

Geotechnischer Bericht nach DIN EN 1997-2 / DIN 4020
- mit Ergänzungen und Änderungen 1 -
Baugrundhauptuntersuchung und Gründungsberatung

Projekt:	Universitätsmedizin Leipzig – Erweiterung Haus 7, 2. BA mit Strahlentherapie und Innerer Medizin
Lage:	Leipzig, Liebigstraße 24, östlich Haus 7
Auftraggeber:	Universitätsklinikum Leipzig AöR Liebigstraße 18, Haus B, 04103 Leipzig
Aufgabenstellung:	Universitätsklinikum Leipzig AöR, Bereich 5
Auftragnehmer:	FCB Fachbüro für Consulting und Bodenmechanik GmbH 04579 Espenhain, Verwaltungsring 10 Tel.: 034206 3130 11 E-Mail: info@bodenmechanik.de
FCB Auftrags-Nr.:	O-20220467
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Axel Dyck (Freier Mitarbeiter in der FCB GmbH)
Gültigkeit:	<ul style="list-style-type: none">• räumlich: Bebauungsfläche Erweiterung Haus 7, 2. BA• zeitlich: unbegrenzt• fachlich: Planungsstand HOAI LP 2
Umfang der Bearbeitung:	26 Seiten Text (mit Änderungen und Ergänzungen zu [U5]) 4 Anlagen (keine Änderungen zu [U5])

Espenhain, 31.05.2023



Dipl.-Ing. Axel Dyck
Sachverständiger für Geotechnik

Inhaltsverzeichnis

Punkt	Beschreibung	Seite
	Inhaltsverzeichnis	2
	Anlagenverzeichnis	3
	Literatur- und Normenverzeichnis	3
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2	Verwendete Unterlagen	8
3	Angaben zum Bauwerk und Vorbebauung	9
4	Allgemeine Angaben zur regionalen Geologie und Hydrologie	10
5	Baugrundaufschlüsse, Untersuchungsergebnisse	12
5.1	Allgemeines	12
5.2	Untersuchungsergebnisse	13
5.2.1	Allgemeine Randbedingungen	13
5.2.2	Schichtenfolge Baugrund	13
5.3	Baugrundmodelle	15
5.4	Bodenphysikalische Kennwerte (Rechenwerte cal)	17
5.5	Ergebnisse LAGA – Untersuchung	18
5.6	Ergebnisse Analytik Grundwasser	19
5.7	Homogenbereiche	20
6	Gründungsproblematik	21
6.1	Allgemeine Bemerkungen	21
6.2	Gründungstechnische Schlussfolgerungen	21
6.2.1	Zulässige Sohlwiderstände	21
6.2.2	Bettungszahl	22
6.2.3	Bauwerksabdichtung	22
6.2.4	Baugrube	23
6.2.5	Ausschachtungen und Unterfangungen	25
6.2.6	Arbeitsraumverfüllung	26
7	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	26

Anlagenverzeichnis

Anlage	Beschreibung
1	Lageplan M 1:250
2	32 Blatt Schichten- und Sondierprofile - Rammkernsondierungen, Bohrungen Schwere Rammsondierungen, Bohrberichte
3	22 Blatt Bodenphysikalische Untersuchungen
4	8 Blatt Analyseprotokolle LAGA-Untersuchung, Analytik Grundwasser

Literatur- und Normenverzeichnis

- [1] DIN EN 1997-1:2014-03 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln“
- [2] DIN 1054:2021-04 „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“ - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [3] DIN EN 1997-2:2010-10 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes“
- [4] DIN 4020:2010-12 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“ - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- [5] DIN 1055-2:2010-11 „Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Bodenkenngößen“
- [6] DIN EN ISO 22475-1:2022-02 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme von Boden, Fels und Grundwasser“
- [7] DIN EN ISO 14688-1:2020-11 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung
- [8] DIN 4022-1:1987-09 „Benennen und Beschreiben von Boden und Fels“
- [9] EN ISO 14688-2:2020-11 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen“
- [10] DIN 18196:2023-02 „Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke“
- [11] DIN 18533- 1:2017-07 „Abdichten von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“
- [12] BWK-Regelwerk, Merkblatt BWK-M8 „Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen“, 2009
- [13] DIN 4124:2012-01 „Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“
- [14] DIN 4123:2013-04 „Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude“

- [15] DIN 18300:2019-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten“
- [16] DIN 18301:2019-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten“
- [17] LAGA Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004
- [18] LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Mai 2019
- [19] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (EBV), zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, 09.07.2021
- [20] Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 17; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2017, inkl. Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau, 5. Auflage, 2019, Kirchbaum Verlag Bonn
- [21] Grundbautaschenbuch Teile 1 - 3, 7. Auflage, 2008, Verlag Ernst & Sohn
- [22] Lithofazieskarte Quartär (LKQ), M 1:50 000, Blatt 2565, Leipzig
- [23] Geologischer Atlas, Tertiär Nordwestsachsen, M 1:250 000, Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt und Geologie, 2005
- [24] Grundwasserstichtagsmessung Mai 2017 Großraum Leipzig, Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz
- [25] Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt und Geologie, Datenportal iDA, Grundwassermessstellen

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Universitätsklinikum Leipzig plant, auf dem Grundstück östlich Liebigstraße 22 (Haus 7), welches gegenwärtig als Parkplatz genutzt wird, einen Erweiterungsbau zum Haus 7, 2. BA zu errichten. Das Baufeld wird im Osten durch das Gebäude der Pathologie und im Süden durch einen Medienkanal begrenzt. Im Rahmen des Bauvorhabens muss ein Medienkanal verlegt werden.

Entsprechend Aufgabenbeschreibung [U1.1] soll das neue Gebäude an Haus 7 über alle 6 Geschosse (E-1 bis E04) angeschlossen werden. In der Vorplanung soll fachbereichsübergreifend untersucht werden, ob ein weiteres Untergeschoss E-2, eine Überhöhung der Geschosshöhe E-1 in Teilbereichen oder wie eine ggf. mehrfach gestaffelte Bodenplattenhöhe ausgeführt werden kann. Die Variantenvergleiche sollen u.a. den Aufwand für Unterfangungen am Haus 7, Bauwerksabdichtung, Auftriebssicherheit, Wasserhaltung, Rückverankerungen des Baugrubenverbau berücksichtigen.

In E-1 sind im nördlichen Bereich 5 Bunker (Strahlenschutz) für die Einbringung von 5 Linearbeschleunigern konzipiert.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse des Baufeldes wird ein dreiseitiger Verbau erforderlich.

Für das Bauvorhaben soll im Zusammenhang mit der Planungsstufe 1 (HOAI Leistungsphasen 2 - Vorplanung und 3 - Entwurfsplanung) ein Baugrundgutachten erstellt werden.

Die vertraglichen Grundlagen sind mit [U1] gegeben.

Im Baugrundgutachten sind gem. Aufgabenstellung folgende Aussagen darzustellen und zu erbringen:

Grundleistungen:

Der Leistungsumfang der Geotechnischen Begutachtung umfasst die in der HOAI Anlage 1 zu 1.3 beschriebenen Teilleistungen a), b) und c) für die Erstellung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens – Geotechnischer Bericht.

- Teilleistung a) Grundlagenermittlung und Erkundungskonzept
- Unter Berücksichtigung der Bestandssituation und des angestrebten Planungskonzeptes können ggf. in Ergänzung zu den Grundleistungen in a) zum Leistungsumfang gehören:
- Festlegen und Darstellen der erforderlichen Baugrunderkundungen unter Berücksichtigung der örtlichen Situation und von vorhandenen Unterlagen
- Teilleistung b) Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Teilleistung c) Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, Empfehlungen, Hinweise, Angaben zur Bemessung der Gründung
- Unter Berücksichtigung der Bestandssituation und des angestrebten Planungskonzeptes können ggf. in Ergänzung zu den Grundleistungen in c) zum Leistungsumfang gehören:
- Unterbreitung eines Vorschlags für die Gründung mit Angabe der zulässigen Bodenpressungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen, ggf. mit Angaben zur Bemessung der Pfahlgründung unter Beachtung und Abwägung wirtschaftlicher Kriterien (inkl. alternativer Gründungsarten unter Beachtung der Besonderheiten im Baufeld z.B. Fernwärmetrasse, Medienkanal).
 - Angabe zu möglichen bzw. zu erwartenden Setzungen für die vom Tragwerksplaner im Rahmen der Entwurfsplanung zu erbringenden Grundleistungen inkl. der Festlegen der Bodenkennwerte und Berechnung von Bettungsmoduli.
 - Beratung bei der Sicherung von Nachbarbauwerken: Erfassung der Gründungssituation der angrenzenden Bebauungen inkl. von Einflüssen auf Bauausführung (Unterfangungen) mit Angaben zu möglichen bzw. zu erwartenden Setzungen, u.a. Giebelsicherung Haus 7.

Besondere Leistungen:

- Bestandsaufnahme inkl. Erkundung der Grundmauern der Vorgängerbebauung und Bauaktenrecherche
- Sichtung und Bewertung der vorhandenen Unterlagen der Verfüllung im Bereich Baugrube ehemalige Mikrobiologie
- Ermittlung des Grundwasserstandes und Grundwasserbemessungsstand, der Betonaggressivität des Grundwassers und Hinweise zur Erstellung und Trockenhaltung der Baugrube und des Bauwerkes (inkl. Angaben zur Wasserhaltung im Bau- und Endzustand, Dränung, möglicher Wasseranstau im Arbeitsraum und Bauwerksabdichtung)
- Ermittlung zur Kontamination des Baugrunds, Altlasten
- Hinweise zur Ausführung der Baugrube, Notwendigkeit von Baugrubenverbaue, zulässige Böschungswinkel, Angaben zu Rückverankerungen/Verpressanker Baugrubenverbau (Mantelreibung), Angaben zu evtl. erforderlichen Schutzmaßnahmen des Planums im Bauzustand
- Ausschreiben und Überwachen der Aufschlussarbeiten inkl. der Kampfmitteluntersuchungen im Vorfeld der Aufschlussarbeiten, Ortsbesichtigung / Einmessung / Überprüfung der Aufschlusspunkte inkl. Organisation von ggf. erforderlichen Absperrmaßnahmen (inkl. Straßenraum) sowie Koordinierung Bohrarbeiten vor Ort, Bohrkontrolle, geotechnische Bohrkernaufnahme inkl. organoleptischer Überprüfung auf Altlastenverdacht
- Aufstellen von Setzungs-, Grundbruch- und anderen erdstatischen Berechnungen
- Durchführen von Labor- und Feldversuchen inkl. Deklarationsanalyse mit abfallrechtlicher Beurteilung (nach Aufwand und Art) sowie Aufschlüsse über Rammkernsondierungen, Schwere Rammsondierungen und einer Tieferbohrung zur Erkundung der tiefer liegenden Baugrundsichten), Kennzeichnung der Verortung der Bohrungen im beigegebenen Lageplan.

Besondere optionale Leistungen:

- Bestandsaufnahme und baubegleitendes Beweissicherungsverfahren.

2 Verwendete Unterlagen

U1 Vertragsunterlagen

U1.1 Universitätsklinikum Leipzig AöR

5P.350.01.712 Geotechnik Aufgabenbeschreibung, 21.11.2022, inkl.

- Anlage 1 Lageplan Baufeld Haus 7, 2. BA, Stand 04.12.2020

- Anlage 2 Auszug koordinierter Leitungsplan M 1 : 500

- Anlage 3 4 Blatt Planungsunterlagen LP 2 Stand vom 15.11.2022

U1.2 Leistungs- und Honorarangebot Baugrunduntersuchung - Geotechnischer Bericht

FCB GmbH, Angebots-Nr.: O-20220467, 06.12.2022

U1.3 Universitätsklinikum Leipzig AöR

Vertrag 5P.350.01.712 Fachplanung Geotechnik, 21.12.2022

U2 Planungsunterlagen LP 2, Stand Übergabe 10.02.2023, 27.02.2023 (Ebene -1)

wörner traxler richter planungsgesellschaft mbh

U2.1 Grundrisse Ebenen -1, -2, 00, 01, 02, 03, 04, 05, M 1:200

U2.2 Schnittdarstellungen A – A, B – B, C – C, M 1:200

U2.3 Baugrubenkonzept, Stand Übergabe mit E-Mail vom 24.05.2023

U3 Angaben zur Vorbebauung Liebigstraße 24 - Mikrobiologie

U3.1 Bestandsplan ehemalige Mikrobiologie, M 1:500, Datengrundlage Stadtkarte

U3.2 Abbruch Mikrobiologie, Baustelleneinrichtungsplan Phase 1,

S&P Ingenieure und Architekten, 2015

U3.3 E-Mail v. 18.05.2023, Projektleitung UML 350.01, mit Hinweisen zum Abriss Mikrobiologie

U4 Bestandsunterlagen zum Baugrund

U4.1 Geotechnischer Bericht Baugrundhauptuntersuchung und Gründungsberatung

Universitätsklinikum Leipzig – Haus 7, Liebigstraße 22

FCB GmbH, Auftragsnr.: O-20140602, 24.04.2015

U4.2 Gutachten über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse, Liebigstraße Operative Kliniken, BAUGEO Ingenieurbüro für Baugrund und Geotechnik GmbH, 31.03.2000 (im Archivbestand FCB GmbH)

- U4.3 Baugrund- und Gründungsgutachten, Klinikneubauten BF 1 und BF 2, Ingenieurbüro Dr. M. Kerreit, 22.04.2004 (Übergabe im Rahmen Beauftragung Baugrunduntersuchung Projekt 5P.350.03 Zentralisierung Nuklearmedizin im Haus 3)
- U4.4 Standortbewertung zu verfahrenstechnischen Möglichkeiten der Erdwärmenutzung Universitätsklinikum Leipzig, JENA-GEOS®-Ingenieurbüro GmbH, 12.10.2022
- U5 Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung – Erweiterung Haus 7, 2. BA, FCB GmbH, Auftragsnr.: O-20220467, 20.04.2023

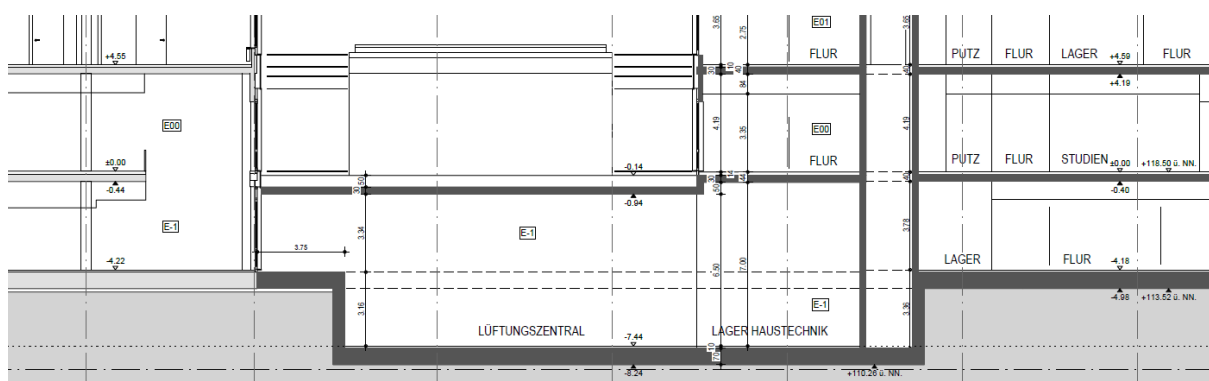
3 Angaben zum Bauwerk und Vorbebauung

Der Erweiterungsbau Haus 7, 2. BA wird 5-geschossig (EG bis 4. OG) mit Kellergeschossen über 2 Ebenen (-1, -2) gebaut. Das Baufeld besitzt eine Grundfläche von ca. 4.000 m².

Der Planungstand LP 2, [U2] bildet die Grundlage für die gründungstechnischen Schlussfolgerungen und Empfehlungen im Geotechnischen Bericht.

Höhenbezug: $\pm 0,00 = +118,50$ m NHN

Die projektierten Gründungsebenen liegen zwischen $+110,26$ m NHN (Ebene -2) und $+113,52$ m NHN (Ebene -1).



Die Gründung der Ebene -1 ist darüber hinaus im Bereich der sogen. Bunker (Linearbeschleuniger) 2,17 m (+111.35 m NHN) tiefer gesetzt.

Die Ebene -2 ist in einem Abstand von 3,75 m zum Haus 7 konzipiert, siehe Bild 1. Dadurch wird eine Unterfangung des Hauses 7 hier vermieden. Nördlich davon ist eine Unterfangung mittels HDI geplant.

Das Bauvorhaben erfordert auf Grund der Aushubtiefe der Baugrube zwischen 5,50... 7,50 [m] einen Baugrubenverbau.

Vorbebauung

Auf dem Baufeld stand bis zum Abriss das Gebäude der ehemaligen Mikrobiologie. Dieses nahm einen überwiegenden Teil der Baufeldfläche ein. Seitlich davon standen ehemals die beiden Gebäude Trafohaus und Leichenaufbewahrung. Der Abriss dieser Gebäude erfolgte komplett inkl. Fundamente. Siehe hierzu die Angaben in [U3]. Über die Art und Weise der Baugrubenverfüllung liegen keine näheren Angaben vor.

Nach Abriss wurde die Fläche als Parkplatz hergerichtet.

4 Allgemeine Angaben zur regionalen Geologie und Hydrologie

Unter Beachtung der Siedlungsgeschichte des weiter zu fassenden Bebauungsgebietes zwischen Liebigstraße, Philipp-Rosenthal-Straße und Johannisallee ist oberflächennah mit anthropogenen Auffüllungen unterschiedlichen Alters zu rechnen. Auf der Untersuchungsfläche resultieren diese überwiegend aus der vorgenannte Baugrubenverfüllung. In den Randbereichen zwischen Vorbebauung - Mikrobiologie und der Baufeldgrenze können weitere unbestimmte Auffüllböden und neben dem Medienkanal auch weitere Einbauten vorhanden sein.

Unter diesen Auffüllschichten stehen pleistozäne Ablagerungen an, die vorwiegend durch die saalekaltzeitliche Grundmoräne 1. Vorstoß, gS1 (Geschiebelehm, Geschiebemergel) und / oder durch die elsterkaltzeitliche Grundmoräne 2. Vorstoß (Geschiebemergel), geprägt sind. Beide sind voneinander nur schwer abzugrenzen. Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt bis zu 6 m, darunter folgen fluviatile Sande und Kiese der frühpleistozänen Menapokaltzeit.

Unter der quartären Schichtenfolge, die den eigentlichen Baugrund im Gründungsbereich darstellen wird, sind tertiäre Schichten des Miozäns und des Oberoligozäns (Tone, Braunkohle, Feinsande, teils in Wechsellagerung) ausgebildet.

In den Baugrunduntersuchungen [U4.2] und [4.3], die für die zentralen Klinikbereiche zwischen Liebigstraße und Paul-List-Straße angefertigt wurden, ist die Quartär-Tertiär-Grenze zwischen +105,30 m NHN und +110,20 m NHN, i. M. bei 108,40 m NHN nachgewiesen. In der Baugrunduntersuchung [U4.1] für das Haus 7 wurde diese Grenze bei +109,90 m NHN belegt.

Der folgende Flözkomplex aus Kohle und Tonbegleitern (Miozän) ist in seiner Schichtenfolge und Mächtigkeit in diesem Untersuchungsbereich sehr uneinheitlich ausgebildet. Die Mächtigkeit schwankt dabei sehr stark von wenigen Dezimetern bis 10 m, wobei das Braunkohleflöz selbst bis zu mehreren Metern stark sein kann. Stellenweise sind Schichtlücken vorhanden, d.h., der Flözkomplex fehlt. Die Schwankungen treten über relativ geringe Abstände auf.

Es schließt sich Tertiärsand unterschiedlicher Mächtigkeit an, der wiederum einem Tertiärschluff aufliegt.

Mit der Baugrunduntersuchung [U4.1] für das Haus 7 wurde der Flözkomplex mit 7,20 m Mächtigkeit (6,40 m Tertiärton, 0,80 m Kohle) erkundet.

Auf eine weitergehende Ausdifferenzierung vor allem der tertiären Schichtenfolge wird verzichtet, da sie keinen relevanten Einfluss auf die zu treffende Baugrundcharakteristika haben wird.

Die Grundwasserstichtagsmessung Mai 2017 für Leipzig, [24] weist für den relevanten Grundwasserleiter GWL 1.5 / 1.8 einen Grundwasserspiegel von +110 m NHN auf. Die Grundwasserfließrichtung ist von Ost nach West.

Für die nächstgelegene Grundwassermesssstelle 46401403 (gelegen auf der Grünfläche Liebigstraße-Talstraße) ist darin für 2017 ein Grundwasserstand von +109,38 m NHN dokumentiert. Nach Datenportal [25] ist für diese Grundwassermesssstelle für den Zeitraum 1986 - 2023 ein höchster Grundwasserstand von +110,09 m NHN belegt. Dieser liegt somit ca. 70 cm über dem der Grundwasserstichtagsmessung Mai 2017. Diese Differenz ist bei der Festlegung des Bemessungswasserstandes zu berücksichtigen.

5 Baugrundaufschlüsse, Untersuchungsergebnisse

5.1 Allgemeines

Auf der Bebauungsfläche wurden insgesamt 7 Kleinstbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (RKS 1/23, RKS 2/23, RKS 3/23, RKS 4/23, RKS 4a/23, RKS 5/23, RKS 6/23) bis 7 bzw. 8 Meter Teufe niedergebracht.

Parallel dazu wurden 3 Schwere Rammsondierungen (DPH) zur Ermittlung der Lagerungsdichte des anstehenden Bodens unmittelbar neben den Aufschlusspunkten RKS 3/23, RKS 5/23 und RKS 6/23 geteuft.

Die Bohrungen und Sondierungen wurden normengerecht bei einem, die technischen Parameter der eingesetzten Technik überschreitenden Grenzparametern (Eindringwiderstand) abgebrochen.

Das betraf die Sondierpunkte RKS 4 (offensichtlich Beton in 3 m Tiefe aus Vorbebauung oder Baugrubenverfüllung) und RKS 4a bei 5 m Sondierteufe sowie die drei DPH zwischen 3 und 4 Meter Sondierteufe.

Das Erkundungsziel wurde trotzdem erreicht.

Weiter wurden die Erkundungsbohrungen B 1/23 und B 2/23 bis 17 Meter Teufe niedergebracht.

Das aus den beiden Bohrungen und 7 Rammkernsondierungen gewonnene Lockergesteinsmaterial wurde entsprechend Normenwerk durch einen Geologen geologisch und organoleptisch angesprochen, beschrieben und anschließend entsprechend der ausgehaltenen Schichten im erforderlichen Umfang beprobt.

An 11 Bodenproben wurden die Korngrößenverteilungen zur Klassifikation in Bodenarten nach [10] bestimmt.

Die Bohr- und Sondierergebnisse sind als Schichtenprofile und als Sondierdiagramme in der Anlage 2 dokumentiert. Die Lage der Sondieransatzpunkte ist im Lageplan Anlage 1 dargestellt. Die Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen sind in den Auswertungen bereits eingearbeitet.

Aus dem aufgeschlossenen Auffüllboden wurden zwei Bodenproben als Mischproben und aus den folgenden Aushubhorizonten des gewachsenen Bodens ebenso zwei Bodenproben

als Mischproben zusammengestellt und nach LAGA 2004, Tabelle II 1.2-1 auf „unspezifischen Verdacht“ hin untersucht.

Das Grundwasser wurde beprobt und hinsichtlich seiner Betonaggressivität analysiert.

5.2 Untersuchungsergebnisse

5.2.1 Allgemeine Randbedingungen

Das mittlere Höhenniveau auf der Untersuchungsfläche (gegenwärtig Parkplatz) bezogen auf die Aufschlusspunkte liegt bei +118,16 m NHN. Die folgenden Ausführungen zum Baugrund beziehen sich i. W. auf dieses Niveau.

Unter Beachtung der Gründung Ebene -1 bei etwa +113,50 m NHN (ca. 4,75 m unter Gelände) haben alle über dieser Höhe liegenden aufgeschlossenen Bodenschichten keinen direkten Bezug zur Gründungsproblematik für das zu errichtende Gebäude „Haus 7, 2. BA“. Darauf wird bei der folgenden Beschreibung des Baugrundes Rücksicht genommen.

5.2.2 Schichtenfolge Baugrund

Zuoberst steht durchgehend eine Auffüllschicht an, der Tragschichtenaufbau Parkplatz wird nicht gesondert hervorgehoben und folgend in die allgemeine Beschreibung integriert

Die größte Mächtigkeit dieser Schicht wurde auf der Fläche der ehemaligen Mikrobiologie festgestellt. Mit der RKS 4/23 wurden 3 m nachgewiesen. Die Sondierung musste hier wegen eines Betonhindernisses abgebrochen werden. Es ist anzunehmen, dass das in etwa das ehemalige Kellerniveau ist.

In den Randbereichen der Mikrobiologie wurde mit den RKS 3/23, RKS 4a/23 und der B 1/23 eine Auffüllmächtigkeit zwischen 1,80 und 2,50 Metern ermittelt.

Außerhalb der Mikrobiologie liegen der Auffüllmächtigkeiten meist unter 1 Meter.

Der Auffüllboden besteht überwiegend aus einem Gemenge aus Bauschutt und Boden (Sand, Kies, Schluff), wobei die Gemengeanteile dieser beiden Hauptbodengruppen starken Schwankungen unterliegen.

Der Auffüllboden ist mitteldicht bis dicht gelagert, bindige Gemengeteile haben überwiegend eine halbfeste Konsistenz.

Bezugnehmend auf die RKS 4/23 sind offensichtlich Bauwerksreste der Vorbebauung im Baugrund verblieben.

Der Auffüllboden wird durch die Baumaßnahme vollständig entfernt und spielt daher für Gründungsfragen keine Rolle.

Unter dem Auffüllboden folgt als oberste natürliche, d. h. gewachsene Bodenschicht Geschiebelehm über Geschiebemergel als Schluff, tonig, sandig, kiesig (dabei Nebenbestandteile wechselnd zwischen schwach und stark: Bsp. schwach tonig oder tonig oder stark tonig). Die Konsistenz des Geschiebebodens wurde mit steif bis überwiegend halbfest angesprochen.

Die Schichtunterkante liegt zwischen 2,90 und 3,90 Meter unter Gelände.

Der Geschiebeboden wird durch die Baumaßnahme vollständig entfernt und spielt daher für Gründungsfragen ebenfalls keine Rolle.

Dem Geschiebeboden folgend steht dicht bis sehr dicht gelagerter Kies an. Der Kies wurde in allen Aufschlusspunkten nachgewiesen.

Mit den beiden Bohrungen konnte die Unterkante bei +109,08 m NHN (B 1/23) und bei +108,15 m NHN (B 2/23) sowie mit der RKS 2/23 bei +108,42 m NHN ermittelt werden. Damit unterliegt diese Schichtgrenze offensichtlich nur einer relativ geringen Schwankung von unter 1 Meter.

Es folgt bis zur Erkundungsendteufe von 16 Metern unter Gelände durchgehend mitteldicht bis dicht gelagerter Tertiärsand. Der Tertiärsand reicht bis unter die Erkundungsendteufe von 15 m.

Abweichend von diesem Baugrundprofil ist auf die Schichtenfolge der RKS 2/23 einzugehen. Die RKS 2/23 wurde im Geländeeinschnitt unmittelbar neben dem Bestandgebäude Haus 7 platziert. Hier ist eine dünne tertiäre Tonschicht von 60 cm zwischen Kies und Tertiärsand vorhanden.

Über die flächige Verbreitung können keine Aussagen getroffen werden, da dies nur einem Aufschlusspunkt belegt ist. Gegenüber dem auch nur an einer Stelle unter dem Haus 7 nachgewiesenen Tonpaket der Flözfolge von 6,40 m Stärke ist hier offensichtlich das Ausgehende dieser Schicht belegt.

Organoleptische oder andere Auffälligkeiten wurden im Rahmen der Erkundung (punktförmige Aufschlüsse) nicht festgestellt.

Innerhalb der aufgeschlossenen quartären und tertiären Schichtenfolge wurde Grundwasser zwischen +109,99... 110,09 m NHN nach Bohrende festgestellt.

5.3 Baugrundmodelle

Tabelle 1.1: Allgemeines Baugrundmodell Erweiterung Haus 7
auf der Basis von 9 Baugrundaufschlüssen:
Bezug mittlere Höhenniveau (GOK) +118,16 m NHN

Model- schicht MS	Unterkante (UK) Modellschicht Meter unter GOK* [m]	Bodenart	Lagerungsdichte / Konsistenz
1	< 1 ... 2,80	Auffüllboden Gemeinde aus Bauschutt und Boden (Sand, Kies, Schluff) Bauwerksreste	mitteldicht bis dicht / halbfest
2	2,90 ... 3,90	Geschiebelehm Geschiebemergel (Quartär) [UL] – [UM]	steif bis überwiegend halbfest
3	9,0 ... 10,0	Kies (Quartär) [GI], [GW], [GU]	dicht bis sehr dicht
4	≥ 17	Sand (Tertiär) [SE], [SU]	mitteldicht bis dicht

*) Die Unterkante der Modellschichten kann innerhalb der Untersuchungsfläche gegenüber den obigen Angaben im niedrigen dm-Bereich schwanken.

Der Grundwasserspiegel wurde zwischen +109,99... 110,09 m NHN gelotet.

Nach DIN 18533, [11] und dem Merkblatt BWK-M8, [12] ist als Bemessungsgrundwasserstand (HGW) - der höchste, nach Möglichkeit aus langjährigen Beobachtungen ermittelte Grundwasserstand (HW) - anzusetzen. Das BWK-M8 empfiehlt darüber hinaus die Vorgabe

eines Sicherheitszuschlages bei mittlerer Datenqualität.

Unter Sorgfältigkeitsgesichtspunkten wird folgend ein Bemessungsgrundwasserstand (HGW) von +112 m NHN definiert.

Tabelle 1.2: Baugrundmodell Ebene -1: Bezug Gründungsebene +113,52 m NHN, im nördlichen Bereich* ca. +112,30 m NHN

Model- schicht MS	Unterkante (UK) Modellschicht Meter unter Gründungsebene [m]	Bodenart	Lagerungsdichte
3	4,40 *) 3,60	Kies [GI], [GW], [GU]	dicht bis sehr dicht
4	> 13	Sand [SE], [SU]	mitteldicht bis dicht

Der Grundwasserspiegel wird entsprechend HGW = +112 m NHN dauerhaft unterhalb der Gründung verbleiben und die Ebene -1 nicht berühren.

Tabelle 1.3: Baugrundmodell sogen. Bunker (Linearbeschleuniger):
Bezug Gründungsebene +111,35 m NHN

Model- schicht MS	Unterkante (UK) Modellschicht Meter unter Gründungsebene [m]	Bodenart	Lagerungsdichte
3	2,50	Kies [GI], [GW], [GU]	dicht bis sehr dicht
4	> 13	Sand [SE], [SU]	mitteldicht bis dicht

Der Grundwasserspiegel wird entsprechend HGW = +112 m NHN den „Bunker“ berühren.

Tabelle 1.4: Baugrundmodell Ebene -2: Bezug Gründungsebene +110,26 m NHN

Model- schicht MS	Unterkante (UK) Modellschicht Meter unter Gründungsebene [m]	Bodenart	Lagerungsdichte
3	1,50	Kies [GI], [GW], [GU]	dicht bis sehr dicht
4	> 10	Sand [SE], [SU]	mitteldicht bis dicht

Das Grundwasser kann entsprechend HGW = +112 m NHN die Ebene -2 berühren.

Ein Aufstau des fließenden Grundwassers hinter der Ebene -2 in Abflussrichtung wird als vernachlässigbar angesehen, da der Kies, über den abgeführt wird, gut durchlässig ist.

5.4 Bodenphysikalische Kennwerte (Rechenwerte cal)

Die bodenphysikalischen Kennwerte wurden unter Beachtung anerkannter Tabellenwerte einschlägiger Fachliteratur, lokaler Erfahrungen des Gutachters sowie unter Beachtung der Baugrundgutachten [U4.2] und [U4.3] festgelegt.

Tabelle 2: Bodenphysikalische Kennwerte (charakteristische Kennwerte)

Modell-Schicht MS	Bodenart	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
1	Auffüllboden	27,5	0	19	-
2	Geschiebeboden	27,5	15	21,5	-
3	Kies	37,0	0	21 / 11	150
4	Sand	32,5	0	20 / 11	100

5.5 Ergebnisse LAGA – Untersuchung

Zur orientierenden abfallfachlichen Beurteilung der erkundeten Böden wurden nach visueller Einschätzung repräsentative Proben (MP - Mischproben) aus den Aushubhorizonten gebildet und nach LAGA TR Boden, Tabelle II.1.4-1, [17] auf unspezifischen Verdacht hin untersucht. Der zugehörige Prüfbericht 0495/23 ist in Anlage 4 enthalten.

LAGA – Probe	Schicht	Probenahme	Zuordnung
Probe 1 - MP 1	Auffüllboden	RKS 1/23, 3/23, B2/23	Z1.2
Probe 2 - MP 2	Auffüllboden	RKS 4a/23, 5/23, 6/23	Z2
Probe 3 - MP 3	Geschiebeboden	RKS 1/23, 3/23, 4a/23 RKS 5/23, 6/23, B2/23	Z1.2
Probe 4 - MP 4	Kies	RKS 1/23, 2/23, 3/23, 4a/23 RKS 5/23, 6/23, B2/23	Z0

Es wird empfohlen, den Auffüllboden grundsätzlich als Z2 - Boden zu behandeln. Erfahrungsgemäß können in Auffüllböden aber auch Bereiche mit Zuordnung >Z2 vorhanden sein.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Proben aus dem Bohrgut Stichproben darstellen und damit nicht den Anforderungen nach PN 98, [18] bzgl. der Probenanzahl und der Probenmenge in Bezug zur Entsorgungsmenge entsprechen.

Des Weiteren ist auf Folgendes hinzuweisen. Ab August 2023 ist die Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (EBV), [19] zu beachten. Das bedingt spätestens zum Zeitpunkt der Baumaßnahme Herstellung der Baugrube weiterführende Untersuchungen. Es ist absehbar, dass hierfür eine umfangreiche Probenahme hinsichtlich Anzahl und Probenmenge erforderlich wird.

5.6 Ergebnisse Analytik Grundwasser

Das Grundwasser wurde an einer Wasserprobe aus der Bohrung B2/23 analysiert.

Das Grundwasser wurde als nicht betonangreifend deklariert

Der zugehörige Prüfbericht 0495/23 ist in Anlage 4 enthalten.

Zum weiteren Untersuchungsraum liegen aktuell zusätzliche Analyseergebnisse vor, die im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben des Uniklinikums Erweiterung Haus 3 erstellt worden. Danach wird das Grundwasser dort mit „schwach betonangreifend“ beurteilt. Das Analyseergebnis betrug Sulfat 210 mg/l – („schwach betonangreifend“: 200 – 600 mg/l), also knapp in den Grenzwerten.

2004 wurde das Grundwasser im Zusammenhang mit der Baugrunduntersuchung Klinische Kernflächen (Haus 3) ebenfalls als „schwach betonangreifend“ (594 mg/l) bestimmt.

Offensichtlich gibt es im Grundwasser örtlich oder zeitlich auf Grund der Grundwasserströmung gewisse Schwankungen auch in den Analysewerten.

Aus diesem Grund wird empfohlen, bei der Festlegung der Expositionsklassen von „schwach betonangreifend“ auszugehen.

5.7 Homogenbereiche

Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, der für das jeweilige Gewerk vergleichbare Eigenschaften aufweist. Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung der Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Für die Homogenbereiche sind die Bandbreiten der Kennwerte anzugeben.

Nach VOB Teil C (ATV) - DIN 18300:2019 „Erdarbeiten“, [15] sind für das Bauvorhaben unter Berücksichtigung der Geotechnischen Kategorie GK 1 (Aushub) folgende Angaben ausreichend:

Tabelle 3: Angaben zu den Homogenbereichen
(verkürzte Angaben für die Geotechnische Kategorie GK 1 - Aushub)

Homogenbereich	HB A	HB B	HB C
Bezeichnung	Auffüllboden	Geschiebeboden	Kies
Bodengruppe	[SU], [SU*], [X]	[UL] – [UM]	[GI], [GW], [GU]
Korngrößenverteilung	-	siehe Anlage 3	siehe Anlage 3
Massenanteile Steine Blöcke	< 10 % lokal Bauwerks- reste vorhanden	< 5 % 0	< 3 % 0
Konsistenz	halbfest	steif – überwiegend halbfest	-
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht	-	dicht bis sehr dicht

6 Gründungsproblematik

6.1 Allgemeine Bemerkungen

Es liegen einfache Baugrundverhältnisse vor. Der Baugrund ist für das Bauvorhaben geeignet.

Nach [2], DIN 1054:2010-12 „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“ wird das Bauobjekt in die Geotechnische Kategorie GK 2 eingeordnet.

Die GK 2 umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund. Bauwerke der GK 2 erfordern eine ingenieurmäßige Bearbeitung und einen rechnerischen Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.

Nachfolgende Gründungsempfehlungen beziehen sich auf den aus [U2] bekannten Planungsstand LP 2 - Vorplanung.

6.2 Gründungstechnische Schlussfolgerungen

6.2.1 Zulässige Sohlwiderstände

Tabelle 3: Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf nicht bindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes [kN/m²]				
	Fundamentbreite b bzw. b'				
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m
0,50	280	420	460	390	350
1,00	380	520	500	430	380
1,50	480	620	550	550	480

Die angegebenen Werte sind Werte des Sohlwiderstandes und keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis < 2 darf der Bemessungswert um 20% erhöht werden.

Die konkrete Lage und Größe von Einzelfundamenten im Bereich der Ebene -2 ist unabhängig von den vorgenannten Werten dem unterzeichnenden Gutachter zur Kenntnis zu geben, da gegebenenfalls wegen des Grundwasserabstandes zum Fundament eine Verminderung des Bemessungswertes erforderlich wird.

6.2.2 Bettungszahl

Die last- und flächenabhängige Bettungszahl - k_s [kN/m³] wird nach Vorlage der Sohlspannungsverteilung Bodenplatte ermittelt.

6.2.3 Bauwerksabdichtung

Die Bauwerksteile Ebene -1 sind nach DIN 18533-1, [11] gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser entsprechend Wassereinwirkungsklasse W1.1-E abzudichten.

Die Bauwerksteile Ebene -2 sowie der tiefer gesetzte Bereich der „Bunker“ sind nach DIN 18533-1, [11] gegen mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe entsprechend Wassereinwirkungsklasse W2.1-E abzudichten.

6.2.4 Baugrube

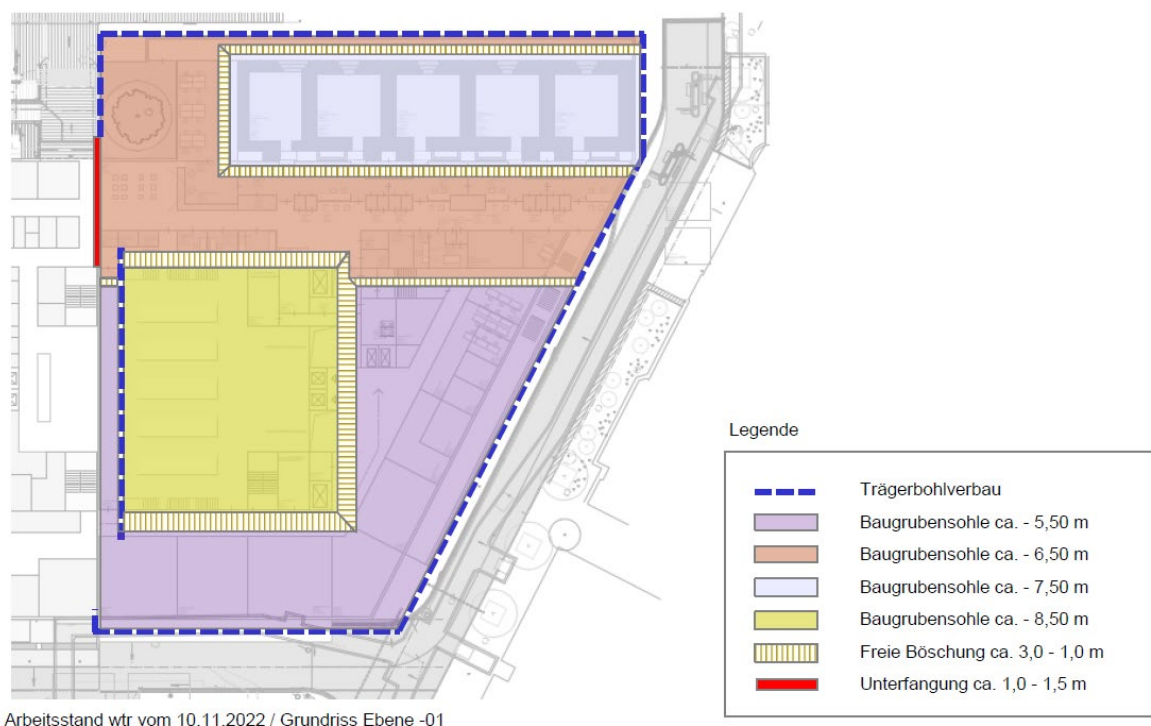


Bild 2: Konzept Baugrubenverbau – Übersicht Baufeld mit Aushubhöhen, [U2.3]

Die Baugrube erhält einen Verbau mit einer Trägerbohlwand. Eine Rückverankerung über Spannanker ist erforderlich.

Für die Dimensionierung des Verbaus sind die bodenphysikalischen Kennwerte der Tabelle 2 zu verwenden.

Unter der Annahme, dass die Verpresskörper im Geschiebeboden – Modellschicht MS 2 liegen, kann als Richtwert für die Grenzlast von Anker ohne Nachverpressung folgendes Bild 2 verwendet werden, hier gelbe Markierung. Zur Abschätzung der Gebrauchslast wird empfohlen, die entnommenen Werte mit dem Faktor 0,5 abzumindern, siehe hierzu Grundbautaschenbuch, [21].

Die lokalen Erfahrungen des Spezialtiefbauunternehmens, welches den Verbau herstellt, sind zu berücksichtigen.

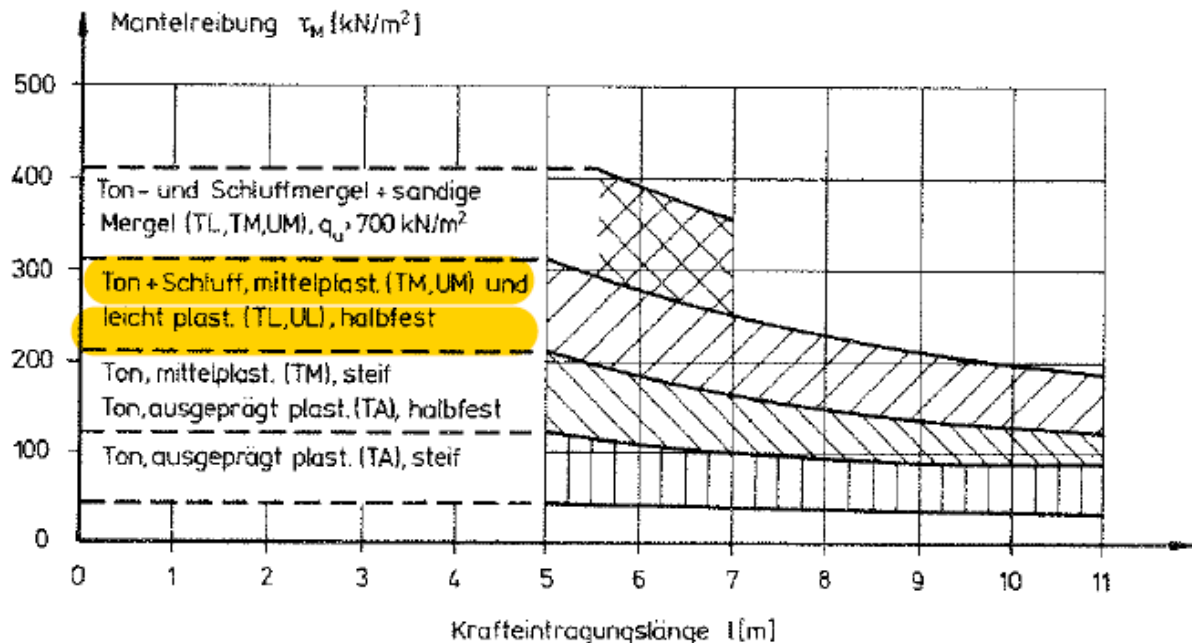


Bild 36. Grenzlast von Ankern in bindigen Böden ohne Nachverpressung (nach Ostermayer [16])

Bild 3: Quelle [21]

Obwohl keine Baugrundaufschlüsse außerhalb des Baufeldes vorliegen, kann für die Dimensionierung des Verbaus das Baugrundmodell in Tabelle 1.1 angesetzt werden. Für die MS 1 – Auffüllboden ist vorsorglich eine Schichtmächtigkeit von mindestens 2,50 m anzusetzen. Für die Rückverankerung ist die Lage von Leitungen und der Medienkanal zu beachten.

Baugrube Ebene -2

Die Baugrube wird ca. 3,25 m tief.

Die Baugrubenwände mit Ausnahme der Seite zum Haus 7 sind unter einem Böschungswinkel von $\beta \geq 45^\circ$ abzuböschten.

Baugrubensohle

Die Baugrubensohle ist tragfähig und bedarf keiner besonderen Aufwertung.

Die in Folge der Aushubarbeiten gegebenenfalls entstandenen Auflockerungen sind mit einfachem Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

Baugrubenwasserhaltung

Der Grundwasserspiegel wurde im Rahmen der Baugrunduntersuchung bei +110,10 m NHN festgestellt.

Nach Planungsstand liegt die Gründungsebene für die Ebene -2 bei +110,26 m NHN. Damit liegt der Grundwasserspiegel ca. 15 cm darunter.

Eine Grundwasserhaltung / Grundwasserabsenkung ist unter diesen Bedingungen nicht erforderlich.

Sollte tiefer gegründet werden müssen, kann die Baugrubensohle u. U. mittels UW-Betons gedichtet werden.

Niederschlagsbedingter Wasseranfall wird relativ schnell in den Kies versickern.

Unabhängig davon ist für Sondersituationen die übliche Technik (Söffelpumpen) für eine operative Wasserhaltung vorzuhalten.

6.2.5 Ausschachtungen und Unterfangungen

Nach den gegenwärtigen Planungsunterlagen [U2] wird der Erweiterungsbau Ebene -1 überwiegend niveaugleich zum Haus 7 gegründet.

Im Bereich der Ebene -2 wird das Gründungsniveau Haus 7 um 3,26 m unterschritten.

Unter der Voraussetzung nach Bild 1: Auszug aus Schnitt A-A, würde eine abgeboßchte Baugrube in diesem Bereich bis nahe an das Fundament Haus 7 reichen.

Die Voraussetzungen für Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123, [14], siehe nachfolgendes Bild 4, werden damit nicht gewährleistet.

Als Lösung bietet sich ein Baugrubenverbau längs Haus 7 an. Dieser ist gemäß Bild 3 bereits als rückverankerter Trägerbohlwand vorgesehen.

Für den nördlich von der Ebene -2 liegenden Abschnitt parallel zum Haus 7 mit etwa um 1 Meter tiefer liegender Gründungssohle ist eine Sicherung mittels HDI geplant.

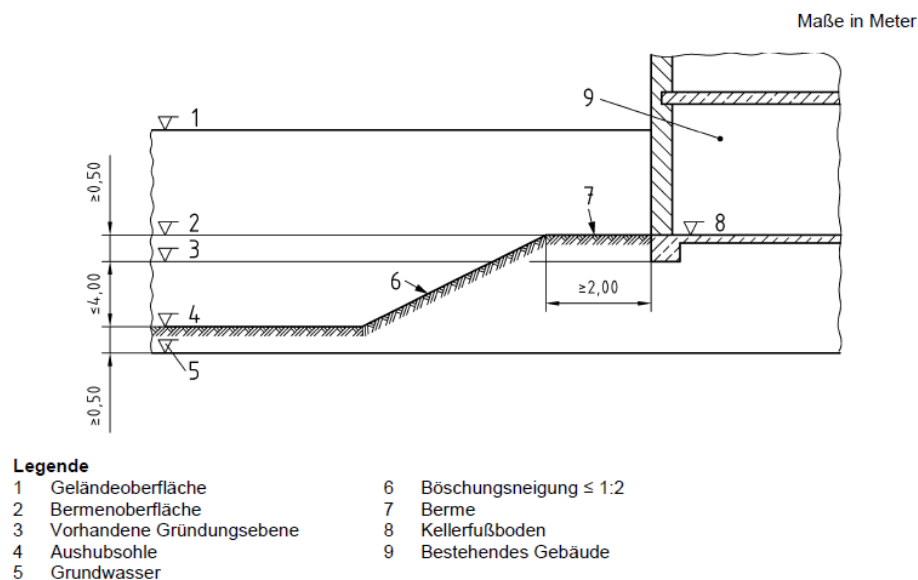


Bild 4: Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123, [14]

6.2.6 Arbeitsraumverfüllung

Als Auffüllmaterial stehen die gewachsenen Böden aus Geschiebeboden und Kies zur Verfügung. Beide Bodenarten sind grundsätzlich einbaufähig. Geschiebeboden ist bei einer Zwischenlagerung gegen den Einfluss von Niederschlag zu schützen.

Der Auffüllboden sollte entsorgt werden.

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Mit der vorliegenden Baugrunderkundung konnte der Baugrund im Bereich des geplanten Bauvorhabens beschrieben werden. Defizite im Baugrundmodell wurden nicht ermittelt. Gründungsempfehlungen wurden gegeben.

Seitens des Gutachters wird vorgeschlagen, das Gutachten zwischen den Beteiligten zu erörtern, um bei Bedarf Erläuterungen oder Ergänzungen vornehmen zu können.

Da die gründungstechnischen Schlussfolgerungen im Bezug zum Planungsstand – Vorplanung stehen, können einige Detailfragen der Aufgabenstellung erst im weiteren Planungsprozess diskutiert und beantwortet werden.