



GEOTECHNISCHER BERICHT

Auftrag Nr. 3230615
Projekt Nr. 2023-0476

KUNDE: Turnverein Burglengelfeld 1875 e. V.
Regensburger Straße 11
93133 Burglengelfeld

BAUMAßNAHME: Neubau einer Turnhalle sowie von Tennisplätzen
Burglengelfeld

GEGENSTAND: Baugrund- und Altlastenuntersuchung

ORT, DATUM: Deggendorf, den 31.07.2023

Dieser Bericht umfasst 46 Seiten, 9 Tabellen und 6 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.
Die Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt.



Inhaltsverzeichnis:

1 VORGANG	6
1.1 Auftrag	6
1.2 Fragestellung	6
1.3 Projektbezogene Unterlagen	7
2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES	7
2.1 Geplantes Bauvorhaben	7
2.2 Geomorphologische Situation	8
2.3 Geologische Verhältnisse	8
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	9
3.1 Ortsbegehung	9
3.2 Baugrundaufschlüsse	9
3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	11
3.4 Chemische Analysen	12
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	12
4.1 Allgemeiner Überblick	12
4.2 Beschreibung der Schichtenfolge	13
4.3 Ergebnisse der Rammsondierungen	15
4.4 Ergebnisse der Laborversuche	16
4.4.1 Wassergehalt und Konsistenzgrenzen	16
4.4.2 Korngrößenverteilung	17
4.5 Hydrologische Verhältnisse	18
5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE	19
5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse	19
5.2 Bodenmechanische Kennwerte	20
5.3 Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)	22
5.4 Bewertung der Erdbebentätigkeit	24
6 ALTLASTENUNTERSUCHUNG	24
6.1 Grenzwertbetrachtung	24
6.2 Bewertungsgrundlagen Schutzgüter	24
6.3 Bewertungsgrundlagen Entsorgung	27



6.3.1	Allgemeines zur Entsorgung von Abfällen.....	27
6.3.2	Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV)	28
6.3.3	Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung (BBodSchV) und Verfüll-Leitfaden (Eckpunktepapier Bay LfU).....	29
6.3.4	Deponieverordnung	30
6.4	Interpretation der Untersuchungsergebnisse.....	30
6.4.1	Einstufung der Untersuchungsergebnisse	30
6.4.2	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	30
7	FOLGERUNGEN FÜR DEN NEUBAU DER TENNISPLÄTZE	32
7.1	Rahmenbedingungen.....	32
7.2	Anforderungen an die Tragfähigkeit	32
7.3	Anforderungen an die Sickerfähigkeit.....	33
8	FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG DER TURNHALLE	33
8.1	Rahmenbedingungen.....	33
8.2	Gründungsempfehlungen.....	34
8.3	Ersatz mit Magerbeton	34
8.4	Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten	35
8.5	Plattengründung auf Teilbodenaustausch	37
9	FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUBE	40
9.1	Allgemeines	40
9.2	Baugrubenböschungen	41
9.3	Wasserhaltung	42
10	ABDICHTUNG.....	42
11	HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	44
11.1	Baustraßen	44
11.2	Frostsicherheit	44
11.3	Beweissicherung.....	44
11.4	Altlasten.....	45
11.5	Baubegleitende Überwachung.....	45
12	SCHLUSSBEMERKUNGEN	45



Anlagen:

- Anlage 1: Planunterlagen
 - Anlage 1.1: Übersichtslageplan 1 : 25.000
 - Anlage 1.2: Übersichtslageplan 1 : 5.000
 - Anlage 1.3: Lageplan mit Aufschlüssen

- Anlage 2: Zeichnerische Darstellung der Erkundungsergebnisse
 - Anlage 2.1: Bodenprofile
 - Anlage 2.2: Rammdiagramme

- Anlage 3: Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter
 - Anlage 3.1: Schichtenverzeichnisse der Bodenaufschlüsse
 - Anlage 3.2: Kopfblätter zu Rammsondierungen

- Anlage 4: Laboruntersuchungen
 - Anlage 4.1: Bodenmechanische Laboruntersuchungen
 - Anlage 4.2: Chemische Laboruntersuchungen

- Anlage 5: Fotoaufnahmen

- Anlage 6: Setzungsberechnungen
 - Anlage 6.1: Setzungsberechnung Einzelfundament
 - Anlage 6.2: Setzungsberechnung Streifenfundament
 - Anlage 6.3: Setzungsberechnung Bodenplatte

Tabellen:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen	10
Tabelle 2:	Zusammengefasste Darstellung der Felderkundungsergebnisse	12
Tabelle 3:	Wassergehalt und Konsistenzgrenzen	16
Tabelle 4:	Korngrößenverteilung	18
Tabelle 5:	Bodenklassifizierung	19
Tabelle 6:	Vereinfachtes Baugrundmodell für die Turnhalle	20
Tabelle 7:	Bodenmechanische Kennwerte	21
Tabelle 8:	Eigenschaften und Kennwerte von Böden	23
Tabelle 9:	Bemessungswert des Sohlwiderstands - Homogenbereich 2 und 3	36



Abbildungen:

Abbildung 1: Auszug aus der digitalen geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000	9
Abbildung 2: Ort der Probenahme und Ort der Beurteilung	26
Abbildung 3: Maßgebende Einbindetiefe	36
Abbildung 4: Bodenaustausch	38
Abbildung 5: Berechnungsvorschlag für einen veränderlichen Bettungsmodul	40



1 VORGANG

1.1 Auftrag

Der Turnverein Burglengenfeld 1875 e. V. plant den Neubau einer Turnhalle sowie von Tennisplätzen in Burglengenfeld.

Mit Schreiben vom 25.04.2023 wurde die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens einschließlich der Durchführung von Feld- und Laboruntersuchungen beauftragt. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot der IFB Eigenschenk GmbH vom 18.04.2023 in Verbindung mit dem Werkvertrag.

Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse und die daraus folgenden Hinweise für die Planung und Durchführung der Baumaßnahme.

Die Untersuchungen wurden mit dem Architekturbüro Stefan Katzlinger koordiniert. Mit dem vorliegenden Bericht werden die Untersuchungsergebnisse zusammengefasst, bestätigt und ergänzt.

1.2 Fragestellung

Mit der vorliegenden geotechnischen Baugrundbeurteilung soll im Wesentlichen geklärt werden:

- ⇒ welche Böden am Untersuchungsstandort zu erwarten sind und welche bautechnischen Eigenschaften diese aufweisen,
- ⇒ welche Werte der geotechnischen Kenngrößen den Böden zuzuordnen sind,
- ⇒ welche Wasserverhältnisse anzutreffen sind und mögliche Auswirkungen hieraus,
- ⇒ welche Möglichkeiten der Gründung aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht empfohlen werden können,
- ⇒ welche Anforderungen bei der Herstellung der Baugrube zu beachten sind,
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Anlage der Tennisplätze ergeben,



- ⇒ welche ergänzenden Hinweise für den Baubetrieb notwendig werden,
- ⇒ welche Handlungsnotwendigkeiten sich aus möglicherweise vorhandenen Bodenverunreinigungen ergeben.

1.3 Projektbezogene Unterlagen

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Architekturbüro Katzlinger (05.02.2023); Neubau Turnhalle und Tennisplätze Burglengenfeld, Lageplan aktuelle Situation, M 1 : 1.000
- [2] Architekturbüro Katzlinger (05.02.2023); Neubau Turnhalle und Tennisplätze Burglengenfeld, Lageplan Turnhalle und Tennisplätze, M 1 : 1.000

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES

2.1 Geplantes Bauvorhaben

Es ist geplant, einen Teil des vereinseigenen Grundstückes des TV Burglengenfeld zu verkaufen. Das restliche Grundstück soll mit einer neuen Turnhalle, einem Allwetterplatz sowie sechs Tennisplätzen neu bebaut werden.

Die Turnhalle wird zukünftig Abmessungen von etwa 26,22 x 24,48 m besitzen. Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen. Weitere Angaben liegen zum Zeitpunkt der Gutachtererstellung nicht vor.

Aufgrund der Bauwerkskonstruktion ist die geplante Baumaßnahme vorläufig in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen. Diese umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.



2.2 Geomorphologische Situation

Der Untersuchungsstandort befindet sich in Burglengenfeld, einer Stadt im oberpfälzischen Landkreis Schwandorf in Ostbayern. Die Stadt liegt an der Naab zwischen Regensburg, Schwandorf und Amberg.

Das zu untersuchende Gebiet liegt an der Regensburger Straße, auf dem Gelände mit der Flur-Nr. 192, der Gemarkung Burglengenfeld. Zu allen Seiten grenzt das Grundstück an bestehende Bebauungen an. Derzeit wird das Gelände für Tennisplätze bzw. Rasenflächen genutzt. Der Zugang zum Gelände erfolgt im Nordwesten über die Regensburger Straße. Das Gelände ist ungefähr eben und befindet sich auf einer Höhe von etwa 359 m ü. NHN.

Etwa 540 m nordwestlich des Grundstückes verläuft die Naab.

Nach dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege befindet sich auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 192, der Gemarkung Burglengenfeld kein Bodendenkmal. Direkt angrenzend, auf dem Gelände mit der Flur-Nr. 189 und 201 der Gemarkung Burglengenfeld befindet sich ein Bodendenkmal.

2.3 Geologische Verhältnisse

Nach der digitalen geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000 stehen am Untersuchungsstandort Rückstandslehme mit variierendem Anteil von Kiesen als Ablehme an. Die Lockergesteine besitzen eine stark wechselnde Zusammensetzung (Fließerden, Solifluktionsschutte (komponentengestützt), Schwemmkegel/-fächer, Schottermoränen, Tertiär (Grundgebirge), Braunkohlentertiär i. w. S.).

Im Liegenden ist mit dem Antreffen von Mergelstein mit Kalksteinlagen zu rechnen. Hierbei handelt es sich um jungpaläozische bis mesozoische Deckgebirge der Hartmannshof-Formation. Diese Böden sind erfahrungsgemäß zur Oberfläche hin verwittert.

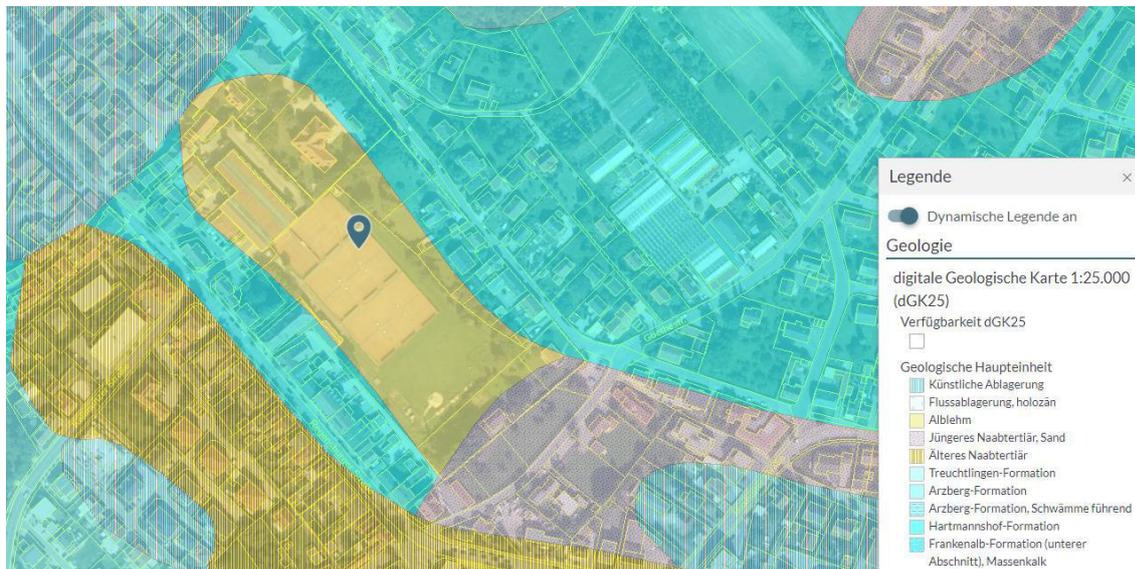


Abbildung 1: Auszug aus der digitalen geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Ortsbegehung

Bei Beginn der Aufschlussarbeiten wurde eine Ortsbegehung des Standorts und seiner Umgebung durch den Bohrmeister durchgeführt. Eine Dokumentation der Ortsbegehung ist in der Anlage 5 enthalten.

3.2 Baugrundaufschlüsse

Die vorliegende Untersuchung soll die Beurteilung der Ausführbarkeit voraussehbarer Varianten der Gründung und der Baudurchführung zulassen. Deshalb wurde Art und Umfang entsprechend einer Hauptuntersuchung nach DIN 4020 festgelegt.

Es wurde folgendes Untersuchungsprogramm festgelegt:

- 2 Rammkernbohrungen (KRB) bis 7 m unter Geländeoberkante
- 15 Rammkernbohrungen (KRB) bis 1,5 m unter Geländeoberkante



- 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH – dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 bis 7 m unter Geländeoberkante

Die Felderkundungen fanden am 05.06. und 06.06.2023 statt. Bei den Aufschlüssen KRB 1 und KRB 2, KRB 4, KRB 5, KRB 6, KRB 8, KRB 11 und KRB 13 wie DPH 1 und DPH 2 wurde dabei die angestrebte Erkundungstiefe nicht erreicht. Der Grund hierfür ist von Bohrhindernissen bzw. dem Antreffen von verwitterten Festgestein und ihrer relativ hohen Lagerungsdichte der in den jeweiligen Erkundungsendtiefen anstehenden Böden, sodass kein weiterer Vortrieb mehr möglich war.

Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und gehen aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Einmessung der Höhen erfolgte im Deutschen Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016).

Tabelle 1: Ansatzhöhen/Endteufen

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe [m unter GOK]
KRB 1	359,32	2,1
KRB 2	359,25	3,0
KRB 2 a	359,25	4,4
KRB 3	359,37	1,5
KRB 4	359,40	1,3
KRB 5	359,41	1,3
KRB 6	359,39	0,8
KRB 7	359,38	1,5
KRB 8	359,44	1,3
KRB 9	359,42	1,5
KRB 10	359,47	1,5
KRB 11	359,45	0,9



Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe [m unter GOK]
KRB 12	359,37	1,5
KRB 13	359,52	0,5
KRB 14	359,31	1,5
KRB 15	359,48	1,5
KRB 16	359,58	0,3
KRB 17	359,43	1,5
DPH 1	359,28	4,3
DPH 2	359,32	6,5

GOK: Geländeoberkante
m ü. NHN: Meter über Normalhöhen-Null

Eine Darstellung der Aufschlüsse als Bodenprofile nach DIN 4023 ist in Anlage 2 gemeinsam mit den Rammdiagrammen aufgetragen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter sind in Anlage 3 zusammengestellt.

3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den einzelnen Bodenschichten wurden Proben entnommen und - soweit erforderlich - zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 im Laboratorium untersucht. Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- 5 Bestimmungen des Wassergehaltes nach DIN 18 121
- 2 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
- 1 Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 durch Nasssiebung

Die Ergebnisse sind in Anlage 4 zusammengefasst. Sie werden ggf. im Folgenden bei der Beschreibung der Untergrundverhältnisse näher erläutert.



3.4 Chemische Analysen

Es wurden folgende Untersuchungen in einem akkreditierten chemischen Labor durchgeführt:

- Vier Analysen gemäß Eckpunktepapier „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ jeweils aus der Fraktion < 2 mm

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Allgemeiner Überblick

Im Zuge der durchgeführten Erkundungen wurden nachfolgende wesentliche Ergebnisse für die Beschreibung der Untergrunderkenntnisse ermittelt, die in der nachfolgenden Tabelle beschrieben sind und im Folgenden erläutert werden:

Tabelle 2: Zusammengefasste Darstellung der Felderkundungsergebnisse

Aufschluss Nr.	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe [m u. GOK]	Auffüllung bis [m u. GOK]	Grundwasserspiegel [m u. GOK]
KRB 1	359,32	2,1	0,4	-
KRB 2	359,25	3,0	2,2	-
KRB 2 a	359,25	4,4	2,2	-
KRB 3	359,37	1,5	1,0	-
KRB 4	359,40	1,3	1,3	-
KRB 5	359,41	1,3	0,8	-
KRB 6	359,39	0,8	0,4	-
KRB 7	359,38	1,5	1,0	-
KRB 8	359,44	1,3	0,5	-



Aufschluss Nr.	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe [m u. GOK]	Auffüllung bis [m u. GOK]	Grundwasserspiegel [m u. GOK]
KRB 9	359,42	1,5	1,5	-
KRB 10	359,47	1,5	1,5	-
KRB 11	359,45	0,9	0,4	-
KRB 12	359,37	1,5	0,4	-
KRB 13	359,52	0,5	-	-
KRB 14	359,31	1,5	-	-
KRB 15	359,48	1,5	-	-
KRB 16	359,58	0,3	-	-
KRB 17	359,43	1,5	-	-
DPH 1	359,28	4,3	-	-
DPH 2	359,32	6,5	-	-

4.2 Beschreibung der Schichtenfolge

Die Felderkundungen haben die aufgrund der regionalen geologischen Situation zu erwartende Schichtung des Baugrundes im Wesentlichen bestätigt. Auf der Grundlage vergleichbarer bodenmechanischer Eigenschaften lassen sich die erkundeten Schichten am Untersuchungsstandort in nachfolgend aufgeführte Homogenbereiche zusammenfassen.

Homogenbereich 1 a - Auffüllungen, nichtbindig

Im Liegenden des Sandbelages für Tennisplätze wurden in fast allen Bohrungen nichtbindige Auffüllungen in Form von sandigen Kiesen und kiesigen Sanden mit Ziegelresten aufgeschlossen. In der Bohrung KRB 1 wurden anthropogene Fremdbestandteile wie Beton- und Steinbruchstücke aufgeschlossen. Die Böden besitzen eine kantige bis kantengerundete Kornform sowie eine braungraue bis hellgraue Farbe. Ihre Mächtigkeit beträgt zwischen 0,3 bis 1,0 m unter GOK.



Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mittlere bis große Scherfestigkeit und eine mittlere bis gute Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist gering.

Homogenbereich 1 b - Auffüllungen, bindig

Bereichsweise wurden im Liegenden des Sandbelages für Tennisplätze auch bindige Auffüllungen als sandige und schwach kiesige Tone mit Ziegelresten aufgeschlossen. Die Böden besitzen eine überwiegend steife Konsistenz und eine braungraue bis dunkelgraue Farbe.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mäßige Scherfestigkeit und eine mäßige bis schlechte Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist groß.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Konsistenz der angetroffenen Böden veränderlich ist und vom Wassergehalt abhängig ist. Der Wassergehalt der Böden kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. So kann eine Erhöhung des Wassergehaltes durch Wasserzutritt oder dynamische Belastung die Konsistenz deutlich verschlechtern, dabei ist eine Verschlechterung zu breiiger oder flüssiger Konsistenz nicht auszuschließen.

Homogenbereich 2 - Sande

Die Böden dieses Homogenbereiches wurden in den Aufschlüssen KRB 1, KRB 2, KRB 2 a, KRB 14 und KRB 17 unterhalb der oberflächennahen Auffüllungen angetroffen. Es handelt sich hierbei zum Teil um enggestuften Sand und zum Teil auch um schwach kiesigen Sand oder Sand mit tonigen Nebenanteilen. Diese stellen vermutlich ältere Flussablagerungen dar.

Diese Böden besitzen eine mittlere bis große Scherfestigkeit und sind von mittlerer bis geringer Zusammendrückbarkeit. Die Verdichtungsfähigkeit dieser Böden ist mäßig bis gut, die Wasserdurchlässigkeit mittel bis groß.

Homogenbereich 3 - Lehme

Im Liegenden der Auffüllungen und Sande wurden bereichsweise bis zur Erkundungsendtiefe sandige und kiesige Tone erkundet. Die Böden besitzen eine steife bis halbfeste Konsistenz und eine beige bis hellgraue Farbe. Es handelt sich hierbei um Rückstandslehme und Ablehm. Die Böden wurden bis in eine maximale Tiefe von 4,3 m unter Geländeoberkante aufgeschlossen.



Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mäßige Scherfestigkeit und eine mäßige Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist mittel bis groß.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Konsistenz der angetroffenen Böden veränderlich ist und vom Wassergehalt abhängig ist. Der Wassergehalt der Böden kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. So kann eine Erhöhung des Wassergehaltes durch Wasserzutritt oder dynamische Belastung die Konsistenz deutlich verschlechtern, dabei ist eine Verschlechterung zu breiiger oder flüssiger Konsistenz nicht auszuschließen.

Homogenbereich 4 - Verwitterungshorizont

Bis zur Erkundungsendtiefe wurden schwach sandige und bereichsweise tonige Kiese mit einer kantigen bis kantengerundeten Kornform sowie einer hellgrauen bis weißen Farbe aufgeschlossen. Hierbei handelt es sich um den Verwitterungshorizont des im Liegenden anstehenden Festgesteines.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mittlere bis große Scherfestigkeit und eine mittlere bis gute Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist sehr gering.

Homogenbereich 5 - Festgestein

Das unverwitterte Festgestein konnte mit den vorliegenden Erkundungen nicht aufgeschlossen werden. Da in den Bohrungen und Sondierungen in einem Tiefenbereich zwischen 2 und 6,5 m unter Gelände kein weiterer Vortrieb möglich war, ist ab der jeweiligen Tiefe mit dem Übergang zu gering verwittertem bis unverwittertem Festgestein auszugehen.

4.3 Ergebnisse der Rammsondierungen

Zur indirekten Bestimmung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen sowie zur Erkundung des Ramm- und Bohrverhaltens wurden zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 abgeteuft. Dabei stellt die Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe über die gesamte Sondierstrecke ein interpretierbares Maß der Lagerungsdichte dar. Ebenso können Rückschlüsse auf Mantelreibungswerte, Spitzendruckwerte und Schichtgrenzen gezogen werden.



Bei DPH 1 wurden nur im obersten halben Meter mittlere Schlagzahlen registriert und anschließend bis im Tiefenbereich von etwa 1,5 m nur geringe Schlagzahlen. Dies lässt auf unterschiedlich stark verdichtete Auffüllungen schließen. Die zunehmenden Schlagzahlen lassen dann anschließend auf mitteldichte Lagerungsverhältnisse in den Sanden und steife bis halbfeste Konsistenzen in den Tonen schließen. Ein ähnlicher Verlauf der Schlagzahlen ist in DPH 2 bereits ab Geländeoberkante festzustellen. Dort ist im Tiefenbereich von etwa 4 bis 4,7 m unter GOK ein stärkerer Anstieg der Schlagzahlen zu beobachten, welcher vermutlich auf Steine zurückzuführen ist. Bei beiden Sondierungen war in der jeweiligen Erkundungsendteufe ein sehr starker Anstieg der Schlagzahlen zu beobachten, worauf kein weiterer Vortrieb möglich war. Es ist ab der jeweiligen Endtiefe mit dem Übergang zu unverwittertem Festgestein auszugehen.

4.4 Ergebnisse der Laborversuche

4.4.1 Wassergehalt und Konsistenzgrenzen

An bindigen Bodenschichten wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt und dabei die Plastizität sowie der natürliche Wassergehalt ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Wassergehalt und Konsistenzgrenzen

Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenansprache und Konsistenz	w [%]	w _L [%]	I _p	I _c	DIN 18 196
3/Lehme	KRB 1/D5	0,9 - 1,9	Ton, schluffig, kiesig, sandig	19,03	54,77	37,55	0,95	TA
1 b/Auffüllungen bindig	KRB 2 a/D3	0,5 - 1,3	Schluff, tonig, kiesig, sandig	23,66	45,29	26,45	0,82	TM
2/Sande	KRB 2/D5	2,2 - 3,0	Sand	3,1	-	-	-	-



Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenansprache und Konsistenz	w [%]	w _L [%]	I _p	I _c	DIN 18 196
3/Lehme	KRB 5/D3	0,8 - 1,2	Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig	20,9	-	-	-	-
4/Verwitterungshorizont	KRB 8/D3	0,5 - 1,0	Kies, tonig, schwach sandig	10,5	-	-	-	-
1b/Auffüllungen bindig	KRB 10/D3	0,4 - 1,5	Ton, schluffig, schwach kiesig, schwach sandig	22,5	-	-	-	-
1 a/Auffüllungen, nichtbindig	KRB 12/D2	0,4 - 0,9	Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig	17,2	-	-	-	-
2/Sande	KRB 17/D3	0,35 - 1,0	Sand, schwach tonig	4,3	-	-	-	-

w: Wassergehalt
w_L: Fließgrenze
I_c: Konsistenzzahl
I_p: Plastizitätszahl

4.4.2 Korngrößenverteilung

Es wurden eine Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Nasssiebung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle für die jeweiligen Bodenschichten dargestellt.

**Tabelle 4: Korngrößenverteilung**

Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	DIN 18 196	Anteil < 0,063 mm	C _u	C _c	Körnungsverlauf
2/Sande	KRB 2/D5	2,2 - 3,0	SE	4,88	3,2	1,4	enggestuft

C_u: Ungleichförmigkeitszahl

C_c: Krümmungszahl

4.5 Hydrologische Verhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde kein Wasser angetroffen.

Hauptgrundwasserleiter ist das Festgestein des Homogenbereiches 5.

Nach der hydrogeologischen Karte liegt der Grundwasserstand zwischen 340 und 350 m ü. NHN.

Maßgebend für das Gefälle der Grundwasseroberfläche ist die Vorflut. Im vorliegenden Fall ist dies die nahegelegene Naab.

Bei den vorliegenden Böden kann sich Schichtenwasser oder Stauwasser, welches regional bzw. lokal begrenzt auf einer gering durchlässigen Schicht vorhanden ist, bilden. Dabei ist nicht auszuschließen, dass dieses nur zeitweise, z. B. nach stärkeren oder langanhaltenden Niederschlägen, vorhanden ist.

Dies bedeutet auch, dass sich im Untersuchungsgebiet auf gering durchlässigen Schichten zeitweise lokal begrenztes Schichtenwasser bilden kann, auch an bisher nicht erkundeten Stellen.



5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE

5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Auf Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen, der örtlichen Bodenansprachen und der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche kann die in der folgenden Tabelle dargestellte Klassifizierung der einzelnen Bodenschichten nach den geltenden Normen bzw. rein informativ nach der nicht mehr gültigen DIN 18 300 (2012) vorgenommen werden:

Tabelle 5: Bodenklassifizierung

Homogenbereich	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17
1a/Auffüllungen, nichtbindig	[GI/GW/SI/SW/GU*/GT*/SU*/ST*]	3, 4	F1 - F3
1b/Auffüllungen, bindig	[TL/TM/TA]	4	F3
2/Sande	SE/SU/ST/ST*	3 - 4	F1 - F3
3/Lehme	TA/TL/TM	4 - 5	F3
4/Verwitterungshorizont	BS/GI/GW/GU/GT/GU*/GT*	3 - 6	F1 - F2

Als wesentliches Ergebnis kann ein vereinfachtes Berechnungsmodell des Baugrundes ausgearbeitet werden. Die Vereinfachung bezieht sich dabei auf die geometrischen Annahmen über den Schichtenaufbau und -verlauf sowie auf die ähnlichen bodenmechanischen Baugrundeigenschaften.



Für das vorliegende Untersuchungsgrundstück ergibt sich folgendes Baugrundmodell im Bereich der geplanten Turnhalle:

Tabelle 6: Vereinfachtes Baugrundmodell für die Turnhalle

Homogenbereich	Unterhalb Kote [m ü. NHN]	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen
1 a/Auffüllungen, nichtbindig	359,3...359,1	mitteldicht	nicht geeignet
1 b/Auffüllungen, bindig	358,7	steif	nicht geeignet
2/Sande	358,9...357	mitteldicht	geeignet
3/Lehme	356,3...358,4	steif	bedingt geeignet
4/Verwitterungs- horizont	354,9...357,2	mitteldicht bis dicht	gut geeignet
5/Festgestein	352...357	fest	gut geeignet

Die in der Tabelle angegebenen Höhen der Schichtgrenzen weisen Spannen auf. Bei geotechnischen Nachweisen ist jeweils die ungünstigste Schichtung des Baugrundes zu berücksichtigen. Dabei kann sich je nach Art der zu führenden Standsicherheits-, Verformungs- oder sonstigen Berechnung ein unterschiedliches Berechnungsprofil ergeben.

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

In der nachfolgenden Tabelle sind geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte als charakteristische Werte für erdstatische Berechnungen zusammengefasst. Sie basieren auf Laboruntersuchungen, örtlichen Erfahrungen, den Angaben der DIN 1055 und DIN 1054 sowie den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB und den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2004).



Tabelle 7: Bodenmechanische Kennwerte

Homogenbereich	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Winkel d. inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Kohäsion, undrained c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_s Erstbelastung für Laststufe 100 bis 200 kN/m ² [MN/m ²]	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
1 a/Auffüllungen, nichtbindig	17,0 - 19,0	10,0 - 12,5	32,5 - 37,5	0	-	60 - 80	$1 \cdot 10^{-2}$ - $1 \cdot 10^{-6}$
1 b/Auffüllungen, bindig	18,5 - 19,5 ¹⁾	8,5 - 10,0 ¹⁾	22,5 - 25,0 ¹⁾	5 - 15 ¹⁾	30 - 50 ¹⁾	2 - 6 ¹⁾	$1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-10}$
2/Sande	17,0 - 19,0	9,0 - 11,0	30,0 - 35,0	0	-	25 - 65	$1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-6}$
3/Lehme	18,0 - 19,5 ¹⁾	8,5 - 10,5 ¹⁾	15 - 20 ¹⁾	5 - 15 ¹⁾	50 - 150 ¹⁾	4 - 8 ¹⁾	$1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-10}$
4/Verwitterungshorizont	19,0 - 21,0	11,5 - 13,5	32,5 - 37,5	0	-	50 - 100	$1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-7}$

1) konsistenzabhängig

Soweit möglich wurden als bodenmechanische Kennwerte vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes nach DIN 4020 angegeben. Soweit in der Tabelle für einzelne Kennwerte Spannen angegeben worden sind, kann im Regelfall mit den Mittelwerten gerechnet werden. Bei Nachweis des Grenzzustandes des Verlustes der Lagesicherheit, des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen sind jedoch die jeweils ungünstigsten Werte anzusetzen.



5.3 Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)

Homogenbereiche sind Abschnitte, welche für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

In diesem Sinne wurden im vorliegenden Bericht Homogenbereiche definiert und diese den erkundeten Bodenschichten zugeordnet. Abhängig von dem gewählten Bauverfahren kann es jedoch sinnvoll sein, dass mehrere Homogenbereiche für Ausschreibung und Baudurchführung zusammengefasst werden. Dies ist durch den verantwortlichen Planer vorzunehmen, gegebenenfalls in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik.

In der folgenden Tabelle sind die nach DIN 18 300 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse möglich ist.

Tabelle 8: Eigenschaften und Kennwerte von Böden

Homogenbereich	Korngrößenverteilung	Massenanteil [%]			Dichte ρ [Mg/m ³]	Scherfestigkeit undrännert c_u [kN/m ²]	Wassergehalt w [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [%]	Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Organischer Anteil V_{GI} [%]	Boden- gruppe nach DIN 18 196
		Steine > 63 mm	Blöcke > 200 mm	große Blöcke > 630 mm								
1 a/Auffüllungen, nichtbindig	_2)	$\leq 30^{3)}$	$\leq 5^{3)}$	$\leq 1^{3)}$	1,7 - 1,9 ³⁾	_1)	_2)	_1)	_1)	35 - 65 ³⁾	$\leq 6^{3)}$	[GI/GW/SI/ SW/ GU*/GT*/ SU*/ST*]
1 b/Auffüllungen, bindig	_2)	$\leq 10^{3)}$	$\leq 2^{3)}$	$\leq 1^{3)}$	1,8 - 1,9 ³⁾	30 - 50 ³⁾	18 - 28	20 - 30	80 - 90	_1)	$\leq 6^{3)}$	[TL/TM/ TA]
2/Sande	siehe Anlage 4	$\leq 20^{3)}$	$\leq 5^{3)}$	$\leq 2^{3)}$	1,6 - 2,0	_1)	_2)	_1)	_1)	35 - 85	≤ 6	SE/SU/ ST/ST*
3/Lehme	_2)	$\leq 30^{3)}$	$\leq 5^{3)}$	$\leq 2^{3)}$	1,8 - 2,0 ³⁾	50 - 350 ³⁾	15 - 25	30 - 50 ³⁾	80 - 120 ³⁾	_1)	$\leq 3^{3)}$	TA/TL/ TM
4/Verwitterungs- horizont	siehe Anlage 4	$\leq 50^{3)}$	$\leq 20^{3)}$	$\leq 10^{3)}$	1,8 - 2,2 ³⁾	_1)	3 - 10	_1)	_1)	65 - 100 ³⁾	$\leq 3^{3)}$	BS/GI/GW/ GU/GT/ GU*/GT*

1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich 2) Mit den vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen nicht ermittelt 3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten



5.4 Bewertung der Erdbebentätigkeit

Der Untersuchungsstandort liegt nach DIN EN 1998-1/NA in keiner Erdbebenzone bzw. in der Erdbebenzone 0 und damit in einem Gebiet sehr geringer Seismizität. In Fällen sehr geringer Seismizität müssen die Vorschriften der Reihe EN 1998 nicht berücksichtigt werden.

6 ALTLASTENUNTERSUCHUNG

6.1 Grenzwertbetrachtung

Die in Anlage 4 aufgelisteten Untersuchungsergebnisse unterliegen auch bei sorgfältigster Analyse einer gewissen Zufälligkeit bzw. sind nur unter gewissen Einschränkungen als absolut repräsentativ zu werten.

Auch bei sorgfältigster Analyse ist von einem geringfügigen Schwankungsbereich der Einzelergebnisse auszugehen. Die vorgenannte Relativierung der exakten Werte soll eine Überbewertung des Einzelwertes verhindern. Grundsätzlich sind die Werte jedoch im Hinblick auf ihre Größenordnung als tatsächliche Werte zu betrachten.

6.2 Bewertungsgrundlagen Schutzgüter

Nach Inkrafttreten des Bundesbodenschutzgesetzes und der dazugehörigen Bundesbodenschutzverordnung stellen die im Anhang der Bundesbodenschutzverordnung genannten Prüf- und Maßnahmenwerte die gesetzliche Grundlage für die Beurteilung von Bodenuntersuchungen dar. Dabei werden für die einzelnen Gefährdungspfade (Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser) Prüf- und Maßnahmenwerte definiert.

Liegt der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt.

Bezüglich der Beurteilung des Ausbreitungspfades Boden-Grundwasser wird in der Bodenschutzverordnung die Bewertung auf der Grundlage von Sickerwasserproben bzw. Eluaten vorgesehen.



Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse wird deshalb das LfW Merkblatt 3.8/1 vom 30.10.2001 des Bay. Landesamtes für Wasserwirtschaft herangezogen. Dieses Merkblatt hat den Titel „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer“.

Das Merkblatt gibt Hinweise für die Untersuchung und Bewertung des Wirkungspfades Boden-Gewässer bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen nach dem bundeseinheitlichen Bodenschutzrecht sowie für die Untersuchung und Bewertung von Gewässerverunreinigungen nach landesspezifischem Wasserrecht.

Damit werden in fachlicher Hinsicht die Vorgaben des Bundesbodenschutzgesetzes, der Bundesbodenschutzverordnung, des Bayerischen Bodenschutzgesetzes und der Bayerischen Bodenschutzverwaltungsverordnung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer sowie die Regelungen des BayWG für Gewässerverunreinigungen konkretisiert.

Für die Bewertung analytisch-chemischer Befunde von Bodenuntersuchungen bildet ein zweistufiges Wertesystem die Grundlage. Die Hilfwerte für Boden dienen zur Immissionsabschätzung und damit zur Sickerwasserprognose. Sie werden als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung herangezogen. Bei einigen anorganischen Stoffen haben die Hilfwerte 2 vor allem eine analysensteuernde Funktion für die weitergehenden Untersuchungen. Anders als bei den Prüf- und Stufenwerten kann die Überschreitung von Hilfwerten keine unmittelbare Grundlage für die Anordnung von Untersuchungen oder (Sanierungs-)Maßnahmen sein.

Die Beurteilung und Bewertung von Altlasten und schädlichen Bodenverunreinigungen erfolgt über die Sickerwasserprognose, wobei in der BBodSchV Prüfwerte angegeben sind.

Hierbei wird zwischen dem Entstehungsort der Verunreinigung (Ort der Probenahme) und dem Eintrittsort in die gesättigte Bodenwasserzone (Ort der Beurteilung) unterschieden, wie die nachfolgende Abbildung aus dem LfW-Merkblatt 3.8/1 verdeutlicht.

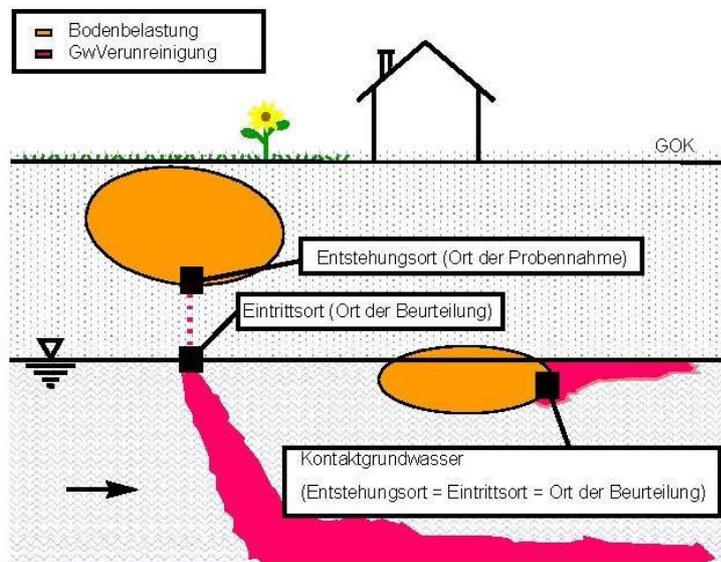


Abbildung 2: Ort der Probenahme und Ort der Beurteilung

In der Sickerwasserprognose ist gutachterlich zu bewerten, ob am Übergang von der gesättigten zur ungesättigten Bodenwasserzone (Ort der Beurteilung) eine Überschreitung der Prüfwerte gemäß Bundesbodenschutzverordnung zu erwarten ist.

Die Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung besteht grundsätzlich nicht, wenn die untersuchten Gesamtstoffgehalte in repräsentativen Proben unter den Hilfwerten 1 liegen.

Werden bei Gesamtstoffgehalten im belasteten Boden Konzentrationen über dem Hilfwert 1 nachgewiesen, so kann bei den lipophilen organisch-chemischen Stoffgruppen (MKW, PCB, etc.) von einer Prüfwertüberschreitung im Sickerwasser am Ort der Probenahme ausgegangen werden.

Erfolgt die Sickerwasserprognose auf der Grundlage von Materialuntersuchungen, so ist bei Prüfwertüberschreitungen am Ort der Probenahme stets eine Transportprognose durchzuführen. Die Transportprognose umfasst eine stark vereinfachte Abschätzung der Rückhaltungswirkung der ungesättigten Zone sowie der mikrobiologischen Abbauprozesse.

Maßgeblich bei dieser Abschätzung ist die Mächtigkeit der unbelasteten Grundwasserüberdeckung, Durchlässigkeitsbeiwert und Bodenart, Grundwasserneubildung bzw. -versiegelung, mikrobiologische Abbauprozesse sowie gegebenenfalls weitere Einflussfaktoren.



6.3 Bewertungsgrundlagen Entsorgung

6.3.1 Allgemeines zur Entsorgung von Abfällen

Die Entsorgung von Abfällen wird durch zahlreiche Gesetze, Verordnungen und Satzungen auf Bundesebene, Länderebene und Kommunalebene geregelt.

Mit dem Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zur Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.02.2012 ist in § 1 festgeschrieben, dass der Zweck des Gesetzes ist, die Kreislaufwirtschaft: zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu fördern und den Schutz von Menschen und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen sicherzustellen.

Die Abfallhierarchie dieses Gesetzes lautet gemäß § 6:

(1) Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung stehen in folgender Rangfolge:

1. Vermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
3. Recycling (*RC-Leitfaden & LAGA M20; ab 01.08.2023: Ersatzbaustoffverordnung*),
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung (*ab 01.08.2023 novellierte Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen zu den Eckpunkten*),
5. Beseitigung *Deponieverordnung*,

(die in Bayern anzuwendenden untergesetzlichen Regelwerke für jede Hierarchieebene sind in Klammern aufgeführt und kursiv gesetzt).



- (2) Ausgehend von der Rangfolge nach Absatz 1 soll nach Maßgabe der §§ 7 und 8 diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt nach Satz 1 ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen
1. die zu erwartenden Emissionen,
 2. das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen,
 3. die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie
 4. die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen.

Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.

In § 9 wird das Getrennhalten von Abfällen zur Verwertung und ein Vermischungsverbot festgelegt. Dabei ist es in der Regel erforderlich, die Abfälle getrennt zu halten und zu behandeln.

6.3.2 Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV)

Der Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen (MEB, u.a. Bodenmaterial und Baggergut) in technischen Bauwerken wird ab dem 01.08.2023 bundesweit durch die in Artikel 1 der Mantelverordnung (MantelV) veröffentlichten Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) geregelt.

Demnach ist anfallendes Material fachgerecht durch hierfür zugelassene Stellen zu beproben und die Schadlosigkeit einer Verwertung anhand von Deklarationsanalysen auf die Parameter gemäß Anlage 1 der ErsatzbaustoffV zu prüfen. Darauf aufbauend sind MEB in Materialklassen einzustufen und mögliche Einbauweisen gemäß Anlage 2 der ErsatzbaustoffV festzulegen.



6.3.3 Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung (BBodSchV) und Verfüll-Leitfaden (Eckpunktepapier Bay LfU)

Eine Verwertung von anfallendem Material gemäß Hierarchieebene 4 nach § 6 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) wird ab dem 01.08.2023 durch die novellierte Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) gemäß Artikel 2 MantelV geregelt. Gemäß der in § 8 Absatz 8 der BBodSchV ergänzten Länderöffnungsklausel sind zudem ggfs. länderspezifische untergesetzliche Regelungen für eine Verfüllung zu berücksichtigen, sofern nachgewiesen wird, dass eine Verwertung ordnungsgemäß und schadlos erfolgt.

Bei Gruben in Bayern, deren Genehmigungsbescheid vor dem 16.07.2021 erlassen wurde, sind die Anforderungen der novellierten BBodSchV erst ab dem 01.08.2031 einzuhalten. Grundlage der Bewertung ist bis dahin der evaluierte Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen, der in der Fortschreibung vom 15.07.2021 am 01.09.2021 vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz eingeführt wurde.

Dieser Leitfaden regelt die Rahmenbedingungen in Bayern für die sonstige Verwertung durch Verfüllung gemäß Hierarchieebene 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.

In Abhängigkeit der Standortempfindlichkeit werden verschiedene Kategorien festgelegt, bei denen Zuordnungswerte angegeben werden.

Zuordnungswerte sind zulässige Stoffkonzentrationen im Eluat bzw. zulässige Stoffgehalte im Feststoff, die für den Einbau eines Abfalls festgelegt sind, damit dieser unter den für die jeweilige Kategorie vorgegebenen Anforderungen eingebaut/verwertet werden kann.

Die Zuordnungswerte und die zu untersuchenden Parameter sind in der tabellarischen Einstufung in der Anlage 5 aufgeführt.

Maßgeblich für die Einstufung je Laborprobe ist der jeweils höchste Zuordnungswert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt für die Parameter Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom gesamt und Quecksilber höhere Werte angegeben sind, die in der Tabelle in dem jeweiligen Feld an zweiter Stelle hinter dem Schrägstrich stehen.



6.3.4 Deponieverordnung

Eine Beseitigung auf einer Deponie kommt als letzte Hierarchieebene zur Anwendung.

Bei Überschreitungen der Materialwerte gemäß ErsatzbaustoffV oder der BBodSchV bzw. dem „Eckpunktepapier“ ist eine Entsorgung auf diesem Wege nicht möglich. Es wird zur Einstufung des Materials die Deponieverordnung (2009) bzw. ab dem 01.08.2023 zusätzlich die Änderung der Deponieverordnung gemäß Artikel 3 MantelV herangezogen. Weiterhin gelten in Bayern zusätzlich die ergänzenden Richtwerte für Deponie der Deponieklasse I und II gemäß Bayerischem Landesamt für Umwelt (2009). Die jeweiligen Zuordnungswerte fallweise sind der Einstufungstabelle in der Anlage zu entnehmen.

6.4 Interpretation der Untersuchungsergebnisse

6.4.1 Einstufung der Untersuchungsergebnisse

Die tabellarischen Einstufungen der Analyseergebnisse liegen diesem Bericht in Anlage 4 bei.

6.4.2 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Im Rahmen der durchgeführten Erkundung wurden bindige und nicht bindige anthropogene Auffüllungen mit mineralischen Fremdbestandteilen in Form von Bauschuttresten angetroffen. Es wurden ausgewählte Materialstichproben der Auffüllungen auf Altlasten und abfallrechtlich relevante Parameter untersucht.

Mit Blick auf vorliegenden Laborergebnisse wurden verbreitet Schwermetallgehalte im Feststoff bis zu den Einbauklassen Z 1.1 gemäß LAGA M20 und Verfüll-Leitfaden festgestellt. Punktuell wurden in der Probe „KRB 6/D2“ ein Kupfergehalt im Feststoff in der Größenordnung der Einbauklasse Z 1.2 gemäß Verfüll-Leitfaden und ein Kohlenwasserstoffgehalt im Bereich der Einbauklasse Z 1.1 gemäß Verfüll-Leitfaden festgestellt.

Die ermittelten Schwermetallgehalte im Feststoff der Proben „KRB 3/D3“ und „KRB 5/D2“ sind der Einbauklasse BM-0* gemäß ErsatzbaustoffV zuzuordnen. Für die Probe „KRB 7/D1“ werden die Materialwerte BM-0 eingehalten, es handelt sich jedoch nicht um Bodenmaterial sondern den Belag der Tennisplätze. Punktuell wurde im Bereich der Probe „KRB 6/D2“ ein Kupfergehalt in der Größenordnung der Materialklasse BM-F3 festgestellt.



Die ermittelten Schwermetallgehalte im Feststoff überschreiten in zwei der vier untersuchten Laborproben teilweise die entsprechenden Hilfswerte HW 1 gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1. Zudem wird bei der Probe „KRB 6/D2“ der Hilfswert HW 1 für Kohlenwasserstoffe überschritten. Für die verbleibenden Parameter werden die Hilfswerte HW 1 durchwegs eingehalten.

Die Schwermetalle sind dabei im Rahmen der angelegten Nachweisgrenze nicht eluierbar (auswaschbar), weshalb eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser durch Schwermetalle im Untersuchungsbereich derzeit nicht zu besorgen ist.

Die Stufe-1-Werte werden für alle untersuchten Parameter der Laborproben eingehalten.

Aufgrund der bindigen Lehme im Liegenden der erkundeten Auffüllungen ist im Untersuchungsbereich eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser durch Kohlenwasserstoffe derzeit nicht zu besorgen.

Die Prüfwerte für Kinderspielflächen gemäß Anhang 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden für alle untersuchten Parameter eingehalten, weshalb auf Grundlage der vorliegenden Laborergebnisse eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch nicht zu besorgen ist.

Im Falle von Aushubarbeiten ist Bodenmaterial nach Hauptbodenarten und der organoleptischen Beschaffenheit bzw. auf Basis der vorliegenden Ergebnisse zu separieren und in Haufwerken gleichartiger Zusammensetzung aufzuhalden. Unauffälliges Aushubmaterial ohne umweltrelevante Schadstoffgehalte kann, vorbehaltlich der bautechnischen Eignung, vor Ort an identischer Stelle und Tiefenlage wiederverwendet werden.

Überschüssiges oder für eine Wiederverwendung ungeeignetes Material, das andernorts entsorgt werden soll, ist i. d. R. einer Deklarationsuntersuchung inkl. fachgerechter Probenahme gemäß LAGA PN 98 zu unterziehen. Aufbauend auf den Ergebnissen können mögliche Entsorgungswege festgelegt werden.

Aufgrund der punktförmigen Erkundung kann nicht ausgeschlossen werden, dass in nicht erkundeten Teilbereichen auch höhere Belastungen angetroffen werden. Es wird empfohlen, dies für die weitere Planung und Ausschreibung der Maßnahme zu berücksichtigen.



7 FOLGERUNGEN FÜR DEN NEUBAU DER TENNISPLÄTZE

7.1 Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Neubebauung auf dem Gelände sind neben dem Neubau einer Turnhalle auch sechs Tennisplätze geplant. Diese werden im östlichen Bereich des Geländes errichtet. Für den Bau eines Tennisplatzes sind die Hinweise der DIN 18035-1 (2017-09) „Sportplätze Teil 1: Freianlagen für Spiele und Leichtathletik- Planung und Maße“ bzw. die DIN 18035-5 (2021-3); „Sportplätze- Teil 5- Tennenflächen“ zu beachten.

Mit den erkundeten Gegebenheiten des Baugrundes liegen durchschnittliche Baugrundverhältnisse vor. Die in Kapitel 2.1 vorgenommene vorläufige Einstufung in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 und DIN 1054 kann damit hinsichtlich der Baugrundverhältnisse bestätigt werden.

Im Bereich der geplanten Tennisplätze wurden die Aufschlüsse KRB 8 bis KRB 17 durchgeführt. Dabei wurden bei den Aufschlüssen KRB 8 bis KRB 12 nichtbindige Auffüllungen bis in 0,4 m unter Gelände aufgeschossen. Darunter folgen meist bindige Auffüllungen oder Lehme. Bei den übrigen Aufschlüssen wurden unter dem Oberboden Lehme und teilweise auch bereits der Verwitterungshorizont angetroffen.

7.2 Anforderungen an die Tragfähigkeit

Sportplätze als Tennenflächen sind nach DIN 18035, Teil 5 zu planen. Die Oberflächenbefestigung ist entsprechend den Vorgaben dieser Norm mehrschichtig aufzubauen. Eine Tennenfläche besteht demnach von oben nach unten aus Tennenbelag, dynamischer Schicht, gegebenenfalls Tragschicht und gegebenenfalls Filterschicht. Diese Schichten bilden in ihrer Gesamtheit den Oberbau.

Unterhalb des Oberbaus befindet sich der natürlich anstehende Boden (Untergrund) bzw. künstlich eingebrachte Aufschüttung (Unterbau). Die Oberkante des Untergrunds/des Unterbaus stellt das Erdplanum dar. An das Erdplanum werden definierte Anforderungen gestellt. Bei den vorliegenden grobkörnigen Böden sind entsprechend dieser Norm folgende Anforderungen bis in eine Tiefe von 30 cm unter dem Erdplanum zu stellen:

Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 0,95 \%$

Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$



Verhältnisswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$

Bei den vorliegenden Böden können die Anforderungen bei günstigen Witterungsbedingungen erreicht werden. Werden diese Anforderungen in Teilbereichen nicht erreicht, ist ein Bodenaustausch mit einer Dicke von $\geq 0,3$ m vorzusehen.

7.3 Anforderungen an die Sickerfähigkeit

Nach den Angaben der DIN 18035, Teil 5 ist an den Baugrund und das Erdplanum folgende Anforderung hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit zu stellen:

Wasserdurchlässigkeit $k \geq 2 \cdot 10^{-5}$ m/s

Die angetroffenen Böden erfüllen die Anforderungen an eine ausreichende Durchlässigkeit nicht.

Es ist deshalb eine Entwässerung nach DIN 18 035-3 vorzusehen.

8 FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG DER TURNHALLE

8.1 Rahmenbedingungen

Die Turnhalle wird zukünftig Abmessungen von etwa 26,22 x 24,48 m besitzen. Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen.

Weitere Angaben liegen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

Mit den erkundeten Gegebenheiten des Baugrundes liegen durchschnittliche Baugrundverhältnisse vor. Die in Kapitel 2.1 vorgenommene vorläufige Einstufung in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 und DIN 1054 kann damit hinsichtlich der Baugrundverhältnisse bestätigt werden.



Wird der Neubau über eine tragende Bodenplatte und einer Einbindetiefe von etwa 0,3 m ausgeführt, so stehen in der Baugrubensohle die Böden der Homogenbereiche 1 a und 1 b (Auffüllungen nichtbindig und bindig) an. Diese Böden sind aufgrund ihrer anthropogenen Bestandteile sowie ihrer unterschiedlichen Zusammendrückbarkeit nicht für eine Gründung geeignet. Hierbei ist eine Ausgleichsschicht mit gut verdichtbarem nichtbindigen Material vorzusehen.

Wird der Neubau über Einzel- und Streifenfundamente in einer frostsicheren Einbindetiefe von 1,2 m ausgeführt, so stehen in der Baugrubensohle z. T. die Böden des Homogenbereiches 1 b (Auffüllungen bindig) und z. T. Böden des Homogenbereiches 2 (Sande) und 3 (Lehme) an. Eine Gründung in den Auffüllungen wird zu größeren Setzungen führen, sodass bei diesen Untergrundverhältnissen mit unterschiedlichen Setzungen gerechnet werden muss.

8.2 Gründungsempfehlungen

Es wird empfohlen, die tragende Bodenplatte auf einem Teilbodenaustausch (Gründungspolster) zu gründen.

Bei einer Gründung über Einzel- und Streifenfundamente ist eine Gründung auf den gut tragfähigen Böden der Homogenbereiche 2 und 3 vorzunehmen. Wenn diese noch nicht in der Gründungssohle anstehen, ist eine Tieferführung mit Magerbeton vorzusehen. Für diese Gründungsvorschläge werden in den folgenden Kapiteln die notwendigen Hinweise und Empfehlungen erarbeitet.

Eine Gründung auf den Böden des Homogenbereiches 1 b wird nicht empfohlen, da hierbei im überwiegenden Lastabtragungsbereich der Fundamente weiche Konsistenzen und damit geringe Scherfestigkeiten und hohe Zusammendrückbarkeiten vorherrschen. Es wären bei wirtschaftlichen Fundamentabmessungen dementsprechend große Setzungen von über 4 cm zu erwarten und die Grundbruchsicherheit könnte nicht gewährleistet werden.

8.3 Ersatz mit Magerbeton

Die gering tragfähigen Böden zwischen der planmäßigen Gründungssohle der Fundamente und der Oberkante gut tragfähiger Böden können durch Magerbeton ersetzt werden. Da voraussichtlich nur geringe Austauschmassen anfallen, kann dies eine wirtschaftliche Gründungsvariante darstellen.



Bei der Ausführung kann der zusätzlich erforderlich werdende Aushub mit senkrechter Wandung hergestellt werden, da die anstehenden Böden voraussichtlich kurzzeitig standfest sind. Voraussetzung hierfür ist, dass unmittelbar nach erfolgtem Aushub der Magerbeton eingebracht wird. Es kann hierzu Beton der Festigkeitsklasse C8/10 verwendet werden, welcher unbewehrt eingebaut wird. Es sollte dabei ein seitlicher Überstand über die planmäßigen Fundamentabmessungen von etwa 10 cm berücksichtigt werden.

8.4 Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten

Die Nachweise für die Grenzzustände Grundbruch und Gleiten sowie der Gebrauchstauglichkeit (Nachweis der Setzungen) dürfen nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 durch die Verwendung von Erfahrungswerten ersetzt werden, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Mit den anstehenden Sanden und Lehmen liegen die Voraussetzungen hinsichtlich der ausreichenden Festigkeit vor.

Ausreichende Sicherheiten gegen Grundbruch und bauwerksverträgliche Setzungen dürfen als nachgewiesen angesehen werden, wenn die Bedingung $\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$ erfüllt ist.

Dabei ist $\sigma_{E,d}$ der Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung, $\sigma_{R,d}$ der Bemessungswert des Sohlwiderstands.

Der Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung ergibt sich aus der ungünstigsten Einwirkungskombination. Nach DIN 1054 kann der Bemessungswert über die charakteristischen Vertikalbeanspruchungen multipliziert mit den Teilsicherheitsbeiwerten für das Nachweisverfahren 2 (Geo-2) oder aus dem Bemessungswert der Vertikalbeanspruchung ermittelt werden.

Bei ausmittiger Lage der Sohldrucksresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die Resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht. Als maßgebende Sohldruckbeanspruchung ist in diesem Fall die Spannung anzusetzen, die sich aus der Division der Vertikalbeanspruchung durch die reduzierte Sohlfläche A' ergibt.

Der maßgebende Bemessungswert des Sohlwiderstandes darf für Streifenfundamente in Abhängigkeit von der tatsächlichen Fundamentbreite b bzw. von der reduzierten Fundamentbreite b' der folgenden Tabelle entnommen werden.



Bei Fundamentbreiten zwischen 2,0 und 5,0 m müssen die Werte der Tabelle um 10 % je Meter zusätzlicher Fundamentbreite vermindert werden. Bei größeren Fundamentbreiten müssen die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden.

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis unter 2 und bei Kreisfundamenten dürfen die Werte der Tabelle um 20 % erhöht werden.

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die Bedingungen hinsichtlich der zulässigen Ausmittigkeit der Sohldruckresultierenden für charakteristische Beanspruchungen sind einzuhalten und der Nachweis gegen Gleichgewichtsverlust durch Kippen ist zu führen.

Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungskörpers größer als 2,0 m, so darf der Bemessungswert des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung für die Mehrtiefe ergibt.

8.5 Plattengründung auf Teilbodenaustausch

Bei dieser Gründungsvariante werden die nicht tragfähigen Auffüllungen und weichen Lehme unterhalb der Bodenplatte entfernt und durch gut verdichtbares, nichtbindiges Material ersetzt. Es eignet sich hierzu z. B. ein Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand oder Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten. Dieses Material ist auf einem wasserdurchlässigen geotextilen Vlies lagenweise einzubauen und zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ nachzuweisen ist. Darüber hinaus ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° gegen die Horizontale bei rundkörnigem Material bzw. von 60° gegen die Horizontale bei gebrochenem Material zu beachten.

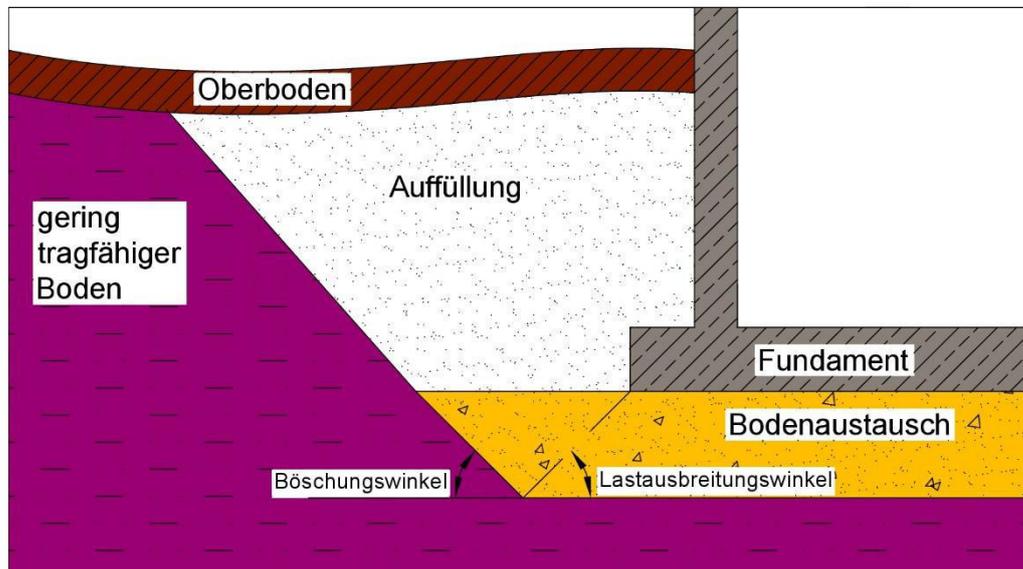


Abbildung 4: Bodenaustausch

Das Bodenaustauschmaterial besitzt gegenüber den anstehenden Böden eine höhere Durchlässigkeit. Es ist deshalb ein Wasserzutritt wahrscheinlich. Bautechnisch ist dafür zu sorgen, dass Bodenwasser nicht längere Zeit innerhalb der Bodenaustauschschicht verbleibt. Dies kann durch die Anlage eines Gefälles oder den Einbau einer Dränleitung realisiert werden.

Mit einer Platten Gründung kann im Vergleich zu Einzel- und Streifenfundamenten ein gleichmäßigeres Setzungsverhalten erreicht werden, da die Steifigkeit der Gründungsplatte Verformungsunterschiede auszugleichen vermag. Dadurch können stark unterschiedliche Lasten setzungsverträglich abgetragen werden und prinzipiell auch größere Gesamtsetzungen akzeptiert werden als bei einer Gründung auf voneinander unabhängigen Fundamentkörpern. Vorteile ergeben sich auch, wenn das Untergeschoss teilweise in das Grundwasser einbindet und eine wasserdichte Wanne ausgebildet werden soll.

Die Angabe eines Bemessungswertes des Sohlwiderstands nach Regelfällen ist bei einer Platten Gründung nicht möglich. Es sind nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zu führen. Bei den Nachweisen der Tragfähigkeit sind im Wesentlichen der Grundbruchwiderstand, der Gleitwiderstand und die Sicherheit gegen Kippen nachzuweisen sowie die Bedingungen hinsichtlich der zulässigen Ausmittigkeit der Sohldruckresultierenden einzuhalten. Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind Setzungs- und Verformungsberechnungen durchzuführen, welche auch die Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk berücksichtigen.



Die Dicke der Gründungsplatte und der erforderliche Bewehrungsgehalt ergibt sich aus der Biegebemessung. Die Ermittlung der Biegemomente kann nach dem Bettungs- oder dem Steifemodulverfahren erfolgen.

Für das Steifemodulverfahren können direkt die in Tabelle 7 angegebenen Werte für den Steifemodul der relevanten Bodenschichten verwendet werden.

Der Bettungsmodul ist kein Bodenkennwert, sondern eine Kenngröße für die Setzung der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast. Somit hat der Bettungsmodul in der gesamten Gründungssohle verschieden große Werte, da in der Regel Sohlspannungen und Setzungen nicht gleichmäßig verteilt sind.

Es ist jedoch meistens ausreichend genau, einen konstanten Bettungsmodul k_s über die gesamte Gründungsfläche anzusetzen. Dieser wird vorliegend mit Hilfe einer überschlägigen Setzungsberechnung wie folgt ermittelt.

1. Die Sohlspannungen werden über die Gründungsfläche gemittelt und als mittlere Sohlspannung σ_m auf die gesamte Gründungsfläche verteilt.
2. Die Setzungen s werden im kennzeichnenden Punkt berechnet.
3. Der Bettungsmodul k_s wird mit $k_s = \sigma_m/s$ ermittelt.

Da keine genauen Angaben vorliegen, werden die setzungserzeugenden Lasten vorläufig abgeschätzt. Bei der geplanten Geschosshöhe wird eine mittlere Sohlspannung von rund 20 kN/m² für die Gründungsplatte angenommen. Die Gründungstiefe wird mit 0,3 m unter Geländeoberkante angenommen. Es wird die ungünstigste Bodenschichtung angesetzt.

Die Setzungsberechnung nach DIN 4019 erfolgte mit dem Programm GGU-FOOTING der GGU-Software GmbH. Das Berechnungsergebnis ist in der Anlage 6 enthalten. Es ergibt sich mit einer Ausgleichsschicht von 1,0 m ein Setzungsbetrag von 0,8 cm, woraus folgender Bettungsmodul abgeleitet werden kann:

$$k_s = 2,5 \text{ MN/m}^3$$

Sollten die tatsächlichen Lasten erheblich von der oben genannten Annahme abweichen, so ist die Setzungsberechnung und die Ermittlung des Bettungsmodul anzupassen.

Neben dem klassischen Bettungsmodulverfahren kann auch ein modifiziertes Verfahren mit feldweise unterschiedlichen Bettungsmoduln angewendet werden, wodurch eine verbesserte Modellbildung simuliert werden kann. Es werden zum Plattenrand hin anwachsende Werte angesetzt, womit das Mittragen des Baugrunds außerhalb der Gründung simuliert werden soll. Es kann beispielsweise die Verteilungsvorschrift von Dörken und Dehne angewendet werden, welche in Abbildung 3 dargestellt ist. Diese lässt den Ansatz eines doppelt so großen Wertes für den Bettungsmodul am Plattenrand zu.

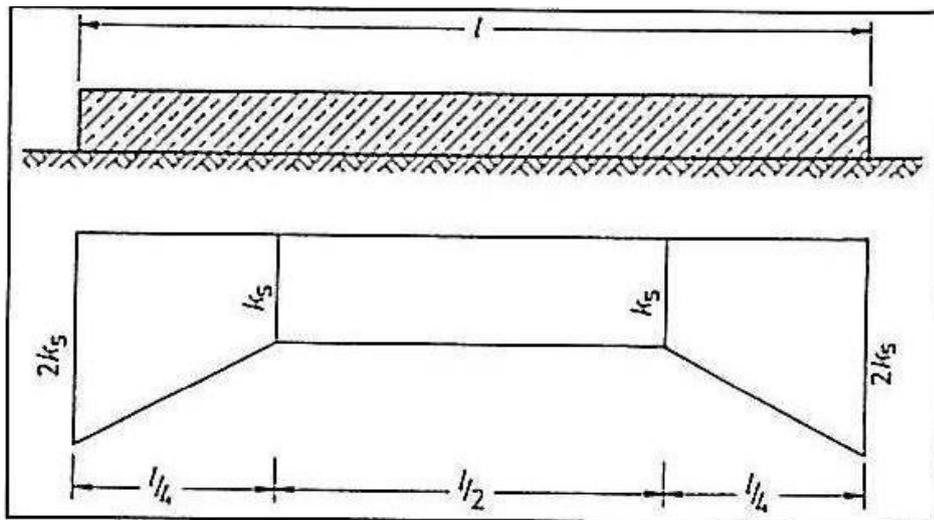


Abbildung 5: Berechnungsvorschlag für einen veränderlichen Bettungsmodul

Rechnerische Sicherheit gegenüber Grundbruch ist bei der Gründung über eine Bodenplatte gewährleistet.

9 FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUBE

9.1 Allgemeines

Beim Aushub der Baugrube ist mit Böden aller Homogenbereiche zu rechnen. Es sind kontaminierte Böden der Zuordnungsklasse Z 1.1, bzw. Z 1.2 gemäß Verfüll-Leitfaden zu erwarten, welche gesondert zu entsorgen sind.



9.2 Baugrubenböschungen

Baugruben und Gräben dürfen erst betrieben werden, wenn die Standsicherheit der Wände gemäß den Anforderungen der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ eingehalten wird. Fundamentgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht geböscht werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1 : 2 bei bindigen Böden und 1 : 10 bei nichtbindigen Böden geneigt ist.

Bei größeren Aushubtiefen sind geböschte Baugrubenwände mit einem Neigungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ gegen die Horizontale in den Böden des Homogenbereiches 1 a, 1 b, 2 und 3 herzustellen.

Dies gilt für Böschungen oberhalb des Grundwasserspiegels bzw. nach dem Absenken des Grundwasserspiegels bis mindestens 0,5 m unter Baugrubensohle.

Dabei wird vorausgesetzt, dass Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht sowie Fahrzeuge, welche die nach § 34, Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten einen Abstand von mindestens 1,0 m zur Böschungskante einhalten. Bei Baugeräten mit mehr als 12 bis 40 t Gesamtgewicht sowie Fahrzeugen, welche die oben genannten zulässigen Achslasten überschreiten, ist ein Abstand von mindestens 2 m zur Böschungskante sicherzustellen.

Ist damit zu rechnen, dass während der Bauzeit die Standsicherheit durch Wasser, Trockenheit oder Frost gefährdet wird, so sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen wie Auflegen von Folien oder Dämmmatten vorzusehen.

Ein rechnerischer Nachweis geböschter Baugrubenwände ist bei Böschungshöhen von mehr als 5 m zu führen. Dies gilt auch, wenn das Gelände neben der Böschungskante stärker als 1 : 10 ansteigt, größere Stapellasten vorliegen oder schwere Baufahrzeuge den erforderlichen Mindestabstand gem. DIN 4124 nicht einhalten. Ein rechnerischer Nachweis ist darüber hinaus erforderlich, wenn der oben angegebene Böschungswinkel überschritten werden soll.

Darüber hinaus sind die Sicherheitsbestimmungen der DIN 4124 bezüglich Ausbildung der Arbeitsraumbreiten zu beachten.



9.3 Wasserhaltung

Eine Wasserhaltung hat im vorliegenden Fall eine gezielte Ableitung von Oberflächenwasser und ggf. zutretendem Schichtwasser zu gewährleisten. Bei den erkundeten Böden kann dies in einer offenen Wasserhaltung erfolgen. Dabei wird das in der Baugrube anfallende Wasser in Gräben gesammelt und Pumpensümpfen zugeführt. Von dort wird das Wasser ständig oder zeitweise abgepumpt.

Die Gräben sollten als Sicker- oder Drängräben ausgebildet werden, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass die anstehenden Böden für die Ausbildung von offenen Gräben ausreichend standfest sind. Als Sickergräben werden mit Filtermaterial (Sand oder Kies) gefüllte Gräben bezeichnet. Drängräben sind bei großem Wasseranfall einzusetzen, indem in den Filterkörper zusätzlich Dränrohre eingebettet werden.

Pumpensümpfe sind Vertiefungen, die während der Aushubphase mit einem Bagger an der tiefsten Stelle der Baugrube ausgehoben werden. In diese Vertiefungen werden z. B. Brunnenringe, gelochte Betonrohre oder ähnliches eingestellt. Um diesen Pumpensumpf herum wird Filtermaterial eingebaut. Das im Pumpensumpf gesammelte Wasser wird mit Tauch- oder Vakuumpumpen abgepumpt. Die Sohle des Pumpensumpfes muss so tief liegen, dass die Aushubsohle an jeder Stelle wasserfrei ist.

10 ABDICHTUNG

Bei den vorliegenden Böden ist auch bei Bodenplatten ohne Unterkellerung der Lastfall aufstauendes Sickerwasser nicht auszuschließen. Dies ist abhängig von der konstruktiven Lage der Abdichtungsebene.

Nur wenn die Abdichtungsebene und damit die Unterkante der Bodenplatte über dem umgebenden Gelände zu liegen kommt, ist die Einwirkung auf Bodenfeuchte beschränkt und es kann die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E nach DIN 18 533-1 zugeordnet werden. Dabei muss gewährleistet werden, dass das angrenzende Gelände ein Gefälle vom Gebäude weg aufweist und anfallendes Oberflächenwasser in geeigneter Weise abgeleitet wird. Voraussetzung hierfür ist im Weiteren, dass unter der Bodenplatte eine kapillarbrechende Schicht, z. B. Kies 8/16 mm in einer Dicke von mindestens 15 cm vorgesehen wird. Alternativ erfüllt auch Frostschutzkies mit einer Schichtdicke von mindestens 40 cm die gleiche Funktion.

Unterhalb der kapillarbrechenden Schicht empfiehlt sich der Einbau eines geotextilen Vlieses. Zwischen kapillarbrechender Schicht und Sauberkeitsschicht der Bodenplatte ist eine Kunststoffolie als Trennlage vorzusehen.



Mögliche Abdichtungsbauarten für die vorliegende Wassereinwirkungsklasse sind in Tabelle 4 der DIN 18 533-1 aufgelistet.

Wenn die Abdichtungsebene und damit die Unterkante der Bodenplatte unter dem umgebenden Gelände zu liegen kommt, ist eine auf Dauer funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 auszuführen. Dies erfordert filterfeste Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen, funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut.

Wird keine Dränanlage ausgeführt, so ist davon auszugehen, dass Stauwasser bis über die Abdichtungsebene ansteigt. Es muss dann die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E zugeordnet werden.

Mögliche Abdichtungsbauarten für die bei Verzicht auf eine Dränanlage zuzuordnende Wassereinwirkungsklasse sind in Tabelle 5 bzw. Tabelle 6 der DIN 18 533 aufgelistet. Alternativ sind die erdberührten Bauteile als sogenannte Weiße Wanne nach der Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb für die Beanspruchungsklasse 1 herzustellen.

Am Wandsockel wirken Spritz- und Sickerwasser auf die Sockeloberflächen, Bodenplatten und Fundamente ein. In und unter Wänden kann Wasser kapillar aufsteigen. Bei zweischaligem Mauerwerk kann darüber hinaus ab rinnendes Niederschlagswasser in den Schalenzwischenraum sickern.

Es ist deshalb am Wandsockel im Bereich von etwa 20 cm unter Geländeoberkante bis ca. 30 cm über Geländeoberkante die Wassereinwirkungsklasse W4-E nach DIN 18 533-1 zuzuordnen.

Mögliche Abdichtungsbauarten für diese Wassereinwirkungsklasse sind in Tabelle 8 der DIN 18 533-1 aufgelistet.



11 HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

11.1 Baustraßen

Das Gelände ist insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen mit Baufahrzeugen nicht befahrbar, weshalb geeignete Baustraßen erforderlich werden. Baustraßen sollten wegen der leicht aufweichenden oberflächennahen Schichten unter Verwendung eines Geotextils hergestellt werden. Es empfiehlt sich eine Schotterauflage auf einem geeigneten Vlies.

11.2 Frostsicherheit

Für alle Bauteile ist eine frostsichere Mindesteinbindetiefe von 1,2 m unter der endgültigen Geländeoberkante vorzusehen. Beim Bauen in kalter Jahreszeit sind gesonderte Schutzmaßnahmen gegen das Eindringen von Frost in den Untergrund und gegen ein Aufweichen der oberflächennahen Schichten zu ergreifen.

11.3 Beweissicherung

Aufgrund der Bautätigkeiten, die unvermeidlich Erschütterungen durch Baustellenverkehr, Rammarbeiten oder Verdichtungsarbeiten mit sich bringen, sind Einflüsse auf die Nachbarbebauung nicht auszuschließen. Daher wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes von benachbarten Bauwerken und Straßen empfohlen.

Das Schadensrisiko für Gebäude durch Erschütterungseinwirkungen sollte durch Erschütterungsmessungen und eine Bewertung nach DIN 4150 minimiert werden. Somit kann eine Überwachung und Optimierung der Erschütterungsintensität vor Ort erfolgen sowie der Nachweis erbracht werden, dass die gemäß DIN 4150 Teil 3 geforderten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Da es sich vorliegend um erdbautechnische Maßnahmen handelt, sollten das Beweissicherungsverfahren sowie die Erschütterungsmessung von einem Baugrundsachverständigen durchgeführt werden. IFB Eigenschenk steht dazu zur Verfügung.



11.4 Altlasten

Anfallendes Aushubmaterial, das andernorts entsorgt werden soll, ist i. d. R. einer Deklarationsuntersuchung inkl. fachgerechter Probenahme gemäß LAGA PN 98 zu unterziehen und entsprechend den Ergebnissen fachgerecht zu entsorgen.

Für weitere Untersuchungen steht Ihnen IFB Eigenschenk jederzeit gerne zur Verfügung.

11.5 Baubegleitende Überwachung

Nach DIN EN 1997-1 und -2 ist während der Bauausführung zu überprüfen, ob die Baugrundverhältnisse den Annahmen entsprechen.

Es wird auf die Erfordernis von Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE-StB 17 im Zuge von Verdichtungs- und Hinterfüllungsarbeiten hingewiesen.

12 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden Erkundungen niedergebracht und der aufgeschlossene Boden beurteilt. Die für die Ausschreibung, Planung und Baudurchführung erforderlichen Hinweise und bodenmechanischen Kennwerte wurden erarbeitet und sind im Text- und Anlagenteil dokumentiert. Die jeweils notwendigen Maßnahmen und Gründungsbedingungen wurden für die Verhältnisse an den Ansatzpunkten aufgezeigt.

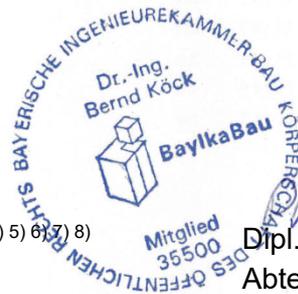
IFB Eigenschenk ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben. Zwischenzeitlich aufgetretene oder eventuell von der Planung abweichend erörterte Fragen werden in einer ergänzenden Stellungnahme kurzfristig nachgereicht.



Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktförmige Aufschlüsse, weshalb Abweichungen im flächenhaften Anschnitt nicht auszuschließen sind. Eine Überprüfung des Baugrundaufbaus während des Aushubs und eine Inspektion der Baugrubensohle bleibt damit erforderlich. Ohne örtliche Abnahme gilt die Untersuchung des Baugrundes als nicht abgeschlossen.

i. A. Bantl
IFB Eigenschenk GmbH

Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)}
Geschäftsführer



Dr. Piendl
Dipl.-Ing. (FH) Markus Piendl^{9) 10)}
Abteilungsleiter Geotechnik

i. A. V. Meyer

Viktoria Meyer M. Sc.
Fachbereichsleiterin Baugrund/
Außendienst

i. A. Glashauser

Lukas Glashauser B. Eng.^{11) 12)}
Sachbearbeiter

- 1) Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Hydrogeologie
- 2) Leiter des Prüflaboratoriums nach DIN EN ISO 17025:2018
- 3) Fachkundiger für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen und Sachkundiger nach DGUV – Regel 101-004, Anhang 6 A (BGR 128)
- 4) Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft für thermische Nutzung, Bauabnahme Grundwasserbenutzungsanlagen, Beschneidungsanlagen, Eigenüberwachung von Wasserversorgungsanlagen gemäß § 1 VPSW 2010
- 5) zugelassener Probenehmer gemäß §15 Abs. 4 TrinkwV
- 6) Lehrbeauftragter der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg für Gebäuderückbau: Probenahme, Bewertung, Planung (MB-BB-23.1), Masterstudiengang Bauen im Bestand
- 7) Leiter der Untersuchungsstelle gemäß § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz
- 8) geprüfter Probenehmer nach LAGA PN 98
- 9) Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugrunderkundung und Gründung von Hochbauten
- 10) Stellvertretender Prüfstellenleiter nach RAP Stra
- 11) Fachkundiger für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen und Sachkundiger nach DGUV – Regel 101-004, Anhang 6 A (BGR 128)
- 12) geprüfter Probenehmer nach LAGA PN 98