

BAUGRUND – UND ALTLASTENGUTACHTEN

**BV Erweiterung und Neustrukturierung
der Bgm. Schütte-Grund- und Mittelschule
auf dem Flurstück 983, Gemarkung Partenkirchen,
Hindenburgstraße 10, 82467 Garmisch-Partenkirchen**

Projekt Nr. 12712 20220831 - G1.0

Gutachten: 25 Seiten

Prüfbericht: xx Seiten

Auftraggeber: Markt Garmisch-Partenkirchen,
Bauamt Hochbau
Rathausplatz 1
82467 Garmisch-Partenkirchen

Verfasser: BLASY + MADER GmbH
Moosstraße 3
82279 Eching am Ammersee

Eckhard Hopf: Tel.-Dw. 08143 44403-11

Eching a. Ammersee, 31.08.2022

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2. Verwendete Unterlagen.....	4
3. Allgemeine Standortdaten	4
4. Regionale Geologie und Hydrogeologie.....	4
5. Vorläufige Höhenkoten	6
6. Durchgeführte Arbeiten	6
6.1 Oberbodenmischproben.....	6
6.2 Aufschlussarbeiten.....	7
6.3 Probenentnahme aus Aufschlüssen.....	7
6.4 Chemische Untersuchungen an Oberbodenproben.....	8
6.5 Chemische Untersuchungen an Bodenproben	8
6.6 Bodenmechanische Untersuchungen an Bodenproben.....	8
7. Baugrundbeschreibung	9
7.1 Beschreibung des Schichtenprofils.....	9
7.2 Untergrundaufbau und Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten	11
7.4 Grundwasserverhältnisse	14
8. Hinweise zur Bauausführung	15
8.1 Beschreibung des Bauvorhabens.....	15
8.2 Gründung	15
8.3 Bauwasserhaltung und Schutz der Gebäude gegen Grundwasser.....	18
8.4 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen.....	19
8.5 Versickerung von Niederschlagswasser	19
8.6 Betonaggressivität von Böden und Grundwasser	20
9. Untersuchung, Zuordnung und Verwertung von Boden und Asphalt.....	20
9.1 Abfallrechtliche Zuordnung von Boden.....	20
9.2 Bodenuntersuchungen	21
10. Gefährdungsabschätzung	21
10.1 Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter Kontakt).....	21
10.2 Wirkungspfad Boden – Gewässer (Grundwasser)	22
11. Entsorgungsarbeiten	22
12. Schlussbemerkung	24
13. Literaturverzeichnis	25

Anlage : Prüfbericht

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Markt Garmisch-Partenkirchen lässt die an der Hindenburgstraße 10 auf dem Flurstück 983 der Gemarkung Partenkirchen gelegene Bürgermeister-Schütte-Grund- und Realschule (im weiteren Text BSGM) erweitern und neu strukturieren. Im Vorfeld wurde für die Entscheidung in den politischen Gremien eine Machbarkeitsstudie erarbeitet, die eine Gliederung in sechs Bauabschnitte vorsieht:

- 1. BA - Abbruch Hartplatz,
- 2. BA - Neubau Grundschule und Neukonzeption der Außenanlagen,
- 3. BA - Umstrukturierung Mittelschule (Hauptgebäude),
- 4. BA - Umbau/Sanierung/Erweiterung (hier nur als optionale Ausweisung) Stockwerksbau,
- 5. BA - Abbruch Sporthalle,
- 6. BA - Neubau 3-fach Sporthalle mit Sportplatz auf dem Dach,
- 7. BA - Erweiterung Stockwerksbau

Folgende Maßnahmen sind unter anderem vorgesehen:

1. Erweiterungsbaukörper für die Grundschule (vorgesehener Standort: Fläche zwischen Hauptgebäude und Münchner Straße),
2. Anbindung des Erweiterungsbaukörper für die Grundschule an das bestehende Hauptgebäude (Verbindungsbaukörper mit Verwaltung und Sonderräumen),
3. Neukonzeption der Schulhofflächen für die Grund- und Mittelschule (Planung und Umsetzung durch den Planer für die Freianlagen - wird separat vergeben),
4. die Hol- und Bring-Situation ist aktuell nicht zufriedenstellend, dies soll im Zuge der Neukonzeption der Außenflächen (kreativ) gelöst werden (Planung und Umsetzung durch den Planer für die Freianlagen - wird separat vergeben),
5. Gesamtkonzeption u. a. mit Erweiterungsmöglichkeiten für den Stockwerksbau (als 7. BA vorgesehen)

Für den Neubau der Grundschule (2. BA) und der 3-fach Sporthalle mit Sportplatz auf dem Dach (6. BA) sollen Baugrund- und Altlastenuntersuchungen zur Erkundung des Bodenaufbaus, zur Ermittlung der Bodenkennwerte und der Schadstoffbelastung des Bodens durchgeführt werden. Voruntersuchungen der Bausubstanz im Zuge des Abbruchs des Hartplatzes (1. BA) und der Sporthalle (5. BA) sind nicht Gegenstand des Auftrags.

Die BLASY + MADER GmbH (im weiteren Text BM) erhielt eingehend am 09. Juni 2022 mit Datum des 01. Juni 2022 den Auftrag des Bauamtes des Marktes Garmisch-Partenkirchen für die Erstellung eines Baugrundgutachtens. Die Leistungen wurden gemäß unserem Angebot Nr. A20220419 vom 20.04.2022 und auf Grundlage des Leistungsverzeichnisses zum „Honorarangebot Baugrunduntersuchung“ erbracht. Die Geländearbeiten wurden im Zeitraum von 17.08. bis zum 18.08.2022 durchgeführt.

Im hier vorgelegten Bericht erfolgt die Bewertung der allgemeinen baugrundgeologischen Verhältnisse, der Gründungssituation, der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes, der Altlastensituation und der absehbaren Entsorgungsmaßnahmen für das Bauvorhaben auf Grundlage des aktuellen Planungs- und Kenntnisstands.

2. Verwendete Unterlagen

Neben den in den nachfolgenden Abschnitten dokumentierten Feld- und Laboruntersuchungen und den einschlägigen DIN-Normen wurden außerdem folgende Unterlagen verwendet:

- (1) Ausschreibungsunterlagen
- (2) Bayerisches Landesamt für Umwelt: nicht veröffentlichter Isohypsenplan für Partenkirchen entlang der Partnach, ohne Datum
- (3) Diverse Unterlagen der Betreiber von unterirdischen Leitungsnetzen im Nahbereich der Bgm.-Schütte-Schule in Garmisch-Partenkirchen, 08.2022
- (4) [REDACTED]
[REDACTED], Planungsstand Grundrisse Maßstab: 1:200, Murnau / München 18.07.2022
- (5) [REDACTED]
[REDACTED], Planungsstand Längsschnitt Maßstab: 1:200, Murnau / München 18.07.2022

Im Text werden Verweise auf die oben genannten Unterlagen durch Angabe der Kennnummer in runden Klammern gegeben. Hinweise auf unter Punkt 13., Literaturverzeichnis, genannte Literatur werden durch Angabe der entsprechenden Nummern in eckigen Klammern gegeben.

3. Allgemeine Standortdaten

Das untersuchte Grundstück ist eine Teilfläche des Flurstücks 983 der Gemeinde Garmisch-Partenkirchen und der Gemarkung Partenkirchen. Die Gesamtfläche des Baugrundstücks beträgt überschlägig ca. 11820 m². Das Grundstück ist weitgehend eben. Derzeit befindet sich dort die Bgm.-Schütte-Grund- und -Mittelschule. Für das Grundstück liegt unseres Wissens kein Altlastenverdacht vor.

Ein flächendeckendes Kampfmittelgutachten existiert bislang nicht. Die Untersuchungspunkte wurden allerdings mittels Differenzfeld-Magnetometrie freigemessen.

Das Baugrundstück ist partiell mit Gebüsch und teilweise auch mit Bäumen bewachsen. Inwieweit der Baumbestand schützenswert ist, ist BM bisher nicht bekannt.

4. Regionale Geologie und Hydrogeologie

Der natürliche oberflächennahe Untergrund im Bereich des Grundstückes besteht nach der geologischen Karte 1:25.000 aus Flussablagerung des alt- bis mittelholozän (Ältere bis Mittlere Postglazialterrasse). Diese bestehen aus einer Wechsellagerung von schluffigen bis schwach schluffigen Kiessanden, untergeordnet kiesigen, schluffigen Sanden und sandigen, kiesigen Schluffen.

Als zusätzliche Referenz für die Geologie im tieferen Untergrund wurde das Bohrungskataster des Bayerischen Landesamtes für Umwelt abgefragt. Hierbei wurde die nahe der Angerstraße auf dem Gelände des Werdenfels-Gymnasiums gelegene Bohrung mit der Objekt-ID 8532BG015050 gefunden, deren Ansatzpunkt auf einer Geländehöhe von 704,43 ü. NN liegt und die 30 m Tiefe erreicht. Die Qualität des Schichtenverzeichnisses wurde vom LfU im Jahr 2017 als verwendbar eingestuft.

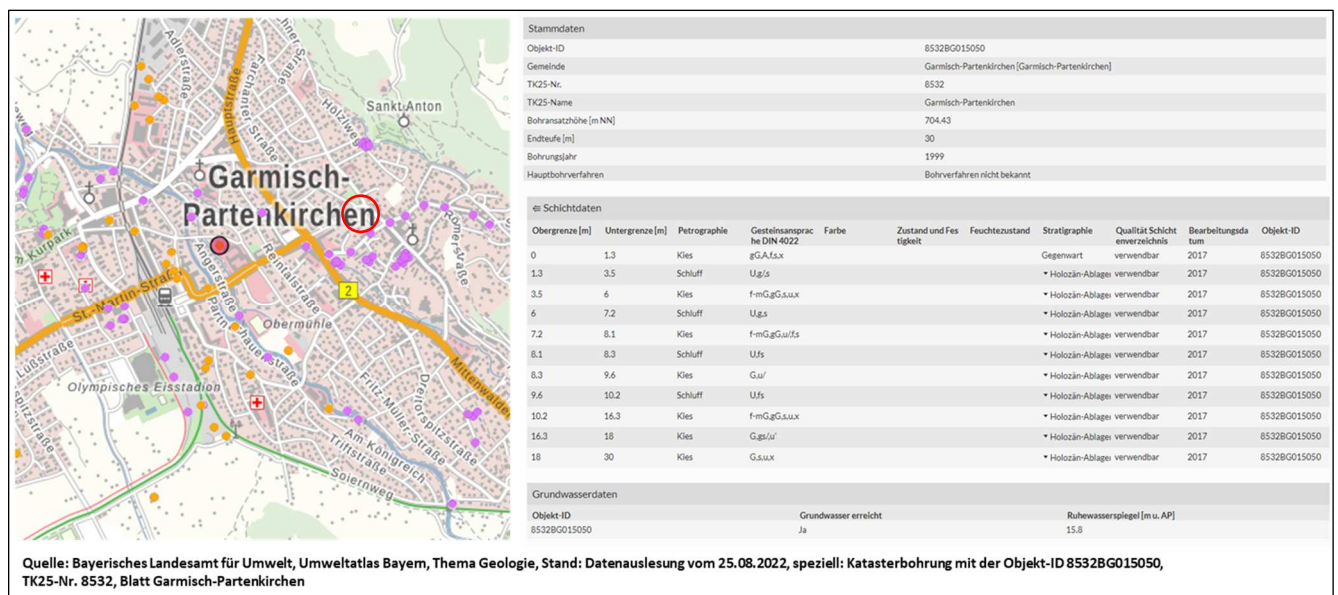


Abbildung 1: Bohrergebnisse der Bohrung mit der Objekt-ID 8532BG015050, GA25 (interne Bezeichnung WWA Wh), aus dem Bohrungskataster des Bayerischen LfU, roter Kreis

Die Bohrung erschließt das Grundwasser in einer NN-Höhe von $704,43 - 15,8 \text{ m} = 688,63 \text{ m}$. Bezüglich ihres Bohransatzpunktes liegt die Bohrung um ca. 2 bis 3 m unter den Ansatzpunkten der bisher niedergebrachten Baugrundaufschlussbohrungen an der Bgm.-Schütte-Grund- und Mittelschule. Die Bohrung ist zwischen ca. 520 m und 600 m von den Baugrundbohrungen entfernt.

Zu weiteren, näher am Untersuchungsgrundstück liegenden, im Plan in Abbildung 1 dargestellten Bohrungen (violette Signatur) sind leider keine Bohrunterlagen zugänglich.

In einem nicht veröffentlichten Isohypsenplan des bayerischen LfU wird für den Bereich der BSGM ein um ca. 1,5 m höherer Grundwasserstand ermittelt als an der vom WWA Wh überwachten Referenzmessstelle GA25 (s.o.). Somit ist bei Mittelwasser davon auszugehen, dass der Grundwasserflurabstand im Bereich der geplanten Baufläche in der Größenordnung bei ca. $706,8 \text{ m ü. NN}$ (mittlere Höhe der GOK an BSGM) – $690,2 \text{ m ü. NN}$ (GW an GA25 + 1,5 m) = $16,6 \text{ m}$ ab GOK liegt. An der Messstelle GA25 wurden nach Auskunft des WWA Wh max. Schwankungen des Grundwasserstands von ca. 2,5 m registriert. Vorerst gehen wir in Ermangelung genauerer Daten von einer ähnlichen Grundwasserschwankung auch für den Bereich der BSGM aus. Wegen der näher am Wank liegenden Position des Baugrundstücks wird auf die zu erwartenden Grundwasserschwankungen ein Aufschlag von 2 m angesetzt – das heißt, es wird vorerst von einer Schwankungsbreite von 4 m ausgegangen. Somit wird ein minimaler Grundwasserflurabstand von $12,6 \text{ m}$ abgeschätzt. Das liegt weit unter den auf Grundlage der vorliegenden Planungen anzunehmenden größten erforderlichen Baugrubentiefe.

Hinsichtlich einer Überflutung durch über die Ufer tretende Oberflächengewässer ist für das Baugrundstück eine Gefährdung durch den Faukenbach zu erwarten. In Abbildung 2 werden die Flächen blau hinterlegt dargestellt, die bei einem HQ100-Hochwasser (einem 100-jährlich vorkommenden Hochwasser) überflutet werden. Die Lage des Untersuchungsgrundstücks (und insbesondere der geplanten Bauflächen) ist in diesem Plan mit einer roten Markierung versehen.

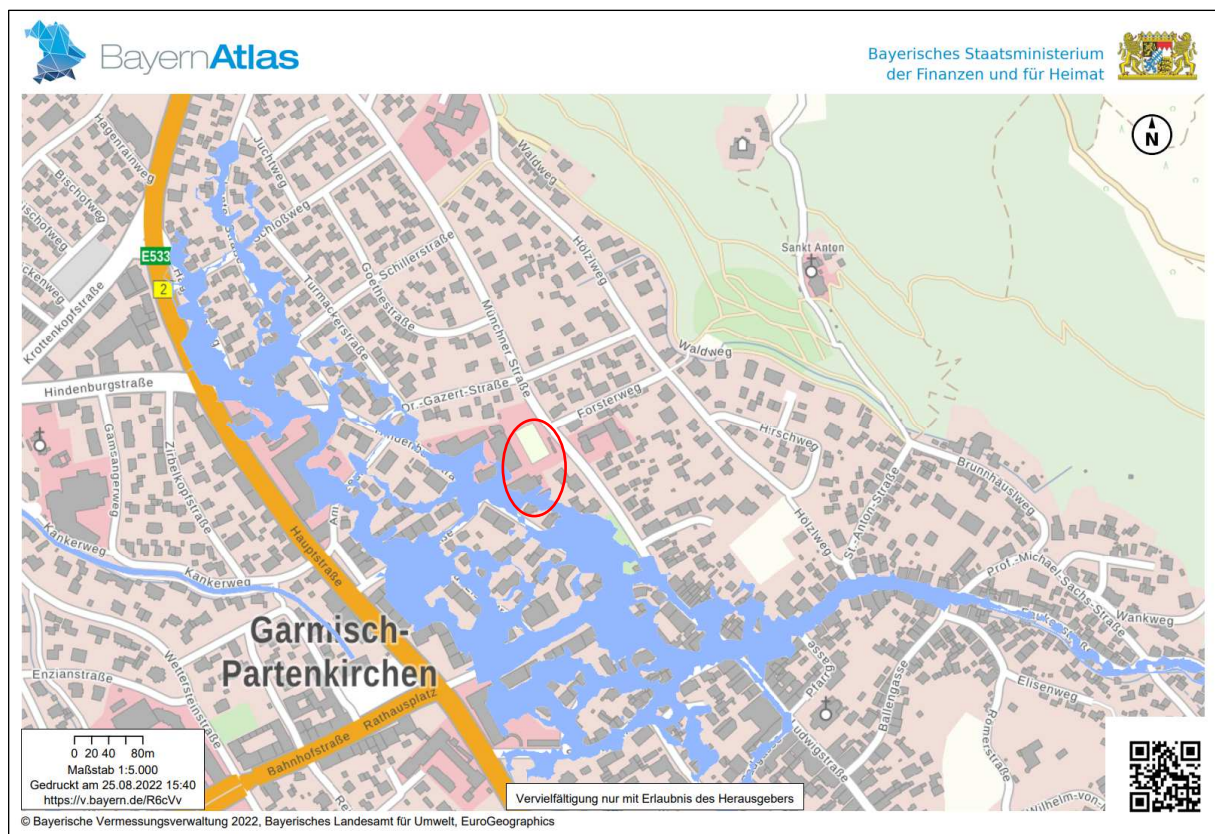


Abbildung 2: Überflutungsflächen bei einem HQ100 im Faukenbach, rote Markierung entspricht der ungefähren Lage des Bauvorhabens

Das Baugrundstück liegt nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 in keiner Erdbebenzone.

5. Vorläufige Höhenkoten

Im Zuge der LP1 Grundlagenermittlung wird folgenden Höhenkoten ausgegangen:

- | | |
|--|------------------------|
| • Gebäude-Null | 706,80 m ü. NN |
| • Mittlerer Wasserstand | ca. 690,2 m ü. NN |
| • langjähriger mittlerer Hochwasserstand (MHGW) | ca. 691,5 m ü. NN |
| • höchster Hochwasserstand (HHW oder HW 1940) | ca. 694,2 m ü. NN |
| • Bemessungswasserstand bezügl. des Grundwassers | ca. 695,2 m ü. NN |
| • Baugrubensohle von Turnhalle und Erweiterungskörper GS | 702,62 m ü. NN |
| • Bemessungswasserstand bezüglich des Faukenbachs | teilweise über Gelände |

6. Durchgeführte Arbeiten

6.1 Oberbodenmischproben

Aus 2 Untersuchungsflächen (OB1 und OB2, siehe Lageplan der Oberboden-Probenentnahmeflächen auf Seite 5 oben wie auch im Prüfbericht) wurden 16 Oberbodenmischproben nach den Anforderungen der BBodSchV, bestehend aus jeweils ca. 20 Einzelproben, entnommen. Diese wurden mit der Pürckhauersonde bzw. mittels eines Spatens aus den Tiefenintervallen

von Geländeoberkante bis 10 cm sowie von 10 cm bis 35 cm entnommen. Die Proben wurden an das Bodenlabor der AGROLAB Labor GmbH in Bruckberg versendet und dort chemisch auf Verunreinigungen untersucht.

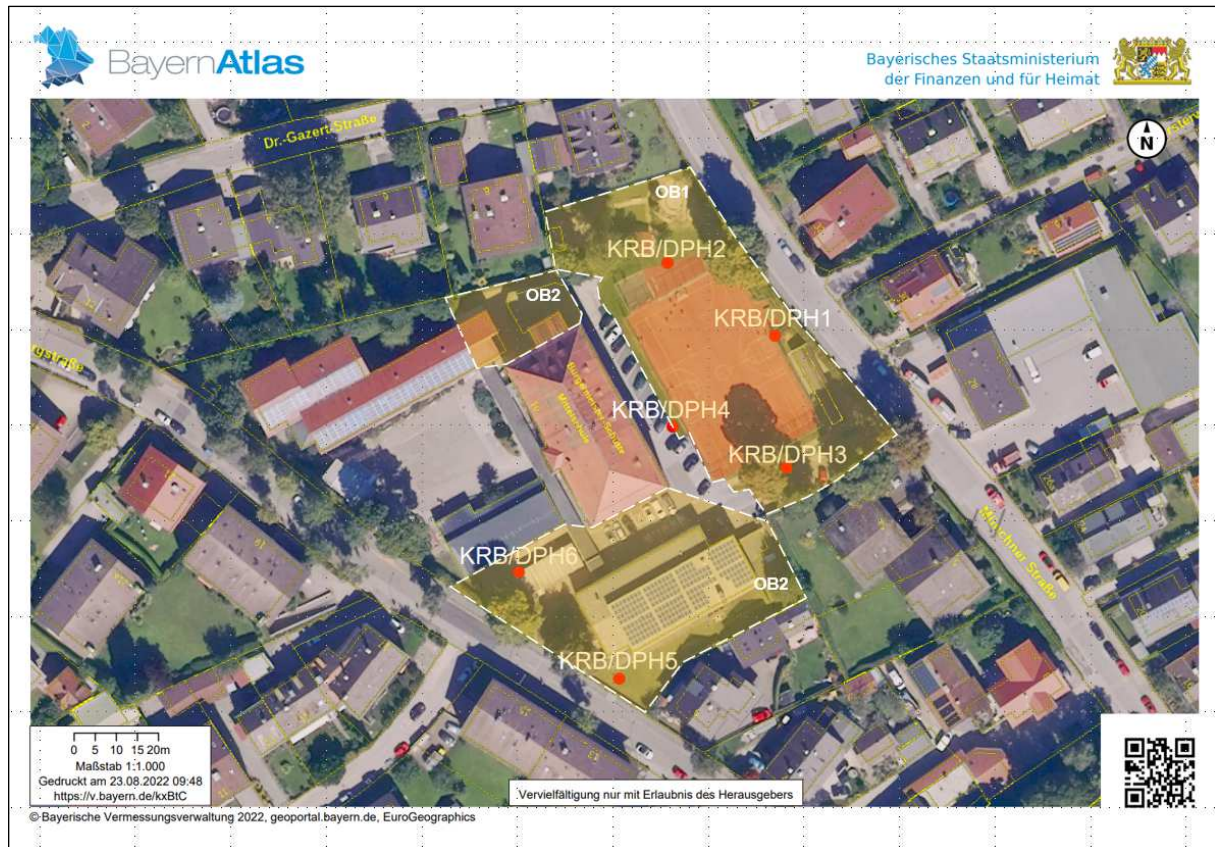


Abbildung 3: Lage der Oberbodenprobenentnahmeflächen im Umgriff der geplanten Bauflächen

6.2 Aufschlussarbeiten

Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01 und Schwere Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2: Im Zeitraum vom 16.08.2022 bis 17.08.2022 wurden auf dem Baugrundstück insgesamt 6 Kleinrammbohrungen bis in eine maximale Tiefe von 9 m und 6 schwere Rammsondierungen bis in eine maximale Tiefe von 6,5 m niedergebracht.

6.3 Probenentnahme aus Aufschlüssen

Aus den in Abbildung 4 verzeichneten Kleinrammbohrungen KRB1 bis KRB6 wurden schichtbezogene Bodenproben aus den angetroffenen Auffüllungen und aus den darunter erschlossenen anstehenden Schichten entnommen. Diese wurden in Hartkunststoffbehälter und in Braunglasbehälter abgefüllt. Die aus zur chemischen Untersuchung an das Bodenlabor der Agrolab Labor GmbH gesendet. Die Proben aus dem tieferen anstehenden Boden wurden in 1l- bis 2,5l-Hartkunststoff-behälter abgefüllt und im Baugrundlabor der BLASY + MADER GmbH nach Erfordernis bodenmechanisch untersucht.

Die aus den Kleinrammbohrungen entnommenen Proben werden in Tabelle 1 aufgelistet und beschrieben.

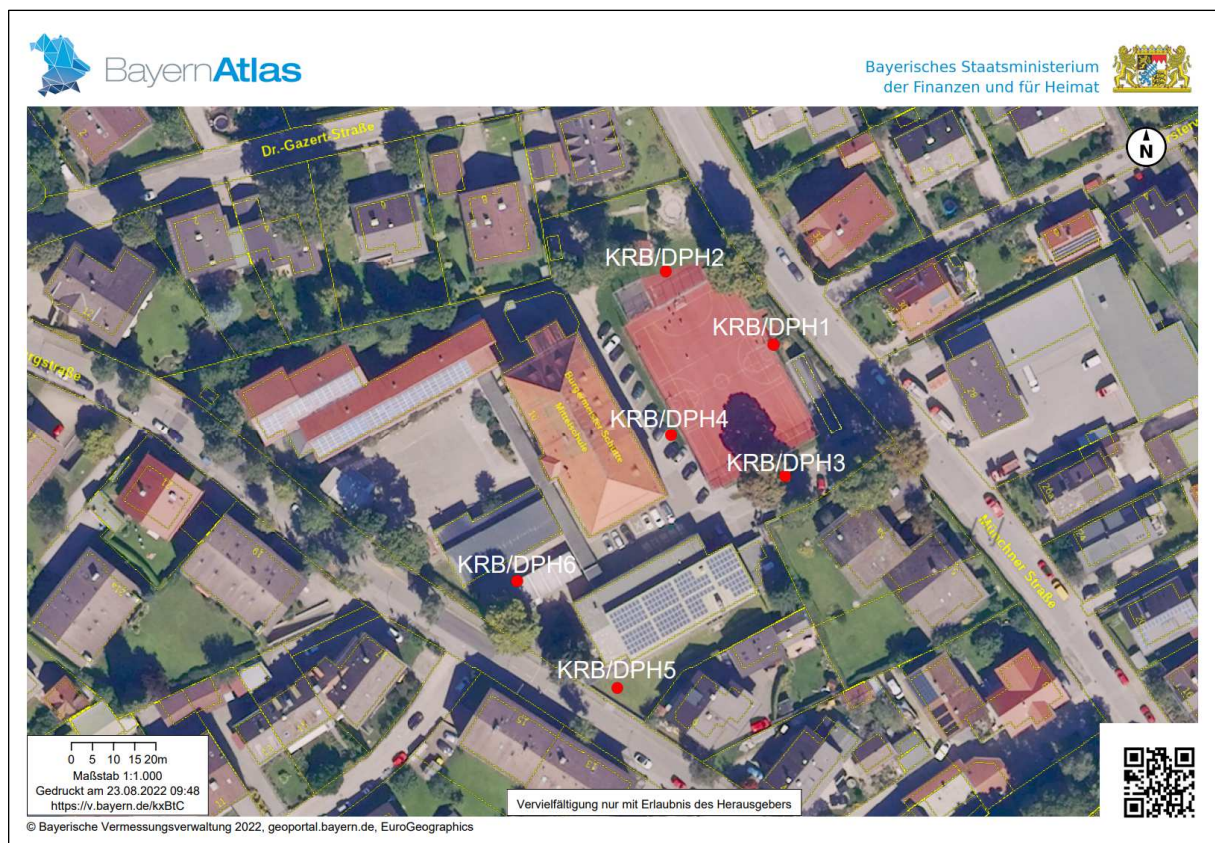


Abbildung 4: Lageplan der Untersuchungspunkte (KRB = Kleinrammbohrung nach DIN 4021:1990-10, Tab. 3, Zeile 2 mit einem $\varnothing$ von 80 bzw. 60 mm; DPH = schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2

6.4 Chemische Untersuchungen an Oberbodenproben

Es wurden alle 16 Oberbodenproben auf den TOC in der Gesamtfraktion und auf ausgewählte Parameter nach BBodSchV Anhang 2, 1.4 (Cyanide gesamt, auf Arsen, die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink sowie auf die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe nach EPA-Richtlinie (PAK/EPA)) untersucht.

6.5 Chemische Untersuchungen an Bodenproben

21 ausgewählte Einzelproben aus oberflächennahen aufgefüllten Schichten wie auch aus dem anstehenden Boden direkt unter den Auffüllungen wurden durch die AGROLAB-Labor GmbH in Bruckberg auf die Leitparameter Cyanide gesamt, auf Arsen, die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink sowie auf die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe nach EPA-Richtlinie (PAK/EPA) gem. Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen – Eckpunktepapier (EPP) [1] untersucht. Eine Übersicht über die beprobten Bodenschichten zeigt Tabelle 1 auf Seite 9. Die dort orange hinterlegten Schichten wurden chemisch auf die oben genannten Parameter untersucht.

6.6 Bodenmechanische Untersuchungen an Bodenproben

Insgesamt wurden 5 Bodenproben auf die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Sieblinie) untersucht. Aus den Sieblinien wurden rechnerisch die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser in diesen Böden ermittelt. Die untersuchten Schichten sind in Tabelle 1 auf Seite 9 grün hinterlegt.

T von m	T bis m	Ansprache	Auffälligkeiten	Bohrgut	Bohrfortschritt	Färbung	Kalk	Gruppe	Klasse	Laboranalysen
KRB1										
0,0	0,1	Mutterboden (Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach organisch)	unauffällig, h4	erdfeucht, weich	sehr leicht	dbn	0	[OU]	1	SM(7),As, KW, PAK
0,1	1,5	Auffüllung (Schluff, sandig, schwach kiesig)	unauffällig	erdfeucht, weich	mittelschwer zu bohren	bräunlich-grau	+	[UL]	4	SM(7),As, KW, PAK
1,5	2,5	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	erdfeucht, dicht	schwer zu bohren	grau	++	GU	3	Korngrößenverteilung
2,5	6,6	Kies, schluffig, schwach sandig	unauffällig	erdfeucht, mitteldicht	mittelschwer zu bohren	bräunlich-grau	++	GU*	4	
6,6	7,1	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	erdfeucht, dicht	schwer zu bohren, ab 7,5 m kein Bohrfortschritt	grau	++	GU	3	
KRB2										
0,0	0,2	Mutterboden (Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach organisch)	unauffällig, schwach humos, h3	weich	leicht zu bohren	dbn	0	[OU]	1	SM(7),As, KW, PAK
0,2	2	Auffüllung (Schluff, sandig, schwach kiesig)	unauffällig	weich	leicht zu bohren	bräunlich-grau	+	[UL]	4	SM(7),As, KW, PAK
2,0	3,5	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren	gelblichgrau	++	GU	3	
3,5	5	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren	gelblichgrau	++	GU	3	Korngrößenverteilung
5,0	7,5	Kies, schluffig, schwach sandig, schwach steinig	unauffällig	dicht	schwer zu bohren	gelblichgrau	++	GU*	4	
KRB3										
0,0	1,0	Mutterboden (Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach organisch)	unauffällig, schwach humos, h4	weich	leicht zu bohren	dbn	0	[OU]	1	SM(7),As, KW, PAK
1,0	2,5	Auffüllung (Schluff, sandig, schwach kiesig)	unauffällig	weich	leicht zu bohren	bräunlich-grau	+	[UL]	4	SM(7),As, KW, PAK
2,5	4,0	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren	grau	++	GU	3	Korngrößenverteilung
4,0	5,8	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren	grau	++	GU	3	
5,8	7,0	Kies, schluffig, schwach sandig	unauffällig	erdfeucht, mitteldicht	mittelschwer zu bohren	braungrau	++	GU*	4	
7,0	7,5	Kies, sandig, schwach schluffig	unauffällig	dicht	schwer zu bohren	grau	++	GU	3	
KRB4										
0,0	0,2	Mutterboden (Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach organisch)	unauffällig, schwach humos, h4	weich	leicht zu bohren	dbn	0	[OU]	1	SM(7),As, KW, PAK
0,2	2,7	Auffüllung (Schluff, sandig, schwach kiesig)	unauffällig	weich	leicht zu bohren	bräunlich-grau	+	[UL]	4	SM(7),As, KW, PAK
2,7	4,3	Feinsand, schluffig, schwach kiesig	unauffällig	mitteldicht	schwer zu bohren	hellgelblich-braun	+	SU*	4	
4,3	6,5	Kies, schluffig, schwach sandig	unauffällig	dicht	schwer zu bohren, ab 6,5 m kein Bohrfortschritt	grau	++	GU	3	
KRB5										
0,0	0,1	Mutterboden (Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach organisch)	unauffällig, schwach humos	weich	leicht zu bohren	dbn	0	[OU]	1	SM(7),As, KW, PAK
0,1	2,5	Auffüllung (Schluff, sandig, schwach kiesig, 5-10% Beton)	unauffällig	weich	leicht zu bohren	bräunlich-grau	+	[UL]	4	SM(7),As, KW, PAK
2,5	4,0	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren	gelblichgrau	++	GU	3	Korngrößenverteilung
4,0	5,8	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	dicht	schwer zu bohren	gelblichgrau	++	GU	3	
5,8	8,6	Schluff, sandig, schwach kiesig	unauffällig	weich	leicht zu bohren	bräunlich-grau	0	UL/UM	4	
8,6	9	Schluff, sandig	unauffällig	weich	leicht zu bohren	bräunlich-grau	0	UL	4	
KRB6										
0,0	2,5	Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, 10-20% Holz)	unauffällig, schwach humos	mitteldicht	mittelschwer zu bohren	dbn	0	[GU]	3	SM(7),As, KW, PAK
2,5	3,6	Feinsand, schwach schluffig	unauffällig	weich	leicht zu bohren	hbn	+	SU	3	
3,6	5,0	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht	schwer zu bohren	grau	++	GU	3	Korngrößenverteilung
5,0	6,5	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig	unauffällig	mitteldicht bis dicht	schwer zu bohren	grau	++	GU	3	

Tabelle 1: Übersicht über die entnommenen Bodenproben, Teil 1

7. Baugrundbeschreibung

7.1 Beschreibung des Schichtenprofils

Auf dem Untersuchungsgrundstück wurde an der Geländeoberkante aufgefüllter Oberboden angetroffen, der an KRB3 eine maximale Mächtigkeit von 1 m hatte. Nur an Aufschluss KRB6 wurde direkt an der Geländeoberkante eine 2,5 m mächtige, kiesig-sandig-schwach schluffige Auffüllung mit 10 bis 20% Holzanteil erschlossen, die sehr locker gelagert ist (Schlagzahlen von 1 bis 2). Bis in Tiefen von max. 2,7 m reichende Auffüllungen wurden jeweils auch unter

den Oberbodenschichten an den Kleinrammbohrungen KRB1 bis KRB5 angetroffen. Die übrigen Auffüllungen bestehen aus sandigem, schwach kiesigem Schluff und weisen durchgehend eine weiche Konsistenz auf. Die Auffüllungen werden an KRB1, -2, -3 und -5 von schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen, häufig schwach steinigen Kiesen unterlagert. Diese wurden an den genannten Bohrungen bis in Tiefen von max. 7,5 m (Bohrlochende bei KRB2 und -3) erschlossen. An KRB4 und -6 stehen hingegen unter den Auffüllungen schwach schluffige bis schluffige, mitunter schwach kiesige Feinsande an, die bis 1,6 m mächtig sein können. Erst unter den Feinsanden folgen dann schwach schluffige bis schluffige, sandige Kiese. Ausschließlich in KRB5 wurden ab 5,8 m Tiefe sandige, mitunter schwach kiesige Schluffe bis zum Bohrlochende in 9,0 m Tiefe.

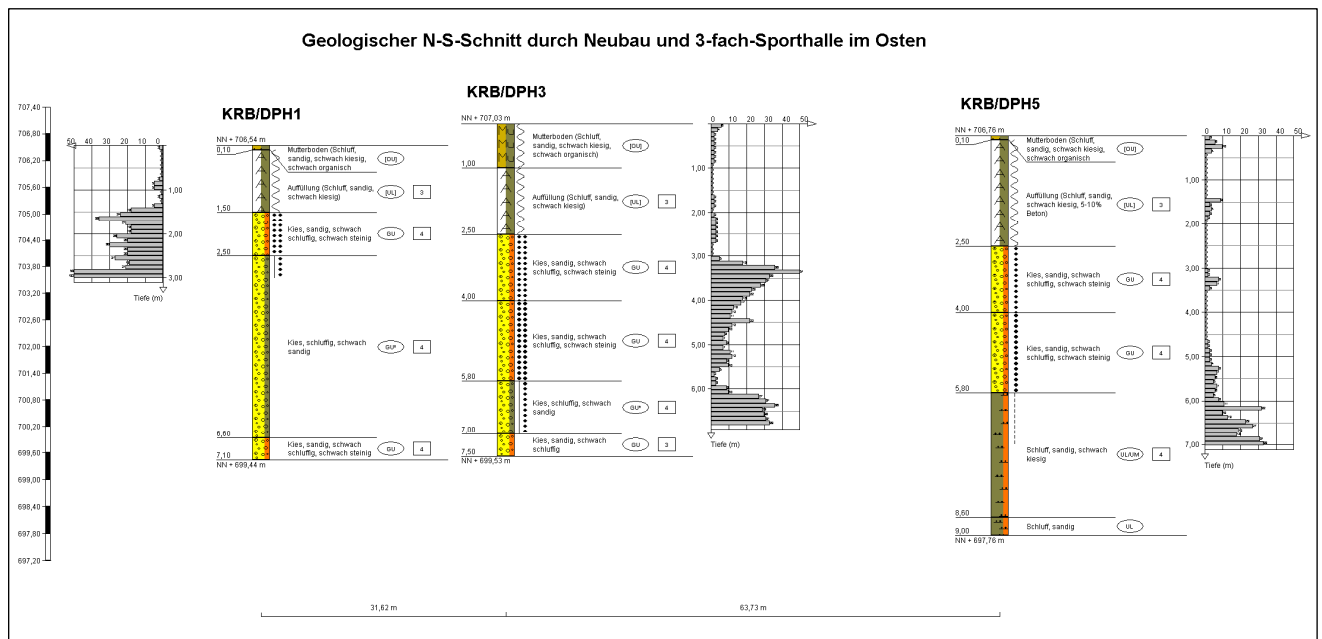


Abbildung 5: Geologischer N-S-Schnitt im Osten der Bauflächen

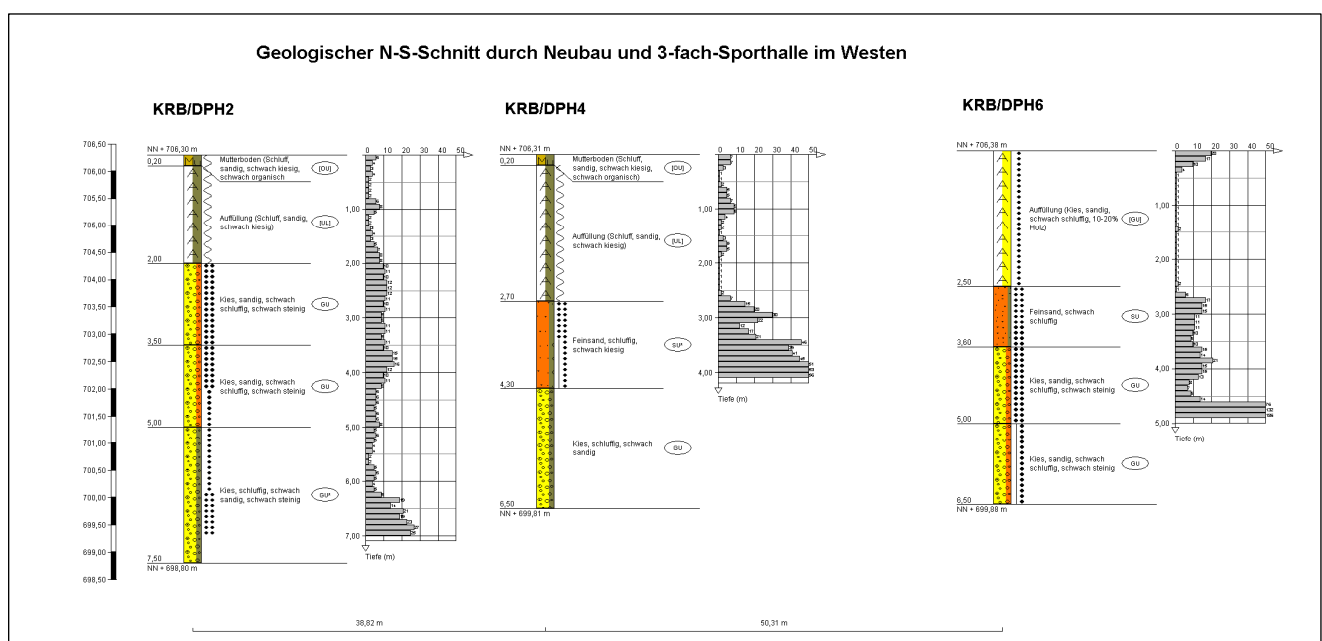


Abbildung 6: Geologischer N-S-Schnitt im Westen der Bauflächen

7.2 Untergrundaufbau und Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten

▷ Deckschichten: aufgefüllter Oberboden

Auf dem Untersuchungsgrundstück wurde an den Untersuchungspunkten KRB1 bis -5 ab Geländeoberkante (GOK) humoser Oberboden mit einer Mächtigkeit von 0,1 m bis max. 1,0 m unter GOK angetroffen. Die Oberboden-Mächtigkeiten schwanken somit stark. Die mittlere Mächtigkeit der humushaltigen Deckschichten über alle Aufschlüsse liegt bei rd. 0,32 m. Diese Schichten der Bodengruppe [OU] gem. DIN 18196 sind der Bodenklasse 1 gem. DIN 18300alt für leicht lösbare Böden und der Frostempfindlichkeitsklasse F3 gem. ZTVE-StB 09 [2] für stark frostempfindliche Böden zuzuordnen. Die entnommenen Bodenproben waren bei weicher Konsistenz organoleptisch unauffällig, dunkelbraun bis braun sowie erdfeucht und wiesen einen arttypischen (unauffälligen) Geruch auf.

Homogenbereich O.1 – Boden: Oberboden										
Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Korngrö- ßenver- teilung	Anteil Steine, Blöcke	Konsis- tenz, lc	Plasti- zitäts- zahl, lp	Lage- rungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m³)	C _u (kN/m²)	Org. Anteil	Was- serge- halt
Oberbo- den	[OU]	0-5-4-1 bis 0-4-5-2	0% 0%	weich 0,5	-	-	14-18	0-50	2-8%	10-30%

Tabelle 2: Homogenbereich O.1 – Boden: Oberboden

Die Wasserdurchlässigkeit der Oberbodenschicht liegt in einem Bereich von $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Die überwiegend aufgefüllten Oberböden werden als Homogenbereich Oberboden.1 in Tabelle 2 beschrieben.

▷ Deckschichten: aufgefüllter sandiger, schwach kiesiger Schluff

An den Untersuchungspunkten KRB1, -2, -3, -4 und -5 wurden jeweils unter den Oberböden bis 2,5 m mächtige aufgefüllte Schichten aus sandigem, schwach kiesigem Schluff der Bodengruppe [UL/UM] erbohrt. Die Schluffe sind mittelschwer lösbar (Bodenklasse 4 nach DIN 18300alt) und stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Die Schluffe waren erdfeucht, leicht zu bohren und wiesen nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen eine weiche Konsistenz auf. Ihre Durchlässigkeitsbeiwerte können mit 1×10^{-5} bis 1×10^{-7} abgeschätzt werden.

Der aufgefüllte sandig-kiesige Schluff wird als Homogenbereich Boden.1 in Tabelle 5 unten beschrieben.

Homogenbereich B.1 – Auffüllung (sandiger, schwach kiesiger Schluff)										
Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Korngrö- ßenver- teilung	Anteil Steine, Blöcke	Konsis- tenz, lc	Plasti- zitäts- zahl, lp	Lagerungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m³)	C _u (kN/m²)	Org. Anteil	Wasser- gehalt
bindige Auffüllung	[UL/UM]	0-3-2-5 bis 0-3-3-4	0% 0%	weich, 0,75	-	-	19,5- 20,5	-	1-3%	15-25%

Tabelle 3: Homogenbereich B.1: Auffüllung (sandiger, schwach kiesiger Schluff)

➤ Schluffige Feinsande

An den Untersuchungspunkten KRB4 und -6 wurden jeweils unter den Auffüllungen bis 1,6 m mächtige schluffige bis schwach schluffige, mitunter schwach kiesige Feinsande der Boden-
gruppen SU oder SU* erbohrt. Es dürfte sich hierbei um junge fluviatile Sedimente handeln.
Die Feinsande sind leicht bis mittelschwer lösbar (Bodenklassen 3 oder 4 nach DIN 18300alt)
und gering bis stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklassen F2 bis F3). Sie waren erd-
feucht, schwer zu bohren und wiesen nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierun-
gen eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Ihre Durchlässigkeitsbeiwerte können mit 5×10^{-5} bis 1×10^{-6} abgeschätzt werden.

Die schluffigen Feinsande werden als Homogenbereich Boden.2 in Tabelle 5 unten beschrie-
ben.

Homogenbereich B.2 – schluffige Feinsande										
Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Korngrö- ßenver- teilung	Anteil Steine, Blöcke	Konsistenz, Ic	Plasti- zitäts- zahl, Ip	Lage- rungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. An- teil	Wasser- gehalt
Schluffige Feinsande	SU, SU*	0-1-7-2 bis 0-2-7-1	0-5%	-	-	mitteldicht bis dicht	20-21	-	1-3%	5-15%

Tabelle 4: Homogenbereich B.2: schluffige Feinsande

➤ Holozäne Flussschotter

Unterhalb der Auffüllungen wurde an den Aufschlüssen KRB1, -2, -3 bis zum Bohrlochende
und an KRB5 bis in eine Tiefe von 5,8 m unter GOK eine Wechsellagerung von holozänen,
sandigen, schwach schluffigen und schluffigen, sandigen bis schwach sandigen Kiesen
erbohrt. Diese sind in die Bodengruppen GU bzw. GU* einzuordnen.

Im Bodenlabor der BLASY+MADER GmbH wurden zu den anstehenden Kiesen der Boden-
gruppe GU* Feinkornanteile (Schlammkorn) von 15,1 bis 15,5 Gew.-% und Sandkornanteile
von 21,4 bis 28,5 Gew.-% ermittelt. Nach ZTVE-StB 09 sind Kiessande mit einem Feinkorn-
anteil >15 Gew.-% als stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) einzustufen.
Nach DIN 18300alt sind diese der Bodenklasse 4 zuzuordnen (mittelschwer lösbar).

Zu den Kiesen der Bodengruppe GU wurden Feinkornanteile (Schlammkorn) von 7,3 bis 14,9
Gew.-% sowie Sandkornanteile von 19,6 bis 26,6 Gew.-% ermittelt. Diese Kiese sind in die
Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich), sowie nach DIN 18300alt
in die Bodenklasse 3 (leicht lösbar) einzuordnen.

Es können vereinzelt auch größere Steine in den Schottern enthalten sein, welche deren Lös-
barkeit selten erhöhen können (Bodenklasse 5). Die Wasserdurchlässigkeiten (kf-Werte) die-
ser Kies-Sand-Schluffgemische liegen im Wertebereich von $5 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Homogenbereich B.3 – Boden: holozäne Flussschotter										
Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Korngrößen- verteilung	Anteil Steine, Blöcke	Konsistenz Ic	Plastizi- tätzahl Ip	Lagerungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. An- teil	Wasser- gehalt
Quartäre Schotter	GU/GU*	0-2-2-6 bis 0-1-2-7	0-15%	-	-	mitteldicht	20-22	0	1-3%	2-10%

Tabelle 5: Homogenbereich B.3 – Boden: holozäne Flussschotter

In den anstehenden Kiesen wurde mittels schweren Rammsondierungen überwiegend eine mitteldichte, seltener eine lockere Lagerung festgestellt.

Die quartären Schotter werden als Homogenbereich Boden.2 beschrieben in Tabelle 6 beschrieben.

► **Holozäne sandige, schwach kiesige Schluffe**

An Untersuchungspunkten KRB5 wurden unter den holozänen Kiesen 3,3 m mächtige sandige, schwach kiesige Schluffe der Bodengruppe [UL/UM] erbohrt. Auch hierbei handelt es sich um fluviatile holozäne Sedimente. Die Schluffe sind mittelschwer lösbar (Bodenklasse 4 nach DIN 18300alt) und stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Sie waren erdfeucht, leicht zu bohren und wiesen nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen eine steife Konsistenz auf. Ihre Durchlässigkeitsbeiwerte können mit 5×10^{-6} bis 5×10^{-8} abgeschätzt werden.

Die sandigen, schwach kiesigen Schluffe werden als Homogenbereich Boden.4 in Tabelle 6 unten beschrieben.

Homogenbereich B.4 – sandige, schwach kiesige Schluffe										
Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Korngrößenverteilung	Anteil Steine, Blöcke	Konsistenz, I _c	Plastizitätszahl, I _p	Lagerungsdichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. Anteil	Wassergehalt
sandige, schwach kiesige Schluffe	[UL/UM]	0-3-2-5 bis 0-3-3-4	0% 0%	0,75	-	-	19,5- 20,5	-	1-3%	15-25%

Tabelle 6: Homogenbereich B.4: sandige, schwach kiesige Schluffe

7.3 Bodenklassifizierung und Bodenparameter

Die Böden auf dem Baugrundstück können wie folgt klassifiziert werden:

Bodenschicht	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300alt
aufgefüllte Oberböden	A (G, s, u) bis A (U, s, g, o')	[OU]	1
bindige Auffüllung	A (U, s, g')	[UL/UM]	4
Fluviatile, holozäne schluffige Feinsande	fS, u' - u, g'	SU, SU*	3, 4
Holozäne Flussschotter	G, s, u' - G, s, u	GU, GU*	3, 4, 5
Sandige, schwach kiesige Schluffe	U, s - U, s, g'	UL/UM	4

Tabelle 7: Klassifizierung der angetroffenen Böden

In der folgenden Tabelle werden für die angetroffenen Böden Rechenwerte für grundbaustatische Berechnungen angegeben. Die Zusammenstellung der Werte erfolgte auf der Grundlage der DIN 1055 bzw. des Grundbautaschenbuches (Berlin, 1996) unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Laborversuche sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden. Die

Werte gelten für die anstehenden Böden im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen z. B. im Zuge der Baumaßnahmen können sich die Parameter ggf. erheblich reduzieren. Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte anzusehen.

	Lagerung/Konsist.	Wichte		Scherparameter		Steifemodul	Wasserdurchl.
Bodenschicht		γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ' in °	c' kN/m ²	E_s in MN/m ²	K_f in m/s
bindige Auffüllung	weich	19,5-20,5	10-11	27 - 28	-	5-8	$1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-7}$
fluviatile, holozäne schluffige Feinsande	mitteldicht bis dicht	20-21	12-13,5	32 - 34	1-3	20-40	$5 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$
holozäne Flussschotter	locker bis mitteldicht	20-22	12-14	32 - 35	2-3	30-50	$5 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-5}$
sandige, schwach kiesige Schluffe	steif	20,5-21,5	11-12	28-30	2-4	10-15	$5 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 8: Bodenparameter, Teil 1

	Lagerungsdichte / Konsistenz	Pfahlspitzenwiderstand	Bruchwert der Mantelreibung	Bezogene Pfahlkopfssetzung
Bodenschicht		σ_s (MN/m ²)	τ_{mt} (MN/m ²)	s/D_f
bindige Auffüllung	weich	0,5	0,05	0,03
fluviatile, holozäne schluffige Feinsande	mitteldicht bis dicht	1,35	0,12	0,03
holozäne Flussschotter	locker bis mitteldicht	1,2	0,11	0,03
sandige, schwach kiesige Schluffe	steif	0,8	0,08	0,03

Tabelle 9: Bodenparameter, Teil 2

7.4 Grundwasserverhältnisse

An keinem der Aufschlusspunkte wurde kein Grundwasser angetroffen. Gem. (2) liegt der mittlere Grundwasserflurabstand bei ca. 16,6 m. Als maximale Schwankung wird ausgehend von den Wasserstandsdaten aus der vom WWA Wh überwachten Messstelle GA25 auf dem Gelände des Werdenfels-Gymnasiums 4 m angenommen. Das Mittelwasser wird vorerst mit 690,2 m ü. NN angenommen. Somit ergibt sich das HHW bei ca. 694,2 m ü. NN. Das MHGW kann mit 691,5 m abgeschätzt werden. Alle genannten Wasserstände sind für die geplante Baumaßnahme nicht relevant. Allein für die evtl. geplante Einrichtung einer Wärmepumpenanlage ist der Grundwasserstand und dessen Schwankungen zu berücksichtigen.

Sollte sich im Verlauf der weiteren Planung erweisen, dass ein ausbaufähiger Versuchsbrunnen eingerichtet werden soll, so würde hierbei die genaue Lage des Grundwasserspiegels, die Grundwassermächtigkeit und durch einen dann auszuführenden Pumpversuch auch die Durchlässigkeit des Aquifers erkundet werden. Für die abschließende Entscheidung über die Machbarkeit eines Wärmepumpenbetriebs wären dann unter Berücksichtigung der Ergebnisse dieses Pumpversuchs modellhaft die Auswirkungen dieses Betriebs genauer zu untersuchen.

8. Hinweise zur Bauausführung

8.1 Beschreibung des Bauvorhabens

Der Markt Garmisch-Partenkirchen lässt die an der Hindenburgstraße 10 auf dem Flurstück 983 der Gemarkung Partenkirchen gelegene BSGM erweitern und neu strukturieren.

Folgende Maßnahmen sind unter anderem vorgesehen:

1. Erweiterungsbaukörper für die Grundschule (vorgesehener Standort: Fläche zwischen Hauptgebäude und Münchner Straße),
2. Anbindung des Erweiterungsbaukörper für die Grundschule an das bestehende Hauptgebäude (Verbindungsbaukörper mit Verwaltung und Sonderräumen),
3. Neukonzeption der Schulhofflächen für die Grund- und Mittelschule (Planung und Umsetzung durch den Planer für die Freianlagen - wird separat vergeben),
4. die Hol- und Bring-Situation ist aktuell nicht zufriedenstellend, dies soll im Zuge der Neukonzeption der Außenflächen (kreativ) gelöst werden (Planung und Umsetzung durch den Planer für die Freianlagen - wird separat vergeben),
5. Gesamtkonzeption u. a. mit Erweiterungsmöglichkeiten für den Stockwerksbau

8.2 Gründung

Erweiterungskörper für die Grundschule (Bohrungen KRB1, KRB2, KRB3 und KRB4):

Das Gebäude ist teilweise unterkellert (Verwaltung, Foyer). Hingegen ist der Gebäudeteil mit der Aula nicht unterkellert. Das Gebäude-Nullniveau liegt bei 706,80 m ü. NN. Das Gründungsniveau der unterkellerten Gebäudeteile liegt bei ca. 701,80 m ü. NN. Das Gründungsniveau des nicht unterkellerten Gebäudeteils liegt bei ca. 705,12 m ü. NN.

Die Mächtigkeit der erschlossenen Auffüllungen nimmt hier von KRB1 bis KRB/DPH4 von 1,5 m auf 3,0 m (DPH4) ab GOK zu.

Nicht unterkellertes Gebäudeteil: Die Untersuchungspunkte KRB/DPH1 und -2 liegen auf oder nahe des Gebäudeteils ohne Unterkellerung. Hier wurden an KRB1 ca. 1,5 m und an KRB2 ca. 2,0 m mächtige Auffüllungen festgestellt. Der tragfähige Boden steht laut DPH1 in 705,00 m ü. NN an und somit ungefähr in Höhe des geplanten Gründungsniveaus. An DPH2 steht der tragfähige Boden in einer Tiefe von 704,30 m ü. NN an und somit ca. 0,8 m unter dem geplanten Gründungsniveau der nicht unterkellerten Gebäudeteile. Im Schnitt ergibt sich somit auf Grundlage der verfügbaren Untersuchungspunkte für den nicht unterkellerten Gebäudeteil ein Bodenaustausch von 0,4 m Mächtigkeit.

Die unter den Auffüllungen anstehenden Böden (an KRB1 und -2 Kiessande mit unterschiedlichen Schluffanteilen), sind tragfähig und gering bis mittel setzungsempfindlich.

Unterkellertes Gebäudeteil: Die Untersuchungspunkte KRB/DPH1, -3 und -4 liegen im Nahbereich des unterkellerten Gebäudeteils. Die Auffüllungen enden an KRB1 in 1,5 m Tiefe unter GOK oder bei ca. 705,00 m ü. NN, an KRB3 in ca. 2,5 m Tiefe unter GOK oder bei ca. 704,50 m ü. NN und an KRB4 in 2,7 m Tiefe unter GOK oder bei ca. 703,50 m ü. NN. An KRB1 und an KRB4 liegen Unterkante der Auffüllungen und Oberkante des tragfähigen Lockergesteins auf dem gleichen Niveau. Hingegen wird durch die schwere Rammsondierung DPH3 nachgewiesen, dass geringe Schlagzahlen und somit gering tragfähiges Lockergestein bis in eine Tiefe von 3,1 m vorkommen.

Das Gründungsniveau des unterkellerten Gebäudeteils liegt somit unterhalb der Auffüllungen und in den anstehenden Böden. Die schweren Rammsondierungen an den Untersuchungspunkten DPH3 und DPH4 belegen jeweils tragfähige Böden auf dem Gründungsniveau. An DPH1 reicht die schwere Rammsondierung nur bis in eine Tiefe von 703,50 m ü. NN und endet somit 1,7 m oberhalb des Gründungsniveaus des unterkellerten Gebäudeteils. Hier kann nur auf Grundlage der an den weiteren Bohrpunkten festgestellten Tragfähigkeiten rückgeschlossen werden, dass auch hier tragfähiger Boden vorhanden sein müsste.

Nach dem Aushub sind die Baugrubensohlen fachgerecht zu verdichten. Anschließend ist eine Baugrubenabnahme durch den Baugrundgutachter durchzuführen. Die erzielte Verdichtung ist durch statische und kalibrierte dynamische Plattendruckversuche und Rammsondierungen nachzuweisen.

Die Gründungssohlen sind durch den Bodengutachter in Augenschein zu nehmen (Baugrubenabnahme). Mit der Nachverdichtung ist an den Gründungssohlen eine Proctordichte von $D_{pr} \geq 100 \%$ zu erzielen oder es sind durch Plattendruckversuche mindestens E_{v2} -Werte von 120 MN/m^2 oder E_{vd} -Werte von 55 MN/m^2 nachzuweisen. Sollten in den Baufeldern auf Gründungsniveau Lehmlinsen aufgeschlossen werden, so sind diese mindestens bis in eine Tiefe von 0,6 m ab Gründungsniveau abzugraben und durch verdichtungswilliges Bodenmaterial (z. B. Kiessand) zu ersetzen. Das Austauschmaterial ist unter lagenweiser Verdichtung (Mächtigkeit einer Lage $\leq 0,3 \text{ m}$) fachgerecht einzubauen. Die erzielte Verdichtung im Austauschbereich ist durch Plattendruckversuche nachzuweisen (Zielwert siehe oben). Sollte dieser Nachweis nicht möglich sein, so ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen. Grundsätzlich ist bei der Verdichtung ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

Nach den geschilderten Vorbereitungen kann die Bauwerksgründung mit einer Bodenplatte oder über Streifen- bzw. Einzelfundamente auf den anstehenden Böden oder Austauschböden erfolgen.

Bei Berücksichtigung der oben gemachten Vorgaben können für die Anwendung von Einzel- und Streifenfundamenten die zulässigen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003, Tabellen A 1 (für setzungsempfindliche Bauwerke) und A 2, angesetzt werden bzw. die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, Tabellen A6.1 und A6.2, Eurocode 7 verwendet werden.

Da die Gründungssohlen auf unterschiedlichen Niveaus liegen und unter den Gründungssohlen unterschiedliche Böden anstehen, sind bei Anwendung der Tabelle A 1 (für setzungsunempfindliche Bauwerke) die Tabellenwerte um 30% bzw. bei Anwendung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach Tabelle A6.1 die Tabellenwerte nach Punkt A6.10.2.3, Eurocode 7 um 30% zu verringern.

Bei Ausnutzung der oben angegebenen zulässigen Bodenpressungen nach den Tabellen A 1 und A 2, DIN 1054:2003 bzw. der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach den Tabellen A6.1 und A6.2, Eurocode 7 ist mit Bauwerkssetzungen zu rechnen, die bei Fundamentbreiten bis ca. 2 m ein Maß von 1 bis 3 cm nicht übersteigen. Differenzsetzungen fallen entsprechend geringer aus. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteeinflüssen können sich die Setzungen vergrößern. Für die Anwendung von Einzel- und Streifenfundamenten bei einer Gründung auf den mind. mitteldicht gelagerten Kiessanden und Sanden sollten diese Werte ebenfalls nicht überschritten werden.

Bei unterschiedlich tief gegründeten Fundamenten ist auf die Einhaltung eines Lastausbreitungswinkels von 45° gegen die Horizontale zu achten. Sofern nicht der Lasteeinfluss höherer

Fundamente auf tiefere Bauteile statisch berücksichtigt wird, sind die Fundamente abzutrep-
pen. Die Abtreppungen sind nicht steiler als 45° gegen die Horizontale zu wählen.

Für Plattengründungen wird in der Regel das Bettungsmodul k_s zu deren statischer Berech-
nung benötigt. Der Wert kann im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes
verstanden werden. Aufgrund des Zusammenwirkens von Boden und Gründungskörper kann
eine exakte Größe des Bettungsmoduls nur unter Berücksichtigung von Form, Stärke und Be-
wehrung der Bodenplatte angegeben werden. Es kann unter Anwendung des oben beschrie-
ben Bodenaufbaus ein Wert mit $k_s = 20 \text{ MN/m}^3$ abgeschätzt werden. Bei höheren Genauig-
keitsanforderungen können exaktere Werte als Quotient aus dem Sohldruck und der zu erwar-
tenden Gebäudesetzung ermittelt werden.

Neubau 3-fach Sporthalle (Bohrungen KRB3, KRB4, KRB5 und KRB6): Das Gebäude
reicht bis auf das Gründungsniveau der angrenzenden Keller. Das Gebäude-Nullniveau liegt
bei 706,80 m ü. NN. Das Gründungsniveau liegt analog zur Unterkellerung des Erweiterungs-
baus bei ca. 701,80 m ü. NN.

Die Mächtigkeit der erschlossenen Auffüllungen liegt an KRB4 bei 2,7 m ab GOK und bei den
übrigen Bohrungen bei 2,5 m ab GOK.

Die Untersuchungspunkte KRB/DPH3, -4, -5 und -6 liegen im Nahbereich der 3-fach Turnhalle.
Die Auffüllungen enden an KRB3 in 2,5 m Tiefe unter GOK oder bei ca. 704,40 m ü. NN, an
KRB4 in ca. 2,7 m Tiefe unter GOK oder bei ca. 703,50 m ü. NN, an KRB5 in 2,5 m Tiefe unter
GOK oder bei ca. 704,00 m ü. NN und an KRB6 in ca. 2,5 m Tiefe oder bei 703,70 m ü. NN.
An KRB4 und an KRB6 liegen Unterkante der Auffüllungen und Oberkante des tragfähigen
Lockergesteins auf dem gleichen Niveau. Hingegen wird durch die schweren Rammsondie-
rungen an DPH3 und DPH5 nachgewiesen, dass geringe Schlagzahlen und somit gering trag-
fähiges Lockergestein bis in eine Tiefe von 3,1 m oder bis in eine Höhe von 704,00 m ü. NN
(KRB3) bzw. bis in eine Tiefe von 6,0 m ab GOK oder bis in eine Höhe von 700,60 m ü. NN
(KRB5) vorkommen.

Das Gründungsniveau der 3-fach Sporthalle liegt somit mit 701,8 m ü. NN um 1,2 m oberhalb
der gering tragfähigen Schichten an KRB5. An den übrigen Aufschlusspunkten liegt das Grün-
dungsniveau der Sporthalle in tragfähigen Schichten. Die schweren Rammsondierungen an
den Untersuchungspunkten DPH3, DPH4 und DPH6 belegen jeweils tragfähige Böden auf
dem Gründungsniveau. An DPH5 werden bis in eine Tiefe von ca. 6,0 m ab GOK oder bis in
ca. 700,60 m ü. NN locker gelagerte Kiese erschlossen. Insofern ist hier über die Baufläche
von einem Bodenaustausch mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 0,3 m auszugehen.

Nach dem Aushub sind die Baugrubensohlen fachgerecht zu verdichten. Anschließend ist eine
Baugrubenabnahme durch den Baugrundgutachter durchzuführen. Die erzielte Verdichtung ist
durch statische und kalibrierte dynamische Plattendruckversuche und Rammsondierungen
nachzuweisen.

Die Gründungssohlen sind durch den Bodengutachter in Augenschein zu nehmen (Baugru-
benabnahme). Mit der Nachverdichtung ist an den Gründungssohlen eine Proctordichte von
 $D_{pr} \geq 100 \%$ zu erzielen oder es sind durch Plattendruckversuche mindestens E_{v2} -Werte von
 120 MN/m^2 oder E_{vd} -Werte von 55 MN/m^2 nachzuweisen. Sollten in den Baufeldern auf Grün-
dungsniveau Lehmlinsen aufgeschlossen werden, so sind diese mindestens bis in eine Tiefe
von 0,6 m ab Gründungsniveau abzugraben und durch verdichtungswilliges Bodenmaterial (z.
B. Kiessand) zu ersetzen. Das Austauschmaterial ist unter lagenweiser Verdichtung (Mächtig-

keit einer Lage $\leq 0,3$ m) fachgerecht einzubauen. Die erzielte Verdichtung im Austauschbereich ist durch Plattendruckversuche nachzuweisen (Zielwert siehe oben). Sollte dieser Nachweis nicht möglich sein, so ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen. Grundsätzlich ist bei der Verdichtung ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

Nach den geschilderten Vorbereitungen kann die Bauwerksgründung mit einer Bodenplatte oder über Streifen- bzw. Einzelfundamente auf den anstehenden Böden oder Austauschböden erfolgen.

Bei Berücksichtigung der oben gemachten Vorgaben können für die Anwendung von Einzel- und Streifenfundamenten die zulässigen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003, Tabellen A 1 (für setzungsempfindliche Bauwerke) und A 2, angesetzt werden bzw. die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, Tabellen A6.1 und A6.2, Eurocode 7 verwendet werden.

Da die Gründungssohlen auf unterschiedlichen Niveaus liegen und unter den Gründungssohlen unterschiedliche Böden anstehen, sind bei Anwendung der Tabelle A 1 (für setzungsunempfindliche Bauwerke) die Tabellenwerte um 30% bzw. bei Anwendung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach Tabelle A6.1 die Tabellenwerte nach Punkt A6.10.2.3, Eurocode 7 um 30% zu verringern.

Bei Ausnutzung der oben angegebenen zulässigen Bodenpressungen nach den Tabellen A 1 und A 2, DIN 1054:2003 bzw. der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach den Tabellen A6.1 und A6.2, Eurocode 7 ist mit Bauwerkssetzungen zu rechnen, die bei Fundamentbreiten bis ca. 2 m ein Maß von 1 bis 3 cm nicht übersteigen. Differenzsetzungen fallen entsprechend geringer aus. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteinflüssen können sich die Setzungen vergrößern. Für die Anwendung von Einzel- und Streifenfundamenten bei einer Gründung auf den mind. mitteldicht gelagerten Kiessanden und Sanden sollten diese Werte ebenfalls nicht überschritten werden.

Bei unterschiedlich tief gegründeten Fundamenten ist auf die Einhaltung eines Lastausbreitungswinkels von 45° gegen die Horizontale zu achten. Sofern nicht der Lasteinfluss höherer Fundamente auf tiefere Bauteile statisch berücksichtigt wird, sind die Fundamente abzutrepfen. Die Abtreppungen sind nicht steiler als 45° gegen die Horizontale zu wählen.

Für Plattengründungen wird in der Regel das Bettungsmodul k_s zu deren statischer Berechnung benötigt. Der Wert kann im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden. Aufgrund des Zusammenwirkens von Boden und Gründungskörper kann eine exakte Größe des Bettungsmoduls nur unter Berücksichtigung von Form, Stärke und Bewehrung der Bodenplatte angegeben werden. Es kann unter Anwendung des oben beschriebenen Bodenaufbaus ein Wert mit $k_s = 20 \text{ MN/m}^3$ abgeschätzt werden. Bei höheren Genauigkeitsanforderungen können exaktere Werte als Quotient aus dem Sohldruck und der zu erwartenden Gebäudesetzung ermittelt werden.

8.3 Bauwasserhaltung und Schutz der Gebäude gegen Grundwasser

Wasserhaltung: Eine Wasserhaltung zur Absenkung des Grundwasserspiegels wird nicht erforderlich, da der MHGW-Wasserstand deutlich unter der Baugrubensohle liegt. Dennoch kann sich in der Bauphase z. B. bei Starkregenereignissen Niederschlagswasser in der Baugrube aufstauen. Für diesen Fall empfehlen wir, die Ausrüstungen für den Betrieb einer offenen Wasserhaltung (Pumpen, Schachtring für Pumpensümpfe, Leitungen) auf der Baustelle vorzuhalten oder kurzfristig verfügbar zu machen, so dass Niederschlagswasser nach Erfordernis aus der Baugrube abgepumpt werden kann.

Wassereinwirkungsklasse des Gebäudes: Nach DIN 18533-1:2017-07 ist für das Gebäude die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (drückendes Wasser bis 3 m Wassersäule) festzulegen. Das ist darauf zurückzuführen, dass zum einen Böden erschlossen wurden, die einen Kf-Wert von unter 1×10^{-4} m/s aufweisen, was eine Stauwasserbildung begünstigt und zum anderen dadurch begründet, dass die Gebäude bei Eintreten eines hundertjährigen Hochwassers teilweise in den Überflutungsbereichen des Faukenbachs liegen. Wir empfehlen deshalb, den Bemessungswasserstand vorerst auf das Niveau der Geländeoberkante festzulegen und im Verlauf der weiteren Planung auf Grundlage der im Bayernatlas veröffentlichten Modellierungen klären zu lassen, bis auf welche Höhenniveaus genau Überflutungen bei einem solchen Ereignis vorkommen können.

8.4 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen

Nicht verbaute Baugrubenwände dürfen nach DIN 4124 bei den anstehenden, teilweise nicht bindigen Böden einen Böschungswinkel von 45° nicht überschreiten. Sollen die Baugrubenwände steiler geböscht werden, ist ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Falls die Ausbildung von geböschten Baugruben nicht möglich ist, sind ab Baugrubentiefen von über 1,25 m Verbaumaßnahmen erforderlich.

Hinterfüllungen: Die ausgebauten anstehenden Kiessande sind teilweise zur Bauwerkshinterfüllung oder für Rohrgrabenhinterfüllungen geeignet. In Frosttiefe ist jedoch frostsicheres Material (F1) zu verwenden. Grobe Steine müssen aussortiert werden. Nach Rücksprachen mit den Fachbehörden kann nach deren Genehmigung eventuell auch gering verunreinigtes Material (z. B. bis Einbauklasse Z1.1 nach EPP) wieder eingebaut werden. Aufgehaldetes Material sollte gegen Witterungseinflüsse geschützt werden; insbesondere sind für den Wiedereinbau vorgesehene Materialien trocken zu halten.

Unter versiegelten Zuwegungen und Stellflächen ist Auffüllmaterial mit Feinkorngehalten ≤ 5 Gew.-% einzubauen. Da der Feinkornanteil beim Verdichten um ca. 2% zunimmt, kann z. B. ein Kiessand mit einem Feinkornanteil von ≤ 3 Gew.-% als Tragschichtmaterial verwendet werden. Die Arbeitsräume sind nach Regelaufbau lagenweise in Stärken zu je $\leq 0,3$ m mit ausreichender Verdichtung ($D_{pr} \geq 100\%$) zu verfüllen. Die ausreichende Verdichtung ist durch dynamische Plattendruckversuche während des Einbaus nachzuweisen.

8.5 Versickerung von Niederschlagswasser

Das anfallende Niederschlagswasser kann in den wasserungesättigten anstehenden Kiesen (fluviatilen Schottern) versickert werden. Für die Dimensionierung der Versickerungseinrichtungen nach DWA-Arbeitsblatt 138 kann vorerst auf Grundlage der durchgeführten Korngrößenanalysen ein kf-Wert von 1×10^{-4} m/s angesetzt werden. Da die Kiese auch kleinräumig unterschiedliche Durchlässigkeiten aufweisen können und da uns bislang keine geplanten Standorte der Versickerungsanlagen bekannt sind, ist es sinnvoll, im Verlauf der weiteren Planung nach Festlegung der Standorte von Versickerungsanlagen, dort Versickerungsversuche durchzuführen. Hieraus ergeben sich dann spezifische Durchlässigkeitsbeiwerte für den jeweiligen Standort der betreffenden Versickerungsanlage.

Im Bereich des Sickerkegels sind grundsätzlich eventuell vorhandene Auffüllungen oder verunreinigte Böden vollständig auszuräumen

8.6 Betonaggressivität von Böden und Grundwasser

Die angetroffenen Böden und das Grundwasser sind nach DIN 4030 voraussichtlich als nicht bis möglicherweise gering betonangreifend einzustufen. Wir empfehlen im Verlauf der weiteren Untersuchungen sicherheitshalber eine Wasseranalyse nach DIN 4030 durchführen zu lassen. Hierfür kann z. B. auch Grundwasser aus einer Schürfgrube geschöpft werden.

9. Untersuchung, Zuordnung und Verwertung von Boden und Asphalt

9.1 Abfallrechtliche Zuordnung von Boden

Sobald im Rahmen von Baumaßnahmen verunreinigter Bodenaushub anfällt, greift das Abfallrecht. Böden mit schädlichen Verunreinigungen bzw. Auffüllmaterial müssen vor einer Verwertung bzw. Behandlung chemisch untersucht werden. Die Art der möglichen Verwertung bestimmen die „Technischen Regeln“ der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), für „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen“ bzw. im sogenannten „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ (im weiteren Text „Leitfaden“) geregelt. Die Einstufung von Verfüllböden nach diesen Merkblättern ist maßgeblich für die Entsorgungskosten.

Folgende Schwellenwerte für die Einstufung von gering verunreinigten mineralischen Reststoffen / Abfällen werden in den „Technischen Regeln“ der LAGA definiert:

Z 0: im Allgemeinen nicht eingeschränkter Einbau

Z 1.1: bei Einhaltung dieser Werte ist aus Sicht des Grundwasserschutzes selbst bei ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass ein eingebauter Boden keine nachteiligen Veränderungen im Grundwasser bewirkt. In der Regel wird daher eine Wiederverwertung uneingeschränkt genehmigt.

Z 1.2: bei Einhaltung dieser Werte kann Boden in hydrogeologisch günstigen Gebieten (flächig verbreitete, mindestens 2 m mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen für Schadstoffe - wie Tone, Schluffe, Lehme - über dem Grundwasserleiter) eingebaut werden.

Z 2: Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Durch diese soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Die Z-Werte beziehen sich auf Mischproben aus bereits ausgehobenen Halden. Die endgültige Einstufung wird erst während des Aushubs für jede Halde einzeln nach einer Haldenbeprobung festgelegt. Die Untersuchungen werden in der Gesamtfraktion des Bodens ausgeführt.

Stellvertretend für die TR LAGA, wird in Bayern der „Leitfaden“ (Eckpunktepapier oder "EPP") verwendet. Im „EPP“ sind analoge Zuordnungskriterien genannt. Auf Grund der sensibleren Verfüllorte – die Verfüllorte liegen in Kiesgruben – werden die Deklarationsanalysen an der Fraktion <2 mm des Bodens ausgeführt. Hierdurch wird eine Verdünnung der Schadstoffgehalte durch Grobkomponenten verhindert. Hintergrund für diese Vorgehensweise ist die Tatsache, dass das Sicker- oder Grundwasser insbesondere durch die feinkörnigen Bodenanteile fortbewegt und somit vor allem die darin enthaltenen Schadstoffe berührt.

Eine Verfüllung von Böden mit organischen Anteilen in Gruben nach EPP ist nicht vorgesehen. Es handelt sich um eine Verwertung gering verunreinigter mineralische Stoffe. Ein konkreter

Grenzwert für den organischen Anteil gemessen als Glühverlust oder TOC ist im EPP nicht vorgegeben. Es wird ein TOC von <3 % vorausgesetzt.

Wir weisen darauf hin, dass ab organischen Anteilen von >3% bis 6% in der Gesamtfraktion nach Deponie-Info 7 des Bayer. LfU die Einholung von Sondergenehmigungen bei den betreffenden Gebietskörperschaften (Landratsämtern) erforderlich werden. Diese Anforderung sollte auch in der Ausschreibung enthalten sein. Zudem können Untersuchungen zur Bestimmung von Gasbildungsrate beim Abbau organischer Substanz erforderlich werden (je nach pH-Wert des Bodens AT4 oder GB21).

Weiterhin kommt es auch in anstehenden Böden der Münchner Schotterebene häufig vor, dass die pH-Werte über dem für die Obergrenze der Belastungskategorie Z0 liegenden Wert von 9 liegen. Hierzu gibt es eine Stellungnahme des bayerischen LfU, die festlegt, dass sich allein auf Grundlage eines über 9 liegenden pH-Wertes für anstehende Böden keine Höherstufung bei der Zuordnung des Bodens gemäß Eckpunktepapier ergibt.

Wird der durch das EPP vorgegebene Schwellenwert Z2 überschritten, so greift die Deponieverordnung (DepV) [9].

9.2 Bodenuntersuchungen

Die entnommenen Proben aus anstehenden und aufgefüllten Oberböden und Böden wurden durchgehend auf die Leitparameter nach BBodSchV (Arsen und Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, Zink) sowie auf PAK n. EPA, untersucht. Die Untersuchungsergebnisse werden in Tabellen 10 auf Seite 22 und 11 auf Seite 23 aufgelistet.

Abfallwirtschaftliche Einstufung: Mit TOC-Werten von über 3,0% (z. B. KRB1/0,10 mit 3,32%) ist davon auszugehen, dass insbesondere das Material der Oberbodenschichten über dem Grenzwert für eine Verfüllung in Eckpunktepapiergruben (siehe hierzu Kap. 9.1) liegen kann. Bei einer Entsorgung dieses Materials muss mit zusätzlichen Untersuchungen (z. B. Abbautest in 4 Tagen [AT4] oder Gasbildungsrate in 21 Tagen [GB21]) gerechnet werden. Möglicherweise muss hier eine Ausnahmegenehmigung mit dem Grubenbetreiber abgestimmt und nach dessen Zustimmung bei zuständigen Landratsamt beantragt werden.

Die Untersuchungen der Oberböden ergab ansonsten Zuordnungen in die Einbauklassen Z0 bis Z1.2. Probe KRB2/0,20 konnte wegen der geringen Probenmenge nur auf den Parameter PAK untersucht werden.

Die Untersuchung der Auffüllungsproben ergab durchweg Zuordnungen in die Einbauklasse Z0.

Bodenschutzrechtliche Einstufung: Nach LfW-Merkblatt 3.8/1 lagen alle untersuchten Schadstoffgehalte unter den Hilfswerten 1.

10. Gefährdungsabschätzung

10.1 Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter Kontakt)

Dieser Wirkungspfad kann bisher nur auf Grundlage der Untersuchung einzelner Bodenproben beurteilt werden. Oberbodenflächenmischproben wurden bisher noch nicht entnommen. In den insgesamt 5 Oberbodenproben, die im Zuge der Schadstoffuntersuchungen des Bodens untersucht wurden, wurde der Prüfwert gemäß FoBIG von 0,5 mg/kg Benzo(a)pyren bei Anwesenheit weiterer Einzelsubstanzen der PAK nicht überschritten. Auch andere Grenzwerte

nach Anhang 2, Punkt 1.4 der BBodSchV wurden in den entnommenen Oberbodenproben nicht überschritten. Das Vorliegen einer Gefährdung hat sich somit vorerst nicht belegen lassen. Im weiteren Verlauf werden noch Oberbodenflächenmischproben nach BBodSchV entnommen. Wenn die Untersuchungsergebnisse aus diesen Untersuchungen vorliegen, kann die Beschaffenheit des Oberbodens abschließend beurteilt werden.

Bodenuntersuchungen Bgm.-Schütte-Grund- u. Mittelschule			Analysennr.						500134	500101	500115	500153	500159
			Probenahmedatum						20220824	20220824	20220824	20220824	20220824
			Probenbezeichnung						KRB2/0,20	KRB1/0,10	KRB1/0,50	KRB3/1,00	KRB3/2,50
Parametername	BG	Einheit	↑ EPP Z0 (Sand)	↑ EPP Z0 (Lehm/Schluff)	↑ EPP Z0 (Ton)	↑ EPP Z1.1	↑ EPP Z1.2	↑ EPP Z2	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert
Feststoff													
Trockensubstanz	0,1	%							82,3	82	88	86,1	84,6
Analyse in der Fraktion < 2mm													
Fraktion < 2 mm (Wägung)	0,1	%							79,6	30	42,6	42,7	60,7
Königswasseraufschluß													
Arsen (As)	4	mg/kg	20	20	20	30	50	150		6,8	5,9	5,9	6,5
Blei (Pb)	4	mg/kg	40	70	100	140	300	1000		43	30	26	15
Cadmium (Cd)	0,2	mg/kg	0,4	1	1,5	2	3	10		0,3	0,3	0,3	<0,2
Chrom (Cr)	2	mg/kg	30	60	100	120	200	600		28	19	26	27
Nickel (Ni)	3	mg/kg	15	50	70	100	200	600		21	15	22	22
Kupfer (Cu)	2	mg/kg	20	40	60	80	200	600		23	19	22	18
Quecksilber	0,05	mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10		0,23	0,21	0,18	0,08
Zink (Zn)	2	mg/kg	60	150	200	300	500	1500		227	71,4	89,5	53,8
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	50	mg/kg	100	100	100	300	500	1000			54	160	<50
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	50	mg/kg									<50	<50	<50
Acenaphthylen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	0,05	mg/kg							0,19	0,06	<0,05	0,08	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	0,05	mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0,41	0,16	<0,05	0,19	<0,05
Benzo(ghi)perylene	0,05	mg/kg							0,28	0,15	<0,05	0,14	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,05	mg/kg							0,31	0,16	<0,05	0,15	<0,05
Naphthalin	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	0,05	mg/kg							0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	0,05	mg/kg							0,53	0,25	<0,05	0,24	<0,05
Pyren	0,05	mg/kg							0,48	0,15	<0,05	0,2	<0,05
Benzo(a)anthracen	0,05	mg/kg							0,31	0,12	<0,05	0,14	<0,05
Chrysen	0,05	mg/kg							0,4	0,14	<0,05	0,13	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	0,05	mg/kg							0,44	0,18	<0,05	0,21	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	0,05	mg/kg							0,24	0,1	<0,05	0,08	<0,05
PAK-Summe (nach EPA)		mg/kg	3	3	3	5	15	20	3,65	1,47	n.b.	1,56	n.b.
Zuordnung nach Eckpunktepapier / LVGBT									Z1.2	Z1.1	Z0	Z1.1	Z0
Einstufung nach RuVA Stb. bzw. Bodenschutzrecht									<HW1	<HW1	<HW1	<HW1	<HW1

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse Bodenproben, Teil 1

10.2 Wirkungspfad Boden – Gewässer (Grundwasser)

Eine Gefährdung des Grundwassers durch einen Schadstoffeintrag aus der Auffüllung kann wegen der geringen Schadstoffgehalte und wegen des hohen Grundwasserflurabstands nicht erkannt werden.

11. Entsorgungsarbeiten

Auf dem Untersuchungsgrundstück wurden ausschließlich in den aufgefüllten Oberböden Belastungen durch die Schadstoffe Zink, Kohlenwasserstoffe, Benzo(a)pyren und PAK festgestellt.

Bodenuntersuchungen Bgm.-Schütte-Grund- u. Mittelschule			Analysennr.						500160	500165	500166	500168	500169
			Probenahmedatum						20220824	20220824	20220824	20220824	20220824
			Probenbezeichnung						KRB4/0,20	KRB4/2,70	KRB5/0,10	KRB5/2,50	KRB6/2,50
Parametername	BG	Einheit	↑ EPP Z0 (Sand)	↑ EPP Z0 (Lehm/Schluff)	↑ EPP Z0 (Ton)	↑ EPP Z1.1	↑ EPP Z1.2	↑ EPP Z2	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert
Feststoff													
Trockensubstanz	0,1	%							80,2	94,1	82,9	81,1	84,5
Analyse in der Fraktion < 2mm													
Fraktion < 2 mm (Wägung)	0,1	%							64,7	38	96,6	74,3	46,4
Königswasseraufschluß													
Arsen (As)	4	mg/kg	20	20	20	30	50	150	8,3	<4,0		6	5
Blei (Pb)	4	mg/kg	40	70	100	140	300	1000	27	4,8		22	15
Cadmium (Cd)	0,2	mg/kg	0,4	1	1,5	2	3	10	0,3	<0,2		0,2	0,2
Chrom (Cr)	2	mg/kg	30	60	100	120	200	600	31	12		24	19
Nickel (Ni)	3	mg/kg	15	50	70	100	200	600	24	9,5		23	14
Kupfer (Cu)	2	mg/kg	20	40	60	80	200	600	22	7,2		21	14
Quecksilber	0,05	mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10	0,29	0,11		0,09	0,09
Zink (Zn)	2	mg/kg	60	150	200	300	500	1500	85,3	20,3		60,3	52
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	50	mg/kg	100	100	100	300	500	1000		<50		<50	79
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	50	mg/kg								<50		<50	<50
Acenaphthylen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	0,18	0,07	0,06
Dibenz(ah)anthracen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	0,05	mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0,06	<0,05	0,49	<0,05	0,12
Benzo(ghi)perylene	0,05	mg/kg							0,05	<0,05	0,36	<0,05	0,09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,05	mg/kg							0,05	<0,05	0,37	<0,05	0,11
Naphthalin	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	0,05	mg/kg							0,12	<0,05	0,73	0,08	0,2
Pyren	0,05	mg/kg							0,08	<0,05	0,67	0,06	0,15
Benzo(a)anthracen	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	0,34	<0,05	0,1
Chrysen	0,05	mg/kg							0,05	<0,05	0,37	<0,05	0,1
Benzo(b)fluoranthren	0,05	mg/kg							0,08	<0,05	0,49	<0,05	0,13
Benzo(k)fluoranthren	0,05	mg/kg							<0,05	<0,05	0,22	<0,05	0,06
PAK-Summe (nach EPA)		mg/kg	3	3	3	5	15	20	0,49	n.b.	4,27	0,21	1,12
Zuordnung nach Eckpunktepapier / LVGBT									Z0	Z0	Z1.2	Z0	Z0
Einstufung nach Bodenschutzrecht									<HW1	<HW1	<HW1	<HW1	<HW1

Tabelle 11: Untersuchungsergebnisse Bodenproben, Teil 2

Für die im Zuge der Baumaßnahme erforderlichen Aushub- und Abtragarbeiten empfehlen wir die folgende Vorgehensweise:

1. Erdbaumaßnahmen in aufgefüllten Bereichen können ohne kontinuierliche Überwachung durchgeführt werden, da die Grenze zwischen aufgefülltem Oberboden und darunterliegenden aufgefüllten Böden nach Einweisung gut unterscheidbar sind. Alle aufgefüllten Böden sind zu Haufwerken nach EPP/LAGA PN 98 aufzuschütten und gemäß EPP/LAGA PN 98/Deponie-Info 3 zu beproben. Hierbei sind die Oberböden von den darunterliegenden Schluffen zu trennen. Die Proben sind der Deklarationsuntersuchung in einem akkreditierten Labor zuzuführen.
2. Erdbaumaßnahmen in anstehenden Bodenschichten können gleichermaßen ohne durchgehende Überwachung durchgeführt werden. Für die Verwertung des Bodens reichen Haufwerksdeklarationen mit Probenentnahme nach EPP/LAGA PN 98/Deponie-Info 3 und Laboranalysen eines akkreditierten Labors. Sollte der anstehende Boden erreicht werden, so können auch Sohlproben entnommen und nach EPP deklariert werden. Sollte hierbei die Einbauklasse Z0 nachgewiesen werden, so kann der übrige Aushub nach Zustimmung des beauftragten Erdbauers / der beauftragten Gruben auch

ohne weitere Deklaration unter Vorlage der Ergebnisse der Sohlbeprobung abgefahren werden.

3. Für den Wiedereinbau vorgesehenes Material ist wenigstens auf die Parameter Kohlenwasserstoffe, PAK/EPA und Schwermetalle + Arsen zu untersuchen, bevor über die Möglichkeit und den Ort des Wiedereinbaus entschieden wird. Die Entscheidung über den Wiedereinbau von Z1.1-Material ist in Abstimmung mit dem zuständigen Landrat-samt zu treffen. Einbauorte von Z1.1-Material sind grundsätzlich exakt zu dokumentieren.
4. Die Erd- / Bau-Firma ist vor Beginn der Arbeiten in die Schadstoff- / Entsorgungsproblematik einzuweisen.

Wir empfehlen auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse bei der Ausschreibung der Entsorgungsarbeiten die folgenden Positionen / Einbauklassen zu berücksichtigen: Z0, Z1.1, Z1.2, Z2 sowie DK0 und DK1. Es ist davon auszugehen, dass beim Aushub überwiegend Z0-, Z1.1- und Z1.2-Material anfallen wird.

12. Schlussbemerkung

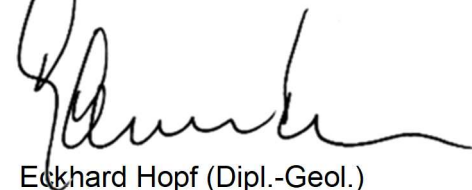
Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feldarbeiten zum hier zu behandelnden Bauvorhaben zusammengestellt und erläutert. Darüber hinaus wurden Empfehlungen zur Ausführung der Bauwerksgründung gegeben. Diese Empfehlungen sind als Beratung zu verstehen, die den Entscheidungen des Planers, des Statikers und der Baufirma hinsichtlich der Gründung und des erforderlichen Einsatzes von Baumaschinen und -geräten etc. nicht vorgreifen.

Wir weisen zudem darauf hin, dass sich alle Untersuchungsergebnisse immer nur auf die untersuchten Proben beziehen. Zwischen den Untersuchungspunkten / Probenentnahmestellen können auch andere günstigere oder ungünstigere Werte vorkommen.

Da dem Gutachter nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und der Bauausführung bekannt sein können, sollten bodenmechanische Detailfragen bzw. Planungsänderungen mit dem Gutachter abgestimmt werden. Dies trifft auch dann zu, wenn im Zuge der Bauausführungen Untergrundverhältnisse angetroffen werden sollten, die von den hier beschriebenen Verhältnissen der punktförmigen Aufschlüsse abweichen.

Eching am Ammersee, 31.08.2022

BLASY + MADER GmbH



Eckhard Hopf (Dipl.-Geol.)

Anlage: Prüfbericht

13. Literaturverzeichnis

- [1] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen - Leitfaden zu den Eckpunkten, Vereinbarung zwischen dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und dem Industrieverband Steine und Erden e.V. vom 21.02.2001, Fassung vom 15.07.2021.
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09). Köln, Fassung 2009.
- [3] DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft (Hrsg.): Arbeitsblatt DWA-A 138. Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef, 2021.
- [4] Von Soos. P.: Eigenschaften von Boden und Fels; ihre Ermittlung im Labor, Grundbautaschenbuch, München 1996.
- [5] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.): Geologische Übersichtskarte 1:200.000 CC7934 München. Hannover 1991.
- [6] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (Hrsg.): Energie-Atlas Bayern, Kartenwerke. München, 2017. URL <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/> - zuletzt abgerufen am 07.04.2018.
- [7] Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (Hrsg.): BayernAtlas – Geoportal Bayern. Stand Oktober 2017. URL <https://geoportal.bayern.de> – zuletzt abgerufen am 27.03.2018
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): UmweltAtlas Geologie, München, 2017. URL <http://www.umweltatlas.bayern.de> – zuletzt abgerufen im August 2022
- [9] DIN EN ISO 22475-1:2007-01: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung, Beuth Verlag, 2007
- [10] DIN EN ISO 22475-2:2012-03: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen, Beuth Verlag, 2012
- [11] DIN 4023:2006-02: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen, Beuth Verlag 2006
- [12] DIN 18123:2011-04: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung, Beuth Verlag 2011 (Dokument wurde zurückgezogen)