0

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt



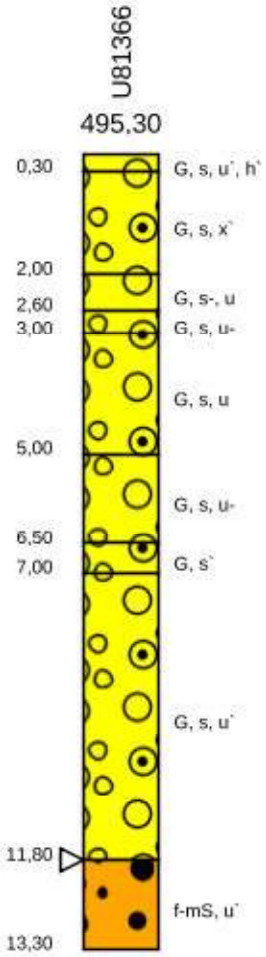


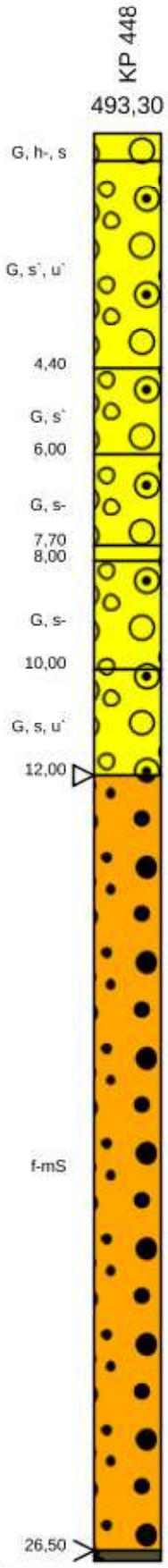


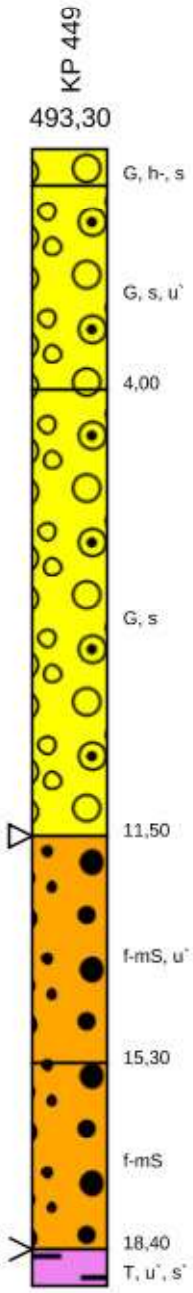


Ersteller, Datum:	[redacted]
	11.12.2017
Maßstab Vertikal:	105,81
Maßstab Horizontal:	9967,48
Säulenbreite:	1.0

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt





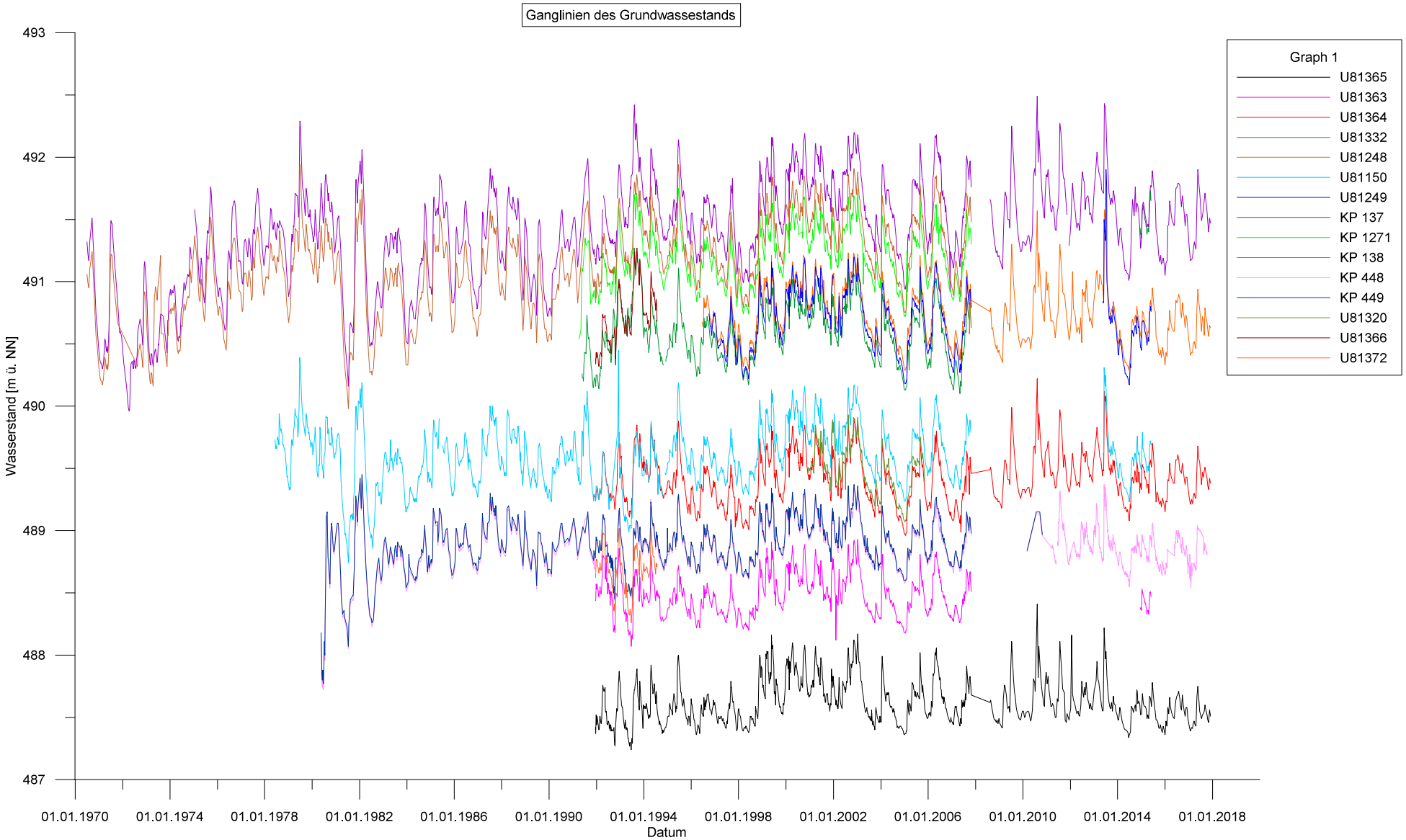


Ersteller, Datum:	[redacted]
	08.12.2017
Maßstab Vertikal:	126,52
Maßstab Horizontal:	355,53
Säulenbreite:	1.0

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

Anlage 2.2

Ganglinien des Grundwasserstands


Ganglinien des Grundwassestands
Wasserstand [m ü. NN]
493
492
491
490
489
488
487
01.01.1970
01.01.1974
01.01.1978
01.01.1982
01.01.1986
01.01.1990
01.01.1994
01.01.1998
01.01.2002
01.01.2006
01.01.2010
01.01.2014
01.01.2018
Datum
Graph 1
U81365
U81363
U81364
U81332
U81248
U81150
U81249
KP 137
KP 1271
KP 138
KP 448
KP 449
U81320
U81366
U81372

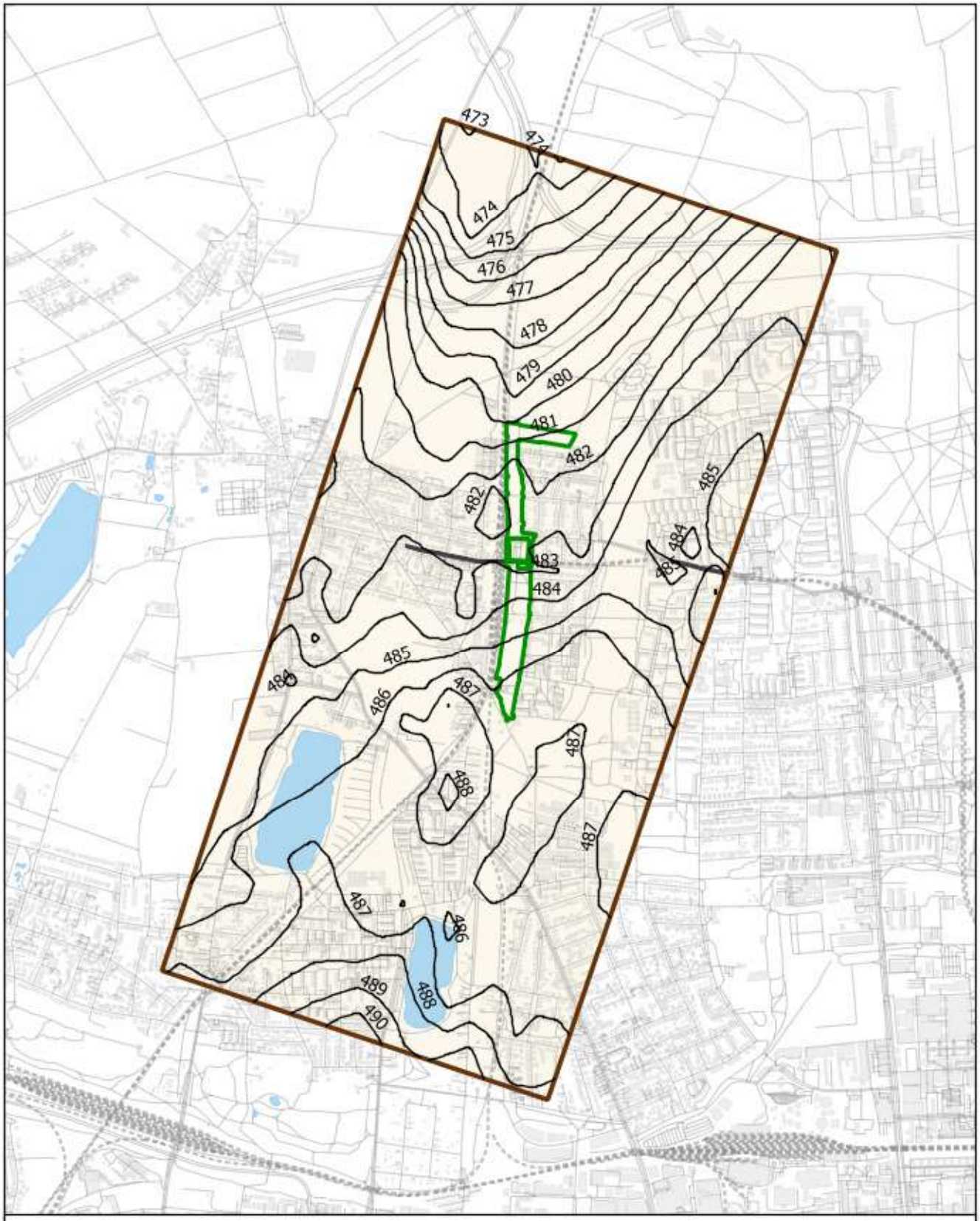
Anlage 3

Hydrogeologische Datengrundlagen

(M 1:25.000)

Anlage 3.1

Quartärbasis



Legende:

- Modellgebiet
- Umnutzungsgebiet
- 490 Höhengleiche der Quartärbasis [m ü. NHN]

0 500 1000 1500 m

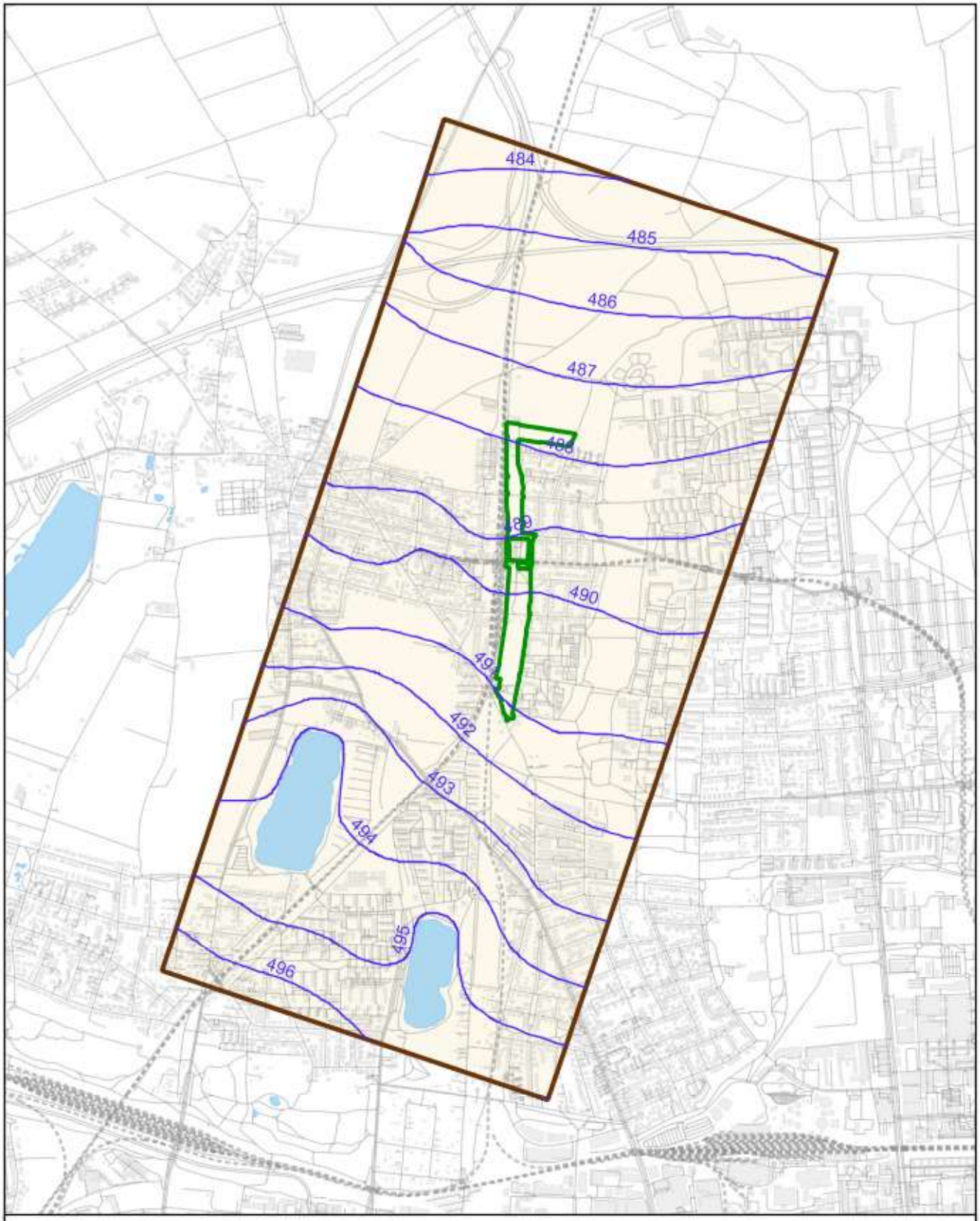
BoSS consult environmental solutions	Auftraggeber CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG	
Bearb. [redacted]	Projekt 80 17 072 Ratoldstraße, München-Feldmoching Quartärbasis	
Gez.		
Datum 05.03.2020		
Zeichnungs.Nr. 80 17 072 L1	Maßstab 1:25.000 (A4)	Anlage 3.1

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Anlage 3.2

Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung

vom April 2014



Legende:

- Modellgebiet
- Umnutzungsgebiet
- 496 Grundwasserhöhengleiche [m ü. NHN]

0 500 1000 1500 m

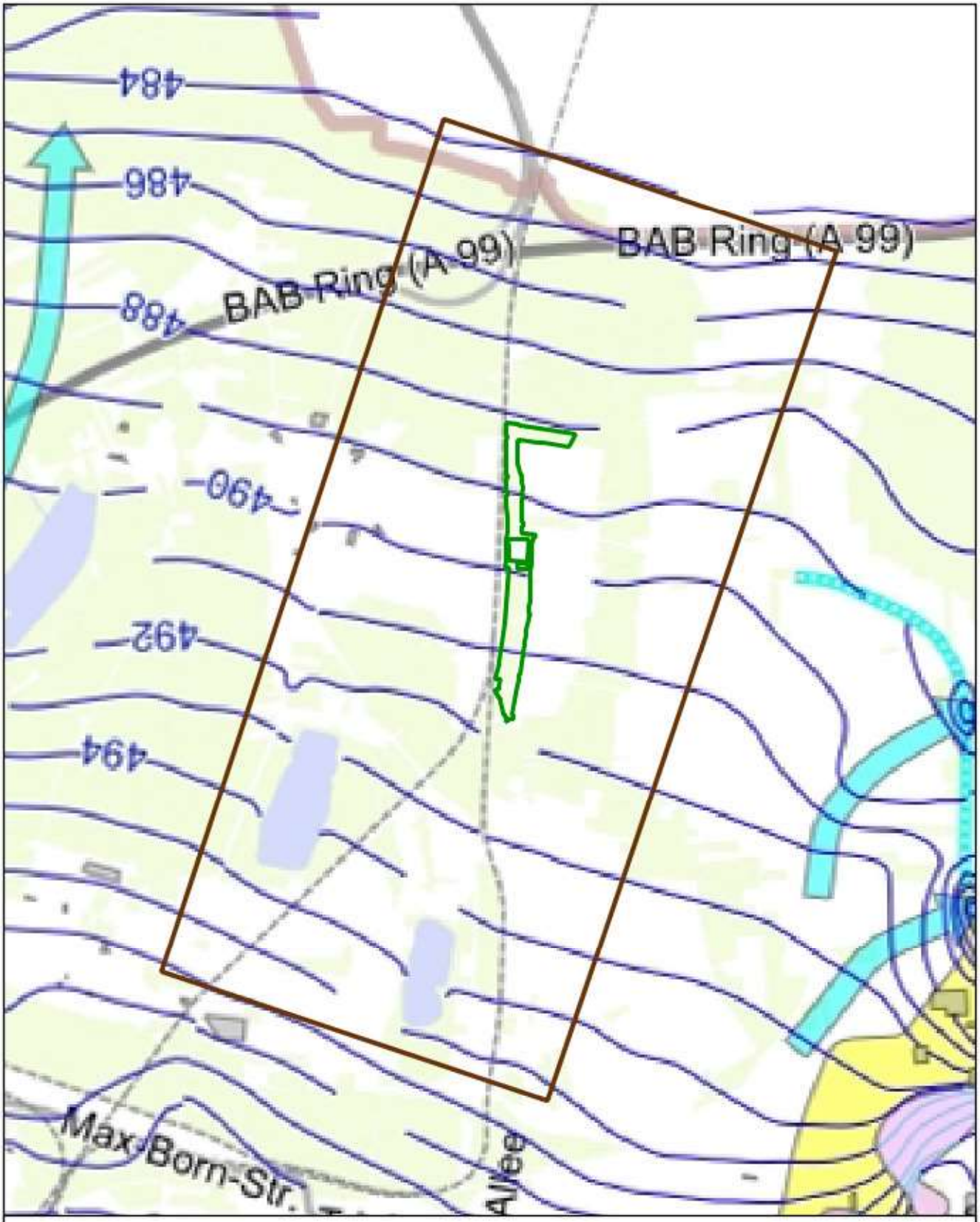
BoSS consult environmental solutions	Auftraggeber CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG	
Bearb. [redacted]	Projekt 80 17 034 Ratoldstraße, München-Feldmoching Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung vom April 2014	
Gez.		
Datum 05.03.2020		
Zeichnungs.Nr. 80 17 072 L2	Maßstab 1:25.000 (A4)	Anlage 3.2

Quelle: OpenStreetMap / Geofabrik GmbH

Anlage 3.3

Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung

vom Juli 1990



Legende:

- Modellgebiet
- Umnutzungsgebiet
- 496 Grundwasserhöhengleiche [m ü. NHN]

0 500 1000 1500 m

BoSS consult environmental solutions	Auftraggeber CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG	
Bearb. [redacted] Gez. Datum 05.03.2020	Projekt 80 17 072 Ratoldstraße, München-Feldmoching Grundwassergleichenplan der Stichtagsmessung vom Juli 1990	
Zeichnungs.Nr. 80 17 072 L3	Maßstab 1:25.000 (A4)	Anlage 3.3

Quelle: Karte der Grundwassergleichen der Stichtagsmessung vom Juli 1990, Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt

Anlage 3.4

Grundwasserhöhen des Hochwassers 1940

Landeshauptstadt
München
Kommunalreferat

Landeshauptstadt München, Kommunalreferat
Blumenstr. 28b, 80331 München

Firma
BoSS Consult
[redacted]
Lotterbergstr. 16
70499 Stuttgart

GeodatenService
Amtliche Lagepläne

Blumenstr. 28b
80331 München
Telefon: 089 233-[redacted]
Telefax: 089 233-[redacted]
Zimmer: 689

[redacted]

Ihr Schreiben vom	Ihr Zeichen	Unser Zeichen	Datum
12.05.2017		10529218	12.05.2017

Vermutlicher Höchstgrundwasserstand HW 1940

für Projekt / Straße: Ratoldstr.

1) 489,5	**2) 490,0**	**3) 490,7**	**4) 491,1**	**5) 491,7**
6) 492,4	**7) 493,0**	**8) 493,9**		

Die Höhen werden in m ü.NN (Neues System) angegeben.

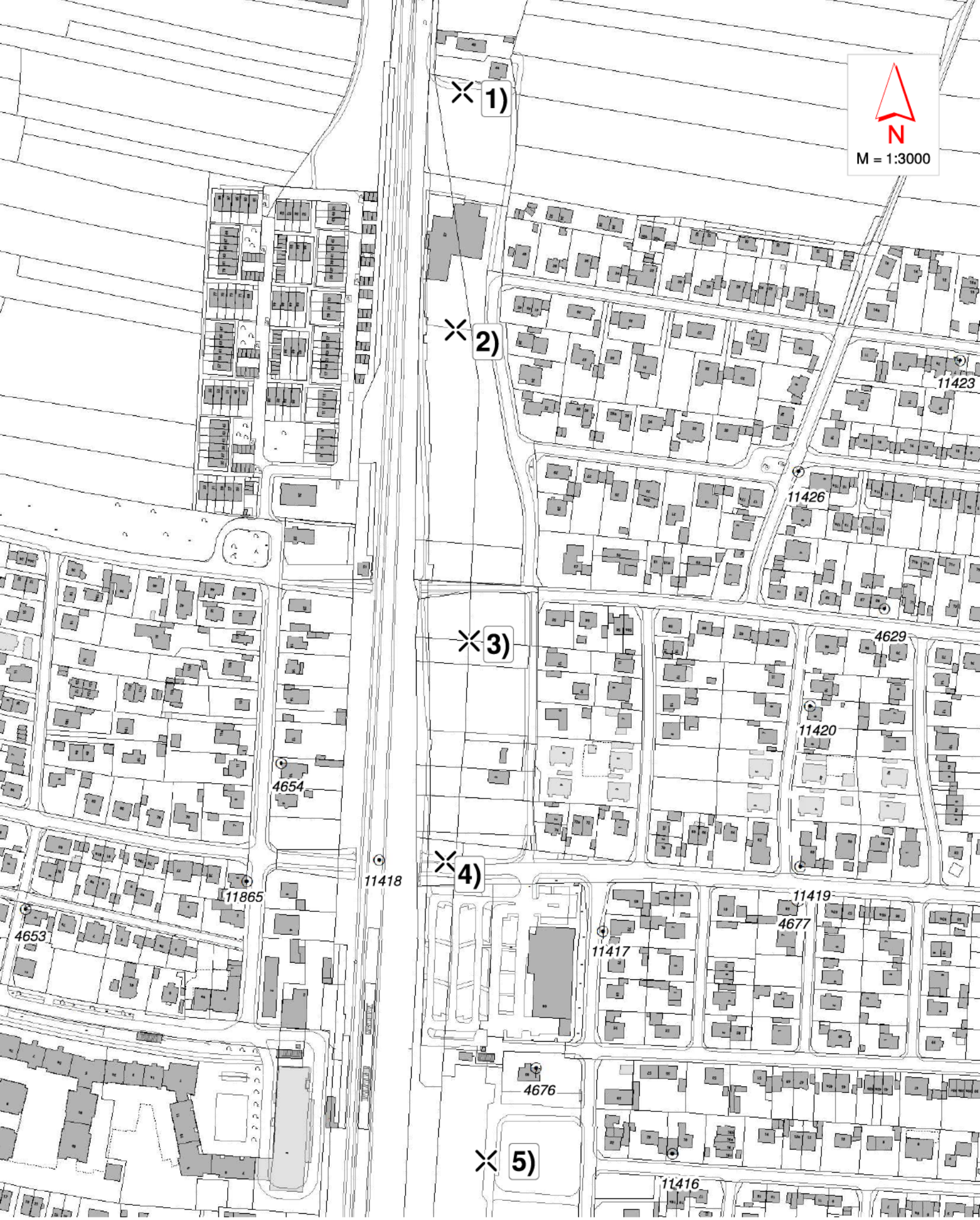
Die Position der Höhenangaben sind dem beiliegenden Kartenausschnitt zu entnehmen.

Allgemeine Hinweise zu den Angaben des HW1940:

- Es sind in München lokal höhere Grundwasserstände als die von 1940 gemessen worden.
- Für Gebäudeabdichtungen gegen Grundwasser werden vom Umweltschutzreferat Zuschläge zum HW 1940 festgelegt.
- Bei den Grundwasserangaben handelt es sich nur um einen Hinweis aus den bei der Stadt vorliegenden Unterlagen. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Grundwasserangaben, insbesondere als Grundlage der Planung und Genehmigung von Bauvorhaben übernimmt die Stadt keine Haftung.

Mit freundlichen Grüßen
i.A.
gez.

[redacted]
Tarifbeschäftigte im öffentlichen Dienst



Übersicht Höhen - Erläuterung

Vermutlicher Höchstgrundwasserstand HW 1940

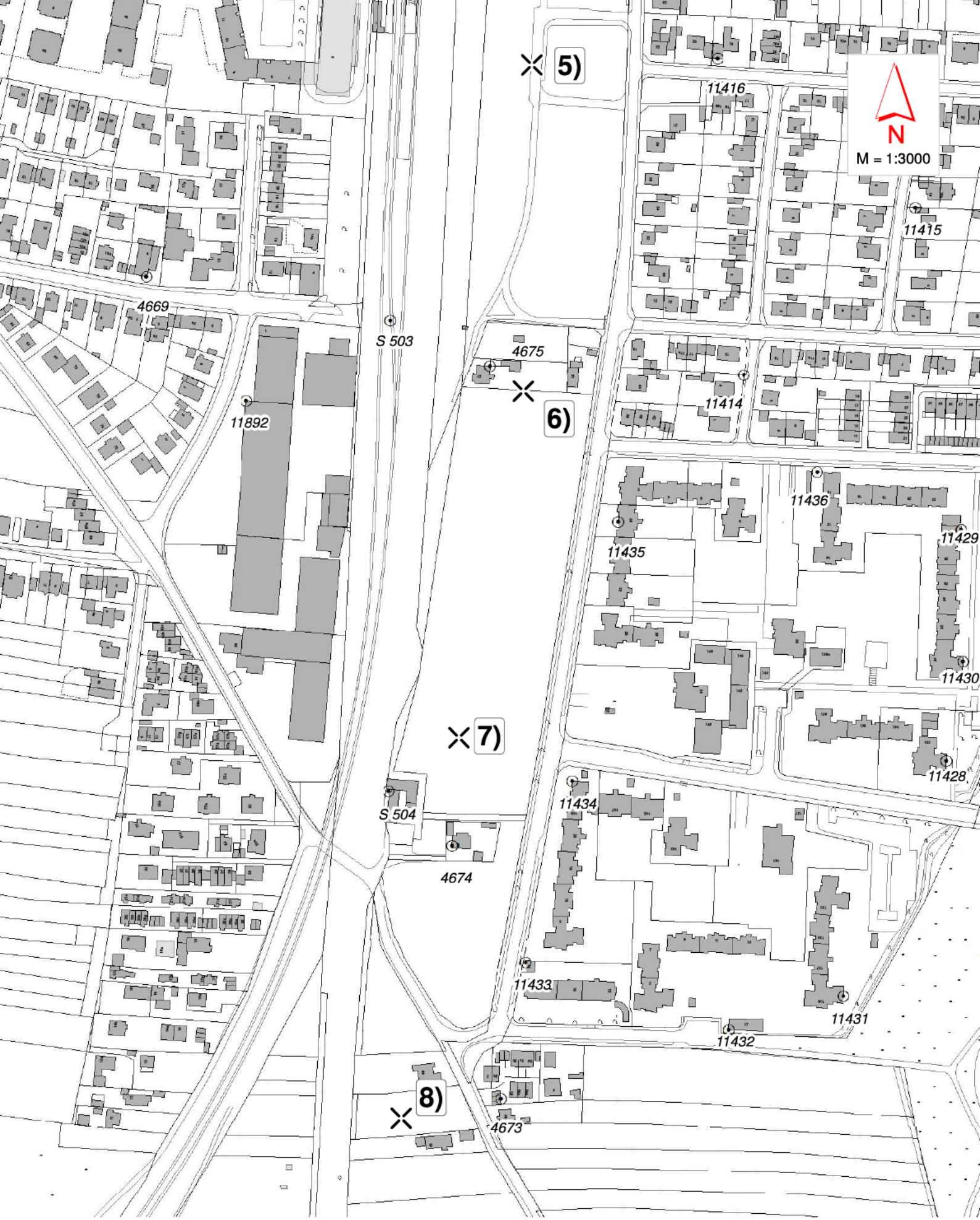
1) Positionen der Höhenangaben

Höhenfestpunktnetz (nur auf Antrag)

Position, Nummer und Wert *1234*

HFP NR 1234
NN HOEHE 512,278

Quelle: Punktdaten interpolierter Höchstgrundwasserstände des HW 1940 auf dem Gelände Ratoldstraße/Raheinstraße, Landeshauptstadt München, GeodatenService



Übersicht Höhen - Erläuterung

Vermutlicher Höchstgrundwasserstand HW 1940

1) Positionen der Höhenangaben

Höhenfestpunktnetz (nur auf Antrag)

Position, Nummer und Wert 1234

HFP NR 1234
NN HOEHE 512,278

Quelle: Punktdaten interpolierter Höchstgrundwasserstände des HW 1940 auf dem Gelände Ratoldstraße/Raheinstraße, Landeshauptstadt München, GeodatenService

Anlage 4

Grundwasserströmungsmodell

(M 1:25.000)

Anlage 4.1

Modellkonzeptionierung