



STADT STRAUBING

Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis

Stadt Straubing
Regierungsbezirk Niederbayern

Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“

Entwurf vom 10.05.2022

Antragsteller:

Stadt Straubing
Theresienplatz 2
94315 Straubing

Straubing, den

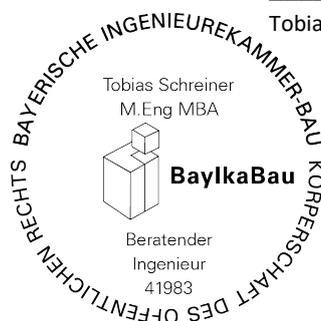
Dipl.-Ing. (Univ.) C. Pop

aufgestellt:

Ingenieurbüro Trummer
Beraten und Planen GmbH
Wittelsbacherstr. 26
94315 Straubing

aufgestellt:
Straubing, den 10.05.2022

Tobias Schreiner, M.Eng., MBA



Wasserrechtsentwurf

Erschließung Baugebiet „Am Stadtspark“



STADT STRAUBING

Wasserrechtsentwurf vom 10.05.2022

1. Fertigung





Vorhaben:	Einleiten von Niederschlagswasser aus dem Baugebiet „Am Stadtpark“, Stadt Straubing“ in das Grundwasser
Vorhabensträger:	Alte Ziegelei GmbH, Innere Passauer Straße 4, 94315 Straubing
Entwurfsverfasser:	Ing.-Büro Trummer Beraten und Planen GmbH, Wittelsbacherstr. 26, 94315 Straubing

Verzeichnis der Unterlagen

zum Wasserrechtsentwurf vom 10.05.2022

- 1 Erläuterungen**
- 2 Berechnungen**
- 3 Planungsunterlagen**
- 4 Baugrundgutachten**
- 5 Überflutungsnachweis**

Anlage 1

Vorhaben: Einleiten von Niederschlagswasser aus dem Baugebiet
„Am Stadtpark“, Stadt Straubing, in das Grundwasser

Vorhabensträger: Alte Ziegelei GmbH,
Innere Passauer Straße 4, 94315 Straubing

Entwurfsverfasser: Ing.-Büro Trummer Beraten und Planen GmbH,
Wittelsbacherstr. 26, 94315 Straubing

ERLÄUTERUNGEN

zum Wasserrechtsentwurf vom 10.05.2022

Entwurfsverfasser:

Straubing, den 10. Mai 2022

TRUMMER BERATEN UND PLANEN GMBH

im Auftrag:

Tobias Schreiner, M.Eng., MBA
Geschäftsführer

Andreas Kühbeck, B.Eng
Sachbearbeiter

ERLÄUTERUNGEN

zum Antrag auf Wasserrechtliche Erlaubnis

Einleiten von Niederschlagswasser aus dem BG „Am Stadtpark“, Stadt Straubing, in das Grundwasser

1. Vorhabensträger

Vorhabensträger für die Errichtung einer baulichen Anlage zur Einleitung von Niederschlagswasser aus dem BG „Am Stadtpark“ in das Grundwasser (Flur-Nr. 675) ist die Alte Ziegelei GmbH (Innere Passauer Straße 4, 94315 Straubing). Antragsteller ist aufgrund der zukünftigen Übernahme der baulichen Anlagen die Stadt Straubing.

2. Bauvorhaben

Bei der Baumaßnahme handelt es sich um die Erschließung des Baugebietes „Am Stadtpark“ in Straubing.

Das Baugebiet umfasst eine gesamte Fläche von ca. 7,5 ha, das abflussrelevante Einzugsgebiet beträgt 2,85 ha.

Die erlaubte Gewässerbenutzung dient zur Beseitigung des über Regenwasserkanäle gesammelten Niederschlagswassers aus öffentlichen Verkehrsflächen des genannten Erschließungsgebietes. Das Regenwasser wird in einem Sickerbecken (Flur. Nr. 675, Stadt Straubing) gesammelt und in das Grundwasser eingeleitet. Das Regenwasser privater Flächen soll auf den jeweiligen Grundstücken versickert, bzw. rückgehalten werden und ist nicht Bestandteil der wasserrechtlichen Genehmigung.

Durch die beabsichtigte Baumaßnahme werden die wasserrechtlichen Gegebenheiten verändert. Zur Legalisierung dieser Veränderung wird ein Wasserrechtsverfahren durchgeführt.

3. Bestehende Verhältnisse

3.1. Lage des Baugebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordwesten der Stadt Straubing südlich der Regensburger Straße. Das Baugebiet schließt westlich an ein bestehendes Wohngebiet im Bereich Malzmühlweg an. Südlich des Baugebietes befindet sich die Bahnstrecke Regensburg-Straubing.



Abbildung 1 Lage Baugebiet Am Stadtpark (Quelle: geoportal.bayern.de)

3.2. Bestehende Entwässerungssituation

Auf dem Flurstückes 603 wird das Bahngleis von einem rechteckigen Rohrdurchlass (ca. 1m x 1,5 m) gekreuzt, der bei Extremregenereignissen den südlich gelegenen Graben in Richtung Norden zum geplanten Baugebiet hin entwässert.

Das Baugebiet selbst besteht derzeit aus Feldern, wobei im Regelfall das gesamte Niederschlagswasser vor Ort versickert wird.

3.3. Hydrologische Daten

3.3.1. Angabe zum Fließgewässer

In unmittelbarer Nähe zum Erschließungsgebiet sind keine Fließgewässer vorhanden.

3.3.2. Wassersensibler Bereich (ausgewiesen)

Nach Auskunft der Sachdatenbanken des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „*Informationsdienst Überschwemmungsgefährdeter Gebiete (IÜG)*“ befindet sich das Untersuchungsgebiet in keinem wassersensiblen Bereich.

3.3.3. Überschwemmungsgebiet (ausgewiesen)

Grundsätzlich sind bauliche Maßnahmen im Bereich eines Überschwemmungsgebietes untersagt.

Das Baugebiet sowie das geplante Sickerbecken liegen laut Sachdatenbanken des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „*Informationsdienst Überschwemmungsgefährdeter Gebiete (IÜG)*“ in keinem festgesetzten Überschwemmungsgebiet. Ein Retentionsraumverlust ist somit nicht gegeben.

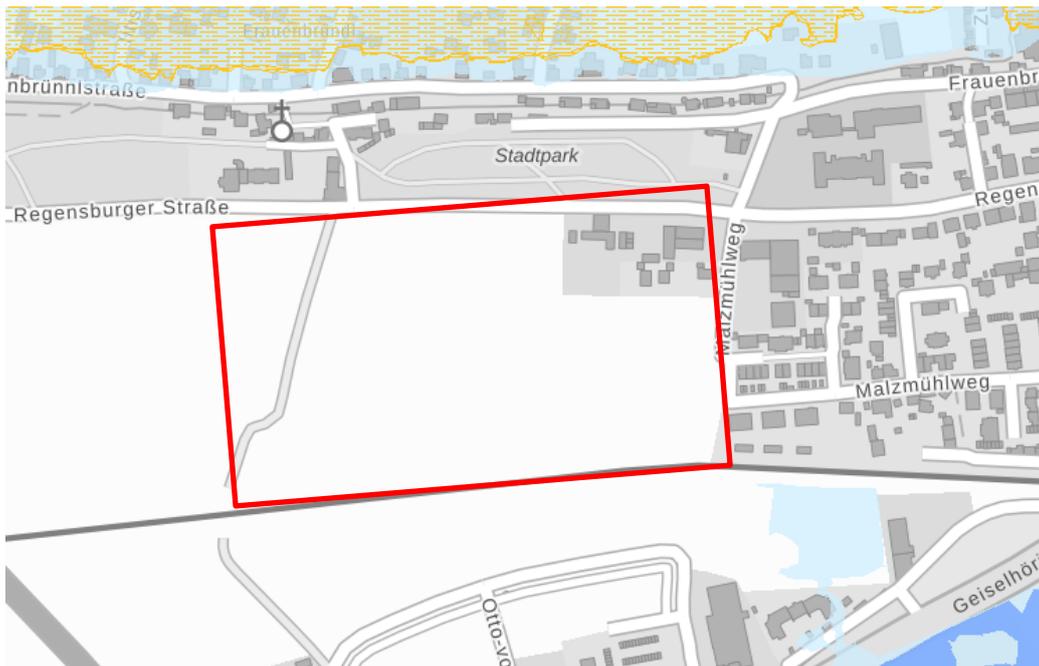


Abbildung 2 Hochwassergefahrenflächen (Quelle: <https://www.umweltatlas.bayern.de>)

3.3.4. Wasserschutzgebiet (ausgewiesen)

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nach Angaben des vom Bayerischen Staatsministerium der Finanzen und für Heimat betriebenen „*Geoportal Bayern*“ (BayernAtlas) außerhalb eines ausgewiesenen Wasserschutzgebietes (Schutzzone III).

3.4. Geologische, bodenkundliche und morphologische Grundlagen

3.4.1. Untergrundverhältnisse

Laut dem vorliegenden Geotechnischen Bericht vom 16.09.2020 ist im Untersuchungsgebiet „überwiegend mit rißzeitlichen Schmelzwasserschottern in Form von sandigen Kiesen mit unterschiedlich mächtiger Überlagerung der Verwitterungsdeckschichten (Löß bzw. Lößlehm) in Form von bereichsweise feinsandigen Schluffen und Tonen zu rechnen“. Auch künstliche Ablagerungen/Auffüllungen sind zu erwarten.

Nach Angaben dieses Gutachtens besteht der Untergrund aus einer bindigen Deckschicht mit steifer bis halbfester Konsistenz (Homogenbereich B1) sowie darunterliegend aus Kiesen mit Homogenbereichen B2.

Der Bemessungs- k_r -Wert der Kiese liegt laut Geotechnischem Bericht vom 16.09.2020 bei $8,5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

3.4.2. Grundwasserverhältnisse

Die Bodenschicht 2 (Kiese) ist nach Angaben des Geotechnischen Berichtes vom 16.09.2020 im tieferen Untergrund wasserführend. Laut Stichtags-Untersuchungen vom 15. April 2015 und vom 08. September 2020 kann mit einem Wasserstand von 5-6 m unter der aktuellen Geländeoberkannte gerechnet werden. Der Bemessungswasserstand wurde dabei auf ca. 323,00 m ü. NN abgeschätzt.

Die Grundwasserfließrichtung verläuft laut Bericht parallel zur Fließrichtung der naheliegenden Donau. Der Grundwasserleiter wird hauptsächlich durch die Kiese der Bodenschicht 2 gebildet.

3.4.3. Entwässerungsgebiet und Topographie

Das geplante städtische Wohngebiet mit einer Fläche von ca. 7,5 ha befindet sich auf einer Höhe von 327,00 – 330,00 m über NHN. Ca. 85 % des Baugebietes soll in Richtung geplantes Sickerbecken leicht abfällig sein. Auf der östlichen Seite wird das zu entwässernde Gebiet durch eine lokale Wasserscheide getrennt. Die Planstraßen B und C sind hier in Richtung bestehendes Wohngebiet abfällig. Die geplanten Geländehöhen der öffentlichen Verkehrsflächen sowie die bestehenden Höhenverhältnisse sind den beiliegenden Planungsunterlagen zu entnehmen. Trotz der oben erwähnten Wasserscheide soll das gesamte Entwässerungsgebiet mittels Freispiegelleitung Richtung Sickerbecken entwässert werden. Lediglich ein Teil des Lärmschutzwalles und die Grünfläche auf der westlichen Seite (siehe beiliegende Planungsunterlagen) sollen großflächig vor Ort versickert werden. Die geplante Entwässerung des vorliegenden Erschließungsgebietes wird in Absatz 4.3.2 näher beschrieben.

3.5. Ausgangswerte für die Bemessung

Als Grundlage für die Bemessung dienen nach Rücksprache mit dem zuständigen Sachbearbeiter des Wasserwirtschaftsamtes Deggendorf die Vorschriften der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., insbesondere das

Arbeitsblatt DWA-A 138 – „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005)“

und das

Merkblattes DWA-M 153 – „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (August 2007)“

Vor der Einleitung von gesammeltem Niederschlagswasser in ein Gewässer werden bei großräumigen Erschließungen Regenrückhalteanlagen notwendig. Als Ursache hierfür ist im Wesentlichen die zusätzliche Befestigung des Geländes in Verbindung mit der Versickerungsleistung des Untergrundes bzw. der zulässigen Regenabflussspende durch den Vorfluter zu nennen.

Für die hydraulischen Berechnungen werden die Niederschlagshöhen und –spenden (KostradWD-2000-Atlas, Stand 2015) des ausgewählten Rasterfeldes der Stadt Straubing zu Grunde gelegt.

3.6. Gewässerbenutzung

In Abhängigkeit von der Nutzung der Fläche, auf die der Niederschlag fällt, unterscheidet man behandlungsbedürftiges und nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser.

Das von den befestigten Verkehrsflächen ablaufende Niederschlagswasser ist unterschiedlich stark mit organischen und mineralischen Stoffen belastet, die teils in ungelöstem, teils in gelöstem Zustand vorliegen. Ein Teil der ungelösten Stoffe ist absetzbar oder schwimmfähig. Das Wasser kann auch mit gelösten Stoffen stark belastet sein.

Menge und Konzentration der einzelnen Verschmutzungskomponenten schwanken erheblich; sie sind abhängig von der Dauer der vorangegangenen Trockenperiode, der Größe der jeweiligen Regenspende und insbesondere davon, ob es sich um Niederschlagswasser von Verkehrs- oder Dachflächen handelt. Zu Beginn eines Niederschlagsereignisses können sich hohe Schmutzkonzentrationen ergeben. Bei länger anhaltendem Regen nehmen diese jedoch deutlich ab.

In Wohngebieten ist der überwiegende Teil des anfallenden Niederschlags als nicht behandlungsbedürftig anzusehen. Gegebenenfalls ist eine Behandlungsbedürftigkeit durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Das Niederschlagswasser der befestigten Flächen wird über entsprechende Kanäle dem geplanten Versickerungsbecken zugeleitet.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind versickerungsfördernde Maßnahmen zu unterstützen. Das breitflächige Versickern von verschmutztem Niederschlagswasser unter Ausnutzung des Reinigungsvermögens einer möglichst ungestörten obersten Bodenschicht stellt keine wesentliche Grundwassergefährdung dar.

4. Art und Umfang des Vorhabens

4.1. Einzugsgebiet und gewählte Maßnahmen

Das Einzugsgebiet umfasst die öffentlichen und zur öffentlichen Widmung bestimmten Verkehrsflächen im Erschließungsgebiet mit einer Gesamtfläche von ca. 2,57 ha. Eine detaillierte Flächenermittlung nach DWA A 138 ergab eine undurchlässige Fläche von gerundet 12512 m² (siehe Anlage).

Das Niederschlagswasser aus den öffentlichen Verkehrsflächen soll, soweit nicht vor Ort versickert, durch Regenwasserkanäle (siehe Anlage) in das süd-westlich gelegene Versickerungsbecken eingeleitet und dort in den Untergrund versickert werden.

Das Regenwasser der privaten Grundstücke soll jeweils vor Ort rückgehalten bzw. versickert werden. Da die ehemaligen bindigen Deckschichten der Bodenschicht 1 auf dem Baugelände nahezu vollständig abgebaut wurden und die versickerungsfähige Kiesschicht (vgl. beiliegendes Baugrundgutachten) in sämtlichen Bereichen nahe bis zur Oberfläche reicht, kann auf den jeweiligen Grundstücken eine Versickerung, zum Beispiel durch technische Anlagen wie Rigolen oder Sickerschächten, durchgeführt werden. Auch eine teilweise Speicherung und Nutzung des Niederschlagswasser durch Regenwasserzisternen ist denkbar.

4.2. Regenwasserbehandlung – qualitative Beurteilung

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Bewertungsverfahren nach DWA-M 153 – Gewässerbelastbarkeit

Die Gewässerbelastbarkeit richtet sich nach der Größe des Vorfluters:

Gewässertyp	Beispiele	Typ	Punkte
Fließgewässer	großer Fluss (MQ > 50 m ³ /s)	G 2	27
	kleiner Fluss (b _{Sp} > 5 m)	G 3	24
	Großer Hügel- und Berglandbach (b _{Sp} = 1 – 5 m; v ≥ 0,5 m/s)	G 4	21
	Großer Flachlandbach (b _{Sp} = 1 – 5 m; v < 0,5 m/s)	G 5	18
	Kleiner Hügel- und Berglandbach (b _{Sp} < 1 m; v ≥ 0,3 m/s)		
	Kleiner Flachlandbach (b _{Sp} < 1 m; v < 0,3 m/s)	G 6	15
Stehende und gestaute Gewässer	großer See (über 1 km ² Oberfläche) gestauter großer Fluss (MQ > 50 m ³ /s)	G 7	18
	gestauter kleiner Fluss*	G 8	16
	gestauter großer Hügel- und Berglandbach*	G 9	14
	gestauter großer Flachlandbach* (siehe auch G 24)	G 10	12
	kleiner See, Weiher	G 11	10
Grundwasser	außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G 12	10
	Karstgebiete ohne Verbindung zu Trinkwassergewinnungsgebieten (Nachweis erforderlich)	G 13	8

* Die Einstufung gestauter Gewässer erfolgt i. d. R. oberhalb der Stauwurzel

Abbildung 3 Bewertungspunkte für Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen (Quelle: Merkblatt DWA M -153)

Bewertungspunkte der Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen

Die Einstufung des Gewässertyps als „Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten“ (Gewässertyp G12) mit einer möglichen Gewässerbelastung von 10 Punkten erscheint insgesamt zutreffend.

Bewertungsverfahren nach DWA-M 153 – Luft-/Flächenbelastungen

Einflüsse aus der Luft

Das Einzugsgebiet kann in die Kategorie Siedlungsbereiche mit geringem Verkehrsaufkommen mit durchschnittlichem täglichem Verkehr von unter 5000 Kfz/24h eingeordnet werden. Für das Einzugsgebiet ist somit für eine mittlere Luftverschmutzung der Typ L1 mit 1 Punkt beim Bewertungsverfahren in Ansatz zu bringen.

Belastung aus der Fläche

Für die Flächenermittlung des Einzugsgebietes kann folgende Einteilung vorgenommen werden:

Die Asphaltflächen (Flächenanteil 41%) werden als Erschließungsstraßen mit 300-5000 Kfz/24h angesehen, was dem Flächentyp 4 mit 19 Punkten entspricht.

Die Pflasterfläche im mittleren Bereich des Erschließungsgebietes (5,1%) kann als wenig befahrene Verkehrsfläche in den Flächentyp F3 mit 12 Punkten eingeordnet werden. Gehwege und Parkflächen (20,5%) werden ebenfalls dem Flächentyp 3 mit 12 Punkten zugeordnet.

Der Lärmschutzwall, die Grünflächen und das Sickerbecken (25,8%) werden als gering belastet angesehen (F1) und mit 5 Punkten in Ansatz gebracht.

Wirtschaftswege mit Kiesbelag oder Schotterrasen (8%) können als wenig befahrene Verkehrsflächen vom Flächentyp 3 mit einer geringen Belastung von 12 Punkten angesehen werden.

Gesamte Einflüsse

Aus den Einflüssen der Luft und der Flächenbelastung ermittelt sich eine Abflussbelastung von $B = 14,04$ Punkten.

Als Behandlungsmaßnahme dient eine zentrale Beckenversickerung durch 20 cm Oberboden, was einem Durchgangswert von 0,6 entspricht. Die Bodenpassage unter dem Oberboden wird mit einer Mächtigkeit von einem Meter berücksichtigt, ist jedoch nicht Teil der beiliegenden Berechnung.

Durch Abflussbelastung und Durchgangswert des Oberbodens und ohne Berücksichtigung der Bodenpassage ermittelt sich ein Emissionswert von 8,42 (vgl. Anlage). Dieser Wert liegt deutlich unter der erlaubten Gewässerbelastung von 10,0. Die Versickerung im Rückhaltebecken durch 20 cm Oberboden reicht damit als Behandlungsmaßnahme aus.

4.3. Erläuterung der technischen Maßnahmen und quantitative Beurteilung

4.3.1. Schmutzwasser

Das anfallende Schmutzwasser sämtlicher Grundstücke soll - entgegen dem Gelände-Gefälle - durch mehrere Freispiegelleitungen in Richtung Osten abgeleitet werden. Die Schmutzwasserkanäle im nordwestlichen Bereich des Baugebietes werden Richtung Südwesten geführt und dort durch eine Hebeanlage auf ein höheres Niveau angehoben. Anschließend wird das Schmutzwasser aus diesem Bereich wieder im Freispiegel Richtung Osten abgeleitet. Im Bereich Malzmühlweg soll der Schmutzwasserkanal an eine bestehende Schmutzwasserleitung mit DN 300 angeschlossen werden. Der genaue Leitungsverlauf ist dem beiliegenden Lageplan Kanalbau zu entnehmen.

4.3.2. Regenwasser

Das Niederschlagswasser der öffentlichen Verkehrsflächen innerhalb des Baugebietes (Straßen, Gehwege, Parkplätze, Grünflächen, usw. = Einzugsgebiet 1) wird mittels Sinkkästen gesammelt und durch einen Regenwasserkanal im Freispiegel in Richtung Sickerbecken geleitet. Auf den Grünflächen kann dabei von einer Teilversickerung ausgegangen werden. Der letzte Schacht vor dem Zulauf zum Sickerbecken (RW 1) wird als Absetzschacht zur Vorreinigung des Niederschlagswassers ausgeführt, um den Eintrag von Feststoffen in das Becken zu verringern.

Das Regenwasser des Lärmschutzwalles soll durch die beiden Betriebswege am Dammfuß (Querneigung zum Lärmschutzwall) Richtung Sickerbecken abgeleitet werden, wobei jedoch davon auszugehen ist, dass bei kleineren Regenereignissen ein Großteil vor Ort versickert wird. Am Weg südlich des Walles wird ein zusätzlicher Regenwasserkanal mit Straßeneinläufen eingebaut, der durch den Wall durchgeführt und ins Sickerbecken geleitet wird. Auf der östlichen Seite ist ein Teil des Lärmschutzwalles (ca. 110 m) in Richtung bestehendes Wohngebiet abfällig (Einzugsgebiet 3). Das hier anfallende Niederschlagswasser soll vorerst großflächig am südöstlichen Ende des Baugebietes versickert und zukünftig an die Entwässerung einer geplanten Unterführung des Bahngleises in diesem Bereich angeschlossen werden.

Der bestehende Wirtschafts- und Fußweg und die angrenzenden Grünflächen auf der westlichen Seite des Erschließungsgebietes (Einzugsgebiet 2) werden großflächig vor Ort versickert.

Das Sickerbecken liegt im Süd-Westen des Erschließungsgebietes und soll bei maximaler Einstauhöhe ein Volumen von ca. 1800 m³ besitzen. Zur Behandlung des anfallenden Regenwassers ist eine Andeckung mit 20 cm Oberboden vorgesehen. Zur Instandhaltung dienen ein Betriebsweg und eine Beckenzufahrt. Der Aufbau des Sickerbeckens ist den beiliegenden Planungsunterlagen zu entnehmen.

4.3.3 Quantitative Beurteilung

Als Grundlage für die Bemessung dienen die Vorschriften der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., insbesondere das Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005).

Das erforderliche Volumen von Rückhalteräumen wird maßgeblich durch folgende Festlegungen beeinflusst:

- Undurchlässige Fläche A_u
- Durchlässigkeitsbeiwert des Untergrundes k_f
- Bemessungsregen
- Maßgebende Entleerungsdauer

Nach beiliegender Berechnung wurde für das geplante Sickerbecken eine spezifische Versickerungsrate von 5,9 l/(s*ha) ermittelt, was für die vorliegende undurchlässige Fläche einer Versickerungsrate von **5,9 l/(s*ha) * 1,2512 ha = 7,38 l/s** entspricht.

Die Berechnung resultiert auf einer maßgeblichen Regenhäufigkeit des Bemessungsregens von $n=0,1$ ($T = 10$ Jahre), was einem Regenereignis entspricht, das statistisch alle 10 Jahre auftritt.

6. Rechtsverhältnisse

6.1. Notwendige öffentlich-rechtliche Verfahren

Die Benutzung eines Gewässers entsprechend WHG § 9, Nr. 1, Abs. 4 (Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer) bedarf der behördlichen Erlaubnis oder Bewilligung gemäß WHG § 10, hilfsweise BayWG Art. 15.

6.2. Besitzrechte

Die Besitzrechte oder Grunddienstbarkeiten sind gesichert. Die baulichen Anlagen (öffentliche Verkehrsflächen, Sickerbecken) werden durch die Alte Ziegelei GmbH erstellt und von der Stadt Straubing übernommen (Städtebaulicher Vertrag).

7. Durchführung des Vorhabens

Die betrieblichen Anlagen werden durch den Vorhabensträger erstellt. Die Umsetzung ist für das Jahr 2022 vorgesehen.

8. Wartung und Verwaltung der Anlage

Die Wartung und Verwaltung der Anlage obliegt dem Vorhabensträger. Nach Übernahme durch die Stadt Straubing ist diese verantwortlich.

Im Rahmen des Betriebes und Wartung sind die Entwässerungseinrichtungen in regelmäßigen Abständen zu reinigen und zu überprüfen. Dabei ist, soweit erforderlich, der angefallene Schmutz zu entfernen. Das Sickerbecken ist vor übermäßigen Bewuchs freizuhalten. Im Sickerbecken kann es bei einem 10-jährlichen Regenereignis aufgrund des erhöhten Einstaus und der Versickerung über 20 cm Oberboden wegen möglicher Ablagerungen zu einem erhöhten Reinigungsaufwand kommen. Dies ist zu berücksichtigen.

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtsplan

Quelle:
<http://geoportal.bayern.de>

Abbildung 2: Hochwassergefahrenflächen

Quelle:
<https://www.umweltatlas.bayern.de>

Abbildung 3: Bewertungspunkte für Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen

Quelle:
DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser, August 2007, Herausgeber und Vertrieb: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Anlage 2

Vorhaben: Einleiten von Niederschlagswasser aus dem Baugebiet
„Am Stadtpark“, Stadt Straubing, in das Grundwasser

Vorhabensträger: Alte Ziegelei GmbH,
Innere Passauer Straße 4, 94315 Straubing

Entwurfsverfasser: Ing.-Büro Trummer Beraten und Planen GmbH,
Wittelsbacherstr. 26, 94315 Straubing

BERECHNUNGEN

zum Wasserrechtsentwurf vom 10.05.2022

Entwurfsverfasser:

Straubing, den 10. Mai 2022

TRUMMER BERATEN UND PLANEN GMBH

im Auftrag:

Tobias Schreiner, M.Eng., MBA
Geschäftsführer

Andreas Kühbeck, B.Eng.
Sachbearbeiter

ingenieurbüro trummer beraten + planen gmbh

Station: PRIV-03-243-20 Baugebiet "Am Stadtpark"
Bemerkung : Wasserrecht

Datum : 20.01.2022

DETAILLIERTE FLÄCHENERMITTLUNG

Flächen	Art der Befestigung	A_E in m ²	Ψ_m	A_U in m ²
Fahrbahn, Radweg süd	Asphalt, fugenloser Beton	5650	0,9	5085
Pflasterfläche mittig	Pflaster mit offenen Fugen, sickerfähig	2550	0,25	637,5
Gehweg/Parkflächen	Pflaster mit dichten Fugen	3400	0,75	2550
Wall, Grünflächen, RRB	Kies- und Sandboden	10780	0,3	3234
Wirtschaftswege	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen	3350	0,3	1005
		25730		12511,5

Station: Datum : 20.01.2022
 Kennung :
 Bemerkung :
 Gauß-Krüger Koordinaten Rechtswert : 4540606 m Hochwert : 5415805 m
 Geografische Koordinaten östliche Länge : ° ' " nördliche Breite : ° ' "
 hN in mm, r in l/(s-ha)

T	0,5		1		2		5		10		20		50		100	
D	hN	r	hN	r	hN	r										
5'	3,5	115,9	5,4	180,8	7,4	245,7	9,9	331,5	11,9	396,4	13,8	461,4	16,4	547,2	18,4	612,1
10'	5,9	98,3	8,5	142,4	11,2	186,5	14,7	244,8	17,3	288,9	20,0	333,0	23,5	391,2	26,1	435,3
15'	7,4	82,0	10,6	117,2	13,7	152,5	17,9	199,0	21,1	234,2	24,2	269,4	28,4	316,0	31,6	351,2
20'	8,4	69,6	12,0	99,7	15,6	129,7	20,3	169,4	23,9	199,4	27,5	229,4	32,3	269,1	35,9	299,1
30'	9,5	52,8	13,8	76,7	18,1	100,6	23,8	132,3	28,1	156,2	32,4	180,1	38,1	211,7	42,4	235,6
45'	10,2	37,9	15,4	57,0	20,6	76,1	27,4	101,4	32,5	120,4	37,7	139,5	44,5	164,8	49,6	183,9
60'	10,5	29,1	16,3	45,3	22,2	61,6	29,9	83,1	35,8	99,4	41,6	115,7	49,4	137,2	55,2	153,5
90'	12,0	22,2	17,9	33,1	23,8	44,0	31,6	58,5	37,5	69,5	43,4	80,4	51,2	94,9	57,1	105,8
2h	13,1	18,2	19,1	26,5	25,0	34,7	32,9	45,6	38,8	53,9	44,7	62,1	52,6	73,0	58,5	81,3
3h	14,9	13,8	20,9	19,3	26,9	24,9	34,8	32,2	40,8	37,8	46,8	43,3	54,7	50,7	60,7	56,2
4h	16,3	11,3	22,3	15,5	28,3	19,7	36,3	25,2	42,3	29,4	48,3	33,6	56,3	39,1	62,3	43,3
6h	18,3	8,5	24,4	11,3	30,5	14,1	38,5	17,8	44,6	20,6	50,7	23,5	58,7	27,2	64,8	30,0
9h	20,6	6,4	26,7	8,3	32,9	10,1	41,0	12,6	47,1	14,5	53,2	16,4	61,4	18,9	67,5	20,8
12h	22,4	5,2	28,5	6,6	34,7	8,0	42,8	9,9	49,0	11,3	55,2	12,8	63,3	14,7	69,5	16,1
18h	25,0	3,9	31,2	4,8	37,5	5,8	45,7	7,0	51,9	8,0	58,1	9,0	66,3	10,2	72,6	11,2
24h	27,1	3,1	33,3	3,9	39,6	4,6	47,8	5,5	54,1	6,3	60,4	7,0	68,6	7,9	74,9	8,7
48h	34,3	2,0	42,6	2,5	50,9	2,9	61,9	3,6	70,3	4,1	78,6	4,5	89,6	5,2	97,9	5,7
72h	39,7	1,5	49,2	1,9	58,8	2,3	71,3	2,8	80,9	3,1	90,4	3,5	103,0	4,0	112,5	4,3

D	u(D)	w(D)
5'	5,4	2,810
10'	8,5	3,816
15'	10,6	4,572
20'	12,0	5,196
30'	13,8	6,212
45'	15,4	7,435
60'	16,3	8,452
90'	17,9	8,528
2h	19,1	8,570
3h	20,9	8,650
4h	22,3	8,694
6h	24,4	8,772
9h	26,7	8,849
12h	28,5	8,897
18h	31,2	8,971
24h	33,3	9,026
48h	42,6	12,006
72h	49,2	13,742

Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas horizontal 57
 Rasterfeldnummer KOSTRA Atlas vertikal 83
 Der Mittelpunkt des Rasterfeldes liegt : 1,59 km westlich
 3,332 km südlich
 Räumlich interpoliert : ja

Vorhaben: Einleiten von Niederschlagswasser aus dem BG "Am Stadtpark", Stadt Straubing in das Grundwasser

Vorhabensträger: Stadt Straubing

Beurteilung und Behandlung des Regenwasserabflusses mit Ableitung in das Grundwasser

gemäß ATV - DWA Merkblatt 153

Gewässer (Tabellen A1a und A1b)	Typ	Gewässerbelastbarkeit G
Grundwasser außerhalb Trinkwassereinzugsgebiet	G 12	10,00

Flächenanteil f_i	Luft L_i (Tabelle 2)		Flächen F_i (Tabelle 3)		Abflussbelastung B_i $B_i = f_i * (L_i + F_i)$
	Typ	Punkte	Typ	Punkte	
-					
0,406	L1	1	F4	19	8,12
0,051	L1	1	F3	12	0,66
0,205	L1	1	F3	12	2,67
0,258	L1	1	F1	5	1,55
0,080	L1	1	F3	12	1,04
S $f_i = 1,00$	Abflussbelastung $B = \sum B_i$:				14,04

Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B > G$

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässerbelastbarkeit G
Grundwasser außerhalb Trinkwassereinzugsgebiet	G 12	10,00

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:	0,71
---	------

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen 4a und 4b)	Typ	Durchgangswert D_i
Rigolen- und Beckenversickerung durch 20 cm Oberboden		0,60
1. Stufe	Durchgangswert D = Summe aller D_i:	0,60

Emissionswert $E = B * D$:	8,42
-----------------------------	------

Regenwasserbehandlung ausreichend für angesetzten Wert, wenn $E \leq G$

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen 4a und 4b)	Typ	Durchgangswert D_i
keine		1,00
2. Stufe	Durchgangswert D = Summe aller D_i:	1,00

Emissionswert $E = B * D$:	8,42
-----------------------------	------

Regenwasserbehandlung ausreichend für angesetzten Wert, wenn $E \leq G$

Beckenversickerung

Projekt : PRIV-03-243-20 Baugebiet "Am Stadtpark"

Datum : 20.01.2022

Bemerkung : Wasserrecht

Bemessungsgrundlagen

Vorgeschalteter Absetzraum vorhanden, Beckensohle ist 100 % durchlässig

Angeschlossene undurchlässige Flächen nach Flächenermittlung	A_u	:	12512 m ²
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	h_{GW}	:	5 m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	k_f	:	2E-5 m/s
Maximal zulässige Entleerungsdauer	$t_{E,max}$:	12 h
Länge der Beckensohle	l_s	:	27 m
Breite der Beckensohle	b_s	:	23 m
Böschungsneigung 1:m	m	:	3 -
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	f_Z	:	1,20 -

Starkregen nach: Gauß-Krüger Koord.

DWD Station :

Gauß-Krüger Koord. Rechtswert : 4540606 m

Geogr. Koord. östl. Länge : ° ' "

Rasterfeldnr. KOSTRA-DWD-2010R horizontal 57

Rasterfeldmittelpunkt liegt : 1,59 km westlich

Überschreitungshäufigkeit

Räumlich interpoliert ? ja

Hochwert : 5415805 m

nördl. Breite : ° ' "

vertikal 83

3,332 km südlich

n : 0,1 1/a

Berechnungsergebnisse

erforderliches Beckenvolumen	V	:	554 m ³
Einstauhöhe	z	:	0,75 m
Zufluss	Q_{zu}	:	61,1 l/s
spezifische Versickerungsrate	q_s	:	5,9 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$:	45,6 l/(s·ha)
maßgebende Regendauer	D	:	145 min
Flächenbelastung	A_u/A_s	:	16,8 -
Entleerungszeit	t_E für n=1	:	10,0 h
Länge an der Oberfläche	l_o	:	31,5 m
Breite an der Oberfläche	b_o	:	27,5 m
Oberfläche	A_o	:	866 m ²
Fläche der Beckensohle	$l_s \cdot b_s$:	621 m ²

Warnungen und Hinweise

Keine vorhanden.



ZEICHENERKLÄRUNG VERKEHRSANLAGE

Einzugsgebiet

E1
 0,5 0,3
 Einzugsgebiets-Nummer
 Einzugsgebietsgröße,
 Befestigungsgrad

**Erschließung Baugebiet
 "Am Stadtpark"**

Bauort: Stadt Straubing, Regensburger Straße

Bauherr: Alle Ziegelei GmbH
 Innere Passauer Straße 4
 94315 Straubing

Tel.: 09421 / 27 54

geprüft mit Rotentrag zurück freigegeben genehmigt

Lageplan Einzugsflächen

1:500

Planverfasser: Ingenieurbüro Trummer
 Beraten und Planen GmbH

Wittelsbacherstr. 26
 94315 Straubing
 Tel.: 09421/8423-0

straubing@beraten-planen.de
 www.trummer-straubing.de

gezeichnet (Planverfasser) geprüft (Projektleitung / Geschäftsführung)

Datum	Index	Änderung	bearbeitet
...

Projektleit. bearb.	Meier K.	gezeichnet. erstellt	08.03.2022	Stand	Gehmigungsplanung
Projektnr.	PRIV-03-243-20	gezeichnet. erstellt	...	Projektnr.	PRIV-03-243-20-001

BAUGEBIET AM STADTPARK
LAGEPLAN KANALBAU / M 1:500



ZEICHENERKLÄRUNG VERKEHRSANLAGE

- Asphaltdecke
- Parkfläche
- Zufahrt
- bestehende Dammböschung
- Dammböschung
- Lärmschutz Wall - Wand
- Gehweg
- Grünfläche
- Schotterfläche
- Pflasterfläche
- Einschnittsböschung
- Sickerfläche
- geplanter Baumstandort

Neubau Regenwasserkanal, Revisionschächte, HA-Leitungen, Fließpfeile mit Beschriftung, Schachtnummer, Deckel- und Sohlhöhe, Tiefe, Haltungenamen und -längen, Material- und Dimensionsangaben.

Neubau Schmutzwasserkanal, Revisionschächte, HA-Leitungen, Fließpfeile mit Beschriftung, Schachtnummer, Deckel- und Sohlhöhe, Tiefe, Haltungenamen und -längen, Material- und Dimensionsangaben.

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Baufahrer: Straubing, Regensburger Straße

Baustell: Alte Ziegelei GmbH
Innere Passauer Straße 4
94315 Straubing

Tel.: 09421 / 27 54

geprüft: mit Rotentrag zurück freigegeben genehmigt



Lageplan Kanalbau 1:500

Planverfasser: Ingenieurbüro Trummer
Berater und Planen GmbH
Wittelsbacherstr. 26
94315 Straubing
Tel.: 09421/8423-0

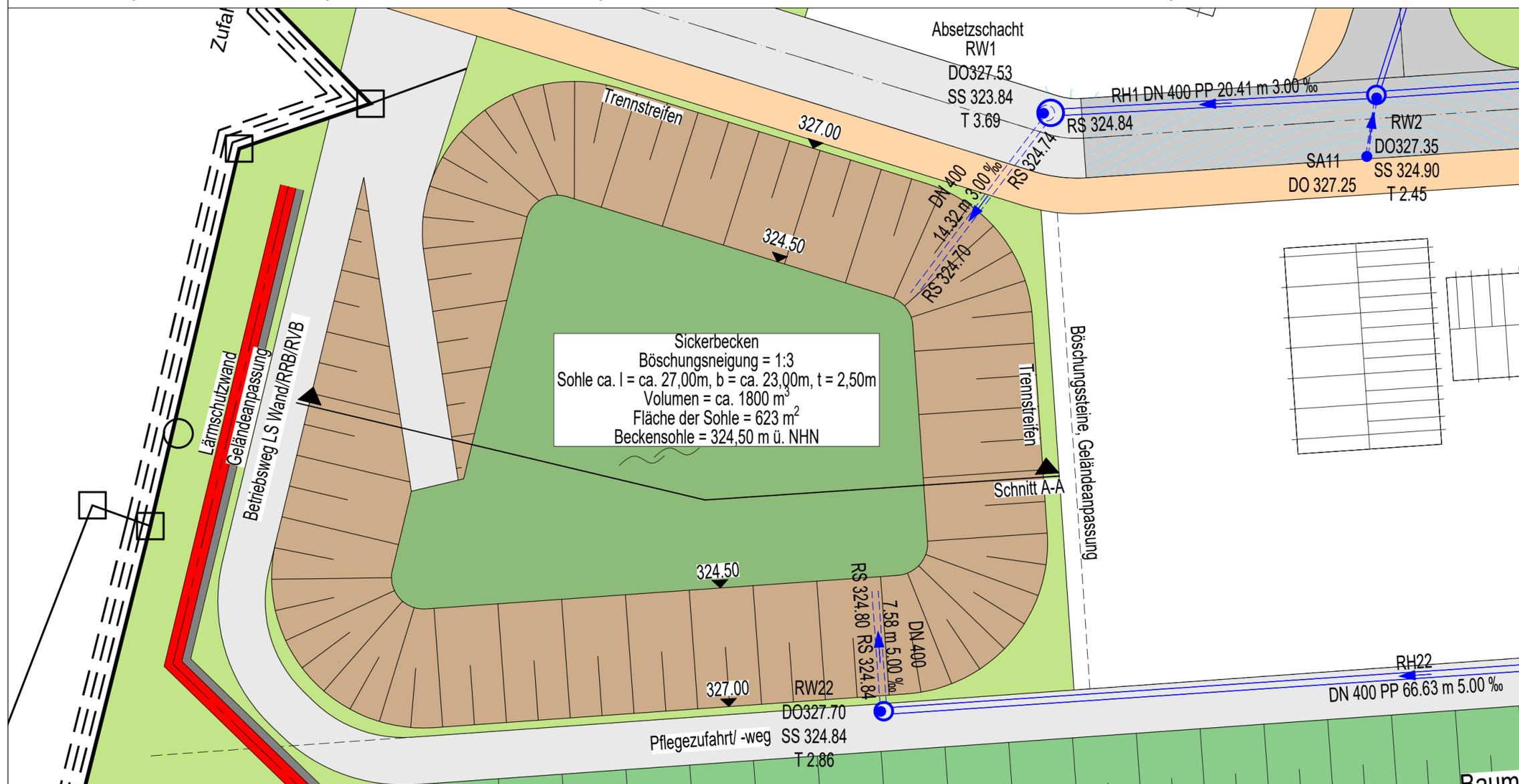
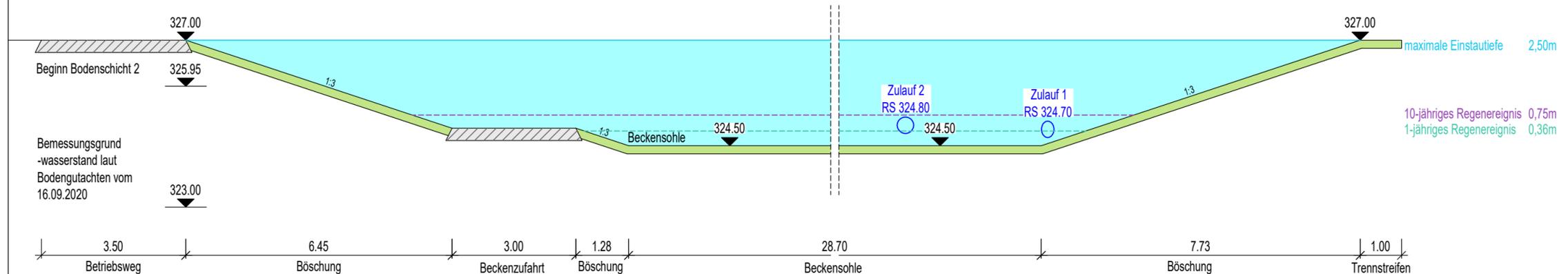
gezeichnet: (Planverfasser) geprüft (Projektleitung / Geschäftsführung)



Datum	Index	Änderung	Bearbeitet

Projekt: Meier K.	geplant: 23.02.2022	Stand: Genehmigungsplanung
PRIV-03-243-20	entstellt: ...	PRIV-03-243-20-003

Längsschnitt Becken
Schnitt A-A Maßstab 1:100



Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Bauort Stadt Straubing, Regensburger Straße

Bauherr Alte Ziegelei GmbH
Innere Passauer Straße 4
94315 Straubing



Tel.: 09421 / 27 54

Prüfbehörde

geprüft mit Roteintrag zurück freigegeben genehmigt

Planinhalt Lageplan Sickerbecken + Längsschnitt 1:250

Planverfasser Ingenieurbüro Trummer
Beraten und Planen GmbH



Wittelsbacherstr. 26
94315 Straubing
Tel.: 09421/8423-0

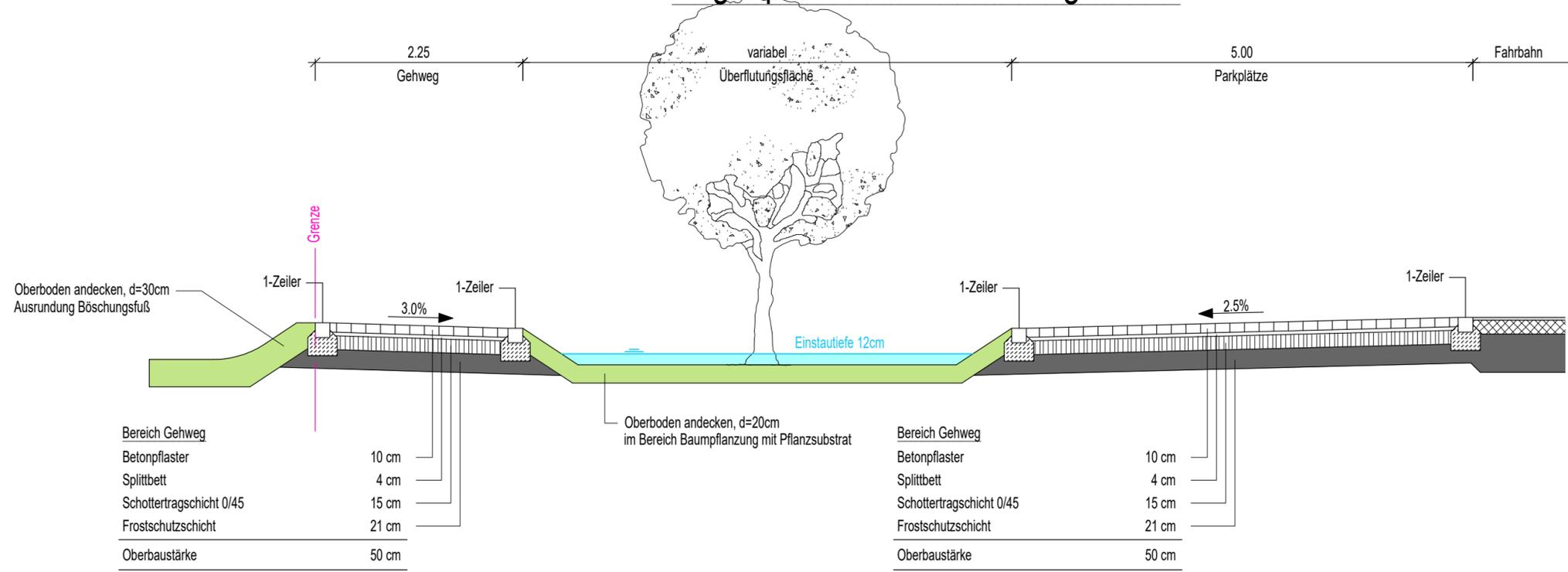
straubing@beraten-planen.de
www.trummer-straubing.de

gezeichnet (Planverfasser) geprüft (Projektleitung / Geschäftsführung)

Datum	Index	Änderung	bearbeitet
...

bearb.	Meier K.	erstellt	05.05.2022	Stand	Genehmigungsplanung
Projektnr.	PRIV-03-242-20	geändert	...	Plannr.	PRIV-03-242-20-002

Regelquerschnitt Überflutungsfläche



Bauvorhaben

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Bauort

Stadt Straubing, Regensburger Straße

Bauherr

Alte Ziegelei GmbH
Innere Passauer Straße 4
94315 Straubing



Tel.: 09421 / 27 54

Prüfbehörde

geprüft mit Roteintrag zurück freigegeben genehmigt

Planinhalt

Regelquerschnitt Überflutungsfläche

1:50

Planverfasser

Ingenieurbüro Trummer
Beraten und Planen GmbH



Wittelsbacherstr. 26
94315 Straubing
Tel.: 09421/8423-0

straubing@beraten-planen.de
www.trummer-straubing.de

gezeichnet (Planverfasser) geprüft (Projektleitung / Geschäftsführung)

Indexliste

Datum	Index	Änderung	bearbeitet
...

bearb.

Meier K.

erstellt

09.03.2022

Stand

Genehmigungsplanung

Projektnr.

PRIV-03-242-20

geändert

...

Plannr.

PRIV-03-242-20-004

Geotechnischer Bericht

Baugrundvoruntersuchung nach DIN EN 1997

Bauvorhaben: Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“, Regensburger Straße, 94315 Straubing

Gegenstand: Baugrunderkundung, Baugrundgutachten

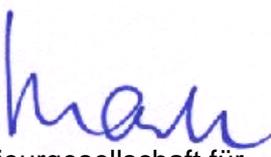
Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH
c/o Thomas Gerl
Kolbstraße 2
94315 Straubing

Projektnummer 20171580 (1. Ausfertigung)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Hartl

Datum: 16.09.2020

Dieser geotechnische Bericht umfasst 35 Seiten und 5 Anlagen.

IMH 
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl
Geschäftsführer


Dipl.-Ing. S. Hartl
Sachbearbeiter

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. (FH) S. Müller

Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl

Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Telefon (09901) 94905-0

Telefax (09901) 94905-22

info@imh-baugeo.de

www.imh-baugeo.de

- Baugrunduntersuchung
- Altlastenuntersuchung
- Beweissicherung
- Erschütterungsmessung
- Lärmmessung
- Hydrologie
- Geothermie
- Spezialtiefbau
- Erd-/Grundbaustatik
- Kontrollprüfungen



Sitz der Gesellschaft:
Hengersberg
Registergericht
Deggendorf HRB 2564

Inhaltsverzeichnis:

<u>1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG</u>	<u>4</u>
<u>2. UNTERLAGEN</u>	<u>4</u>
<u>3. UNTERSUCHUNGEN</u>	<u>5</u>
3.1 FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN	5
3.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE/SCHICHTENFOLGE	7
3.3 WASSERVERHÄLTNISSE	9
<u>4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION</u>	<u>10</u>
<u>5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG VON BAUWERKEN (VORBEMESSUNG)</u>	<u>11</u>
5.1 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	11
5.2 EINZEL-/STREIFENFUNDAMENTGRÜNDUNG AUF BODENSCHICHT 2 – KIESE, MINDESTENS MITTELDICHTE LAGERUNG (VORBEMESSUNG)	13
5.3 PLATTENGRÜNDUNG MIT GRÜNDUNGSPOLSTER (VORBEMESSUNG)	15
<u>6. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG</u>	<u>17</u>
6.1 ALLGEMEINE HINWEISE	17
6.2 FOLGERUNGEN FÜR KANÄLE	17
6.2.1 ALLGEMEINES	17
6.2.2 AUFLAGER/ROHRBETTUNG	18
6.2.3 WIEDERVERFÜLLUNG	19
6.2.4 GRÜNDUNG DER SCHÄCHTE	20
6.3 VERBAU/WASSERHALTUNG FÜR KANÄLE	20
6.3.1 AUSHUBSOHLE OBERHALB GRUNDWASSER	20
6.3.2 AUSHUBSOHLE UNTERHALB GRUNDWASSER	21
6.4 WASSERHALTUNG FÜR BAUWERKE	22
6.5 BAUGRUBENBÖSCHUNG/VERBAU	22
6.6 ERDARBEITEN	23
6.7 ABDICHTUNG/DRÄNUNG/AUFSCHWIMMEN FÜR BAUWERKE	25
6.8 ERMITTLUNG DER DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERTE	25
6.9 VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT	26
<u>7. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG</u>	<u>27</u>
7.1 ALLGEMEINES	27
7.2 HOMOGENBEREICHE	27
7.3 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300 (2019-09) „ERDARBEITEN“	28
<u>8. KONSTRUKTIONSGRUNDSÄTZE FÜR DAS REGENRÜCKHALTEBECKEN (VORBEMESSUNG)</u>	<u>29</u>
8.1 ALLGEMEINES	29
8.2 DAMMSCHÜTTUNG	30

8.3 EINSCHNITTSBÖSCHUNGEN	31
8.4 BECKENSOHLE	31
<u>9. ALTLASTENORIENTIERENDE VORUNTERSUCHUNG VON AUSHUBBODEN</u>	<u>32</u>
9.1 PROBENAHME/ANALYTIK	32
9.2 BEWERTUNGSGRUNDLAGE	32
9.3 ERGEBNISSE DER DEKLARATIONSANALYTIK	33
9.4 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	34
<u>10. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN</u>	<u>34</u>

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen der Felderkundungen
Tabelle 2:	Ausgeführte Laborversuche
Tabelle 3:	Wasserstände im Baufeld (2020)
Tabelle 4:	Wasserstände im östlich angrenzenden Baufeld (2015)
Tabelle 5:	Charakteristische Bodenkennwerte
Tabelle 6:	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 – Kiese, mindestens mitteldichte Lagerung
Tabelle 7:	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 – Kiese, mindestens mitteldichte Lagerung, im Grundwasserkontaktbereich
Tabelle 8:	Durchlässigkeitsbeiwert aus der Laboruntersuchung
Tabelle 9:	Homogenbereiche Boden B1 und B2 nach DIN 18 300 (2019-09) „Erdarbeiten“
Tabelle 10:	Ergebnisse der altlastenorientierenden Voruntersuchung

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 2:	Bodenprofile, Rammdiagramme
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG

Die Regensburger Straße GmbH plant die Erschließung des Baugebiets „Am Stadtpark“ in der Regensburger Straße in 94315 Straubing. Hierzu erteilte die Regensburger Straße GmbH, vertreten durch Hr. Ruhland, mit Schreiben vom 20.05.2020 den Auftrag an die IMH Ingenieurgesellschaft mbH Baugrunderkundungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten zum oben genannten Bauvorhaben zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist unser Kostenangebot vom 06.03.2019.

Das Erschließungsgebiet liegt am westlichen Ortsende der Stadt Straubing und befindet sich größtenteils auf landwirtschaftlich genutzten Grünflächen. Die Verkehrsanbindung soll über den Anschluss an die Regensburger Straße im Norden sowie über den Malzmühlweg im Osten des Erschließungsgebiets erfolgen. Das Baufeld befindet sich auf einer Kote von i.M. ca. 327,50 m ü. NHN.

Gem. dem zur Verfügung gestellten Systemschnitt verfügen die Bauwerke des nördlichen bzw. zentralen Baufeldes mit 5 oberirdischen Stockwerken (V) über eine Tiefgarage, die Bauwerke mit 5 bzw. 6 oberirdischen Stockwerken (V, VI) über eine Tiefgarage und ein zweites Untergeschoss. Die restlichen Bauwerke des südlichen Baufeldes sollen nach aktuellem Planungsstand nicht unterkellert werden. Im südwestlichen Bereich sowie im südöstlichen Bereich des Erschließungsgebiets wird nach U7 jeweils ein Regenrückhaltebecken projektiert. Parallel zur südlich gelegenen Bahnlinie Passau-Obertraubling ist die Errichtung einer Lärmschutzwand-Wand-Kombination mit einer wirksamen Höhe von 6,00 m sowie die Anlage einer beidseitigen Pflegezufahrt geplant. Im Zuge der Erschließung des Baugebiets sind nach U7 Geländemodellierungsmaßnahmen vorgesehen.

Lastangaben, Gründungstiefen etc. der projektierten Gebäude bzw. Detailplanungen des geplanten Regenrückhaltebeckens liegen auf den zum Bearbeitungsstand vorliegenden Planunterlagen gem. U7 nicht vor.

Nach DIN EN 1997-1:2014-03, DIN EN 1997-2:2010-10 sowie DIN 4020:2010-12 handelt es sich vorliegend um eine Baugrundvoruntersuchung.

Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1:2014-03 der geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

Der Standort der Baumaßnahme kann dem Übersichtslageplan und der Übersichtsaufnahme der Anlage 1 entnommen werden.

2. UNTERLAGEN

Dem vorliegenden Baugrundgutachten liegen folgende Unterlagen zugrunde:

U1: Geologische Karte von Bayern, M 1 : 100.000

U2: Geologische Karte von Bayern, Blatt 7141 Straubing, M 1 : 25.000

U3: Digitale Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000

- U4: Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 12, Donau-Wald, Grundwasserhöhengleichen der Hauptgrundwasserstockwerke, M 1 : 100.000
- U5: Luftbild BayernAtlas
- U6: Historische Karte BayernAtlas
- U7: Bebauungsplankonzept: Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“
Planinhalt: Bebauungs- und Grünordnungsplan „Am Stadtpark Süd“ (M 1:500), Systemschnitt;
Planverfasser: HIW Architekten GmbH, Landshuter Straße 23, 94315 Straubing; Datum: 13.01.2020
- U8: Geotechnischer Bericht Nr. 15121247; IMH Ingenieurgesellschaft mbH; Datum: 10.06.2015

3. UNTERSUCHUNGEN

3.1 Feld- und Laboruntersuchungen

Am 05.08.2020 wurden auftragsgemäß insgesamt 7 Kleinrammbohrungen/Bohrsondierungen (BS) mit den Bezeichnungen BS 1 bis BS 7 sowie 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH: dynamic probing heavy) mit den Bezeichnungen DPH 1 bis DPH 3 im Erkundungsbereich abgeteuft. Aufgrund zu geringer Aufschlusstiefe am 05.08.2020 wurden zur Verifizierung der vorliegenden Baugrundverhältnisse die Erkundungen am 08.09.2020 an selber Stelle wiederholt. Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus den Detaillageplänen der Anlage 1.3 hervor.

Die Kleinrammbohrungen (BS) dienten dabei der Erkundung der vorliegenden Baugrundschichten unter baugrundtechnischen Aspekten und auch hinsichtlich evtl. vorliegender Altlasten. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) wurden zur Feststellung der Lagerungsdichte der Bodenschichten niedergebracht.

Die aufgeschlossenen Bodenprofile wurden durch den Gutachter in Anlehnung an DIN 4023, DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 dokumentiert und das Bohrgut einer Vor-Ort-Prüfung der sensorischen Merkmale Aussehen und Geruch unterzogen. Es erfolgte eine Bodenansprache nach DIN 18 196.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden mittels GPS im Koordinatenreferenzsystem ETRS89/UTM-Zone 33 im Höhen Bezugssystem DHHN2016 (NHN) eingemessen.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/Endteufen der Felderkundungen

Erkundungsart	Ostwert	Nordwert	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe	
				[m u. GOK]	[m ü. NHN]
BS 1	320405,09	5417007,42	327,33	6,00	321,33
BS 2	320507,46	5416931,55	327,00	6,00	321,00
BS 3	320389,71	5416892,73	327,26	6,00	321,26
BS 4	320305,90	5416889,32	327,75	6,00	321,75
BS 5	320198,56	5416829,89	327,72	6,00	321,72

Erkundungsart	Ostwert	Nordwert	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe	
				[m u. GOK]	[m ü. NHN]
BS 6	320255,71	5416824,47	327,79	6,00	321,79
BS 7	320602,86	5416851,39	326,96	6,00	320,96
DPH 1	320487,04	5416985,63	327,14	6,00	321,14
DPH 2	320388,34	5416941,70	327,34	6,00	321,34
DPH 3	320511,12	5416899,78	326,92	6,00	320,92
Böschung	320531,78	5416888,08	329,85	-	-

Mit sämtlichen Aufschlüssen wurde versucht bis zu den angegebenen Endteufen bzw. bis zum ausreichend tragfähigen Horizont unter die voraussichtliche Gründungssole von nichtunterkellerten und unterkellerten Gebäuden sowie unter die voraussichtliche Aufstandsfläche geplanter Kanäle u. dgl. zu erkunden.

Die Bodenprofile und Rammdiagramme können der Anlage 2 entnommen werden. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 wurden gestörte Bodenproben im Erdbaulabor der IMH Ingenieurgesellschaft mbH untersucht. Im Hinblick auf die Entsorgung bzw. den Wiedereinbau des Bodenaushubs wurde eine Bodenmischprobe mit der Bezeichnung MP 1 auf die Parameter gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen, Anlage 2 und 3, im akkreditierten und zertifizierten Prüflabor der GBA Analytical Services GmbH, München-Vaterstetten, untersucht.

Die ausgeführten Laboruntersuchungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Ausgeführte Laborversuche

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Sieb-/Schlammanalyse	Siebanalyse	Fließ- und Ausrollgrenze	Glühverlust	Proctordichte	Wassergehalt	Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (LVGBT)	Kalkgehalt	Teeranalytik (Deklarationsanalyse)
BS2-D2	1,00-2,50		X							
BS4-D1	0,55-1,50						X			
BS4-D2	2,00-2,70		X							
BS5-D1	1,00-3,00						X			

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Sieb-/Schlammanalyse	Siebanalyse	Fließ- und Ausrollgrenze	Glühverlust	Proctordichte	Wassergehalt	Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (LVGBT)	Kalkgehalt	Teeranalytik (Deklarationsanalyse)
Mischprobe Bodenaushub										
MP 1										
(BS1-D1,	0,35-0,65							X		
BS2-D1,	0,35-0,65									
BS2-D2,	1,00-2,50									
BS3-D1,	0,45-0,65									
BS3-D2,	1,00-2,50									
BS4-D1,	0,55-1,50									
BS5-D1,	1,00-3,00									
BS6-D1,	0,30-0,80									
BS7-D1,	0,55-0,90									
BS7-D2)	1,00-2,60									

Die Laborprotokolle der o.g. Laboruntersuchungen sind in der Anlage 4 zusammengefasst.

3.2 Untergrundverhältnisse/Schichtenfolge

Nach U1 bis U3 bzw. Anlage 1.2a ist im Untersuchungsgebiet überwiegend mit rißzeitlichen Schmelzwasserschottern in Form von sandigen Kiesen mit unterschiedlich mächtiger Überlagerung der Verwitterungsdeckschichten (Löß bzw. Lößlehm) in Form von bereichsweise feinsandigen Schluffen und Tonen zu rechnen. Im Erkundungsgebiet können zudem künstliche Ablagerungen (Auffüllungen etc.) vorliegen.

Gemäß der historischen Karte von Bayern (vgl. Anlage 1.2b) liegen im Untersuchungsgebiet keine Hinweise auf obertätigen Bergbau oder dergleichen, welche auf mächtigere Ver- bzw. Auffüllungen schließen lassen, vor.

Aufgrund der begrünten Fläche sowie der landwirtschaftlichen Nutzung dieser Flächen ist mit einer mehreren Dezimeter mächtigen Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) sowie einer ggf. organischen Belastung des Oberbodens zu rechnen. Der Oberboden weist partiell im Bereich der Aufschlüsse BS 2, BS 3 und BS 7 Beimengungen von Ziegelresten auf (vgl. Fotoaufnahmen der Anlage 5).

Der bei den Felderkundungen angetroffene Untergrund kann nach den derzeitigen Erkenntnissen in folgende Bodenschichten eingeteilt werden (vgl. Anlage 1.3).

Bodenschicht 1 – bindige Deckschicht, steife bis halbfeste Konsistenz

In dieser Bodenschicht wird die bei den Aufschlüssen BS 1 und BS 2 sowie BS 4 bis B7 aufgeschlossene bindige Deckschicht in Form von braun bis gelbbraun bzw. gelbgrau bis graubraun gefärbten Tone mit unterschiedlich hohen Anteilen an Feinsanden und Schluffen mit steifer bis halbfester Konsistenz zusammengefasst. Bei den Aufschlüssen BS 1, BS 2, BS 5 und BS 7 wurde dieses Schichtpaket unter einer bis zu 50 cm mächtigen Mutterbodenauflage mit teils anthropogenen Beimengungen (Ziegelreste) bis 1,00 m u. GOK ($\pm 0,20$ m) erkundet. Im Bereich BS 5 stand die Bodenschicht 1 unter einer 30 cm mächtigen Mutterbodenauflage bis 3,00 m u. GOK an. Im Bereich des projektierten Regenrückhaltebeckens (BS 4) wurde die bindige Deckschicht der Bodenschicht 1 ab 0,50 m u. GOK bis 1,80 m u. GOK aufgeschlossen.

Beim Aufschluss BS 3 wurde das Schichtpaket der Bodenschicht 1 nicht erkundet.

Die bindige Deckschicht der Bodenschicht 1 besitzt nach der örtlichen Bodenansprache überwiegend steife bis halbfeste Konsistenzen. Untergeordnet konnten bei BS 7 feste Konsistenzen angesprochen werden.

Nach DIN 18 196 können die Böden dieser Bodenschicht überwiegend mit den Gruppensymbolen TL/TM gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um mittelschwer lösbbare Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Belastung sowie Entspannung verschlechtern sich die bodenmechanischen Kenngrößen deutlich, sodass eine Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich ist.

Die Bodenschicht 1 kann in Anlehnung an die DIN 18 300 (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kapitel 7).

Bodenschicht 2 – Kiese

In diesem Schichtpaket werden die bis zum Endteufenbereich von 6,00 m u. GOK anstehenden, sandigen Kiese mit unterschiedlich hohen Ton- und Schluffanteilen zusammengefasst. Die Kiese der Bodenschicht 2 wurden bei den Aufschlüssen BS 1 und BS 2 sowie BS 4 bis B7 jeweils unterhalb der bindigen Deckschicht der Bodenschicht 1 bis zur Endteufe von 6,00 m u. GOK erkundet. Bei BS 3 wurden die Kiese dieser Bodenschicht unmittelbar unterhalb einer 40 cm mächtigen Mutterbodenauflage mit teils anthropogenen Beimengungen (Ziegelreste) bis zur Endteufe von 6,00 m u. GOK aufgeschlossen.

Nach den örtlichen Rammsondierungen weisen die Kiese dieses Schichtpakets oberflächennah bis 0,50 m u. GOK überwiegend lockere, darunter bis 1,00 m u. GOK größtenteils mitteldichte und mit zunehmender Tiefe bis 2,00 m u. GOK dichte Lagerungsverhältnisse auf. Im Bereich von ca. 2,00 m u. GOK bis ca. 3,00 m u. GOK ist bei allen durchgeführten Rammsondierungen ein Rückgang der Lagerungsdichten zu verzeichnen. Ab 3,00 m u. GOK können gem. den örtlichen Rammsondierungen den Kiesen der Bodenschicht 2 größtenteils dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden. Der im Bereich ab ca. 5,00 m u. GOK vorliegende Rückgang der Schlagzahlen ist auf das Vorliegen von Grundwasser und dadurch bedingter Abnahme der Mantelreibung zurückzuführen.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit dem Gruppensymbol GW/GU/GT gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um leicht lösbare Böden der Bodenklasse 3.

Diese Bodenschicht ist im tieferen Untergrund grundwasserführend.

Die Bodenschicht 2 kann in Anlehnung an die DIN 18 300 (2019-09) dem Homogenbereich B2 zugeordnet werden (siehe Kapitel 7).

3.3 Wasserverhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde in allen Aufschlüssen entsprechend nachstehender Tabelle 3 Grundwasser erkundet. Technisch bedingt kann erst nach Ziehen der Bohrschappe der Wasserstand im Bohrloch gemessen werden.

Tabelle 3: Wasserstände im Baufeld (2020)

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Datum	Wasserstand nach Bohrende	
			[m u. GOK]	[m ü. NHN]
BS 1	327,33	08.09.2020	5,20	322,13
BS 2	327,00	08.09.2020	5,20	321,80
BS 3	327,26	08.09.2020	5,10	322,16
BS 4	327,75	08.09.2020	5,10	322,65
BS 5	327,72	08.09.2020	5,10	322,62
BS 6	327,79	08.09.2020	5,20	322,59
BS 7	326,96	08.09.2020	5,20	321,76

Im Zuge einer im Jahr 2015 ausgeführten Baugrunderkundung unseres Ingenieurbüros (U8) konnten im östlich an das Baufeld angrenzenden Erkundungsgebiet folgende Grundwasserverhältnisse erkundet werden:

Tabelle 4: Wasserstände im östlich angrenzenden Baufeld (2015)

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Datum	Wasserstand nach Bohrende	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]
BS 1	327,08	15.04.2015	5,00	322,08
BS 2	327,06	15.04.2015	6,00	321,06
BS 3	326,96	15.04.2015	5,50 ¹⁾	321,46
BS 4	326,83	15.04.2015	5,30 ¹⁾	321,53

¹⁾ Beurteilung aufgrund Bodenansprache „nass“; direkte Wasserstandsmessung infolge Bohrlochversturz nicht möglich.

Nach U4 kann im Untersuchungsgebiet ein mittlerer Grundwasserstand des quartären Grundwassers nach Stichtagsmessungen von 320 m ü. NN bis 323 m ü. NN sowie ein Grundwasserstand des tertiären Grundwassers in Bereichen von 316 m ü. NN bis 317 m ü. NN abgeschätzt werden.

Das Grundstück liegt nahe der Hochwassergefahrenflächen HQ_{100} und HQ_{extrem} (vgl. Anlage 1.1c).

Jahreszeitlich bedingt ist in Abhängigkeit des Wasserstandes der nahegelegenen Donau mit unterschiedlich hohen Grundwasserständen zu rechnen. Im flächenhaften Anschnitt des Geländes ist jahreszeitlich bedingt zudem mit unterschiedlich stark laufenden Schichtwasserhorizonten sowie Oberflächen- und Niederschlagswässern sowie Quellzutritten zu rechnen.

Die Grundwasserfließrichtung ist parallel zur Fließrichtung der Donau bzw. dem Verlauf des Donautals anzunehmen. Den Grundwasserleiter bilden insbesondere die Kiese der Bodenschicht 2.

Erfahrungsgemäß ist bei Pegeldaten mit Schwankungsbreiten von mind. 0,5 m bis max. 1,0 m zu rechnen.

Bezugnehmend auf den höchsten Wasserstand gem. Tabelle 3 und Tabelle 4 kann der Bemessungswasserstand bei ca. 323,00 m ü. NN abgeschätzt werden. Da im Zeitraum 2015 bis 2020 ein stetiges Ansteigen des Grundwasserstandes zu verzeichnen ist, wird auf dem Grundstück auch aufgrund fehlender Pegeldaten dringend die Installation eines 2-Zoll-Grundwasser-Meßpegels mit Datenlogger empfohlen, um exakte Bemessungswasserstände festlegen zu können!

4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION

Für erdstatische Berechnungen können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte angewendet werden. Für die Ausschreibung erdbaulicher Arbeiten sind die Bodenkennwerte nach Kapitel 7 (Homogenbereichseinteilung) heranzuziehen.

Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden. Bei der Anwendung der charakteristischen Werte sind zusätzlich die Hinweise nach Kapitel 2.4.5 der DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2
Bezeichnung	bindige Deckschicht, steife bis halbfeste Konsistenz	Kiese
Wichte γ_k [kN/m ³]	19,5 – 21,0	19,0 – 22,0
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	9,5 – 11,0	11,0 – 14,0
Reibungswinkel φ'_k [°]	22,5 – 27,5 ¹⁾	32,5 – 37,5
Dränierte Kohäsion c'_k [kN/m ²]	2 – 10 ¹⁾	0
Undränierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	15 – 60 ¹⁾	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	8 – 35 ¹⁾	120 – 200
Konsistenz (je nach Bodenart)	steif bis halbfest	-

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2
Bezeichnung	bindige Deckschicht, steife bis halbfeste Konsistenz	Kiese
Lagerungsdichte (je nach Bodenart)	-	überwiegend dicht, untergeordnet mitteldicht
Bodenklasse DIN 18 300 (2012-09)	4 / 2 ¹⁾	3
Bodengruppe DIN 18 196	TL/TM	GW/GU/GT
Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17	F3	F1, F2
Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s]	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$
Eignung für gründungstechnische Zwecke nach DIN 18 196	brauchbar	gut bis sehr gut geeignet
Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18 196	schlecht bis sehr schlecht	gut bis sehr gut

¹⁾ konsistenzabhängig

Die in der Tabelle angegebenen Bodenkennwerte beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Uferereinfassungen (EAU) sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 17, den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG VON BAUWERKEN (VORBEMESSUNG)

5.1 Gründungsempfehlung

Zum derzeitigen Planungsstand liegen keine Detailpläne mit Gründungsangaben künftiger Bauwerke etc. vor.

Für eine exakte Gründungsempfehlung zur Gründung von Bauwerken und Gebäuden ist für die einzelnen Parzellen eine Baugrundhauptuntersuchung nach DIN EN 1997-1:2014-03, DIN EN 1997-2:2010-10 sowie DIN 4020:2010-12 zur Klärung der Untergrundtragfähigkeiten, Bodenschichten und Konsistenzen etc. erforderlich.

Nach den derzeitigen Erkenntnissen kommt unter Voraussetzung einer frostfreien Mindesteinbindetiefe von 1,00 m u. GOK (Frosteinwirkungszone II) bei nicht unterkellerten Gebäuden die Gründungssohle überwiegend in den Kiesen der Bodenschicht 2 zum Liegen (vgl. Anlage 1.3). Untergeordnet ist bei Nichtunterkellerung mit einer Gründungssohlaulagerung in den Böden der bindigen Deckschicht der Bodenschicht 1 zu rechnen.

Bei unterkellerten Bauwerken bzw. Bauteilen liegen die Gründungssohlen überwiegend in den Kiesen der Bodenschicht 2.

Nach U7 (Systemschnitt) sind im Baufeld Geländemodellierungsmaßnahmen in Form von teils Geländeanschüttungen notwendig, für die die Hinweise des Kapitels 6.6 zu beachten sind.

Die im Baufeld aufgeschlossene Mutterbodenauflage mit teils anthropogenen Beimengungen und Mächtigkeiten von bis zu 50 cm ist zur Anlage von Parkplätzen und Platzbefestigungen sowie zur Gründung von Bauwerken nicht geeignet und vollständig abzutragen.

Die Böden der Bodenschicht 1 (bindige Deckschicht) mit mindestens steifen Konsistenzen sind nach DIN 18 196 für gründungstechnische Zwecke als brauchbar anzusehen und erfüllen die Voraussetzungen der DIN 1054 zum Ansatz von Bemessungswerten $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für einfache Fälle.

Die Böden der Bodenschicht 2 (Kiese) mit mindestens mitteldichter Lagerung sind nach DIN 18 196 für gründungstechnische Zwecke als gut bis sehr gut geeignet anzusehen und erfüllen ebenfalls die Voraussetzungen der DIN 1054 zum Ansatz von Bemessungswerten $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für einfache Fälle. Diese Bodenschicht lässt höhere und wirtschaftlichere Bemessungswerte des Sohlwiderstands als Bodenschicht 1 zu.

Es wird empfohlen, die Böden der Bodenschicht 1 bei Auftreten von (geringen) Restmächtigkeiten vollständig bis zur Bodenschicht 2 durch einen Bodenaustausch mit einem geeigneten, verdichtungsfähigen, nicht bindigen Boden oder durch eine Magerbetonlastttieferführung zu ersetzen.

Eine herkömmliche Flachgründung von Bauwerken mittels Plattengründung sowie Streifen- und Einzelfundamenten in den Kiesen der Bodenschicht 2 ist ausführbar. Zur Vereinheitlichung der Setzungsraten wird eine Flachgründung mittels Gründungsplatte empfohlen.

Oberflächennah angetroffene lockere Horizonte bzw. Auflockerungen der Bodenschicht 2 infolge des Einschneidens des Baggerlöffels bei den Erdarbeiten sind rückgängig zu machen bzw. intensiv nachzuverdichten oder durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Der Bodenaustausch ist aus einem geeigneten, verdichtungsfähigen, nicht bindigen Boden (Lastausbreitungswinkel: Rundkorn $\alpha \leq 45^\circ$, gebrochenes Korn $\alpha \leq 60^\circ$ zur Horizontalen ab Außenkante Bodenplatte/Fundament) herzustellen. Für den Bodenaustausch ist gut verdichtbarer und grobkörniger Boden vorwiegend der Bodengruppen GW, SW, GU, GT nach DIN 18 196 lagenweise (ca. 25-30 cm) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ im Mittel, mindestens jedoch 98 %, einzubauen.

Eine Gründungssohlabnahme mit ggf. Festlegung erforderlicher Bodenaustauschmaßnahmen/ Magerbetonlastttieferführungen durch den Baugrundsachverständigen wird empfohlen.

5.2 Einzel-/Streifenfundamentgründung auf Bodenschicht 2 – Kiese, mindestens mitteldichte Lagerung (Vorbemessung)

Nach DIN 1054 (2010-12) können für die Böden der Bodenschicht 2 mit mindestens mitteldichter Lagerung die in den nachfolgenden Tabellen enthaltenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands angesetzt werden. In den Tabellenwerten sind die Bodenfestigkeit, die geologische Vorbelastung, Wasserstände etc. bereits eingearbeitet. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Für Bauwerke, deren Gründungssohle nicht in Höhe des Grundwasserspiegels gem. Kapitel 3.3 liegt, sind die in Tabelle 6 enthaltenen Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands anzusetzen. Liegt der Grundwasserspiegel in Höhe der Gründungssohle, dann ist der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands gem. Tabelle 7 anzusetzen (vgl. Anlage 1.3).

In der Sohlaufstandsfläche evtl. anzutreffende weiche und/oder bindige Böden sowie Auffüllungsböden etc. sind durch gut verdichtbares, nicht bindiges Bodenmaterial oder durch eine Magerbetonlasttieferführung zu ersetzen.

Grundwasserspiegel unterhalb Gründungssohle

Die nachfolgenden Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands gelten gem. den zur Verfügung gestellten Planunterlagen für Gebäude und Bauwerke, deren Gründungssohle nicht in Höhe des Grundwasserspiegels zum Liegen kommt (nichtunterkellerte Bauwerke und Bauwerke mit nur einem unterirdischen Geschoß):

Tabelle 6: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 – Kiese, mindestens mitteldichte Lagerung

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' kN/m ²					
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
0,50	280	420	460	390	350	310
1,00	380	520	500	430	380	340
1,50	480	620	550	480	410	360
2,00	560	700	590	500	430	390

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.
(Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))

Grundwasserspiegel in Höhe der Gründungssohle

Die nachfolgenden Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands gelten gem. den zur Verfügung gestellten Planunterlagen für Gebäude und Bauwerke, deren Gründungssohle in Höhe des Grundwasserspiegels zum Liegen kommt (Bauwerke mit mehr als einem unterirdischen Geschöß):

Tabelle 7: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 – Kiese, mindestens mitteldichte Lagerung, im Grundwasserkontaktbereich

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' kN/m ²					
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
0,50	168	252	336	390	350	310
1,00	228	312	396	430	380	340
1,50	288	372	456	480	410	360
2,00	336	420	504	500	430	390

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.
(Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))

Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden
 $\tan \delta = H / V \leq 0,2$
- Eine Mindesteinbindetiefe von 0,8 m ist einzuhalten.
- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.
- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen b_L und b_B und zugeordneten Außermittigkeiten e_L und e_B die Fläche:
$$A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$$
- Die auf der Grundlage der Tabelle bemessenen Fundamente können sich um ein Maß setzen, das bei Fundamentbreiten bis 1,5 m etwa 1 cm, bei breiteren Fundamenten etwa 2 cm nicht übersteigt.

Erhöhung der Tabellenwerte

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungskörpers $d > 2,00$ m, so darf der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.
- Bei Fundamenten mit mindestens 0,50 m Breite und 0,50 m Einbindetiefe kann bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

Formelzeichen

δ Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]

H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]

V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]

A' rechnerische Sohlfläche [m²]

b_L' reduzierte Fundamentbreite b_L [m]

b_B' reduzierte Fundamentbreite b_B [m]

b_L längere Fundamentbreite [m]

b_B kürzere Fundamentbreite [m]

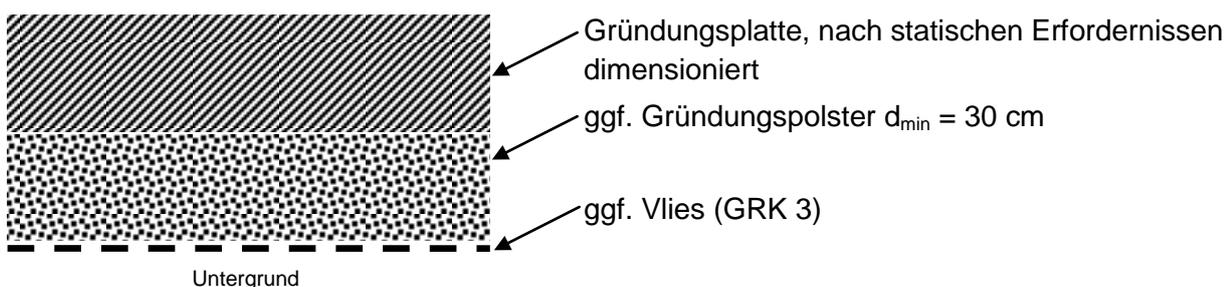
e_L Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]

e_B Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

5.3 Platten Gründung mit Gründungspolster (Vorbemessung)

Bei einer Platten Gründung kann für die Vorbemessung einer Bodenplatte nach dem derzeitigen Kenntnisstand auf den Böden der Bodenschicht 2 ein Bettungsmodul von ca. $k_s = 20\text{--}25$ MN/m³ (nicht unterkellert) bzw. $k_s = 35\text{--}40$ MN/m³ (unterkellert) abgeschätzt werden.

Abbildung 1: Aufbau unter Gründungsplatte



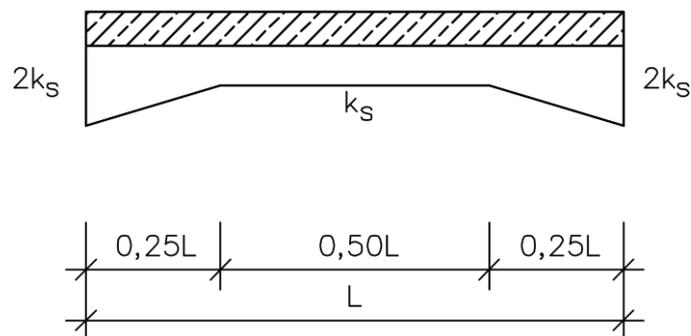
Für den Bodenaustausch bzw. das Gründungspolster ist gut verdichtbarer und grobkörniger Boden vorwiegend der Bodengruppen GW, SW, GU, GT nach DIN 18 196 mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ im Mittel, mindestens jedoch 98 %, lagenweise verdichtet und einem Lastausbreitungswinkel $\alpha \leq 45^\circ$ (Rundkorn) bzw. $\alpha \leq 60^\circ$ (gebrochenes Material) zur Horizontalen ab Außenkante Fundament/Bodenplatte einzubauen.

Da es sich bei dem Bettungsmodul um eine Kenngröße für die Setzung der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast handelt, ist der genaue Bettungsmodul nach Vorlage der Bauwerkslasten und -abmessungen zwingend in einer gesonderten Setzungsberechnung unter Berücksichtigung der Steifemoduln zu ermitteln.

Das klassische Bettungsmodulverfahren (Federkissenmodell) geht davon aus, dass sich die Setzungen proportional zu den Sohlspannungen verhalten und eine Last auf dem Baugrund eine Verformung nur direkt unter der Last selbst hervorruft. Aufgrund der Modellvorstellung von einem Federkissen (diskrete Federn, die keine Verbindung untereinander haben und eine Interaktion nur über generierte Plattenelemente ermöglichen) kann bei diesem Modell keine Setzungsmulde außerhalb der Plattenränder und auf direktem Weg auch keine Schubsteifigkeit des Bodens berücksichtigt werden. Bodenschichtungen und Interaktionen zwischen den Bauwerken können ebenfalls nicht abgebildet werden. Mit dem modifizierten Bettungsmodulverfahren unter Berücksichtigung eines veränderlichen Bettungsmoduls können diese Unzulänglichkeiten näherungsweise erfasst werden.

Nach Dörken / Dehne kann dabei der Bettungsmodul von einem konstanten Wert im mittleren Bereich ($= 0,5 \cdot L$) linear auf das Doppelte zum Rand ($= 0,25 \cdot L$) hin ansteigen.

Abbildung 2: Verteilung des Bettungsmoduls k_s unter der Gründungsplatte



6. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

6.1 Allgemeine Hinweise

Die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Bauausführung sind als Empfehlungen für die Bauausführung nach DIN 4020 anzusehen.

Die Wahl des Bauverfahrens, des Bauablaufes und der Förderwege sowie die Wahl und der Einsatz der Geräte sind nach DIN 18 300 (2019-09) Sache des Auftragnehmers.

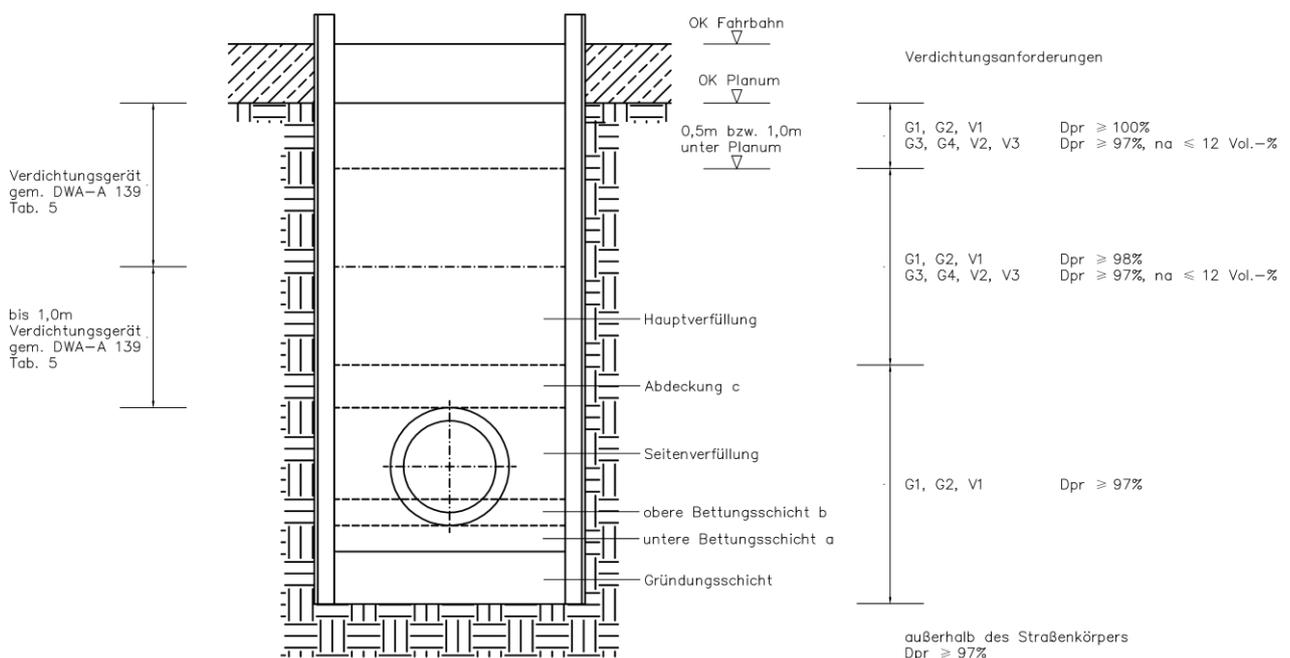
6.2 Folgerungen für Kanäle

6.2.1 Allgemeines

DIN EN 1610 „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ legt Anforderungen an die ordnungsgemäße Herstellung (Planung und Bau) und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen fest und beschreibt den europäischen Standard für Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden.

Gemäß ZTVE-StB 17 sind in definierten Zonen (Leitungszone, Hauptverfüllung etc.) und je Bodengruppe nach DIN 18 196 unterschiedliche Verdichtungsanforderungen zu erfüllen. Eine Zuordnung ausgewählter Bodenarten nach DIN 18 196 zu den Bodengruppen aus dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 und Verdichtbarkeitsklassen nach DWA-A 139 ist mit den Verdichtungsanforderungen in Abbildung 3 dargestellt. Zusätzlich sind die Herstellerangaben einzuhalten.

Abbildung 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17 gem. DWA-A 139



Die Rohrgrabenverfüllung im Straßenraum muss die Anforderungen an Verdichtung und Tragfähigkeit gemäß ZTV E-StB und ZTV A-StB erfüllen. Leitungsgräben müssen gemäß DIN 4124, DIN 18 300, DIN 18 303 und DIN 18 304 hergestellt werden.

6.2.2 Auflager/Rohrbettung

Die Rohrauflager sind entsprechend den Herstellerangaben und des Rohrmaterials sowie der DIN EN 1610 auszubilden. Für die statische Berechnung ist die ATV-DVWK-A 127 anzuwenden.

Die DIN EN 1610 unterscheidet zwischen drei verschiedenen Bettungstypen. Nach DWA-A 139 sollte Bettung Typ 1 die Regelausführung sein.

Bettung Typ 1 – In Fällen, bei denen kein geeigneter Boden für eine unmittelbare Rohrbettung ansteht, muss die Grabensohle tiefer ausgehoben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material eingebracht werden. Die in DIN EN 1610 angegebene Mindestdicke der unteren Bettungsschicht a sollte aufgrund langjähriger Erfahrungen gemäß DWA A-139 erhöht werden und bei normalen Böden mindestens $100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ in mm betragen.

Stehen in der Grabensohle Fels, steiniger Boden oder Böden mit fester Konsistenz bzw. dichter Lagerung an (z. B. Ton, Geschiebemergel, Moränenkies), sollte die untere Bettungsschicht unter dem Rohrschaft in einer Dicke $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ ausgeführt werden; sie muss mindestens 150 mm dick sein, um Lastkonzentrationen zu vermeiden.

Bettung Typ 2 und Typ 3 (direkte Auflagerung) dürfen in gleichmäßigen, relativ lockeren, feinkörnigen Boden verwendet werden, der eine Unterstützung der Rohre über deren gesamte Länge zulässt. Rohre des Bettung Typ 2 dürfen direkt auf die vorgeformte und vorbereitete, bei Typ 3 auf die vorbereitete Grabensohle eingebaut werden.

Die Bettung muss eine gleichmäßige Druckverteilung unter dem Rohr im Auflagerbereich sicherstellen. Über mindestens eine Rohrlänge muss der gleiche Bettungstyp ausgeführt werden.

Mit welcher Auflagersituation (Bodenschicht) bei der Herstellung der Kanäle zu rechnen ist, kann den in nächster Nähe vorliegenden Aufschlüssen (vgl. Anlage 1.3) entnommen werden.

Angaben zu geplanten Kanälen sowie deren Gründungstiefe liegen zum derzeitigen Bearbeitungsstand nicht vor. Nach den Erkundungsergebnissen ist mit Auflagersituationen in den Böden der Bodenschicht 1 (bindige Deckschicht) und Bodenschicht 2 (Kiese) zu rechnen.

Auflager im Bereich Bodenschicht 1 und 2 – bindige Deckschicht, mindestens steife Konsistenz; Kiese, mindestens mitteldichte Lagerung

Bei einem Auflager der Rohrsohlen in/auf den Böden der Bodenschichten 1 und 2 wird nach DIN EN 1610 die Ausführung des Bettung Typ 1 (Regelausführung) empfohlen.

Bei Auftreten weicher Konsistenzen ist von einer bereichsweisen instabilen Rohrsohle auszugehen. In diesen Bereichen müssen die anstehenden Böden durch einen Bodenaustausch mit ca. 40 cm Mächtigkeit ausgetauscht werden. Auffüllungsböden und ggf. vorliegende organische Einlagerungen sind grundsätzlich gänzlich auszutauschen. Zwischen Bodenaustausch und anstehenden bindigen Böden ist ein geotextiles Filtervlies (GRK 3) einzubauen und seitlich hochzuschlagen.

Ggf. auftretende breiige Böden oder organische Einlagerungen sind grundsätzlich gänzlich auszutauschen.

6.2.3 Wiederverfüllung

Die Verfüllung besteht aus der Seitenverfüllung, der Abdeckung innerhalb der Leitungszone sowie der Hauptverfüllung. Bauteile und Baustoffe müssen generell mit den Anforderungen des Planers und mit EN 476 übereinstimmen. Die schriftlichen Herstellerangaben sind zu berücksichtigen.

Böden zur Verfüllung müssen vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Die Wiederverwendung von Böden mit erhöhten Feinkornanteilen (V2- und V3-Böden) wird nach DWA-A 139 nicht empfohlen.

Leitungszone

Gemäß DIN EN 1610 dürfen Baustoffe für die Leitungszone entweder anstehender Boden, dessen Brauchbarkeit nachgewiesen wurde, oder angelieferte Baustoffe sein.

Baustoffe für die Bettung sollten keine Bestandteile enthalten, die größer sind als 22 mm bei $DN \leq 200$, 40 mm bei $DN > 200$ bis $DN \leq 600$ und 60 mm bei $DN > 600$. Für $DN < 100$ sind die schriftlichen Herstellerangaben zu berücksichtigen. Sonstige Fremdkörper, die im Zuge der Verfüllung Schäden verursachen können, sind zu entfernen.

Zwischen der Oberkante der Verfüllung der Leitungszone und dem Planum sollte im Regelfall eine Mindestüberdeckung von 30 cm, mindestens aber 15 cm über dem Rohrschaft bzw. 10 cm über der Rohrverbindung betragen eingehalten werden. Die Verdichtung darf in diesem Bereich nur mit Handstampfern oder mit geeigneten leichten Verdichtungsgeräten ausgeführt werden.

Zusätzlich sind jedoch die Herstellerangaben entsprechend der Rohrgröße zwingend einzuhalten. Im Allgemeinen ist sowohl innerhalb als auch außerhalb des Straßenkörpers ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97\%$ nachzuweisen.

Hauptverfüllung

Aushub mit darin enthaltenen Steinen bis maximal 300 mm Korngröße oder der Dicke der Abdeckung oder entsprechend der Hälfte der Dicke der zu verdichtenden Schicht – der jeweils geringere Wert ist maßgebend – sollte für die Hauptverfüllung verwendet werden. Dieser Wert darf darüber hinaus in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich (z.B. unter Straßen), von den Bodenbedingungen, dem Grundwasser und dem Rohrwerkstoff weiter verringert werden.

Wiederverwendbarkeit

Außerhalb der Leitungszone soll gemäß der ZTVE-StB 17 möglichst der ausgehobene Boden oder in Dammlage das für den Damm vorgesehene Schüttmaterial zur Grabenverfüllung verwendet werden. Innerhalb des Straßenkörpers ist ein Verdichtungsgrad D_{Pr} gemäß Abschnitt 4.3.2 der ZTVE-StB 17 nachzuweisen. Die Anforderung ist vom Verfüllmaterial abhängig.

Die beim Aushub gewonnenen Böden der Bodenschicht 1 sind nach ATV-DVWK-A 127 der Gruppe G4 und nach DWA-A 139 der Verdichtbarkeitsklasse V3 zuzuordnen und weisen eine schlechte Verdichtungsfähigkeit auf. Diese Bodenschichten sind ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserung durch Kalk-Zement-Zugabe) nicht zum Wiedereinbau geeignet. Böden mit breiiger Konsistenz sind grundsätzlich ungeeignet. Insbesondere unter Wasserzutritt nimmt die Verdichtungsfähigkeit stark ab, weshalb die Verwendung von Fremdböden empfohlen wird.

Die beim Aushub gewonnenen Kiese der Bodenschicht 2 sind nach ggf. Abtrocknung grundsätzlich sehr gut verdichtbar und überwiegend der Gruppe G1/G2 nach ATV-DVWK-A 127 sowie nach DWA-A 139 der Verdichtbarkeitsklasse V1 zuzuordnen.

Bei der Verwendung von Fremdböden ist darauf zu achten, dass möglichst gering durchlässige Böden im Bereich mit überwiegend anstehenden bindigen Böden eingebaut werden, um Dränwirkungen der Kanalgräben zu verhindern. Hierzu sollten gut verdichtbare nicht bindige Böden mit etwa 15 % Feinkornanteil verwendet werden. Alternativ sind entsprechende Querschotte zu installieren.

6.2.4 Gründung der Schächte

Für die Gründung der Schächte in den Böden der Bodenschicht 2 mit mindestens mitteldichter Lagerung können die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands nach Kapitel 5.2 Tabelle 6 verwendet werden. Bei einer Plattengründung kann der Bettungsmodul gemäß Kapitel 5.3 verwendet werden.

Breiige/organische Böden sind grundsätzlich gänzlich auszutauschen und durch ein geeignetes Bodenmaterial oder eine Magerbetonlasttieferführung zu ersetzen.

Welche Böden im Bereich der Bauteile zu erwarten sind, kann den in nächster Nähe dazu durchgeführten Aufschlüssen gemäß dem Lageplan der Anlage 1.3 sowie den Bodenprofilen entnommen werden.

6.3 Verbau/Wasserhaltung für Kanäle

6.3.1 Aushubsohle oberhalb Grundwasser

Bei ausreichendem Abstand zu Gebäuden etc. wird im Kanalgraben nach derzeitigen Erkundungserkenntnissen überwiegend ein herkömmlicher Plattenverbau einsetzbar sein.

In Engstellenbereichen bzw. bei Kanalerstellung nahe an Gebäuden sind Verbauarten zu wählen, welche den statischen Erfordernissen entsprechen. Je nach Detailplanung ist jedoch ein Abrücken von Gebäuden außerhalb des Lastausbreitungswinkels des Fundamentes empfehlenswert.

Der vorausseilende Aushub sollte in geringen Tiefenabschnitten erfolgen, um ein seitliches Einbrechen der Wandungen der Kiese der Bodenschicht 2 zu verhindern.

In Engstellenbereichen sind entsprechend kurze Bauabschnitte bei sorgfältiger Bauausführung unter Anwendung eines statisch ausreichenden Gleitschienenverbau notwendig. Alternativ sind bei Einschneiden des Kanalgrabens in den Lastausbreitungswinkel der Fundamente Sonderbauweisen (z.B. Linearverbau, Dielenpressverbau, o.ä.), welche einen höheren Kostenaufwand verursachen, zu wählen.

In Engstellenbereichen ist die letztendlich zu wählende Verbauart in Detailuntersuchungen (Feststellung der Fundamentunterkanten, genaue Abstände zu Kanalgräben, Fundamenten etc.) gemeinsam mit dem Planer festzulegen.

6.3.2 Aushubsohle unterhalb Grundwasser

Bei niedrigen Grundwasserständen können o.g. Verbauten bei gleichzeitiger offener Wasserhaltung mittels Pumpensämpfen und Längsdränagen ebenfalls angewendet werden. Offene Wasserhaltungsmaßnahmen sind jedoch aufgrund der großen Durchlässigkeiten der Kiese der Bodenschicht 2 nur bis zu einem Absenkungsbetrag bis etwa 40 cm möglich. Hierbei sind eine zusätzlich mindestens 20 cm „trockene“ Auflagersohle zu berücksichtigen.

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde Grundwasser gemäß Kapitel 3.3 angetroffen. Nach Kapitel 3.3 ist der Bemessungswasserstand bei 323,00 m ü. NN anzusetzen.

Aufgrund der vorliegenden Grundwasserverhältnisse sind deshalb mit zeitlichem Vorlauf geschlossene Wasserhaltungsmaßnahmen mittels Schwerkraftentwässerung außerhalb des Kanalgrabens erforderlich. Bei den zu erwartenden großen Absenkungsbeträgen bei geschlossenen Wasserhaltungen und der damit einhergehenden möglichen Setzungsgefahr durch daraus resultierende große Absenktrichter und weitreichende schädliche Einflüsse auf Nachbarbauten und Erschließungsstraßen wird von einer geschlossenen Wasserhaltung abgeraten.

Vorliegend wird deshalb ein dichter Baugrubenverbau mittels z.B. Spundwänden empfohlen. Aufgrund der größtenteils dichten Lagerungsverhältnisse der Kiese der Bodenschicht 2 sind Rammbehinderungen gegeben, weshalb Zusatzmaßnahmen wie Vorbohren/Spülen und ggf. Austauschbohrungen/Lockerungsbohrungen notwendig werden können. Zur Reduzierung der Wasserhaltungen sind die Spundwanddielen möglichst in eine tiefere gering durchlässige Bodenschicht (Wasserstauer) einzubinden. Vorliegend wurde diese Bodenschicht mit den durchgeführten Kleinrammbohrungen nicht erkundet.

Für genaue Aussagen hinsichtlich Tiefenlage und Dichtheit des tertiären Grundwasserstauers, zur Erkundung seines Verlaufs und damit zur genaueren Abschätzung bzgl. des auszuführenden dichten Baugrubenverbau sind ergänzende, tiefreichende und verrohrte Rammkernbohrungen notwendig.

Aufgrund der Grundwasserverhältnisse wird in wirtschaftlicher Hinsicht angeraten, möglichst geringe Sohliefen der Kanäle anzustreben.

Um detaillierte Angaben zu den Grundwasserhöhen am Baugrundstück zu erhalten wird empfohlen, eine Grundwassermessstelle mit Pegelschreiber zu installieren.

6.4 Wasserhaltung für Bauwerke

Bei der Herstellung von Baugruben für nichtunterkellerte Gebäude sind gemäß den Erkundungsergebnissen mutmaßlich nur untergeordnet Wasserhaltungsmaßnahmen zur Ableitung von Oberflächen-/Niederschlags- und ggf. Schichtenwässern erforderlich (vgl. Kapitel 3.3 und Kapitel 5). Diese können offen mittels Pumpensämpfen und Längsdränagen abgeleitet werden.

Bei einer Einfach-Unterkellerung (insgesamt 1 unterirdisches Stockwerk) ist nach den derzeitigen Erkenntnissen von einem ausreichenden Abstand zwischen Gründungssohle (ca. 3,00 m u. GOK) und Grundwasserstand (vgl. Kapitel 3.3) auszugehen. Für die Herstellung von unterkellerten Bauwerken mit einem unterirdischen Stockwerk ist mit einer Entsorgung unterschiedlich stark laufender Oberflächen-/Niederschlags- und Schichtenwässer zu rechnen. Diese können offen mittels Pumpensämpfen und Längsdränagen abgeleitet werden. Bei stärkeren Schichtwasserzutritten in Bodenschicht 2 können zur Erhöhung der Suffosionsstabilität und zur Vermeidung von Ausspülungen der Baugrubenböschungen Auflastfilter unter Auflage eines geotextilen Filtervlieses mit Schroppen erforderlich werden.

Bei Mehrfach-Unterkellerung (insgesamt mehr als 1 unterirdisches Stockwerk, vgl. Systemschnitt gem. U7: Gebäude im Bereich BS 2) und jahreszeitlich ungünstigen Wasserverhältnissen ist nach den derzeitigen Erkenntnissen eine Wasserhaltung oder dichter Verbau notwendig. Dies ist jedoch in einer Baugrundhauptuntersuchung sowie nach Vorlagen von Detailplanungen für die einzelnen Parzellen zu prüfen und zu erkunden.

Für ggf. geplante Pumpwerke etc., deren Gründungssohlen unterhalb von ca. 5 m u. GOK zum Liegen kommen, ist ein dichter Verbau mit Restwasserhaltung erforderlich (siehe Kapitel 6.3.2).

Dies ist jedoch in einer Baugrundhauptuntersuchung nach Vorlage von Detailplanungen zu prüfen.

6.5 Baugrubenböschung/Verbau

Nach DIN 4124 dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,25$ m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10 oder bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2 ansteigt. Am oberen Rand ist beidseitig ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten. Bei Grabentiefen bis 0,80 m darf auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden. Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,75$ m können nur unter Einhaltung aller Voraussetzungen gemäß DIN 4124 abgeböscht bzw. gesichert hergestellt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 für die Böden der Bodenschicht 1 Böschungswinkel $\beta \leq 60^\circ$ bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden. Hierfür ist am oberen Böschungsrand ein mindestens 1,20 m breiter Schutzstreifen freizuhalten.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 für die Böden der Bodenschicht 2 Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden. Hierfür ist am oberen Böschungsrand ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten.

Für Fahrzeuge, Baumaschinen oder Baugeräte ist gemäß DIN 4124 bei nicht verbauten Baugruben und Gräben mit Böschungen ein Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens

- $\geq 1,00$ m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO einhalten (z.B. PKW, Omnibusse, übliche Lastzüge) und Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht
- bzw. $\geq 2,00$ m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO überschreiten und Baugeräte bei mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Bei höheren Böschungen oder wenn ungünstige Gegebenheiten oder ein ungünstiger Einfluss (z.B. Störungen des Bodengefüges, Verfüllungen oder Aufschüttungen, Grundwasserabsenkungen, Zufluss von Schichtenwasser, starke Erschütterungen, etc.) die Standsicherheit oder bauliche Anlagen o.ä. gefährden, sind Böschungen entsprechend flacher auszubilden und durch eine Böschungsbruchberechnung nachzuweisen und ggf. zu verbauen. Lose Steine/Blöcke sind abzutragen!

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Allgemeinen reicht hierzu ein Abdecken mit Folien aus. Es ist in jedem Fall auf eine funktionsfähige Windsogsicherung zu achten.

6.6 Erdarbeiten

für Bauwerkshinterfüllungen

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche sowie den Überschüttbereich grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SW/SI/SE/GW/GI/GE/SU/ST/GU/GT nach DIN 18 196 geeignet. In Verbindung mit einer qualifizierten Bodenverbesserung können auch gemischt- und feinkörnige Böden der Gruppen SU*/ST*/GU*/GT*/TL/TM/UM/UL nach DIN 18 196 verwendet werden. Böden und Baustoffe nach den TL BuB E-StB, sofern sie in o.g. grob- und gemischtkörnigen Bodengruppen mit weniger als 15 Gew.-% Korn unter 0,063 mm entsprechen, können ebenfalls eingebaut werden. Bei Straßen der Belastungsklassen \geq Bk10 der RStO 12 sollten vorzugsweise grobkörnige Böden der Gruppe SW, SI, GW, GI zum Einsatz kommen.

Die im Zuge des Aushubs gewonnenen Tone der Bodenschicht 1 sind nach DIN 18 196 als schlecht bis sehr schlecht für die Verwendung als Bauwerkshinterfüllung zu bewerten und ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserungsmaßnahmen etc.) nicht wieder einbaufähig. Weiche und breiige Böden sind grundsätzlich nicht für den Wiedereinbau geeignet.

Die Kiese der Bodenschicht 2 sind nach DIN 18 196 für den Wiedereinbau nach Abtrocknung (bei Grundwasserkontakt) als gut geeignet zu bewerten.

Alternativ kann gut verdichtbarer und nicht bindiger Fremdboden eingebaut werden.

Die Hinterfüllung ist lagenweise (höchstens 30 cm Dicke) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ einzubauen. Beim Verdichten in engeren Arbeitsräumen sowie die unmittelbar an die Wände grenzenden Hinterfüllbereiche und Böschungskegel etc. sind mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten. Das Hinterfüllmaterial ist grundsätzlich mit der statischen Erddruckbemessung des Bauwerks abzustimmen.

für Verkehrsflächen

Die Straßen- und Platzbefestigungen sind nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) bzw. entsprechend den statischen Vorgaben zu planen.

Die im Erdplanumsbereich überwiegend anstehenden Böden der Bodenschichten 1 und 2 (partiell) sind nach ZTVE-StB 17 überwiegend einer Klassifikation der Frostempfindlichkeitsklasse F2 bis F3 zuzuordnen. Für Verkehrsflächen ist ein Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

Dieser Wert wird auf den anstehenden Böden der Bodenschicht 1 nicht erreicht und auf den anstehenden Böden der Bodenschicht 2 bei intensiver Nachverdichtung erreicht werden können.

Evtl. anstehende Auffüllungsböden oder aufgeweichte, bindige Böden sind zur Vermeidung langfristiger Setzungen gänzlich durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Es sollte deshalb ohne derzeit genauere Versuchserkenntnisse partiell im Bereich von Bodenschicht 1 von einem Bodenaustausch mit ca. 40 cm mit gut verdichtbarem, nicht bindigen Boden auf einem geotextilen Filtervlies (GRK 3) ausgegangen werden. Im Bereich mit ggf. weichen Konsistenzen in Bodenschicht 1 ist mit größeren Bodenverbesserungs-/Bodenaustauschmaßnahmen bzw. ggf. einer unteren zusätzlichen Schropfenlage zu rechnen. Zwischen Bodenaustausch und ggf. noch darunter anstehenden bindigen Böden sollte zusätzlich ein geotextiles Filtervlies (GRK 3) eingebaut werden. Alternativ ist ein Bodenaustausch bis zu den mindestens mitteldicht gelagerten Kiesen der Bodenschicht 2 ausführbar.

Die genaue Dimensionierung des Bodenaufbaus ist vor Ort durch Plattendruckversuche und/oder in Abhängigkeit der statischen Vorgaben zu ermitteln und möglichst vorab durch die Anlage von Probefeldern zu ermitteln bzw. zu bestätigen!

Für die Anlage von Baustraßen gelten die o.g. Grundsätze gleichermaßen.

Künstlich hergestellter Baugrund/Gründungspolster/Geländeauftrag

Witterungsbedingt ggf. aufgeweichte obere Bodenschichten, Mutterboden etc. sind vor Aufbringung der ersten Schüttung auszutauschen. Die Geländeaufschüttung sollte für eine gleichmäßige Setzung eine einheitliche Dicke aufweisen.

Sickerwässer, Quellen und sonstige Wasserzuflüsse sind vor dem Überschütten zu fassen und abzuleiten.

Auf UK Bodenaustausch sollte ein geotextiles Vlies GRK 3 verlegt werden.

Als Bodenaustauschmaterial ist gut verdichtbarer, nicht bindiger Boden lagenweise (ca. 30-35 cm) einzubauen. Ab Außenkante Fundament/Bodenplatte ist ein Lastausbreitungswinkel $\alpha \leq 45^\circ$ (Rundkornmaterial) bzw. $\alpha \leq 60^\circ$ (gebrochenes Bodenmaterial) zur Horizontalen zu berücksichtigen. Es empfehlen sich für die Anpassungsmaßnahmen Auffüllkiese der Bodengruppe GW oder gemischtkörnige Böden der Bodengruppe GU, SU, GT, ST nach DIN 18 196.

Beim Einbau von Bodenaustauschmaterial ist insbesondere auch als Grundlage für die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ im Mittel, mindestens jedoch $D_{Pr} = 98\%$ nachzuweisen.

Alle Schüttilagen sollten möglichst in der vollen Arbeitsbreite eingebaut werden. Nach dem Verteilen soll möglichst umgehend verdichtet werden. Die Böschungsbereiche sind sorgfältig mitzuverdichten, ggf. sind die Böschungflächen zusätzlich von außen zu verdichten und zu glätten. Alle Auftragsflächen sind beim Einbau von witterungsempfindlichem Material mit mindestens 6% Seitengefälle anzulegen, damit das Oberflächenwasser sofort abfließen kann. Bei Beginn ungünstiger Witterung ist jede Schüttilage sofort zu verdichten sowie bei Abschluss der Tagesleistung die verdichtete Fläche glattzuwalzen.

6.7 Abdichtung/Dränung/Aufschwimmen für Bauwerke

Nach derzeitigen Erkenntnissen kann bei einer Gründung in den Böden der Bodenschicht 2 und bei einer vollständigen Hinterfüllung mit stark durchlässigem Boden ($k > 10^{-4}$ m/s) bis Bodenschicht 2 sowohl bei nicht unterkellerten als auch bei einfach-unterkellerten Bauwerken eine Abdichtung ohne Dränung gegen Stau- und Sickerwasser nach DIN 4095, Kapitel 3.6 b, ausgeführt werden.

Sollten beim Geländeeinschnitt Schicht-/Quellwasserzutritte auftreten, wird ggf. eine Abdichtung ohne Dränung mittels „Weißer Wanne“ nach DIN 4095, Kapitel 3.6c, notwendig (vgl. Kapitel 3.3).

Bei der Ausführung einer Unterkellerung mit mehr als einem Untergeschoss ist nach derzeitigen Erkenntnissen nach DIN 4095, Kapitel 3.6c, eine Abdichtung ohne Dränung mittels „weißer Wanne“ erforderlich.

Dies ist jedoch in einer Baugrundhauptuntersuchung für die einzelnen Parzellen nach Vorlage von Detailplänen zu prüfen.

Die DIN 18 195 sowie DIN 18 533 für Bauwerksabdichtungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen ist gem. DIN EN 1997-1 zu führen. Während der Baumaßnahme kann die Sicherheit gegen Aufschwimmen durch entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen, Baugrubenabdichtungen, Flutungsöffnungen etc. gewährleistet werden. Im Endzustand können zusätzlich entsprechende Lasterhöhungen durch Eigengewicht, Auftriebsanker etc. erforderlich sein. Der Bemessungswasserstand ist entsprechend Kapitel 3.3 festzulegen.

6.8 Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Der Durchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht 2 wurde nachfolgend aus den im Labor untersuchten Bodenproben ermittelt (siehe Anlage 4, Labordatenblätter).

Tabelle 8: Durchlässigkeitsbeiwert aus der Laboruntersuchung

Probenbezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Bodenschicht Nr.	Mittelwert k_f [m/s]
BS2-D2	$2,079 \cdot 10^{-4}$	2	$4,266 \cdot 10^{-4}$
BS4-D2	$6,453 \cdot 10^{-4}$	2	

6.9 Versickerungsmöglichkeit

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 kann unbedenkliches und tolerierbares Niederschlagswasser entwässerungstechnisch in einem relevanten Versickerungsbereich mit einem k_f -Wert im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s versickert werden. Sind die k_f -Werte kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen die Versickerungsanlagen lange ein, wobei dann anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Die gem. DWA-A 138 zugelassenen Verfahren zur Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f (Abschätzung nach Bodenansprache, Labormethoden, Feldmethoden) sind in ihrer Anwendung in der Regel auf die Einhaltung bestimmter Randbedingungen eingeschränkt.

So wird gemäß DWA-A 138 beispielsweise bei Anwendung einer Feldmethode in der ungesättigten Zone kaum eine vollständige Sättigung des Bodens oder Untergrundes zu erreichen sein, während die Koeffizienten, die bei der Auswertung von Sieblinien verwendet werden, sich auf einen gesättigten Grundwasserleiter mit horizontaler Strömungsrichtung beziehen.

Damit die Bemessung der Versickerungsanlagen nach gleichen Voraussetzungen erfolgen kann, ist ein sog. Bemessungs- k_f -Wert zugrunde zu legen. Dieser ergibt sich, wenn der methoden-spezifische k_f - oder k -Wert mit einem empirisch ermittelten Korrekturfaktor multipliziert wird. Die Ergebnisse einer Sieblinienauswertung sind dabei besonders stark zu korrigieren.

Nach DWA-A 138 ist die im Labor ermittelte Durchlässigkeit zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes für Versickerungen noch mit einem Korrekturfaktor von 0,2 (Labormethoden, Sieblinienauswertung) zu multiplizieren, wonach sich folgender mittlerer Bemessungs- k_f -Wert der Bodenschicht 2 (vgl. Tabelle 7) ergibt:

Bemessungs- k_f -Wert der Kiese (Bodenschicht 2): $k_f = 8,5 \cdot 10^{-5}$ m/s

Die Durchlässigkeit der anstehenden bindigen Deckschicht der Bodenschicht 1 liegt außerhalb des versickerungsfähigen Bereichs nach DWA A 138. Eine Versickerung in dieser Bodenschicht ist vorliegend nicht ausführbar.

Zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen bei einer Versickerung etc. in Bodenschicht 2 kann der ermittelte mittlere Bemessungs- k_f -Wert zugrunde gelegt werden. Die Versickerung ist vor Ausführung mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt hinsichtlich Zulässigkeit abzustimmen. Nach DWA-A 138 setzt eine Versickerung einen ausreichenden Abstand (mindestens 1 m) zum höchsten mittleren Grundwasserstand voraus.

7. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG

7.1 Allgemeines

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand nach DIN 18 300 (2019-09) vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Erdarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist. Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen. Die Einteilung in Homogenbereiche ist den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

7.2 Homogenbereiche

Die nachfolgende Einteilung in Homogenbereiche kann für flächenhaften Aushub Anwendung finden. Bei Lösen von Boden im Bereich von Kanalgräben, wo eine Trennung der einzelnen Bodenschichten nur bedingt möglich ist, sind alle Bodenschichten zu einem Homogenbereich zusammenzufassen. Eine Trennung erfolgt lediglich zwischen Boden (Homogenbereiche B1 bis B2) und z.B. ggf. anstehendem Felsgestein (Homogenbereich X).

Aufgrund der Lage des Baugeländes sowie der derzeitigen landwirtschaftlichen Nutzung des Baufeldes ist eine bis zu mehreren Dezimetern mächtige Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) entsprechend Anlage 1.3 und Anlage 2 vorhanden. Der Mutterboden ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen (§ 202 BauGB „Schutz des Mutterbodens“). Der Mutterboden weist partiell anthropogene Beimengungen in Form von Ziegelbruchstücken auf.

Für die Korngrößenverteilung werden die Kornkennzahlen im Übergangsbereich zwischen den einzelnen Böden (A: Massenanteil Ton, B: Massenanteil Schluff, C: Massenanteil Sand, D: Massenanteil Kies, E: Massenanteil Steine sowie Blöcke und große Blöcke) als Ober- und Untergrenze angegeben. Die angegebenen Zahlenwerte beschreiben den Massenanteil in Prozent.

Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Zahlenwerte beziehen sich direkt auf die einzelnen Homogenbereiche/Böden. Wenn in den Tabellen keine Zahlenwerte angegeben sind, begründet sich dies durch die unterschiedlichen Böden. Hierbei ist zwischen bindigen und gemischt-/grobkörnigen Böden zu unterscheiden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Kennwerte ausschließlich zur Beschreibung der Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche zu verwenden sind. Für Berechnungen sind die charakteristischen Bodenkennwerte nach Kapitel 4 heranzuziehen.

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Vorliegend wurden die Homogenbereiche unter Berücksichtigung der für den gelösten Boden und Fels vorgesehenen Verwendung festgelegt.

Sollen verschiedene Böden oder Fels unterschiedlich verwendet werden, sind sie getrennt zu lösen und hierfür jeweils eigene Homogenbereiche zu bilden und entsprechend anzupassen.

7.3 Homogenbereiche nach DIN 18300 (2019-09) „Erdarbeiten“

Tabelle 9: Homogenbereiche Boden B1 und B2 nach DIN 18 300 (2019-09) „Erdarbeiten“

Parameter	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2
	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2
ortsübliche Bezeichnung	bindige Deckschicht, steife bis halbfeste Konsistenz	Kiese
Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/obere)	A (0/30); B (40/70); C (20/0); D (35/0); E (5/0);	A (0/5); B (0/20); C (20/35); D (65/40); E (15/0);
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1 [%]	0 – 5	0 – 15
Dichte (feucht) nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2 [g/cm ³]	1,95 – 2,10	1,90 – 2,20
undrännierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18 136 oder DIN 18 137-2 [kN/m ²]	35 – 100	0 – 10
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 [%]	10 – 35	0 – 10, gesättigt bei Grundwasserkontakt
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1 [%]	10 – 25	- ²⁾
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	0,75 – 1,25	- ²⁾
Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126	- ¹⁾	untergeordnet 0,30 – 0,50 überwiegend 0,50 – 0,75
organischer Anteil nach DIN 18 128 [%]	2 – 10	0 – 5
Bodengruppe nach DIN 18 196	TL/TM	GW/GU/GT

¹⁾ nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

²⁾ nur bei bindigen Böden

8. KONSTRUKTIONSGRUNDSÄTZE FÜR DAS REGENRÜCKHALTEBECKEN (VORBEMESSUNG)

8.1 Allgemeines

Die nachfolgend erarbeiteten Bauhinweise wurden aufgrund Literatur- und Erfahrungswerte ohne rechnerischen Nachweis erarbeitet. Um genaue Aussagen hinsichtlich der Böschungsstand-sicherheiten (luft- und wasserseitig), Strömungsverhältnisse, Sickerwasserlinien etc. angeben zu können, sind grundsätzlich statische Nachweise durchzuführen. Hierzu sind detaillierte Angaben über die Geometrie, Konzeptionsdetails des Bauwerks als auch ggf. ergänzende Erkundungen mit Laboruntersuchungen notwendig.

Für die Bemessung des Regenrückhaltebeckens sind die Hinweise und Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 117 sowie der DIN 19 700 und hier im Wesentlichen die Teile 10 bis 12 zu berücksichtigen. Für den Nachweis der Tragsicherheit gilt DIN 19 700-11 (2004-07) Abschnitt 7.

Nach U7 ist im südwestlichen Bereich des Erschließungsgebiets zwischen den Parzellen P41 und P48 sowie im südöstlichen Bereich des Erschließungsgebiets zwischen den Parzellen P32 und P33 jeweils ein Regenrückhaltebecken projektiert. Nach den zur Verfügung gestellten Planunterlagen (Bebauungsplankonzept) ist das projektierte Becken gem. DIN 19 700-12 als sehr kleines Becken klassifiziert.

Die derzeitige natürliche Geländeoberkante des Baufeldes im Bereich des projektierten Regenrückhaltebeckens zwischen den Parzellen P41 und P48 befindet sich bei 327,75 m ü. NHN (Aufschluss BS 4). Das Bestandsgelände des Baufeldes im Bereich des projektierten Regenrückhaltebeckens zwischen den Parzellen P32 und P33 liegt bei ca. 330,00 m ü. NHN. Aufgrund der Topografie werden Einschnittsböschungen sowie ggf. Dammbaumaßnahmen erforderlich.

Zum gegenwärtigen Bearbeitungsstand liegen keine Detailplanungen sowie Angaben zu Beckensohlen, Böschungflächen/-neigungen (luft- und wasserseitig) etc. für die geplanten Rückhaltebecken vor. Im Bereich BS 4 liegt die Beckensohle in Abhängigkeit der geplanten Gründungstiefe in den Böden der bindigen Deckschicht der Bodenschicht 1 bzw. in den Kiesen der Bodenschicht 2 (vgl. Anlage 1.3).

Die Beckensohle sollte grundsätzlich mit einem Sicherheitsaufschlag von etwa 50 cm auf den Schicht-/ Grundwasserhorizont projektiert werden. Im Bereich des projektierten Beckens zwischen den Parzellen P41 und P48 wurde beim Aufschluss BS 4 ein Grundwasserhorizont von 5,10 m u. GOK \pm 322,65 m ü. NHN erkundet (vgl. Kapitel 3.3). Um den Regenrückhalt im Becken nicht zu verringern, darf das Regenrückhaltebecken grundsätzlich nicht in den Schichtwasser- bzw. Grundwasserhorizont einbinden.

Ein Einschneiden in den Wasserhorizont würde zudem einen erheblichen Aufwand von Abdichtungsmaßnahmen mittels z.B. Spundwänden, Schmalwänden etc. erfordern.

In der Regel werden bei Regentrückhaltebecken die Absperrbauwerke als Staudämme mit Innendichtungen und bei ggf. geeignetem Dammschüttmaterial sowie geringen Stauhöhen auch als homogene Staudämme ausgebildet. Die Sickerlinie darf in keinem Belastungsfall auf der luftseitigen Böschung austreten.

8.2 Dammschüttung

Nach Möglichkeit soll das beim Aushub des geplanten Beckens, sowie das beim Leitungs- und Kanalbau anfallende Bodenmaterial als Schüttmaterial für den Erdstaudamm dienen.

Für homogene Erdbaustaudämme, welche gleichzeitig Dichtungs- und Stützfunktion übernehmen, können bindige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen GU*/GT*/SU*/ST*/UM/UL/TM/TL nach DIN 18 196 verwendet werden. Der Anteil an Feinkorn $d \leq 0,002$ mm soll mindestens 20% betragen. Es ist ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s einzuhalten. Die beim Kanal- und Leitungsbau sowie mutmaßlich beim Beckenaushub anfallenden Böden der Bodenschicht 1 erfüllen diese Anforderungen und können daher für den Einbau im Erdstaudamm verwendet werden. Die Kiese der Bodenschicht 2 erfüllen diese Anforderungen nicht. Ggf. anstehende Böden mit breiigen Konsistenzen (unter Wasserzufluss zu erwarten), sowie Böden mit erhöhten organischen Beimengungen (nicht erkundet) sind vom Wiedereinbau auszuschließen.

Nach ZTV-W LB205 sind bei der Herstellung von wasserbelasteten Dämmen oder Deichen Inhomogenitäten in der Kornzusammensetzung sowie der Lagerungsdichte auszuschließen. Der Boden ist zur Einhaltung der Erosions- und Suffosionssicherheit bei grobkörnigen Böden der Gruppen GE, SE, GW, SW und GI, SI sowie bei gemischt- und feinkörnigen Böden der Gruppen GU, GT, SU, ST, OH und OK mit einem Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 100\%$ einzubauen. Für gemischt- und feinkörnigen Böden der Gruppen GU*, GT*, SU*, ST*, U, T, OU und OT ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 97\%$ und ein Porenluftvolumen n_a von max. 12% einzuhalten.

Um den geforderten Verdichtungsgrad zu erzielen, dürfen bei bindigen Böden die optimalen Wassergehalte w_{opt} während der Verdichtung nicht überschritten werden. Daher sind die Einbau- und Verdichtungsmaßnahmen den Witterungsverhältnissen anzupassen und durch Zugabe geeigneter Stoffe (Kalk, Zement) herabzusetzen. Vorliegend ist deshalb eine Bodenverbesserung der Aushubböden (Bodenschicht 1) notwendig.

Aufgrund der starken Witterungsempfindlichkeit der Böden der Bodenschicht 1 unterliegt die Zugabemenge eines Kalk-Zement-Gemisches starken Schwankungen. Im Vorfeld der Planungen sollte von ca. 2-3 [Gew.-%] Kalk-/ Zementgemisch (1/2 Kalk/ 1/2 Zement) ausgegangen werden. Aufgrund der teils halbfesten Konsistenzen sowie bei trockener Witterung sollte zusätzlich eine Bewässerung eingeplant werden.

Alle Schüttlagen sollen möglichst in voller Arbeitsbreite eingebaut werden. Schüttmaterial sollte profilmäßig angepasst und mit langsam fahrender Verteilerraupe ausgebracht werden. Nach dem Verteilen soll möglichst umgehend verdichtet werden. Die Böschungsbereiche sind sorgfältig mitzuverdichten, ggf. sind die Böschungsf lächen zusätzlich von außen zu verdichten und zu glätten.

Alle Auftragsflächen sind bei Einbau von witterungsempfindlichen Materialien mit mindestens 6% Seitengefälle anzulegen, damit das Oberflächenwasser sofort abfließen kann. Bei Beginn ungünstiger Witterung ist jede Schüttlage sofort zu verdichten sowie bei Abschluss der Tagesleistung die verdichtete Fläche glatt zu walzen.

8.3 Einschnittsböschungen

Der Bereich der Einstaufläche soll ggf. durch Dammbaumaßnahmen sowie Einschnittsböschungen hergestellt werden. Angaben zu den Böschungsneigungen liegen nicht vor.

Für die im Böschungsbereich maßgeblichen Böden (Bodenschicht 1) sind die Böschungsneigungen ausreichend flacher als 1 : 1,25 gemäß der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (ohne Strömungsdruck) zu projektieren. Zusätzlich sollte eine Berme mit einer Breite von 1,00 m eingeplant werden. Die genauen Böschungsneigungen sind zwingend in einer Böschungsbruchberechnung nach DIN 4085 zu ermitteln.

Die in der Böschung überwiegend anstehenden Böden der Bodenschicht 1 sind nach DIN 18130 als sehr schwach durchlässig zu beurteilen. Die in der Böschung anstehenden Kiese der Bodenschicht 2 sind als durchlässig zu beurteilen, weshalb im Bereich anstehender Kiese der Bodenschicht 2 eine entsprechende mineralische Endoberflächenabdichtung oder Ähnliches notwendig ist. Hierfür kann z.B. ein Lehmschlag mit einer Mächtigkeit von 40–50 cm aufgebaut werden.

Aushubbedingte Auflockerungen sind durch Verdichtung wieder rückgängig zu machen. Es sollte ein Verdichtungsgrad D_{Pr} entsprechend ZTVE-StB 17, Kap. 4.3.2, und/oder der statischen Bemessung nachgewiesen werden.

8.4 Beckensohle

Die in der Beckensohle ggf. zu erwartenden Böden der Bodenschicht 1 sind als schwach durchlässig zu bewerten. In der Beckensohle anstehende Böden der Bodenschicht 1 sind für eine natürliche Abdichtung als geeignet zu betrachten.

In der Beckensohle anstehende Böden der Bodenschicht 2 sind für eine natürliche Abdichtung aufgrund der hohen Durchlässigkeit als ungeeignet anzusehen, weshalb hier die Einbringung eines Lehmschlags im Bereich von ca. 50 cm erforderlich ist.

Auflockerungen in der Aushubzone sind durch Nachverdichtungsarbeiten entsprechend rückgängig zu machen. Es sollte ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ nachgewiesen werden.

9. ALTLASTENORIENTIERENDE VORUNTERSUCHUNG VON AUSHUBBODEN

9.1 Probenahme/Analytik

Im Hinblick auf die Entsorgung bzw. Wiederverwendung des Bodenaushubs wurde eine Bodenmischprobe mit der Bezeichnung MP 1 auf die Parameter gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen LVGBT im akkreditierten und zertifizierten Prüflabor der GBA Analytical Services GmbH, München-Vaterstetten, untersucht (vgl. Anlage 4). Die durchgeführte Laboranalytik umfasst die in der Tabelle 2 zusammengestellte Untersuchung.

9.2 Bewertungsgrundlage

Für die Beurteilung der Analysenergebnisse der Bankettproben werden die Zuordnungswerten des „Leitfadens zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (Bay. StMUV) mit Stand vom 23.12.2019, Anlage 2 und 3, Tab. 1 und 2.

Für die Beurteilung der möglichen Wiederverwendung von Boden mit den entsprechenden Schadstoffgehalten sind im Merkblatt M20 (1997) der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Zuordnungswerte definiert.

Hierbei bedeutet im Einzelnen:

- Die Gehalte bis zum Zuordnungswert Z0 kennzeichnen natürlichen Boden. Bei Unterschreitung des Zuordnungswertes Z0 ist im Allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau von Boden möglich.
- Die Zuordnungswerte Z1.1 und gegebenenfalls Z1.2 stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser. Bei Einhaltung der Z1.1-Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten. Aufgrund der im Vergleich zu den Zuordnungswerten Z1.1 höheren Gehalte ist bei der Verwertung bis zur Obergrenze Z1.2 ein Erosionsschutz (zum Beispiel geschlossene Vegetationsdecke) erforderlich.
- Für die Verwertung ist zu folgern, dass bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z1 (Z1.1 und gegebenenfalls Z1.2) ein offener Einbau von Boden in Flächen möglich ist, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind. Dies gilt unter anderem für Parkanlagen, sofern diese eine geschlossene Vegetationsdecke haben. In der Regel sollte der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

- Die Zuordnungswerte Z2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Bei der Unterschreitung der Zuordnungswerte Z2 ist ein Einbau von Boden unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, wie zum Beispiel als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und gebundenen Tragschichten möglich. Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand sollte mindestens 1 m betragen.

Bei Überschreitungen der Z2 Zuordnungswerte gemäß Leitfaden sind für die Beurteilung der Analyseergebnisse aus abfalltechnischer Sicht (Entsorgung) die Zuordnungswerte gemäß Deponieverordnung (DepV) mit Stand vom 27.04.2009 heranzuziehen.

9.3 Ergebnisse der Deklarationsanalytik

Die durchgeführten Laboruntersuchungen ergaben folgende maßgebliche Ergebnisse:

Tabelle 10: Ergebnisse der altlastenorientierenden Voruntersuchung

Probenbezeichnung	maßgebliche Parameter der Untersuchung nach Leitfaden			Einstufung gem. Leitfaden	maßgebliche Parameter der Untersuchung der Ergänzungsparameter gemäß DepV*	Einstufung DepV*
	Parameter	Einheit	Ergebnis			
Mischprobe Bodenaushub MP1 (BS1-D1, BS2-D1, BS2-D2, BS3-D1, BS3-D2, BS4-D1, BS5-D1, BS6-D1, BS7-D1, BS7-D2)	keine erhöhten Parameter festgestellt			Z 0	nicht nachuntersucht Zuordnungswert gem. LVGBT nicht überschritten	

* nur bei > Z2

Nach dem Schreiben vom 19.06.2018 des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz wurde zur Entspannung des Entsorgungsmarktes von mineralischen Abfällen und Bodenaushub in Bayern für eine praxisgerechte Fortschreibung des Leitfadens zur Verfüllung von Gruben und Brüchen festgelegt, dass Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat allein kein Ausschlusskriterium darstellen.

9.4 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die Bodenmischprobe MP1 (BS1-D1, BS2-D1, BS2-D2, BS3-D1, BS3-D2, BS4-D1, BS5-D1, BS6-D1, BS7-D1, BS7-D2) ist gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen als **Z 0-Material** einzustufen. Das Material kann somit uneingeschränkt (unbelasteter Boden) wiederverwendet bzw. entsorgt werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die hier angeführten Erkenntnisse ausschließlich auf den hier vorliegenden Untersuchungsergebnissen beruhen und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

10. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Vorliegend handelt es sich um eine Baugrundvoruntersuchung.

Für eine exakte Gründungsempfehlung zur Gründung von Bauwerken und Gebäuden ist für die einzelnen Parzellen eine Baugrundhauptuntersuchung nach DIN EN 1997 zur Ermittlung der wirtschaftlichsten Gründung, Verbau, Wasserhaltung etc. notwendig!

Nach DIN EN 1997-1 ist spätestens nach dem Aushub der Baugruben von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser zu prüfen, ob die vorliegend getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen.

Die im vorliegenden Bericht angegebenen Tragfähigkeits- und Verdichtungsanforderungen sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Da durch Baustellenverkehr, Verdichtungsarbeit etc. Einflüsse auf die Nachbarbebauung und angrenzende Straßen nicht auszuschließen sind, wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes durch einen Sachverständigen für Geotechnik empfohlen.

Bei Verdichtungsarbeiten, vor allem nahe an bestehender Bebauung, sind bauwerksunverträgliche Erschütterungseinwirkungen nicht auszuschließen, weshalb baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen werden. Hierzu steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

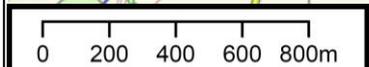
Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden Baugrundgutachten als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen. Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist in Zusammenarbeit mit den Fachplanern unter Berücksichtigung der verschiedenen Gewerke, des Bauablaufs u. dgl. abzustimmen. Die endgültige, für die Ausschreibung gewählte Einteilung ist abschließend in einem Entwurfsbericht darzustellen.

Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden Baugrundgutachten als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen. Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

Anlage 1



**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Übersichtslageplan

Anlage 1.1a

Datum: 04.08.2020

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. S. Hartl

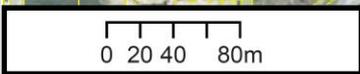




Erkundungsbereich

**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Übersichtsaufnahme



Anlage 1.1b
 Datum: 04.08.2020
 Maßstab: siehe Balken
 Bearbeiter:
 Dipl.-Ing. S. Hartl





Erkundungsbereich

**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Hochwassergefahrenflächen

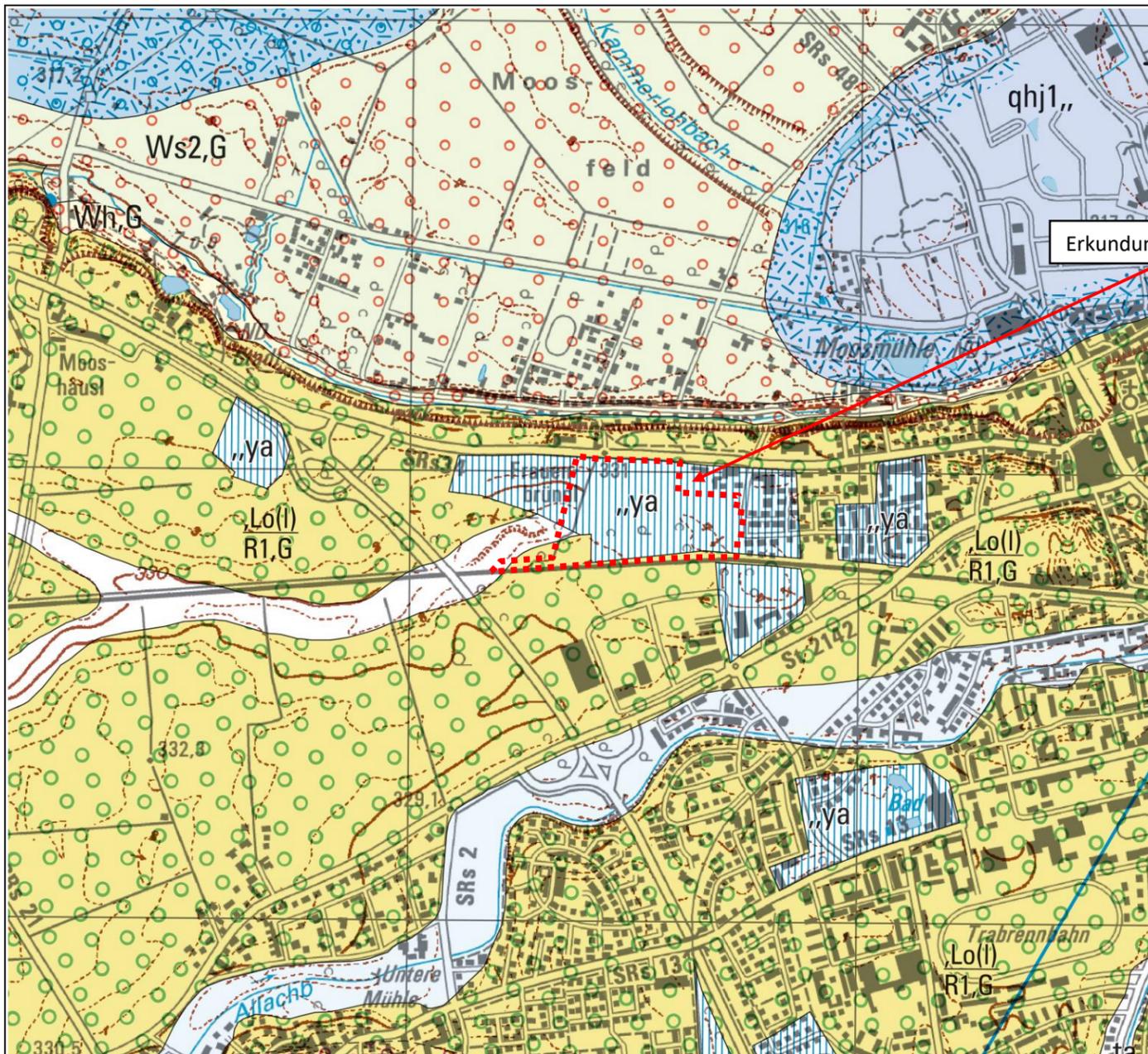


-  Hochwassergefahrenfläche HQ₁₀₀
-  Hochwassergefahrenfläche HQ_{extrem}

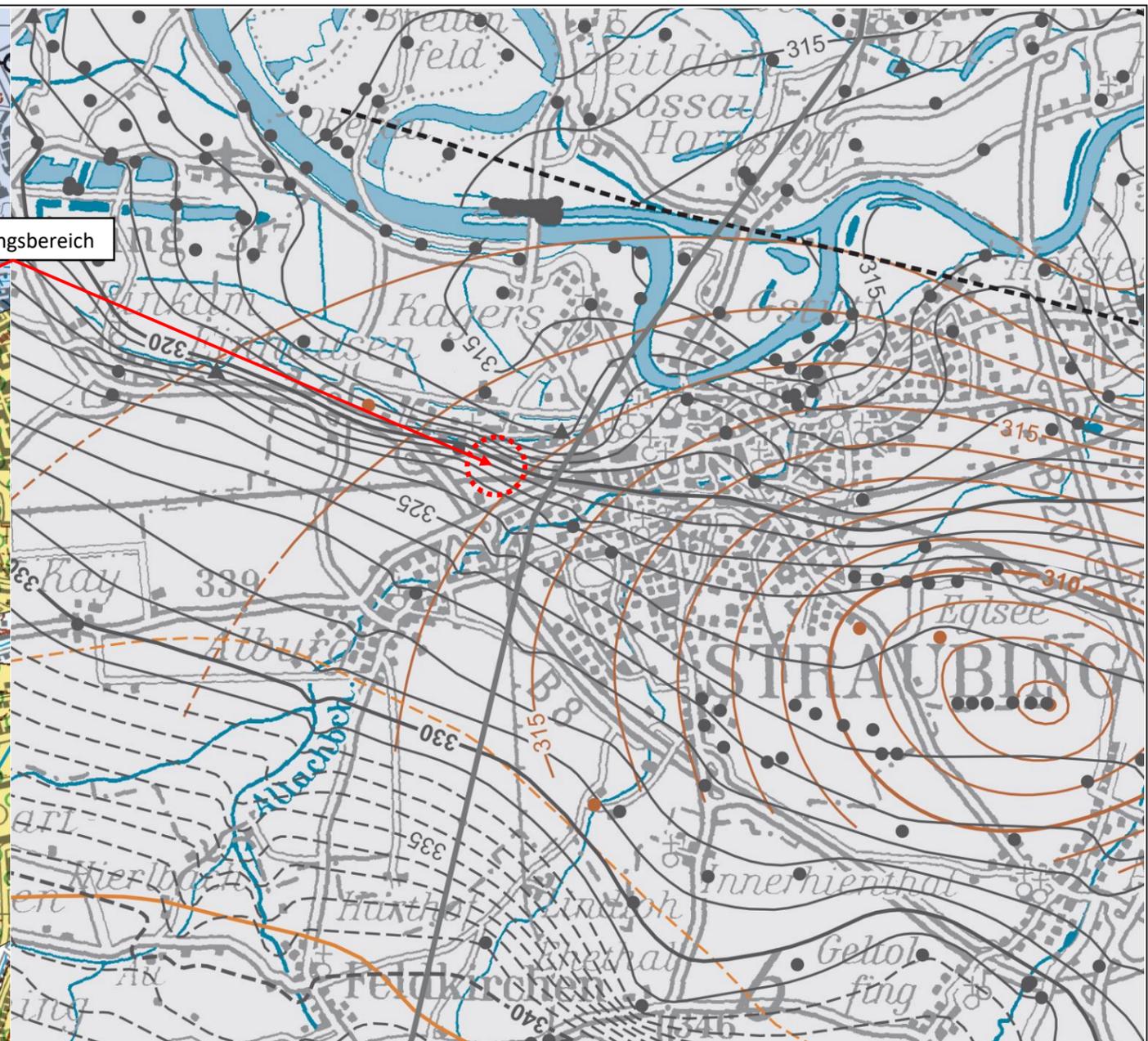


Anlage 1.1c
Datum: 14.09.2020
Maßstab: siehe Balken
Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Hartl





Geologische Karte von Bayern, Blatt 7141 Straubing, M 1 : 25.000



Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 12, Donau-Wald, Blatt 2, Grundwasserhöhengleichen, M 1 : 100.000

Legende Geologie

Künstliche Ablagerungen Auffüllung, Aufschüttung		 Störung a) nachgewiesen b) vermutet
Löß oder Lößlehm Schluff, bereichsweise feinsandig, z. T. verlehmt		
Schmelzwasserschotter, rißezeitlich (Hochterrasse 1), > 0,7 m überdeckt als Übersignatur bei verschiedenen Deckschichten [gh]		
Schmelzwasserschotter, hochwürmzeitlich (Niederterrasse) Kies, sandig		
Schmelzwasserschotter, spätwürmzeitlich (Spätglazialterrasse 2) Kies, sandig		
Terrassen- oder Erosionskante		

Legende Hydrogeologie

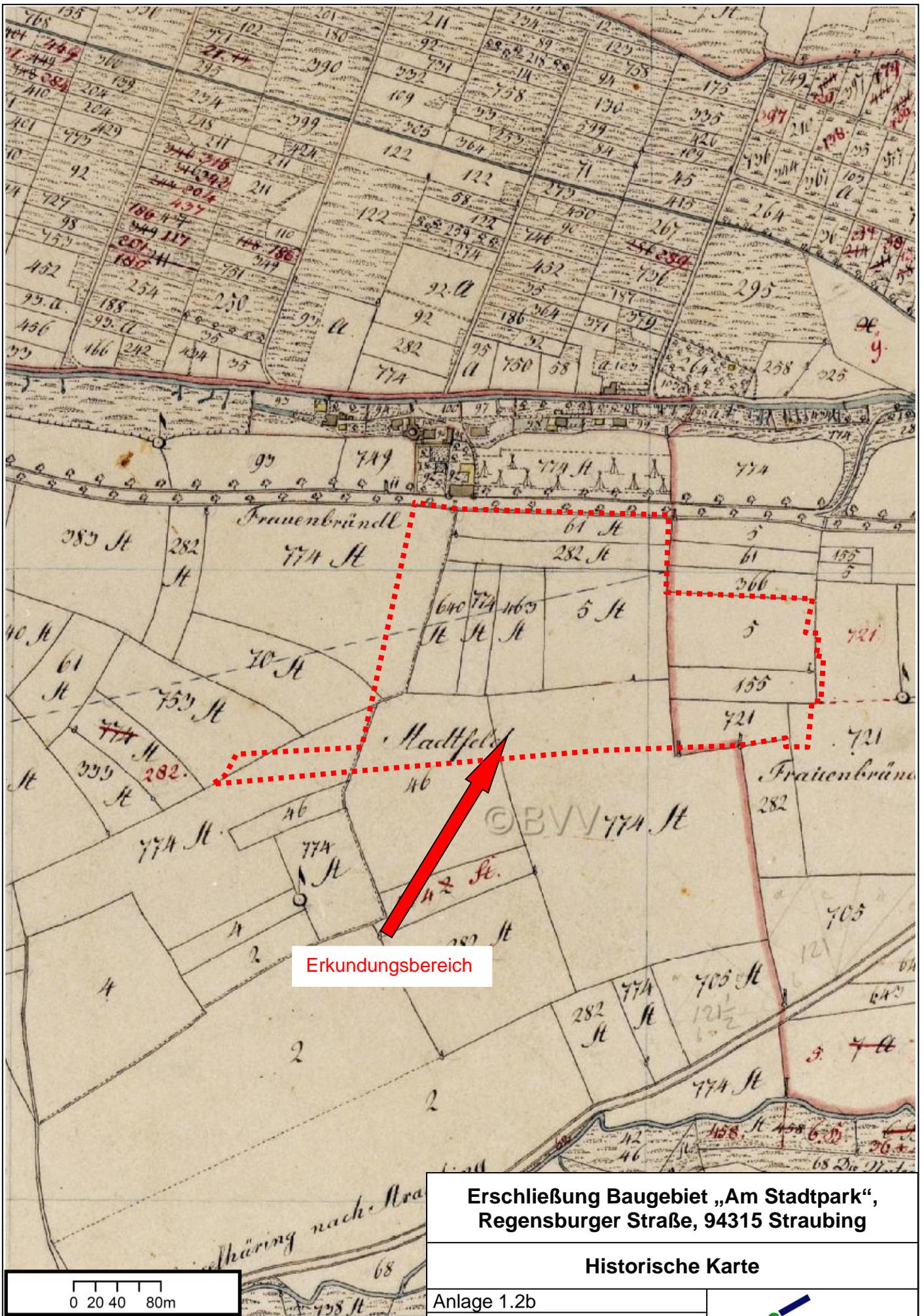
Grundwasserhöhengleichen Piezometerhöhen in m NN (Isohypsenabstand)		Tertiär, Ortenburger Schotterabfolge (OBSM) (10 m, 1 m)
		Tertiär, Ortenburger Schotterabfolge (OBSM), vermutet (10 m, 1 m)
		Quartär, vermutet Donau (10 m, 1 m), Vils (10 m, 1 m)
		Quartär Donau (10 m, 1 m, 0,5 m), Vils (10 m, 1 m), Inn (10 m, 5 m/2,5 m)
		Tertiär (OSM, OBSM, OMM) (10 m, 5 m)
		Tertiär (OSM, OBSM, OMM), vermutet (10 m, 5 m)
		Störung
		Störung, vermutet
		Störung, im tieferen Untergrund
		Tertiär - Sedimente der Tertiärbuchten und intrakristallines Tertiär
		Kristallines Grundgebirge
		Quartär

Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing

Geologischer/Hydrogeologischer
Übersichtslageplan

Anlage 1.2a
Datum: 14.09.2020
Maßstab: ohne
Bearbeiter:
Dipl.-Ing. S. Hartl





Erkundungsbereich

**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Historische Karte

Anlage 1.2b
Datum: 04.08.2020
Maßstab: siehe Balken
Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Hartl





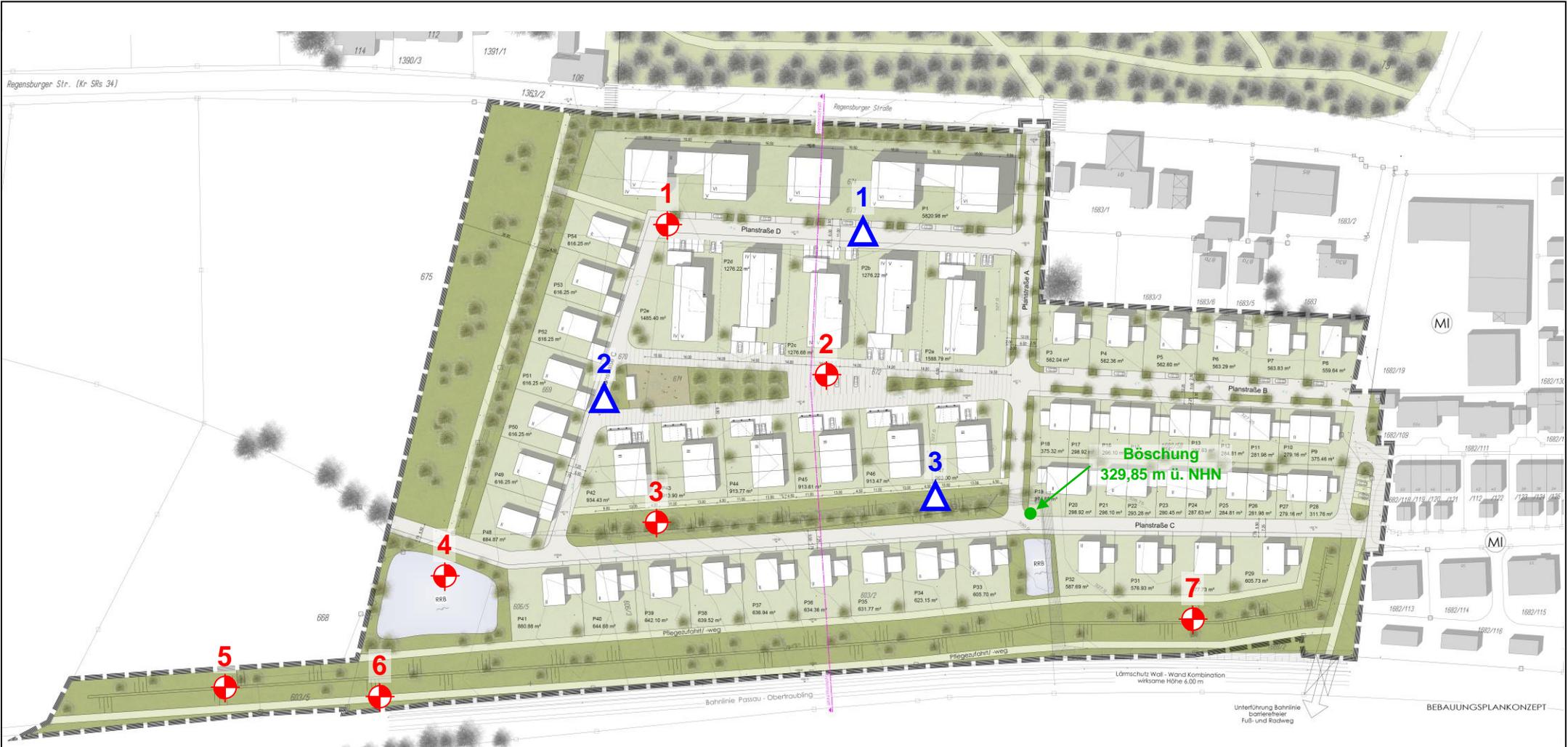
	Bohrsondierung (BS)
	Rammsondierung (DPH)

**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Übersicht Aufschlusspunkte Luftbild

Anlage 1.3a
 Datum: 15.09.2020
 Maßstab: siehe Balken
 Bearbeiter:
 Dipl.-Ing. S. Hartl





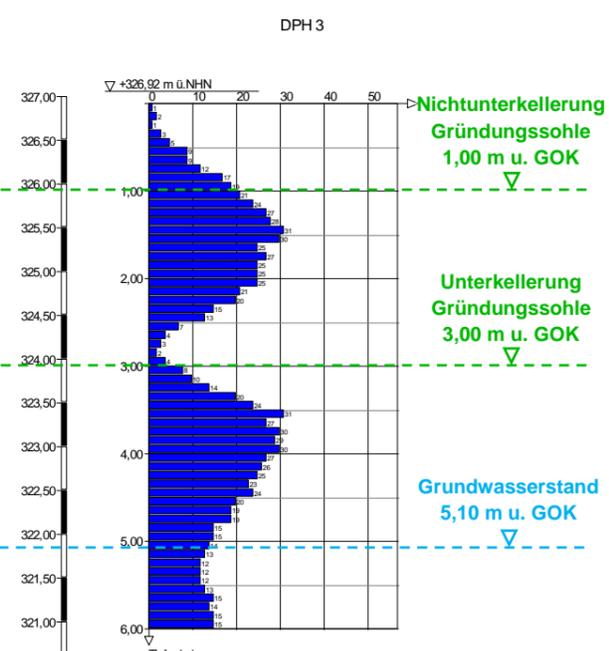
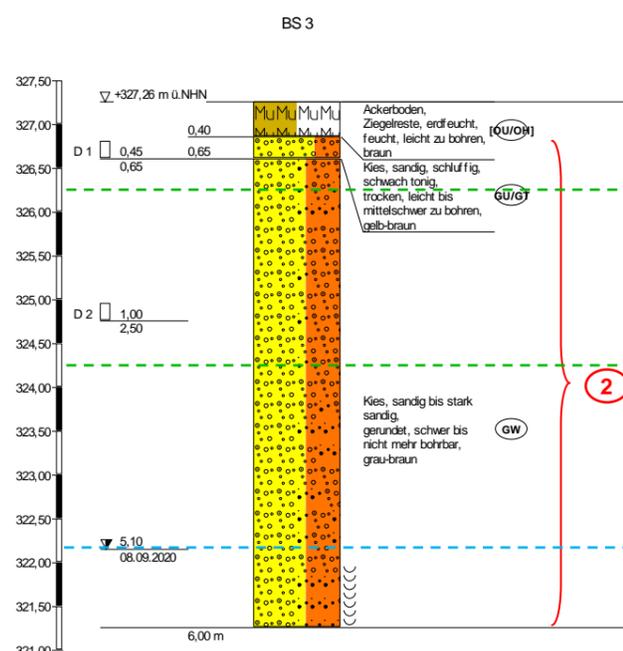
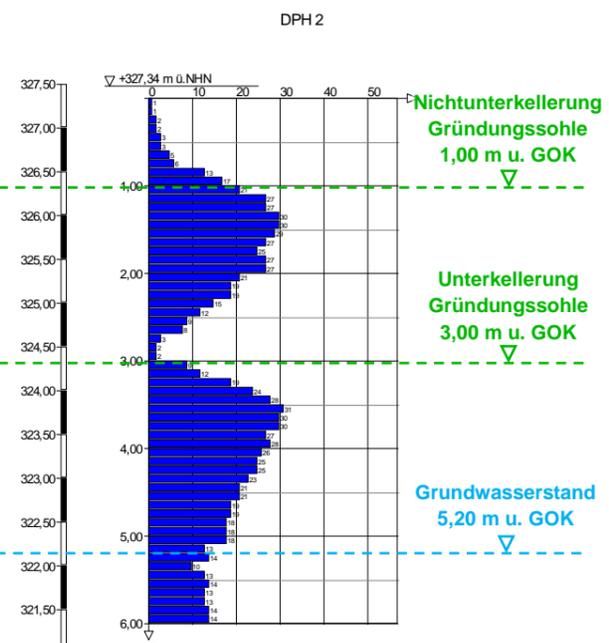
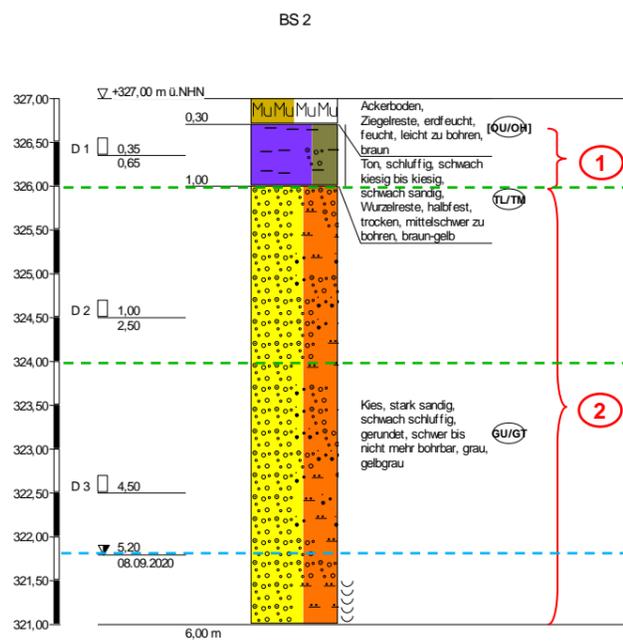
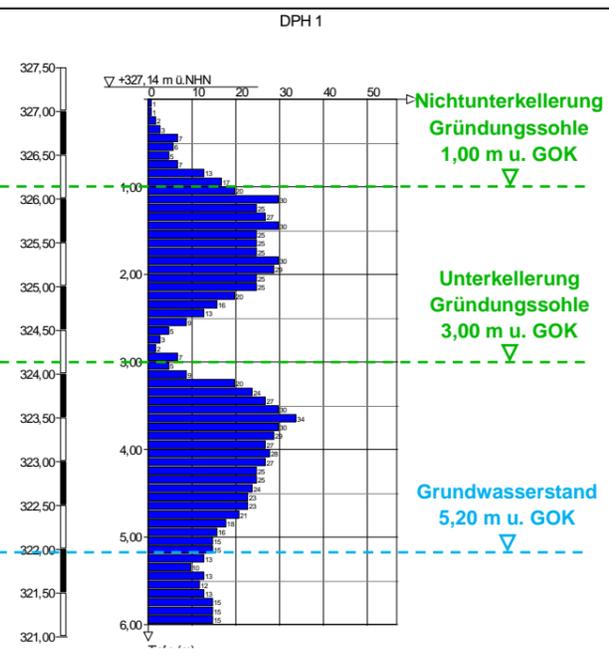
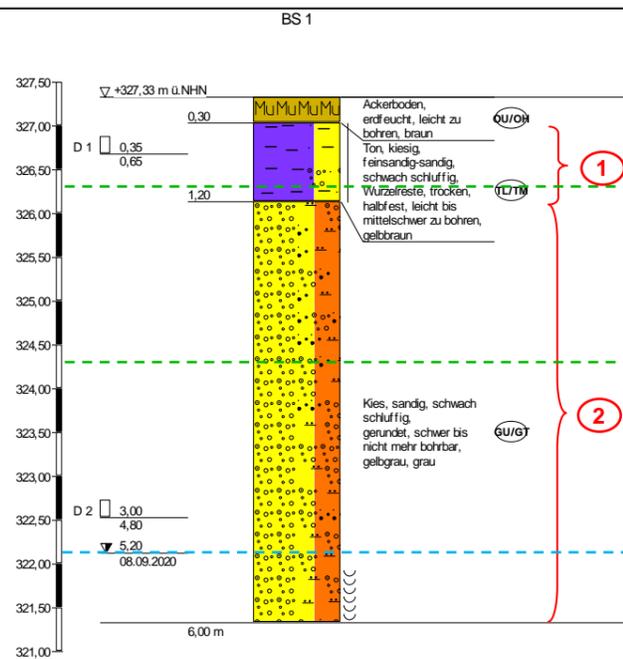
	Bohrsondierung (BS)
	Rammsondierung (DPH)

**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Übersicht Aufschlusspunkte

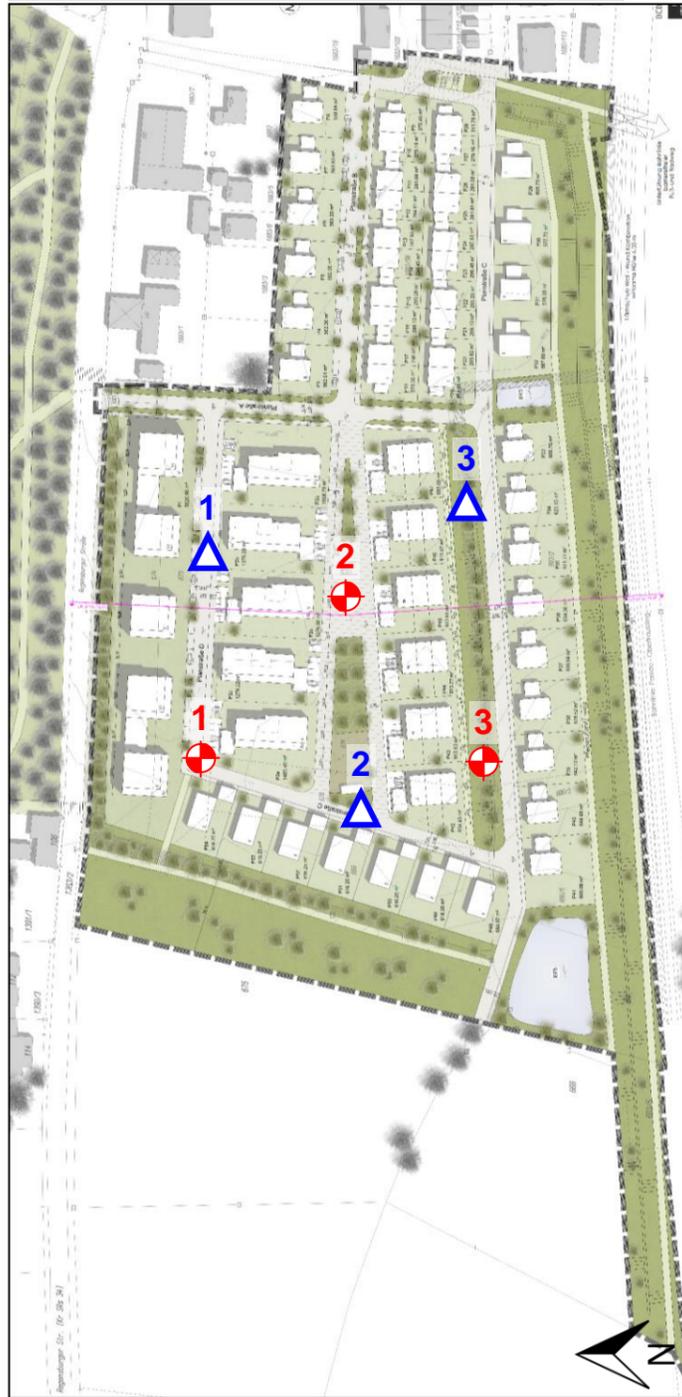
Anlage 1.3b
 Datum: 15.09.2020
 Maßstab: ohne
 Bearbeiter:
 Dipl.-Ing. S. Hartl





Legende:

	Bohrsondierung (BS)
	Rammsondierung (DPH)
	Bodenschicht Nr.



**Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing**

Detallageplan 1 – Nördliches/zentrales Baufeld

Anlage 1.3c
 Datum: 15.09.2020
 Maßstab: ohne
 Bearbeiter:
 Dipl.-Ing. S. Hartl

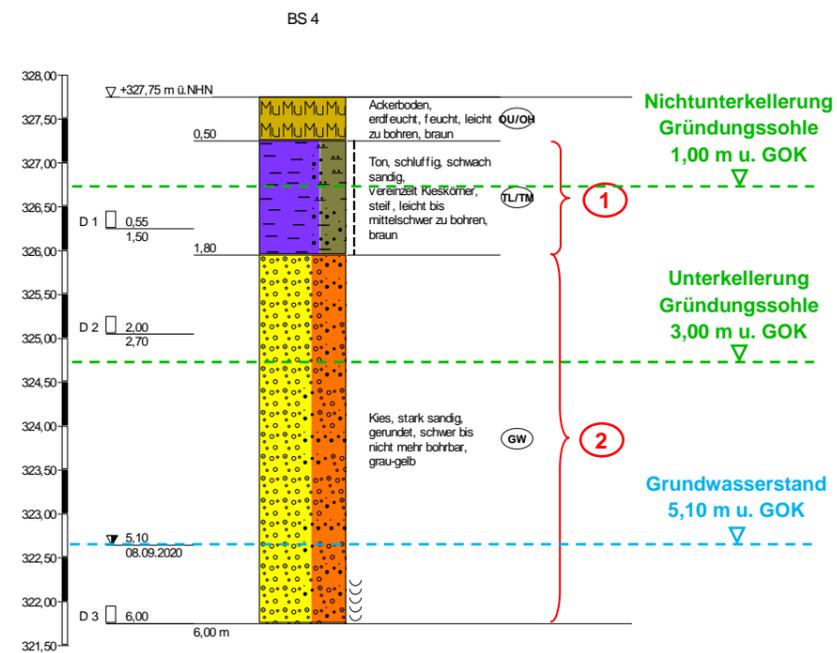


Legende:

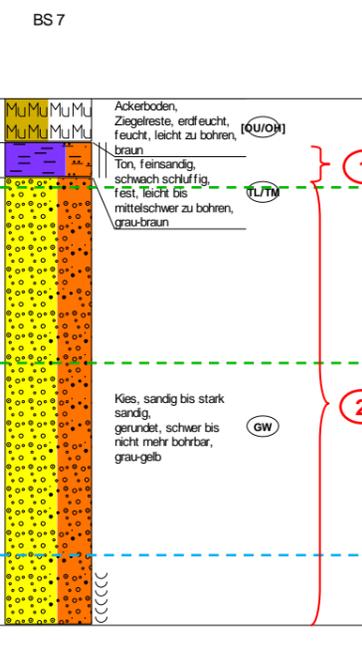
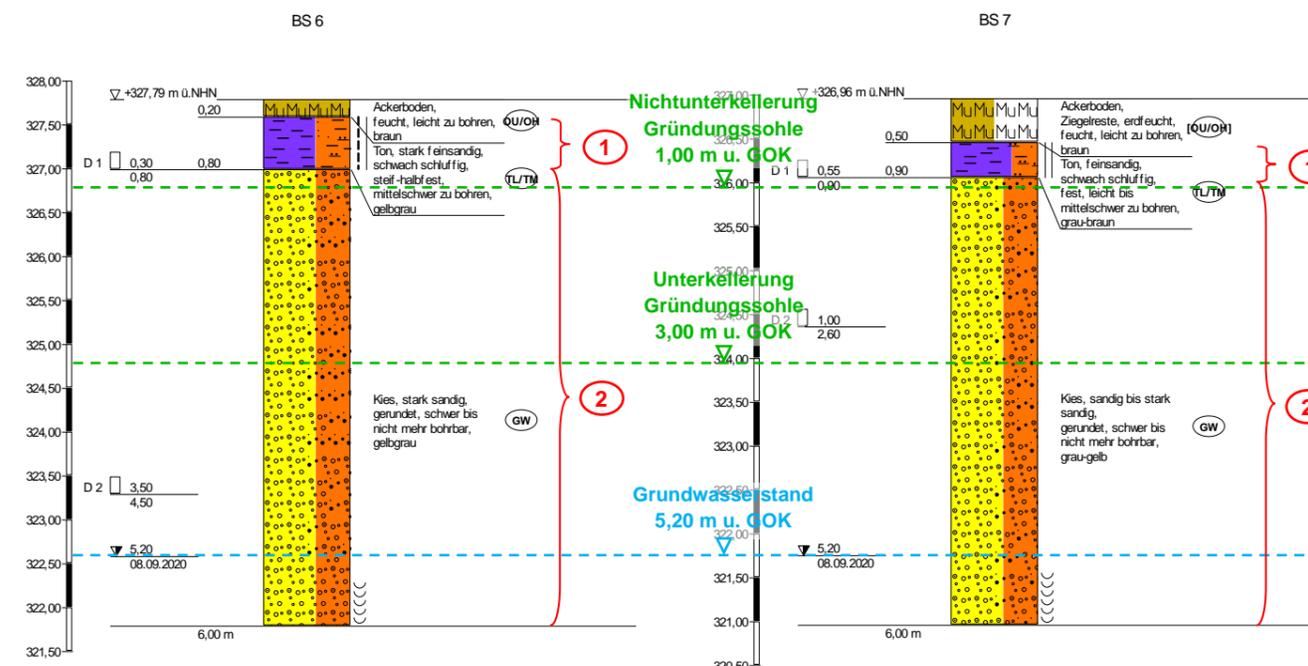
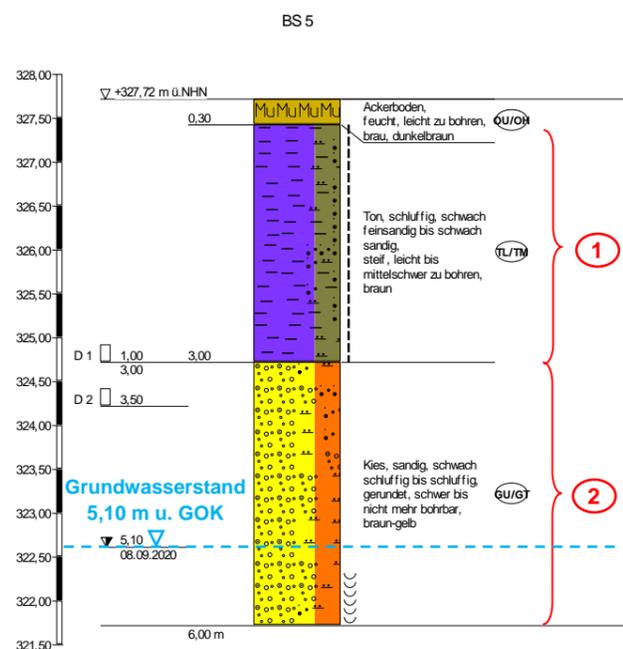
	Bohrsondierung (BS)
	Rammsondierung (DPH)
	Bodenschicht Nr.



Bereich Regenrückhaltebecken



Bereich Dammschüttung



Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“,
Regensburger Straße, 94315 Straubing

Detallageplan 2 – Südliches Baufeld

Anlage 1.3d
Datum: 15.09.2020
Maßstab: ohne
Bearbeiter:
Dipl.-Ing. S. Hartl



Anlage 2

Boden- und Felsarten

 Auffüllung, A

 Kies, G, kiesig, g

 Sand, S, sandig, s

 Ton, T, tonig, t

 Mutterboden, Mu

 Feinsand, fS, feinsandig, fs

 Schluff, U, schluffig, u

Korngrößenbereich
f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile
' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Bodengruppen nach DIN 18196

GE enggestufte Kiese

GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische

SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische

GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm

GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm

SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm

ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm

UL leicht plastische Schluffe

UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff

TM mittelplastische Tone

OU Schluffe mit organischen Beimengungen

OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art

HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)

F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)

A Auffüllung aus Fremdstoffen

GW weitgestufte Kiese

SE enggestufte Sande

SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische

GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm

GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm

SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm

ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm

UM mittelplastische Schluffe

TL leicht plastische Tone

TA ausgeprägt plastische Tone

OT Tone mit organischen Beimengungen

OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen

HZ zersetzte Torfe

[] Auffüllung aus natürlichen Böden

Sonstige Zeichen

 naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers

Konsistenz

 breiig  weich  steif  halbfest  fest



IMH
Ingenieurges. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Legende und Zeichenerklärung
nach DIN EN ISO 22475

Anlage: 2

Projekt: Straubing, BG Am Stadtpark

Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH

Bearb.: S. Hartl

Datum: 08.09.2020

Proben

- A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe
- C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

- B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe
- W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

Grundwasser

 1,00
17.09.2020 Grundwasser am 17.09.2020 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

 1,00
17.09.2020 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 17.09.2020

 1,80

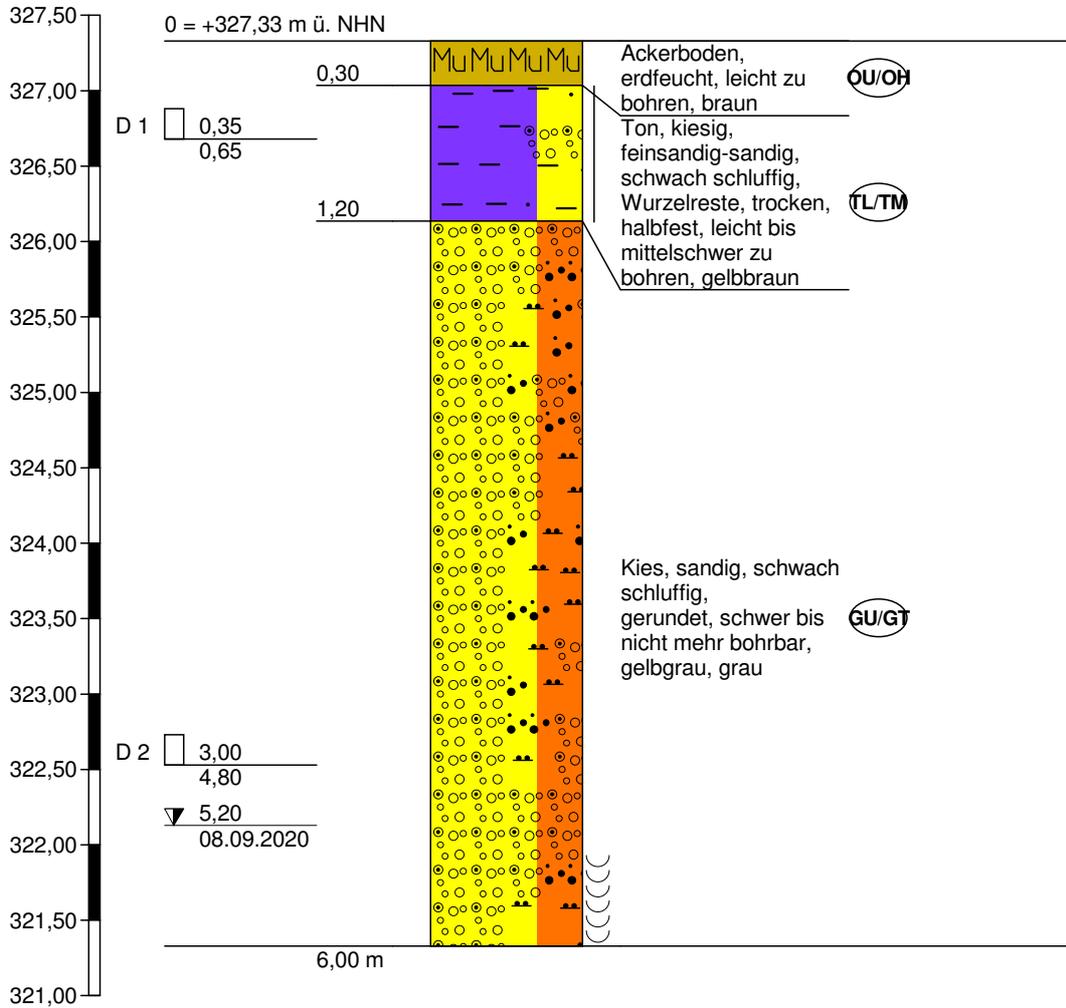
 1,00
17.09.2020 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 17.09.2020

 1,00
17.09.2020 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

 1,00
17.09.2020 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

↓

BS 1



Höhenmaßstab 1:50



IMH
Ingenieures. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2

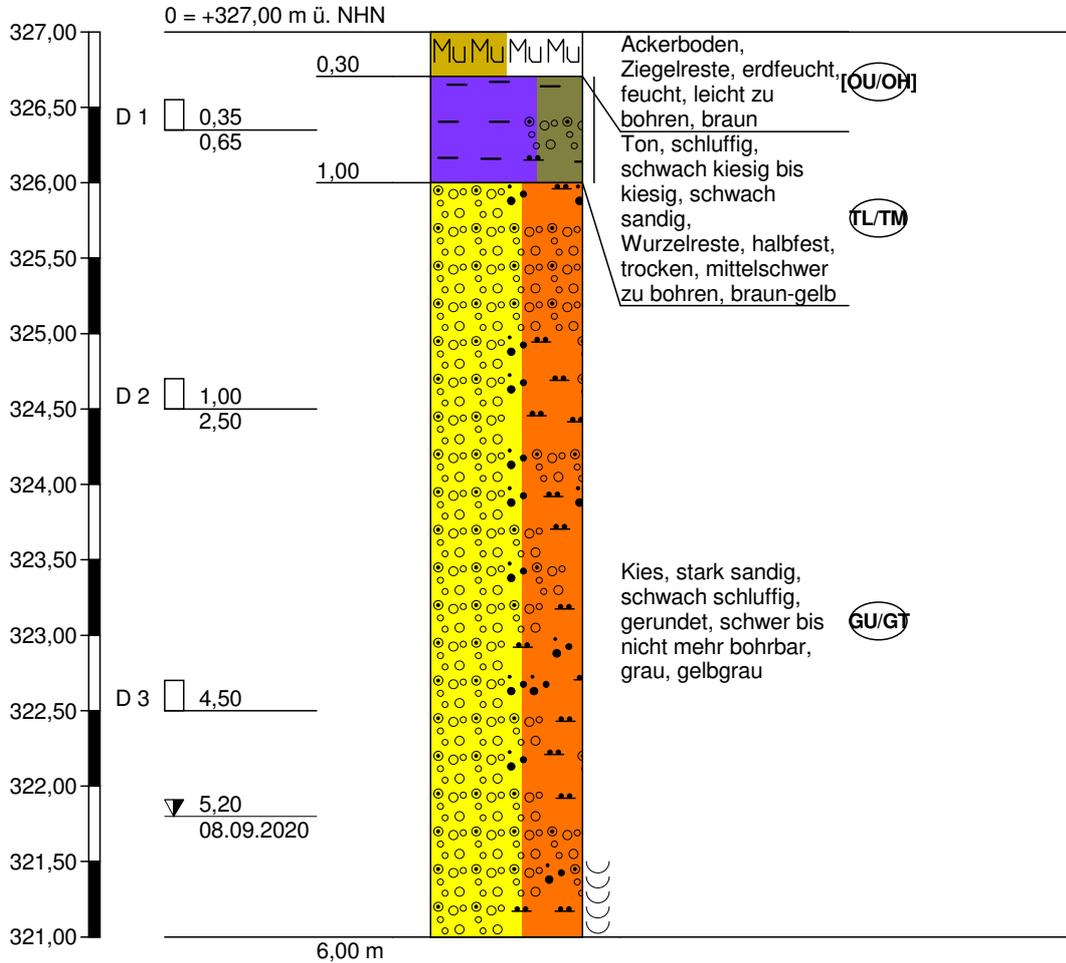
Projekt: Straubing, BG Am Stadtpark

Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH

Bearb.: S. Hartl

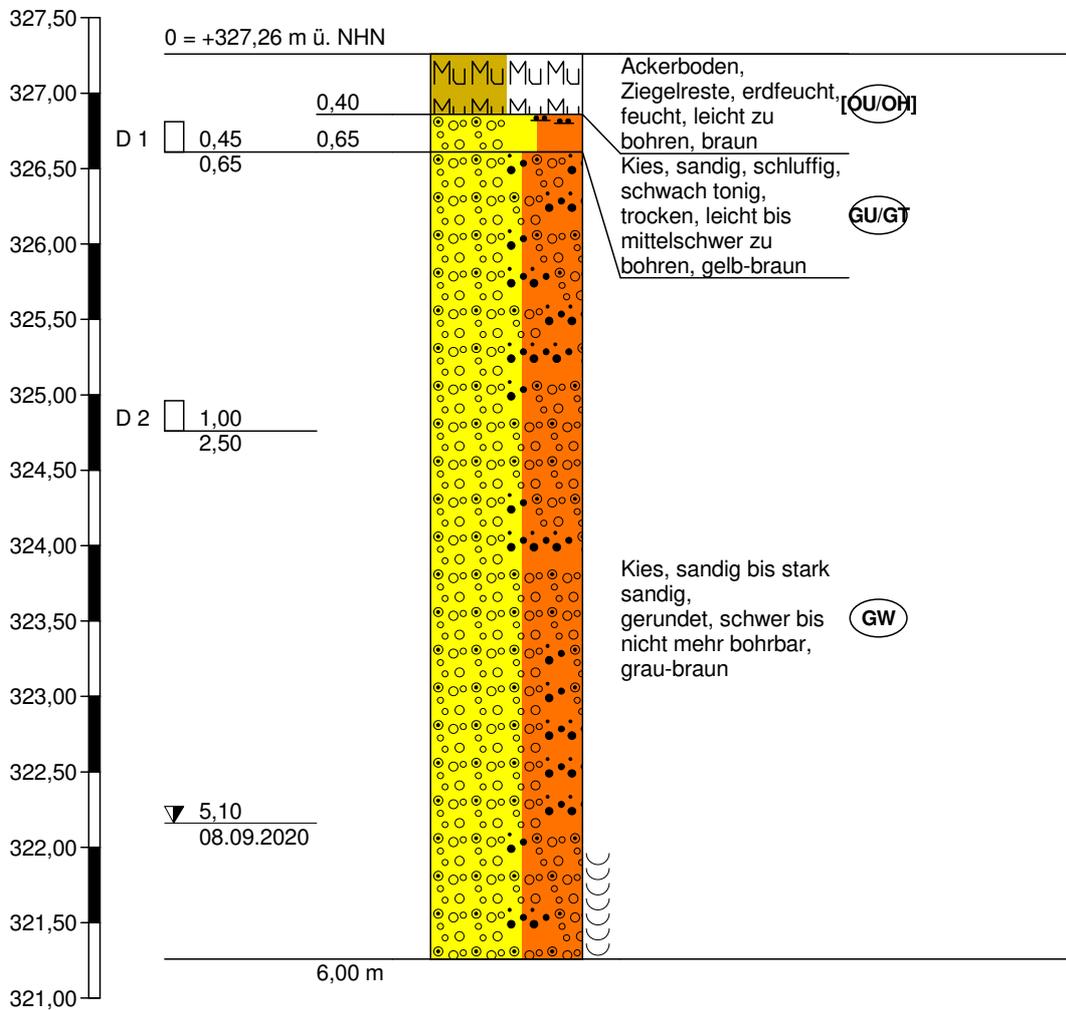
Datum: 08.09.2020

BS 2



Höhenmaßstab 1:50

BS 3



Höhenmaßstab 1:50



IMH
Ingenieures. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2

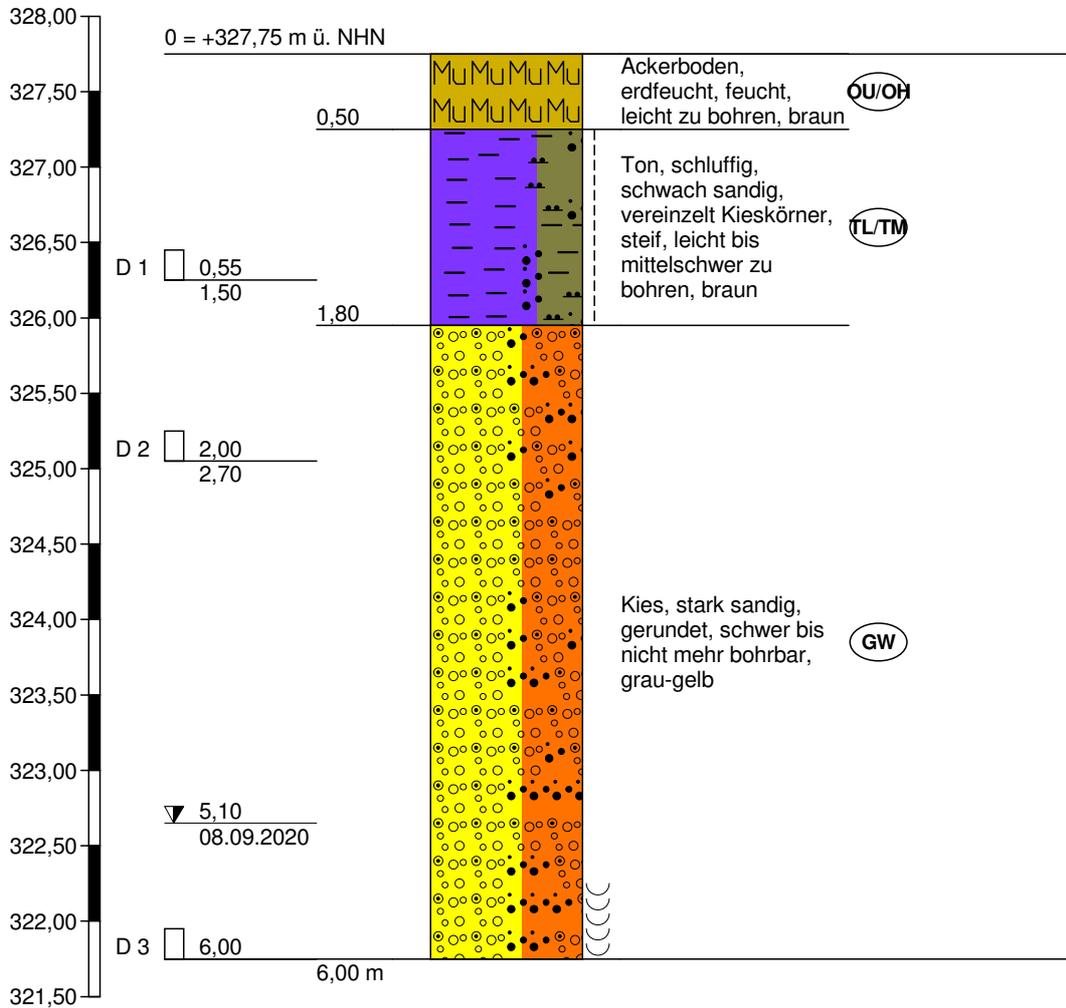
Projekt: Straubing, BG Am Stadtpark

Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH

Bearb.: S. Hartl

Datum: 08.09.2020

BS 4



Höhenmaßstab 1:50



IMH
Ingenieures. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2

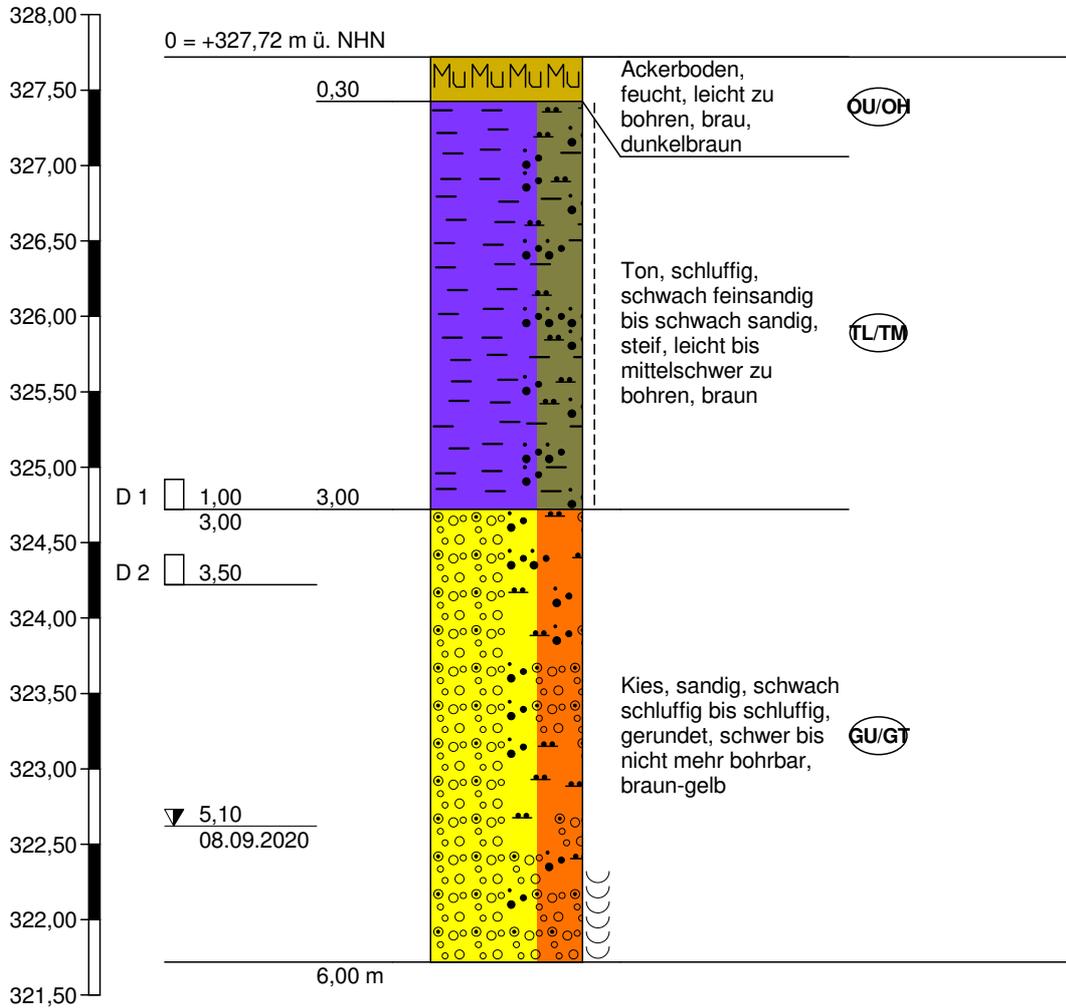
Projekt: Straubing, BG Am Stadtpark

Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH

Bearb.: S. Hartl

Datum: 08.09.2020

BS 5



Höhenmaßstab 1:50



IMH
Ingenieures. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2

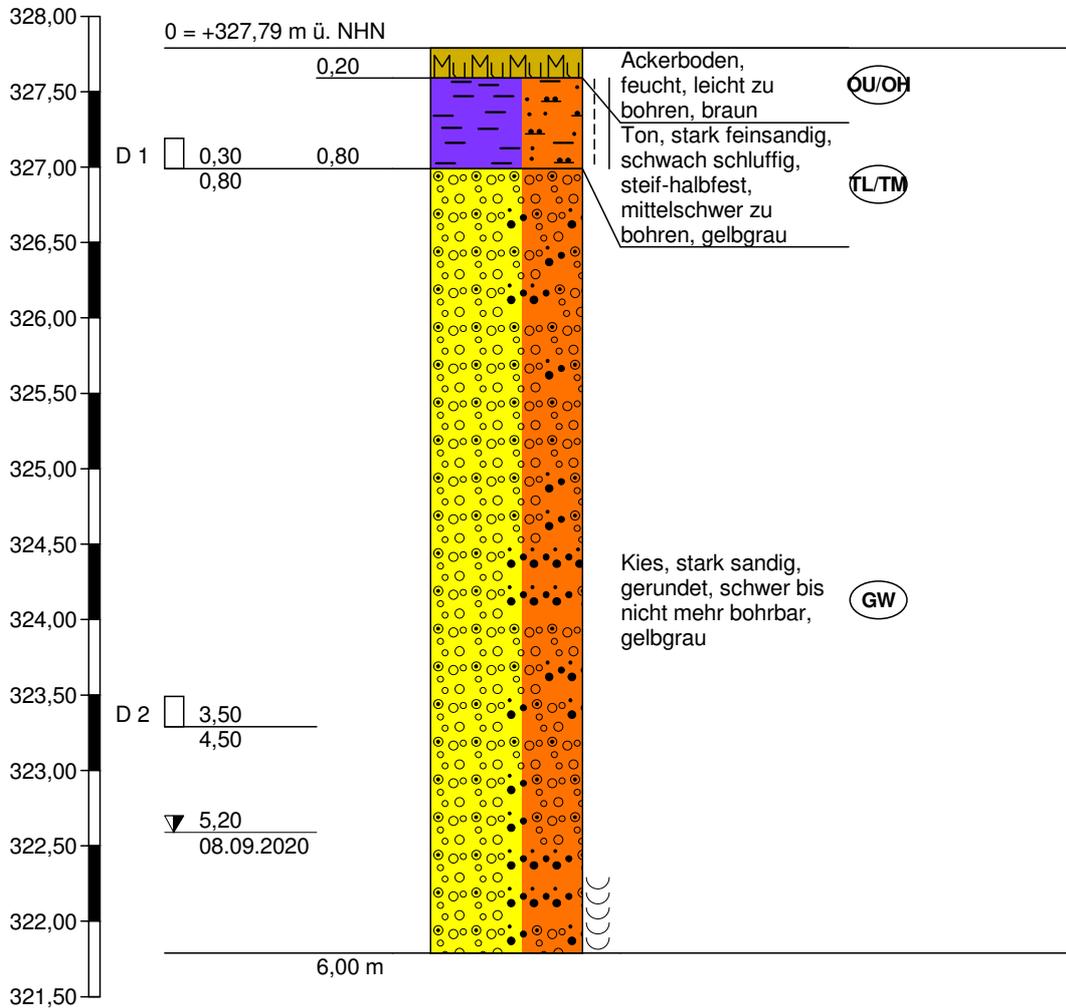
Projekt: Straubing, BG Am Stadtpark

Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH

Bearb.: S. Hartl

Datum: 08.09.2020

BS 6



Höhenmaßstab 1:50



IMH
Ingenieures. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2

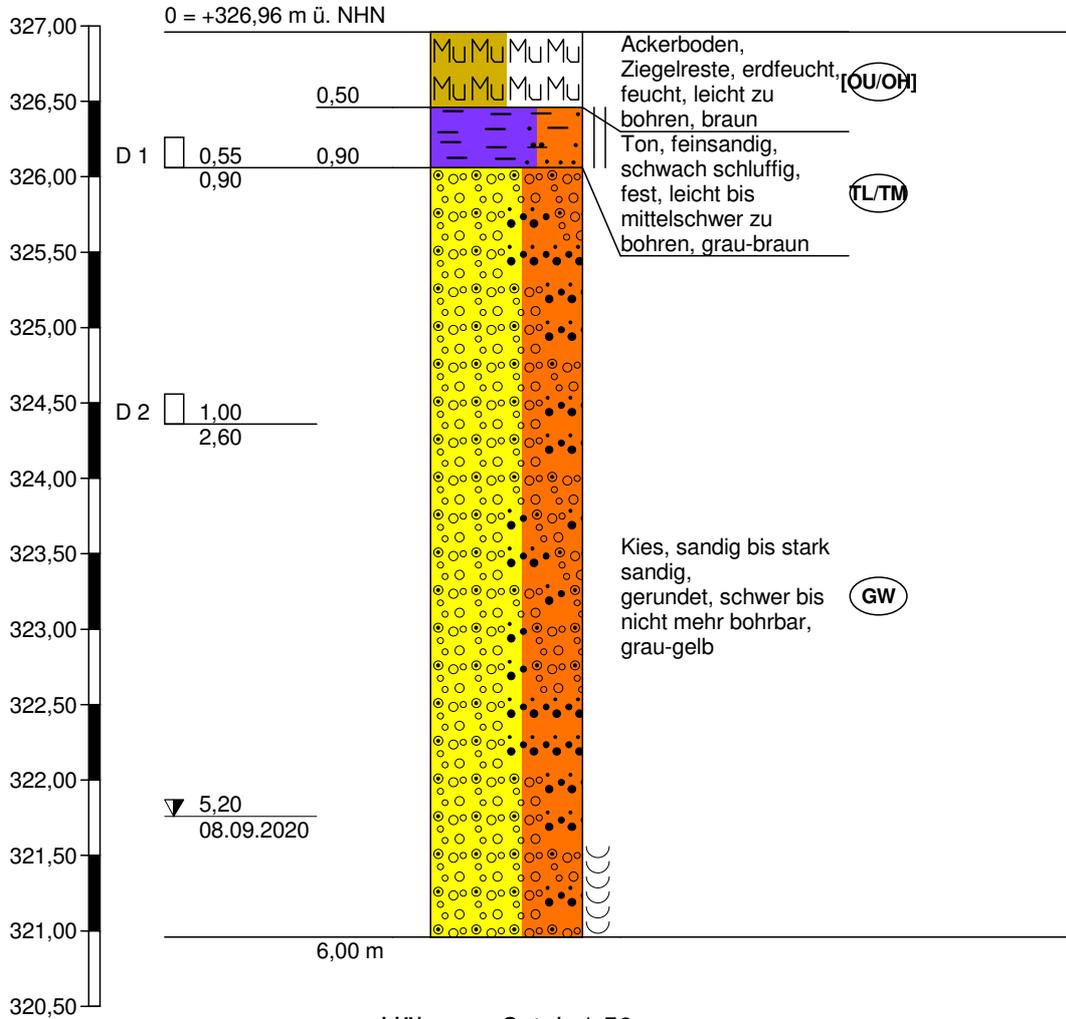
Projekt: Straubing, BG Am Stadtpark

Auftraggeber: Regensburger Straße GmbH

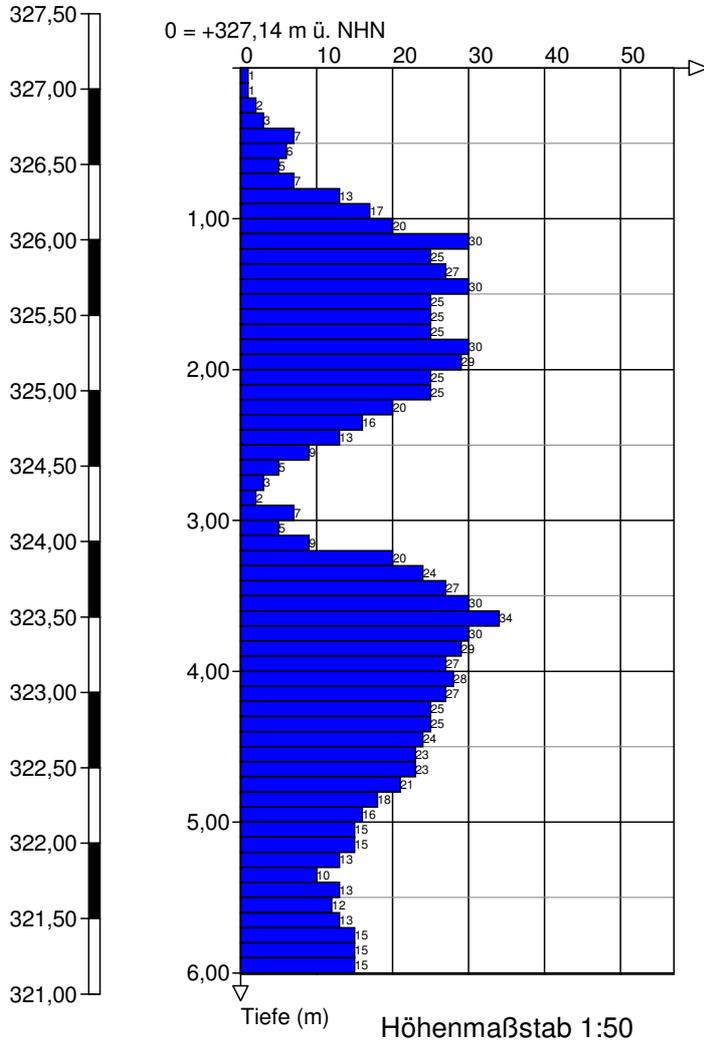
Bearb.: S. Hartl

Datum: 08.09.2020

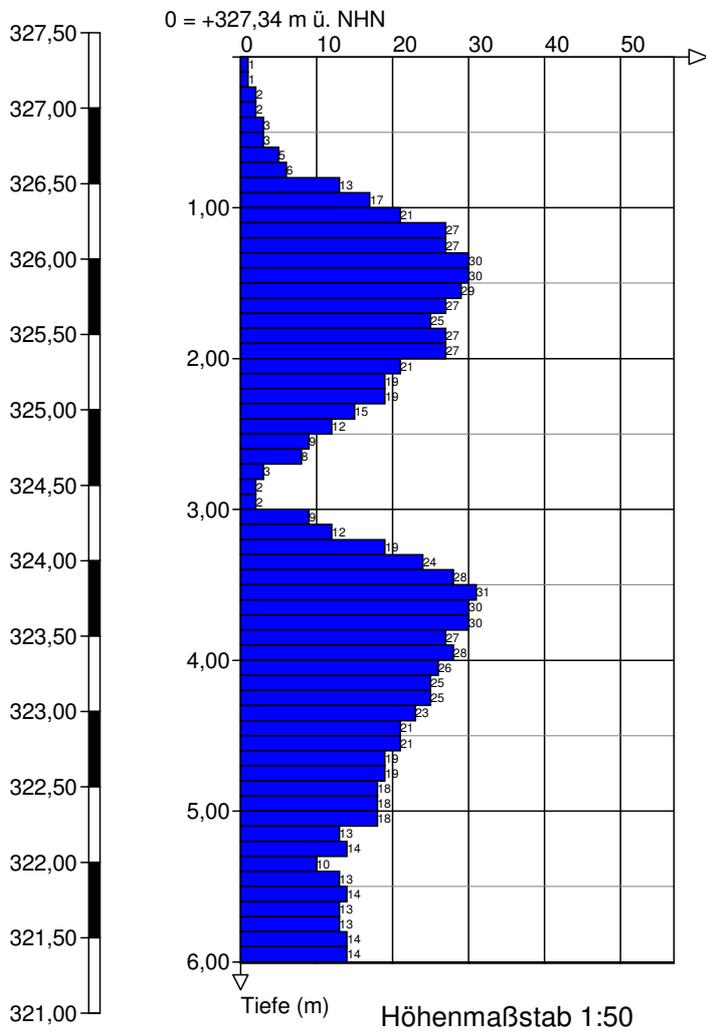
BS 7



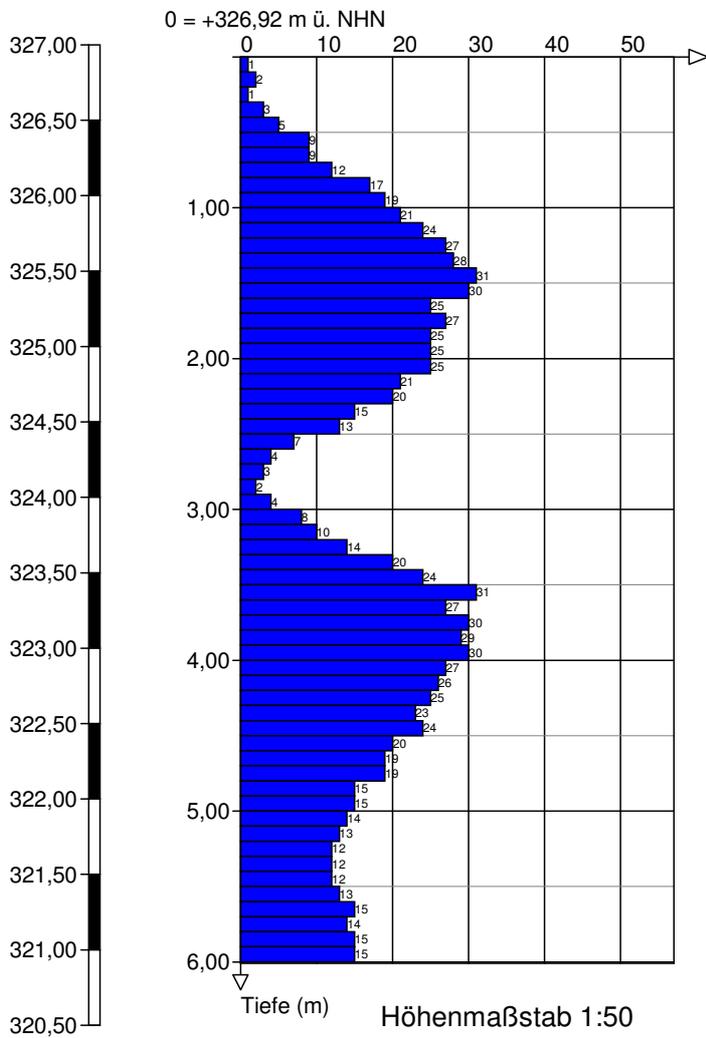
DPH 1



DPH 2



DPH 3



Anlage 3



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 1 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Ackerboden		b)					
	c) erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OU/ OH	i)				
	a) Ton, kiesig, feinsandig-sandig, schwach schluffig		b) Wurzelreste					
c) trocken, halbfest	d) leicht bis mittelschwer zu	e) gelbbraun						
f)	g)	h) TL/ TM	i)					
a) Kies, sandig, schwach schluffig		b)		90 % Kernverlust, ab 5,40 m nass		D 2	4,80	
c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) gelbgrau, grau						
f)	g)	h) GU/ GT	i)					
a)		b)						
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
a)		b)						
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 2 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Ackerboden							
	b) Ziegelreste							
	c) erdfeucht, feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [OU /OH	i)				
1,00	a) Ton, schluffig, schwach kiesig bis kiesig, schwach sandig						D 1	0,65
	b) Wurzelreste							
	c) halbfest, trocken	d) mittelschwer zu bohren	e) braun-gelb					
	f)	g)	h) TL/ TM	i)				
6,00	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig				50 % Kernverlust, ab 5,50 m nass		D 2 D 3	2,50 4,50
	b)							
	c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) grau, gelbgrau					
	f)	g)	h) GU/ GT	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 3 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Ackerboden							
	b) Ziegelreste							
	c) erdfeucht, feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [OU /OH	i)				
0,65	a) Kies, sandig, schluffig, schwach tonig						D 1	0,65
	b)							
	c) trocken	d) leicht bis mittelschwer zu	e) gelb-braun					
	f)	g)	h) GU/ GT	i)				
6,00	a) Kies, sandig bis stark sandig				50 % Kernverlust, ab 5,30 m nass		D 2	2,50
	b)							
	c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) grau-braun					
	f)	g)	h) GW	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 4 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Ackerboden							
	b)							
	c) erdfeucht, feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OU/ OH	i)				
1,80	a) Ton, schluffig, schwach sandig						D 1	1,50
	b) vereinzelt Kieskörner							
	c) steif	d) leicht bis mittelschwer zu	e) braun					
	f)	g)	h) TL/ TM	i)				
6,00	a) Kies, stark sandig				60 % Kernverlust, ab 5,50 m nass		D 2	2,70
	b)						D 3	6,00
	c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) grau-gelb					
	f)	g)	h) GW	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 5 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Ackerboden							
	b)							
	c) feucht	d) leicht zu bohren	e) brau, dunkelbraun					
			h) OU/ OH	i)				
3,00	a) Ton, schluffig, schwach feinsandig bis schwach sandig						D 1	3,00
	b)							
	c) steif	d) leicht bis mittelschwer zu	e) braun					
			h) TL/ TM	i)				
6,00	a) Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig				ab 5,40 m nass		D 2	3,50
	b)							
	c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) braun-gelb					
			h) GU/ GT	i)				
	a)							
	b)							
		d)	e)					
			h)	i)				
	a)							
	b)							
		d)	e)					
			h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 6 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Ackerboden							
	b)							
	c) feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OU/ OH					i)
0,80	a) Ton, stark feinsandig, schwach schluffig					D 1	0,80	
	b)							
	c) steif-halbfest	d) mittelschwer zu bohren	e) gelbgrau					
	f)	g)	h) TL/ TM					i)
6,00	a) Kies, stark sandig			80 % Kernverlust, ab 5,50 m nass		D 2	4,50	
	b)							
	c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) gelbgrau					
	f)	g)	h) GW					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht:

Az.: 20171580

Bauvorhaben: Straubing, BG Am Stadtpark

Bohrung Nr BS 7 /Blatt 1

Datum:

08.09.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Ackerboden							
	b) Ziegelreste							
	c) erdflecht, feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [OU /OH					i)
0,90	a) Ton, feinsandig, schwach schluffig					D 1	0,90	
	b)							
	c) fest	d) leicht bis mittelschwer zu	e) grau-braun					
	f)	g)	h) TL/ TM					i)
6,00	a) Kies, sandig bis stark sandig			50 % Kernverlust, ab 5,40 m nass		D 2	2,60	
	b)							
	c) gerundet	d) schwer bis nicht mehr bohrbar	e) grau-gelb					
	f)	g)	h) GW					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 4



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L20171580- KGV 01
Anlage : 4
zu : 20171580

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L20171580- KGV 01
Bauvorhaben : Baugebiet "Am Stadtpark",
Regensburger Str., Straubing
Ausgeführt durch : RP/DD
am : 12.08.2020
Bemerkung : Wn[%] = 0,9
Probe: 201724

Entnahmestelle : BS2 - D2
Entnahmetiefe : 1,0 - 2,5 m unter GOK
Bodenart : Kies, stark sandig, schwach schluffig
(gem.BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 05.08.2020 durch :

Anteil < 0.063 mm

		Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	1571,40
		Behälter m2 [g]	393,40
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1178,00
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1515,10
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	56,30
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	4,78
Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		4,78	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 1121,70 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 95,22
Anteil < 0,063 mm ma : 56,30 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 4,78
Gesamtgewicht der Probe mt : 1178,00 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	89,70	7,61	92,4
4	8,000	195,00	16,55	75,8
5	4,000	226,50	19,23	56,6
6	2,000	148,40	12,60	44,0
7	1,000	107,30	9,11	34,9
8	0,500	100,40	8,52	26,4
9	0,250	158,60	13,46	12,9
10	0,125	71,70	6,09	6,8
11	0,063	20,80	1,77	5,1
	Schale	1,10	0,09	5,0

Summe aller Siebrückstände : S = 1119,50 g Größtkorn [mm] : 26,25
Siebverlust : SV = me - S = 2,20 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,19 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	5,10
Sandkorn	38,90
Feinsand	5,32
Mittelsand	18,90
Grobsand	14,69
Kieskorn	56,00
Feinkies	23,57
Mittelkies	29,62
Grobkies	2,81
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	0,192
20,0	0,363
30,0	0,630
40,0	1,491
50,0	2,865
60,0	4,689
70,0	6,486
80,0	9,417
90,0	14,361
100,0	26,247



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L20171580- KGV 02
Anlage : 4
zu : 20171580

**Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr. : L20171580- KGV 02
Bauvorhaben : Baugebiet "Am Stadtpark",
Regensburger Str., Straubing
Ausgeführt durch : RP/DD
am : 12.08.2020
Bemerkung : Wn[%] = 1,29
Probe: 201725

Entnahmestelle : BS4 - D2
Entnahmetiefe : 2,0 - 2,7 m unter GOK
Bodenart : Kies, stark sandig
(gem.BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 05.08.2020 durch :

Anteil < 0.063 mm

		Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	1212,40
		Behälter m2 [g]	396,90
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	815,50
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1178,90
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	33,50
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	4,11
Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		4,11	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 782,00 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 95,89
Anteil < 0,063 mm ma : 33,50 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 4,11
Gesamtgewicht der Probe mt : 815,50 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	53,90	6,61	93,4
4	8,000	141,90	17,40	76,0
5	4,000	199,80	24,50	51,5
6	2,000	119,10	14,60	36,9
7	1,000	76,20	9,34	27,5
8	0,500	65,60	8,04	19,5
9	0,250	70,80	8,68	10,8
10	0,125	36,30	4,45	6,4
11	0,063	16,90	2,07	4,3
	Schale	1,40	0,17	4,1

Summe aller Siebrückstände : S = 781,90 g Größtkorn [mm] : 26,30
Siebverlust : SV = me - S = 0,10 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,01 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	4,30
Sandkorn	32,60
Feinsand	4,81
Mittelsand	12,69
Grobsand	15,11
Kieskorn	63,10
Feinkies	29,37
Mittelkies	31,71
Grobkies	2,02
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	0,226
20,0	0,520
30,0	1,213
40,0	2,394
50,0	3,763
60,0	5,330
70,0	6,605
80,0	9,225
90,0	13,727
100,0	26,279



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L20171580- W 01
Anlage : 4
zu : 20171580

**Bestimmung des Wassergehaltes
durch Ofentrocknung
nach DIN EN ISO 17892-1**

Prüfungs-Nr. : L20171580- W 01
Bauvorhaben : Baugebiet "Am Stadtpark",
Regensburger Str., Straubing
Ausgeführt durch : RP/DD
am : 12.08.2020
Bemerkung :
Probe: 201726

Entnahmestelle : BS4 - D1
Entnahmetiefe : 0,55 - 1,5 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig, schwach sandig - sandig
(gem.BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 05.08.2020 durch :

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	170	171	175			
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	303,10	292,10	312,50			
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	279,40	270,40	287,30			
Masse des Behälters m_B [g]	133,40	135,30	132,10			
Masse des Porenwassers m_w [g]	23,70	21,70	25,20			
Masse der trockenen Probe m_d [g]	146,00	135,10	155,20			
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	16,23	16,06	16,24			16,18

Bemerkungen :



Deggendorfer Str. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon: 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L20171580- W 02
 Anlage : 4
 zu : 20171580

**Bestimmung des Wassergehaltes
 durch Ofentrocknung
 nach DIN EN ISO 17892-1**

Prüfungs-Nr. : L20171580- W 02
 Bauvorhaben : Baugebiet "Am Stadtpark",
 Regensburger Str., Straubing
 Ausgeführt durch : RP/DD
 am : 12.08.2020
 Bemerkung :
 Probe: 201727

Entnahmestelle : BS5 - D1
 Entnahmetiefe : 1,0 - 3,0 m unter GOK
 Bodenart : Ton, schluffig, schwach sandig
 (gem.BA)
 Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 05.08.2020 durch :

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	176	177	138			
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	359,10	411,00	365,90			
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	324,80	369,00	331,20			
Masse des Behälters m_B [g]	131,60	133,30	136,00			
Masse des Porenwassers m_w [g]	34,30	42,00	34,70			
Masse der trockenen Probe m_d [g]	193,20	235,70	195,20			
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	17,75	17,82	17,78			17,78

Bemerkungen :

**Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß
Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]
Stand: 23.12.2019**



Zuordnung der Analysewerte zu Prüfbericht: **V203594** GBA Analytical Services GmbH

Zuordnungswerte Eluat (Anlage 2, Tabelle 1)

Parameter	Einheit	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert ¹⁾	-	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
elektrische Leitfähigkeit ¹⁾	µS/cm	500	500/2000 ²⁾	1000/2500 ²⁾	1500/3000 ²⁾
Chlorid	mg/l	250	250	250	250
Sulfat	mg/l	250	250	250/300 ²⁾	250/600 ²⁾
Cyanid, gesamt	µg/l	10	10	50	100 ³⁾
Phenolindex ⁴⁾	µg/l	10	10	50	100
Arsen	µg/l	10	10	40	60
Blei	µg/l	20	25	100	200
Cadmium	µg/l	2	2	5	10
Chrom, gesamt	µg/l	15	30/50 ^{2) 5)}	75	150
Kupfer	µg/l	50	50	150	300
Nickel	µg/l	40	50	150	200
Quecksilber ⁶⁾	µg/l	0,2	0,2/0,5 ²⁾	1	2
Zink	µg/l	100	100	300	600

Probenbezeichnung / Probenart (für Zuordnung) / Analysewert (AW) und Zuordnungswert (ZW)		MP1							
Lehm/ Schluff									
AW	ZW								
8,4	Z 0								
37	Z 0								
< 0,50	Z 0								
< 0,50	Z 0								
< 5,0	Z 0								
< 10	Z 0								
< 5,0	Z 0								
< 1,0	Z 0								
< 1,0	Z 0								
< 2,0	Z 0								
< 2,0	Z 0								
< 3,0	Z 0								
< 0,20	Z 0								
< 1,0	Z 0								

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.
 2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (gesamt) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen diesen Parametern auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf das erlaubte Bauschuttkontingent (max. ein Drittel der jährlichen Verfüllmenge) und haben keine Gültigkeit für das restliche Verfüllkontingent. Für dieses gelten die Zuordnungswerte für Boden. Im Rahmen des erlaubten Bauschuttkontingents darf auch Boden mit den für Bauschutt gültigen Zuordnungswerten verfüllt werden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.
 3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l.
 4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.
 5) Bei Überschreitung des Z 1.1-Werts für Chrom (gesamt) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr(VI)-Gehalt darf für eine Z 1.1-Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (gesamt)-Wert von 50 µg/l.
 6) Überschreitet das Material den Cr(VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr(VI)-Eluatwerts nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (gesamt).
 6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff (Anlage 3, Tabelle 2)

Parameter	Einheit	Zuordnungswert					
		Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Lehm/ Schluff	Ton			
EOX	mg/kg	1	1	1	3	10	15
Mineralölkohlenwasserstoffe	mg/kg	100	100	100	300	500	1000
∑ PAK n. EPA	mg/kg	3	3	3	5	15	20
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1
∑ PCB _n (Kongenerer nach DIN EN 12766-2) ³⁾	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg	40	70 ⁴⁾	100 ⁴⁾	140	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,4	1 ⁴⁾	1,5 ⁴⁾	2	3	10
Chrom, gesamt	mg/kg	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg	15	50 ⁴⁾	70 ⁴⁾	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg	60	150 ⁴⁾	200 ⁴⁾	300	500	1500
Cyanid, gesamt	mg/kg	1	1	1	10	30	100

Probenbezeichnung / Probenart (für Zuordnung) / Analysewert (AW) und Zuordnungswert (ZW)		MP1							
Lehm/ Schluff									
AW	ZW								
< 0,50	Z 0								
< 50	Z 0								
n.n.	Z 0								
< 0,01	Z 0								
n.n.	Z 0								
3,2	Z 0								
3,4	Z 0								
< 0,30	Z 0								
11	Z 0								
4,9	Z 0								
7,1	Z 0								
< 0,10	Z 0								
16	Z 0								
< 0,10	Z 0								

1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z. B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm und Schluff.
 2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff.
 3) Die Summe ist nur aus den Konzentrationen der 6 in der DIN 12766-2 genannten PCB-Indikator-Kongenerer (PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180) zu ermitteln. Es erfolgt keine Multiplikation mit dem Faktor 5.
 4) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie.

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und
Geotechnik mbH
Deggendorfer Str. 40
D-94491 Hengersberg



Prüfbericht V203594

25.08.2020

Projekt	Am Stadtpark Straubing (SH)
Auftraggeber	IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH
Auftragsdatum	12.08.2020
Probenart	Feststoff
Probenahme	05.08.2020
Probenehmer	Auftraggeber
Probeneingang	11.08.2020
Prüfzeitraum	12.08.2020 - 25.08.2020

GBA Analytical Services GmbH

i.A.



Dr. Thomas Henneberger
Kundenbetreuung

Die Prüfbefunde beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts ist ohne schriftliche Genehmigung der GBA Analytical Services GmbH nicht zulässig. Untersuchungsstelle ist die GBA Analytical Services GmbH, D-85591 Vaterstetten.
Wenn nicht anders vereinbart oder fachlich begründet, werden Feststoffproben 2 Monate aufbewahrt.

Prüfbericht V203594
25.08.2020

Feststoff

Probenbezeichnung				MP1
Probenahme durch				Auftraggeber
Probenahme am				05.08.2020
Probeneingang				11.08.2020
Anliefergefäß				Eimer
				V2016544
Probenaufbereitung	Fraktion < 2 mm			
Fraktion < 2 mm	DIN 19747:2009-07	0,1	%	73,7
Trockenrückstand (TR)	DIN EN 14346:2007-03	0,1	%	91,4
EOX	DIN 38414-S17:1989-11	0,5	mg/kg Tr	< 0,50
Kohlenwasserstoffe, GC	DIN EN ISO 16703:2011-09, GC/FID	50	mg/kg TR	< 50
Cyanide, gesamt	DIN ISO 11262:2003-09 / DIN EN ISO 14403:2012-10	0,1	mg/kg TR	< 0,10
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):				
Naphthalene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Acenaphthene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Acenaphthylene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Fluorene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Phenanthrene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Anthracene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Fluoranthene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Pyrene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Benz[a]anthracene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Chrysene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Benzo[b]fluoranthene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Benzo[k]fluoranthene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Benzo[a]pyrene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Dibenzo[a,h]anthracene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Benzo[g,h,i]perylene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS	0,01	mg/kg TR	< 0,01
Summe PAK (EPA)	DIN ISO 18287:2006-05, GC-MS		mg/kg TR	n.n.

Prüfbericht V203594
25.08.2020

Feststoff

Probenbezeichnung				MP1
Probenahme durch				Auftraggeber
Probenahme am				05.08.2020
Probeneingang				11.08.2020
Anliefergefäß				Eimer
				V2016544
PCB 28	DIN 38414-20:1996-01	0,001	mg/kg TR	< 0,0010
PCB 52	DIN 38414-20:1996-01	0,001	mg/kg TR	< 0,0010
PCB 101	DIN 38414-20:1996-01	0,001	mg/kg TR	< 0,0010
PCB 138	DIN 38414-20:1996-01	0,001	mg/kg TR	< 0,0010
PCB 153	DIN 38414-20:1996-01	0,001	mg/kg TR	< 0,0010
PCB 180	DIN 38414-20:1996-01	0,001	mg/kg TR	< 0,0010
Summe PCB	DIN 38414-20:1996-01		mg/kg TR	n.n.
Metalle:				
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01			
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	mg/kg TR	3,2
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	3	mg/kg TR	3,4
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,3	mg/kg TR	< 0,30
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	11
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	4,9
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	7,1
Quecksilber	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	< 0,10
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	16

Prüfbericht V203594
25.08.2020

Eluat

Probenbezeichnung				MP1
Probenahme durch				Auftraggeber
Probenahme am				05.08.2020
Probeneingang				11.08.2020
Anliefergefäß				Eimer
				V2016544
Eluatherstellung	DIN EN 12457-4:2003-01		-	
el. Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN 27888:1993-11 (C8), elektrometrisch	0,1	µS/cm	37
pH-Wert (20 °C)	DIN EN ISO 10523:2012-04, elektrometrisch		-	8,4
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (D20)	0,5	mg/L	< 0,50
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (D20)	0,5	mg/L	< 0,50
Cyanide, gesamt	DIN EN ISO 14403:2012-10	5	µg/L	< 5,0
Phenolindex	DIN EN ISO 14402:1999-12	10	µg/L	< 10
Metalle:				
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	5	µg/L	< 5,0
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	µg/L	< 1,0
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	µg/L	< 1,0
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	µg/L	< 2,0
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	µg/L	< 2,0
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	3	µg/L	< 3,0
Quecksilber	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,2	µg/L	< 0,20
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	µg/L	< 1,0

Legende

Komponenten unter der Bestimmungsgrenze (BG) wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt (Summen gerundet)

n.n. = nicht nachweisbar; n.b. = nicht beauftragt

gebrochen = Befunde aus der gebrochenen Originalprobe (Probenaufbereitung mit Backenbrecher)

Fraktion = Befunde aus der Fraktion < 2 mm

Frakt. < 31,5 = Befunde aus der gebrochenen Fraktion < 31,5 mm bzw. Eluatansatz aus der Fraktion < 31,5 mm

grob gebrochen = Eluatansatz aus der grob gebrochenen Originalprobe

Originalprobe = Befunde bzw. Eluatansatz aus der Originalprobe

zerkleinert = Befunde bzw. Eluatansatz aus der zerkleinerten Originalprobe

gemahlen = Befunde aus der gemahlten Originalprobe

Anlage 5









Anthropogene
Beimengungen (Ziegelreste)



Erschließung Baugebiet „Am Stadtpark“
Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

Stand: 26.01.2022

Projektnummer: PRIV-03-243-20

Aufgestellt: 26.01.2022

Ingenieurbüro Trummer - Beraten und Planen GmbH

Wittelsbacherstraße 26

94315 Straubing

straubing@beraten-planen.de

ÜBERFLUTUNGSNACHWEIS NACH DIN 1986-100

vom 26.01.2022

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

INHALTSVERZEICHNIS

Anlage	Bezeichnung
1	Erläuterung
2	Berechnungsunterlagen Überflutungsnachweis - Sickerbecken
3	Berechnungsunterlagen Überflutungsnachweis - Rasenmulde
4	Planungsunterlagen

ÜBERFLUTUNGSNACHWEIS NACH DIN 1986-100

vom 26.01.2022

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

1. ERLÄUTERUNG

Kurz-Erläuterung zum Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

1. Vorhabenträger

Antragssteller ist die Stadt Straubing, vertreten durch den Vorhabensträger „Straubinger Stadtentwässerung und Straßenreinigung.“

2. Kurzbeschreibung

Im westlichen Stadtbereich von Straubing soll das Baugebiet „Am Stadtpark“ erschlossen werden. Das betrachtete Baufeld erstreckt sich zwischen der nördlich angrenzenden Regensburger Straße und der südlich verlaufenden Bahnstrecke und umfasst eine gesamte Fläche von ca. 7,5 ha.

Im Zuge der Erschließungsplanung ist ein Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100 zu erbringen.

3. Erläuterung Überflutungsnachweis DIN 1986-100

Bei dem Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 muss nachgewiesen werden, dass die Differenz zwischen der anfallenden Regenwassermenge bei einem mindestens 30-jährlichen Regenereignis und dem 2-jährlichen Bemessungsregen schadlos zurückgehalten werden kann. Eine unschädliche Überflutung kann beispielsweise durch Hochborde, Mulden oder spezifischen Rückhalteräumen wie z.B. Regenrückhaltebecken, erreicht werden.

Niederschlagswasser welches auf öffentlichen Verkehrsflächen anfällt, wird über einen Regenwasserkanal in ein Versickerungsbecken eingeleitet, welches sich im Südwesten des Baugebietes befindet.

Bei Starkregenereignissen besteht die Möglichkeit, dass der Kanal überlastet ist und es somit zu einer Überflutung der öffentlichen Verkehrsflächen kommen kann.

Der Großteil des betrachteten Baugebiets leitet überstauendes Regenwasser, aufgrund der vorhanden Geländesituation, über das Längs- und Quergefälle in das Sickerbecken ein.

In den Planstraßen B und C sind jedoch Gradientenhochpunkte vorhanden, weshalb die östlich davon gelegenen Flächen anfallendes Überstauwasser nicht in das Sickerbecken, sondern in Richtung Malzmühlweg ableiten.

Das Überstauende Wasser dieser Flächen soll neben einer öffentlichen Parkfläche mit Hilfe einer Rasenmulde zurückgehalten werden.



Abbildung 1: Einzugsgebiete der Überflutungsnachweise: Die blauen Flächen werden dem Sickerbecken zugeführt. Die roten Flächen werden in einer Rasenmulde zurückgehalten.

Der Überflutungsnachweis wird nun sowohl für die Rückhaltung im Sickerbecken, als auch in der Rasenmulde neben der öffentlichen Parkfläche, durchgeführt.

4. Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100 - Sickerbecken

Die für die Berechnung verwendeten Regendaten können in den Anlagen eingesehen werden.

Flächen, welche bei Überflutung in das Sickerbecken einleiten lassen sich wie folgt einteilen:

Flächenart	Flächenausführung	Gesamtfläche [m ²]
Straßenfläche	Asphalt	4.489
Gehweg- und Parkfläche	Pflaster (dichte Fugen)	2.816
Multifunktionsfläche	Pflaster (offene Fugen)	2.550
Wirtschaftsweg	lockerer Kiesbelag	4.063
Grünfläche, Wall, Becken	Kies- und Sandboden	17.349

Tabelle 1: Flächenermittlung für den Überflutungsnachweis des Sickerbeckens

Der Überflutungsnachweis wird nun mit Hilfe der Gleichung 21 unter Berücksichtigung von Versickerungsanlagen gemäß DIN 1986-100 durchgeführt.

Mit Hilfe dieser Gleichung kann nun die zurückzuhaltende Wassermenge bestimmt werden.

Da es sich um ein Sickerbecken handelt, müssen die entsprechende Versickerungsrate Q_S und die versickerungswirksame Fläche A_S berücksichtigt werden. Als versickerungswirksame Fläche wird vereinfacht die Sohlfläche des Sickerbeckens angesetzt. Somit beträgt A_S 623 m². Der Wert der Versickerungsrate Q_S kann aus dem Wasserrechtsantrag übernommen werden und wurde mit einem Wert von $Q_S = 7,38$ l/s ermittelt.

In der Berechnung wird außerdem das bereits in der Dimensionierung nach DWA-A 138 ermittelte Rückhaltevolumen V_S berücksichtigt. Mit der Gleichung 21 soll das zusätzlich zum Dimensionierungsfall benötigte Rückhaltevolumen bestimmt werden, weshalb das bereits vorhandene Volumen V_S abgezogen wird. In der Anwendung der DWA-A 138 wurde für das Sickerbecken ein Beckenvolumen von 554 m³ festgelegt.

Mit diesen Werten kann nun die Berechnung der Gleichung 21 mit Berücksichtigung von Versickerungsanlagen durchgeführt werden.

Es berechnet sich ein notwendiges zusätzliches Rückhaltevolumen von $V_{\text{Rück}} = 974,2$ m³. Die vollständige Berechnung kann den Anlagen entnommen werden.

Es muss nun sichergestellt werden, dass das geplante Sickerbecken dieses Rückhaltevolumen $V_{\text{Rück}} = 974,2$ m³ zusätzlich zu den bereits nach DWA-A 138 bemessenen $V_S = 554$ m³ aufnehmen kann.

In der Berechnung nach DWA-A 138 wurde für das ermittelte Beckenvolumen $V_S = 554$ m³ eine Einstauhöhe von 0,75 m ermittelt: Der Wasserspiegel befindet sich bei diesem Fall bei einer Höhe von 325,25 m ü NN.

Das Sickerbecken kann insgesamt bis zu einer Höhe von ca. 327,00 m ü NN einstauen. Das maximale mögliche Einstauvolumen beträgt ca. 1.800 m³. Abzüglich der bereits berücksichtigten 554 m³ gemäß DWA-A 138 sind weitere 1.246 m³ Volumen als Puffer vorhanden.

Das gemäß des Überflutungsnachweis benötigte zusätzliche Rückhaltevolumen von $V_{\text{Rück}} = 974,2 \text{ m}^3$ kann demnach problemlos in dem geplanten Sickerbecken zurückgehalten werden. Der Überflutungsnachweis ist somit für diesen betrachteten Fall erbracht.

Die Beckengestaltung kann in den Anlagen unter „Lageplan Sickerbecken“ eingesehen werden.

5. Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100 - Rasenmulde

In der nächsten Berechnung wird nun der Überflutungsnachweis für eine Rückhaltung in einer Rasenmulde neben den östlich gelegenen Parkplätzen durchgeführt.

Die für die Berechnung verwendeten Regendaten entsprechen denen aus dem vorangegangenen Nachweis und können derselben Anlage entnommen werden.

Die betrachtete Fläche lässt sich wie folgt unterteilen:

Flächenart	Ausführung	Gesamtfläche [m ²]
Straßenfläche	Asphalt	1.161
Gehweg- und Parkfläche	Pflaster (dichte Fugen)	584
Grünfläche, Rasenmulde	Kies- und Sandboden	409

Tabelle 2: Flächenermittlung

Mit Hilfe der Gleichung 20 wird nun die zurückzuhaltende Regenwassermenge ermittelt: Diese ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen dem mindestens 30-jährigen Regenereignis und dem 2-jährigen Berechnungsregen (Bemessungsabfluss). Bevor die Berechnung durchgeführt werden kann, ist es notwendig die kürzeste maßgebende Regendauer nach DWA-A118 Tabelle 4 zu bestimmen.

mittlere Geländeneigung	Befestigung	kürzeste Regendauer
< 1 %	≤ 50 %	15 min
	> 50 %	10 min
1 % bis 4 %		10 min
> 4 %	≤ 50 %	10 min
	> 50 %	5 min

Tabelle 3: Maßgebende kürzeste Regendauer in Abhängigkeit von mittlerer Geländeneigung und Befestigungsgrad gemäß DWA-A 118

Als mittlere Geländeneigung kann ein Wert von < 1% angenommen werden. Da sich der Befestigungsgrad nun als > 50% einstellt, kann mit einer kürzesten Regendauer von 10 Minuten die Berechnung der Gleichung 20 durchgeführt werden.

Nach Anwendung der Gleichung 20 gemäß DIN 1986-100 berechnet sich ein benötigtes Rückhaltevolumen von $V_{\text{Rück}}$ von 24,0 m³. Die genaue Berechnung kann den Anlagen entnommen werden. Im Bereich der öffentlichen Parkfläche stehen insgesamt ca. 200 m² Grünfläche für die Errichtung einer Rasenmulde zur Verfügung. Somit ergibt sich bei einer ebenen Fläche eine Einstauhöhe von:

$$24,0 \text{ m}^3 / 200 \text{ m}^2 = 0,12 \text{ m}$$

Wird nun also die vorgesehene Rasenmulde mit einer entsprechenden Tiefe ausgeführt, kann sichergestellt werden, dass es bei einem Überflutungsfall zu keinen Schäden kommt und das berechnete Rückhaltevolumen $V_{\text{Rück}} = 24,0 \text{ m}^3$ zwischengespeichert werden kann.

Aufgestellt: 26.01.2022

Ingenieurbüro Trummer

Beraten und Planen GmbH

Wittelsbacherstraße 26

94315 Straubing

ÜBERFLUTUNGSNACHWEIS NACH DIN 1986-100
vom 26.01.2022

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Berechnungsunterlagen
Überflutungsnachweis - Sickerbecken

Örtliche Regendaten

Datenherkunft / Niederschlagsstation	Straubing (BY)
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	57
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	83
KOSTRA-Datenbasis	Kostra-DWD 2010R
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{(D,T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	2	5	30
5	241,4	324,8	487,8
10	183,2	239,9	350,9
15	149,8	195,2	283,8
20	127,5	166,1	241,7
30	99,0	129,8	190,1
45	74,8	99,5	147,7
60	60,6	81,6	122,7
90	43,3	57,4	85,0
120	34,1	44,7	65,5
180	24,4	31,5	45,5
240	19,3	24,6	35,2
360	13,8	17,4	24,5
540	9,9	12,3	17,1
720	7,8	9,7	13,2
1080	5,6	6,9	9,3
1440	4,5	5,4	7,2
2880	2,9	3,5	4,5
4320	2,2	2,7	3,7

Regenspenden für Überflutungsnachweis

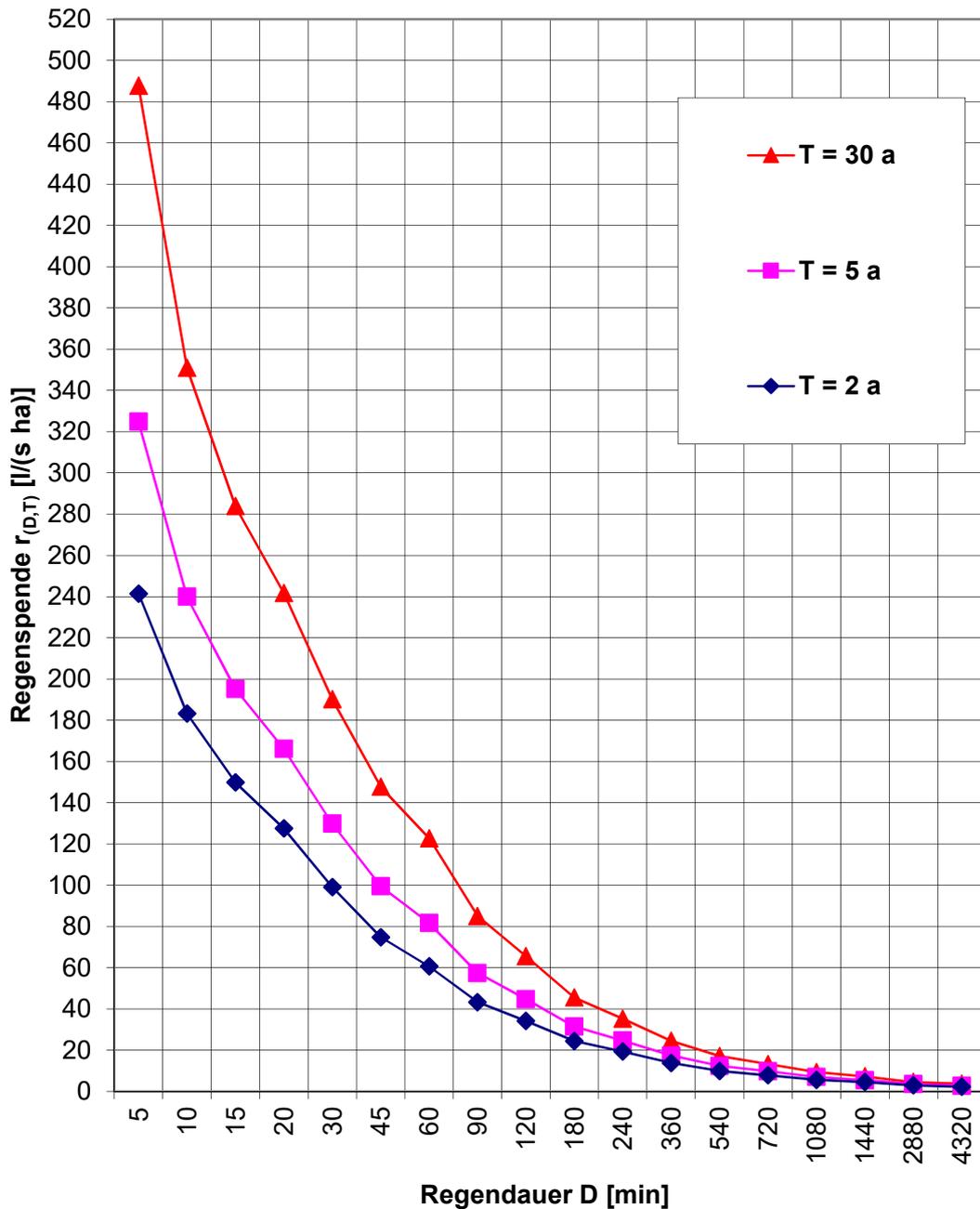
Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre	$r_{(5,30)}$ in l/(s ha)	487,2
Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre	$r_{(10,30)}$ in l/(s ha)	352,1
Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre	$r_{(15,30)}$ in l/(s ha)	285,9

Hinweis:

Örtliche Regendaten

Datenherkunft / Niederschlagsstation	Straubing (BY)
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	57
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	83
KOSTRA-Datenbasis	Kostra-DWD 2010R
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regenspendenlinien



Berechnungsprogramm GRUNDSTÜCK.XLS 1.3.3 © 2017 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
 Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77

Lizenznummer: DIN-0325-1064

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	0	1,00	0,90		
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement	0	1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,40	0,20		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen	0	1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	4.489	1,00	0,90	4.489	4.040
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart	0	1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	2.816	0,90	0,70	2.534	1.971
	Pflasterflächen, mit Fugenteil > 15 % z. B. 10 cm × 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	0	0,70	0,60		
	wassergebundene Flächen	0	0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	4.063	0,30	0,20	1.219	813
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	2.550	0,40	0,25	1.020	638
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	0	0,40	0,20		
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Berechnungsprogramm GRUNDSTÜCK.XLS 1.3.3 © 2017 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77

Lizenznummer: DIN-0325-1064

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennisflächen	0	0,30	0,20		
	Rasenflächen	0	0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	17.349	0,20	0,10	3.470	1.735
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	31267
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,41
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,29
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	12732
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	9067
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	31267
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,41
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,29
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	

Bemerkungen:

Beckenversickerung

Projekt : PRIV-03-243-20 Baugebiet "Am Stadtpark"
 Bemerkung : Wasserrecht

Datum : 20.01.2022

Bemessungsgrundlagen

Vorgeschalteter Absetzraum vorhanden, Beckensohle ist 100 % durchlässig

Angeschlossene undurchlässige Flächen nach Flächenermittlung	A_U	:	12512 m ²
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	h_{GW}	:	5 m
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	k_f	:	2E-5 m/s
Maximal zulässige Entleerungsdauer	$t_{E,max}$:	12 h
Länge der Beckensohle	l_s	:	27 m
Breite der Beckensohle	b_s	:	23 m
Böschungsneigung 1:m	m	:	3 -
Zuschlagsfaktor gemäß DWA-A 117	f_Z	:	1,20 -

Starkregen nach: Gauß-Krüger Koord.

DWD Station :		Räumlich interpoliert ?	ja
Gauß-Krüger Koord. Rechtswert :	4540606 m	Hochwert :	5415805 m
Geogr. Koord. östl. Länge :	° ' "	nördl. Breite :	° ' "
Rasterfeldnr. KOSTRA-DWD-2010R	horizontal 57	vertikal	83
Rasterfeldmittelpunkt liegt :	1,59 km westlich	3,332 km südlich	
Überschreitungshäufigkeit	n	:	0,1 1/a

Berechnungsergebnisse

erforderliches Beckenvolumen	V	:	554 m ³
Einstauhöhe	z	:	0,75 m
Zufluss	Q_{zu}	:	61,1 l/s
spezifische Versickerungsrate	q_S	:	5,9 l/(s·ha)
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$:	45,6 l/(s·ha)
maßgebende Regendauer	D	:	145 min
Flächenbelastung	A_U/A_S	:	16,8 -
Entleerungszeit	t_E für n=1	:	10,0 h
Länge an der Oberfläche	l_o	:	31,5 m
Breite an der Oberfläche	b_o	:	27,5 m
Oberfläche	A_o	:	866 m ²
Fläche der Beckensohle	$l_s \cdot b_s$:	621 m ²

Warnungen und Hinweise

Keine vorhanden.

Überflutungsnachweis in Anlehnung an DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 21 und Berücksichtigung von Versickerungsanlagen

Projekt:

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Auftraggeber:

Stadt Straubing
Theresienplatz 2
94315 Straubing

Eingabe:

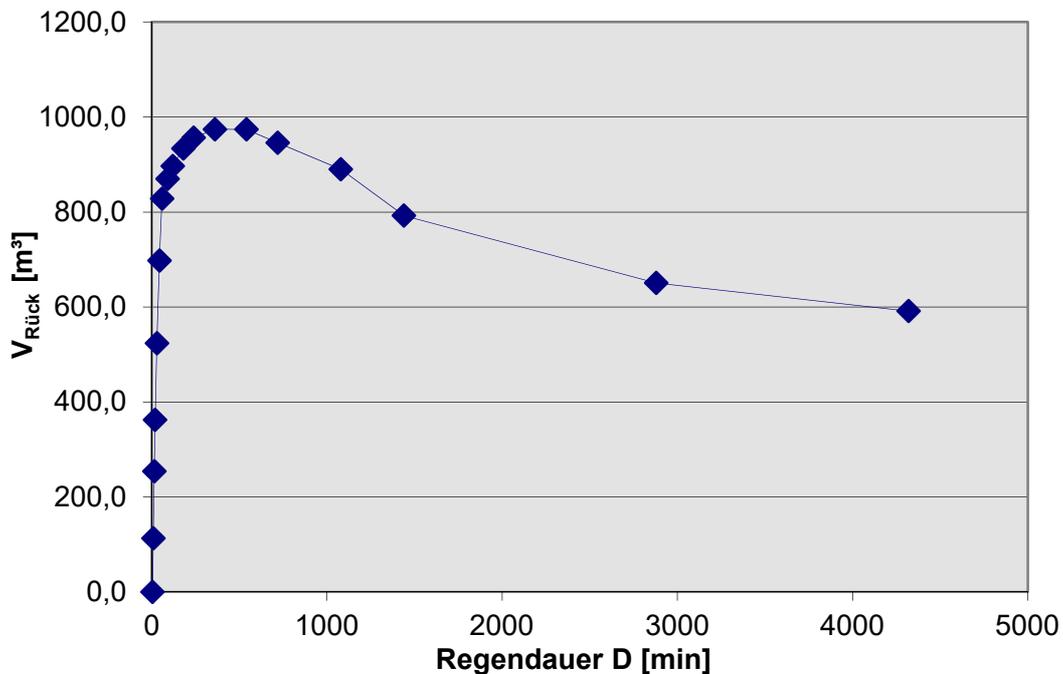
$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,30)} * (A_{\text{ges}} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{\text{Dr}})] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m^2	31.267
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m^2	31.267
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	0,0
vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138	V_s	m^3	554
Versickerungsrate nach DWA-A 138	Q_s	l/s	7,4
versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138	A_s	m^2	623

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Berechnungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende Bemessung $V_{\text{Rück}}$	$r_{(D,30)}$	$\text{l}/(\text{s} * \text{ha})$	24,5
zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m^3	974,2
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,03

Berechnungsergebnisse



Berechnungsprogramm GRUNDSTÜCK.XLS 1.3.3 © 2017 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77

Lizenznummer: DIN-0325-1064

**Überflutungsnachweis in Anlehnung an DIN 1986-100
Nachweis mit Gleichung 21 und
Berücksichtigung von Versickerungsanlagen**

Projekt:

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Auftraggeber:

Stadt Straubing
Theresienplatz 2
94315 Straubing

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{(D,30)}$ [l/(s*ha)]
5	487,8
10	350,9
15	283,8
20	241,7
30	190,1
45	147,7
60	122,7
90	85,0
120	65,5
180	45,5
240	35,2
360	24,5
540	17,1
720	13,2
1080	9,3
1440	7,2
2880	4,5
4320	3,7

Berechnung:

$V_{\text{Rück}}$ [m³]
0,0
113,0
253,9
362,1
523,9
697,8
828,1
869,9
896,8
933,4
956,2
974,2
973,7
945,7
889,6
792,2
650,5
591,5

Bemerkungen:

ÜBERFLUTUNGSNACHWEIS NACH DIN 1986-100
vom 26.01.2022

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Berechnungsunterlagen
Überflutungsnachweis - Rasenmulde

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teil- fläche A [m ²]	C_s [-]	C_m [-]	$A_{u,s}$ für Bem. [m ²]	$A_{u,m}$ für V_{rr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	0	1,00	0,90		
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement	0	1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,40	0,20		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen	0	1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	1.161	1,00	0,90	1.161	1.045
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart	0	1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	584	0,90	0,70	526	409
	Pflasterflächen, mit Fugenteil > 15 % z. B. 10 cm × 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	0	0,70	0,60		
	wassergebundene Flächen	0	0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	0	0,40	0,20		
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Berechnungsprogramm GRUNDSTÜCK.XLS 1.3.3 © 2017 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77

Lizenznummer: DIN-0325-1064

**Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und
abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100**

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennisflächen	0	0,30	0,20		
	Rasenflächen	0	0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	409	0,20	0,10	82	41
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	2154
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,82
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,69
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	1769
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	1486
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	2154
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,82
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,69
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Erschließung Baugebiet "Am Stadtpark"

Auftraggeber:

Stadt Straubing
Theresienplatz 2
94315 Straubing

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,30)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m^2	2.154
gesamte Gebäudedachfläche	A_{Dach}	m^2	0
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	0,00
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m^2	2.154
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,90
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	10
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,2)}$	$\text{l}/(\text{s} * \text{ha})$	183,2
maßgebende Regenspende für D und T = 30 Jahre	$r_{(D,30)}$	$\text{l}/(\text{s} * \text{ha})$	350,9

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m^3	24,0
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,12

Bemerkungen:

Rückhaltung in einer Rasenmulde im Bereich der Parkplätze.

Vorhandene Grundfläche der Rasenmulde = ca. 200 m^2

Die abgeschätzte Einstauhöhe in der Rasenmulde berechnet sich über $V_{\text{rück}} / 200 \text{ m}^2$