



GeoPlan

**Geotechnischer Bericht
Nr. B1906225**

Neubau Wohngebäude, Spitalhofstraße 30 in Passau

Osterhofen, den 30.08.2019



Geotechnischer Bericht

Nr. B1906225

Auftraggeber: P.I.M. Passauer Immobilien GmbH
Trasfelden 1
94104 Witzmannsberg

Planer: Arc Architekten
Alfons-Hundsrucker-Str.11
84364 Hirschbach

Gegenstand: **Neubau Wohngebäude, Spitalhofstraße 30 in Passau**
- Geotechnische Untersuchungen -

Datum: Osterhofen, den 30.08.2019

Dieser Bericht umfasst 21 Textseiten und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Allgemeine Angaben | 1 |
| 1.1 Vorgang..... | 1 |
| 1.2 Verwendete Unterlagen | 1 |
| 1.3 Angaben zum Bauwerk..... | 1 |
| 2. Durchgeführte Untersuchungen..... | 2 |
| 2.1 Felderkundung..... | 2 |
| 2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen..... | 3 |
| 3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse | 4 |
| 3.1 Topographie und geologischer Überblick..... | 4 |
| 3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung | 5 |
| 3.3 Grundwasserverhältnisse | 7 |
| 4. Bodenmechanische Kennwerte..... | 7 |
| 5. Bauwerksgründung | 9 |
| 5.1 Allgemeines..... | 9 |
| 5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone | 10 |
| 5.3 Gründung | 11 |
| 5.3.1 Gründung mittels tragender Bodenplatte auf Bodenaustausch..... | 11 |
| 5.3.2 Gründung mittels Einzel- / Streifenfundamenten in Zersatzschichten bzw. mit Magerbetontieferführung in die Zersatzschichten | 12 |
| 5.3.3 Gründung von nichttragenden Bodenplatten bzw. Pflasterflächen..... | 13 |
| 6. Hinweise für die Bauausführung..... | 15 |
| 6.1 Baugrube / Verbau | 15 |
| 6.2 Wasserhaltung | 17 |
| 6.3 Bauwerkstrockenhaltung | 18 |
| 6.4 Versickerung | 18 |
| 6.5 Erdbau (Auffüllen, Hinterfüllen und Verdichten)..... | 18 |
| 6.6 Verkehrs- und Parkplatzflächen..... | 19 |
| 7. Schlussbemerkungen..... | 20 |

Tabellen

| | |
|--|----|
| TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN | 2 |
| TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN | 3 |
| TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN | 3 |
| TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE U. BINDIGE BÖDEN | 6 |
| TABELLE 5: BAUCHTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN | 6 |
| TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE | 8 |
| TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN | 9 |
| TABELLE 8: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZELFUNDAMENTE | 12 |
| TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFENFUNDAMENTE | 13 |
| TABELLE 10: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULE UNTER BETONPLATTEN | 13 |

Anlagen

| | | |
|-----------|---|------------|
| Anlage 1: | Übersichtslageplan, M 1 : 25.000 | (1 Seite) |
| Anlage 2: | Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000 | (1 Plan) |
| Anlage 3: | Bohrprofile, M 1 : 50 | (5 Seiten) |
| Anlage 4: | Rammsondierprofile, M 1 : 50 | (5 Seiten) |
| Anlage 5: | Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse | (6 Seiten) |

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die P.I.M. Passauer Immobilien GmbH beabsichtigt die Neuerrichtung einer Wohnanlage in der Spitalhofstraße 30 in 94032 Passau. Die Planung der Maßnahme erfolgt durch die Arc Architekten. Unser Büro, GEOPLAN GmbH, Osterhofen, wurde auf Grundlage des Angebotes A1906-178-BAU vom 07.06.2019 beauftragt, eine Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahme durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Im vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben. Weiterhin erfolgen Angaben zur Ausbildung von Baugruben, zur Wasserhaltung und Bauwerkstroekhaltung, Bauwerksgründungen sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und zu den Erdbaumaßnahmen aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Hauptuntersuchung des Baugrundes. Untersuchungen gewonnener Bodenproben hinsichtlich möglicher umweltrelevanter Schadstoffbelastungen wurden auftragsgemäß nicht vorgenommen.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Entwurf- / Lagepläne, Ansichten und Schnitte der Wohnanlage, o. M., Arc Architekten
- Geologische Karte von Bayern, M 1 : 200.000, UmweltAtlas Bayern Geologie, Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern (Internet)
- Bohrprofile und -beschriebe B 1 bis B 5, Geoplan GmbH
- Rammdiagramme der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 5, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Geoplan GmbH

1.3 Angaben zum Bauwerk

Die P.I.M. Passau Immobilien GmbH plant gemäß den uns vorliegenden Informationen und Unterlagen die Neuerrichtung einer Wohnanlage bestehend aus zwei Untergeschossen, Erdgeschoss und bis zu maximal vier Obergeschossen in der Spitalhofstraße 30 in 94032 Passau. Die Untergeschosse besitzen dabei maximale Abmaße von ca. 45 m x 55 m. Die Tiefgaragenzufahrt soll nördlich des geplanten Gebäudes erfolgen. Als $\pm 0,00$ -Niveau ist für OK FFB EG eine Kote von 314,80 m NN den Planunterlagen zu entnehmen. Daraus ergibt sich eine Gründungskote von ca. 307,20 m NN.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 16.07.2019 auf dem Grundstück mit der Flurnummer 36/2, Gemarkung Haidenhof, in der Spitalhofstraße 30 in 94032 Passau durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **fünf Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 5,10 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt.

Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen. Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium zurückgestellt worden.

Zur Feststellung von Lagerungsdichte und Konsistenz der Schichten sind zusätzlich **fünf Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis in eine maximale Tiefe von 6,00 m unter Geländeoberkante durchgeführt. Die Sondierungen DPH 3 bis DPH 5 wurden dabei in der nördlich auf dem Gelände befindlichen Tiefgarage durchgeführt. Anlage 4 enthält die Diagramme der schweren Rammsondierungen. Ab einer Schlagzahl von > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe wurden die Sondierungen vorzeitig beendet.

Nach Abschluss der Baugrunderkundungsarbeiten wurden alle Ansatzpunkte in einem Lageplan skizziert. Die ungefähre Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor. In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die Kenndaten der durchgeführten Erkundungen zusammengestellt:

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN

| Bohrung | Ansatzhöhe [m NN] | Endteufe [m u. GOK] | Endteufe [m NN] | Schichtwasser [m u. GOK] | Schichtwasser [m NN] | Datum |
|---------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|------------|
| B 1 | 312,50 | 4,90 | 307,60 | 4,38 | 308,12 | 16.07.2019 |
| B 2 | 312,50 | 4,50 | 308,00 | kein Wasser erkundet | | 16.07.2019 |
| B 3 | 312,50 | 4,50 | 308,00 | kein Wasser erkundet | | 16.07.2019 |
| B 4 | 312,50 | 2,90 | 309,60 | kein Wasser erkundet | | 16.07.2019 |
| B 5 | 312,50 | 5,10 | 307,40 | kein Wasser erkundet | | 16.07.2019 |

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN

| Rammsondierung | Ansatzhöhe [m NN] | Endteufe [m u. GOK] | Endteufe [m NN] | kennzeichnender Eindringwiderstand n_{10} [m u. GOK] | | |
|----------------|----------------------|------------------------|--------------------|--|-----------|------------|
| | | | | 0,0 – 1,0 | 1,0 – 3,0 | 3,0 – Ende |
| DPH 1 | 312,50 | 6,00 | 306,50 | 8 – 16 | 2 – 9 | 2 – >100 |
| DPH 2 | 312,50 | 2,90 | 309,60 | 6 – 14 | 3 – >100 | -- |
| DPH 3 | 309,50 | 4,10 | 305,40 | 2 – 23 | 2 – 6 | 8 – >100 |
| DPH 4 | 309,50 | 3,60 | 305,90 | 3 – 8 | 1 – 6 | 7 – >100 |
| DPH 5 | 309,50 | 3,90 | 305,60 | 3 – 7 | 1 – 11 | 13 – >100 |

DPH... schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2

2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Überprüfung der Bodenansprache vor Ort, zur Klassifizierung der Bodengruppen gemäß DIN 18196 und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten sowie zur Einschätzung der Tragfähigkeit der Böden wurden insgesamt acht Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN

| Aufschluss | Probenbezeichnung | Tiefe, m unter GOK | Wassergehalt, DIN 18121 | Korngrößenverteilung, DIN 18123 | komb. Sieb-Schlammanalyse, DIN 18123 | Fließ- und Ausrollgrenze DIN 18122 | Proctordichte DIN 18127 | Dichtebestimmung DIN 18125 | Glühverlust DIN 18128 | Wasserdurchlässigkeit DIN 18130 |
|------------|-------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| B 1 | D 5 | 3,10 – 4,40 | X | | | | | | | |
| B 1 | D 6 | 4,40 – 4,90 | X | X | | | | | | |
| B 2 | D 4 | 2,50 – 3,20 | X | | | | | | | |
| B 2 | D 6 | 4,20 – 4,50 | X | X | | | | | | |
| B 3 | D 1 | 0,11 – 0,90 | X | X | | | | | | |
| B 3 | D 3 | 2,80 – 3,70 | X | | | | | | | |
| B 3 | D 4 | 3,70 – 4,20 | X | | | X | | | | |
| B 5 | D 6 | 4,80 – 5,10 | X | | | X | | | | |

Die Laborergebnisse und zugehörigen Versuchsprotokolle sind in der Anlage 5 detailliert dargestellt.

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Topographie und geologischer Überblick

Das hier betrachtete Untersuchungsgebiet in der Spitalhofstraße 30 in 94032 Passau besitzt eine Länge von ca. 60 m und eine Breite von in etwa 50 m. Das derzeitige Geländeneiveau liegt zwischen 312,50 m NN im südlichen Bereich und 309,50 m NN im Norden des untersuchten Grundstücks und fällt demnach nach Norden hin ab. Nördlich des untersuchten Gebietes fließt in einer Entfernung von ca. 200 m die Donau auf einer Geländehöhe von ca. 291,0 m NN in Richtung Südosten.

Im Bereich des Baufeldes liegen entsprechend den uns vorliegenden geologischen Informationen und Kartenwerken unter künstlichen Auffüllungen die quartären, bindigen bis gemischtkörnigen Umlagerungsbildungen vor, welche nachfolgend als Decklagen bezeichnet werden. Im Tieferen werden diese Schichten hier vom kristallinen Grundgebirge in Form von Gneisen bzw. dessen Zersatzschichten unterlagert. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten bis zu den jeweiligen Endtiefen weitestgehend bestätigt.

Anthropogene Auffüllungen

(erkundet bis max. 3,10 m u. GOK)

- Asphalt (ca. 11 cm bis 14 cm stark)

- Sand, schwach kiesig, schwach schluffig;
Lagerung: locker

- Kies, sandig bis stark sandig, teils schwach schluffig bis schluffig;
Lagerung: locker bis dicht

Decklagen

(erkundet bis max. 5,10 m u. GOK)

- Ton, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach sandig bis sandig, teils schwach kiesig;
Konsistenz: weich bis halbfest

- Schluff, teils tonig, schwach bis stark sandig;
Konsistenz: steif bis halbfest

- Sand, stark schluffig;
Lagerung: locker

Zersatzschichten

(frühestens erkundet ab 4,20 m u. GOK)

- Sand, kiesig, stark schluffig;
Lagerung: mitteldicht

- Kies, stark sandig, stark schluffig;
Lagerung: mitteldicht

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Auffüllungen

In allen fünf Bohrungen konnten unter 11 cm bis 14 cm starken Asphaltsschichten 0,90 m bis 3,10 m (= 311,60 m NN bis 309,40 m NN) mächtige anthropogene Auffüllungen aufgeschlossen werden. Diese Ablagerungen wurden hier als schwach kiesige und schwach schluffige Sande in lockerer Lagerung sowie als sandige bis stark sandige und teils schwach schluffige bis schluffige Kiese in lockerer bis dichter Lagerung angesprochen. Die Bohrung B 4 musste im Bereich der anthropogenen Auffüllungen bei einer Tiefe von 2,90 m unter GOK (= 309,60 m NN) vorzeitig wegen eines Bohrhindernisses beendet werden. Die lockere bis dichte Lagerung dieser Schichten wurde auch anhand der ermittelten Schlagzahlen von 2 bis 32 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe der durchgeführten schweren Rammsondierungen weitestgehend bestätigt.

Decklagen

Unter den aufgefüllten Bodenschichten wurden in den tieferreichenden Bohrungen bis zu Tiefen von 4,20 m unter GOK bis 5,10 m unter GOK (= 308,30 m NN bis 307,40 m NN) die quartären Umlagerungsbildungen angetroffen. Diese Böden liegen in Form von schwach schluffigen bis schluffigen, teils schwach sandigen bis sandigen und teils schwach kiesigen Tonen in weicher bis halbfester Konsistenz sowie in Form von teils tonigen und schwach bis stark sandigen Schluffen in steifer bis halbfester Konsistenz sowie in Form von stark schluffigen Sanden in lockerer Lagerung vor. In den Decklagen wurden gemäß der schweren Rammsondierungen Schlagzahlen von 2 bis 12 Schlägen pro 10 Eindringtiefe ermittelt, was die weiche bis halbfeste Konsistenz bzw. lockere Lagerung weitestgehend bestätigt.

Zersatzschichten

Im Bereich der Aufschlusspunkte B 1 und B 2 konnten unterhalb der bindigen Decklagen ab Tiefen von 4,20 m unter GOK bis 4,40 m unter GOK (= 308,30 m NN bis 308,10 m NN) bis zu den Endteufen von 4,50 m unter GOK bis 4,90 m unter GOK (= 308,00 m NN bis 307,60 m NN) noch die Zersatzschichten des kristallinen Grundgebirges aufgeschlossen werden. Diese wurden hier angesprochen als kiesige und stark schluffige Sande in mitteldichter Lagerung sowie als stark sandige und stark schluffige Kiese in ebenfalls mitteldichter Lagerung.

Die Rammsondierungen DPH 1 und DPH 3 bis DPH 5 wurden in einer Tiefe von 3,60 m unter GOK bis 6,00 m unter GOK (= 306,50 m NN bis 305,40 m NN) bei Schlagzahlen von > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe vorzeitig beendet. Dies deutet auf den Übergang in die Felszone in diesem Tiefenbereich hin. Hierbei ist allgemein ein leichter Anstieg des Felshorizontes im Untergrund um ca. einen Meter in Richtung Süden (Bereich DPH 1) zu erkennen. Die DPH 2 wurde bereits bei einer Tiefe von ca. 2,90 m unter GOK (= 309,60 m NN) aufgrund eines Rammhindernisses beendet.

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt eine Korrelation der Schlagzahlen für bindige und grobkörnige Böden sowie deren Zuordnung in Bezug auf Lagerungsdichte und Konsistenz.

TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE UND BINDIGE BÖDEN

| Lagerung | Spitzendruck q_s [MN/m ²] | DPH N_{10} | DPM N_{10} | DPL N_{10} |
|-------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Locker | < 5 | 1–4 | 4–11 | 6–10 |
| Mitteldicht | 5,0–7,5/10 | 4–18 | 11–26 | 10–50 |
| Dicht | 7,5–18/20 | 18–24 | 26–44 | 50–64 |
| Sehr dicht | > 18/20 | > 24 | > 44 | > 64 |
| Konsistenz | Spitzendruck q_s [MN/m ²] | DPH N_{10} | DPM N_{10} | DPL N_{10} |
| Weich | 1,0–1,5 | 2–5 (4) | 3–8 | 3–10 |
| Steif | 1,5–2,0 | (4) 5–9 (8) | 8–14 | 10–17 |
| Halbfest | 2,0–5,0 | (8) 9–17 | 14–28 | 17–37 |
| Fest | > 5,0 | > 17 | > 28 | > 37 |

Qualitative Wertung der Bodenschichten

In nachfolgender Tabelle 5 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN

| Bewertungskriterien | Anthropogene Auffüllungen Sande, Kiese | Decklagen Tone, Schluffe, stark schluffige Sande | Zersatzschichten Sande, Kiese | Kristallines Grundgebirge Fels |
|---|---|---|--|---------------------------------------|
| Homogenbereich | B1 | B2 | B3 | X1 |
| Tragfähigkeit | groß | gering – mittel | mittel – groß | groß – sehr groß |
| Kompressibilität | gering | mittel – groß | gering – mittel | gering – sehr gering |
| Standfestigkeit | gering – mittel | mittel – groß | mittel – groß | mittel – groß |
| Wasserempfindlichkeit | mittel – groß | groß – sehr groß | mittel – groß | nicht – gering |
| Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 | nicht – mäßig F1 ¹⁾ – F2 | groß F3 | mittel – groß F2 – F3 ²⁾ | nicht F1 |
| Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss | mittel | mittel | mittel – groß | nicht |
| Wasserdurchlässigkeit | mittel – groß | gering | mittel | gering – abhängig von Klüftigkeit |
| Rammpbarkeit | leicht – schwer ³⁾ | mittelschwer – schwer | mittelschwer – sehr schwer ³⁾ | nicht möglich |
| Lösbarkeit | leicht – schwer ⁴⁾ | leicht – mittelschwer | mittelschwer – sehr schwer ⁴⁾ | leicht bis schwer lösbarer Fels |
| Wiedereinbaufähigkeit | gut ⁶⁾ | gering – mäßig ⁵⁾ | mäßig – gut ⁵⁾ | – ⁷⁾ |

- 1) bei einem Feinkornanteil $\leq 5,0$ M.-%
- 2) bei einem Feinkornanteil $> 15,0$ M.-%
- 3) Einbringhilfen wie z. B. Vorbohrungen können erforderlich werden – in den Felsschichten des kristallinen Grundgebirges werden sie zwingend erforderlich
- 4) bei Grobeinlagerungen können je nach Masse und Größe dieser Anteile bzw. auch in verfestigten Abschnitten des kristallinen Grundgebirges die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300 (2012) (schwer lösbare Böden, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden
- 5) bei stark schluffigen Sanden und bei bindigen Böden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich
- 6) sofern keine umwelttechnische Bedenken vorherrschen
- 7) ein Wiedereinbau in gebrochener Form, bspw. als Frostschuttschotter Körnung 0/56 mm, ist bei nicht angewittertem und massigem Felsmaterial möglich

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der fünf Bohrungen bis zu den jeweiligen Endteufen 2,90 m unter GOK bis 5,10 m unter GOK (= 309,60 m NN bis 307,40 m NN) ein Grundwasserspiegel angetroffen. Ein geschlossener Grundwasserspiegel liegt im Bereich der Baumaßnahme nach unseren Erkundungen nicht vor. Grundwasser ist gemäß regionalen hydrogeologischer Erkenntnisse erst in begrenztem Umfang in den kristallinen Schichten des Grundgebirges zu erwarten, die als meist gering ergiebige Kluftgrundwasserleiter ausgebildet sind.

Grundsätzlich ist im gesamten Baufeldbereich witterungsbedingt mit Schichtwasserhorizonten in durchlässigeren Böden über stauenden Horizonten, wie z. B. den bindigen Decklagen bzw. der Felsoberkante, in allen Tiefen bis GOK, auch über einem geschlossenen Grundwasserhorizont, zu rechnen. Dies ist auch hinsichtlich der Bauausführung zu beachten. Im Bereich der Bohrung B 1 konnte so ein Schichtwasserzutritt ins Bohrloch bei einer Tiefe von 4,38 m unter GOK (= 308,12 m NN) eingemessen werden. Hierbei ist allerdings von einer geringen Ergiebigkeit auszugehen.

Nach dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die Baumaßnahme weder in einem Überschwemmungsgebiet noch in einem wasser-sensiblen Bereich.

Ein maximaler Grundwasserspiegel im Endzustand ist bei dem vorliegenden Bauvorhaben nicht festzulegen bzw. kann auf Höhe der erforderlichen Bauwerksdrainage angesetzt werden. Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauausführung beschränken sich aller Voraussicht nach auf die Ableitung von anfallendem Oberflächen- und Schichtwasser.

4. Bodenmechanische Kennwerte

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung ange-troffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 6 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 7 sind die wichtigs-ten bodenmechanischen Kennwerte nach Homogenbereichen dargestellt. Sofern in

den Tabellen 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.

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammengefasst.

Nach DIN 18300 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von maschinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen.

Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für Bohrarbeiten eingestuft.

Die in den Tabellen angegebenen Bodenkenngößen (Rechenwerte) beruhen auf Erfahrungswerten sowie den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE

| Bodenschicht | Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform | Wichte, erdfeucht | Wichte, unter Auftrieb | Reibungswinkel | Kohäsion, dräniert | Kohäsion, undräniert | Steifemodul | Bodenklasse (DIN 18300 : 2012) | Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012) | Wasserdurchlässigkeit |
|---|---|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------------------|--|---|
| | | cal γ | cal γ' | cal ϕ | cal c' | cal c_u | cal E_s | - | - | k_f |
| | | [kN/m ³] | [kN/m ³] | [°] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [MN/m ²] | [-] | [-] | [m/s] |
| Auffüllungen – Kiese, Sande | [GJ] / [GU] / [SU] locker – mitteldicht dicht | 19,0-21,0 21,0-23,0 | 10,0-12,0 12,0-14,0 | 32,5-35,0 35,0-37,5 | 0-2 ¹⁾ 0-2 ¹⁾ | 0-5 ¹⁾ 0-5 ¹⁾ | 40-70 70-90 | 3 3/5 | BN1 BN1 | 10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶ |
| Decklagen – Tone, Schluffe, stark schluffige Sande | UL / TL / TM / TA / SU* weich steif – halbfest locker | 17,5-18,5 18,5-20,0 17,0-18,0 | 7,5-8,5 8,5-10,0 7,0-8,0 | 22,5-25,0 25,0-27,5 27,5-30,0 | 5-15 10-20 0-5 ¹⁾ | 10-40 30-60 0-10 ¹⁾ | 6-10 12-18 15-25 | 4 4/5 4 | BB2 BB2-3 BN2 | 10 ⁻⁷ -10 ⁻⁹ 10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰ 10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸ |
| Zersatzschich- ten – Sande Kiese | SU* / GU* mitteldicht | 19,0-21,0 | 10,0-12,0 | 30,0-35,0 | 2-5 ¹⁾ | 5-10 ¹⁾ | 40-60 | 4 | BN2 | 10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸ |
| Grundgebirge – Fels | ME Gneis verwittert bis mäßig angewittert | 24,0-25,0 | 14,0-17,0 | 37,5-42,5 | 15-30 ¹⁾ | 50- 150 ¹⁾ | 100-150 | 6-7 | FU1-6 FD1-5 | je nach Klüftigkeit |

¹⁾ kapillare Ersatzkohäsion über Grundwasserspiegel / durch mineralische Restbindung

**TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH
 HOMOGENBEREICHEN**

| Bodenschicht | Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform | Korngrößenverteilung | Kieskorn 2,0 – 63,0 mm | Sandkorn 0,063 mm – 2,0 mm | Feinkorn und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm | Dichte, erdfeucht | Scherfestigkeit, undrännert | Wassergehalt | Plastizitätszahl | Konsistenzzahl | Organischer Anteil | Abrasivität | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|-------------------|--------------------------------|--------------|------------------|----------------|--------------------|--------------|---|---|---|---------------------|----------------------|---|----|----|
| | | Steine $\varnothing > 63,0$ mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | % | | | | | | | | | | | % | % | % | [t/m ³] | [kN/m ²] | % | -- | -- |
| Homogenbereich B1 (Sande, Kiese der Auffüllungen) | [GI] / [GU] / [SU] locker – dicht | -- | 5-80 | 15-85 | 5-15 | 1,8-2,2 | -- | 2-10 | -- | -- | 0 | 50-500 | | | | | | | | |
| Homogenbereich B2.1 (Tone, Schluffe, stark schluffige Sande der Decklagen) | UL / TL / TM / TA / SU* steif – halbfest bzw. locker | -- | 0-15 | 0-80 | 20-95 | 1,7-2,0 | 50-150 | 10-30 | 0,00- 0,50 | 0,75- 1,25 | 0 | 0-150 | | | | | | | | |
| Homogenbereich B2.2 (Tone, Schluffe der Decklagen) | UL / TL / TM / TA weich | -- | 0-15 | 0-35 | 50-95 | 1,7-1,9 | 25-75 | 25-40 | 0,00- 0,50 | 0,50- 0,75 | 0 | 0-100 | | | | | | | | |
| Homogenbereich B3 (Sande, Kiese der Zersatzschichten) | GU* / SU* mitteldicht | 0-5 | 15-60 | 25-70 | 15-30 | 1,9-2,1 | 20- 150 ¹⁾ | 2-12 | -- | -- | 0 | 100- 1500 | | | | | | | | |

1) Ersatzscherfestigkeit durch mineralische Restbindung

Homogenbereich X1:

Isoliert betrachtet handelt es sich bei den anzutreffenden Felsblöcken bzw. verwitterten bis angewitterten Fels des Homogenbereiches X1 um Gneis, ein metamorphisches Gestein des kristallinen Grundgebirges. Das Gestein besitzt eine Dichte von 2,4 t/m³ – 2,7 t/m³. Es weist eine einaxiale Druckfestigkeit bis 200 N/mm² und eine Gebirgsdurchlässigkeit 1,0 · 10⁻⁴ m/s bis 1,0 · 10⁻¹¹ m/s auf. Der genaue Trennflächenabstand ist aufgrund fehlender geeigneter Aufschlüsse nicht genau bestimmbar, liegt aber i.d.R. zwischen 0 – 30 cm. Es ist abrasiv bis extrem abrasiv (250 g/t – 2000 g/t) und mittel bis sehr schwer brechbar (0 % – 75 %). Für eine genauere Bestimmung wären tiefere Aufschlüsse des Felshorizontes erforderlich, welche im Zusammenhang mit diesem Bauvorhaben aber als eher unwirtschaftlich einzuschätzen sind, für mögliche Verbau-bemessungen aber noch zusätzlich notwendig werden könnten.

5. Bauwerksgründung

5.1 Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Angaben umfasst das Bauvorhaben auf dem Grundstück mit der Flurnummer 36/2, Gemarkung Haidenhof, in der Spitalhofstraße 30 in 94032 Passau den Neubau einer Wohnanlage bestehend aus einem bis zu siebengeschossigen Gebäude mit zwei Untergeschossen. Die maximalen Abmaße der Tiefgarage betragen hierbei in etwa 45 m x 55 m.

Zur Beurteilung der Gründungssituation stehen hier, wie beschrieben, fünf Rammkernbohrungen mit den maximalen Erkundungstiefen von 2,90 m unter GOK bis 5,10 m unter GOK (= 309,60 m NN bis 307,40 m NN) und fünf schwere Rammsondierungen mit maximalen Tiefen von 2,90 m unter GOK bis 6,00 m unter GOK (= 309,60 m NN bis 305,40 m NN) zur Verfügung.

Gemäß diesen Aufschlüssen stehen auf dem Gründungsniveau der Tiefgarage teils noch die bindigen Böden der Decklagen in überwiegend halbfester und teils steifer Konsistenz (nördlicher Bereich) bzw. bereits die Zersatzschichten des kristallinen Grundgebirges (südlicher Bereich) an. Im südlichsten Baufeldbereich kann es auch zum Antreffen des kristallinen Grundgebirges auf Höhe der Gründungskote kommen. Die bindigen Böden sind mäßig tragfähig und kompressibel. Von einer direkten Gründung in diesen Schichten wird abgeraten und es werden Zusatzmaßnahmen in Form eines Bodenaustausches für eine sichere Gründung notwendig werden. Unterhalb der Ablagerungen folgt auf dieser Baufläche ab Tiefen von 3,60 m unter GOK bis 6,00 m unter GOK (= 306,50 m NN bis 305,40 m NN) der Übergang in die kristallinen Felschichten. Hinsichtlich der Gründungsweise des geplanten Neubaus wird aus geotechnischer Sicht empfohlen die Gründung der Wohnanlage vollflächig mittels elastisch gebetteter, tragender Bodenplatte auf einem Gründungspolster bestehend aus einem Kieskoffer durchzuführen. Optional wäre aber auch eine Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten möglich.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der fünf Bohrungen ein Grundwasserspiegel bis zu den maximalen Erkundungstiefen von 2,90 m unter GOK bis 5,10 m unter GOK (= 309,60 m NN bis 307,40 m NN) eingemessen. Lediglich im Aufschlusspunkt B 1 wurde bei einer Tiefe von 4,38 m unter GOK (= 308,12 m NN) ein Schichtwasserspiegel im Bohrloch eingemessen.

Nachfolgend werden neben den Gründungsempfehlungen zudem allgemeine Hinweise zur Baugrubenausbildung, zu bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen und zur Bauwerkstrockenhaltung sowie zur Versickerung und der Ausbildung von befestigten Außenanlagen aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht gegeben.

5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen kann das Bauvorhaben nach DIN 1054:2010-12, Tabelle AA.1 und Eurocode 7 der geotechnischen Kategorie GK 2 zugeordnet werden.

Nach DIN 4149:2005-04 befindet sich Passau in keiner Erdbebenzone und somit muss keine Erdbeschleunigung berücksichtigt werden.

Das zu bebauende Grundstück mit der Flurnummer 36/2, Gemarkung Haidenhof, in der Spitalhofstraße 30 in 94032 Passau ist der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen und somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,00 m unter GOK. Eine frostsichere Gründung kann mittels entsprechender Einbindung, umlaufender Frostschrüzen oder einem frostsicheren Unterbau sichergestellt werden.

5.3 Gründung

Nachfolgend wird auf die Gründung des Bauwerks näher eingegangen und es werden jeweils Tragfähigkeitswerte angegeben.

5.3.1 Gründung mittels tragender Bodenplatte auf Bodenaustausch

Die Gründung des Neubaus der Wohnanlage mit Tiefgarage in den anstehenden Böden sollte auf einem Bodenaustausch mit einem feinkornarmen Kies-Sand-Gemisch (z. B. Frostschutzkies Körnung 0/56 mm; Feinkornanteil < 5 M.-% der Bodengruppe GW / GI nach DIN 18196) bis mindestens zu den gut tragfähigen und geringer feinkornhaltigen Zersatzschichten erfolgen. Hierbei kann im nördlichen Bereich des Baufeldes ein Bodenaustausch von bis zu 1,00 m Mächtigkeit nötig werden. Auch im Bereich von Felsschichten, wie eventuell im südlichsten Bereich zu erwarten, ist für die Gründung des Gebäudes eine ≥ 15 cm mächtige Kiestragschicht einzubauen um ein sog. „Aufreiten“ der Fundamente auf dem Felsen zu verhindern.

Nach dem Aushub der Baugrube bis zu den gut tragfähigen Zersatzschichten bis zu einer Kote von ca. 306,10 m NN (vgl. DPH 3) sind die Aushubsohlen in den Zersatzschichten mit geeignetem Gerät statisch zu verdichten ($D_{Pr} \geq 98$ %). Das Kiesmaterial muss lagenweise (Lagenstärke $d \leq 0,35$ m) auf geotextiler Vliestrennlage (GRK III) eingebracht und auf $D_{Pr} \geq 100$ % verdichtet werden. Durchzuführende Bodenaustauschmaßnahmen unter der Bodenplatte sind mit einer seitlichen Verbreiterung von 60° und einem Überstand von 30 cm über die Bodenplatte hinaus auszuführen. Sollten örtlich tiefer reichende, nur geringer tragfähige, z. B. bindige Schichten anstehen, sind diese bis zu den besser tragfähigen natürlich anstehenden Zersatzsanden und -kiesen weiter auszukoffern und ebenfalls durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material zu ersetzen.

Zur statischen Dimensionierung von Bodenplatten wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Für die Bemessung von plattenartigen Gründungen kann bei Gründung auf einem Bodenaustausch bis zu den Zersatzschichten ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 13,0 \text{ MN/m}^3$ bei einem Lastniveau von etwa 150 kN/m^2 in Ansatz gebracht werden. Hierbei wurde bereits eine Aushubentlastung von 50 kN/m^2 angesetzt. Bei streifenförmiger Lasteinleitung bis zu einer Lasteinleitungsbreite von 1,5 m sowie bei quadratischer Lasteinleitung bis 2,5 m Kantenlänge kann bei einem Bettungsmodul von $k_{s,k} = 30,0 \text{ MN/m}^3$ eine charakteristische Last von 500 kN/m^2 angesetzt werden. Es ist dann jeweils mit Setzungen von $\leq 1,5$ cm zu rechnen.

Die tragende Bodenplatte kann direkt auf die lagenweise eingebaute und auf ≥ 100 % der einfachen Proctordichte verdichteten Kiesschicht aufgebracht werden. Eine zusätzliche kapillarbrechende Schicht wird nicht mehr notwendig. Allerdings ist auf eine wirksame und dauerhaft rückstaufreie Drainage des Gründungspolsters zu achten. Sofern dies auf Höhe des Gründungspolster nicht möglich ist, ist eine WU-Ausführung der Tiefgarage bis Höhe der Drainage erforderlich.

5.3.2 Gründung mittels Einzel- / Streifenfundamenten in Zersatzschichten bzw. mit Magerbetontieferführung in die Zersatzschichten

Alternativ wäre auch eine Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in den Zersatzschichten und einer gepflasterten Tiefgarage möglich. Zur Gründung der Tiefgarage in Form von Einzel- bzw. Streifenfundamenten ist die Baugrube zunächst bis auf Niveau UK Pflaster zzgl. Dämmung / kapillARBrechende Schicht auszuheben. Die Fundamentgruben und -gräben für Einzel- bzw. Streifenfundamente können anschließend von Niveau Baugrubensohle aus ausgehoben werden.

Gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Erkundungen würden die Unterkanten der Fundamente (entsprechend $\geq 1,00$ m unter fertigem Niveau GOK) der Tiefgarage im nördlichen Bereich in den Decklagen zum Liegen kommen. Aufgrund der Lage der Fundamente in den gering tragfähigen Deckschichten sollten die erkundeten Böden bis zum Antreffen der gut tragfähigen Zersatzschichten weiter ausgehoben werden. Hier wäre bei dieser Methode dann eine Auffüllung der Aushubbereiche bis zu den geplanten Fundamentunterkanten mit Magerbeton vorzusehen.

Die Grubenwandungen in den steifen Decklagen bzw. Auffüllungen werden als kurzzeitig standsicher bewertet und können im Gegensatz zu Bodenaustauschverfahren quasi senkrecht ausgebildet werden. Es wird dennoch, insbesondere unter feuchten Witterungsbedingungen, dazu geraten, die Magerbetontieferführung nur abschnittsweise auszuführen. Es ist zu beachten, dass die Abmessungen der Magerbetonplombe die Grundflächen der Fundamente nicht unterschreiten dürfen. Dies bedeutet, dass die Tieferführung in keinem Fall kleiner / schmaler ausgeführt werden darf, als dies die Fundamentdimensionen erfordern. Zur Verringerung der erforderlichen Betonmengen wäre auch unter Streifenfundamenten eine punktuelle Tieferführung in regelmäßigen Abständen denkbar, sofern diese statisch als bewehrte Balkenkonstruktion ausgeführt werden können.

In den nachfolgenden Tabellen 8 und 9 werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für mittig belastete Einzel- und Streifenfundamente bei Gründung auf den gut tragfähigen Zersatzschichten angegeben. Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes wurden dabei auf Grundlage von Grundbruchberechnungen und der Begrenzung von Setzungen bestimmt. Das Verhältnis der horizontalen zu den vertikalen Kräften wird bei Einzelfundamenten auf $H/V \leq 0,25$ und bei Streifenfundamenten auf $H/V \leq 0,1$ beschränkt, zudem gilt ein zulässiges Seitenverhältnis von $a/b \leq 2,0$ bei Einzelfundamenten. Zwischenwerte zwischen den Tabellenwerten dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolationen sind nicht zulässig. Hierbei wurde bereits eine Aushubentlastung von 50 kN/m^2 angesetzt.

TABELLE 8: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZELFUNDAMENTE

| geringste Einbindetiefe (m) | Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in kN/m^2 für b bzw. b' | | | | | |
|--------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,50 m | 1,00 m | 1,50 m | 2,00 m | 2,50 m | 3,00 m |
| $\geq 0,60$ | 230 | 250 | 620 | 630 | 560 | 510 |
| $\geq 1,00$ | 300 | 330 | 700 | 640 | 560 | 530 |

TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFENFUNDAMENTE

| geringste Einbindetiefe (m) | Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in kN/m ² für b bzw. b' | | | | | |
|--------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,50 m | 0,75 m | 1,00 m | 1,25 m | 1,50 m | 1,75 m |
| ≥ 0,60 | 280 | 290 | 670 | 580 | 560 | 490 |
| ≥ 1,00 | 350 | 380 | 670 | 580 | 560 | 510 |

Die angegebenen Tabellenwerte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und gelten für mittige, lotrechte Belastung. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte, z. B. gemäß den Maßgaben der DIN 1054, abzumindern oder sind die zulässigen Sohlspannungen mit Grundbruch- und Setzungsberechnungen nachzuweisen.

Bei Ausnutzung der Tabellenwerte ist mit Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1,0 cm zu rechnen, welche als noch gebäudeverträglich eingestuft werden. Bei unterschiedlich hohen Sohlrücken und/oder Gründungstiefen der Fundamente sind auch entsprechende Setzungsdifferenzen in der Bauwerkskonstruktion zu beachten. Genaue Setzungsberechnungen können erst auf Basis statischer Berechnungen unter Berücksichtigung genauer Lastangaben durchgeführt werden.

5.3.3 Gründung von nichttragenden Bodenplatten bzw. Pflasterflächen

Für industriell genutzte Böden bzw. Bodenplatten werden in Anlehnung an die Empfehlung „Betonböden im Industriebau“ auf OK Frostschuttschicht nachfolgende Verformungsmoduli unter den Betonplatten notwendig:

TABELLE 10: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULE UNTER BETONPLATTEN

| Maximale Einzellast Q in kN (t) | Verformungsmodul E_{v2} des Untergrundes in MN/m ² | Verformungsmodul E_{v2} der Tragschicht in MN/m ² |
|------------------------------------|---|--|
| ≤ 32,5 (≤ 3,25) | ≥ 30 | ≥ 80 |
| ≤ 60 (≤ 6,0) | ≥ 45 | ≥ 100 |
| ≤ 100 (≤ 10,0) | ≥ 60 | ≥ 120 |
| ≤ 150 (≤ 15,0) | ≥ 80 | ≥ 150 |
| ≤ 200 (≤ 20,0) | ≥ 100 | ≥ 180 |

Die Dimensionierung der Bodenplatte sollte sich an o.g. Werten und Anforderungen orientieren. In Abhängigkeit der Höhenlage sowie der Untergrundtragfähigkeit können die entsprechenden und notwendigen Schüttstärken über eine Probefeldschüttung festgelegt werden. Der Verformungsmodul E_{v2} und das Verhältnis der Verformungsmodule $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ sollte mittels statischer Plattendruckversuche nachgewiesen werden.

Zur Orientierung werden nachfolgende Mindestschüttstärken angegeben:

| E_{v2} – Wert Erdplanum | $E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$ | $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 20 MN/m^2 | 50 cm | 80 cm |
| 30 MN/m^2 | 40 cm | 60 cm |
| 40 MN/m^2 | 30 cm | 50 cm |
| 50 MN/m^2 | 30 cm | 40 cm |
| 60 MN/m^2 | 20 cm | 35 cm |

Zur Anlage von Verkehrsflächen muss das Erdplanum nach ZTV E-StB 17 auf dem Planum der Verkehrsflächen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden. Dieser ist vor Beginn der Oberbauarbeiten mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Auf Oberkante der Tragschichten wird ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ als notwendig erachtet.

Gemäß den vorliegenden Erkundungen liegen im Bereich des Erdplanums im nördlichen Bereich die bindigen Decklagen vor, wo bei günstigen Witterungsverhältnissen mit E_{v2} -Werten von 20 MN/m^2 bis 35 MN/m^2 zu rechnen ist. Beim Antreffen der bindigen Deckschichten auf Erdplanumsniveau kann ein Gesamtaufbau von mindestens 60 cm durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil $\leq 5,0 \text{ M.-%}$) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 notwendig werden, um ein Verformungsmodul von $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ auf dem fertigen Planum zu erreichen. Im Bereich der Zersatzschichten im Süden des Baufeldes kann vermutlich bereits ein $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden und der Aufbau entsprechend verringert werden. Die genaue Schüttmächtigkeit wäre anhand von Probefeldern und statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 im Vorfeld zu ermitteln.

Wird der notwendige Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht, so ergeben sich bei Dimensionierung nach RStO 12 die geforderten Verformungsmodule sowie die notwendigen Schichtstärken für die Tragschicht. Zur Gewährleistung der Filterstabilität zwischen Erdplanum und frostsicherem Verkehrsflächenaufbau wird die Einlage eines geotextilen Vliesstoffs (GRK III) empfohlen. Darauf kann lagenweise der Aufbau des Frostschutzmaterials erfolgen.

Unter einer Bodenplatte / Pflasterflächen ist unabhängig von einem etwaigen zusätzlichen Bodenaustausch als kapillarbrechende Schicht eine mindestens 0,30 m starke Auffüllung aus einem Kies-Sand-Gemisch der Körnung 0/56 mm mit einem Feinkornanteil von maximal 5,0 M.-% oder ein Material mit äquivalenten Eigenschaften (z. B. Rollkies, Glasschaumschotter, usw.) vorzusehen. Zwischen den anstehenden Bodenschichten und dem Schüttmaterial ist zur dauerhaften Schichttrennung ein Geotextil der Georobustheitsklasse III einzulegen. Diese kapillarbrechende Schicht kann auch für in Abschnitt 6.2 beschriebene, temporäre Wasserhaltungszwecke herangezogen werden.

6. Hinweise für die Bauausführung

6.1 Baugrube / Verbau

Geböschte Baugrube

Nach DIN 4124 brauchen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe < 1,25 m nicht abgeböscht werden. Bei Überschreiten dieses Grenzwertes müssen Böschungen angelegt oder die Baugrube verbaut werden.

Ohne rechnerischen Nachweis dürfen gemäß DIN 4124 folgende Böschungswinkel bis 5,00 m Böschungshöhe nicht überschritten werden:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Nichtbindige Böden | 45° |
| Weiche bindige Böden | 45° |
| Steife oder halbfeste bindige Böden | 60° |

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Dazu reicht im Allgemeinen ein Abdecken mit Folien aus. Auf eine funktionsfähige Windsogsicherung ist zu achten. Aufgrund der Erosionsempfindlichkeit des bindigen Materials ist diese Maßnahme zwingend notwendig.

Die Lasteintragungswinkel von schweren Gerätschaften (Krananlagen, Bagger etc.) gemäß den Vorschriften der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BGBau) von $\alpha \leq 30^\circ$ und einem lastfreien Schutzstreifen von $\geq 1,00$ m (bis 12 to Gesamtgewicht) bzw. $\geq 2,00$ m (mehr als 12 to Gesamtgewicht) sind einzuhalten.

Bei Aushubmaßnahmen sind auch die zulässigen Aushubgrenzen nach DIN 4123 im Hinblick auf anstehende Bauwerke und Bauteile einzuhalten. Andernfalls werden Verbaumaßnahmen, Unterfangungen oder sonstige Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Die Standsicherheit für anstehende Bauwerke und Bauteile ist dabei für alle Bauzustände und den Endzustand nachzuweisen.

Verbau

Nach derzeitigen Erkenntnissen werden bei diesem Bauvorhaben für die Baugrube Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Nach unser Einschätzung kommt als Verbauelement entweder eine rückverankerte Trägerbohlwand oder eine teils rückverankerte Bohrpfahlwand in Frage. Verbauten sind mittels der in Abschnitt 4 angegebenen Parameter zu dimensionieren.

Je nach Beanspruchung und Wandhöhe müssen die Verbauten verankert bzw. ausgesteift werden, so dass die Gesamtstandsicherheit erreicht wird und die Kopfverformungen reduziert werden können. Dabei werden meist Verpressanker verwendet, bei denen in eine waagerechte oder geneigte Bohrung durch den Verbau in den Erdkörper ein Stahlzugglied eingeführt wird, an dessen Ende Zementmörtel eingepresst wird (Verpresskörper). Für eine Rückverankerung können laut EA-Pfähle für verpresste

Mikropfähle nach derzeitigem Kenntnisstand hierbei die nachfolgenden Pfahlmantelreibungswerte in Ansatz gebracht werden:

- | | |
|--|---------------------------------|
| - bindige Ablagerungen (bis ca. 306,00 m NN) : | $q_{s1,k} = 50 \text{ kN/m}^2$ |
| - Zersatzschichten (ab ca. 306,00 m NN): | $q_{s3,k} = 120 \text{ kN/m}^2$ |
| - Felszone (ab 305,00 m NN): | $q_{s3,k} = 400 \text{ kN/m}^2$ |

Dabei ist zu beachten, dass diese Rückverankerung nur ausgeführt werden kann, sofern die Erlaubnis vorliegt, die Grundstücksgrenzen im Untergrund zu überschreiten und keine Spartenleitungen tangiert werden. Außerdem sollte die Anker in Schräglage ausgeführt werden.

Grundsätzlich sind sämtliche Verbauten mit den in Abschnitt 4 genannten Parametern statisch und hydraulisch zu berechnen und zu dimensionieren, wobei üblicherweise mit dem aktiven Erddruck gerechnet werden kann. Für den Fall, dass sich im Zuge des Bauablaufes Situationen einstellen, wo eine vorhandene Bebauung zu berücksichtigen ist, erfolgt die Empfehlung, in diesen Abschnitten einen erhöhten Erddruckansatz zu wählen (50 % Erdruchdruck + 50 % aktiver Erddruck). Bei nahe anstehenden Bauteilen ist auch die DIN 4123 zu beachten. Zudem gibt es bei der Bemessung zu beachten, dass unterhalb der geplanten Gründungssohle eine zusätzlicher Bodenaustausch bis zu 1,00 m Mächtigkeit notwendig werden kann und sich somit kurzzeitig größere Verbauhöhen ergeben werden,

Trägerbohlwand

Eine Möglichkeit zur Ausführung des Verbaus wäre vorliegend die Erstellung von Trägerbohlwänden. Aufgrund der Baugrubentiefen wird es voraussichtlich nötig, den Verbau mittels Rückverankerung zu sichern. Bei Ausführung einer Trägerbohlwand sind allerdings die anstehenden dicht gelagerten Zersatzschichten und auch der Felshorizont zu berücksichtigen, sodass ein Rammen der Träger nicht möglich ist.

Hinsichtlich der Einbringbarkeit allgemein und zur Minimierung von Erschütterungen für den Einbau der Träger wird ein verrohrtes Vorbohren mit anschließendem Einstellen der Träger erforderlich. In den Felsbereichen könnte auch Meißelarbeit erforderlich werden. Das Bohrloch wäre nach dem Einstellen der Träger und vor dem Ziehen der Verrohrung wieder mit Rollkies bzw. Beton zu verfüllen. Die Ausfachung zwischen den Bohlträgern könnte mittels Holzbohlen oder Stahlplatten erfolgen. In gering standfesten Abschnitten wären hier beim Aushub nur geringe Abschlagshöhen (dm-Bereich) vorzusehen. Hohlräume hinter dem Verbau wären umgehend mit rolligem Material wieder rückzufüllen.

Bohrpfahlverbau

Alternativ wäre für dieses Bauvorhaben auch ein Bohrpfahlverbau möglich. Ob eine frei auskragende Bohrpfahlwand ohne weitere Aussteifungen / Verankerungen erdstatisch nachweisbar und sicher ausführbar ist, muss anhand statischer Dimensionierung im Verlauf der weiteren Planungen ermittelt werden.

Der Verbau in Form einer überschnittenen Bohrpfahlwand mit Durchmessern zwischen 60 und 90 cm Durchmesser erweist sich als vergleichsweise steif und verformungsarm. Die Bodenbewegungen hinter der Wand sind in der Regel minimal. Das Bohrloch

wird während der Herstellung durch eine Verrohrung gestützt, sodass die Wand auch unmittelbar an der Grundstücksgrenze eingesetzt werden könnte. Die Wandstärke sollte 40 cm nicht unterschreiten, sodass der Achsabstand der Pfähle entsprechend zu planen ist. Für Pfähle mit DN 60 cm bedeutet das einen Achsabstand von 45 cm und für Pfähle mit DN 90 cm beläuft sich der Achsabstand auf 80 cm.

Der Platzbedarf einer Bohrpfahlwand mit Bohrpfählen DN 60 cm kann platzsparender ausgeführt werden, wobei zu beachten ist, dass bei einem Pfahldurchmesser DN 60 cm jeder zweite Pfahl bewehrt ausgeführt werden muss. Unter Umständen reicht hierfür aber die Gesamtsteifigkeit des Systems nicht aus, um die Standsicherheit nachzuweisen. Es wäre dann mit Pfählen DN 90 cm weiter zu planen, wobei es in der Regel genügt, jeden dritten Pfahl zu bewehren. Aufgrund der großen Auskragungshöhe kann aber auch die Bewehrung jedes zweiten Pfahls erforderlich werden.

Bezüglich der Herstellung der Pfähle sind die Vorgaben der DIN EN 1536 und weiterer, maßgebender DIN-Normen zu beachten. Die angetroffenen Böden können bei Schichtwassereinfluss während der Bohrgutförderung und Zwischenlagerung durch Zunahme des Wassergehalts in einen flüssigen Zustand (Bodenklasse 2 nach DIN 18300 : 2012) über.

Die Mindestlänge der Pfahlänge wird sich nach erdstatistischer Dimensionierung ergeben. Allerdings wird hier voraussichtlich auch die Einbindung in den Felshorizont nötig werden, sodass hier Meißelarbeiten (Einsatz von Rollmeißeln) erforderlich werden kann.

Vorböschungen über Verbauten sind unter Beachtung der zuvor gemachten Angaben möglich.

6.2 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten konnte in keiner der fünf Bohrungen bis zu den jeweiligen Endteufen 2,90 m unter GOK bis 5,10 m unter GOK (= 309,60 m NN bis 307,40 m NN) ein Grundwasserspiegel direkt eingemessen werden. Schichtwasser kann aufgrund der geschichteten Untergrundverhältnisse in allen Abschnitten, besonders in den teils bindigen Decklagen bzw. über den Felshorizont, in jeder Tiefenlage in geringem Umfang bis Geländeoberkante auftreten.

Die Wasserhaltung beschränkt sich somit überwiegend auf die Fassung und Ableitung von Niederschlags-, Oberflächen- und Tagwasser. Schichtwasserhorizonte sind ebenso in allen Tiefen möglich und zu beachten. Es wird darauf hingewiesen, dass die Aushubsohlen innerhalb der bindigen Ablagerungen sehr witterungs- und erosionsanfällig und zudem sehr gering wasserdurchlässig sind. Die Ableitung erfolgt entweder in eine Vorflut (wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich) oder in die Kanalisation.

Offene Wasserhaltungsmaßnahmen sind bei der Bauausführung daher einzuplanen und zu betreiben. Innerhalb einer Filterkieslage (ca. 40 cm) sind offene Wasserhaltungsmaßnahmen mit Pumpensämpfen und Pumpen sowie ggf. auch ausgefilterten Dränagen durchzuführen. Die Erfordernisse hinsichtlich der zu fördernden Wassermengen werden vorstehend als eher gering eingeschätzt (i. d. R. < 2 - 5 l/s Wasserhaltung) und sind vor allem auch von den Niederschlägen und daraus resultierenden, möglichen Schichtwasserständen während der Bauausführung abhängig.

6.3 Bauwerkstroekenhaltung

Zum Schutz baulicher Anlagen vor Durchfeuchtung wird auf die DIN 4095 und DIN 18533-1 hingewiesen. Für den Neubau der Wohnanlage ergibt sich entsprechend der aktuellen Planung und den geologischen Verhältnissen nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall b; also eine Abdichtung mit rückstaufreier Dränung in gering wasserdurchlässigen Böden.

Weiterhin ist eine Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1:2017-7 notwendig. Gemäß genannter Norm wäre das Bauvorhaben aufgrund der Lage im Bereich eines wasserundurchlässigen Baugrundes in den Fall W1.2-E einzuordnen, sofern um das gesamte Gebäude eine dauerhaft funktionsfähige, rückstaufreie Ringdrainage auf Unterkante der Fundamente / Gründungspolster angebracht wird. Damit kann neben dem in die Hinterfüllung eindringenden Niederschlags- und Oberflächenwasser auch evtl. zuströmendes Schichtwasser aus dem Hinterfüllbereich abgeleitet werden.

Für den Fall, dass keine Drainage auf UK Gründungspolster des Wohnhauses (unterhalb Kellerniveau) ausgeführt werden kann, wird es notwendig, sämtliche unter Geländeoberkante / Drainage einbindende Bauwerksteile wasserdicht auszubilden (Fall W2.1-E). Dies kann z. B. mit wasserundurchlässigem Beton oder mit bituminösen Abdichtungsmaßnahmen bzw. Kunststoffdichtungsbahnen gemäß DIN 18195 erfolgen. Auch sämtliche Anbauten sind an das Bauwerk dann wasserdicht anzuschließen und mittels eines geschlossenen Systems zu entwässern. Die einschlägigen Vorschriften hinsichtlich der wasserdichten Ausbildung der Bauwerke, z. B. in betontechnischer Hinsicht etc., sind zu beachten.

6.4 Versickerung

Eine breitflächige Versickerung von Niederschlagswasser ist in den bindigen Decklagen nicht möglich, da diese Schichten gering wasserdurchlässig und für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet (k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s) sind. Auch die im Tieferen zu erwartenden Kristallinzersatzschichten eignen sich aufgrund der hohen Lagerungsdichte und geringen Porosität kaum zur Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwasser. Zudem liegt für diese Schichten keine Konnektivität vor, so dass eine Ableitung dauerhaft nicht sichergestellt werden kann. An diesem Standort ist somit eine Versickerung von anfallendem Niederschlags- und Oberflächenwasser hydrogeologisch nicht möglich.

Die Ableitung des anfallenden Wassers (Niederschlags- / Oberflächen- / Drainagewasser) muss daher über die Kanalisation oder einen Vorfluter erfolgen. Bei der Einleitung in eine Vorflut ist eine wasserrechtliche Genehmigung bei der zuständigen Behörde einzuholen.

6.5 Erdbau (Auffüllen, Hinterfüllen und Verdichten)

Zur Verfüllung der Arbeitsräume sind die hier anstehenden weichen Tone und Schluffe (Homogenbereich B2.2) nur wenig geeignet und sollten besser abgefahren oder ausschließlich zur Landschaftsgestaltung im Bereich von Grünflächen genutzt werden. Die Kiese der anthropogenen Auffüllungen (Homogenbereich B1) mit einem Feinkornanteil von ≤ 15 M.-% wären gut zur setzungsarmen Wiederverfüllung geeignet, sofern ein Verdichtungsgrad D_{Pr} von mindestens 100 % zu erzielen ist und die umwelttechnische Eignung für den Wiedereinbau nachgewiesen ist.

Bei mindestens steifer Konsistenz der bindigen Decklagen (Homogenbereich B2.1) bzw. bei den schluffigen Zersatzanden und -kiesen (Homogenbereich B3) ist ein Wiedereinbau, z. B. als Hinterfüllmaterial, bedingt möglich. Dieses sollte nicht unter befestigten und setzungsempfindlichen Flächen eingebaut werden. Bei einem Wiedereinbau ist erdbautechnisch ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98 \%$ sicherzustellen. Dafür kann möglicherweise eine geochemische Stabilisierung mit einem Bindemittel erforderlich werden.

Sämtliche ausgebaute Böden sollten vor Vernässungen bei der Zwischenlagerung geschützt werden (z. B. sauberes Aufhalten und Folienabdeckung). Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass die vorliegenden bindigen Ablagerungen sehr empfindlich gegenüber Niederschlägen sowie dynamischen Lastbeanspruchungen reagieren. Dies kann zum Verlust an Tragfähigkeit führen. Es wird daher dringend dazu geraten, dass Erdplanum durch eine ausreichende Überdeckung in Form von Baustraßen und aufgeschütteten Arbeitsflächen sowie ausreichendem Quer- und Längsgefälle vor derartigen Einflüssen zu schützen.

Wird Fremdmaterial z.B. für die Hinterfüllung bzw. als Bodenaustausch verwendet, ist gut verdichtbares, gering kompressibles, sandiges Kiesmaterial (GW / GI / GU nach DIN 18196) mit einem Feinkorngehalt $\leq 10 \text{ M.-%}$ einzusetzen. Im Frosteinwirkungsbereich bzw. als kapillarbrechende Schicht unter befestigten Flächen ist der Feinkornanteil auf $\leq 5,0 \text{ M.-%}$ zu reduzieren.

Die Geländeauffüllung sowie die Verfüllung von Arbeitsräumen und Gräben muss lagenweise (Lagenstärke $d \leq 0,35 \text{ m}$) mit ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 98 \%$ - 100% je nach Material) erfolgen. Auf dem Erdplanum von Wegen und Verkehrsflächen sind die Qualitätsanforderungen gemäß der ZTV E-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Im Weiteren sind neben der ZTV E-StB 17 hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen von Böden die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" der ZTV A-StB und das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

6.6 Verkehrs- und Parkplatzflächen

Zur Anlage von Verkehrsflächen muss das Erdplanum nach ZTV E-StB 17 einen Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ aufweisen. Dieser ist vor Beginn der Oberbauarbeiten mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Auf Oberkante der Tragschichten wird je nach Belastung ein Verformungsmodul $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ als ausreichend erachtet.

Werden die geforderten Untergrundtragfähigkeiten erreicht, kann die Verkehrsfläche ohne Zusatzmaßnahmen aufgebaut werden. Sollten die Untergrundtragfähigkeiten jedoch nicht erreicht werden, kann ein Bodenaustausch in ausreichender Mächtigkeit zielführend sein, um die geforderten Tragfähigkeiten des Erdplanums nachzuweisen. Die Mächtigkeit des Bodenaustausches ist abhängig von der Tragfähigkeit des Untergrundes.

Zur Orientierung werden nachfolgende Mindestschüttstärken bzw. Austauschstärken angegeben:

| E_{v2} – Wert Untergrund | $E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$ | $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 10 MN/m ² | 60 cm | 100 cm |
| 20 MN/m ² | 50 cm | 80 cm |
| 30 MN/m ² | 40 cm | 60 cm |
| 40 MN/m ² | 30 cm | 50 cm |
| 50 MN/m ² | 30 cm | 40 cm |
| 60 MN/m ² | 20 cm | 35 cm |

Wird der notwendige Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht, so ergeben sich bei Dimensionierung nach RStO 12 die geforderten Verformungsmodule sowie die notwendigen Schichtstärken für die Tragschicht. Zum Nachweis sind statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 auf dem Erdplanum und auf der Oberkante des Planums durchzuführen.

Zur Gewährleistung der Filterstabilität zwischen Erdplanum und frostsicheren Straßen-
aufbau wird im Falle eines Bodenaustausches die Einlage eines Geotextiles – Vlies
(GRK III) – mit einem Flächengewicht von mindestens 250 g/m² empfohlen. Darauf
kann lagenweise der Aufbau des Frostschutzmaterials erfolgen.

Derzeit wird davon ausgegangen, dass im Bereich von ausreichend mächtigen (ca. 60
cm bis 70 cm) kiesigen Auffüllungen eine Nachverdichtung ausreichend sein wird, um
den um den geforderten Verformungsmodul von 100 MN/m² zu erreichen. Sofern die
Mächtigkeit der Kiesschichten ≤ 50 cm beträgt bzw. bereits Böden des Homogenberei-
ches B 2 anstehen, wird vermutlich ein Gesamtbodenersatzkörper von ≥ 60 -80 cm
durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil max. 5,0
M.-%) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 notwendig werden, um hier den geforderten
Verformungsmodul von 100 MN/m² auf dem fertigen Planum im Bereich von geplanten
Verkehrs- und Parkplatzflächen zu erreichen.

Als Bodenaustausch bzw. für die Schüttung ist ein verdichtungswilliges und gut tragfä-
higes Kies-Sand-Gemisch, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil $\leq 5,0$ M.-%) der Frost-
empfindlichkeitsklasse F1 zu verwenden, welches lagenweise einzubauen und mit ei-
nem geeigneten Verdichtungsgerät zu verdichten ist. Die tatsächlich erforderliche
Stärke des Bodenaustausches wäre aber noch bei Beginn der Arbeiten durch Ver-
suchsfelder mit verschiedenen Austauschstärken mittels Lastplattendruckversuchen
nach DIN 18134 näher festzulegen.

Auf dem fertigem Frostschutzplanum ist abschließend zu überprüfen, ob auch hier der
geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ mittels statischer Lastplatten-
druckversuche nach DIN 18134 nachgewiesen werden kann.

7. Schlussbemerkungen

Mit den durchgeführten Felduntersuchungen können naturgemäß nur punktuelle Auf-
schlüsse gewonnen werden. Des Weiteren sind gemäß DIN 4020 Aufschlüsse in Bo-
den und Fels als Stichproben zu bewerten. Für die dazwischenliegenden Bereiche
lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen.

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der geplanten Baumaßnahme zusammengestellt und erläutert.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten. Weiterhin erfolgten Angaben zu Baugrubenausbildungen und zu den Erfordernissen hinsichtlich der Wasserhaltung und der Bauwerksgründung.

Bei allen Aushub- und Gründungsarbeiten sind die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunderkundung zu vergleichen. Bei nicht auszu-schließenden Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Auf-schlussstellen und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten. Unter günstigen Umständen können die Aufwendungen für empfohlene Verbesserungsmaßnahmen zumindest teilweise eingespart werden.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechani-schen und hydrogeologischen Detailpunkte erheben. Zusätzliche Untersuchungen bzw. geotechnische Beurteilungen können im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

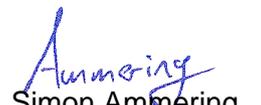
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten In-genieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen statischen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere Beratungen und gutachterliche Beurteilungen im Zuge dieses Projektes stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

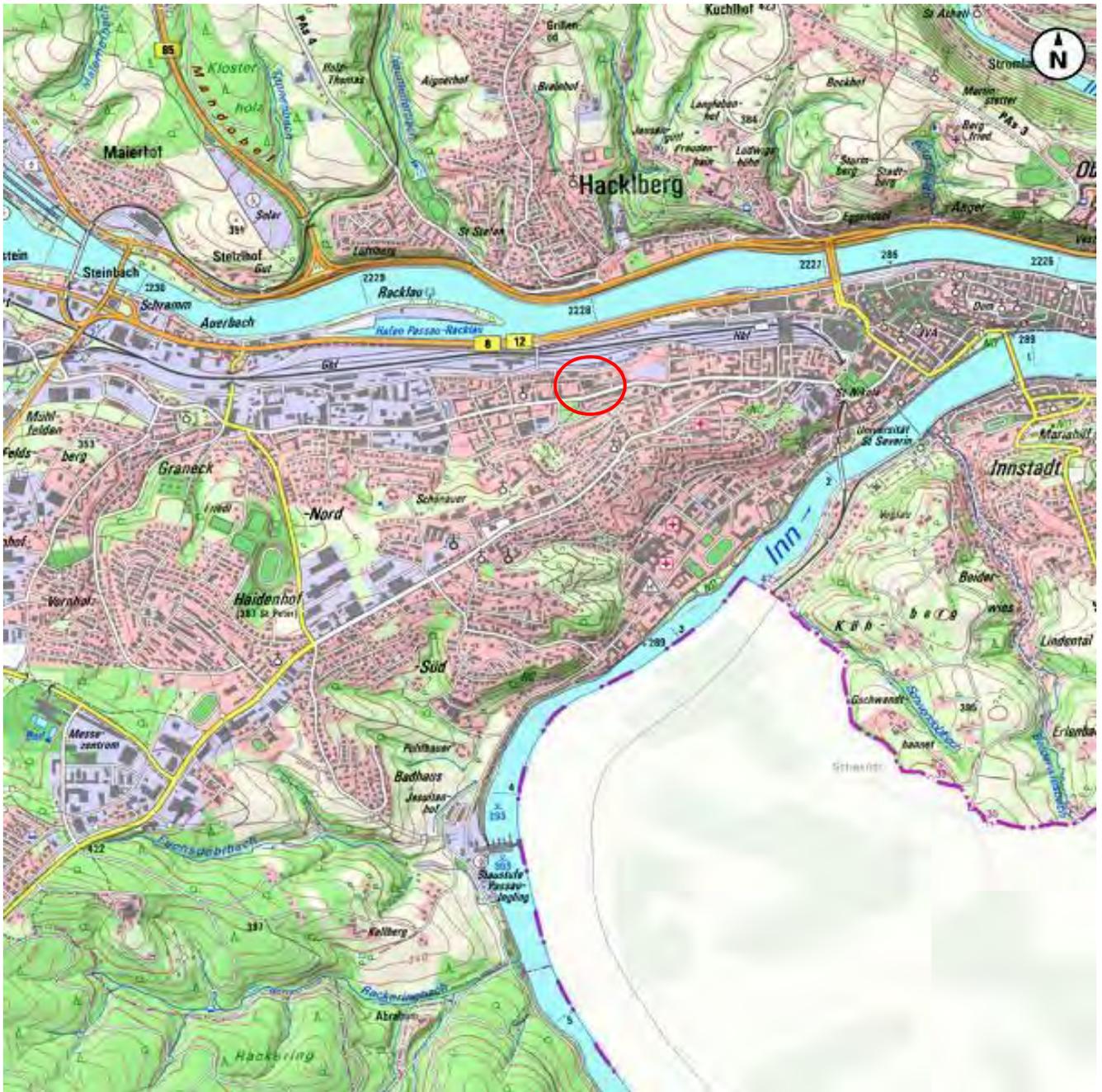
Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 30.08.2019


ppa. Tobias Kufner
Dipl.-Geoökologe (Univ.)


Simon Ammering
M.Sc. Geowissenschaften

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebiets

Neubau Wohngebäude, Spitalhofstraße 30 in Passau - Geotechnische Untersuchung -

| | |
|---------------|--------------------------------|
| Auftraggeber | P.I.M Passauer Immobilien GmbH |
| Bearbeitung | Simon Ammering |
| Datum | 30.08.2019 |
| Maßstab | 1 : 25.000 |
| Kartenvorlage | TK Bayern Süd |

Übersichtsplan



GeoPlan

Anlage

1

Blatt

1

Anlage 2



Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

- ⊕ B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 5,10 m unter GOK
- △ DPH ... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 6,00 m unter GOK



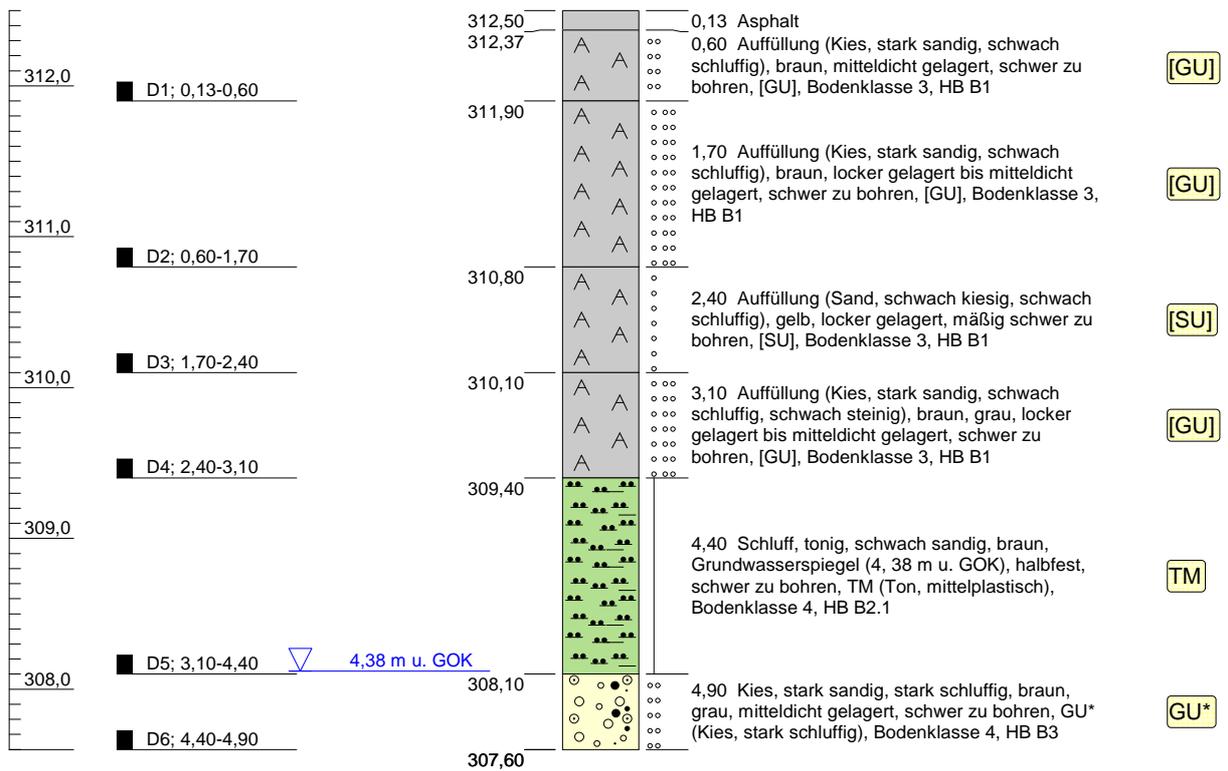
"Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung"

| | | | | |
|---|---|--|--------------------|--------------------------|
| Entwurfsverfasser: 30.08.2019  GeoPlan <small>Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77 E-MAIL: info@geoplan-online.de</small> | | Planinhalt: Neubau Wohngebäude, Spitalhofstraße 30 in Passau Gmkg. Haidenhof, Stadt Passau Lageplan - mit Aufschlusspunkten - | | Anlage: 2 |
| Projekt: P.I.M_NB-Wohngebäude-Spitalhofstraße Datei: 1_LP-1000_Aufschlusspunkte.PLT | | Auftraggeber: 30.08.2019 P.I.M Passauer Immobilien GmbH Herr Alex Schwarz | | Blatt-Nr.: B |
| bearbeitet: Wagner 30.08.19 | gezeichnet: Wagner / vw 30.08.19/30.08.19 | Tratsfelden 1, 94104 Witzmannsberg FON: 08504 9578920 / FAX: 08504 9578922 Alex Schwarz | Maßstab: 1:1000 | Pr.-Nr.: B 1906225 |
| geprüft: Ammering 30.08.19 | | | | GARD//I |

Anlage 3

m u. GOK (312,50 m ü. NN)

B1



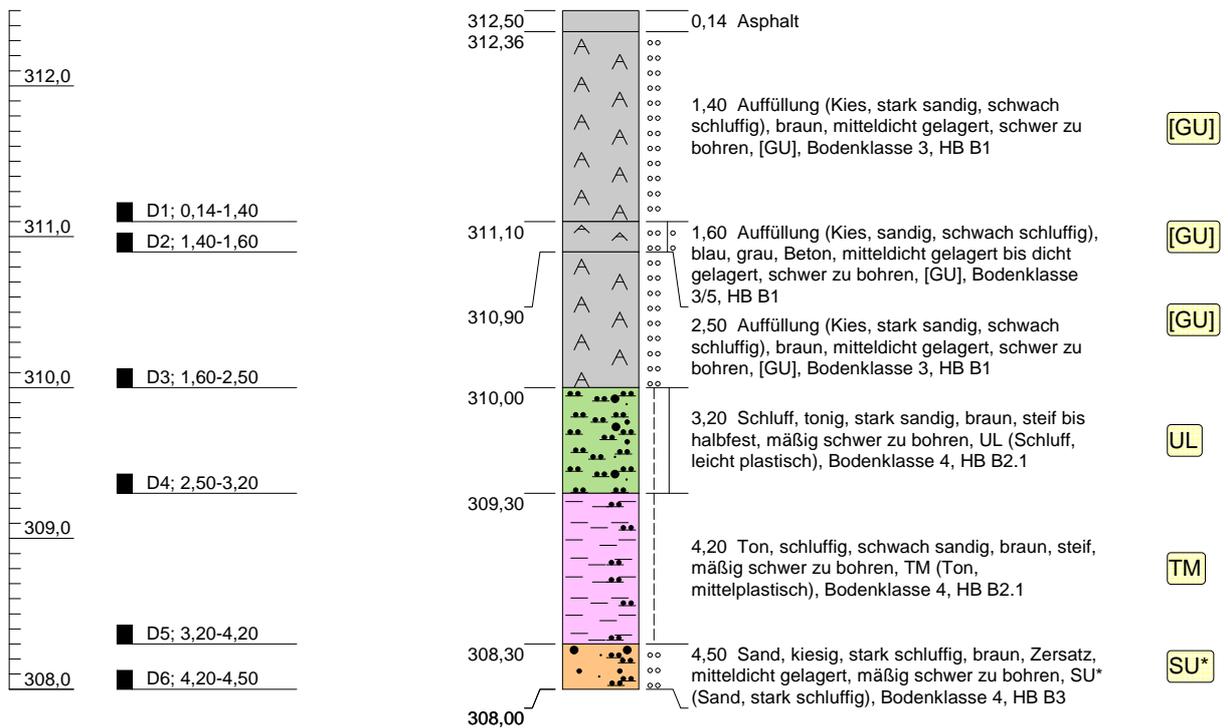
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|---|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  |
| Bohrung: B1 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606479 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382534 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 4,90 m | |

m u. GOK (312,50 m ü. NN)

B2



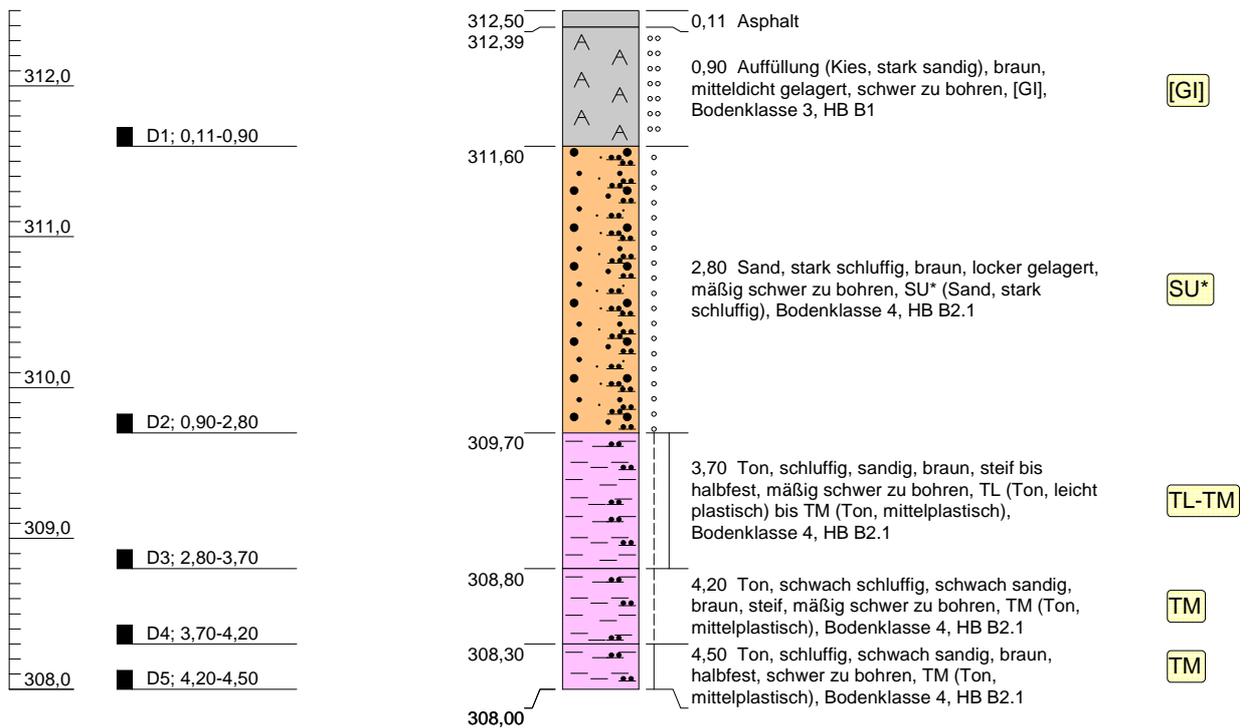
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|---|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  |
| Bohrung: B2 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606472 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382532 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 4,50 m | |

m u. GOK (312,50 m ü. NN)

B3



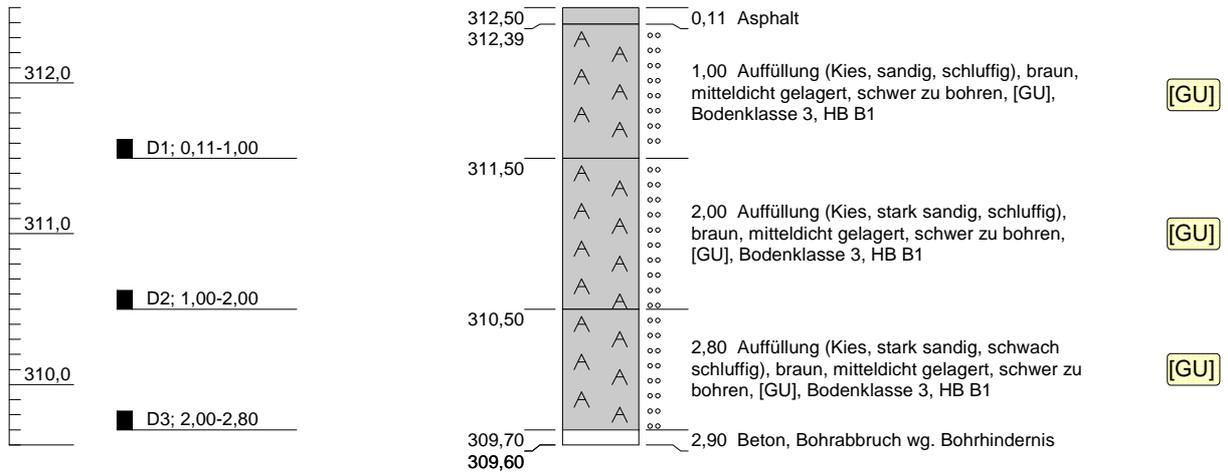
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|---|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  |
| Bohrung: B3 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606475 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382542 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 4,50 m | |

m u. GOK (312,50 m ü. NN)

B4



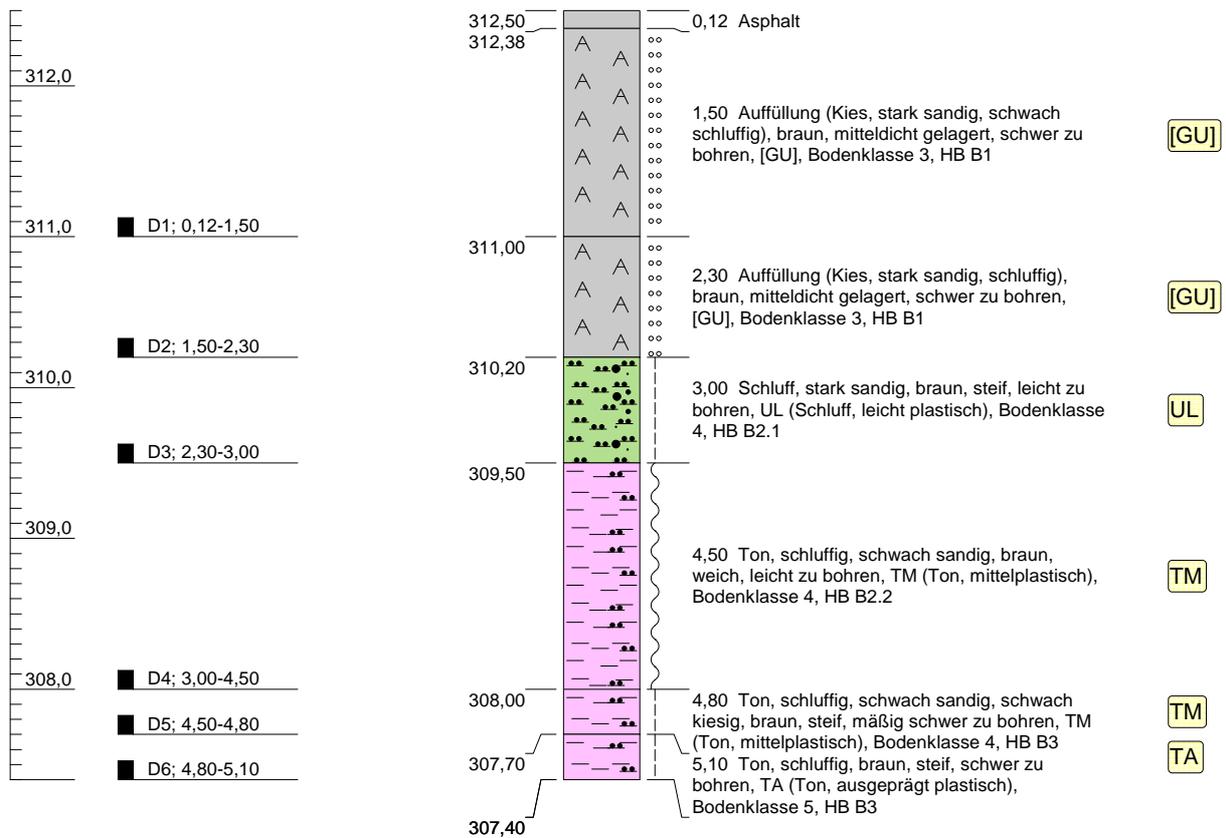
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|--|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  GeoPlan |
| Bohrung: B4 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606462 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382541 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 2,90 m | |

m u. GOK (312,50 m ü. NN)

B5



Höhenmaßstab: 1:50

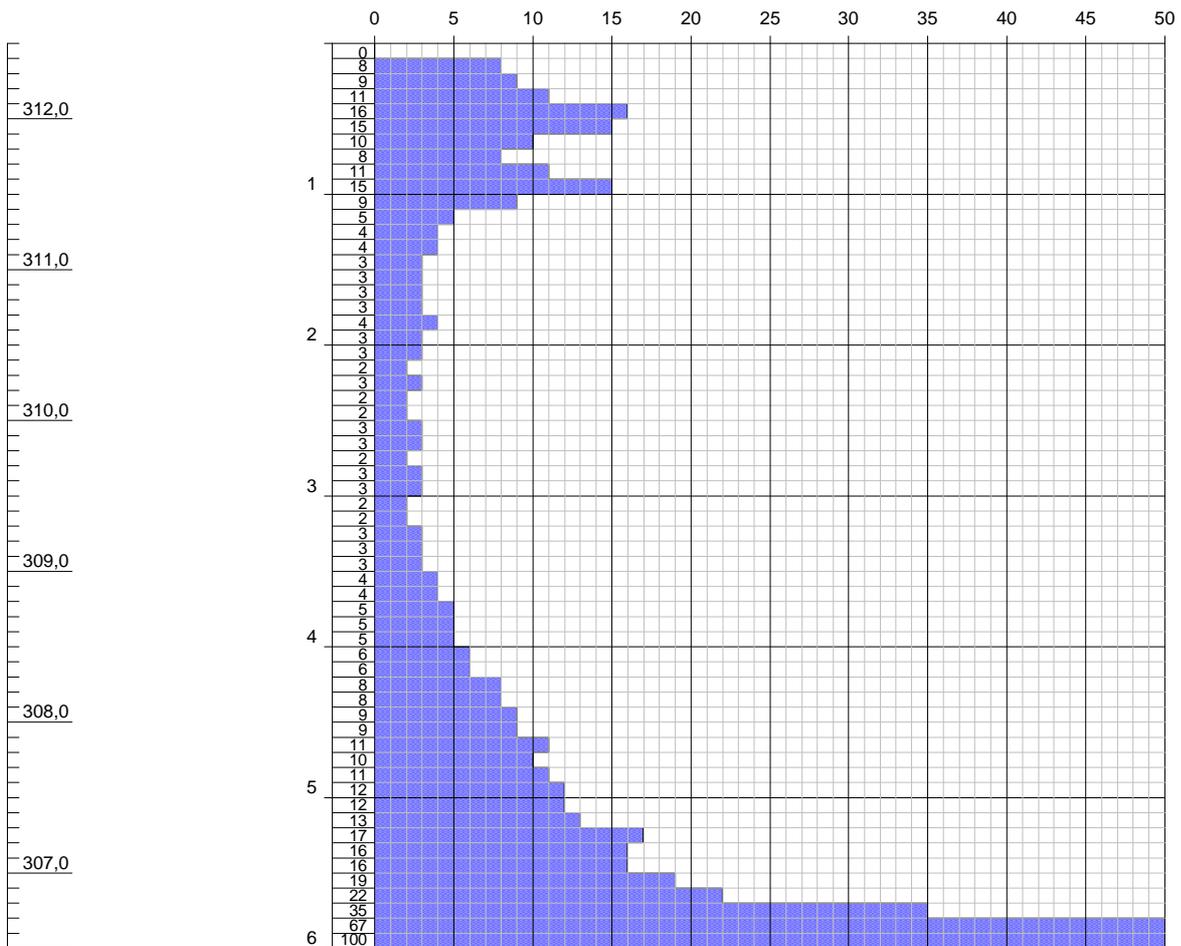
Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|--|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  GeoPlan |
| Bohrung: B5 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606447 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382537 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 5,10 m | |

Anlage 4

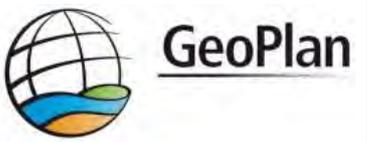
m u. GOK (312,50 m ü. NN)

DPH1



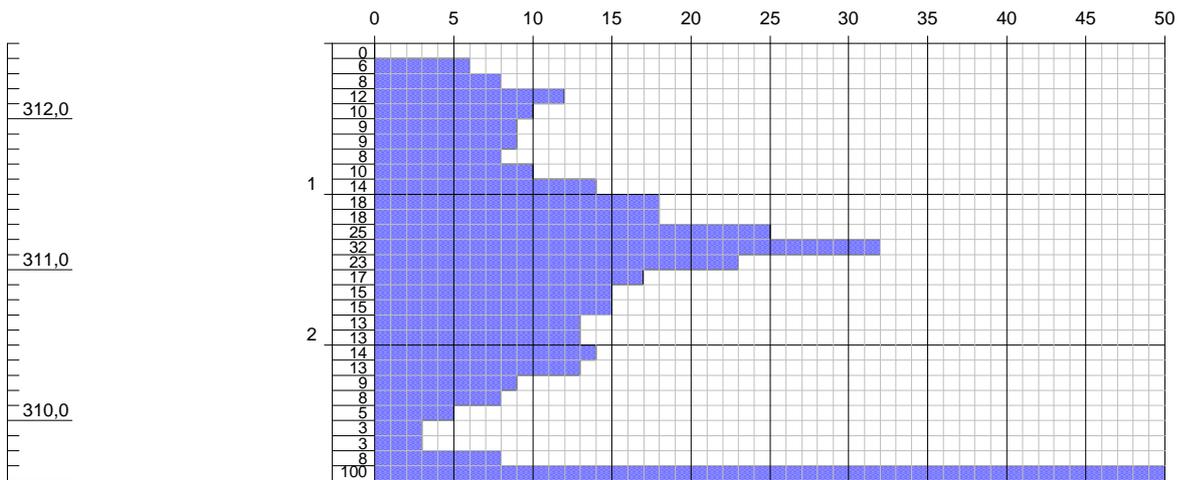
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|---|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  |
| Sondierung: DPH1 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606454 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382528 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 6,00 m | |

m u. GOK (312,50 m ü. NN)

DPH2



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau

Sondierung: DPH2

Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH

Rechtswert: 4606461

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5382540

Bearbeiter: S. Ammering

Ansatzhöhe: 312,50 m ü. NN

Datum: 16.07.2019

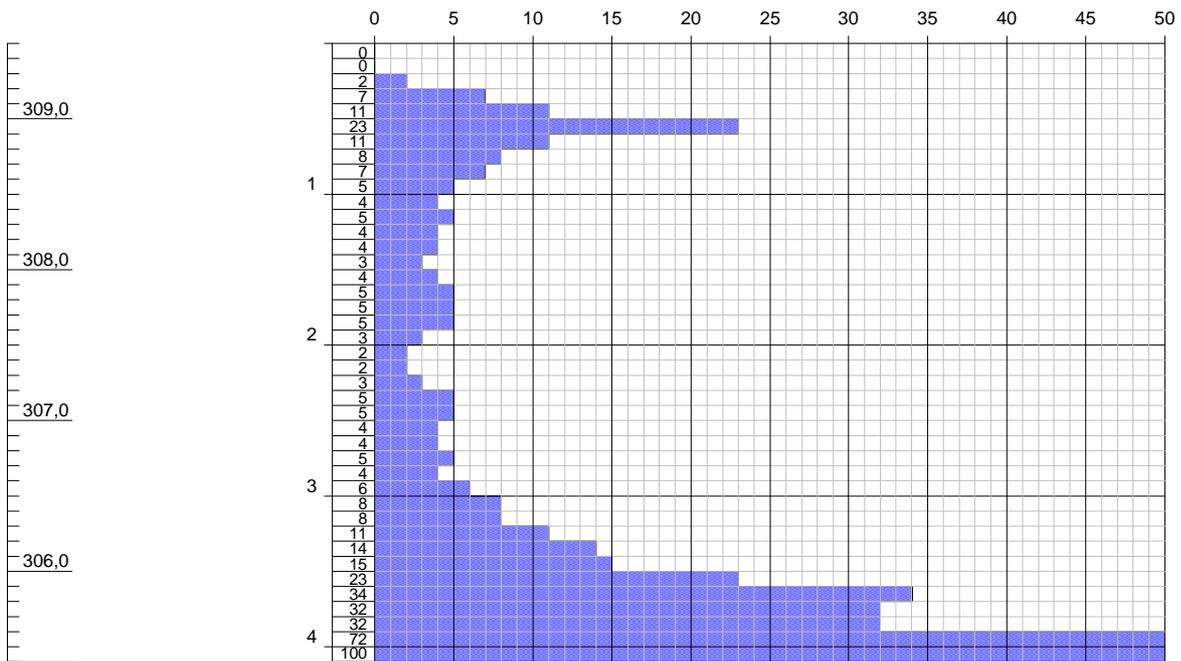
Endtiefe: 2,90 m



GeoPlan

m u. GOK (309,50 m ü. NN)

DPH3



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau

Sondierung: DPH3

Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH

Rechtswert: 4606478

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5382579

Bearbeiter: S. Ammering

Ansatzhöhe: 309,50 m ü. NN

Datum: 16.07.2019

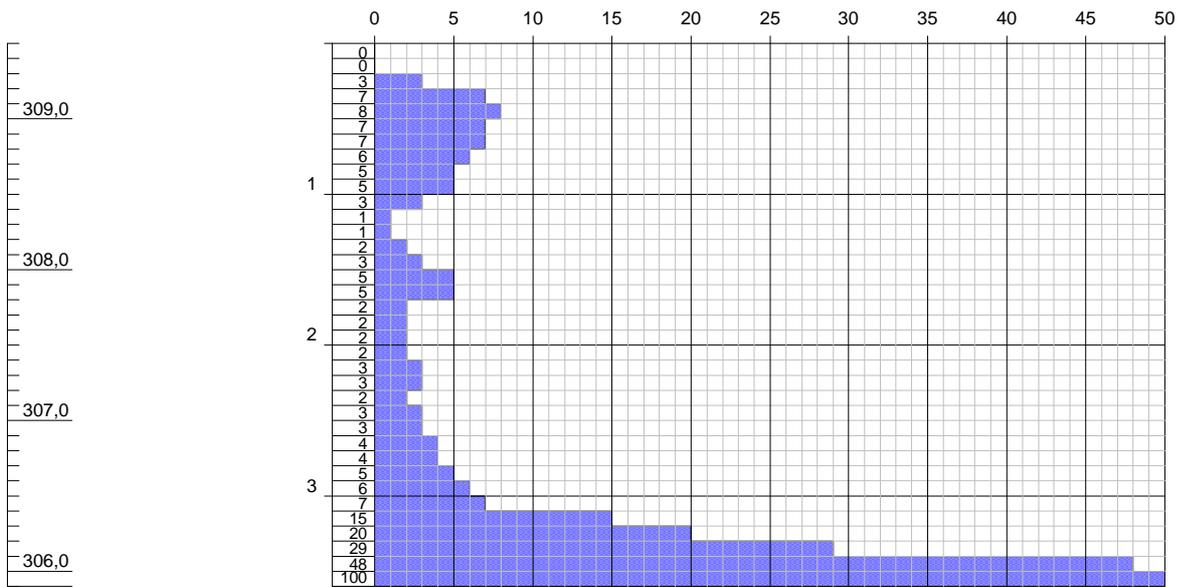
Endtiefe: 4,10 m



GeoPlan

m u. GOK (309,50 m ü. NN)

DPH4



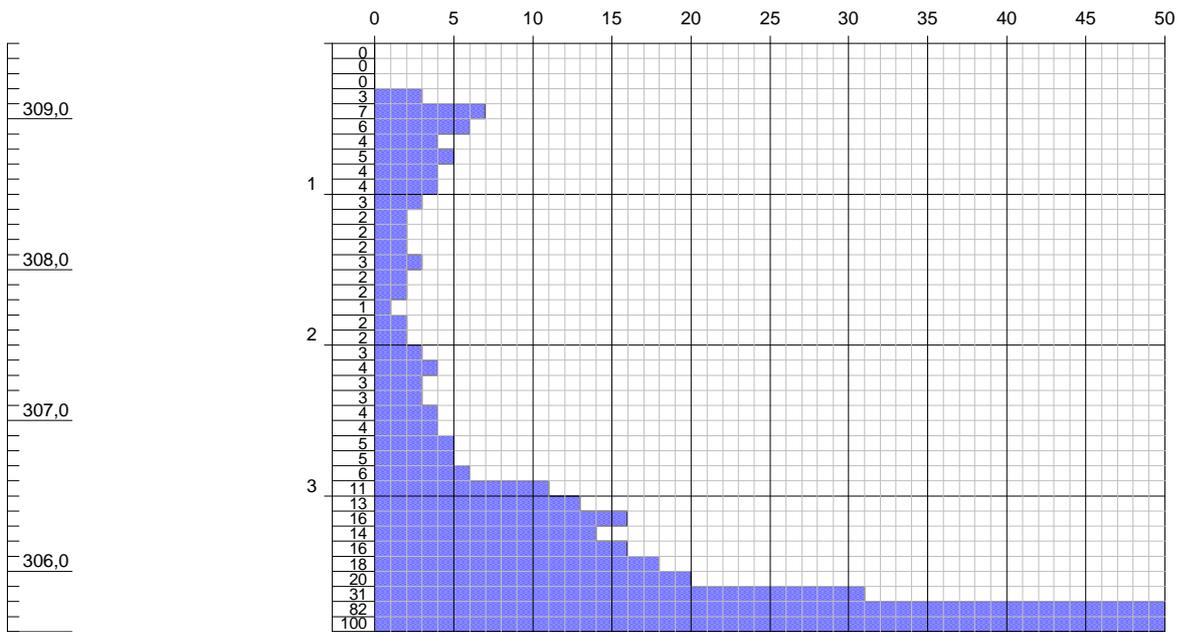
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|--|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  GeoPlan |
| Sondierung: DPH4 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606464 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382577 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 309,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 3,60 m | |

m u. GOK (309,50 m ü. NN)

DPH5



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|----------------------------|--|
| Projekt: NB Wohngebäude, Spitalhofstr. 30, Passau | |  GeoPlan |
| Sondierung: DPH5 | | |
| Auftraggeber: P.I.M Passauer Immobilien GmbH | Rechtswert: 4606446 | |
| Bohrfirma: Geoplan GmbH | Hochwert: 5382573 | |
| Bearbeiter: S. Ammering | Ansatzhöhe: 309,50 m ü. NN | |
| Datum: 16.07.2019 | Endtiefe: 3,90 m | |

Anlage 5

Wassergehalt

nach DIN 18 121-1

Baumaßnahme : Neubau Wohngebäude, Spitalhofstr. 30 in Passau
Projektnummer: B1906225
Entnahmestelle: Bohrungen B 1, B 2 und B 3
Art der Entnahme: Rammkernbohrung **Bearbeiter:** Hr. Haimerl
Probe entnommen am: 16.07.2019 **Datum:** 01.08.2019

| | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Aufschluss: | | B 1 | B 2 | B 3 |
| Probe | | D 5 | D 4 | D 3 |
| Tiefe [m u. GOK] | | 3,10 - 4,40 | 2,50 - 3,20 | 2,80 - 3,70 |
| Bodenart | | TM | UL | TL-TM |
| Wassergehaltsbestimmung | | | | |
| Versuch Nr. | | 1 | 2 | 3 |
| Feuchte Probe + Behälter | g | 400,0 | 431,0 | 413,0 |
| Trockene Probe + Behälter | g | 355,0 | 377,0 | 361,0 |
| Behälter | g | 81,0 | 87,0 | 96,0 |
| Feuchte Probe | g | 319,0 | 344,0 | 317,0 |
| Porenwasser | g | 45,0 | 54,0 | 52,0 |
| Trockene Probe | g | 274,0 | 290,0 | 265,0 |
| Wassergehalt | % | 16,4% | 18,6% | 19,6% |

Bodenmechanische Untersuchungen

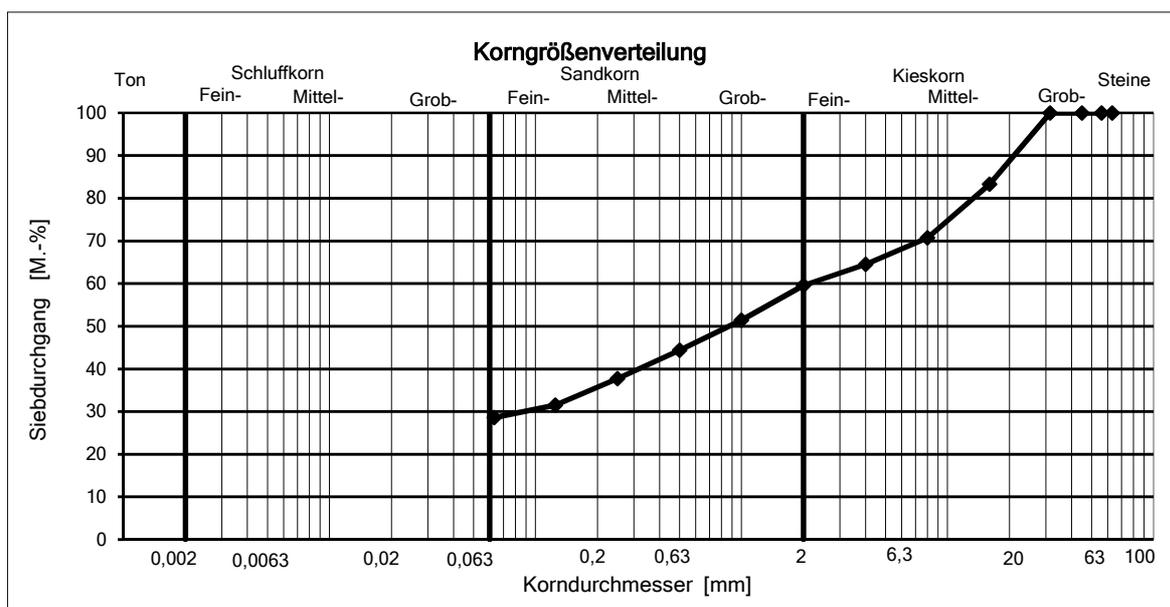
Baumaßnahme: Neubau Wohngebäude, Spitalhofstr. 30 in Passau
Entnahme am: 16.07.2019
Projektnummer: B1906225

| Probe Nr. | B 1 D 6 | |
|------------------------------------|--|------------------------|
| Entnahmetiefe | 4,40 m - 4,90 m u. GOK | $C_U =$ n.b. |
| natürlicher Wassergehalt w_n [%] | 14,72% | $C_c =$ n.b. |
| Benennung nach DIN 4022 | Kies, stark sandig, stark schluffig | $k_f =$ n.b. |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | GU* | $d_{10} =$ n.b. |
| Untersuchungsart: | Rammkernbohrung | $d_{30} =$ 0,09 |
| | | $d_{60} =$ 2,16 |

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

| Korndurchmesser | Siebrückstand | Siebdurchgang |
|-----------------|---------------|---------------|
| [mm] | [M.-%] | [M.-%] |
| 63,0 | 0,0 | 100,0 |
| 56,0 | 0,0 | 100,0 |
| 45,0 | 0,0 | 100,0 |
| 31,5 | 0,0 | 100,0 |
| 16,0 | 16,7 | 83,3 |
| 8,0 | 12,6 | 70,7 |
| 4,0 | 6,2 | 64,5 |
| 2,0 | 4,9 | 59,6 |
| 1,0 | 8,2 | 51,4 |
| 0,5 | 7,0 | 44,4 |
| 0,25 | 6,7 | 37,7 |
| 0,125 | 6,2 | 31,5 |
| 0,063 | 2,9 | 28,6 |
| < 0,063 | 28,6 | |



Bodenmechanische Untersuchungen

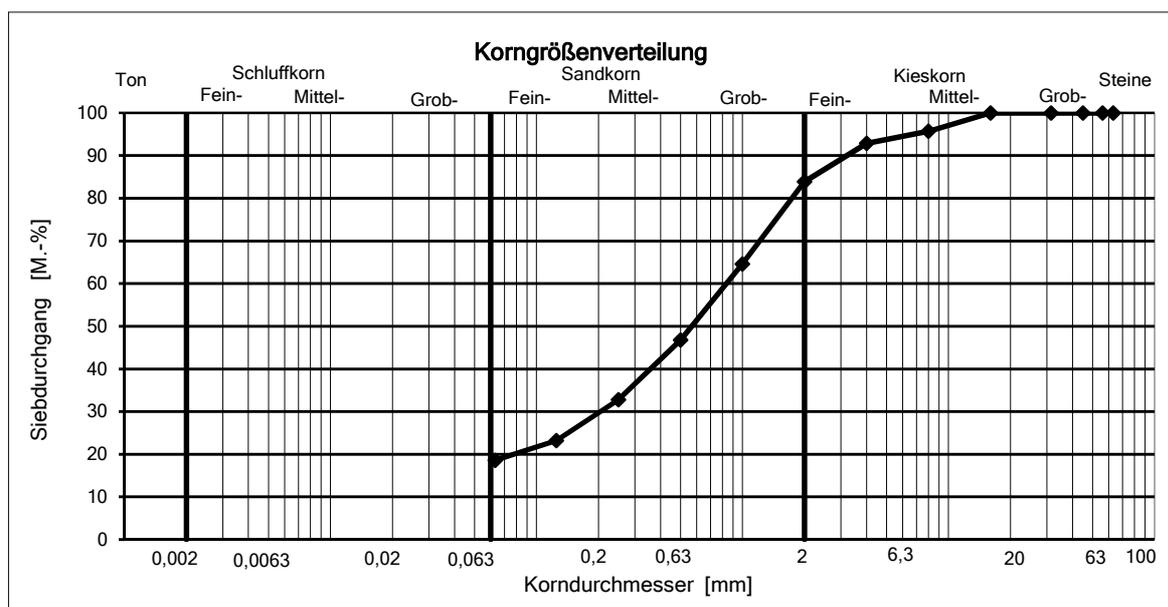
Baumaßnahme: Neubau Wohngebäude, Spitalhofstr. 30 in Passau
Entnahme am: 16.07.2019
Projektnummer: B1906225

| Probe Nr. | B 2 D 6 | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Entnahmetiefe | 4,20 m - 4,50 m u. GOK | $C_U =$ n.b. |
| natürlicher Wassergehalt w_n [%] | 10,65% | $C_c =$ n.b. |
| Benennung nach DIN 4022 | Sand, kiesig, stark schluffig | $k_f =$ 1,14E-05 |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | SU* | $d_{10} =$ n.b. |
| Untersuchungsart: | Rammkernbohrung | $d_{30} =$ 0,21 |
| | | $d_{60} =$ 0,87 |

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

| Korndurchmesser | Siebrückstand | Siebdurchgang |
|-----------------|---------------|---------------|
| [mm] | [M.-%] | [M.-%] |
| 63,0 | 0,0 | 100,0 |
| 56,0 | 0,0 | 100,0 |
| 45,0 | 0,0 | 100,0 |
| 31,5 | 0,0 | 100,0 |
| 16,0 | 0,0 | 100,0 |
| 8,0 | 4,3 | 95,7 |
| 4,0 | 2,8 | 92,9 |
| 2,0 | 9,0 | 83,9 |
| 1,0 | 19,3 | 64,6 |
| 0,5 | 17,8 | 46,8 |
| 0,25 | 14,0 | 32,8 |
| 0,125 | 9,6 | 23,2 |
| 0,063 | 4,6 | 18,6 |
| < 0,063 | 18,6 | |



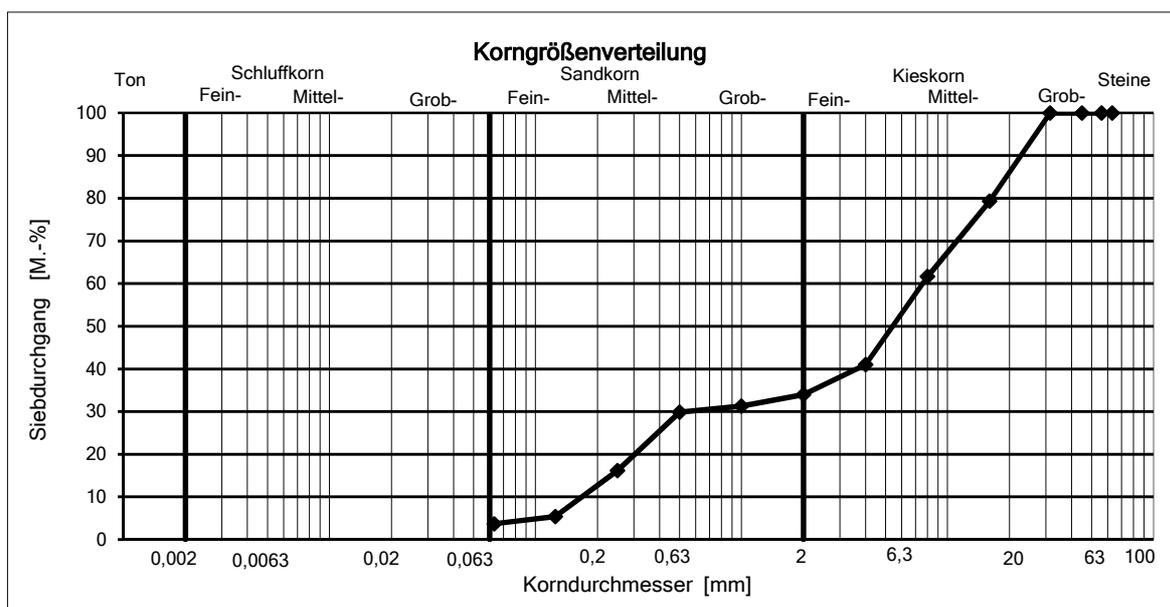
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Neubau Wohngebäude, Spitalhofstr. 30 in Passau
Entnahme am: 16.07.2019
Projektnummer: B1906225

| Probe Nr. | B 3 D 1 | |
|------------------------------------|------------------------|------------------|
| Entnahmetiefe | 0,11 m - 0,90 m u. GOK | $C_U = 43,14$ |
| natürlicher Wassergehalt w_n [%] | 4,13% | $C_c = 0,21$ |
| Benennung nach DIN 4022 | Kies, stark sandig | $k_f = 2,70E-04$ |
| | | $d_{10} = 0,18$ |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | GI | $d_{30} = 0,54$ |
| Untersuchungsart: | Rammkernbohrung | $d_{60} = 7,69$ |

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

| Korndurchmesser | Siebrückstand | Siebdurchgang |
|-----------------|---------------|---------------|
| [mm] | [M.-%] | [M.-%] |
| 63,0 | 0,0 | 100,0 |
| 56,0 | 0,0 | 100,0 |
| 45,0 | 0,0 | 100,0 |
| 31,5 | 0,0 | 100,0 |
| 16,0 | 20,7 | 79,3 |
| 8,0 | 17,7 | 61,6 |
| 4,0 | 20,6 | 41,0 |
| 2,0 | 7,0 | 34,0 |
| 1,0 | 2,7 | 31,3 |
| 0,5 | 1,4 | 29,9 |
| 0,25 | 13,7 | 16,2 |
| 0,125 | 10,8 | 5,4 |
| 0,063 | 1,7 | 3,7 |
| < 0,063 | 3,7 | |

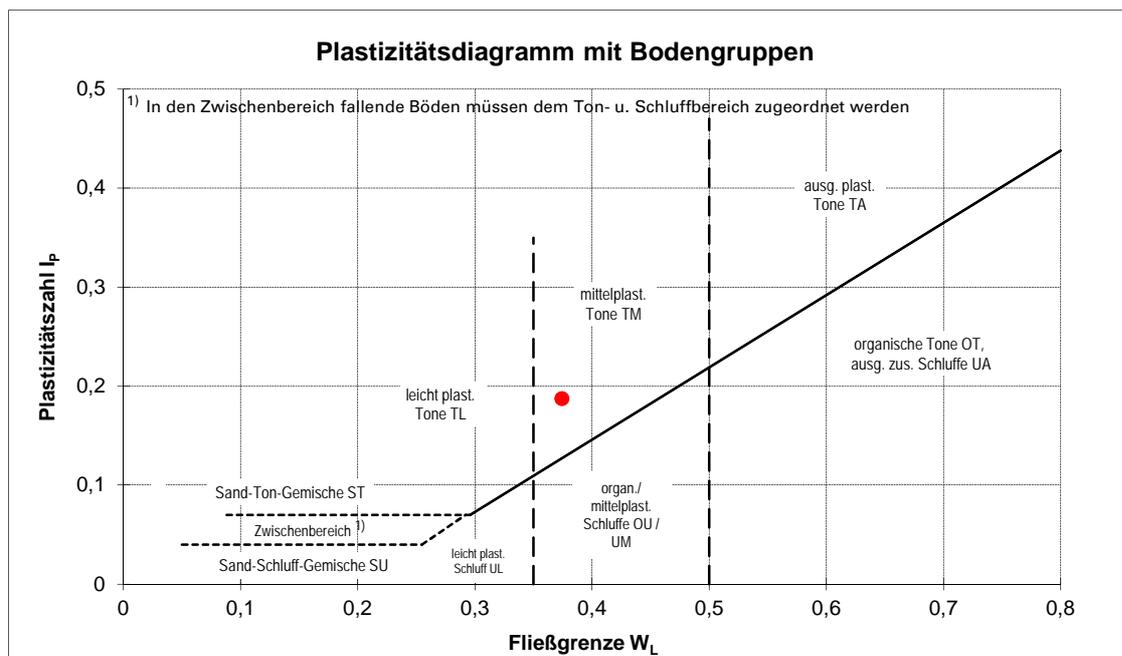


Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Baumaßnahme: Neubau Wohngebäude, Spitalhofstr. 30 in Passau
 Projektnummer: B1906225
 Entnahmestelle: B 3 D 4
 Entnahmetiefe: 3,70 m - 4,20 m u. GOK
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Benennung nach DIN 4022: Ton, schwach schluffig, schwach sandig
 Entnahmedatum: 16.07.2019
 Bearbeiter: M. Haimerl
 Bearbeitungsdatum: 30.07.2019

| Bodenkennwerte: | | |
|--|----------------------|--------------|
| Entn. Wassergehalt /DIN 18121, T1 | w | 0,207 |
| Fließgrenze /DIN 18122, T1 | w_L | 0,374 |
| Ausrollgrenze /DIN 18122, T1 | w_P | 0,187 |
| Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾ | w_S | 0,140 |
| Plastizitätszahl /DIN 18122, T1 | I_P | 0,187 |
| Konsistenzzahl /DIN 18122, T1 | I_C | 0,891 |
| Liquiditätszahl /DIN 18122, T1 | I_L | 0,109 |
| Bodengruppe /DIN 18196 | | TM |
| Zustandsform /DIN 18122, T1 | | steif |

¹⁾ Krabbe, W.: Über die Schrumpfung bindiger Böden. Mitteilung des Franzius Institutes der T.H. Hannover. H.13



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Baumaßnahme: Neubau Wohngebäude, Spitalhofstr. 30 in Passau
 Projektnummer: B1906225
 Entnahmestelle: B 5 D 6
 Entnahmetiefe: 4,80 m - 5,10 m u. GOK
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Benennung nach DIN 4022: Ton, schluffig
 Entnahmedatum: 16.07.2019
 Bearbeiter: M. Haimerl
 Bearbeitungsdatum: 30.07.2019

| Bodenkennwerte: | | |
|--|----------------------|--------------|
| Entn. Wassergehalt /DIN 18121, T1 | w | 0,281 |
| Fließgrenze /DIN 18122, T1 | w_L | 0,772 |
| Ausrollgrenze /DIN 18122, T1 | w_P | 0,232 |
| Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾ | w_S | 0,098 |
| Plastizitätszahl /DIN 18122, T1 | I_P | 0,540 |
| Konsistenzzahl /DIN 18122, T1 | I_C | 0,909 |
| Liquiditätszahl /DIN 18122, T1 | I_L | 0,091 |
| Bodengruppe /DIN 18196 | | TA |
| Zustandsform /DIN 18122, T1 | | steif |

¹⁾ Krabbe, W.: Über die Schrumpfung bindiger Böden. Mitteilung des Franzius Institutes der T.H. Hannover. H.13

