

HYDROSOND

Geologisches Büro
Bernhard Krauthausen

[Hydrosond - Winnipeg Ave. B112 77836 Rheinmünster](#)

Evangelisches Sozialwerk Müllheim e.V.
Hauptstraße 149
79379 Müllheim

- **Hydrogeologie**
Wassererschließung
Grundwassermodellierung
Schutzzonenausweisung
- **Ingenieurgeologie**
Baugrund - Gründungsberatung
Bohrtechnik - Brunnenbau
- **Umweltgeologie**
Altlasten - Deponien
Sanierungen – Rückbau
Geothermie
Regenwasserversickerung

Bericht zur Baugrunduntersuchung

ELISABETHENHEIM MÜLLHEIM

79379 Müllheim

Auftrags-Nr. : 20208
Datum : 19.10.2020
Verteiler : 1 x Pro4 Ingenieure, Freiburg
: 1 x Huller+Scheld Architekten, Freiburg

Büro Baden-Airpark
Winnipeg Ave. B112
77836 Rheinmünster
Tel. 07229 / 697333
Fax 07229 / 697309

Büro Berg / Pfalz
Ludwigstraße 1
76768 Berg/Pfalz
Tel. 07273 / 4106
Fax 07273 / 1332

Bankverbindung:
Sparkasse GER-Kandel
IBAN: DE50 5485 1440 0001 0091 90
BIC: MALADE51KAD
mail@hydrosond.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung
2. Durchgeführte Untersuchungen
3. Standort und geplantes Bauwerk
4. Untergrundverhältnisse
5. Grundwasserverhältnisse
6. Bodenmechanische Kennwerte
7. Bodendurchlässigkeit
8. Erdbeben
9. Gründung
10. Baugrube, Abdichtung
11. Schadstoffuntersuchungen
12. Hinweise für die Bauausführung

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anl. 1: Lageplan Baufenster
- Anl. 1-1 OK der Schicht 3 in mNN
- Anl. 2: Bohrprofile der Bohrungen
- Anl. 3: Laborergebnisse Bodenmechanik, Hydrosond
- Anl. 4: Schadstoffuntersuchungen, Synlab, Ettlingen

1. Veranlassung

Die Pro4 Ingenieure, Freiburg, planen für das Evangelische Sozialwerk in Müllheim die Weiterentwicklung des Elisabethenheims Müllheim.

Das Geologische Büro HYDROSOND, Rheinmünster, wurde mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und der Erstellung des hiermit vorgelegten Gutachtens beauftragt.

2. Standort und geplantes Bauwerk

2.1 Standortbeschreibung

Das Baufenster befindet sich überwiegend innerhalb des Geländes des Elisabethenheims. Das Bebauungsareal ist derzeit frei von der Bebauung wird als Freizeit-Grünanlage genutzt.



Bild 1: Baufensterbereich

Nach Auskunft der Planer wird für die Bebauung eine nach Westen anschließende Teilfläche zusätzlich erworben. Diese Fläche wird derzeit nicht genutzt.

Die Bebauungsfläche liegt zwischen 256,0 mNN im Westen und 258,0 mNN im Osten.

Unter Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse wird von uns die Abtragung der Lasten über eine elastisch gebettete Bodenplatte vorgezogen. Für die Abtragung der Stützenlasten sollte - bei dieser Art der Gründung - eine Verstärkung der Bodenplatte durch sog. Vouten vorgesehen werden.

Die abzutragenden Lasten liegen noch nicht vor. Daher wurde für die Vorbemessung der Bodenplatte eine einheitliche Flächenlast von 150 kN/m² angenommen.

Für die Vorbemessung der Vouten wurde von uns eine Stützenlast von 2.000 kN angenommen.

3. Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Aufschlüsse

Zur Erkundung des Baugrundes wurden insgesamt 8 Rammkernbohrungen durchgeführt; die vorgesehene Erkundungstiefe von 5,0 m u. GOK wurde jedoch nur in den Bohrungen Bk 3 und Bk 7 erreicht. Die Bohrungen Bk 1, Bk 2, Bk 4, BK 5, Bk 6 und Bk 8 mussten aufgrund sehr dichter Lagerung der Kiese, bzw. aufgrund eingelagerter Steine in unterschiedlichen Tiefen eingestellt werden (s. Anl. 2).

Die Ansatzpunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen und können der Anlage 1 entnommen werden.

Die ingenieurgeologisch aufgenommene Schichtenfolge des Untergrundes ist gemäß DIN 4022 und DIN 4023 beschrieben. Die Ergebnisse der Bohrungen sind dem vorliegenden Bericht in Form von Bohrprofilen (Anl. 2) beigelegt.

3.2 Beprobung

Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden mehrere Bodenproben entnommen, davon wurden 2 Proben in unserem Labor geotechnisch untersucht.

Tab. 1: Zusammenstellung der entnommenen und geotechnisch untersuchten Bodenproben

Bohrungen	Entnahmetiefe [m]	Proben	Bodenart			
				Wassergehalt	Zustandsgrenze	Kornverteilung
Bk 7	2,0 – 3,0	7.1	Kies	-	-	x
Bk 7	3,5 – 5,0	7.2	Kies	-	-	x

x = Probe untersucht, – = Probe nicht untersucht

Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurden aus dem Material der Bohrungen drei Mischproben gebildet, die nach VwV Baden-Württemberg für die Entsorgungsrelevanz analysiert wurden.

Tab. 2: Zusammenstellung der entnommenen Bodenproben

Bohrungen	Proben	Bodenart	Entsorgungsrelevanz VwV B-W
Bk 1 – Bk 8	MP 1	Schluffige Kiese der Schicht 3	x
Bk 3, BK 5, Bk 8	MP 2	Auffüllungen: Kiese mit Bauschuttbeimengungen	x
Bk 4, Bk 6, Bk 7	MP 3	Auffüllungen: Schluffe mit Bauschuttbeimengungen	x

4. Untergrundverhältnisse

Zusammengefasst lässt sich der Baugrund im Bereich der geplanten Bebauung in mehrere charakteristische Untergrund-/Homogenbereiche (von oben nach unten) unterteilen, die sich in ihrer Mächtigkeit, räumlichen Ausdehnung und Kornzusammensetzung unterscheiden:

- 1: Oberboden/ Homogenbereich A
- 2: Auffüllungen/ Homogenbereich B
 - Schluffige Auffüllungen der Bodengruppe GÜ - Homogenbereich B-1,
 - Kiesige Auffüllungen der Bodengruppe GW – Homogenbereich B-2,
- 3: Schluffige Kiese/ Homogenbereich C
- 4: Sandige Kiese/ Homogenbereich D

4.1 Oberboden – Homogenbereich A

Die humosen Schluffe des Oberbodens wurden in allen Bohrungen in einer Mächtigkeit von ca. 0,3/0,4 m erbohrt. Die sandigen, schwach tonigen Schluffe waren von steifer Konsistenz und können einheitlich der **Bodengruppe OU** zugeordnet werden.

4.2 Auffüllungen – Homogenbereich B

In allen Bohrungen wurden - außer in Bk 1 und Bk 2 - unmittelbar unter der Schicht 1 Auffüllungen erbohrt.

Die Unterkante der Auffüllungen liegt in den Bohrungen überwiegend zwischen 0,8 m und 1,3 m u. GOK, bzw. zwischen 256,0 mNN und 256,9 mNN. Die Mächtigkeit variiert zwischen 0,5 m und 1,0 m.

In der Bohrung Bk 4 sinkt die UK dieser Schicht bis auf 2,5 m u. GOK, bzw. bis 255,5 mNN, die Mächtigkeit der Schicht liegt hier bei rd. 2,1 m.

Aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung wurden die angetroffenen Auffüllungen in zwei Homogenbereiche unterteilt: aufgefüllte Schluffe (Homogenbereich B-1) und aufgefüllte Kiese (Homogenbereich B-2).

4.2.1 Homogenbereich B-1

Die graubraunen sandigen, kiesigen Schluffe mit Beimengungen von Ziegel-/Betonresten und Keramik wurden in den Bohrungen Bk 4, Bk 6 und Bk 7 angetroffen und können aus geotechnischer Sicht der **Bodengruppe GÜ** (DIN 18196) zugeordnet werden.

Die UK der Auffüllungen des **Homogenbereichs B-1** wurde:

- in der Bk 4 bei 2,5 m u. GOK, bzw. bei 255,5 mNN,
- in der Bk 6 bei 1,1 m u. GOK, bzw. bei 256,6 mNN,
- in der Bk 7 bei 0,8 m u. GOK, bzw. bei 256,9 mNN,

erbohrt.

4.2.2 Homogenbereich B-2

Die Auffüllungen des Homogenbereichs B-2 wurden in den Bohrungen Bk 3, Bk 5 und Bk 8 angetroffen.

Die sandigen, schwach schluffigen Mittel- bis Grobkiese mit geringem Anteil von Fremdmaterial (Ziegelreste) können der **Bodengruppe GU** zugeordnet werden.

Die UK der Auffüllungen lag in den Bohrungen:

- bei 0,9 m u. GOK, bzw. 255,9 mNN (Bk 3),
- bei 0,9 m u. GOK, bzw. 256,7 mNN (Bk 5),
- bei 1,3 m u. GOK, bzw. 256,1 mNN (Bk 8)

4.3 Schluffige Kiese – Homogenbereich C

Die Auffüllungen der Schicht 2 werden in allen Bohrungen durch schluffige Kiese unterlagert.

Die UK der Schicht 3 wurde jedoch nur in den Bohrungen Bk 3, Bk 4 und Bk 7 erbohrt. Bezogen auf NN liegt die UK der Schicht zwischen 254,2 mNN und 255,1 mNN, hier variiert die Mächtigkeit der Schicht zwischen 0,4 m (Bk 4) und 2,3 m (Bk 7).

In den Bohrungen Bk 1, Bk 2, Bk 5, Bk 6 und Bk 8 liegt die erbohrte Mächtigkeit dieser Kiese zwischen 1,5 m und 1,7 m.

Es handelt sich hier um sandige, schluffige, schwach steinige Mittel- bis Grobkiese, die nach Bohrfortschritt eine mitteldichte Lagerung aufweisen und der **Bodengruppe GU** (DIN 18196) zuzuordnen sind. Aus geotechnischer Sicht wurden die Kiese der Schicht 3 einheitlich dem **Homogenbereich C** zugeordnet.

4.4 Sandige Kiese – Homogenbereich D

Die sandigen, steinigen Kiese wurden nur in den tieferen Bohrungen Bk 3, Bk 4 und Bk 7 erbohrt und halten bis zur Endtiefe der Bohrungen (>5,0 m u. GOK) durch. Die OK der Kiese lag in den Bohrungen zwischen 2,6 m – 2,9 m – 3,1 m u. GOK. Bezogen auf NN schwankt die OK der sandigen Kiese zwischen 254,4 mNN und 255,1 mNN.

Nach Bohrfortschritt sind die Kiese durchgehend mitteldicht bis dicht gelagert.

Die Ablagerungen der Schicht 4 - Kiese und eingelagerte Steine - wurden von uns einheitlich der **Bodengruppe GW** und dem **Homogenbereich D** zugeordnet.

5. Grundwasserverhältnisse

Das Grundwasser konnte aufgrund geringer Standfestigkeit der Bohrlöcher nur in den Bohrungen Bk 3 und Bk 7 gemessen werden.

In der Bohrung Bk 3 wurde der Grundwasserspiegel am 23.09.2020 bei ca. 2,1 m u. GOK, bezogen auf NN bei 254,67 mNN, gemessen.

In der Bohrung Bk 7 wurde das Grundwasser bei 3,14 m u. GOK bzw. bei 254,56 mNN gemessen.

Anmerkung: Angaben zu Grundwasserständen, z.B. aus hydrogeologischen Karten oder beobachteten Grundwassermessstellen, sind nicht verfügbar. Daher können keine Aussagen über die Grundwasserstände und ihre saisonalen Schwankungen abgeleitet werden.

Es ist nicht auszuschließen, dass das Grundwasser im Untersuchungsbereich auf die Vorflut „Klemmbach“ eingestellt ist. Demnach würden die Grundwasserstände mit dem „Klemmbach“ korrespondieren. Dadurch kann der Grundwasserspiegel u.E. deutlich über die in den Bohrungen ermittelten Werte ansteigen.

Nach Angaben des Hochwasser Risikomanagement Baden-Württemberg ist die Bebauungsfläche durch Überflutung direkt nicht betroffen (s. Abb. 3).

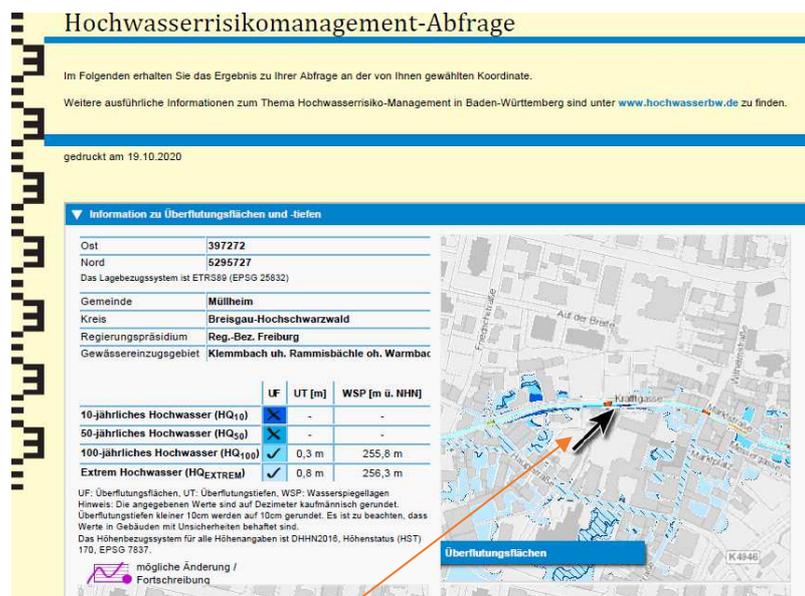


Abb. 3: Hochwassersituation, Baufenster

Auf dem unmittelbar nördlich liegenden Grundstück (Flst. Nr. 531/7) erreicht das Oberflächenwasser bei HQ₁₀₀ eine Höhe von 255,8 mNN.

Unter Annahme der hydraulischen Verbindung des Oberflächenwassers und des Grundwassers kann u.E. für das Baufensterbereich mit einem HGW von mindestens = 256,0 mNN gerechnet werden.

Damit wäre im Bereich des Baufensters mit einem Bemessungswasserstand von rd. 256,3 mNN (HGW + 0,3 m Sicherheitszuschlag) zurechnen.

Bei einer Gründungsebene der Bodenplatten von 254,3/254,4 mNN sind beim Aushub der Baugruben, sowie bei der Bemessung der Fundamente die Grundwasserverhältnisse unbedingt zu berücksichtigen.

6. Niederschlagsversickerung

Das Bebauungsfenster ist durch die flächigen Auffüllungen (Homogenbereich B) in einer Mächtigkeit von i.M. rd. 1,2 m überdeckt; für eine Niederschlagsversickerung über die Auffüllungen ist eine Genehmigung der Behörde erforderlich.

Im Tiefenbereich der Schicht 3 (Homogenbereich C) kann der Boden als relativ schwach durchlässig eingestuft werden. Nach der Kornverteilung besitzen die Kiese der Bodengruppe GU eine Durchlässigkeit von $k_f = 1,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Die sandigen Kiese (Homogenbereich D) - die ab rd. 2,5/3,0 m u. GOK erbohrt wurden - sind nach der Kornverteilung mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,1 \times 10^{-2}$, als stark durchlässig einzustufen, sie wären somit für eine Versickerung am besten geeignet.

Anmerkung: Für die Versickerung von Niederschlägen eignen sich i.d.R. Böden mit Durchlässigkeiten zwischen $5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Je geringer die Durchlässigkeit eines Bodens ist, umso größer ist der Flächenbedarf für die Versickerung bzw. umso mehr Speicherraum muss zur Verfügung gestellt werden.

Daher kann überlegt werden, Niederschlagswässer über eine Mulden-Rigolen-Versickerung ohne längeren Rückstau in den tieferen Untergrund abzuleiten, allerdings ist der erforderliche Abstand ($> 1,0 \text{ m}$) zwischen Versickerungssohle und mittleren höchsten Grundwasserspiegel unbedingt einzuhalten.

7. Bodenmechanische Kennwerte

Die Ansprache der Böden erfolgte nach DIN 18196, die der Bodenklassen nach DIN 18300. Die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten wurde nach ZTVE-STB 09 vorgenommen.

Tab. 2: Charakteristische Bodenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngrößen

Schicht	Lagerungsdichte	Wichte, erdfeucht γ [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul Es [MN/m ²]
Schicht 1	-	-	-	-	-
Schicht 2-1	locker	20,5	-	-	-
Schicht 2-2	mitteldicht	21,0	-	-	-
Schicht 3	mitteldicht	21,0	32,5	-	60
Schicht 4	dicht	21,0	35,0	-	80

Tab. 3: Geotechnische Klassifizierung des Baugrundes

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeits- klasse ZTVE-09	Verdichtbarkeits- klasse ZTVE-09
Schicht 1	OU	1	F3	V3
Schicht 2-1	GÜ	4	F3	
Schicht 2-2	GU	3	F2	V1
Schicht 3	GU	3-5	F2	V1
Schicht 4	GW	5-7	F1	V1

Anmerkung: Die o.g. genannten Bodenklassen nach DIN 18300 gelten nur für das Lösen des Bodens bzw. für Aushubarbeiten. Die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten wurde nach ZTVE-StB 09 vorgenommen:

F1 – nicht frostempfindlich, F2 – gering bis mittel frostempfindlich, F3 – sehr frostempfindlich

8. Erdbeben

Das Baugelände befindet sich nach DIN 4149, 2005-04 und der darin enthaltenen Karte der Erdbebenzonen im Bereich der **Erdbebenzone 2**.

Nach den Untersuchungen ist der Baugrund im Bereich des Baufensters der **Baugrundklasse B** zuzuordnen.

Der Einfluss der örtlichen geologischen Untergrundverhältnisse auf die Erdbebeneinwirkung ist durch drei Untergrundklassen **R**, **T** und **S** zu berücksichtigen.

Nach DIN 4149, 2005-04, Bild 3, liegt das Baufenster in der **Untergrundklasse R**.

9. Gründung

9.1 Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

- Die Schicht 1 ist aufgrund fehlender Tragfähigkeit für eine Gründung generell nicht geeignet und muss ohnehin bei den Baumaßnahmen ausgehoben und abtransportiert werden.
- Die Schicht 2 (Auffüllungen) ist aufgrund ihrer Tiefenlage für die Gründung nicht relevant und muss ausgehoben werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei dem angetroffenen bzw. untersuchten Probenmaterial um Z2-Material handelt und damit die Entsorgung bzw. Verwertung mit zusätzlichen Kosten verbunden sein dürfte.
- Die Kiese der Schichten 3 und 4 sind durchgehend mitteldicht bis dicht gelagert und können als gut tragfähig eingestuft werden. Für die Abtragung der Lasten sind die Kiese der Schichten 3 und 4 am besten geeignet.
- Im Bereich des Baufensters wurde das Grundwasser in einer Tiefe angetroffen, die für die Gründung relevant ist. Bei einer Gründungstiefe von rd. 254,0 mNN würde das Bauwerk unter den z. Zt. der Aufnahmen angetroffenen Grundwasserspiegel, bzw. in den Grundwasserschwankungsbereich reichen. Daher muss bei der Planung mit einer lokalen Grundwasserabsenkung gerechnet werden.

9.2 Gründung

Unter Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse wird von uns die Abtragung der Lasten über eine elastisch gebettete Bodenplatte vorgeschlagen. Für die Abtragung der Stützenlasten sollte - bei dieser Art der Gründung - eine Verstärkung der Bodenplatte durch sog. Vouten vorgesehen werden.

Bei dieser Art der Gründung würden die Wände auf eine Fundamentplatte aufgestellt, die als elastisch gebettete Platte ausgebildet werden muss.

Die abzutragenden Lasten liegen noch nicht vor. Daher wurde für die Vorbemessung der Bodenplatte eine einheitliche Flächenlast von 150 kN/m² angenommen.

Für die Vorbemessung der Vouten wurde von uns eine Stützenlast von 2.000 kN angenommen.

Gemäß der Planung würde die UK der Bodenplatte des südwestlichen Flügels bei rd. 254,4 mNN liegen, die Bodenplatte des nordöstlichen Flügels bei rd. 254,3 mNN.

Daher wäre im Bereich des Baufensters eine Geländeabschiebung bzw. ein Aushub zwischen 1,7 m und 3,7 m erforderlich.

Bei der geplanten Gründungstiefe der beiden Flügel werden die Lasten aus den Bodenplatten einheitlich in die Kiese der Schicht 3 abgetragen.

Für die Vorbemessung der Platte nach dem Bettungsmodulverfahren (Annahme Flächenlast = 150 kN/m²) kann von folgenden rechnerischen Setzungen und entsprechenden Bettungsmodulen ausgegangen werden:

- Aushubentlastung 1,7 m
 - **s = 0,8 cm** (Rand der Bodenplatte) und **s = 1,1 cm** (Mitte der Bodenplatte)
 - **k_s = 19,4 MN/m³** (Rand) und **k_s = 14,0 MN/m³** (Mitte der Bodenplatte)

- Aushubentlastung 3,0 m
 - **s = 0,5 cm** (Rand der Bodenplatte) und **s = 0,7 cm** (Mitte der Bodenplatte)
 - **k_s = 30,9 MN/m³** (Rand) und **k_s = 22,6 MN/m³** (Mitte der Bodenplatte)

Anhand der errechneten Setzungen ist - bei dieser Art der Gründung - kein Bodenaustausch und auch keine „kapillarbrechende“ Kiesschicht unter der Bodenplatte erforderlich. Vor der Aufbringung der Sauberkeitsschicht muss jedoch die Baugrubensohle nachverdichtet werden.

Im Bereich der Stützen muss eine Verstärkung der Bodenplatte (Vouten) vorgesehen werden. Für diese Bereiche ergaben die Berechnungen folgende rechnerische Setzungen und Bettungsmoduli:

- Aushubentlastung 1,7 m
 - **s = 1,2 cm** und **k_s = 14,5 MN/m³**

- Aushubentlastung 3,0 m
 - **s = 0,8 cm** und **k_s = 21,1 MN/m³**

Für die Voute – in der Bodenplatte - mit Abmessungen 2,0 x 2,0 m (unten) und h = 0,5 m kann folgende zul. Bodenpressung [σ_0] und als Bemessungswert des Sohlwiderstandes [$\sigma_{R,d}$] angenommen werden:

- **$\sigma_0 = 251,9 \text{ kN/m}^2$; $\sigma_{R,d} = 352,7 \text{ kN/m}^2$**

Bei Abtragung der Lasten direkt in die Kiese der Schicht 3, bzw. 4 können für die Fundamente nach EC 7.1 (2011) und nach DIN 1054:2010, Tabelle A 6.2, folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ zugrunde gelegt werden:

Tabelle A 6.2 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen mit den Voraussetzungen nach Tabelle A 6.3

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ² b bzw. b'					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
0,50	280	420	460	390	350	310
1,00	380	520	500	430	380	340
1,50	480	620	550	480	410	360
2,00	560	700	590	500	430	390
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten b bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$	210					
ACHTUNG — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.						

Anmerkung: Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ nach EC 7-1, Tabelle A 6.2 gilt für den Fall, dass der Abstand zwischen Grundwasserspiegel und Gründungssohle mindestens so groß ist wie die maßgebende Fundamentbreite b .

Liegt der Grundwasserspiegel im Bereich der Gründungssohle, müssen die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes um 40% verringert werden.

Bei den auf Grundlage der Tabelle A 6.2 bemessenen Fundamenten können bei mittiger Belastung Setzungen in einer Größenordnung von $s = 1,0/1,5 \text{ cm}$ auftreten.

9.3 Gründungsempfehlungen

Anhand der Berechnungen kann u.E. die geplante Gründungsart beibehalten werden.

Im Bereich der Bodenplattengründung liegen die rechnerischen Setzungen im zulässigen Bereich, größere Setzungsdifferenzen sind u.E. nicht zu erwarten.

Sinngemäß wäre in Bereichen der Abtragung der Stützenlasten eine Verstärkung der Bodenplatte vorzusehen. Bei Abtragung der Stützenlasten über die Bodenplatte ergaben die Berechnungen rechnerische Setzungen, die vergleichbar mit den Setzungen der Bodenplatte sind.

10. Baugrube, Verbau, Grundwasserabsenkung, Abdichtung

10.1 Baugrube

Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind im Abschnitt 6 genannt.

Beim Aushub der Baugrube werden Bodenmaterial der Schicht 1 (Oberboden), die Auffüllungen der Schicht 2 und Kiese der Schicht 3 anfallen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei Entsorgung der Auffüllungen der Schicht 2 mit schadstoffbelastetem Material zu rechnen ist (s. Kap.11).

Der Aushub der Fundamentgruben ist schonend, d.h. unter Vermeidung tiefgründiger Auflockerung, durchzuführen. Die rolligen Ablagerungen der Schicht 3 können eventuell für den Wiedereinbau in die Arbeitsräume verwendet werden.

Die Böschung kann nur bis in eine Tiefe von 1,25 m mit einem Böschungswinkel von 90° angelegt werden.

Die Böschungen innerhalb der Schicht 2 und Schicht 3 sind nicht steiler als 45° auszuführen.

Es ist zu beachten, dass die Kiese der Schicht 3 innerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches liegen; daher wären diese in einer nicht verbauten Baugrube nicht steiler als 35° abzuböschten.

Alle Böschungen sind gegen Niederschlag mit Baufolie abzudecken. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Böschungsschultern über eine Breite von mindestens 1,5 m lastfrei gehalten werden.

10.2 Baugrubensicherung

Im Bereich der Trafostation und im Anschlussbereich an die bestehende Tiefgarage ist der horizontale Platzbedarf für eine Böschung mit einem Böschungswinkel von 45° nicht ausreichend. In diesen Bereichen wären u.E. eine Baugrubensicherung bzw. Sicherung der Trafostation und Bestandes durch Verbau der Baugrube erforderlich.

Als zweckmäßige Variante für den Verbau wäre der Baugrube die Trägerbohlwand (Berliner Verbau) zu empfehlen.

Trägerbohlwand: hier werden die vertikalen Trägerelemente von Stahlprofilen gebildet, die entweder in den Baugrund eingerammt oder in Bohrlöcher eingestellt werden. Die Ausfachung zwischen den Trägern besteht aus Holzbalken. Der Mindesteinbindetiefe der Träger liegt bei 1,5 m, der horizontale Abstand beträgt im Allgemeinen zwischen 2 und 3 m.

Die Standsicherheit der Böschung bzw. der Verbau müssen durch entsprechende Berechnungen nachgewiesen werden.

10.3 Untergeschoss

Unter Annahme einer lichten Höhe des Kellergeschosses von rd. 3,0 m, würden die Wände durch den Erddruck und den Verdichtungsdruck der Hinter- bzw. Verfüllung des Arbeitsraumes belastet.

Die Arbeitsräume sind mit kiesigem bzw. durchlässigem Material zu verfüllen. Hier ist eine lagenweise Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von 97% Proctordichte ausreichend. Es ist zu erwarten, dass im Arbeitsraumbereich nachträgliche Setzungen der Verfüllung im Zentimeterbereich auftreten können.

Als Erddruckbelastung für die Außenwände kann ein erhöhter aktiver Erddruck angesetzt werden.

Gemäß der Planung liegt die Gründungsebene bei ca. 254,3/254,4 mNN. Damit taucht das Kellergeschoss in den Grundwasserschwankungsbereich hinein, daher wäre das Untergeschoss bzw. die Erdberührende Bauteile gegen drückendes Wasser gemäß DIN 18533-1, Klasse W2.1-E (Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3,0$ m Eintauchtiefe), abzudichten.

10.4 Grundwasserabsenkung

Nach den uns vorliegenden Planungsunterlagen werden die geplanten Bodenplatten in einer Tiefe von ca. 254,3 und 254,4 mNN und die UK- Voute bei rd. 253,9 mNN zu liegen kommen.

Im Zeitraum der Untersuchungen wurde das Grundwasser in den Bohrungen bei rd. 254,6 mNN gemessen.

Somit kann für die Dauer der Gründungsarbeiten eine vorübergehende Absenkung des Grundwasserspiegels von rd. 1,0 erforderlich werden; Absenkziel = 253,6 mNN.

Die wasserführenden Kiese der Schicht 3 und 4 bilden einen zusammenhängenden Grundwasserkörper, der u.E. eine gute hydraulische Durchlässigkeit aufweist.

Unter Annahme einer Dauer der Aushubarbeiten im Grundwasserbereich von 4 - 6 Wochen, muss eine Vorlaufzeit von ca. 3 Tagen mit erhöhten Grundwasserentnahmen berücksichtigt werden.

Die Berechnung der erforderlichen Fördermengen, sowie die Abschätzung der hydraulischen Auswirkungen auf das Umfeld und die Erhebung der behördlichen Genehmigungsanforderungen sollten vor Beginn der Aushubarbeiten erfolgen.

Nach unserer Erfahrung mit Absenkungen in dieser Größenordnung wird voraussichtlich die natürliche Schwankungsbreite der Grundwasserstände überschritten, d.h. der Grundwasserspiegel wird bis unter das Niveau des NGW abgesenkt.

In der Regel sind - für die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis - für den Fall negativer Auswirkungen auf die Bausubstanz zusätzliche Setzungen auszuschließen. Hierzu wären diese zusätzlich zu erwartenden Setzungen bzw. Setzungsunterschiede für die betroffenen Bauwerke vorab zu berechnen und hinsichtlich ihrer Schädlichkeit zu bewerten.

Zur Klärung möglicher späterer Schadensersatzansprüche sind für die umliegenden Gebäude vorherige Beweissicherungen dringend zu empfehlen.

11. Schadstoffuntersuchungen bzw. Entsorgungsrelevanz

Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden drei Mischproben gebildet, die nach VwV Baden-Württemberg für die Entsorgungsrelevanz analysiert und bewertet wurden.

Die nachfolgend genannten Abkürzungen Z1.1, Z1.2, Z2 bezeichnen sowohl Einbaukonfigurationen, als auch Materialqualitäten.

11.1 Mischprobe MP 1 (Homogenbereich C)

Die Mischprobe MP 1 wurde aus naturgewachsenen schluffigen Kiesen der Schicht 3 gebildet.

Im Material der Probe wurden erhöhten Konzentrationen von Schwermetallen wie Arsen, Blei, Chrom, Nickel und Zink festgestellt.

Mit 125 mg/kg für **Blei** wurde der Zuordnungswert Z0* IIIA von 100 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z0* von 140 mg/kg wurde jedoch eingehalten.

Mit 31,1 mg/kg für **Chrom**, mit 19,8 mg/kg für **Nickel** und mit **86,3** mg/kg für Zink wurden die Zuordnungswerte Z0 der Schwermetalle überschritten, die Zuordnungswerte Z0* IIIA wurden jedoch nicht erreicht.

Mit einem **Arsen-Gehalt** von 33,7 mg/kg wird im Material der Probe der Zuordnungswert Z0*IIIA/Z0* von 15,0 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z1.1 von 45,0 mg/kg wird nicht erreicht.

Weitere Überschreitungen der Zuordnungswerte der VwV wurden im Material der Probe nicht festgestellt.

Aufgrund der **Arsen-Belastung** ist das Material der Probe MP 1 der **Qualitätsstufe Z1.1** zuzuordnen (Anlage 4).

11.2 Mischprobe MP 2 (Homogenbereich B-2)

Die Mischprobe MP 2 wurde aus den kiesigen Auffüllungen, die in den Bohrungen Bk 3, Bk 5 und Bk 8 angetroffen wurden, gebildet.

Im Material der Probe wurde eine erhöhte Schwermetall-Konzentration festgestellt.

Mit einem **Chrom-Gehalt** von 32,4 mg/kg, mit **Kupfer-Gehalt** von 27,0 mg/kg, mit **Nickel-Gehalt** von 19,9 mg/kg, mit **Quecksilber-Gehalt** von 0,28 mg/kg und **Zink-Gehalt** von 154 mg/kg wurden hier die Zuordnungswerte Z0 der o.g. Schwermetalle überschritten, deren Zuordnungswerte Z0* IIIA wurden eingehalten.

Mit einem **Arsen-Gehalt** von 22,2 mg/kg wird im Material der Probe der Zuordnungswert Z0*IIIA/Z0* von 15,0 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z1.1 von 45,0 mg/kg wird nicht erreicht.

Mit einem **Blei-Gehalt** von 240,0 mg/kg wird der Zuordnungswert Z1.2 von 210,0 mg/kg für Blei überschritten, der Zuordnungswert Z2 von 700 mg/kg wurde eingehalten.

Weiterhin wurde in der Probe eine **PAK-Belastung** festgestellt, mit PAK-Gehalt von 7,9 mg/kg wird hier der Zuordnungswert Z1.1 von 3,0 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z1.2 von 9,0 mg/kg wurde jedoch nicht erreicht.

Damit – aufgrund der **Blei-Belastung** - handelt es sich hier um Material der **Qualitätsstufe Z2**.

11.3 Mischprobe MP 3 (Homogenbereich B-1)

Die Mischprobe MP 3 wurde aus den schluffigen Auffüllungen, die in den Bohrungen Bk 4, Bk 6 und Bk 7 angetroffen wurden, gebildet.

In der Probe wurde eine leichte **PAK-Belastung** festgestellt, mit einem PAK-Gehalt von 0,206 mg/kg blieb diese jedoch unter dem Zuordnungswert Z0 von 3,0 mg/kg.

Auch im Material der Probe MP 3 wurde eine erhöhte Schwermetall-Konzentration festgestellt.

Mit einem **Cadmium-Gehalt** von 0,442 mg/kg, **Chrom-Gehalt** von 32,8 mg/kg, **Kupfer-Gehalt** von 22,2 mg/kg, **Nickel-Gehalt** von 20,7 mg/kg, **Quecksilber-Gehalt** von 0,56 mg/kg und **Zink-Gehalt** von 121 mg/kg wurden hier die Zuordnungswerte Z0 der o.g. Schwermetalle überschritten, deren Zuordnungswerte Z0* IIIA wurden jedoch eingehalten. Mit einem **Arsen-Gehalt** von 34,9 mg/kg wird im Material der Probe der Zuordnungswert Z0*IIIA/Z0* von 15,0 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z1.1 von 45,0 mg/kg wird nicht erreicht.

Mit einem **Blei-Gehalt** von 391,0 mg/kg wird der Zuordnungswert Z1.2 von 210,0 mg/kg für Blei überschritten, der Zuordnungswert Z2 von 700 mg/kg wurde eingehalten.

Damit – aufgrund der Blei-Belastung - handelt es sich hier um Material der **Qualitätsstufe Z2**.

12. Hinweise und Empfehlungen für die Bauausführung

Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind im Abschnitt 6 genannt.

Aufgrund der Lastausbreitungswinkel von 45° muss die Auswirkung des Neubaus auf die Fundamente des Bestandes berücksichtigt werden.

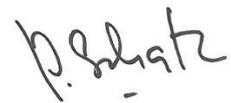
Bezüglich der Aufschüttung verweisen wir auf die Empfehlungen und Vorschriften des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) und der ZTVE-StB 09.

Allerdings ist bei der Auswahl des Materials auf die Frostsicherheit und Tragfähigkeit des Materials zu achten. Für die Überschüttung der Fläche sind u.E. grobkörnige Böden der Gruppen GW, GI, GE am besten geeignet.

Die genannten Stoffe müssen verwitterungsunempfindlich sein und dürfen keine quellfähigen, zerfallsempfindlichen oder bauwerksaggressiven Bestandteile enthalten.

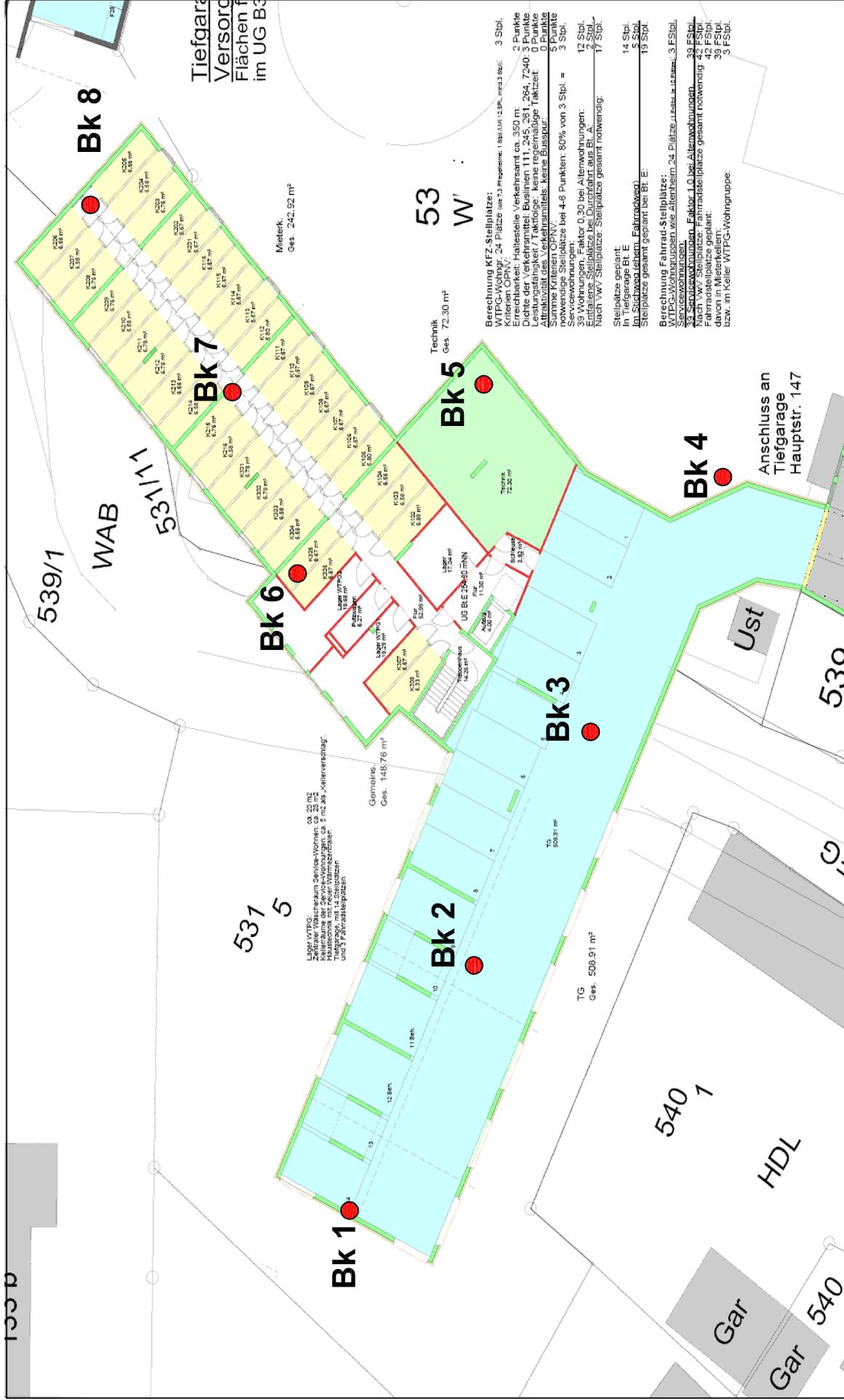
In den wiederverfüllten und überschütteten Bereichen ist der erreichte Verdichtungsgrad mittels Plattendruckversuchen (DIN 18134) in unterschiedlichen Einbauniveaus zu überprüfen.

Die hier getroffenen Aussagen, Vorgaben und Empfehlungen beruhen auf den punktuellen Bohrungen. Daher sind die getroffenen Annahmen über die Untergrundverhältnisse während der Erdarbeiten durch den Baugrundgutachter auf Übereinstimmung zu überprüfen.



Gez. Doz. B. Krauthausen
- Dipl.-Geologe -

P. Schatz
- Dipl.-Ing. -



● Rammkernbohrungen

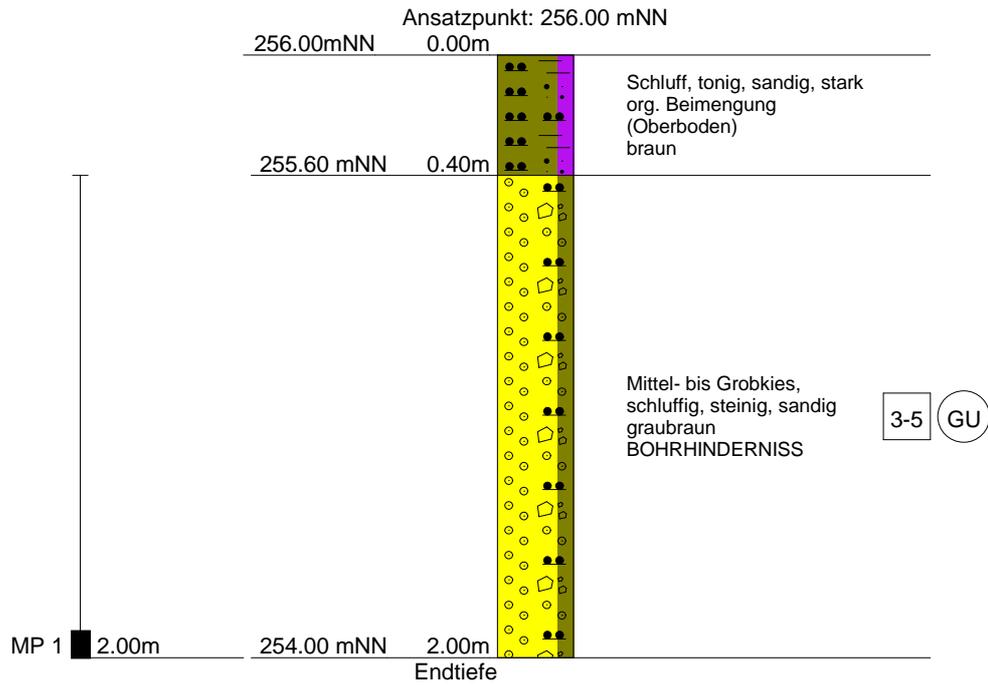
HYDROSOND Geologisches Büro
 Winnipeg Ave B112
 77836 Rheinmünster

ANLAGE 1 - Lageplan

BV. Servicewohnen im Elisabethenheim
 Hauptstraße 149
 79379 Müllheim

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

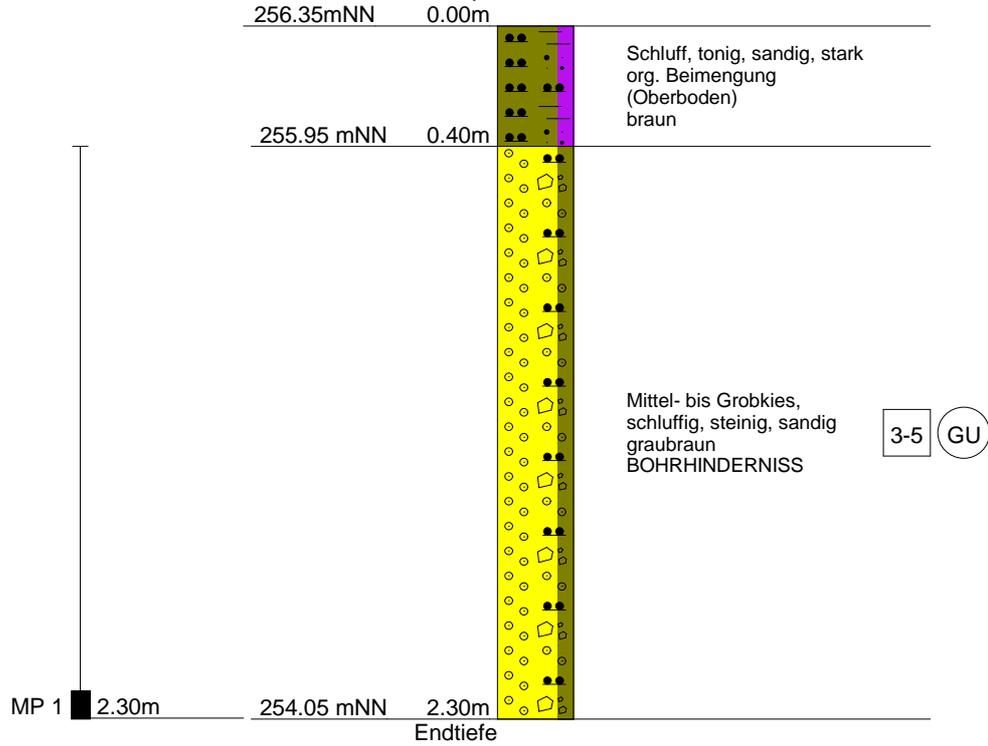
Bk 1



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

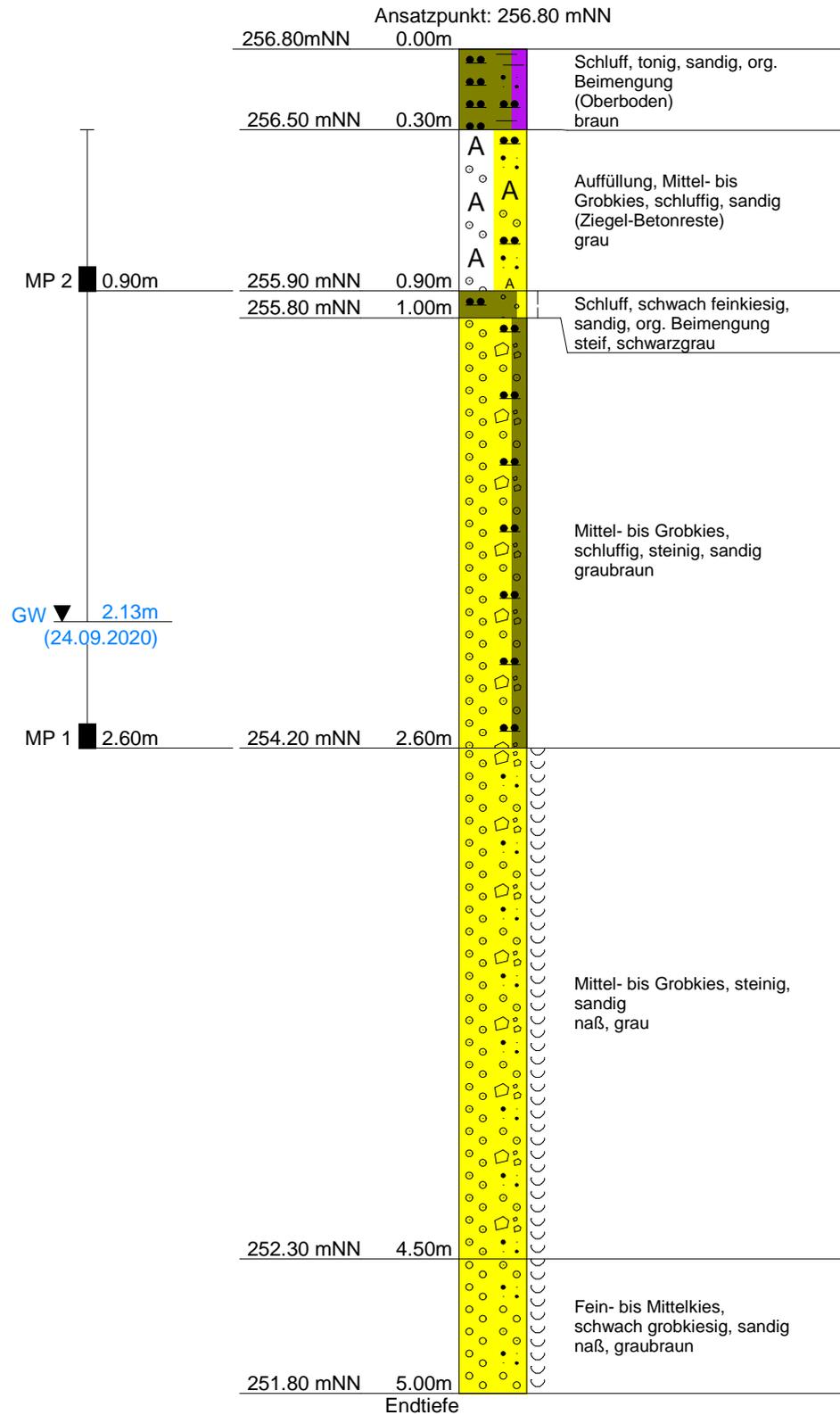
Bk 2

Ansatzpunkt: 256.35 mNN



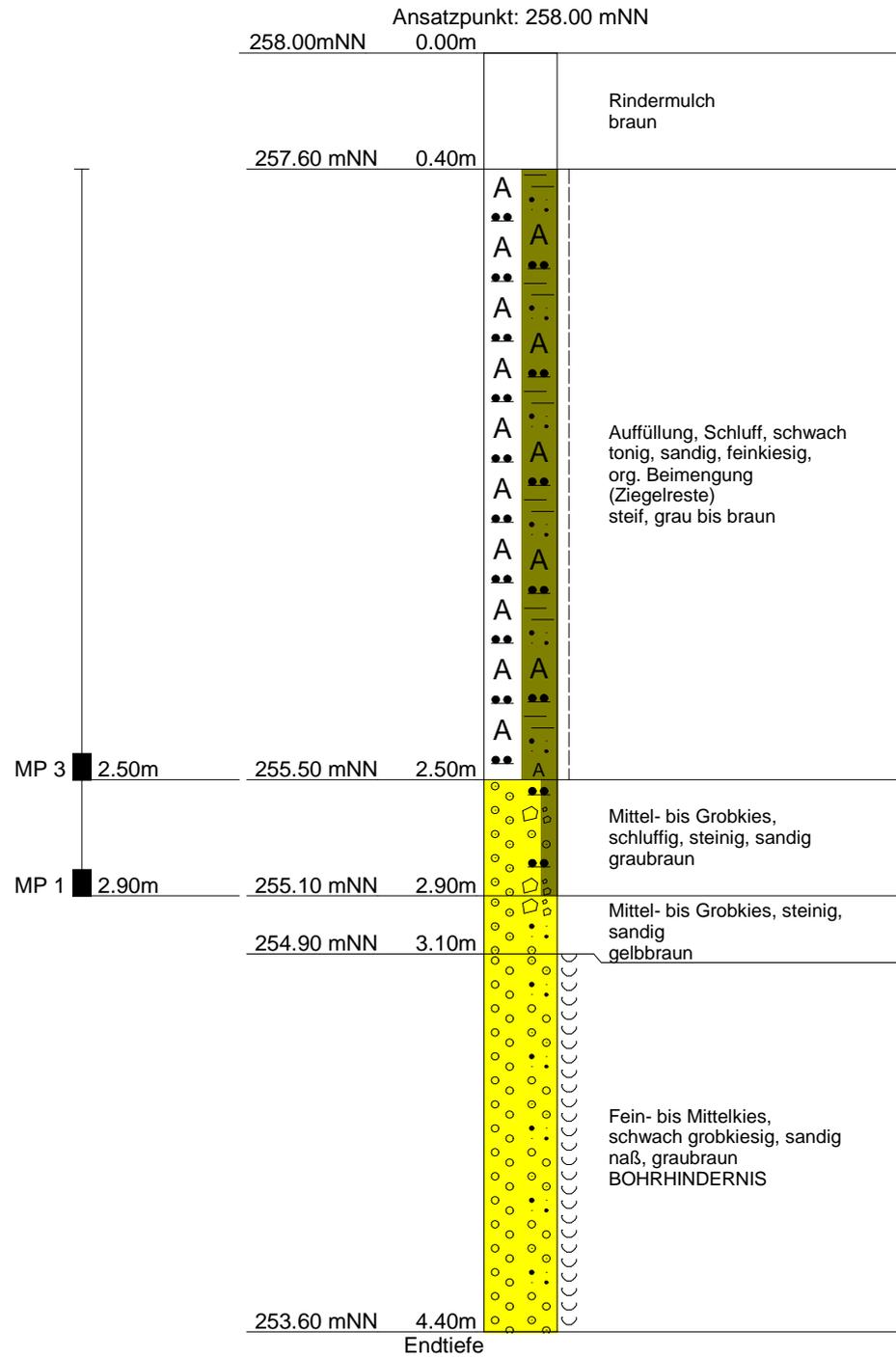
HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

Bk 3



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

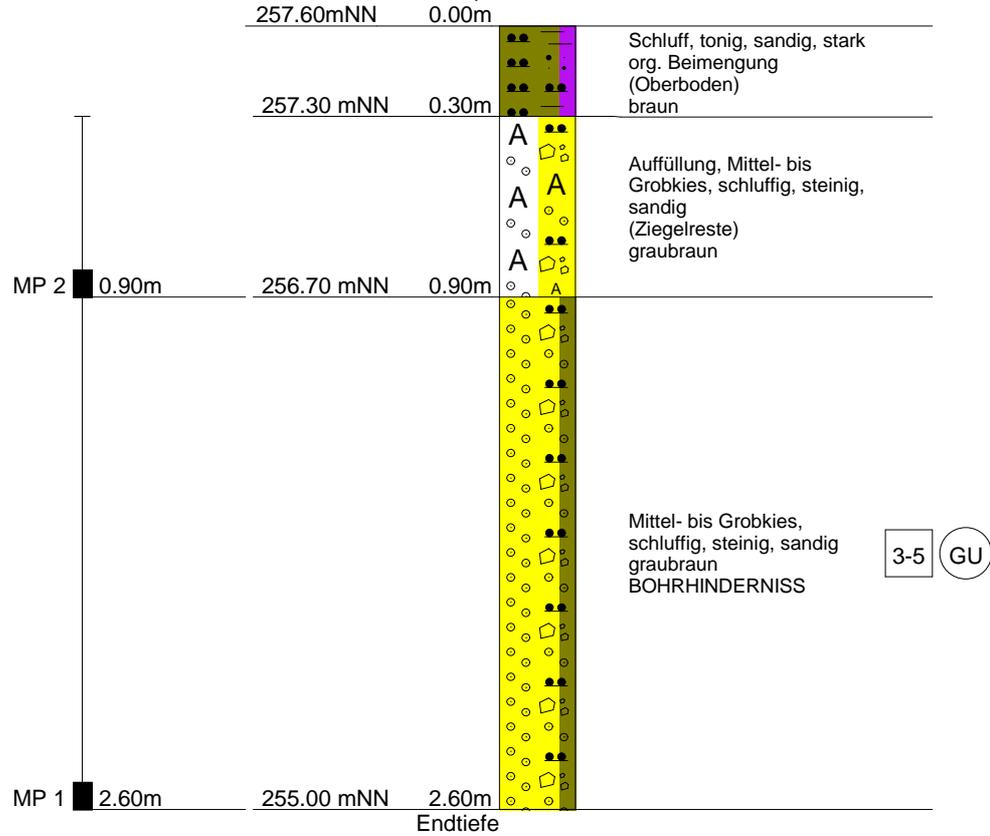
Bk 4



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

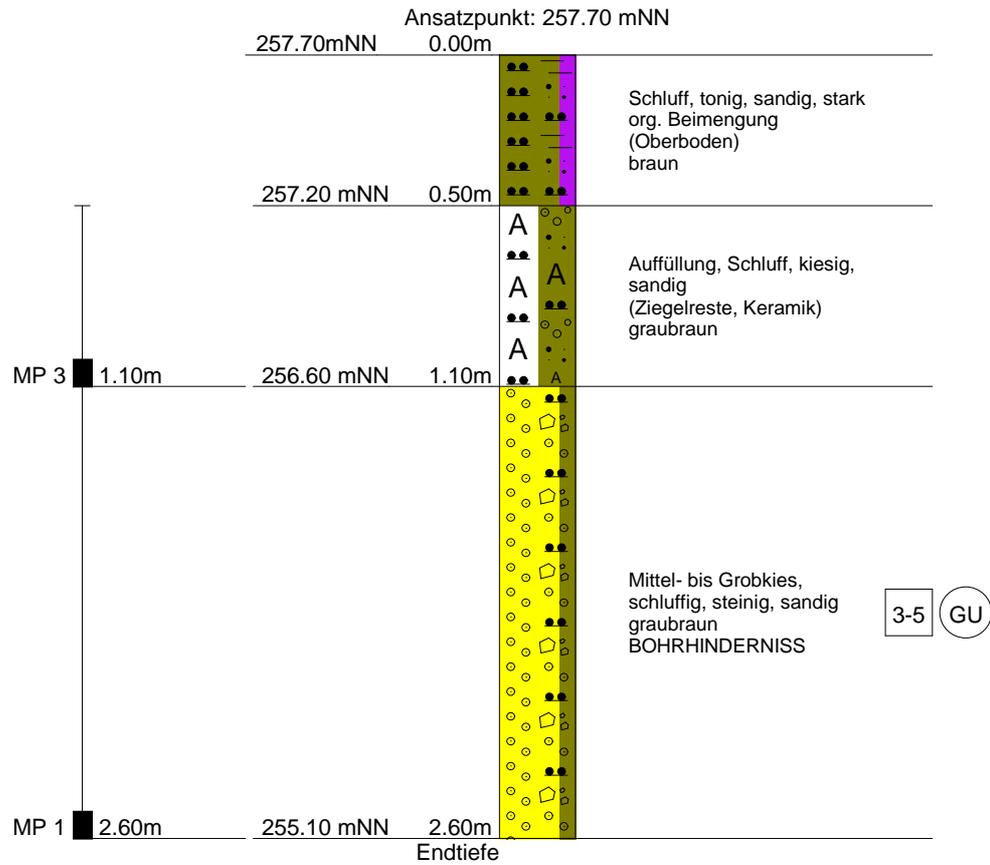
Bk 5

Ansatzpunkt: 257.60 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

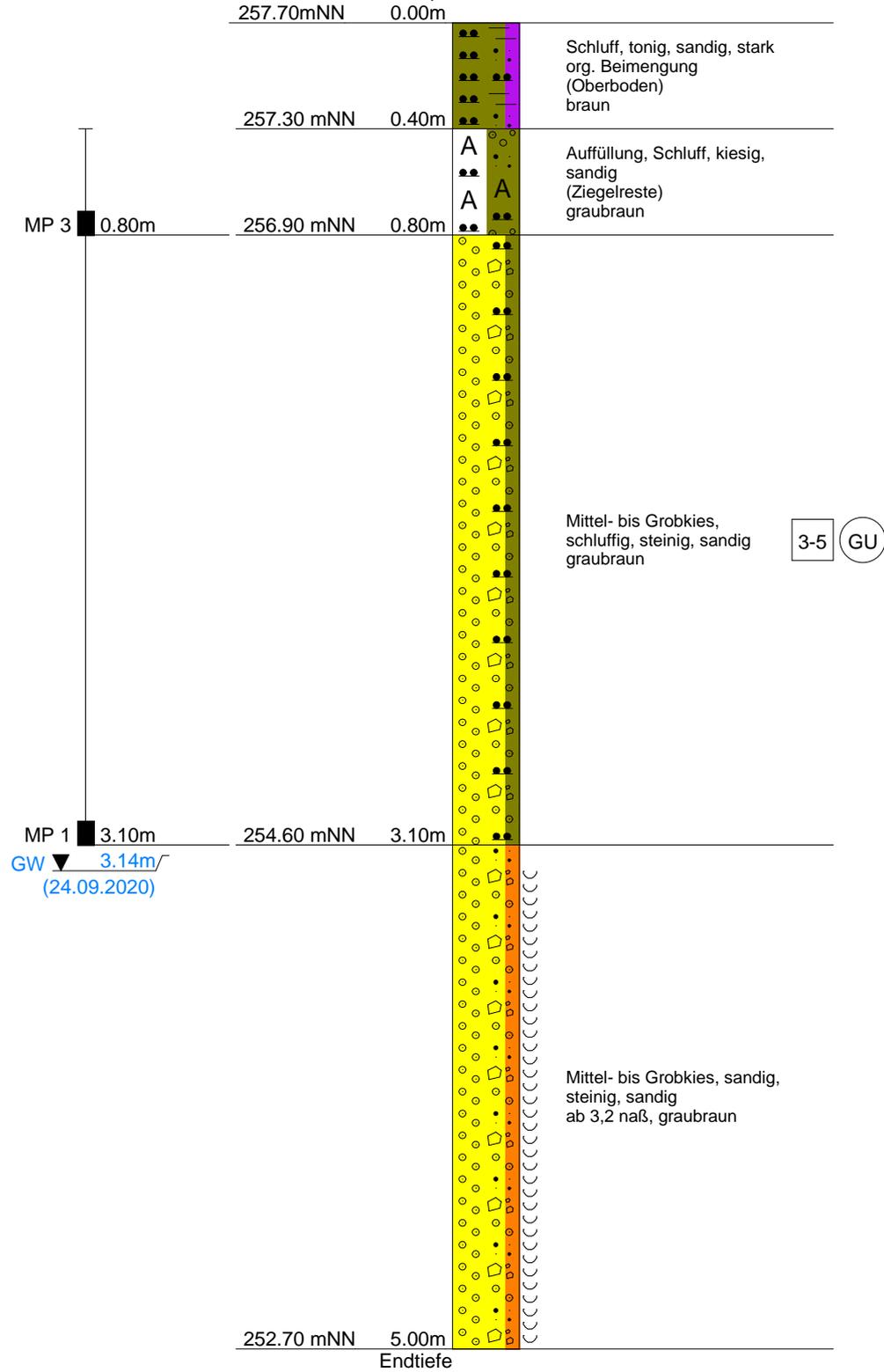
Bk 6



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

Bk 7

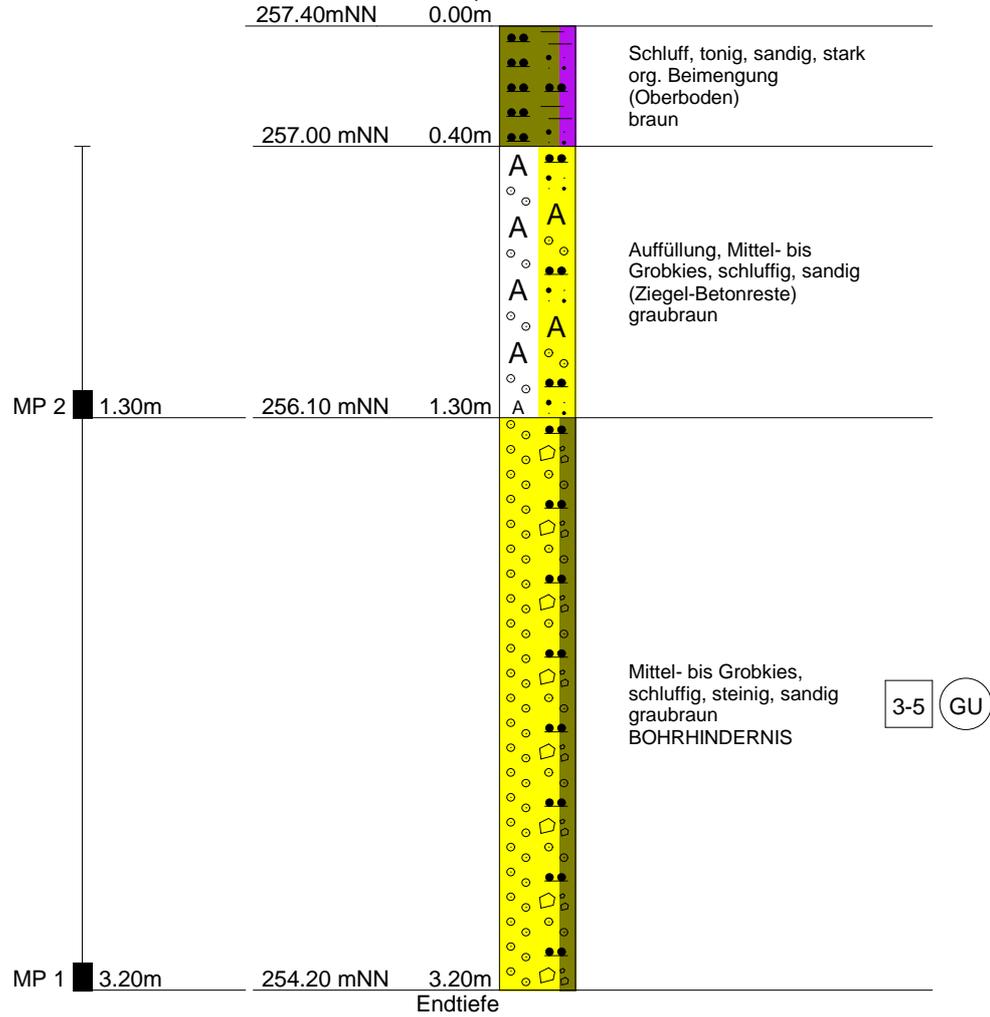
Ansatzpunkt: 257.70 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : BV Elisabethenheim, Müllheim
Winnipeg Ave B112	Projektnr.: 20208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

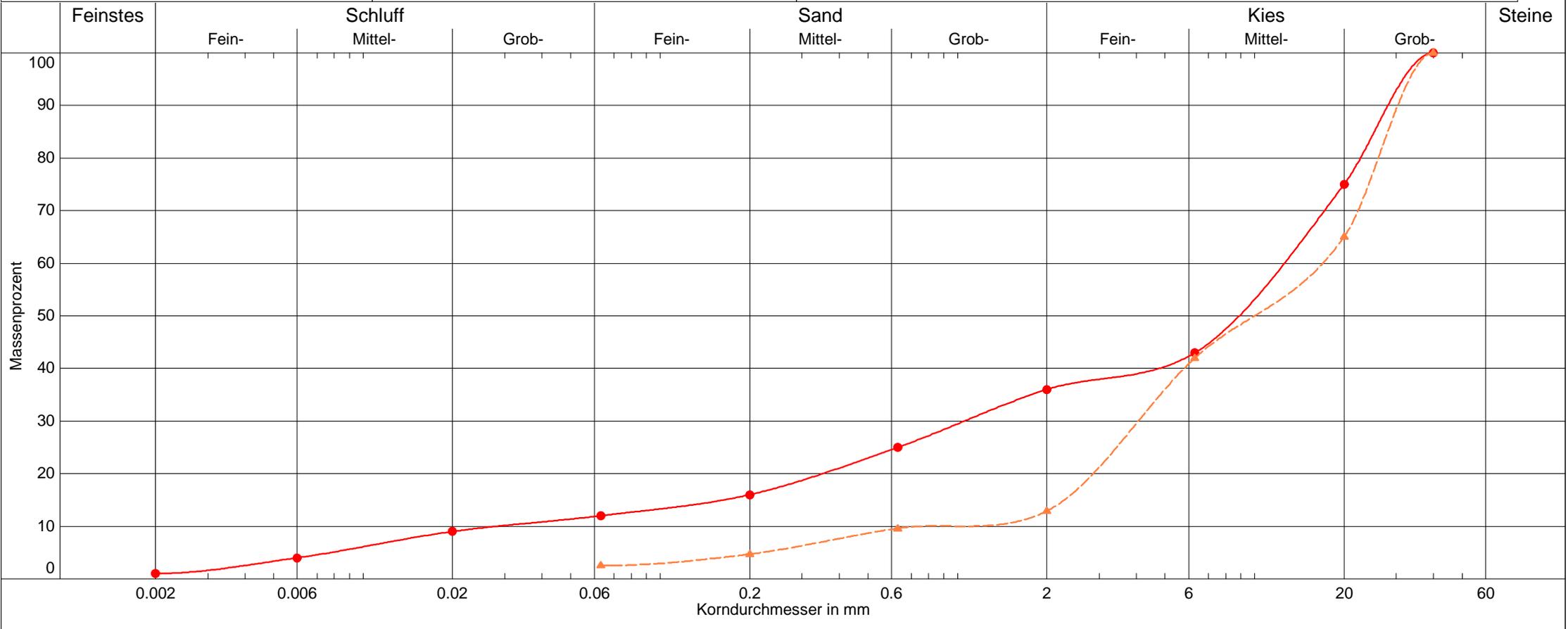
Bk 8

Ansatzpunkt: 257.40 mNN



Kornverteilung

DIN 18 123-5



Labornummer	7.1	7.2
Entnahmestelle	Bk7	Bk 7
Entnahmetiefe	2,0 - 3,0 m	3,5 - 5,0 m
Ungleichförm. U	U = 446.3	U = 22.1
Krümmungszahl Cc	Cc = 3.1	Cc = 1.3
Anteil < 0.063 mm	12.0 %	2.5 %
kf nach Hazen	- (U > 5)	- (U > 5)
kf nach Beyer	- (U > 30)	5.5E-003 m/s
Frostempfindl.klasse	F2	F1
Bodenart	G,gs',u,ms'	G,s'
d10 / d60	0.028/12.616 mm	0.769/16.977 mm
kf nach Kaubisch	1.1E-005 m/s	- (0.063 <= 10%)
kf nach Seiler	-	1.1E-002 m/s
Bodengruppe	GU	GW

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Otto-Hahn-Straße 18 -
76275 Ettlingen

Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark
Herr Schatz
Winnipeg Avenue B 112
77836 Rheinmünster

Standort Ettlingen

Durchwahl: +49-7243-939-1288
Telefax: +49-821-22780-604
E-Mail: as.ettlingen.info@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 6

Datum: 20.10.2020

Prüfbericht Nr.: UET-20-0130613/01-1
Auftrag-Nr.: UET-20-0130613
Ihr Auftrag: per Email vom 02.10.2020
Projekt: BV. Elisabethenheim, Müllheim
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 02.10.2020
Prüfzeitraum: 02.10.2020 - 20.10.2020
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UET-20-0130613-01	UET-20-0130613-02	UET-20-0130613-03
Bezeichnung:		MP 1	MP 2	MP 3

Probenvorbereitung

Probenvorbereitungsprotokoll		x	x	x
------------------------------	--	---	---	---

Original

Siebung < 2 mm		x	x	x
Trockenmasse	%	95,6	95,0	86,0
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--

Probe Nr.:		UET-20-0130613-01	UET-20-0130613-02	UET-20-0130613-03
Bezeichnung:		MP 1	MP 2	MP 3

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	0,089	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	0,1	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	0,97	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,25	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	1,5	0,071
Pyren	mg/kg TS	<0,05	1,1	0,059
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,75	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	0,63	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	0,88	0,076
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	0,35	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,56	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,11	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	0,33	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,27	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	7,9	0,206

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	0,007	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	0,006	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	0,013	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		x	x	x
Arsen	mg/kg TS	33,4	22,2	34,9
Blei	mg/kg TS	125	240	391
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	0,365	0,442
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	31,1	32,4	32,8
Kupfer	mg/kg TS	12,9	27	22,2
Nickel	mg/kg TS	19,8	19,9	20,7
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	0,28	0,56
Thallium	mg/kg TS	0,257	<0,25	0,301
Zink	mg/kg TS	86,3	154	121

Probe Nr.:		UET-20-0130613-01	UET-20-0130613-02	UET-20-0130613-03
Bezeichnung:		MP 1	MP 2	MP 3

Eluat

Eluat		x	x	x
pH-Wert		7,26	7,88	8,02
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	140	109	109
Chlorid	mg/l	7,96	0,7	1,32
Sulfat	mg/l	28,4	1,74	4,13
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005
Phenol-Index	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010

Schwermetalle

Arsen	mg/l	0,012	0,008	0,011
Blei	mg/l	0,007	0,008	0,007
Cadmium	mg/l	0,0002	<0,0001	<0,0001
Chrom (Gesamt)	mg/l	0,003	0,003	0,004
Kupfer	mg/l	0,002	0,008	0,004
Nickel	mg/l	0,002	0,003	0,003
Quecksilber	mg/l	<0,0001	0,0002	0,0001
Thallium	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Zink	mg/l	0,005	0,009	0,005

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH. Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 20.10.2020 um 10:57 Uhr durch Birgitt Stichling (Leitung Servicecenter Ettlingen) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Probenvorbereitungsprotokoll	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (ULE)
Siebung < 2 mm	DIN 18123:2016-03 (ULE)
Trockenmasse	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)
Cyanid, gesamt	DIN ISO 17380:2013-10 (ULE)
EOX	DIN 38414-S 17:2017-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (ULE)
Benzol	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Ethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Toluol	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
m,p-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
o-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Styrol	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Isopropylbenzol (Cumol)	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Summe AKW	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Vinylchlorid	DIN 38 413-P 2:1988-05 (ULE)
Dichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
trans-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Trichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Trichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Summe LHKW	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
PCB Nr. 138	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308:2016-12 (ULE)
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01 (ULE)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Eluat	DIN EN 12457-4:2003-01 (ULE)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04 (ULE)
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888:1993-11 (ULE)
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (ULE)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (ULE)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01 (ULE)

(ULE) - Verfahren durchgeführt am Standort Markkleeberg