



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Stadt Regensburg
Tiefbauamt
Stabsstelle Geotechnik und Konversionsflächen
Herr Michael Daschner
D.-Martin-Luther-Straße
93047 Regensburg

Projekt-Nr. 42.7676	Datei P7676B210226	Diktat WSch/Geb	Büro Nürnberg	Datum 26.02.2021
------------------------	-----------------------	--------------------	------------------	---------------------

**Ehem. Prinz-Leopold-Kaserne,
Regensburg,
Straßen- und Kanalbau**

- Geotechnisches Gutachten -

Auftrag vom 25.01.2021

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, <https://www.dr-spang.de>
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 27, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Nürnberg, IBAN: DE36 7607 0024 0381 6642 00, BIC: DEUTDEDB760



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	4
1.3 Unterlagen	5
1.4 Untersuchungen	6
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	7
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	7
2.2 Baugrund	8
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	12
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	16
2.5 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	18
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	19
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	19
3.2 Bodenkennwerte	21
3.3 Homogenbereiche	21
3.3.1 Allgemeines	21
3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	22
3.3.3 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	24
4. FOLGERUNGEN	24
4.1 Gründung	24
4.1.1 Kanalbau (Rohrleitung / Schächte)	24
4.1.2 Straßenbau	26
4.2 Baugruben	27
4.2.1 Kanalbau (Rohrgraben / Aushub / Grabenverfüllung)	27
4.2.2 Straßenbau	28
4.3 Grundwasserhaltung	29
4.4 Versickerung	30
4.5 Nachbarbebauung	31
4.6 Geotechnische Kategorie	31



INHALT	SEITE
5. EMPFEHLUNGEN	32
5.1 Gründung	32
5.1.1 Kanalbau (Rohrbettung in offener Bauweise und Gründung der Schächte)	32
5.1.2 Straßenbau	33
5.2 Baugruben	37
5.2.1 Kanalbau (Rohrgraben / Verbau / Verfüllung)	37
5.2.2 Straßenbau	39
5.2.3 Allgemeine Hinweise	39
5.3 Wasserhaltung / Abdichtung	40
5.4 Sonstige Empfehlungen	42
6. ANLAGEN	
Anlage 1: Übersichtslageplan, 1:100.000 (2)	
Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1:2.000 (2)	
Anlage 3: Schematische Geländeschnitte 1:100 / 1:1.000 (H/L) (2)	
Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)	
Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)	
Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS) (10)	
Anlage 4.3: Schwere Rammsondierungen (DPH) (4)	
Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (1)	
Anlage 5.1: Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 (1)	
Anlage 5.2: Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17 892-12 (5)	
Anlage 5.3: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4 (2)	



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die Stadt Regensburg plant auf dem Gelände der ehemaligen Prinz-Leopold-Kaserne die **Erschließung eines neuen Wohngebietes**. Vorher ist der Rückbau der Bestandsbebauungen vorgesehen. Letzterer ist nicht Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchung.

Im Zusammenhang mit der Erschließung des neuen Wohngebietes ist der **Neubau von Kanälen** geplant. Gemäß der Angebotsanfrage vom 20.01.2021 ist für den Kanalbau eine mittlere Verlegetiefe von ca. 3 m unter dem bestehenden Gelände vorgesehen. Die Lage und die Trassenführung der Kanäle sind noch nicht bekannt.

Des Weiteren ist der **Neubau von Erschließungsstraßen** geplant, deren Lage und Gradienten ebenfalls noch nicht bekannt sind. Es wird gemäß den bauseitigen Angaben davon ausgegangen, dass sich die neuen Straßengradienten am Bestand orientieren werden.

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen noch keine Planunterlagen zur geplanten Baumaßnahme vor. Gemäß den bauseitigen Angaben ist deshalb eine grobe rasterförmige Erkundung des Baugrundes durchzuführen, als Grundlagenermittlung für eine Vorplanung der Kanäle und Straßen. Außerdem werden Angaben zur Sickerfähigkeit der anstehenden Böden und zu den Grundwasserständen benötigt.

1.2 Auftrag

Auf Basis unseres Angebots A42.15491 vom 21.01.2021 wurde die Dr. Spang GmbH am 25.01.2021 schriftlich per E-Mail von der Stadt Regensburg beauftragt, für das o.g. Bauvorhaben Baugrunduntersuchungen durchzuführen, deren Ergebnisse auszuwerten und grafisch darzustellen sowie in einem Gutachten zusammenzufassen. Umwelt-/abfalltechnische Untersuchungen waren wunschgemäß nicht Gegenstand des Auftrages.



1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **Geologische Karte von Bayern**; M 1 : 25.000, mit Erläuterungen, Blatt 6938 Regensburg, Bayerisches Geologisches Landesamt, München, 1966.
- [U 2] **PLK Erkundungskonzept, Kanalbestandsplan**; M 1 : 750, Stadt Regensburg, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber per Email am 25.01.2020, Regensburg, Stand: 14.09.2020.
- [U 3] **Grundbautaschenbuch Teil 1 bis 3; 8. Auflage**; Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2017.
- [U 4] **RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen**; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012.
- [U 5] **ZTV E-StB 17 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau**; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2017.
- [U 6] **UmweltAtlas Bayern**; <https://www.umweltatlas.bayern.de/>; Raum- und ortsbezogene Umweltdaten/Geofachdaten; Bayerisches Landesamt für Umwelt, Internet; zuletzt aufgerufen am 24.02.2021.
- [U 7] **BayernAtlas**; <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>; Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat / Bayerische Vermessungsverwaltung; Internet; zuletzt aufgerufen am 24.02.2021.
- [U 8] **Gewässerkundlicher Dienst Bayern**; www.gkd.bayern.de, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Internet, zuletzt aufgerufen am 15.02.2021.



[U 9] Grundwasser - Daten; Langzeit Messungen der Pegel 001, 010 und 032, Zeitraum 2011 bis 2020, Stadt Regensburg, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber per Email am 15.02.2020, Regensburg.

[U 10] Grundwasser Daten; Sickerversuche der Fa. FAG Holzhauser, Geotechnische und umwelttechnische Berichte der Firmen Ingenieurbüro Schröfl, FAG Holzhauser, Dr. Zerbes & Kargl GbR und Tauw GmbH, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber per Email am 15.02.2020.

[U 11] Bohrprofile, -daten und Lageplan; B 10_439 und B 10_440, Hornstraße / Landshuter Straße, Regensburg, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber per Email am 16.02.2020, Regensburg,

1.4 Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse im Baufeld wurden **9 Kleinrammbohrungen** (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 und **4 Schwere Rammsondierungen** (DPH) nach DIN EN ISO 22 476-2 mit einer max. Erkundungstiefe bis 7,0 m unter die bestehende Geländeoberkante (GOK) durchgeführt.

Die Kleinrammbohrungen und die Rammsondierungen wurden am 28.01.2021 und 29.01.2021 durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH ausgeführt.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 (Boden) geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Schweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrungen wurden durch die Dr. Spang GmbH Proben für bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen entnommen.

An ausgewählten Bodenproben wurden die **Korngrößenverteilungen** und **Zustandsgrenzen** bestimmt, sowie die **Wassergehalte** gemessen. Die Ergebnisse der Laborversuche werden bei der



Festlegung der in diesem Gutachten angegebenen Schichtenbeschreibungen und Kennwertfestlegungen berücksichtigt und sind in der Anlage 5 enthalten.

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig mit einem GPS-Gerät eingemessen. Die Lage des Untersuchungsgebietes ist in einem Übersichtsplan in der Anlage 1 markiert. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen sind den Darstellungen in den Anlagen 3 (Schnitte) und 4 (Einzelprofile) zu entnehmen.

Die Festlegung der Aufschlusspunkte erfolgte bei einem Ortstermin am 28.01.2021 in Absprache mit dem Auftraggeber (Stadt Regensburg, Hr. Daschner) in Anlehnung an das Erkundungskonzept [U 2] und in Abhängigkeit der örtlichen Leitungssituation. Als Zieltiefe der Aufschlüsse wurden 6 m gemäß den Vorgaben des Auftraggebers angestrebt.

Zudem erfolgte eine Kampfmittelfreimessung der Aufschlusspunkte durch die Fa. Süddeutsche Kampfmittelfreimessung im Auftrag der Dr. Spang GmbH vorlaufend zur Festlegung der Aufschlusspunkte, ebenfalls am 28.01.2021.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Geländehöhen: Das Bestandsgelände der ehemaligen Prinz-Leopold-Kaserne ist relativ eben und nahezu waagrecht. Das Gelände fällt leicht nach Norden/Nordosten hin ab. Das Gelände liegt zwischen ca. 333,2 m NHN und ca. 335,7 m NHN.

Vegetation: Der Projektbereich ist als ehemaliges Kasernengelände komplett erschlossen und entsprechend bebaut. Zwischen den Bebauungen befinden sich umrandende Grünflächen. In einigen der Grünflächen befinden sich Sträucher und ältere Bäume (Biotopkartierung Stadt, siehe Kapitel 2.6)

Geotechnisch relevante Vegetation (Feuchteanzeiger, Verformungsanzeiger, etc.) war zum Zeitpunkt der Felderkundung im Nahbereich des Baufeldes nicht vorhanden.



Bebauung: Aufgrund der Lage des Projektbereiches auf dem Gelände der ehemaligen Prinz-Leopold-Kaserne befinden sich zahlreiche Gebäude auf dem Gelände. Ebenso ist das gesamte Gelände mit befestigten Straßen und zahlreichen ebenfalls befestigten Parkplatzflächen erschlossen. Im südwestlichen Bereich liegt der ehemalige Sportplatz der Kaserne. Dieser liegt derzeit als Schotterfläche vor.

Nachbarbebauung: Aufgrund der Lage des Projektgebietes im Osten der Stadt Regensburg, liegen im direkten Umfeld Nachbarbebauungen mit einem Abstand von ca. 5 – 10 m vor. Im Nordwesten grenzt das Projektgebiet auf gesamter Länge direkt an die „Zeißstraße“ an. (Die Bestandsbebauungen im Projektbereich, s. Anl. 2.1, sollen kurzfristig rückgebaut werden und werden deshalb hier nicht betrachtet).

2.2 Baugrund

Gemäß der geologischen Karte [U 1] und stehen im Untersuchungsgebiet als Deckschichten die Niederterrassenschotter bzw. Hochterrassenschotter des Quartärs an. Die quartären Ablagerungen bestehen meist aus Kiesen und kiesigen Sanden, können aber auch zwischengelagerte Verlehmungen (Auelehme) sowie Löß und Lößlehm (z.T. sandig) aufweisen.

Der tiefere Untergrund wird im Projektgebiet von jurassischen Ablagerungen in Form von Kalksteinen, Dolomitsteinen, Kalkmergelsteinen und Mergelsteinen aufgebaut. Bereichsweise sind über den Jura-Schichten kretazische Sandsteine oder Mergel vorhanden. Darüber können in einigen Bereichen auch tertiäre Ablagerungen, vor allem als Tone und sandige Tone bzw. tonige Sande, auftreten.

Nachfolgend wird der bei der Erkundung vorgefundene Schichtaufbau des Baugrundes beschrieben.

Oberflächenbefestigungen: Aufgrund der Lage des Untersuchungsgebietes auf dem Gelände der ehemaligen Prinz-Leopold-Kaserne, sind die meisten Flächen versiegelt (Asphalt- und/oder Betonflächen). Dabei handelt es sich überwiegend um Erschließungsstraßen oder Parkplatzflächen.



Oberboden: Da sich die Aufschlusspunkte in den vorhandenen, die Bestandsbebauungen umrandenden Grünflächen befinden, wurde dort Oberboden angetroffen. Der Oberboden wurde bei BS 4 und BS 6 mit einer Mächtigkeit von ca. 0,3 m erbohrt.

Auffüllungen (Schicht 1): Oberflächennah wurden bei allen Aufschlusspunkten, außer BS 4 und BS 6, Auffüllungen angetroffen. Die Auffüllungen der Schicht 1 bestehen zum einen aus bindigen feinkörnigen Auffüllungen der Schicht 1.1 (aufgefüllte Tone) und zum anderen aus gemischtkörnigen bis grobkörnigen Auffüllungen der Schicht 1.2 (aufgefüllte Kiese, untergeordnet Sande).

Auffüllungen, Tone (Schicht 1.1): Die aufgefüllten Tone wurden als braune schluffige bis stark schluffige, schwach kiesige bis kiesige und schwach sandige Tone, **lokal mit Ziegel- und Schlackereesten**, sowie lokal schwach humos, erkundet. Die Schicht 1.1 wurde mit Mächtigkeiten von ca. 0,3 bis ca. 1,9 m erbohrt. Mit den durchgeführten Bohrsondierungen wurden die Tone mit einer weichen bis steifen Konsistenz angetroffen, was auch durch die gemessenen Schlagzahlen der Rammsondierungen im Wesentlichen bestätigt wird. ($DPH-N_{10} = 1 - 3$).

Auffüllungen, Kiese, untergeordnet Sande (Schicht 1.2): Bei den Auffüllungen der Schicht 1.2 handelt es sich überwiegend um sandige und schluffige Kiese, die **lokal schlackehaltig und mit Beton- und/oder Ziegelresten** angetroffen wurden. Die Kiese der Schicht 1.2 wurden mit braunen bis graubraunen, oder beigen Farbtönen vorgefunden. Lokal wurden auch kiesige Sande mit Ziegelresten (BS 1, 0,5 m – 0,7 m) erbohrt. Die erbohrten Mächtigkeiten der Schicht 1.2 variieren von 0,2 m bis 2,2 m. Die Kiese und Sande der Auffüllungen wurden überwiegend mit lockerer bis mitteldichter Lagerung erkundet ($DPH-N_{10} = 2 - 11$). Beim Aufschlusspunkt DPH 7 / 7a wurden **Bohrhindernisse innerhalb der Auffüllungen** angetroffen die sich durch ausbleibenden Bohrfortschritt auszeichnen. Hier konnte die Schichtunterkante der Auffüllungen nicht erreicht werden.

Bei den übrigen Aufschlusspunkten wurde die **Schichtunterkante der Auffüllungen** (Schicht 1.1 bzw. Schicht 1.2) **in Tiefen von ca. 0,5 m bis ca. 2,9 m unter GOK** erbohrt.

Natürlich anstehende Böden (Schicht 2): Die Schicht 2 besteht aus einer unregelmäßigen Wechsellagerung bzw. Verzahnung von grobkörnigen bis gemischtkörnigen Böden (Kiese, untergeordnet Sande, Schicht 2.2) mit bindigen bzw. feinkörnigen Böden (Tone, Schicht 2.1). Stratigraphisch handelt es sich dabei zumeist um quartäre fluviatile Ablagerungen verschiedenen Alters. Aus



geotechnischer und baupraktischer Sicht ist eine stratigraphische Unterteilung der natürlich anstehenden Böden im Baufeld nicht möglich bzw. nicht sinnvoll.

Tone (Schicht 2.1): Die bindigen Lagen der Schicht 2 bestehen überwiegend aus braunen, schwach schluffigen bis schluffigen, schwach sandigen bis sandigen und lokal schwach kiesigen bis kiesigen Tonen. Die Schicht 2.1 wurde mit Mächtigkeiten von ca. 0,3 m bis 2,6 m erbohrt. Nach Auswertung der Schuppenansprache und der ausgeführten Rammsondierungen haben die bindigen Böden überwiegend eine weiche bis steife Konsistenz ($DPH-N_{10} = 1 - 9$), was auch durch die Laborversuche bestätigt wird.

Kiese, untergeordnet Sande (Schicht 2.2): Bei der Schicht 2.2 handelt es sich überwiegend um braune bis beige, sandige bis stark sandige und lokal schwach schluffige bis schluffige Kiese. Lokal wurde beiger bis hellgrauer Sand angetroffen (BS 9, 1,8 m – 2,6 m). Die erbohrten Mächtigkeiten der Schicht 2.2 betragen 0,3 m bis 3,8 m. Die Lagerungsdichte der Kiese und Sande variiert sehr stark. Gemäß den im Tiefenbereich der Kiese und Sande gemessenen Schlagzahlen der Rammsondierungen ($DPH-N_{10} = 5 - 81$) sind die Böden der Schicht 2.2 mitteldicht bis sehr dicht gelagert bzw. enthalten **Rammhindernisse**, vermutlich in Form von Steinen. Erhöhte Schlagzahlen der Rammsondierungen innerhalb der Kiese und Sande (Schicht 2.2) können auf eine teilweise sehr dichte Lagerung und/oder enthaltene Steine (d.h. lokale Rammhindernisse in Form von Geröllen) zurückgeführt werden.

Die Untergrenze der Schicht 2 wurde mit den durchgeführten Bohrsondierungen nicht erkundet. In Tiefen von 2,0 m (s. BS 4) bis 5,8 m u. GOK (s. BS 5) war jeweils noch innerhalb der Schicht 2 kein Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Bei den Bohrungen BS 3 und BS 8 stand bei deren planmäßiger Endtiefe von 6,0 m (bzw. 6,5 m) ebenfalls noch die Schicht 2 an. (Die Bohrungen BS 7 und BS 7a mussten wegen Bohrhindernissen bereits in den darüberliegenden Auffüllungen der Schicht 1 abgebrochen werden).

Mit der Rammsondierung DPH 4 wurde eine etwas größere Tiefe (2,9 m u. GOK) erreicht wie mit der parallel ausgeführten Kleinrammbohrung (BS 4, 2,0 m u. GOK). Bei den übrigen Rammsondierungen DPH 2, DPH 5 und DPH 6 wurde die Zieltiefe von 6,0 m bzw. 7,0 m erreicht. Das Steckenbleiben der Bohrung und Rammsondierung DPH 4 bei den genannten Tiefen wird zum einen auf sehr dicht gelagerte Kiese (BS 4), zum anderen auf größere Rammhindernisse, z.B. Steine und Blöcke, größere Gerölle (DPH 4) zurückgeführt.



Unter der Schicht 2 folgt in nicht erkundeter Tiefenlage Fels. Gemäß [U 1] und [U 6] sind im Projektgebiet als Festgesteine in erster Linie kretazische Sandsteine und/oder jurassische Kalksteine zu erwarten. Gemäß [U 6] (Auswertung dort verzeichneter Bohrdaten) ist die Felsoberkante im näheren Umfeld des Projektgebietes bei lokalen Felshochlagen ab ca. 5 m u. GOK zu erwarten. Die in [U 6] innerhalb des Projektbereich verzeichneten Bohrdaten zeigen bei Endtiefen von ca. 6,5 m bis ca. 10,5 m u. GOK noch keine Felsoberkante.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1.1	Auffüllungen, Tone ¹⁾	0,3 – 1,9	Tone, schluffig bis stark schluffig, schwach kiesig bis kiesig, schwach sandig, lokal schwach humos lokal Schlacke- und Ziegelreste / braun	weich - steif
1.2	Auffüllungen, Kiese untergeordnet Sande ¹⁾	0,2 – 2,2	Kiese, sandig, schluffig, lokal schlackehaltig, Beton- und Asphaltreste Sande, kiesig, Ziegelreste / grau, beige, braun	locker – mitteldicht
2.1	Tone ¹⁾	0,3 - 2,6	Tone, schwach schluffig bis schluffig, schwach sandig bis sandig, lokal schwach kiesig bis kiesig / grau, beige, braun	weich - steif
2.2	Kiese, untergeordnet Sande ¹⁾	0,3 – 3,8	Kiese, sandig bis stark sandig, lokal Sand-Zwischenlagen, lokal schwach schluffig bis schluffig / braun, graubraun, hellgrau, beige	mitteldicht – (sehr) dicht

1) nicht in allen Bohrungen erkundet

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau



Der erkundete Schichtaufbau stimmt – mit Ausnahme der anthropogenen Auffüllungen – mit der erwarteten Stratigraphie aus der geologischen Karte [U 1] überein.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform sind Schwere Rammsondierungen (Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt worden. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt. Bei den bindigen Böden ist die Lagerungsstörung beim Rammvorgang zu berücksichtigen, die eine geringere Konsistenz vortäuscht als der ungestörte Boden tatsächlich aufweist. In diesem Fall ist die Konsistenz aus der Bohrgutansprache zuverlässiger, auch wenn diese zwangsläufig ebenfalls gestört ist. Dies wurde bei der Angabe der Lagerungsdichte und Konsistenz berücksichtigt. Weiterhin wurden die Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen berücksichtigt.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Gemäß [U 6] und [U 8] ist im Projektgebiet ein quartärer Grundwasserleiter ausgebildet. Die Grundwassergleichen liegen gemäß der Hydrogeologischen Karte M 1: 100.000 im Untersuchungsgebiet zwischen ca. 330 m NHN und ca. 332 m NHN. Deshalb ist davon auszugehen, dass es sich bei dem in Bohrung BS 1, 3, 5, 6 und 8 (siehe Tabelle 2.3-1) angetroffenem Wasser bereits um den **zusammenhängenden Grundwasserspiegel des oberflächennahen quartären Grundwasserleiters** handelt.

Den Vorfluter für das Projektgebiet stellt der ca. 1 km nördlich verlaufende Fluss Donau dar. Das Grundwasser fließt gemäß [U 6] im Projektbereich von Süden nach Norden, der Grundwasserspiegel fällt somit nach Norden, zur Donau hin, ein.

Während der Baugrunderkundung wurde Wasser angetroffen. Die angetroffenen Wasserstände sind in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst.



Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m NHN]	Wasser angebohrt	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m NHN]
BS 1	28.01.2021	335,1	2,5	332,7
BS 3	28.01.2021	333,2	nass ab ca. 3,9 m u. GOK, Bohrloch zugefallen	
BS 5	29.01.2021	335,7	2,1	333,6
BS 6	29.01.2021	333,2	nass ab ca. 3,5 m u. GOK, Bohrloch zugefallen	
BS 8	29.01.2021	333,7	3,0	330,7

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Die während der Erkundung gemessenen Wasserstände (s. Tabelle 2.3-1) stellen lediglich eine Momentaufnahme dar. Zusätzlich wurden die verfügbaren Daten in [U 6; hier: Bohrungsdaten des LfU], [U 10] und [U 11] ausgewertet, bei denen es sich ebenfalls jeweils um Momentaufnahmen der Grundwassersituation handelt.

Für genauere Aussagen zu den Grundwasserständen sind **Langzeit-Messreihen der Grundwasserstände aus möglichst nahegelegenen Grundwasser-Messstellen** erforderlich. Derartige Messreihen waren für das Projektgebiet nur in begrenztem Umfang verfügbar. Es konnte auf Messdaten aus den drei nächstgelegenen Grundwasserpegeln 1, 10 und 32 zurückgegriffen werden [U 9]. Die verfügbaren Messdaten der genannten Pegel erstrecken sich über einen Zeitraum von Januar 2011 bis Januar 2021. Allerdings befinden sich alle drei Pegel zwischen dem Projektgebiet und dem Vorfluter (Donau), so dass für den Projektbereich nicht zwischen den Pegeldaten interpoliert werden konnte. Vielmehr liegt der Projektbereich außerhalb des Bereiches, der durch die Messdaten Pegel abgedeckt wird.

Die Bewertung der Grundwasserstände nach DIN EN 1997-2, 3.6.3 musste somit auf der Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen vorgenommen werden. Folglich war es erforderlich, von den Messwerten aus [U 9] zu **extrapolieren** und die Wasserstände im Projektbereich, sowie den Bemessungswasserstand und den Bauwasserstand vorsichtig auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen **abzuschätzen**.

Die Ergebnisse der Auswertung der Grundwasserdaten aus [U 9] bezüglich mHGW, HGW und mGW sind in der nachfolgenden Tabelle 2.3-2 zusammengestellt.



Pegel	mHGW [m ü. NN]	HGW [m ü. NN]	mGW [m ü. NN]
Pegel 001 (Irlter Höhe)	328,7	329,4	328,2
Pegel 010 (Alte Straubinger Straße)	329,2	330,5	327,7
Pegel 032 (Theobald-Schrems-Str.)	329,4	330,0	328,7

Tabelle 2.3-2: Ergebnisse der Auswertung der Messdaten der GW-Pegel 001, 010 und 032

Bei der Abschätzung der Grundwasserstände für den Projektbereich wurde folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wurde der **mittlere Grundwasserstand (mGW)** von den Messstellen aus auf den Projektbereich extrapoliert. Dies erfolgte anhand der Grundwassergleichen in der Hydrogeologischen Karte M 1:100:000 in [U 6] (d.h. parallel zu der damit abgebildeten Grundwasseroberfläche). Das Ergebnis der Extrapolation ist im Lageplan (Anlage 2.1) und in den Schnitten (Anlage 3.1) eingetragen (Bezeichnung: mGW, extrapoliert).

Gemäß den verfügbaren Daten beträgt der Abstand zwischen mHGW und mGW bei den Messstellen 0,5 m bis 1,5 m (siehe Tabelle 2.3-3). Dabei nimmt die Schwankungshöhe mit zunehmendem Abstand von der Donau insgesamt ab. Für den Projektbereich wurde demzufolge davon ausgegangen, dass der mHGW max. ca. 0,5 m über dem mGW liegt. Wegen der groben Extrapolation der Werte anhand der Hydrogeologischen Karte M 1:100.000 wurde dieser Wert mit einem Sicherheitszuschlag von 0,5 m beaufschlagt. **Folglich liegt der extrapolierte, abgeschätzte mHGW 1,0 m über dem mGW.**

Der Abstand zwischen HGW und mGW beträgt bei den Messstellen 1,2 m bis 2,8 m. Dabei nimmt die Schwankungshöhe mit zunehmendem Abstand von der Donau ebenfalls ab. Für den Projektbereich wurde demzufolge davon ausgegangen, dass der HGW max. ca. 1,2 m über dem mGW liegt. Wegen der groben Extrapolation der Werte anhand der Hydrogeologischen Karte M 1:100.000 wurde dieser Wert auf 2,0 m aufgerundet. **Demzufolge liegt der extrapolierte, abgeschätzte HGW 2,0 m über dem mGW.**

Die ermittelten Werte für mHGW und HGW sind jeweils in den Schnitten in der Anlage 3.1 veranschaulicht.



Pegel	mHGW – mGW [m]	HGW - mGW [m]
Pegel 001 (Irlter Höhe)	0,5	1,2
Pegel 010 (Alte Straubinger Straße)	1,5	2,8
Pegel 032 (Theobald-Schrems-Str.)	0,7	1,3

Tabelle 2.3-3: Ergebnisse der Auswertung der Messdaten der GW-Pegel 001, 010 und 032

Im Untersuchungsgebiet sind – bereichsweise und in unregelmäßiger Verbreitung – Schichten mit einem hohen Feinkornanteil und geringen Durchlässigkeiten vorhanden (Schichten 1.1 und 2.1). Diese liegen in unregelmäßiger Wechsellagerung mit den gemischtkörnigen und grobkörnigen Böden der Schichten 1.2 und 2.2 vor, welche deutlich größere Durchlässigkeiten aufweisen. Folglich können lokal auch gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten.

Aus den o.g. Gründen ist oberhalb des zusammenhängenden Grundwasserspiegels (s.o.) im gesamten Projektbereich mit **Stauwässern** und lokalen und temporären **Schichtwässern** zu rechnen. In witterungsbedingten Extremsituationen (langanhaltende Niederschläge / Starkniederschläge) ist ein Aufstau von Sickerwässern bis zur Geländeoberkante möglich.

Der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- und Lebensdauer eines Bauwerks zu erwartende höchste Wasserstand) wird deshalb **in Höhe der Geländeoberkante (GOK)** festgelegt.

Unter Berücksichtigung der während der Erkundung gemessenen Wasserstände sowie der o.g. Auswertungen wird der **Bauwasserstand** (der während der Bauzeit zu erwartende höchste Wasserstand) auf **1,6 m unter Geländeoberkante (GOK)**, in Bezug auf das Bestandsgelände, festgelegt.

Die Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte für die anstehenden Schichten sind in der Tabelle 2.3-4 angegeben.



Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich ¹⁾
1.1	Auffüllungen, Tone	1×10^{-6} bis 1×10^{-9}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
1.2	Auffüllungen, Kiese untergeordnet Sande	1×10^{-2} bis 1×10^{-6}	stark durchlässig bis durchlässig
2.1	Tone	1×10^{-7} bis 1×10^{-9}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
2.2	Kiese, untergeordnet Sande	1×10^{-2} bis 1×10^{-6}	stark durchlässig bis durchlässig

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

Tabelle 2.3-4: Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten

Untersuchungen zur Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers und der Böden waren wunschgemäß nicht Bestandteil des Auftrages.

Gemäß [U 7] befindet sich der Projektbereich außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

An fünf ausgewählten Bodenproben wurden Plastizitätsuntersuchungen nach DIN EN ISO 17 892-12 zur Bestimmung der Atterberg'schen Zustandsgrenzen durchgeführt.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w_n [%] ²⁾	w_L [%]	I_p [%]	I_c [-]	Konsistenz	Boden-gruppe ¹⁾
Schicht 1.1 (Auffüllungen, Tone)									
BS 1	0,7 – 2,0	1	A(T,u',s')	21,2	40,1	22,7	0,83	steif	TM
Schicht 2.1 (Tone)									
BS 2	0,6 – 1,1	2.1	T, u, s'	19,6	36,7	22,1	0,78	steif	TM
BS 3	0,5 – 1,5	2.1	T, u, s'	19,5	35,1	19,2	0,81	steif	TL/TM
BS 3	2,8 – 3,9	2.1	T, u, s'	20,5	34,2	20,7	0,66	weich	TL
BS 8	2,9 – 4,2	2.1	T, u, s, g'	24,0	39,8	24,9	0,63	weich	TM

w_n = natürlicher Wassergehalt; w_L = Wassergehalt an der Fließgrenze; I_p = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzzahl

1) DIN 18 196 / DIN EN ISO 14 688-2

2) Bei einem vorhandenen Überkornanteil ist der korrigierte Wassergehalt angegeben

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-12



Die Tabelle 2.4-1 fasst die Ergebnisse zusammen. Die Detailergebnisse inkl. der Darstellung im Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE können der Anlage 5 entnommen werden.

Die Bodenprobe aus der **Schicht 1.1** ist gemäß dem Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE der Bodengruppe **TM** zuzuordnen. Die gemäß der Wassergehaltsbestimmung ermittelte Konsistenzzahl I_c ergibt für die untersuchte Probe aus der Schicht 1.1 eine **steife Konsistenz**.

Aufgrund der Plastizitätszahl I_P und der Fließgrenze w_L sind die Bodenproben aus der **Schicht 2.1 (Tone)** gemäß dem Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE den Bodengruppen **TL** und **TM** zuzuordnen. Folglich handelt es sich bei den untersuchten Böden um **leicht plastische Tone** und **mittel plastische Tone**. Die gemäß der Wassergehaltsbestimmung ermittelte Konsistenzzahl I_c ergibt für die untersuchten Proben aus der Schicht 2 **weiche bis steife Konsistenzen** (vgl. Tab. 2.4-2).

Zustandsform des Bodens	Konsistenzzahl I_c [-]
breiig	0 ¹⁾ bis 0,5
weich	0,5 bis 0,75
steif	0,75 bis 1,0 ²⁾
halbfest	> 1,0

1) Fließgrenze w_l , 2) Ausrollgrenze w_p

Tabelle 2.4-2: Beziehung zwischen Zustandsform und Konsistenzzahl

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung wurde an zwei ausgewählten Proben eine Siebanalyse nach DIN EN ISO 17 892-4 durchgeführt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalyse werden in der Tabelle 2.4-3 zusammengefasst und sind in der Anlage 5 hinterlegt.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlammkorn ¹⁾ [%]	Feinstkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
Schicht 2.2 (Kiese, untergeordnet Sande)						
BS 4	0,8 – 1,4	2.2	ca. 17	ca. 5	G, s, u' (, t')	GU*
BS 5	0,8 – 3,3	2.2	ca. 4,9	/	G, S	GI/SI

1) Korngröße $\leq 0,063$ mm

2) Korngröße $\leq 0,002$ mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

Tabelle 2.4-3: Ergebnisse der Kornverteilungsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-4



Die Bodenproben aus der Schicht 2.2 sind mit einem Schlämmkornanteil von ca. 4,9 Gew.-% bzw. ca. 17 Gew.-% gemäß der DIN 18 196 als grobkörnige bzw. gemischtkörnige Böden einzustufen und den **Bodengruppen SI/GI bzw. GU*** zuzuordnen.

An allen untersuchten Bodenproben wurde der **Wassergehalt** gemäß DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Die ermittelten Wassergehalte der Proben aus der Schicht 2.1 (Tone) liegen zwischen ca. 13,7 % und ca. 20,5 %. Für die Proben aus der Schicht 2.2 (Kiese, untergeordnet Sande) wurden Wassergehalte von ca. 7,1 % und ca. 10,6 % ermittelt. Der Wassergehalt für die Probe BS 1, 0,7 – 2,0 m liegt bei 21,2 % und wurde in bindigen Auffüllungen der Schicht 1.1 ermittelt.

Die insgesamt relativ hohen Wassergehalte der Bodenproben aus der Schicht 1.1 und 2.1 sind teilweise auf erhebliche Plastizitäten und teilweise auf geringe Konsistenzen der untersuchten Böden zurückzuführen.

2.5 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN EN 1998-1/NA liegt das Projektgebiet in **keiner Erdbebenzone** und ist demnach keiner Untergrundklasse zuzuordnen.

Gemäß der RStO 12 befindet sich das Projektgebiet in der **Frosteinwirkungszone II**. Daraus ergibt sich für die Gründung von erdberührten Bauteilen eine frostfreie Einbindetiefe von mindestens 1,0 m.

Gemäß [U 7] befindet sich das Untersuchungsgebiet **außerhalb von Naturschutz-, Vogelschutz-, Landschaftsschutz- und Fauna-Flora-Habitat-Gebieten**.

Auf dem Gelände der ehemaligen Prinz-Leopold-Kaserne befinden sich gemäß [U 7] mehrere **Biotoptkartierungen**. Dabei handelt es sich um ältere Einzelbäume die im Projektbereich wachsen.

Zur **Kampfmittelsituation** liegen uns keine Informationen vor. Die einzelnen Aufschlusspunkte wurden deshalb vorlaufend zur Erkundung freigemessen. Die Kampfmittelfreiheit im Baufeld ist im Zuge der Planung abzuklären.



3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Kenntnissen u.a. aus Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN		Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾		
1.1	Auffüllungen, Tone	A [TL], [TM]	4 – 5 (2) ⁴⁾	F 3	V 3
1.2	Auffüllungen, Kiese, untergeordnet Sande	A [GI], [GU], [GU*], [SW]	3 – 5	F 1 – F 3	V 1 – V 2
2.1	Tone	TL, TM	4 – 5 (2) ⁴⁾	F 3	V 3
2.2	Kiese, untergeordnet Sande	GI, GW, GU, GU* SI, SE	3 – 5	F 1 – F 3	V 1 – V 2

1) gemäß DIN 18 300:2012-09

2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar

4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Boden- und Felsklassen der Tabelle 3.1-1 nach der zurückgezogenen DIN 18 300 (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Seit 2015 ist Boden und Fels in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Festlegung der Homogenbereiche sind einsetzbare Bauverfahren und Baugeräte zu berücksichtigen. Eine vorläufige Einteilung in Homogenbereiche wird in Kap. 3.3 Homogenbereiche vorgenommen.

Die **Rammpbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In den Auffüllungen muss wegen Steinen und Rammhindernissen mit schwerer Rammpfähigkeit oder auch fehlender Rammpfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (s. Kap. 2.2 und Tabelle 3.1-2) ist die Rammpbarkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefe Zusatzmaßnahmen wie



z.B. Lockerungsbohrungen oder Austauschbohrungen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Die **Rammpbarkeit** der anstehenden Baugrundsichten (Schichten 1, 2 und 3) wird nach [U 3] in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 beurteilt.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Rammpbarkeit
1.1	Auffüllungen, Tone	leicht bis mittelschwer rammpbar, Rammphindernisse möglich ¹⁾
1.2	Auffüllungen, Kiese untergeordnet Sande	mittelschwer rammpbar, Rammphindernisse vorhanden ¹⁾
2.1	Tone	leicht bis mittelschwer rammpbar
2.2	Kiese, untergeordnet Sande	mittelschwer bis schwer rammpbar Rammphindernisse vorhanden ²⁾

1) In künstlichen Auffüllungen sind prinzipiell Rammphindernisse in Form von Fremdkörpern / Fremdbestandteilen möglich.

2) Durch die Entstehung bedingt sind Rammphindernisse in Form von Steinen und Blöcken (Geröllen) möglich

Tabelle 3.1-2: Rammpbarkeit der Baugrundsichten

In den künstlichen Auffüllungen muss wegen Steinen und wegen prinzipiell nicht auszuschließender größerer Fremdbestandteile mit schwerer Rammpfähigkeit oder auch fehlender Rammpfähigkeit gerechnet werden. In den Böden der Schicht 2.2 sind entstehungsbedingt Rammphindernisse in Form von Steinen und Blöcken (Geröllen) möglich. Auf die bei der Erkundung sowohl in Schicht 1 als auch in Schicht 2 angetroffenen Rammphindernisse (s. Kap. 2.2) wird an dieser Stelle ausdrücklich verwiesen. Bei schwer rammpbaren Böden sowie Böden, die Rammphindernisse enthalten können, ist bei Rammparbeiten davon auszugehen, dass die Arbeiten ggf. nicht ohne **Zusatzmaßnahmen** (z.B. Lockerungs- oder Austauschbohrungen) möglich sind. Wie in Tabelle 3.1-2 angegeben, betrifft dies die Schichten 1.1, 1.2 und 2.2. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten. **Der unter der Schicht 2 in nicht erkundeter Tiefenlage folgende Fels ist nicht rammpbar.**

Bindige Böden (insbesondere Schicht 1.1 und 2.1) können bei Wassersättigung sowie Störung der Lagerung (z.B. durch dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in Bodenklasse 2 gemäß DIN 18 300:2012 „fließende Bodenarten“ übergehen.



3.2 Bodenkennwerte

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt.“ Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]
1.1	Auffüllungen, Tone	19	9	22,5	5	20 – 40	4 - 8
1.2	Auffüllungen, Kiese untergeordnet Sande	18,5	10,5	30	0	/	10 – 15
2.1	Tone	19,5	9,5	25	5	20 – 60	5 - 10
2.2	Kiese, untergeordnet Sande	19	11	32,5	0	/	30 – 60

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{s,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Homogenbereiche

3.3.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkespezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht



festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 5, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nicht berücksichtigt, da hierzu keine Untersuchungsergebnisse vorliegen.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger hoher Leistungsklasse (> 30 to) ggf. lokal auch mit Zusatzarbeiten (z.B. Meißel- oder Fräsarbeiten) ausgeführt wird, die dann als Zulage vergütet werden.

Derzeit steht noch nicht fest, ob bzw. in welchem Umfang bei der Baumaßnahme ein Wiedereinbau des Aushubmaterials erfolgt. Die nachfolgende Einteilung in Homogenbereiche berücksichtigt deshalb nur das Lösen ohne Wiedereinbau des Aushubs. Es wird davon ausgegangen, dass der Aushub im Bereich des geplanten Kanalbaus max. bis in eine Tiefe von 4,0 m unter GOK (Bestandsgelände) erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

In der nachfolgenden Tabelle 3.3.2-1 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben.



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	
Schicht Nr.	1.1, 1.2, 2.1, 2.2	
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Tone, Kiese, Sande	
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	<p style="text-align: center;">enggestuft bis weitgestuft</p>	
Massenanteil Steine [%]	< 40	
Blöcke [%]	< 20	
große Blöcke [%]	< 10	
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,7 – 2,2	
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	0 - 150	
Wassergehalt w _n [%]	2 - 40	
Plastizitätszahl I _p	0,05 – 0,70; leicht plastisch bis ausgeprägt plastisch	
Konsistenzzahl I _c / Bezeichnung ¹⁾	0,5 – 1,4; weich bis halbfest	
bezogene Lagerungsdichte I _D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 – 0,95; locker bis sehr dicht	
organischer Anteil v _{gl} / Bezeichnung ¹⁾	nicht organisch bis schwach organisch / < 6 %; lokal bis mäßig organisch / < 20 %	
Bodengruppe	A[], GW, GI, GU, GU*, GT, GT*, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*, UL, UM, TL, TM, TA, OT	

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Steine, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.3.2-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden



Hinweis: Bei der Baugrunderkundung wurden keine Festgesteine angetroffen. Jedoch können in den Auffüllungen der Schicht 1 Bereiche mit größerem Bauschutt bzw. Betonteilen nicht ausgeschlossen werden. Es wird deshalb empfohlen, für das Lösen derartiger Bereiche eine **Zulage für Zusatzarbeiten (z.B. Meißel- oder Fräsarbeiten)** mit einem gewissen (geringen) Massen-Vordersatz mit auszuschreiben.

3.3.3 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Bei den Bauarbeiten ist der Oberboden abzutrennen. Der Oberboden ist zur Rekultivierung zu verwerten.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	3, 4, 5
Massenanteil	
Steine [%]	< 10
Blöcke [%]	< 5
große Blöcke [%]	< 5

Tabelle 3.3.3-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN

4.1 Gründung

4.1.1 Kanalbau (Rohrleitung / Schächte)

Gemäß den bauseitigen Angaben liegt die Tiefe der Gründungssohlen der Schachtbauwerke und Rohrsohlen der geplanten Kanäle im Mittel bei ca. 3 m unter Gelände [U 2]. Die mittlere vorgesehene Kanaltiefe von ca. 3 m ist in den schematischen geotechnischen Schnitten in Anlage 3.1 veranschaulicht.



Es wird davon ausgegangen, dass die Schächte aus Fertigteilen hergestellt werden. Andernfalls werden sie vor Ort aufgesetzt bzw. betoniert.

Bei dem erkundeten Baugrundaufbau können die geplanten Kanäle wie vorgesehen in offener Bauweise hergestellt werden.

Gemäß DIN EN 1610, Tab. 1 ist in Abhängigkeit des horizontalen Kanalaußendurchmessers (OD_h) eine Mindestgrabenbreite bei verbauten Gräben einzuhalten. In Abhängigkeit der Grabentiefe ist die DIN EN 1610, Tabelle 2 zu beachten.

Sowohl die Bettungssohle der Rohrleitung als auch die Gründungssohlen der Schachtbauwerke kommen gemäß den Erkundungsergebnissen voraussichtlich überwiegend in den natürlich anstehenden Böden (Schicht 2.1 und 2.2) zum Liegen. Jedoch können bereichsweise auch Auffüllungen der Schicht 1.1 bzw. 1.2 (siehe z.B. BS 7 u. BS 8) auftreten.

Die Schicht 1.1 besteht aus weichen bis steifen Tönen. Die Kiese der Schicht 1.2 (untergeordnet auch Sande) sind locker bis mitteldicht gelagert. Die Schicht 2.1 besteht aus Tönen, die gemäß dem Erkundungsergebnis eine weiche bis steife Konsistenz besitzen. Die Schicht 2.2 besteht überwiegend aus mindestens mitteldicht gelagerten Kiesen und untergeordnet auch mindestens mitteldicht gelagerten Sanden.

Gründung der Rohrleitung: Sowohl die bindigen Tone der Schicht 1.1 (aufgefüllte Tone) als auch die bindigen Tone der Schicht 2.1 (natürlich anstehende Tone) sind, in mindestens steifer Konsistenz, für die Gründung der Rohrleitung ausreichend tragfähig. Auch die Kiese und Sande der Schicht 1.2 (aufgefüllte Kiese und Sande) und der Schicht 2.2, mit mindestens mitteldichter Lagerung oder nachverdichtet, sind für die Gründung der Rohrleitung ausreichend tragfähig. Wegen möglicher Steine und zur Vergleichmäßigung des Rohraufagers ist jedoch in allen erkundeten Schichten der Einbau einer **Bettungsschicht** erforderlich.

In Bereichen in denen Tone (Schicht 1.1 und 2.1) mit weicher Konsistenz angetroffen werden, wird für die Gründung der Rohrleitung ein **bereichsweiser Bodenaustausch** erforderlich. Der beschriebene **Bodenaustausch** ist auch erforderlich (zur Vergleichmäßigung), wo ggf. sehr inhomogene gemischtkörnige oder grobkörnige Auffüllungen der Schicht 1.2 in der Rohrgrabensohle auftreten sollten. Ansonsten sind bei gemischtkörnigen oder grobkörnigen Auffüllungen ein Nachverdichten der Aushubsohle mit geeignetem Gerät und der Einbau der o.g. Bettungsschicht ausreichend.



Gründung der Schachtbauwerke: In den Tonen der Schicht 1.1 (Auffüllungen, Tone) und der Schicht 2.1 (Tone) ist für die Gründung der Schachtbauwerke zur Herstellung eines ausreichend gleichmäßigen tragfähigen Untergrundes ein **Bodenaustausch** erforderlich. In den Kiesen und Sanden der Schicht 1.2 (Auffüllungen, Kiese/Sande) ist für die Gründung der Schachtbauwerke zur Herstellung eines ausreichend gleichmäßigen tragfähigen Untergrundes ebenfalls ein Bodenaustausch erforderlich. Die natürlich anstehenden Kiese und Sande der Schicht 2.2 sind (ggf. nachverdichtet) ohne Zusatzmaßnahmen ausreichend tragfähig.

Detailliertere Angaben zu den genannten Zusatzmaßnahmen folgen in Kapitel 5.

4.1.2 Straßenbau

Die Tiefenlage des Planums für den Neubau der Straßen war zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht bekannt. Es wird gemäß den vorliegenden Unterlagen angenommen, dass die Gradienten der geplanten Straßen ungefähr der Gradienten der Bestandsstraßen bzw. der Geländehöhe des Bestandsgeländes entsprechen wird, bzw. nur unwesentlich hiervon abweichen wird. Somit wird davon ausgegangen, dass das Planum für die geplanten neuen Straßen ca. 0,5 – 0,8 m unter dem Bestandsgelände liegen wird.

Das Planum für den Neubau der geplanten Straßen kommt demnach voraussichtlich bereichsweise in den natürlichen Böden der Schicht 2 und bereichsweise in den Auffüllungen der Schicht 1 zum Liegen.

Aufgrund der zumeist hohen Feinkorngehalte der oberflächennah anstehenden Böden wird für die Herstellung eines tragfähigen Planums für den Straßenbau voraussichtlich in größeren Bereichen ein **Bodenaustausch** erforderlich. Genauere Hinweise und Empfehlungen hierzu folgen im Kapitel 5.



4.2 Baugruben

4.2.1 Kanalbau (Rohrgraben / Aushub / Grabenverfüllung)

Als Verbauart sind ein waagrechter oder senkrechter Normverbau, ein Gleitschienenverbau oder ein Kammerdielenverbau möglich.

Aufgrund der festgestellten Rammhindernisse in den erkundeten Böden (s. Angaben zur Rammbarkeit in Kap. 3.1) wären Verbauwände bzw. Spundwände mit erhöhtem Aufwand für das erforderliche Vorbohren verbunden und werden deshalb nicht weiter betrachtet.

Der Aushub für den Rohrgraben und die Schachtbauwerke erfolgt voraussichtlich in Lockergesteinen der Bodenklasse 3 – 5 nach DIN 18300:2012, d.h. in feinkörnigen und gemischtkörnigen (lokal auch grobkörnigen) Böden der Schichten 1.1, 1.2, 2.1 und 2.2 (Homogenbereich Erd-A).

Bei möglichen Betonteilen und/oder Fremdkörpern innerhalb der Auffüllungen der Schicht 1 ist der Aushub in die Bodenklasse 6 – 7 nach DIN 18300:2012 einzustufen. Für das Lösen können dann lokal **Zusatzmaßnahmen, z.B. Meißel- oder Fräsarbeiten** erforderlich werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird dies möglicherweise im Bereich der Erkundungsbohrung BS 7/7a der Fall sein.

Wiederverwertbarkeit der Aushubmaterialien aus geotechnischer Sicht: Die zum Aushub gelangenden Böden der Schicht 1 (Auffüllungen) besitzen eine stark schwankende Zusammensetzung, schwankende Feinkorngehalte und zudem im oberen Bereich zumeist humose Beimengungen, die nicht volumenbeständig sind. Sie sind daher für einen Wiedereinbau nicht geeignet, bzw. nicht ohne Zusatzmaßnahmen (s.u.)

Die zum Aushub gelangenden bindigen Böden der Schicht 2.1 (Auffüllungen, Tone) weisen stark schwankende und überwiegend hohe Feinkorngehalte auf und sind deshalb aus geotechnischer Sicht nur nach Aufbereitung bzw. Verbesserung (Bindemittelstabilisierung, qualifizierte Bodenverbesserung) für den Wiedereinbau geeignet. Die gemischtkörnigen und lokal grobkörnigen Böden der Schicht 2.2 (Kiese, untergeordnet Sande) sind grundsätzlich aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau geeignet. Allerdings sind Bereiche der Schicht 2.2 mit erhöhtem Feinkorngehalt vorhanden. Vor dem Wiedereinbau ist daher eine Separierung der Bodenbereiche der Schicht 2.2 mit



erhöhtem Feinkorngehalt erforderlich. Für die Böden der Schicht 2.2 aus den feinkornhaltigen Bereichen wird dann für den Wiedereinbau auch eine Aufbereitung bzw. Verbesserung (Bindemittelstabilisierung, qualifizierte Bodenverbesserung) erforderlich. Gegebenenfalls anfallende Steine und Blöcke sind stets vorher auszusortieren.

Ansonsten sind die zum Aushub gelangenden Böden für einen Wiedereinbau nur in Bereichen ohne Anforderungen an Tragfähigkeit und Verdichtung geeignet, wenn auch größere Verformungen und Sackungen hingenommen werden können.

Die feinkörnigen und gemischtkörnigen Böden (betrifft vor allem Schicht 1.1 und 2.1) können bei Entlastung unter Wassereinfluss sowie Störung der Lagerung (durch dynamische Belastung) in Bodenklasse 2 "fließende Bodenarten" nach DIN 18 300: 2012 übergehen und sind dann nicht mehr verdichtungs- und einbaufähig.

Bezüglich der Wiederverwertbarkeit der Aushubmaterialien aus abfall-/umwelttechnischer Sicht ist ggf. eine Haufwerksbeprobung durchzuführen und der vorgesehene Wiedereinbau ist mit der zuständigen Umweltbehörde abzustimmen.

4.2.2 Straßenbau

Gemäß den Angaben des Auftraggebers sind Erschließungsstraßen geplant, deren Lage und Gradienten noch nicht bekannt sind. Es wird davon ausgegangen, dass sich die neuen Straßengradienten am Bestand orientieren werden (s. Kap. 1.1). Für den geplanten Straßenbau wird voraussichtlich die Herstellung von Baugruben nur in geringem Umfang (Tiefe bis max. ca. 1,3 m) erforderlich.

Gemäß den bauseitigen Angaben wird davonausgegangen, dass der Straßenbau nach Abschluss Rückbaus der Bestandsbebauungen erfolgt.

Die Baugruben für den Straßenbau können in Anbetracht der dann voraussichtlich zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse geböschert hergestellt werden.



Bei der Baugrubenherstellung erfolgt der Aushub voraussichtlich in Lockergesteinen der Bodenklasse 3 – 5 nach DIN 18300:2012, d.h. in feinkörnigen und gemischtkörnigen, lokal auch grobkörnigen Böden der Schichten 1.1, 1.2, 2.1 und 2.2 (Homogenbereich Erd-A).

Bei möglichen Betonteilen und/oder Fremdkörpern innerhalb der Auffüllungen der Schicht 1 ist der Aushub ggf. lokal in die Bodenklasse 6 – 7 nach DIN 18300:2012 einzustufen. Dann können lokal Zusatzmaßnahmen, z.B. Meißel- und Fräsarbeiten erforderlich werden.

Bezüglich der Wiederverwendbarkeit der Aushubmaterialien aus geotechnischer Sicht, wird auf die Angaben in Kapitel 4.2.1 verwiesen.

Die feinkörnigen und gemischtkörnigen Böden (betrifft insbesondere die Schichten 1.1 und 2.1) können bei Entlastung unter Wassereinfluss sowie Störung der Lagerung (durch dynamische Belastung) in Bodenklasse 2 "fließende Bodenarten" nach DIN 18 300: 2012 übergehen und sind dann nicht mehr verdichtungs- und einbaufähig.

4.3 Grundwasserhaltung

Im Projektbereich ist ein oberflächennaher, zusammenhängender Grundwasserspiegel vorhanden. Darüber ist bereichsweise mit Schicht- und Stauwässern zu rechnen. Zudem stehen bereichsweise Kiese mit überwiegend hohen Durchlässigkeiten ($k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$) an, über welche die in den Erkundungsbohrungen gemessenen relativ hohen Wasserstände offenbar miteinander korrespondieren. Demzufolge werden für die geplanten Baumaßnahmen **Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, die umso aufwändiger sein werden, je größer die Aushubtiefen sind.**

Der Bauwasserstand wurde im Projektbereich auf 1,6 m unter Bestandsgelände festgelegt. Folglich wird für die im Zusammenhang mit dem geplanten **Straßenbau** zu erwartenden oberflächennahen Baugruben (Tiefe max. ca. 1,3 m u. GOK) voraussichtlich eine **offene Wasserhaltung** ausreichend sein.

Die Kanalbaugruben (geplante Tiefe im Mittel ca. 3 m) werden jedoch voraussichtlich deutlich unter den Bauwasserstand (1,6 m u. GOK) reichen. Aufgrund des hohen Grundwasserstandes in Verbindung mit den in größeren Bereichen vorhandenen hoch durchlässigen Kiesen werden deshalb die



zu erwartenden Wassermengen voraussichtlich nicht mehr mit einer offenen Wasserhaltung beherrschbar sein. Beim **Kanalbau** ist deshalb nach derzeitigem Kenntnisstand davon auszugehen, dass eine **Grundwasserabsenkung mittels geschlossener Wasserhaltung** erforderlich wird.

4.4 Versickerung

Wegen der in den Auffüllungen (Schichten 1.1 und 1.2) enthaltenen Fremdbestandteile kann aus umwelttechnischer Sicht im Projektbereich eine planmäßige Versickerung von Niederschlagswässern nur unterhalb der Schicht 1 empfohlen werden.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, eignen sich für die Versickerung nur Böden mit k_f -Werten zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-6} m/s.

Die in Kapitel 2.3 anhand des Bohrguts abgeschätzten Durchlässigkeiten für die Sande und Kiese der Schicht 2.2 ($k_f = 1 \times 10^{-2}$ bis 1×10^{-6} m/s) liegen im zulässigen Bereich für eine planmäßige Versickerung von Niederschlagswasser. Eine Versickerung in diese Schicht ist grundsätzlich möglich. Die Tone der Schicht 2.1 sind aus baupraktischer Sicht als sehr gering wasserdurchlässig bis praktisch wasserundurchlässig zu bezeichnen. Eine Versickerung in diese Schicht ist daher nicht möglich.

Aufgrund der unregelmäßigen Wechsellagerung bzw. Verzahnung von durchlässigen grob- bis gemischtkörnigen mit sehr gering durchlässigen bindigen Böden ist die Versickerung im Baufeld bereichsweise möglich, bereichsweise jedoch auch nicht möglich.

Zudem ist der relativ hohe Grundwasserstand im Projektbereich zu berücksichtigen. Gemäß dem o.g. Merkblatt sollte der Abstand der Versickerungsanlage zum mittleren höchsten Grundwasserstand (mHGW) mindestens 1 m betragen. Daraus ergeben sich bezüglich der möglichen Standorte und Tiefenlagen von Versickerungsanlagen entsprechende Einschränkungen (s. hierzu die Angaben zum mHGW in Kapitel 2.3).

Da die für eine Versickerung relevanten Bodenverhältnisse im Projektbereich aus den o.g. Gründen kleinräumig schwanken, ist bei einer geplanten Versickerung die Versickerungsfähigkeit am exakten



Standort der geplanten Versickerungsanlage zu prüfen. Das Ergebnis relativ ist kleinräumig standortabhängig und kann in Abhängigkeit vom konkreten Standort sowohl positiv als auch negativ ausfallen.

Für die standortabhängige Prüfung der Versickerungsfähigkeit bezüglich der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden sind in jedem Fall zusätzliche **standortspezifische Untersuchungen am exakten Standort der geplanten Versickerungsanlage erforderlich** (z.B. Bohrungen oder Baggerschürfe, mit Versickerungsversuchen in situ und Bestimmung der Kornverteilungskurven).

4.5 Nachbarbebauung

In der Nähe (ca. 5 m – 10 m) zum Baufeld befinden sich Nachbarbebauungen (z.B. Bürogebäude, Industriegebäude). Im Nordwesten grenzt das Projektgebiet auf gesamter Länge direkt an die „Zeißstraße“ an.

Es werden sowohl beim Kanalbau als auch beim Verkehrsflächenbau Verdichtungsarbeiten durchzuführen sein, die mit Erschütterungen verbunden sind. Deshalb können Auswirkungen auf die Nachbargebäude nicht ausgeschlossen werden. Die möglichen Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Nachbarbebauung sind im Zuge der Planung zu prüfen.

Vorsorglich wird eine Beweissicherung an den Nachbargebäuden, sowie im Bereich von angrenzenden Freiflächen und Zufahrten zur Baustelle (bzgl. Baustellenverkehr) empfohlen.

4.6 Geotechnische Kategorie

Unter Berücksichtigung der insgesamt durchschnittlichen Baugrundverhältnisse wird das Bauvorhaben in die **Geotechnische Kategorie GK 2** nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.



5. EMPFEHLUNGEN

5.1 Gründung

5.1.1 Kanalbau (Rohrbettung in offener Bauweise und Gründung der Schächte)

Gründung der Rohrleitung: Bei der Verlegung des geplanten Kanals empfehlen wir aufgrund der Kieskomponenten bzw. möglicher Steine in der Rohrgrabensohle die Auflagerung nach DIN EN 1610:2015-12, 7.2.1, Bettungstyp 1, Bild 3 auszuführen. Demzufolge ist unterhalb der Rohrleitung in den **Böden** der Schicht 1.1, 1.2, 2.1 bzw. 2.2 eine mindestens **10 cm** dicke aus nicht bindigen Böden (Sand/Kies) oder Beton bestehende **Bettungsschicht** vorzusehen.

Bodenaustausch für Gründung der Rohrleitung: Bereichsweise wurden in den voraussichtlichen Tiefenbereichen der Kanalsohlen weiche bindige Böden erkundet (z.B. BS 3 und 8). Wo weiche bindige Böden in der Rohrgrabensohle auftreten, sind diese bis mind. 0,3 m unter Bettungssohle auszukoffern und durch verdichtungsfähiges, volumenbeständiges und umweltneutrales Material mit Korngrößen < 40 mm zu ersetzen. Das Austauschmaterial ist mit geeignetem Gerät zu verdichten.

Der o.g. Bodenaustausch ist auch erforderlich (zur Vergleichmäßigung), wo ggf. sehr inhomogene / ungleichförmige gemischtkörnige oder grobkörnige Auffüllungen der Schicht 1.2 in der Rohrgrabensohle auftreten sollten. Ansonsten sind bei gemischtkörnigen oder grobkörnigen Auffüllungen ein Nachverdichten der Aushubsohle mit geeignetem Gerät und der Einbau der o.g. Bettungsschicht ausreichend.

Gründung der Schachtbauwerke: Wie bereits in Kapitel 4 vermerkt, wird für die Gründung der Schachtbauwerke in Auffüllungen (Schicht 1.1 u. 1.2) sowie in den Tonen der Schicht 2.1 zur Herstellung eines ausreichend gleichmäßigen und tragfähigen Auflagers der Einbau einer **Bodenaustauschschicht** erforderlich. Dies gilt ggf. auch bei stark feinkornhaltigen Bereichen in Schicht 2.2.

Der Bodenaustausch ist mit einer Mächtigkeit von 30 cm vorzusehen. In den feinkornarmen Kiesen und Sanden der Schicht 2.2 ist für die Gründung der Schächte kein Bodenaustausch erforderlich. Hier ist ein Nachverdichten der Aushubsohle mit geeignetem Gerät ausreichend.



Als Bodenaustauschmaterial für die Gründung der Schachtbauwerke eignen sich natürliche, volumenbeständige Mineralstoffgemische (zum Beispiel der Körnung 0/45 mm), die für Frostschuttschichten im Straßenbau zugelassen sind. Das Bodenaustauschmaterial ist lagenweise einzubauen und auf eine Lagerungsdichte von $D_{pr} \geq 98\%$ zu verdichten. Bei der Anordnung des Bodenaustausches ist eine Lastausbreitung unter 45° zu berücksichtigen. Demnach ist ein seitlicher Überstand des Ersatzmaterials entsprechend der Schichtmächtigkeit einzuhalten.

In Bereichen in denen weiche Böden in der Gründungssohle der Schachtbauwerke auftreten (siehe z.B. BS 3 und BS 8), ist die Mächtigkeit des Bodenaustausches auf 50 cm zu erhöhen.

Breiige Böden oder organische Einlagerungen wurden im Bereich der Rohrsohlen und der Gründungssohlen der Schachtbauwerke nirgends erkundet. Sollten solche wider Erwarten im Bereich der Rohrsohlen und Schachtgründungen auftreten, sind diese ggf. komplett zu entfernen und auszutauschen.

Für die Gründung der Schachtbauwerke (Fundamentbreiten ca. 1 – 3 m) in den obengenannten zu erwartenden Schichten, mit dem beschriebenen Bodenaustausch kann für Vorentwurfszwecke bei einer angenommenen Mindesteinbindetiefe von 1,5 m ein **Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$** angesetzt werden.

Der angegebene Einzelwert ist ein Bemessungswert des Sohlwiderstands, kein aufnehmbarer Sohl- druck nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässige Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11. Wenn zusätzlich Horizontallasten ($H/V > 0,2$) einwirken, ist der Bemessungswert abzumindern bzw. sind Grundbruchberechnungen/weitere Nachweise erforderlich. Siehe hierzu die entsprechenden Vorgaben nach EC 7. Die Angabe des Bemessungswerts des Sohlwiderstands für Flachgründungen muss im Einzelfall standort- und lastabhängig erfolgen.

5.1.2 Straßenbau

Die Belastungsklasse der Straße ist durch den Planer festzulegen. Die Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus sind in Abhängigkeit von der Belastungsklasse gemäß der Tabelle 6, Kap. 3.2.2 der RSTO 12 zu wählen.



Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in der Tiefenlage des Planums für den Straßenbau – Annahme ca. 0,5 bis 0,8 m unter der bestehenden Geländeoberkante – überwiegend Böden der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** (gemäß ZTVE-StB) erkundet wurden, die somit für die anstehenden Böden als maßgeblich zu betrachten ist.

Wegen der Lage des Projektgebiets in der **Frosteinwirkungszone II** resultiert gemäß RSTO 12, Tabelle 7, eine Mehrdicke von 5 cm.

Wegen der vorhandenen gering durchlässigen Schichten und des oberflächennahen Grundwassers kann **zeitweise Schichtenwasser bzw. Grundwasser höher als 1,5 m unter Planum** auftreten. Deshalb ergibt sich nach RStO eine Mehrdicke von 5 cm.

Gemäß Tabelle 7 der RSTO 12 sind in Abhängigkeit von der geplanten Lage der Gradienten und vorgesehenen Entwässerung der Fahrbahn bzw. Ausführung der Randbereiche weitere Mehr- bzw. Minderdicken zu berücksichtigen.

Die erforderliche **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus der Gehwege** beträgt wegen der vorhandenen F3- Böden **30 cm** gemäß RSTO. Ungünstige Klima- und Wasserverhältnisse im Untergrund, die eine Mehrdicke erfordern würden, liegen – unter der Voraussetzung, dass der nachfolgend empfohlene Bodenaustausch durchgeführt wird – nicht vor.

Im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge ist die Befestigungsdicke der Gehwege auf die Verkehrsbelastung abgestimmt zu wählen. In derartigen Bereichen wird empfohlen, von derselben Mindestdicke wie für die Fahrbahn auszugehen.

Für die **Herstellung eines tragfähigen Planums** für den Straßenbau/Gehwegbau wird bei den im relevanten Tiefenbereich erkundeten Böden voraussichtlich ein **Bodenaustausch von durchschnittlich ca. 20 bis 30 cm Mächtigkeit** erforderlich.

Die erforderliche Bodenaustauschmächtigkeit wird voraussichtlich in den steifen Tönen der Schicht 2.1 ca. 30 cm betragen. In feinkornhaltigen Bereichen der Schicht 2.2 wird für das Erreichen der geforderten Planumtragfähigkeit voraussichtlich ebenfalls ein Bodenaustausch von ca. 20 cm erforderlich, während in feinkornarmen Kiesen und Sanden der Schicht 2.2 ein Nachverdichten des Planums ausreichend ist (ohne weitere Zusatzmaßnahmen).



Die Auffüllungen der Schicht 1 sind auf Planumsniveau sehr unterschiedlich ausgeprägt. Hier wird die Bodenaustauschmächtigkeit an deren Beschaffenheit anzupassen sein: Wo das Planum in gemischtkörnigen Auffüllungen (gemischtkörnige Bereiche der Schicht 1.2) zum Liegen kommt wird aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung und des schwankenden teilweise erheblichen Feinkorngehaltes voraussichtlich ein Bodenaustausch von ca. 20 cm Dicke erforderlich.

In den Bereichen in denen das Planum in feinkörnigen, mindestens steifen Böden zum Liegen kommt wird zum Erreichen eines gleichmäßig tragfähigen Untergrundes ein Bodenaustausch von ca. 30 cm erforderlich.

Lokal sind gemäß dem Erkundungsergebnis auch weiche bindige Bereiche (z.B. BS 2, BS 8) in den Auffüllungen vorhanden. Hier ist die Bodenaustauschmächtigkeit auf 50 cm zu erhöhen, um die erforderliche (und dauerhafte) Planumtragfähigkeit zu erreichen.

Werden auf Planumsniveau hingegen feinkornarme oder grobkörnige Bereiche der Auffüllungen (z.B. BS 5) angeschnitten, so kann dort die erforderliche Planumtragfähigkeit durch Nachverdichten ohne weitere Zusatzmaßnahmen erreicht werden.

In den Schichten 1.1 und 2.1 sind lokale organische Einlagerungen nicht auszuschließen. Sichtbare organische Einlagerungen sind gegebenenfalls aus der Aushubsohle zu entfernen.

In der Tabelle 5.1.2-1 werden die erforderlichen Zusatzmaßnahmen zur Herstellung eines tragfähigen Planums für die bei den verschiedenen Aufschlusspunkten im relevanten Tiefenbereich erkundeten Böden dargestellt.

Aufschlusspunkt	Maßgeblicher anstehender Boden (Beschreibung, Bodengruppe ¹⁾)	Zusatzmaßnahmen
BS 1	Schicht 1.1 Auffüllung, Ton, stark schluffig, steif, [TM]	Bodenaustausch ca. 30 cm
BS 2	Schicht 2.1 Ton, schluffig, steif, TM	Bodenaustausch ca. 30 cm
BS 3	Schicht 2.1 Ton, schluffig bis stark schluffig, steif, TL/TM	Bodenaustausch ca. 30 cm



Aufschlusspunkt	Maßgeblicher anstehender Boden (Beschreibung, Bodengruppe ¹⁾)	Zusatzmaßnahmen
BS 4	Schicht 2.2 Kies, sandig, SI	nur Nachverdichten
	Schicht 2.2 Kies, schluffig, sandig, schwach tonig, GU*	Bodenaustausch ca. 20 cm
BS 5	Schicht 1.2 Auffüllung, Kies, sandig, [SW]	nur Nachverdichten
BS 6	Schicht 2.2 Kies, sandig, GI	nur Nachverdichten
BS 7	Schicht 1.2 Auffüllung, Kies, sandig, schluffig, [GU*]	Bodenaustausch ca. 20 cm
BS 8	Schicht 1.2 Auffüllung, Kies, sandig, schluffig, [GU*]	Bodenaustausch ca. 20 cm
BS 9	Schicht 1.2 Auffüllung, Kies, schluffig, sandig, [GU*]	Bodenaustausch ca. 20 cm

1) nach DIN 18 196

Tabelle 5.1.2-1: Erforderliche Zusatzmaßnahmen für die Herstellung eines tragfähigen Planums bei den einzelnen Aufschlusspunkten in der voraussichtlichen Tiefenlage

Auf dem **Planum** für die Verkehrswege ist stets sorgfältig **nachzuverdichten**. Dabei ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen und nachzuweisen.

Für den Bodenaustausch ist gut verdichtbares und gut kornabgestuftes mineralisches Material der Bodengruppen GW, GI, SW oder SI nach DIN 18196 oder zertifiziertes Frostschutzmaterial (Mineralstoffgemische, die für den Bau von Frostschutzschichten im Straßenbau zugelassen sind) zu verwenden. Das Bodenaustauschmaterial ist in Lagen von maximal 30 cm Dicke einzubauen und auf $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten.

Für den Bodenaustausch und den Einbau der ungebundenen Tragschichten sind gemäß ZTV-E StB Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen erforderlich.



5.2 Baugruben

5.2.1 Kanalbau (Rohrgraben / Verbau / Verfüllung)

Für die Herstellung des **Rohrgrabens** (inkl. Schachtgruben) empfehlen wir aufgrund der angetroffenen Baugrundverhältnisse einen (doppelten) **Gleitschienenverbau**. Gegenüber einem Plattenverbau (waagrechter oder senkrechter Normverbau) ist die geringe Strebenanzahl hilfreich. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Biegesteifigkeit dieses Verbaus. Die Gefahr von Nachbrüchen und Ausspülungen ist beim Gleitschienenverbau relativ gering. Beim Ziehen der Gleitschienen können Sackungen entstehen. Diese entstehenden Hohlräume sind ggf. durch einen Dämmer zu verfüllen.

Als alternative Verbauart kann auch ein **Kammerdielenverbau** empfohlen werden. Die Kanaldielen werden dabei am Kopf in ausgesteiften Schienen geführt und entsprechend dem Aushubfortschritt so nachgepresst, dass eine Einbindung unter die jeweilige Aushubtiefe gewährleistet ist. Die Kanaldielen sollen nach Möglichkeit bis 0,5 m unter Aushubniveau eingepresst werden. Ggf. wird dazu eine zusätzliche, tiefliegende Aussteifung erforderlich.

Wie in Kap. 4.2. bereits vermerkt, ist auch ein **waagrechter oder senkrechter Normverbau** möglich. Beim Normverbau sind jedoch größere Verformungen zu erwarten, als bei den o.g. Verbauarten, was insbesondere im Anschlussbereich zur Bestandsbebauung zu berücksichtigen ist.

Wenn die Baugrube an setzungempfindliche **Verkehrsflächen (hier sind auch Baustraßen zu berücksichtigen) bzw. Gebäude oder Sparten** angrenzt, ist der Baugrubenverbau auf erhöhten aktiven Erddruck ($0,5 \times e_a + 0,5 \times e_0$) zu bemessen. Der aktive Erddruck darf nur in Bereichen angesetzt werden, in denen größere Verformungen hingenommen werden können.

Auf die DIN 4124 (Baugruben und Gräben) und die Empfehlungen des Arbeitskreises für Baugruben EAB der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) wird ausdrücklich verwiesen.

Die bodenmechanischen Rechenwerte für Standsicherheitsberechnungen des Baugrubenverbaus können der Tabelle 3.2-1 entnommen werden. Der **Wandreibungswinkel** ist ggf. mit $\delta = 2/3 \varphi$ anzusetzen.



Im Rohrgraben ist entsprechend den Vorgaben der Statik, mind. jedoch auf 97 % D_{Pr} , nachzuverdichten. In der Leitungszone darf das gemäß DIN EN 1610 zulässige Größtkorn in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers (DN) nicht überschritten werden. Große Steine, Bauschutt und sonstige nicht verdichtungsfähige Einlagerungen sind auszusortieren.

Das Verfüllmaterial ist lagenweise einzubauen und unter Berücksichtigung der in der ZTV E-StB geforderten Verdichtungswerte zu verdichten. Das Aushubmaterial ist aus bodenmechanischer Sicht nur nach Aufbereitung (Absieben bzw. qualifizierte Bodenverbesserung) für den Wiedereinbau geeignet. Als Verfüllmaterial sind Böden der Bodengruppen GW, GI, SW, SI nach DIN 18 196 zu verwenden.

Nach ZTV E-StB 17 und DIN EN 1610 sind die Verdichtungsanforderungen im Kanalgraben gemäß Tabelle 5.2.1-1 zu erreichen.

Bereich	Verdichtungsgrad D_{Pr} [%]	Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]
Planum bis 1,0 m Tiefe (nichtbindige und schwach bindige, gemischtkörnige Böden)	100	≥ 45
Planum bis 1,0 m Tiefe (bindige und stark bindige, gemischtkörnige Böden)	97	-
tiefer als 1,0 m unter Planum (nichtbindige und schwach bindige, gemischtkörnige Böden)	98	-
tiefer als 1,0 m unter Planum (bindige und stark bindige gemischtkörnige Böden)	95 / 97 / 98 ¹⁾	-

1) in Abhängigkeit der Bodengruppen nach DIN EN 1610

Tabelle 5.2.1-1: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17 und DIN EN 1610

Es wird darauf hingewiesen, dass der **Verbau** nach DIN EN 1610, Abschnitt 11.4, entsprechend dem Stand der Rohrgrabenverfüllung einschließlich deren Verdichtung **schrittweise gezogen** werden muss. Beim Ziehen des Verbaus nach Fertigstellung der Grabenverfüllung entstehen ansonsten wegen des verbleibenden Hohlraums Nachsackungen.



5.2.2 Straßenbau

Bei Grubentiefen bis höchstens 1,25 m dürfen Baugruben nach DIN 4124 (Baugruben und Gräben) ohne Sicherung mit senkrechten Wänden ausgehoben werden. Die weiteren Vorgaben der DIN 4124 (z.B. Lastabstände) sind hierbei zu beachten.

Ansonsten dürfen Baugruben bei den im Baufeld erkundeten Böden unter einem **Neigungswinkel von maximal 45 °** geböscht werden. In den Tonen der Schichten 1.1 und 2.1 darf der Böschungswinkel auf max. 60 ° erhöht werden, sofern diese bindigen Böden mit mindestens steifer Konsistenz vorliegen und sofern der jeweilige Böschungsbereich durchgängig von den Tonen aufgebaut wird (ohne zwischengelagerte Sandschichten oder Kiesschichten).

Solange der Böschungswinkel größer als der Reibungswinkel ist (s. Tabelle 3.2-1), ist nicht gänzlich auszuschließen, dass es zu lokalen Ausbrüchen kommt, ggf. ist flacher zu böschen.

Einer Durchfeuchtung der Böschungen ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. mittels Abdeckung) unbedingt vorzubeugen.

Die Vorgaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) sind zu beachten, z.B. bezüglich der Abstände für Lasten zur Böschungskante.

5.2.3 Allgemeine Hinweise

Die Aushubsohlen werden sich sowohl beim geplanten Kanalbau als auch beim Straßenbau überwiegend in feinkörnigen bis gemischtkörnigen Böden befinden. Bei den Bauarbeiten sind die **Witterungsempfindlichkeit, Frostepfindlichkeit und Wasserempfindlichkeit** dieser Böden zu berücksichtigen. Der Bauablauf ist auf die Witterungsempfindlichkeit der Böden abzustimmen.

- Für den Aushub ist in den bindigen Böden ein Bagger mit Grablöffel und glatter Schneide einzusetzen, um den Aushubhorizont möglichst wenig aufzulockern.
- Es ist rückschreitend zu arbeiten, d.h. die Aushubarbeiten sind vor Kopf durchzuführen.



- Freigelegte Aushubsohlen sind zeitnah abzudecken bzw. zu überbauen, um durch Witterungseinfluss bedingte, ungünstige Wassergehaltsänderungen zu vermeiden. Es ist nur so viel Erdplanum freizulegen, wie an einem Tag wieder abgedeckt werden kann.
- Bei starken Regenfällen dürfen keine Erdarbeiten durchgeführt werden bzw. es sind bei einsetzenden starken Regenfällen die Erdarbeiten zu unterbrechen. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zum Schutz der Aushubsohle (z. B. Abdecken mit rolligen Böden, Ableitung von Niederschlagswasser) erforderlich.
- Aufgeweichte Bereiche sind (gegebenenfalls) vollständig aus der Aushubsohle zu entfernen und gegen ein rolliges, gut verdichtbares, steinfreies Material auszutauschen (Anforderungen an das Austauschmaterial wie für den Bodenaustausch in Kapitel 5.1 definiert).

5.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Straßenbau: Wie im Kapitel 4.3 gefolgert, wird für die im Zusammenhang mit dem geplanten Straßenbau zu erwartenden oberflächennahen Baugruben (Tiefe max. ca. 1,3 m u. GOK) voraussichtlich eine **offene Wasserhaltung** ausreichend sein.

Für alle Baugruben ist eine offene Wasserhaltung vorzusehen. Anfallende Schicht-, Stau- und Sickerwässer sind zusammen mit dem Niederschlagswasser in Pumpensümpfen zu fassen und abzuführen. Planien und Aushubsohlen sind hierzu mit entsprechendem Gefälle herzustellen.

Die offene Wasserhaltung inklusive Pumpen ist kontinuierlich in der Baugrube vorzuhalten. Die geförderten Wässer müssen schadlos abgeleitet werden. Eine entsprechende Einleitgenehmigung muss vorher eingeholt werden.

Das Sichern der Arbeiten gegen Niederschlagswasser und dessen Beseitigung, inklusive das Fassen und geordnete Ableiten des anfallenden Tag- und Oberflächenwassers ist gemäß DIN 18 299 als Nebenleistung anzusehen.

Kanalbau: Beim Kanalbau ist nach derzeitigem Kenntnisstand davon auszugehen, dass voraussichtlich **nur bei Aushubtiefen oberhalb bzw. in Höhe des Bauwasserstandes** (Baugrubentiefen bis 1,6 m u. GOK) die zu erwartenden Wassermengen mittels einer **offenen Wasserhaltung** beherrschbar sein werden.



Bei **Aushubtiefen bis maximal 0,5 m unterhalb des Bauwasserstandes** (Baugrubentiefen bis max. 2,1 m unter GOK) werden die beim Kanalbau zu erwartenden Wasserzutritte voraussichtlich mit einer offenen Wasserhaltung noch beherrschbar sein, unter der Voraussetzung, dass der **Aushub in sehr kurzen Abschnitten** erfolgt., d.h. Länge der gleichzeitig geöffneten Gräben maximal ca. 20 m.

Ansonsten ist beim Kanalbau und bei jeglichen Baugruben, die unter den Bauwasserstand reichen, davon auszugehen, dass eine **Grundwasserabsenkung mittels geschlossener Wasserhaltung** erforderlich wird.

Aufgrund der Durchlässigkeiten der anstehenden Böden (Schicht 2.2 / k_f -Wert = 1×10^{-2} m/s bis 1×10^{-6} m/s) und der zu erwartenden erforderlichen Absenktiefen (ca. 1 – 2 m) wird nach derzeitigem Kenntnisstand für die **geschlossene Wasserhaltung** die Verwendung von **Schwerkraftbrunnen** empfohlen. Auch bei einer Grundwasserabsenkung ist (aufgrund von möglichem Schicht- Stau-, Sicker- und Niederschlagswässern) in der Baugrube zusätzlich eine offene (Rest-) Wasserhaltung vorzuhalten (s.o.).

Die Grundwasserhaltung ist hydraulisch zu dimensionieren. Bei der Grundwasserabsenkung ist wegen der durchlässigen Kiese mit relativ großen Wassermengen und entsprechend großen Absenktiefen zu rechnen. Sofern die Grundwasserabsenkung über den Grundwasserschwankungsbereich hinausgeht, sind hierbei insbesondere in Bezug auf ggf. vorhandene Bestandsbebauung **mögliche Setzungen** zu berücksichtigen.

Bei einem Eingriff in die grundwasserführenden Schichten und für das bauzeitliche Abführen ist das Einholen einer wasserrechtlichen Genehmigung notwendig. Ebenso sind Einleitgenehmigungen für die geordnete Ableitung des gefassten Wassers erforderlich.

Für die hydraulische Dimensionierung einer Grundwasserabsenkung und für eine genauere Vorabschätzung, inwieweit die zu erwartenden Wasserzutritte noch mit einer offenen Wasserhaltung beherrschbar sind, wird die Errichtung von Grundwassermessstellen im Projektbereich empfohlen. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, mindestens drei Grundwassermessstellen im Projektbereich zu herzustellen und in diesen jeweils einen Pumpversuch zur genaueren Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes der quartären Kiese (bzw. zur Eingrenzung von dessen Bandbreite) durchzuführen. Während der Durchführung der Pumpversuche empfiehlt sich zudem eine



Beobachtung der Wasserstände in den beiden jeweils benachbarten Messstellen, um Informationen über die Reichweite des Absenktrichters zu erhalten.

Wir empfehlen prinzipiell, die erforderlichen Aushubarbeiten in die trockenen Sommermonate zu legen. In Hochwasserphasen sind hier keine Arbeiten durchzuführen.

Bauwerksabdichtungen: Für eine **Abdichtung** von erdberührten Bauteilen mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsmitteln wurden auf Basis der bislang zum Projekt vorliegenden Informationen die Wassereinwirkungsklassen abgeleitet. Die endgültige Festlegung der Wassereinwirkungsklasse ist nach DIN 18 533 vom Planer vorzunehmen.

Aufgrund der bereichsweise vorhandenen gering durchlässigen Böden ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) und des oberflächennahen Grundwassers ist im Baufeld die **Wassereinwirkungsklasse W2-E (drückendes Wasser)** gemäß DIN 18 533 maßgebend. Bauteile, die bis maximal 3 m einbinden, sind in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E gemäß DIN 18 533 einzuordnen. Alle anderen Bauteile, auf die ein (Stau-)Wasserdruck von mehr als 3 m wirken kann, sind entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten.

5.4 Sonstige Empfehlungen

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine **stichprobenartige Bestandsaufnahme**, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.



Während des Aushubs der Baugruben bzw. unmittelbar danach ist zu prüfen, ob die aufgrund der geotechnischen Untersuchungen getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen. Dies erfolgt im Zuge einer fachtechnischen Sohlabnahme durch den Sachverständigen für Geotechnik (Eurocode 7-1, Abs. 4.3.1 (1) (P)).

Bei den Erdarbeiten sind die erreichten Tragfähigkeitswerte / Verdichtungsgrade baubegleitend zu überprüfen und nachzuweisen.

Grundsätzlich sind die Folgerungen und Empfehlungen sowie die Definitionen der Homogenbereiche im Rahmen der fortschreitenden Planung erneut zu prüfen, wenn ausreichend detaillierte Planunterlagen vorliegen.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i.V. (gezeichnet)

i.A.

Dr. rer. nat. Winfried Schädler
(Projektleiter)

M. Sc. Doris Gebhardt
(Projektbearbeiterin)

- Verteiler:**
- Stadt Regensburg, Tiefbauamt, Hr. Michael Daschner, 2 x, davon 1 x vorab per Mail an < daschner.michael@regensburg.de >
 - Dr. Spang GmbH, Nürnberg, 1 x