Geotechnischer Bericht

Lagerhalle Hener, 67813 Gerbach Baugrunduntersuchung

Berichtsnummer, Datum

220261G, 19.07.2022

Auftraggeber

Kim Hener, 67813 Gerbach

aufgestellt von

Dipl.-Ing. Tim Joas

Textseiten	**21**
Anlagenseiten	**16**

umweltgeotechnik

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstraße 26-28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.:(+49)6873 - 95908-50
Fax:(+49)6873 - 95908-99
mail@umweltgeotechnik.de

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

1 AUFGABENSTELLUNG, SITUATIONSBESCHREIBUNG 1

2 VERWENDETE UNTERLAGEN 2

3 ANGABEN ZUM GEPLANTEN BAUWERK 2

4 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN 3

5 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 4

6 BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN DES ANGETROFFENEN UNTERGRUNDES 6

7 VERSICKERUNGSTECHNISCHE HINWEISE 8

7.1 ALLGEMEINES 8

7.2 BEWERTUNG DER VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT ANHAND VON FELDVERSUCHEN 8

7.3 BEWERTUNG DER VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT ANHAND VON LABORVERSUCHEN 11

7.4 FAZIT DER DURCHLÄSSIGKEITSUNTERSUCHUNGEN 12

8 GELÄNDEPROFILIERUNG / TERRASSIERUNG 12

8.1 ALLGEMEINES 12

8.2 GELÄNDEABTRAG 12

8.3 GELÄNDEAUFTRAG 13

8.4 BÖSCHUNGEN 15

9 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN 16

9.1 ALLGEMEINES 16

9.2 FLACHGRÜNDUNG MITTELS EINZEL- ODER STREIFENFUNDAMENTEN 17

10 ERRICHTUNG VON NUTZ- UND VERKEHRSFLÄCHEN 18

11 SCHLUSSBEMERKUNG 20

1 Aufgabenstellung, Situationsbeschreibung

Herr Kim Hener aus Gerbach plant derzeit den Neubau einer Lagerhalle an der "Schulstraße" in 67813 Gerbach. Die Mächtigkeit, Zusammensetzung und Lagerungsdichte der einzelnen Bodenschichten im Einwirkungsbereich der Gebäudegründung waren nicht hinreichend genau bekannt.

Die Bewertung der erforderlichen Gründungsmaßnahmen setzt eine Untersuchung der geologischen Situation im Bereich des geplanten Bauwerkes voraus. Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse und um Ausführungshinweise zur Errichtung des Neubaus zu erhalten, wurde der Unterzeichner durch Herrn Hener mit der Durchführung von Baugrundaufschlüssen, Feld- und Laborversuchen sowie der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Die Lage des Baugrundstückes in Gerbach ist aus dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 zu erkennen.

Im vorliegenden Gutachten wird der Untergrund des geplanten Bauvorhabens beurteilt. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung geben Aufschluss darüber, welche Gründungsform des Gebäudes möglich und wirtschaftlich ist.

Dieser Geotechnische Bericht beschreibt die Baugrunderkundung und deren Ergebnisse auf dem Niveau einer Voruntersuchung analog DIN 4020.

Als Grundlage für die Tragwerksplanung und deren Prüfung sowie für die Ausführung ist nach DIN 1054 die Zusammenfassung der Baugrundinformationen in einem Geotechnischen Entwurfsbericht notwendig. Folgende Angaben sind hierzu zu liefern:

- bei Bodenplatten: Lastplan mit Eintragung der charakteristischen Gründungslasten
- Positionsplan Fundamente
- Fundamentstatik
- Gründungslasten in Höhe der Oberkante der Gründungskonstruktion für jede kritische Einwirkungskombination in den maßgebenden Bemessungssituationen
    - o für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZ 1)
    - o für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2)

Da Lastangaben bislang fehlen, sind die Angaben zur Gründung durch den Tragwerksplaner zu überprüfen und im Zweifelsfall durch den Unterzeichner ergänzen zu lassen. Erst nach Eingang der Daten aus der Tragwerksplanung kann dann die vollständige Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund ermittelt und beurteilt werden und wiederum in die Ausführungsplanung einfließen.

2 Verwendete Unterlagen

a) Planentwurf zur Ergänzungssatzung zum bestehenden B-Plan mit Eintragung der Untersuchungsbereiche, erstellt und übermittelt von IDEAL Brehm GmbH aus Kirchheimbolanden

b) Topografische Karte TK 25

c) Geologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz (Online-Viewer des LGB-RLP)

d) Schichtprofile der Kleinrammbohrungen, ausgeführt und aufgenommen von der umweltgeotechnik gmbH

e) Schlagzahldiagramme der Rammsondierungen DPH (gem. DIN EN ISO 22476 2), ausgeführt und ausgewertet von der umweltgeotechnik gmbH

f) Ergebnisbefunde der bodenmechanischen Feld- und Laborversuche, ausgeführt und ausgewertet von der umweltgeotechnik gmbH

g) Richtlinien, Vorschriften, Fachliteratur (z.B. Grundbau Taschenbuch).

3 Angaben zum geplanten Bauwerk

Zum geplanten Neubau der Halle lag dem Unterzeichner lediglich ein Lageplan vor. Das neue Gebäude soll an der "Schulstraße" in 67813 Gerbach errichtet werden. Einen Lageplan des Baugeländes mit der geplanten Baufläche zeigt Anlage 1.2.

Die Gebäudestatik lag dem Unterzeichner zum Zeitpunkt der Gutachtenbearbeitung nicht vor. Geplant ist die Errichtung einer eingeschossigen, nicht unterkellerten Systemhalle in Stahlbauweise mit Pultdach. Die Außen-Abmessungen der Halle sollen ca. 25 m x 15 m bei einer Höhe von ca. 3,5 m bis 4,0 m betragen. Der Stützen-Achsabstand wird gemäß Auftraggeber ca. 5,0 m betragen, dabei soll ein 10 m freitragendes Innenfeld entstehen.

Eine Bodenplatte ist nicht vorgesehen, der Hallenboden soll in Pflasterbauweise erstellt werden. Die Halle soll flach, vermutlich mit Hilfe von Einzel- oder Streifenfundamenten gegründet werden.

Am nordwestlichen Rand des Grundstücks ist die Errichtung einer Zufahrtsstraße vorgesehen.

Das Gelände soll bzw. muss terrassiert werden. Laut Angaben des Auftraggebers soll dabei eine annähernd ausgeglichene Erdmassenbilanz angestrebt werden.

Die Baumaßnahme ist gemäß DIN 4020 voraussichtlich in die geotechnische Kategorie GK-2 einzustufen.

4 Durchgeführte Arbeiten

Am 28.06.2022 wurden zur Erkundung der Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet an den im Vorfeld festgelegten Untersuchungspunkten insgesamt fünf kleinkalibrige Bohrungen BS mit einem raupengestützten Bohrgerät abgeteuft.

Die Schichtprofile der Kleinrammbohrungen wurden unter ingenieurgeologischen Gesichtspunkten begutachtet und unter dem Aspekt einer bodenmechanischen Bewertung des Schichtgutes aufgenommen. Die Schichtprofile sind in der Anlage 2 dargestellt.

Ergänzend zu den Kleinrammbohrungen wurden zwei Schwere Rammsondierungen (DPH gemäß DIN EN ISO 22476 2) zur Ermittlung der Lagerungsdichte der Böden abgeteuft. Die Schlagzahldiagramme sind ebenfalls in Anlage 2 dargestellt.

Im Bereich der Kleinrammbohrung BS 6 wurde eine zweite Bohrung angesetzt, welche in 1,50 m Tiefe abgesetzt wurde und zur temporären Grundwassermessstelle ausgebaut wurde. Darin wurde ein Versickerungsversuch ("open-end-test") ausgeführt. Daneben wurde auf Höhe der UK Mutterboden ein Doppelring-Infiltrometer-Versuch ausgeführt.

Die Ansatzpunkte der Untersuchungsstellen wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Bezugspunkt für das Höhenaufmaß diente der Grenzpunkt an der nordöstlichen Ecke des Baugrundstücks. Diesem wurde mangels NN-bezogener Höhenangaben eine örtliche Höhe von 100,00 m ö.H. willkürlich zugeordnet. Die Anordnung des Höhenbezugspunktes sowie der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen ist im Lageplan der Aufschlüsse (Anlage 1.2) dargestellt.

Aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrungen wurden mehrere gestörte Bodenproben zur Ermittlung geotechnischer Parameter entnommen. An einem Teil der Proben wurden die folgenden bodenmechanischen Indexversuche durchgeführt:

- 6 Bestimmungen des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- 4 kombinierte Sieb-Schlämmanalysen nach DIN EN ISO 17892-4
- 1 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (Fließ-/Ausrollgrenze nach Atterberg)

Die Ergebnisprotokolle der Laborversuche sind in den Anlagen 3.1 bis 3.6 zusammengestellt.

Aufgrund der Feldansprache und der Laborversuchsdaten werden Rückschlüsse auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Böden gezogen. Daraus können die Berechnungsparameter für die Böden abgeleitet werden.

5 Untergrundverhältnisse

Das Bauvorhaben befindet sich am südöstlichen Rand der Ortslage von Gerbach im Donnersbergkreis in Rheinland-Pfalz, an einer nach Süd-Südwesten zum Gerbach fallenden Hangfläche.

Die Geologie des tieferen Untergrundes im Bereich von Gerbach ist geprägt durch die Gesteine der **Oberen Glan-Subgruppe (rgo)**, einer Abfolge des Rotliegenden. Im oberen Teil der Oberen Glan-Subgruppe wird das Festgestein aus konglomeratischer Arkose (Oberkirchen-Formationen) gebildet. Darunter folgt eine Wechsellagerung aus grauen Ton-, Silt- und Sandsteinen, Konglomeraten sowie Tuff- und Kalksteinen.
An den Uferbereichen des Gerbachs sind **fluviatile Ablagerungen** (ungegliedert, Auen- und Hochflutsedimente, z.T. Abschwemmmassen, Schwemmfächer-, Schwemmkegelsedimente, z.T. umgelagerte vulkanoklastische Sedimente) zu erwarten.

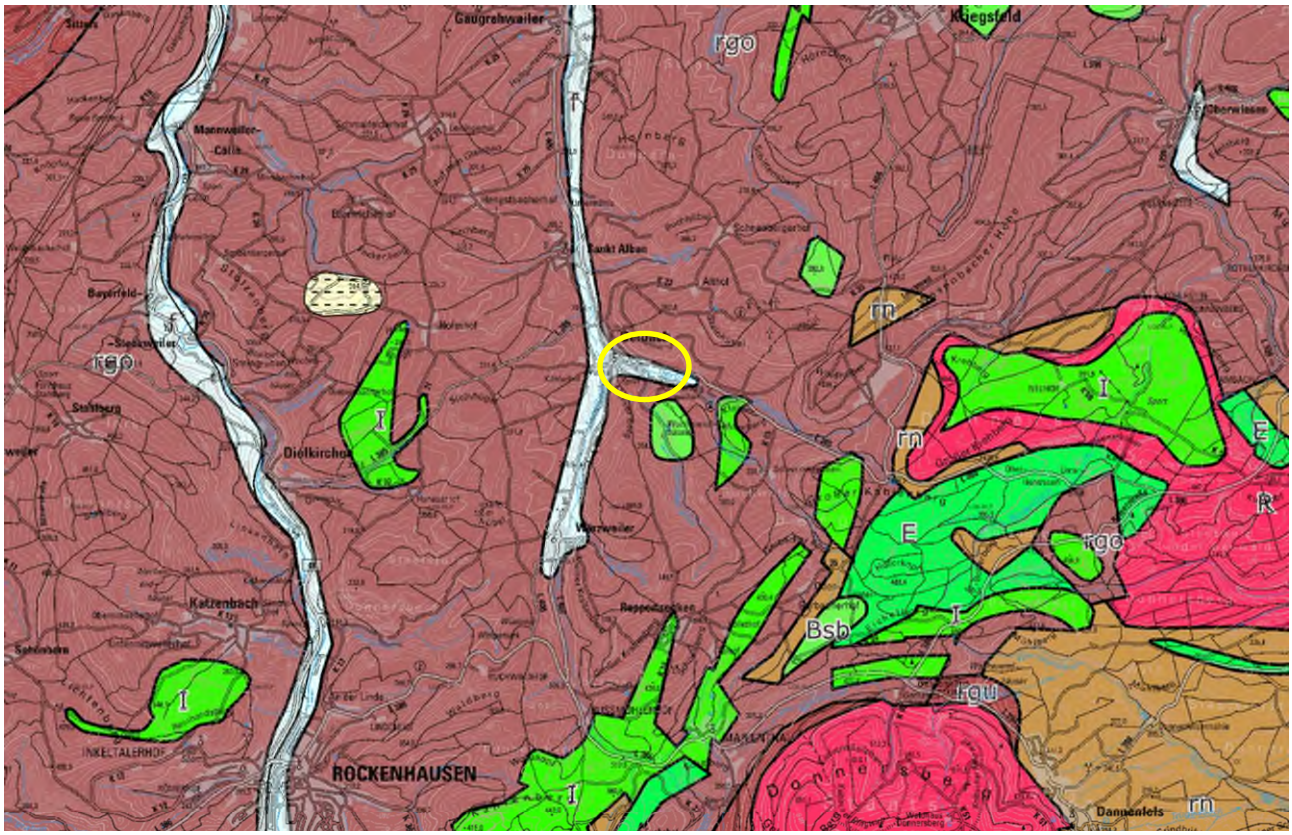


Abbildung 1: Auszug aus der geologischen Übersichtskarte des LGB-RLP; verwendete Unterlagen d); (nicht maßstäblich)

Die geologische Karte weist für das nähere Umfeld des Untersuchungsgebietes keine größere tektonische Elemente bzw. Störzonen aus.

Das Bauvorhaben liegt außerhalb der Erdbebenzone gemäß DIN 4149.

Das Bauvorhaben befindet sich außerhalb festgesetzter Wasserschutzzonen.

Die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen sind in den Lageplan der Aufschlüsse (Anlage 1.2) eingetragen. Der in den Kleinrammbohrungen angetroffene Untergrundaufbau ist in Form von

Bohrprofilen in den Anlagen 2.1, 2.3, 2.5, 2.6 und 2.7 dargestellt. Die Schlagzahldiagramme der Schweren Rammsondierungen sind in den Anlagen 2.2 und 2.4 wiedergegeben.

Es ergibt sich folgender Schichtaufbau:

- In den Kleinrammbohrungen wurde oberflächennah zunächst Mutterboden in Mächtigkeiten von ca. 20 cm bis 50 cm angetroffen.
- Unterhalb des Mutterbodens folgen in den direkten Aufschlüssen ausschließlich Tone mit unterschiedlichen Sand- und Kiesanteilen bis zur Endteufe der Aufschlüsse.
- Die Konsistenz der prägend bindigen Lehmböden liegt zum Erkundungszeitpunkt im weich-steifen bis steif-halbfesten Spektrum.
- Die Kleinrammbohrungen im Bereich der Lagerhalle sind in Tiefen zwischen 3,20 m und 3,80 m unter aktuellem Geländeniveau ausgerammt. Im Bereich der Untersuchungsstelle BS 6 wurde die geplante Endtiefe von 3,00 m erreicht. Die Kleinrammbohrung BS 7 im Zufahrtsbereich ist in 2,40 m Tiefe ausgerammt.
- Die Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen DPH RS 2 zeigen eine geringe bis mittlere Lagerungsdichte bzw. annähernd steife Konsistenzen der bindigen Lehmböden bis ca. 4,30 m Tiefe. Darunter folgen höhere Sondierwiderstände, welche auf erhöhte Steinanteile innerhalb der Lehmschichten oder den Übergang zwischen fluviatilen Lehmböden und der Verwitterungszone des Rotliegenden zurückzuführen sind.
- Die Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen DPH RS 4 zeigen eine durchgehend mittlere Lagerungsdichte bzw. mindestens steife bis halbfeste Konsistenzen der bindigen Lehmböden bis zur Endteufe von 6,00 m Tiefe.
- Die Schweren Rammsondierungen DPH RS 2 und RS 4 wurden in 5,00 m bzw. 6,00 m Tiefe abgesetzt.
- **Kompaktes Festgestein** konnte mit den gewählten direkten Aufschlussverfahren (Kleinrammbohrungen) nicht erbohrt werden.

Organoleptisch wurden in den aufgeschlossenen Böden keine Auffälligkeiten hinsichtlich potentieller chemischer Belastungen festgestellt.

Grundwasser wurde im Zuge der Erkundungsarbeiten lediglich im Bereich der RS 2 in ca. 3,40 m Tiefe angetroffen. Der teileingespiegelte Grundwasserstand ist im Sondierdiagramm der Anlage 2.2 dargestellt. Eine eindeutige Interpretation in Bezug auf das Antreffen eines Grundwasserleiters im Lockergestein oder einsickernde Staunässe- bzw. lokale Schichtenwasseransammlungen ist nicht ohne weitere Untersuchungen möglich. Temporäre Schwankungen sowie höher anstehende Schichtenwasser- bzw. Staunässebildungen sind außerdem nicht auszuschließen.

Insbesondere temporäre und lokale Staunässebildungen sind innerhalb der bindigen Böden nach Niederschlagereignissen zu erwarten. Weiterhin sind bereichsweise Schichtenwasserbildungen nicht auszuschließen.

6 Bodenmechanische Eigenschaften des angetroffenen Untergrundes

In den folgenden Tabellen werden die in den Schichtprofilen dargestellten Böden zunächst zu Schichtgliedmodellen idealisiert sowie zu Homogenbereichen zusammengefasst und für die einzelnen Bodenschichten Erfahrungswerte bodenmechanischer Berechnungsparameter (z.B. aus ATV A138, DIN 1055, EAU) angegeben.

Tabelle 1: Schichtgliedmodelle und Klassifizierung (Umfang GK 1)

Bodenart	HB [1)]	Ansprache nach DIN 4022	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300:2012-9		Durchlässigkeitsbeiwert k_f
Homogenbereich E1 – Deckschichten						
Mutterboden	E1	A; Mu	OH	1		k.A.
Homogenbereich E2 – gemischtkörnige und lehmige Böden						
leicht- bis mittelplastischer Ton	-	T,s-s*,(g'-g)	TL – TM	flüssig - breiig	2	$1*10^{-9}$ – $1*10^{-7}$
	E2			weich – halbfest	4	
	-			fest	6	
[1)]: HB = Homogenbereich (DIN 18300:2015-9)						

Kompakte Felsbereiche wurden innerhalb der direkten Aufschlüsse nicht angetroffen.

Bei den angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerten handelt es sich um Erfahrungswerte aus der Literatur für wassergesättigte Böden. Bei Teilsättigung ist erfahrungsgemäß lediglich die Hälfte der in den Tabellen aufgeführten k-Werte anzusetzen.

Tabelle 2: Aufschlussweise Schichtenfolge der Homogenbereiche

Homogen-bereich	BS 1	BS 3	BS 5	BS 6	BS 7
	Sohltiefe ab GOK	Sohltiefe ab GOK	Sohltiefe ab GOK	Sohltiefe ab GOK	Sohltiefe ab GOK
E1	0,50 m	0,50 m	0,40 m	0,50 m	0,20 m
E2	3,80 m	3,20 m	3,20m	3,00 m	2,40 m

Tabelle 2: Bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche der Böden für Erdarbeiten

bodenmechanische Eigenschaften / Kennwerte		zugehörige Prüfvorschrift	Einheit	Homogenbereiche (Boden)	
				E1	E2
ortsübliche Bezeichnung		-	[-]	-	-
Korngrößen-verteilung	≤ 0,06 mm	DIN 18123	[%]	-	-
	> 0,06 – 2,0 mm		[%]	-	-
	> 2,0 – 63 mm		[%]	-	-
Massenanteil Steine (>63 – 200 mm)		DIN EN ISO 14688-1	[%]	0 - 30	5 – 50
Massenanteil Blöcke (>200 – 630 mm)		DIN EN ISO 14688-1	[%]	0 - 15	0 – 35
Massenanteil große Blöcke (>630 mm)		DIN EN ISO 14688-1	[%]	0 - 5	0 – 20
Dichte		DIN EN ISO 17892	[g/cm³]	-	-
Dichte		DIN 18125-2	[g/cm³]	-	-
undrainierte Scherfestigkeit		DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137-2	[kN/m²]	-	-
Wassergehalt		DIN EN ISO 17892-1	[%]	-	-
Plastizitätszahl *(nur bindige Böden)*		DIN 18122-1	[%]	-	7 – 30
Konsistenzzahl *(nur bindige Böden)*		DIN 18122-1	[-]	-	0,6 – 1,0
Lagerungsdichte		DIN 18126	[-]	locker – mitteldicht	locker – dicht
organischer Anteil		DIN 18128	[%]	-	-
Bodengruppen		DIN 18196	[-]	OH	TL – TM
fett: Anforderungen für Baumaßnahmen der geotechnischen Kategorie GK-1					

Für Schichten unterhalb der Endtiefe der Kleinrammbohrungen sind für eine Klassifizierung gemäß ATV DIN 18 300 (u.a.) weitergehende Erkundungen erforderlich.

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte der Schichtglieder

Bodenart		Frostempfindlichkeit gem. ZTVE	Wichte γ (γ') [kN/m³]	Reibungs-winkel Φ (Φ') [°]	Kohäsion [kN/m²]			Steifemodul E_s [MN/m²]
					Kohäsion c'_k	Kapillarkohäsion $c_{s,k}$	undrainierte Scherfestigkeit c_u	
leicht- bis mittel-plastischer Ton	weich	F3	19 (9)	22,5 - 25	-	-	15	2 - 4
	steif	F3	19 (9)	22,5 - 25	5	-	25	4 - 8
	halbfest - fest	F3	20 (10)	22,5 - 25	10	-	50	8 - 15

7 Versickerungstechnische Hinweise

7.1 Allgemeines

Zur Beurteilung des Baugrundstücks hinsichtlich der Eignung zur Versickerung von Niederschlagswasser werden Feld- und Laborversuche zur Ermittlung von Durchlässigkeitsdaten herangezogen. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Versuche dargestellt und diskutiert.

7.2 Bewertung der Versickerungsfähigkeit anhand von Feldversuchen

Zur Ermittlung der hydraulischen Eigenschaften des angetroffenen Untergrundes wurden Feldversuche (1 "open-end-test" und 1 "Doppelring-Infiltrometer") durchgeführt. Dabei werden die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) berechnet. Der k_f-Wert wird als Quotient aus der mittleren Fließgeschwindigkeit und dem hydraulischen Gefälle des Grundwassers definiert (DIN 4049) und hat mit [m/s] die Dimension einer Geschwindigkeit.

Nach DIN 18 130 kann man die Durchlässigkeiten anhand der ermittelten k_f-Werte unterschiedlichen Bereichen zuordnen:

stark durchlässig	$k_f = 10^{-4}$ bis 10^{-2} m/s
durchlässig	$k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s
schwach durchlässig	$k_f = 10^{-8}$ bis 10^{-6} m/s
sehr schwach durchlässig	$k_f < 10^{-8}$ m/s.

In Hinblick auf die Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser in den Untergrund stellt daneben der k_f-Wert von 1 * 10^{-6} m/s eine wichtige Grenze dar, unterhalb derer nach dem ATV-Arbeitsblatt A 138 der Bau von Versickerungsanlagen nicht zulässig ist.

In Abhängigkeit von der Bodenart ergibt sich der in der folgenden Abbildung dargestellte Erwartungshorizont der Wasserdurchlässigkeit.

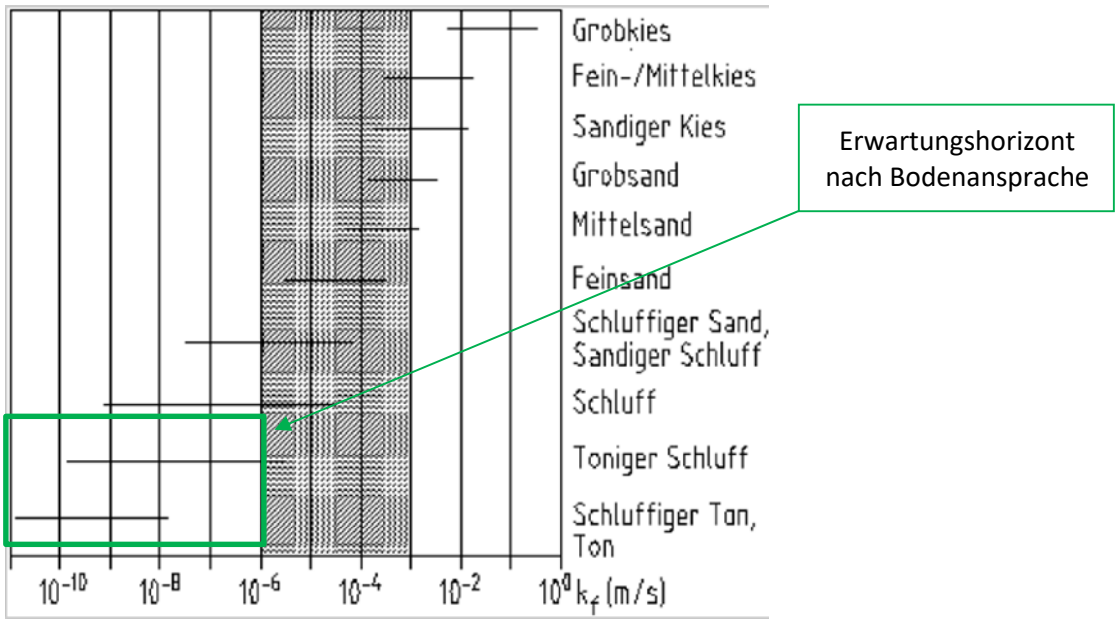


Abbildung 2: Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von Lockergesteinen und entwässerungstechnisch relevanter Versickerungsbereich (aus DWA-A 138)

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der in Frage stehenden Schichten erfolgte gemäß den Anforderungen der DWA A 138.

Es wurde ein Auffüllversuch in einer provisorischen Versickerungsmessstelle im Bereich der Kleinrammbohrungen BS 6 ausgeführt. Der Versickerungsversuch wurden nach dem Prinzip eines "open-end-tests" durchgeführt. Die Schemazeichnung der Abbildung 3 soll das Versuchsprinzip darstellen.

Im Versickerungsversuch wird das Peilrohr zunächst vollständig mit Wasser gefüllt. Nach Beendigung der Wasserzufuhr wird mit Hilfe eines Kabellichtlotes das Absinken des Wasserstandes im Peilrohr als Folge des Wasseraustrittes im Bereich des Rohrendes über die Zeit gemessen. Die Auswertung der Versickerungsversuche erfolgt in Anlehnung an ein Berechnungsverfahren von Kollbrunner-Maag (zit. in Bender, 1984) bzw. nach einem Berechnungsverfahren von Hooghouth oder Don Kirkham (zit. in Schneider, 1971). Diese Auswerteverfahren für instationäre Fließregime im grundwasserfreien Untergrund berücksichtigen neben den geometrischen Abmessungen des Versickerungsrohres auch den Abstand von der Versickerungsstrecke zum Grundwasserspiegel.

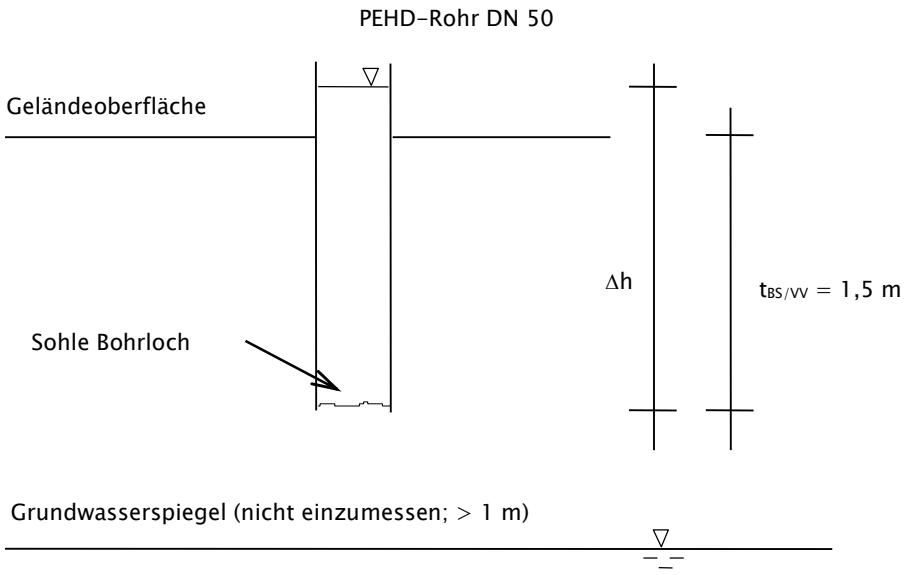


Abbildung 3: Versuchsanordnung für die Versickerungsversuche BS/VV 6

In Abbildung 4 ist für den Versickerungsversuch der gemessene Wasserstand über der Zeit aufgetragen. Der aus den Versuchen jeweils abgeleitete Durchlässigkeitsbeiwert (k_f - Werte) ist in Tabelle 4 zusammengefasst.

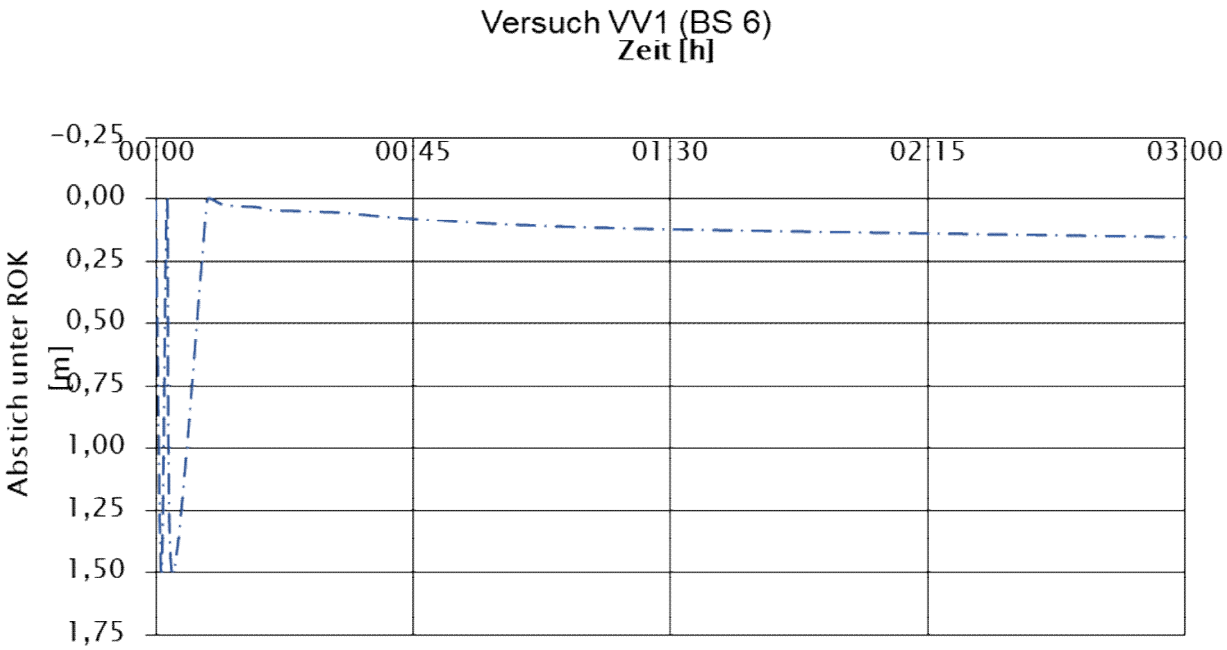


Abbildung 4: Wasserstandsmessungen für den open-end-test im Sickerrohr

Die über die fortschreitende Zeit aufgetragenen Sickerwege des Wassers steigen zu Beginn des Versuchs bis zur vollständigen Porenwassersättigung vergleichsweise steil an. Das Sickerrohr wurde beim Versuchsbeginn zweimal aufgefüllt, bis zur Sättigung der Lehmböden. Der Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt sich nach dem Prozess der Vorsättigung, als aus dem flachen Teil der Kurve zwischen ca. 10 Minuten und 3 Stunden.

Beim Doppelring-Infiltrometer zeigten sich ähnliche Verhältnisse. Zunächst wurde der Versuchszylinder zweimal neu aufgefüllt, bis sich die Vorsättigung einstellte. Anschließend konnten nach ca. 4,25 Stunden nur 1,4 cm Wasserstandänderung verzeichnet werden.

Tabelle 4: Übersicht über die im Gelände ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte

Versuch	Ausbautiefe [m u. GOK]	ges. Rohrlänge [m u. GOK]	Bodenart	k_f-Wert [m/s]
BS/VV 6 (open-end-test)	1,50	2,0	T,s'	**$1{,}10 * 10^{-7}$**
BS/VV 6 (Doppelring-Infiltrometer)	0,50	-	T,s'	**$9{,}15 * 10^{-7}$**

Die Versickerungsversuche BS/VV 6 wurden im Bereich der schwach sandigen Tone durchgeführt.

Die mit Hilfe des "open-end-tests" und des "Doppelring-Infiltrometers" ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen bei ca. $1{,}10*10^{-7}$ m/s bis $9{,}15*10^{-7}$ m/s und damit unterhalb des gemäß ATV-Arbeitsblatt A 138 geforderten Mindest-k_f-Wertes von $1*10^{-6}$ m/s.

7.3 Bewertung der Versickerungsfähigkeit anhand von Laborversuchen

Ergänzend wurden zur indirekten Ermittlung der hydraulischen Eigenschaften des angetroffenen Untergrundes Laborversuche (kombinierte Sieb-Schlämmanalysen) durchgeführt. Dabei werden die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) aus den Körnungslinien abgeleitet.

Die im Bereich des Unterbaus der Verkehrsflächen angetroffenen Lösslehmschichten wurden diesbezüglich im Labor der umweltgeotechnik gmbH untersucht. Die Durchlässigkeitsbeiwerte wurden dabei indirekt anhand von Kornverteilungen nach DIN 18 123 ermittelt.

Tabelle 5: Übersicht über die im Labor indirekt ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte

Aufschluss	Tiefenbereich der Probe	Bodenart (nach Körnungslinie)	k_f-Wert [m/s] [Mallet/Paquant]
BS 1	0,50 – 1,80 m	T,s,g'	**$1{,}5*10^{-9}$**
BS 3	0,50 – 2,70 m	T,s,g,	**$4{,}1*10^{-9}$**
BS 5	0,40 – 2,30 m	T,s,g*	**$3{,}6*10^{-9}$**
BS 7	2,10 – 2,40 m	T,s,g*	**$3{,}0*10^{-9}$**

Die rechnerisch anhand der Kornverteilungslinien ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen im Bereich zwischen $1{,}5*10^{-9}$ m/s und $4{,}1*10^{-9}$ m/s. Damit werden die im ATV-Arbeitsblatt A 138 geforderten Mindest-k_f-Werte von $1*10^{-6}$ m/s unterschritten.

7.4 Fazit der Durchlässigkeitsuntersuchungen

Die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ist im Wesentlichen von der Korngröße des Bodens sowie der sogenannten Korngrößenverteilung abhängig. Der anstehende Boden, in dem versickert werden soll, muss ausreichende Durchlässigkeiten aufweisen. Gleichzeitig soll die Versickerung nicht zu schnell erfolgen, da sonst keine Reinigung/Filterung des Niederschlagwassers erfolgt.

Der nach DWA-A 138 entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt etwa in einem k_f - Bereich von $1 * 10^{-3}$ bis $1 * 10^{-6}$ m/s.

Die untersuchten Bodenschichten weisen Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $9{,}15*10^{-7}$ m/s bis $1{,}5*10^{-9}$ m/s auf und sind demnach **für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet**.

Auf Grund der geringen Durchlässigkeiten ist eine natürliche Entwässerung ausschließlich durch eine Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist (DWA-A 138).

8 Geländeprofilierung / Terrassierung

8.1 Allgemeines

Im Zuge der Hallenerrichtung an der "Schulstraße" in Gerbach sind umfangreiche Erdarbeiten zur Geländeprofilierung bzw. Terrassierung vorgesehen. Das Gelände fällt derzeit nach Süd-Südwesten um mehrere Meter ab.

Nach Absprache mit dem Auftraggeber sollen dabei die aus den Abtragsbereichen gewonnenen Erdmassen zum Höhenausgleich in den Auftragsbereichen eingebaut werden.

In jedem Fall ist vor einem Auftrag von Erdmassen die humose Oberbodenschicht vollständig zu entfernen. Der humose Oberboden kann in den Randbereichen des Erschließungsgebietes zwischengelagert werden.

Bei der Profilierung des Geländes ist darauf zu achten, dass nach Abschluss der Terrassierung anfallendes Niederschlagswasser sich nicht in Teilflächen aufstauen kann. Dies hätte eine Verminderung der Tragfähigkeit in diesen Bereichen zur Folge.

8.2 Geländeabtrag

Am nord-nordöstlichen Rand der Terrassierungsfläche sind Einschnittbereiche in das anstehende Gelände von voraussichtlich bis zu ca. 2,0 m vorgesehen.

Zunächst ist der vorhandene Oberboden abzutragen – dies gilt grundsätzlich für das gesamte Erschließungsgebiet, also auch für den Bereich des geplanten Geländeabtrags. Beim Abtrag des Oberbodens ist darauf zu achten, dass sämtlicher mit organischer Substanz durchsetzter Boden aufgenommen wird, da er sowohl für

die Verwendung als Auftragsmaterial als auch als Aufstandsfläche für den Geländeauftrag nicht bzw. nur bedingt geeignet ist. Zudem ist der Oberboden im Sinne des Bodenschutzes zu sichern und für eine Verwertung als Oberboden zu erhalten.

Nach dem Abschieben des Oberbodens stehen unterschiedlich sandige und kiesigen Tonböden an. Gemäß den durchgeführten Aufschlüssen ist nicht mit dem Lösen von Fels zu rechnen. Lokal erhöhte Stein- und Blockanteile innerhalb der Lehmböden sind nicht auszuschließen.

Der Geländeabtrag im Bereich der Lockerböden ist mit einem mittelschweren Bagger mit Graben- oder Böschungslöffel durchführbar.

8.3 Geländeauftrag

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen liegen die Bereiche mit dem maximalen Geländeauftrag im südlichen und südwestlichen Bereich der Planungsfläche.

Vor Beginn der Auftragsarbeiten muss die Aufstandsfläche für die Anschüttungen hergerichtet werden. Dazu müssen der anstehende Oberboden, die Vegetation inklusive aller organischen Reststoffe (Wurzelstöcke etc.) sowie sonstige Hindernisse entfernt werden.

Die Aushubtiefe ist durch die geotechnische Fachbauleitung im Rahmen von Ortsterminen zu bestätigen. Vernässungsbereiche sind auszuheben und zu entwässern. Sickerwasser, Quellen und sonstige Wasserzuflüsse sind vor dem Überschütten zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Situationsbedingt kann eine Einbindung der unteren Wasserbehörde erforderlich werden. Die Ableitungen sind einzumessen und dinglich zu sichern, um die Funktionalität auch bei Bebauung der Gewerbeflächen zu gewährleisten. Wir empfehlen lokale Vertiefungen und Vernässungsabschnitte mit geeignetem Felsgestein oder ähnlich grobkörnigem Material (z.B. Grobschlag 0/100 mm) zu verfüllen. Vor Beginn der Auftragsarbeiten ist die so geschaffene Aufstandsfläche intensiv mit Hilfe einer schweren Walze (> 12 t) zu verdichten. Es ist ein Verdichtungsgrad von mindestens 98 % D_{Pr} nachzuweisen. In Steinschüttungen darf sich kein Schicht- oder Niederschlagswasser aufstauen. Die Bereiche sind mittels Dränage zu entwässern. Die Dränage ist im Tiefpunkt der Steinschüttungen zu entwässern. Es ist zu gewährleisten, dass das Dränagewasser sicher und vollständig abgeführt wird, ohne dass ein Aufweichen des Anstehenden bzw. der Anschüttungen erfolgen kann.

Beim Schütten auf geneigtem Gelände ist eine stufenartige Abtreppung der Aufstandsfläche zur Verzahnung mit dem Urgelände erforderlich.

Im Fußbereich der Anschüttungen ist ein Stützfuß aus scherfestem Material (z.B. Grobschlag 0/100 mm) in einer Mächtigkeit von ≥ 0,5 m und einer Breite von mindestens 3 m vorzusehen.

Es wird davon ausgegangen, dass eine weitgehend ausgeglichene Massenbilanz zwischen Abtrags- und Auftragsmassen angestrebt wird und möglichst alle geeigneten Böden zum Wiedereinbau gelangen sollen. Der Einsatz von Fremdmassen in relevantem Umfang ist nicht vorgesehen.

Die Eignung der überwiegend fein- und gemischtkörnigen Böden für den Aufbau der Flächen wird maßgebend durch ihr wasser- und witterungsempfindliches Verhalten beim Lösen, Fördern, Einbauen und Verdichten bestimmt. Für den Geländeauftrag sind die im Zuge der Abtragsarbeiten anfallenden Massen überwiegend geeignet; die bindigen Lehmböden (Homogenbereich E2) können bei Wassergehalten, die in Bereichen nahe des optimalen Einbauwassergehaltes (aus dem Proctorversuch nach DIN 18 127 zu bestimmen) liegen, verwendet werden.

Die angetroffenen sandigen, kiesigen Tonböden sind sehr witterungsempfindlich und verlieren infolge von Vernässungen ihre Tragfähigkeit. Die Erdarbeiten sollten daher nach Möglichkeit in einer anhaltenden trockenen Witterungsperiode durchgeführt werden.

Als Maßstab für den zu erreichenden Verdichtungsgrad der Böden beim Wiedereinbau wird auf die ZTVE StB 17 verwiesen. Demnach ist beim Einbau grob- und gemischtkörniger Böden ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % D_{Pr} bzw. 98 % D_{Pr} (in Abhängigkeit des verwendeten Materials) zu erreichen, zwischen 1,0 m unterhalb des Planums bis Planum sind es 100 % D_{Pr}. Die Werte der ZTV E-StB gelten für Straßen und Wege außer- und innerorts. Sie können im konkreten Fall auch auf sämtliche nicht vom Verkehr beanspruchte Flächen übertragen werden, sofern diese einer anderweitigen Nutzung unterliegen, z. B. als Gründungsfläche von Gebäuden.

Um eine gute Verdichtbarkeit der Böden auch bei nicht optimalem Wassergehalt und unsicherer Witterungslage zu gewährleisten, kann (nach Abstimmung mit dem Bauherrn) eine **Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln** erfolgen. Hierzu müssen vom AN vor Baubeginn Eignungsprüfungen durchgeführt werden, um die notwendigen Bezugswerte zu ermitteln.

Allgemeine Hinweise:

- Grundsätzlich sollten die Lagen in voller Arbeitsbreite eingebaut werden. Alle Auftragsflächen sollten mit mindestens 4 % Quergefälle versehen werden, damit Niederschlagswasser rasch ablaufen kann.
- Böden mit zu hohem Wassergehalt, die sich nicht ordnungsgemäß verdichten lassen, dürfen nicht eingebaut und nicht überschüttet werden.
- Die Einbaustärke der einzelnen Lagen richtet sich nach der Auswahl der Verdichtungsgeräte, wird aber in der Regel 30 cm bis 40 cm nicht überschreiten. Es ist schweres Verdichtungsgerät vorzusehen.
- Beim Geländeauftrag ist auf eine fachgerechte Herstellung der Aufstandsfläche zu achten. Dies schließt eine Verzahnung der einzubringenden Massen mit dem Bestandsgelände durch treppenförmig anzulegende Einschnitte in das Bestandsgelände ein. Hierbei ist auf eine ausreichende Entwässerung des Verzahnungsbereichs zu achten.
- Unverdichtete Schüttmassen im Böschungsbereich sind nicht zulässig. Es ist zu beachten, dass die Böschungsflächen nachfolgend begrünt werden müssen, entsprechende Auftragsmassen/Böden sind vorzusehen. Eine rasche Begrünung der Böschungen ist einzuplanen (z. B. Anspritzbegrünung).

8.4 Böschungen

Durch die Geländeprofilierung werden neue Abtrags- und Auftragsböschungen mit voraussichtlich bis zu ca. 2,0 m Höhe entstehen. Neben den Böschungen im Endzustand sind auch die Bauzustände zu beurteilen. Für Böschungen im Bauzustand bis 5,0 m Höhe gilt, dass in bindigen Böden mindestens steifer Konsistenz ein Böschungswinkel von max. 60° einzuhalten ist. Aufgeweichte Böden, Schichtwasserzutritte etc. können eine Böschungsabflachung erforderlich machen.

Aus dem Handbuch der ZTVE, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau, Floss, R. können in Abhängigkeit der Bodenart (hier fein- bis gemischtkörnige Böden) folgende Böschungsneigungen und Böschungshöhen als Orientierung zu Grunde gelegt werden:

h < 3 m	1 : 1,25 bis **1,5**
3 m < h < 10 m	1 : 1,5 bis **1,8**
8 m < h < 15 m	1 : 1,8 bis **2,0**

Für Böschungen mit einer Höhe > 5 m ist die Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen. Es wird davon ausgegangen, dass die herzustellenden Böschungen mit der für ihre Höhe entsprechenden Böschungsneigung erstellt werden. **Die Böschungen sollten hier mit den unteren Bereichen der oben angegebenen Böschungsneigungen hergestellt werden.** Im anderen Fall ist ebenfalls die Standsicherheit der Böschung nachzuweisen. Sofern die Höhe von Einschnittsböschungen über die Lockergesteinsböden auch in den anstehenden Fels (für den andere Böschungsneigungen angesetzt werden können) reicht, ist im Übergangsbereich eine Berme mit einer Breite von mindestens 1,50 m anzuordnen. Diese ist mit einem dauerhaften talseitigen Gefälle für die Ableitung von Wasser auszubilden. Die Böschungsflanken sind grundsätzlich, sowohl im Bau- als auch im Endzustand, vor Erosion zu schützen. Dies kann durch Abdecken der Böschung mittels Folien o.Ä. (Bauzustand) bzw. ein rasches Begrünen der Böschung (Endzustand) erfolgen. Bei nicht bewachsenen Böschungen ist von einem erhöhten Oberflächenabfluss auszugehen, was zu Erosionserscheinungen an der Böschungsflanke führen kann.

Sollen steilere Böschungswinkel erzielt werden sind verschiedene Lösungsszenarien prinzipiell vorstellbar:

- Verfestigung der bindigen Tonböden.
  Die angetroffenen bindigen Böden sind nach erster Einschätzung prinzipiell für eine Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln geeignet (Eignungsprüfung erforderlich).
- Errichtung von Stützbauwerken im Bereich der Böschungsoberkante mit darunter abgeflachtem Geländeverlauf.

Denkbar wäre z.B. die Errichtung einer Winkelstützwand aus Betonfertigteilen im Bereich der Böschungskrone. Voraussichtlich werden dazu ca. 1,0 m hohe Winkelelemente in Kombination mit einem geneigten Geländeverlauf im darunter anliegenden Bereich erforderlich.

- Herstellung von Steilböschungen mit Hilfe von Geotextilbewehrung nach dem Prinzip "Bewehrte Erde".

Abbildung 5: Schemazeichnung "Bewehrte Erde", Steilböschung

Die anfallenden Aushubmassen können unter Vorbehalt rechnerischer und bodenmechanischer Nachweise lagenweise in Kombination mit Geotextilbewehrungslagen eingebaut werden. In diesem Fall sind Neigungen von bis zu 70° denkbar.

Die Lösungsvarianten sind als Vorschläge anzusehen und bedürfen in jedem Fall weiterer Prüfungen, Untersuchungen, Planungen usw.

9 Gründungsempfehlungen

9.1 Allgemeines

Für das Hallenbauwerk ist vermutlich eine Flachgründung mit Hilfe von Einzel- und/oder Streifenfundamenten vorgesehen. Die Fundamentierung des geplanten Neubaus wird durch die geologischen und bautechnischen Randbedingungen beeinflusst. Folgende Punkte sind zu berücksichtigen:

- Die Höhenlage des geplanten Hallenbauwerks (OK Fertigfußboden FFB) war in den übergebenen Unterlagen nicht explizit vorgegeben. Vermutlich kommt die Hallenfußbodenhöhe in etwa auf Höhe des mittleren aktuellen Geländeniveaus zu liegen (ca. 267,5 m+NN bis 268,0 m+NN). Da zum Aufmaß der Aufschlusspunkte kein NN-Höhenbezug vorhanden war, wurden die Untersuchungsstellen auf einen Grenzpunkt eingemessen, dem eine fiktive örtliche Höhe von 100,00 m ö.H. zugewiesen wurde.
- Im Untergrund des geplanten Hallengebäudes kommen unterhalb der teilweise bis zu 50 cm mächtigen Mutterbodenschichten ausschließlich bindige Lehmböden (unterschiedlich sandige und kiesige Tone) zu

liegen. Die Konsistenz der Lehmböden liegt dabei im Bereich der Halle weitgehend im steifen bis steif-halbfesten Bereich (zum Erkundungszeitpunkt).

- Die angetroffenen bindigen Böden sind als bedingt tragfähiger bis tragfähiger Baugrund einzustufen.
- Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurde nur im Bereich der RS 2 in ca. 3,40 m Tiefe Grundwasser angetroffen. Der teileingespiegelte Grundwasserstand ist im Sondierdiagramm der Anlage 2.2 dargestellt. Eine eindeutige Interpretation in Bezug auf das Antreffen eines Grundwasserleiters im Lockergestein oder einsickernde Staunässe- bzw. lokale Schichtenwasseransammlungen ist nicht ohne weitere Untersuchungen möglich. Temporäre Schwankungen sowie höher anstehende Schichtenwasser- bzw. Staunässebildungen sind außerdem nicht auszuschließen.

Für die allgemeine Bauausführung sind die einschlägigen DIN-Normen (z.B. DIN 4124, EN 1610, DIN 18 300 etc.) und technischen Vorschriften zu beachten.

Nachfolgend werden Hinweise zur Ausführung der Gründung gegeben. Vor dem Hintergrund der örtlichen und planerischen Gegebenheiten wird eine Flachgründung mittels Streifenfundamenten bzw. elastisch gebetteten Fundamentbalken favorisiert. Bei geringen Lasten (Leichtbauhalle o.ä.) können auch konventionelle Einzelfundamente unter den Stahlstützen zur Ausführung kommen.

9.2 Flachgründung mittels Einzel- oder Streifenfundamenten

Die Flachgründung des Hallengebäudes kann mittels **Einzel- und/oder Streifenfundamenten** erfolgen.

Das Baufeld ist zunächst mit geeigneten Maßnahmen zu terrassieren (s. Kapitel 8). Mindestens die humushaltigen Oberbodenschichten sind innerhalb des Baufeldes vollständig abzuschieben.

Hangseitig binden die Fundamente in die steifkonsistenten Lehmböden ein. Talseitig können die Fundamentsohlen oberhalb des aktuellen Geländeniveaus, also innerhalb der Auftragsbereiche zu liegen kommen. Grundsätzlich bestehen hier zwei Möglichkeiten:

- lagenweiser Einbau der geplanten Erdmassen (aus Abtragsbereichen) gemäß Angaben in Kapitel 8 mit mindestens 100 % Proctordichte, Betreuung durch geotechnischen Sachverständigen bzw. bodenmechanisches Labor erforderlich
- Tiefführung der Fundamente (z.B. mit Magerbeton) bis in den natürlich gewachsenen Lehmboden (Homogenbereich E2, aktuell ab UK Mutterboden); tiefergeführte Fundamente mit Schalung gegen Erdreich bei vorheriger Geländeauffüllung möglich

Die Fundamente sind dabei in mindestens frostfreier Tiefe (Sohle > 0,8 m unter späterem Geländeniveau) zu gründen.

Bei einer voraussichtlichen Mindesteinbindetiefe der Streifenfundamente von 0,8 m unter GOK können für mindestens 0,5 m breite und maximal 1,5 m breite Streifenfundamente folgende mittlere Bodenpressungen (H/V = 0,0) zugelassen werden.

Tabelle 6: Bemessungswerte für Streifenfundamente (H/V = 0,0)

Breite b [m]	**Tiefe [1] t [m]**	**Bemessungswiderstand der Bodenpressung $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]**	**max. Setzung s_{max} bei Ausnutzung von $\sigma_{R,d}$ [cm]**	**Bettungsmodul k_s [MN/m³]**
0,5	0,8	180	1,8	7
0,8	0,8	195	2,9	5
1,0	0,8	205	3,7	4
1,5	0,8	165 [2]	4,0	3

[1] ab OK Gelände bzw. OK Hallenboden, gesicherte Einbindetiefe

[2] Begrenzung der rechnerischen Setzungen auf maximal 4,0 cm

Für Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis a/b kleiner als 2,0 dürfen die angegebenen Bodenpressungen um 10 % erhöht werden.

Setzungsdifferenzen können in der Hälfte der genannten Maximalsetzung auftreten. Bei größerem Anteil der Horizontallast bezogen auf die Vertikallast sind deutliche Abminderungen der zulässigen Bodenpressungen vorzunehmen. Hierzu ist erforderlichenfalls Rücksprache mit dem Unterzeichner zu halten. Etwa 50 % bis 70 % der Gesamtsetzung dürften sich bereits während der Bauphase einstellen.

Für die Ableitung der Horizontallasten (Gleitsicherheitsberechnungen) gilt in der Aufstandsebene der Fundamente ein Ersatzreibungswinkel $\varphi' = 25°$.

Die Aushubsohlen der Fundamentgräben sind vor dem Einbau des Fundament- bzw. Sauberkeitsbetons vom Unterzeichner abnehmen zu lassen.

Die Frostsicherheit der Gründung ist in den Frosteinwirkbereichen durch eine ausreichende Tiefführung der Fundamente bzw. Magerbetonscheiben (Unterkante > 0,8 m unter OK Rohfußboden bzw. anliegendes Gelände) zu gewährleisten.

Die Fundamente können gegen Erdschalung betoniert werden.

10 Errichtung von Nutz- und Verkehrsflächen

Für die allgemeine Bauausführung sind die einschlägigen DIN-Normen (z.B. DIN 4124, EN 1610, DIN 18 300 etc.) und technischen Vorschriften zu beachten. Die Straßen- und Leitungsbauarbeiten sind von Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE StB 17 zu begleiten.

Die im Bereich des Erdplanums aufgeschlossenen Lehmböden (weitgehend unterschiedlich sandige und kiesige Tone) sind in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (frostempfindlich) und aufgrund ihrer Kornzusammensetzung als nicht ausreichend tragfähig einzustufen.

Gemäß RStO '12 ist die Einstufung der Verkehrsfläche (zumindest im Bereich der Zufahrt bei nicht regelmäßigem Schwerlastverkehr) in die Belastungsklasse ≥ Bk1,8 sinnvoll. Unter Zugrundelegung der Frostempfindlichkeitsklasse F3 des Planums ergibt sich gemäß RStO '12 ein frostsicherer Mindestaufbau von 60 cm. Für den Bereich des Hallenbodens kann evtl. – abhängig von der geplanten Nutzung – die Belastungsklasse BK0,3 in Ansatz gebracht werden, sodass dort ein frostsicherer Mindestaufbau von 50 cm erforderlich wird. Eventuelle Zuschläge oder Abminderungen sind entsprechend den örtlichen Verhältnissen vorzusehen.

Hinsichtlich der Ausführung des Oberbaus (Bauweise etc.) wird auf die Vorgabe der RStO ’12 verwiesen.

Zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Erdplanums wird hier ein Bodenaustausch / Bodenverbesserung erforderlich sein.

Bei einem witterungsempfindlichen Erdplanum, wie hier angetroffen, ist zu berücksichtigen, dass der Tragwert eine zeitabhängige Verformungsgröße widerspiegelt und demzufolge nur den momentanen Zustand zur Zeit der Prüfung kennzeichnet. Somit kann diese Kenngröße kein eigenständiges Kriterium für den Verdichtungszustand des Bodens auf Dauer sein. Der Verformungsmodul E_v feinkörniger Böden steht in keinem direkten Zusammenhang zum Verdichtungsgrad D_{Pr}, weil er nicht nur von der Trockendichte, sondern zusätzlich unmittelbar vom Wassergehalt beeinflusst wird. Außerdem ist zu bedenken, dass das Trag- und Verformungsverhalten aufgrund der jeweiligen Wasserverhältnisse sowohl zeitlich als auch örtlich wechseln kann und die Prüfergebnisse entsprechend als variable Größen beeinflusst sind. Insbesondere dann, wenn das Planum nicht sofort überbaut oder geschützt wird.

Die Forderung der RStO '12 bzw. ZTVE-StB 17, wonach ein dauerhaft tragfähiges Erdplanum gewährleistet sein soll (erf. Tragwert $E_{v2} \geq 45$ MN/m² auf OK Erdplanum), ist aus vorgenannten Gründen für ein witterungsempfindliches Planum nicht realisierbar. Tatsächlich unterliegt die Fahrbahnbefestigung mit dem Planum wechselnden Trag- und Verformungsreaktionen. Das Verhalten ändert sich zwangsläufig im Zuge des jahreszeitlichen Wechsels der Witterung und der saisonalen Frosteinwirkung. Die Forderung kann somit realistischerweise nur für die Zeit der Planumsherstellung bis zur Fertigung der Oberbauschichten gewährleistet werden.

Es kommen zwei Möglichkeiten zur Verbesserung in Betracht:

- Planumsverbesserung durch Bodenaustausch
- Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel wie z.B. Kalk-, Zement- oder Mischbinder, die mit einer geeigneten Fräse in den Boden eingearbeitet werden.

Bodenaustausch:

Um eine dauerhafte Tragfähigkeit des Erdplanums (erf. Ev2 > 45 MN/m² auf dem Erdplanum; nach ZTV E-StB 17) zu erzielen, wird bei der Herstellung der Fläche mittels Bodenaustausch empfohlen, die vorgenannten Böden bis in eine Tiefe von 0,30 m (lokal bis 0,50 m, bei weichen Tonen) unter OK

Erdplanum auszukoffern und durch tragfähigeres, wasserunempfindliches Material (z.B. Grobschlag bis 0/100) zu ersetzen. Die Einbaulagendicke sollte jedoch mindestens dem 3-fachen Größtkorndurchmesser entsprechen.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Filterstabilität ist zwischen Bodenaustausch und Aushubsohle ein Vlies (Robustheitsklasse GRK 3) anzuordnen.

Bei der Wahl des Bodenverbesserungsmaterials sollte darauf geachtet werden, dass der Anteil an abschlämmbaren Körnern < 0,063 mm max. 15M.-% beträgt.

Das Planum ist unbedingt vor Wasserzutritt zu schützen und mit einem Mindestgefälle von 2,5 % in Sandböden bzw. 4 % in bindigen Böden zu profilieren. Eine Entwässerung der Tiefpunkte des Erdplanums ist für alle Bauzustände zu gewährleisten. Dies kann über eine konventionelle Dränage realisiert werden. Bei Wasserzutritten ist mit einer drastischen Abnahme der Tragfähigkeit zu rechnen.

11 Schlussbemerkung

Durch die festgestellten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse in Abstimmung mit der Planung bestätigt sich eine bewertende Einstufung in die geotechnische Kategorie GK-2.

Zusätzliche geotechnische Untersuchungen zur Erweiterung des Erkundungsumfangs auf die Stufe einer geotechnischen Hauptuntersuchung nach DIN 4020 werden bei Umsetzung der Hinweise zur Flachgründung als nicht zwingend erforderlich angesehen.

In jedem Fall sind die Erd- und Gründungsarbeiten von einem Sachverständigen für Geotechnik zu betreuen.

Die Angaben zum Bemessungsgrundwasserstand sind fachtechnisch zu überprüfen. Langfristige Messdaten zum Baugebiet lagen dem Unterzeichner nicht vor.

Da die ausgeführten Bodenaufschlüsse nur eine exakte Aussage für den eigentlichen Untersuchungspunkt liefern, sind für dazwischen liegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Die Wahrscheinlichkeit einer Aussage über den Aufbau oder bestimmte für die geotechnische Beurteilung maßgebliche Eigenschaften von Boden wächst mit dem Untersuchungsumfang, d.h. mit der Anzahl der Aufschlüsse und nimmt ab mit der Wechselhaftigkeit des Baugrundes. Es bleibt daher immer ein Risiko, dass im Baugrund Abweichungen von dem zu erwartenden zu den tatsächlichen Baugrundverhältnissen vorhanden sind. Dieses Risiko wird als Baugrundrisiko bezeichnet.

Unter Baugrundrisiko versteht man auch die Gefahr, dass bei jeder Bebauung von Baugrund trotz vorhergehender, den Regeln der Technik entsprechender bestmöglicher Untersuchung und Beschreibung der Boden- und Wasserverhältnisse unvorhersehbare Erschwernisse auftreten können.

Alles unerwartet im Baugrund Vorgefundene wird ebenfalls vom Begriff des Baugrundrisikos generell ausgefüllt: so etwa Kellergewölbe, Fundamentreste, Holzpfähle, Findlinge, Bunker, Stollen, Wurzeln, Reste

früherer Kulturen, alte Tanks, Versorgungsleitungen und Kanäle, mit Altlasten verunreinigte oder sonstige kontaminierte Bereiche, Einlagerungen aller Art, Klüfte, nur um einige Beispiele aus der Baupraxis und der Rechtsprechung auszuführen.

Ein restliches Baugrundrisiko kann daher auch bei eingehender geotechnischer Untersuchung nicht völlig ausgeschaltet werden, da kleinräumige Inhomogenitäten des Baugrundes nicht restlos zu erfassen sind.

Die Angaben im Gutachten basieren auf den vor Ort durchgeführten Aufschlüssen. Andere als die im Gutachten beschriebenen Bodenverhältnisse sind den Unterzeichnern sofort mitzuteilen. Gleiches gilt bei einer maßgeblichen Veränderung der dem Gutachten zu Grunde gelegten Planunterlagen.

Die Aussagen des vorliegenden Gutachtens gelten nur in ihrer Gesamtheit. Sollten bei der Durchsicht des Berichtes Fragen auftreten, so stehen die Unterzeichner zur Beantwortung derselben gerne zur Verfügung.

Aufgestellt: Nonnweiler, den 19.07.2022

(ppa. Dipl.-Ing. Tim Joas)
Projektleiter

(Dr.-Ing. Egbert Adam)
Geschäftsführer

A N L A G E N V E R Z E I C H N I S

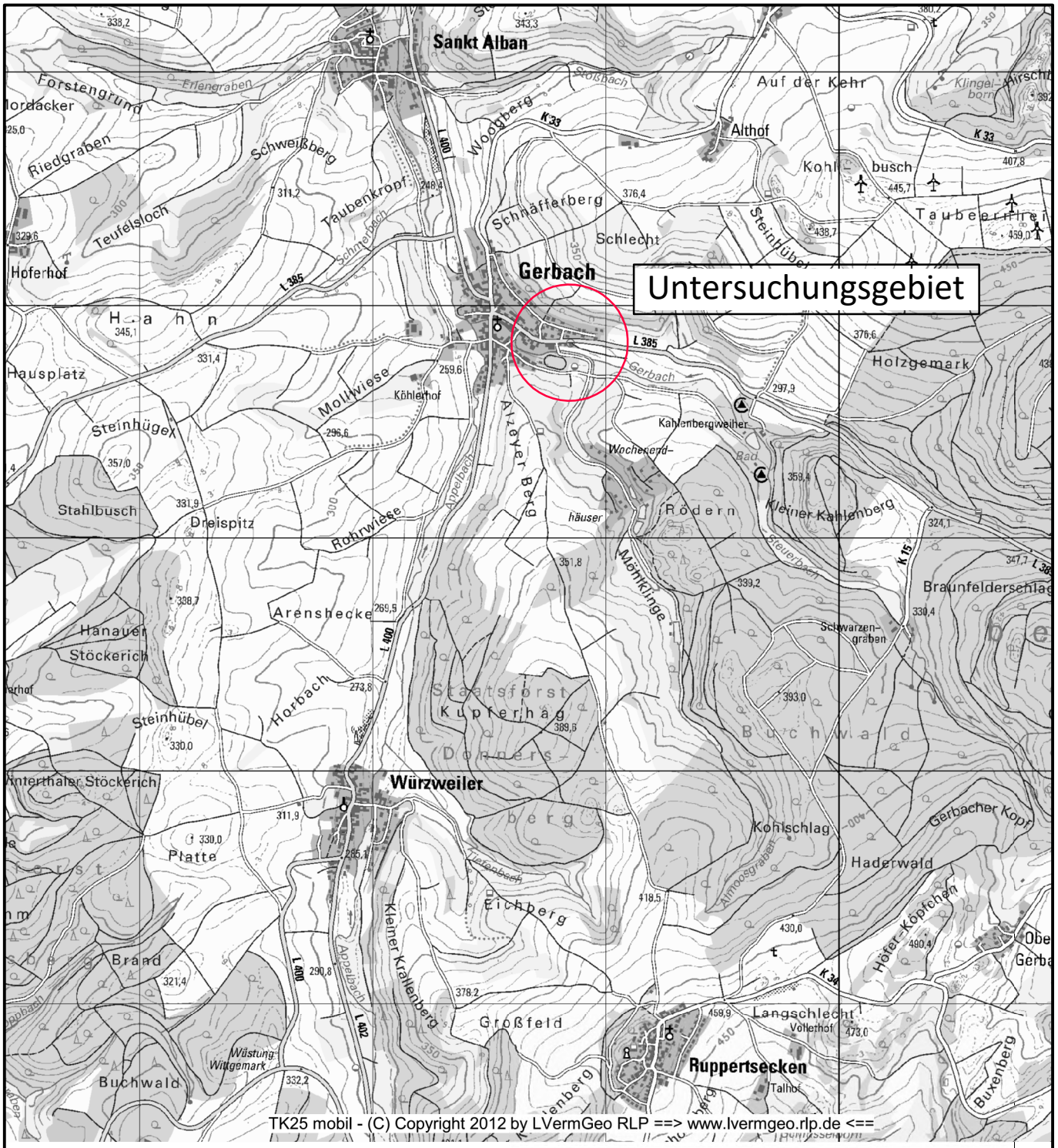
1 Lagepläne

1.1 Übersichtslageplan M = 1 : 25.000

1.2 Lageplan der Aufschlüsse M = 1 : 250

2 Schichtprofile zu den Kleinrammbohrungen sowie Schlagzahlendiagramme der Schweren Rammsondierungen DPH (8 Blätter)

3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (6 Blätter)

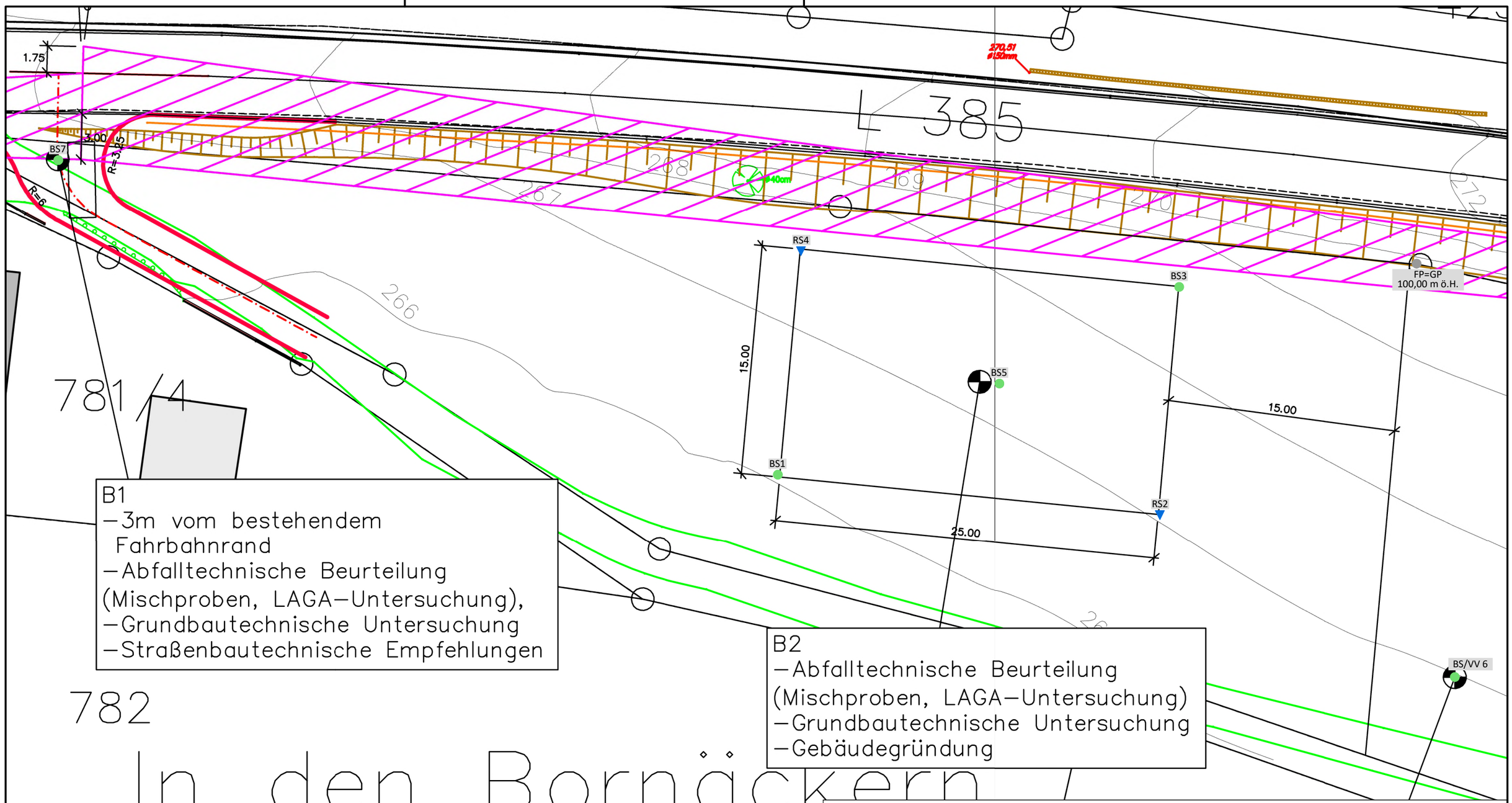


umweltgeotechnik gmbh

Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
E-Mail: mail@umweltgeotechnik.de

Saarstraße 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403

Vorhaben:	Lagerhalle Hener	Anlage Nr.:	1.1
Ort:	Schulstraße 67813 Gerbach	Bericht Nr.:	220261G
			Letzte Änderung:
Auftraggeber:	Hener Kim 67813 Gerbach	bearb.: TJ	07.07.2022
Planinhalt:	Ausschnitt aus TK 25	gez.: aCh	07.07.2022
Maßstab:	1 : 25.000	gepr.:	



B1
- 3m vom bestehendem Fahrbahnrand
- Abfalltechnische Beurteilung (Mischproben, LAGA-Untersuchung),
- Grundbautechnische Untersuchung
- Straßenbautechnische Empfehlungen

B2
- Abfalltechnische Beurteilung (Mischproben, LAGA-Untersuchung)
- Grundbautechnische Untersuchung
- Gebäudegründung

Legende:

- BS = Kleinrammbohrung
- VV = Versickerungsversuch
- RS = Rammsondierung - DPH
- FP = Festpunkt

umweltgeotechnik gmbh

Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
E-Mail: mail@umweltgeotechnik.de

Saarstraße 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403

Vorhaben:	Lagerhalle Hener	Anlage Nr.:	1.2
Ort:	Schulstraße 67813 Gerbach	Bericht Nr.:	220261G
			Letzte Änderung:
Auftraggeber:	Hener Kim 67813 Gerbach	bearb.: TJ	07.07.2022
Planinhalt:	Lageplan der Aufschlüsse	gez.: aCh	07.07.2022
Maßstab:	1 : 250	gepr.:	

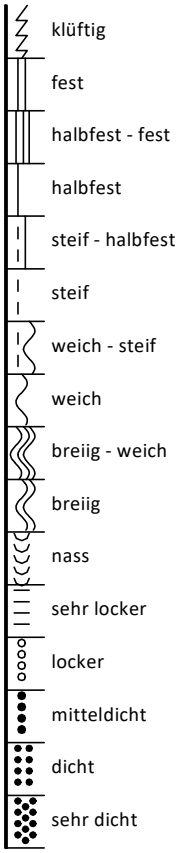
umweltgeotechnik gmbh

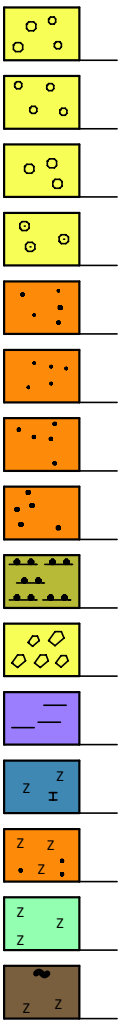
umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

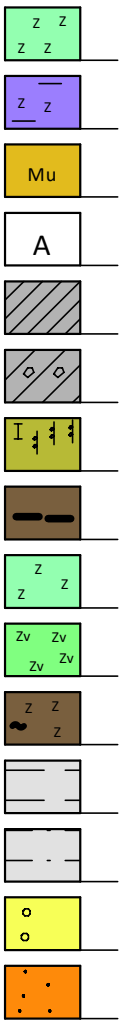
Anlage Nr. 2.0

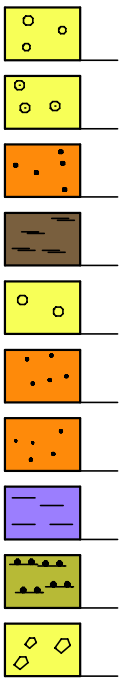
Legendenblatt

Konsistenzen, Hauptbodenarten und Nebenbodenarten

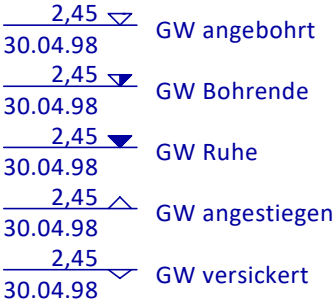








Grundwasser



Angebohrte Grundwasserstände sowie die am Ende der Bohrarbeiten eingemessenen Wasserspiegel stellen lediglich teileingespiegelte GW-Potentiale dar.

KBF: kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich
KSF: kein weiterer Sondierfortschritt mehr möglich
ET: planmäßige Endtiefe erreicht

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.1

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

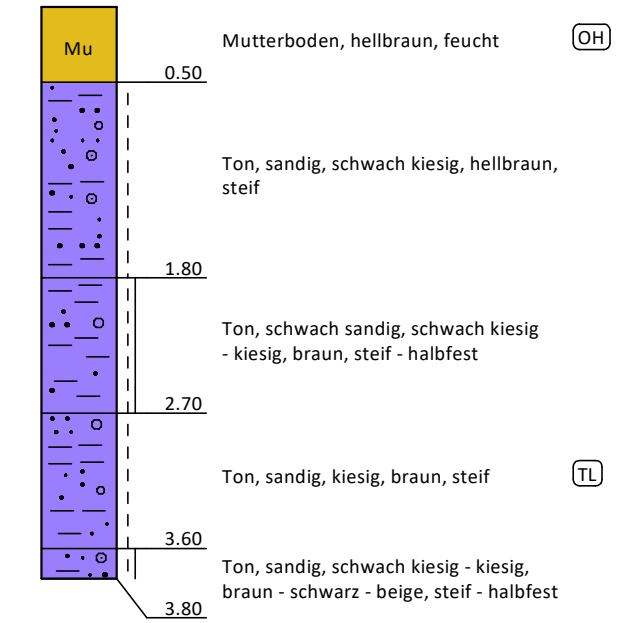
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

BS = Kleinrammbohrung

BS 1

GOK: +100,20 m ö.H.



KBF, Kein Wasser

ETRS89 UTM32 N 418897/ 5502819

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.2

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

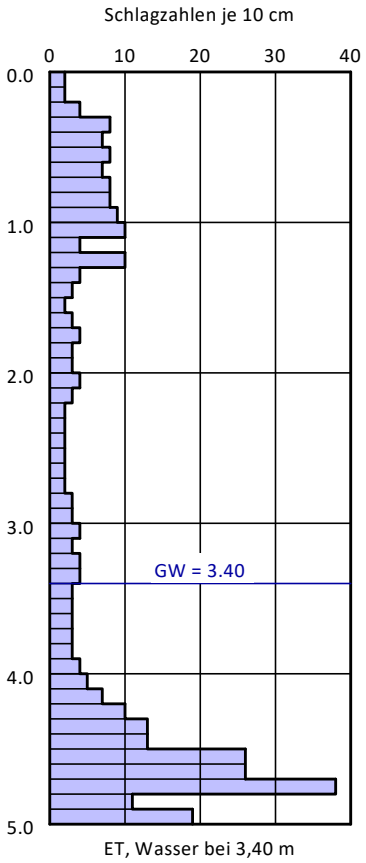
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

RS = Rammsondierung - DPH

RS 2

GOK: +100,44 m ö.H.



Tiefe [m]	N_{10}
0.10	2
0.20	2
0.30	4
0.40	8
0.50	7
0.60	8
0.70	7
0.80	8
0.90	8
1.00	9
1.10	10
1.20	4
1.30	10
1.40	4
1.50	3
1.60	2
1.70	3
1.80	4
1.90	3
2.00	3
2.10	4
2.20	3
2.30	2
2.40	2
2.50	2
2.60	2
2.70	2
2.80	2
2.90	3
3.00	3
3.10	4
3.20	3
3.30	4
3.40	4
3.50	3
3.60	3
3.70	3
3.80	3
3.90	3
4.00	4
4.10	5
4.20	7
4.30	10
4.40	13
4.50	13
4.60	26
4.70	26
4.80	38
4.90	11
5.00	19

ETRS89 UTM32 N 418926/ 5502815

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.3

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

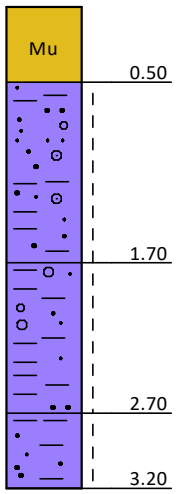
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

BS = Kleinrammbohrung

BS 3

GOK: +103,04 m ö.H.



Mu: Mutterboden, braun, feucht (OH)

0.50 – 1.70: Ton, sandig, kiesig, braun, steif

1.70 – 2.70: Ton, kiesig, schwach sandig, braun, steif

2.70 – 3.20: Ton, schwach sandig, hellbraun, steif

KBF, Kein Wasser

ETRS89 UTM32 N 418926/ 5502832

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.4

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

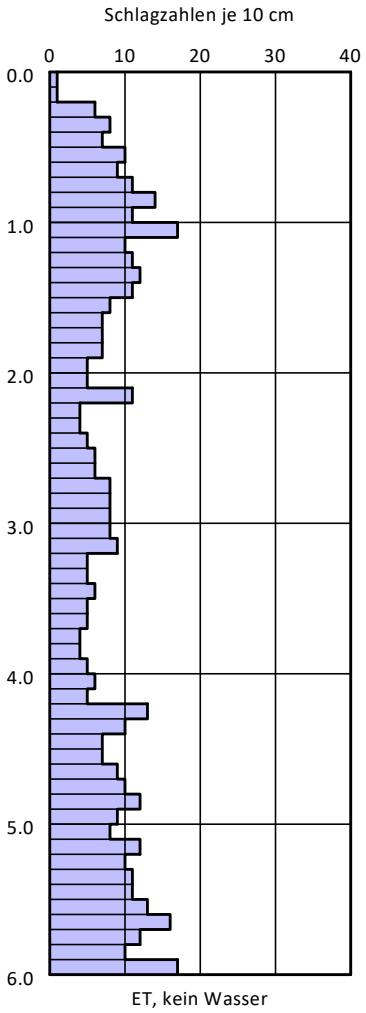
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

RS = Rammsondierung - DPH

RS 4

GOK: +101,78 m ö.H.



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	1	5.10	8
0.20	1	5.20	12
0.30	6	5.30	10
0.40	8	5.40	11
0.50	7	5.50	11
0.60	10	5.60	13
0.70	9	5.70	16
0.80	11	5.80	12
0.90	14	5.90	10
1.00	11	6.00	17
1.10	17		
1.20	10		
1.30	11		
1.40	12		
1.50	11		
1.60	8		
1.70	7		
1.80	7		
1.90	7		
2.00	5		
2.10	5		
2.20	11		
2.30	4		
2.40	4		
2.50	5		
2.60	6		
2.70	6		
2.80	8		
2.90	8		
3.00	8		
3.10	8		
3.20	9		
3.30	5		
3.40	5		
3.50	6		
3.60	5		
3.70	5		
3.80	4		
3.90	4		
4.00	5		
4.10	6		
4.20	5		
4.30	13		
4.40	10		
4.50	7		
4.60	7		
4.70	9		
4.80	10		
4.90	12		
5.00	9		

ETRS89 UTM32 N 418899/ 5502834

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.5

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

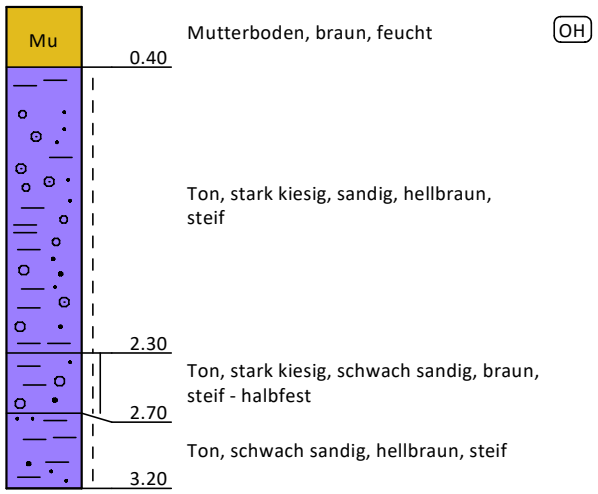
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

BS = Kleinrammbohrung

BS 5

GOK: +101,27 m ö.H.



KBF, Kein Wasser

ETRS89 UTM32 N 418912/ 5502825

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.6

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

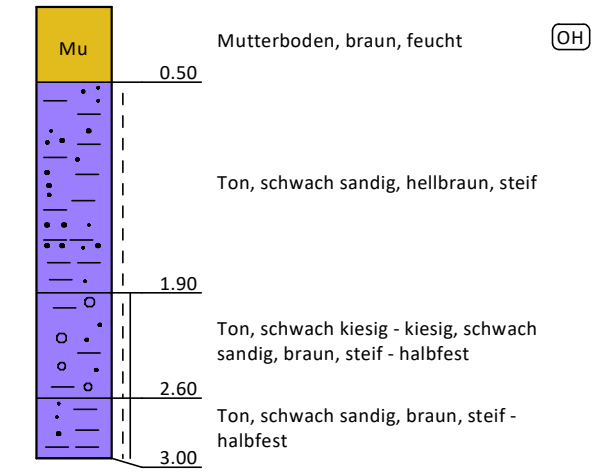
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

BS = Kleinrammbohrung

BS 6

GOK: +101,26 m ö.H.



ET, Kein Wasser

ETRS89 UTM32 N 418930/ 5502811

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik gmbH (UGG)
Ringwallstr. 28
66620 Nonnweiler
Tel.: (+49)6873 / 95908-50
Fax: (+49)6873 / 95908-99
Saarstr. 16a
54455 Serrig
Tel.: (+49)6581 / 996630
Fax: (+49)6581 / 9959403
mail@umweltgeotechnik.de

Bericht Nr. 220261G

Anlage Nr. 2.7

Lagerhalle Hener

Schulstraße, 67813 Gerbach

Auftraggeber: Hener Kim, 67813 Gerbach

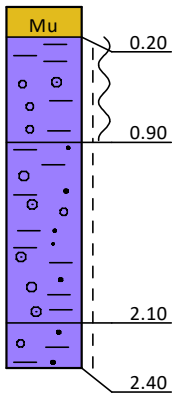
Bodenprofil

Maßstab d. H. 1: 50

BS = Kleinrammbohrung

BS 7

GOK: +102,52 m ö.H.



Mutterboden

Ton, schwach kiesig - kiesig, hellbraun, weich - steif

Ton, schwach kiesig - kiesig, schwach sandig, braun, steif

Ton, stark kiesig, sandig, braun - grau, steif

KBF, Kein Wasser

ETRS89 UTM32 N 418849/ 5502840

Aufschlussdatum: 28.06.2022

umweltgeotechnik (UGG)
Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
06873 - 95908 - 50

Bericht: 220261G

Anlage: 3.1

Wassergehalt nach DIN 18 121

Lagerhalle Hener in Gerbach

Bearbeiter: Welter

Datum: 13.07.2022

Entnahmestelle: BS 1, 3, 5, 6, 7

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 28.06.2022

Probenbezeichnung:	BS 1 0,50 - 1,80 m	BS 1 2,70 - 3,60 m	BS 3 0,50 - 2,70 m	BS 5 0,40 - 2,30 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	234.90	273.79	294.16	300.76
Trockene Probe + Behälter [g]:	227.81	252.63	281.19	288.29
Behälter [g]:	160.89	133.74	141.23	143.72
Porenwasser [g]:	7.09	21.16	12.97	12.47
Trockene Probe [g]:	66.92	118.89	139.96	144.57
Wassergehalt [%]	10.59	17.80	9.27	8.63

Probenbezeichnung:	BS 6 0,50 - 1,90 m	BS 7 2,10 - 2,40 m		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	373.06	283.56		
Trockene Probe + Behälter [g]:	353.25	268.40		
Behälter [g]:	145.46	141.45		
Porenwasser [g]:	19.81	15.16		
Trockene Probe [g]:	207.79	126.95		
Wassergehalt [%]	9.53	11.94		

Probenbezeichnung:				
Feuchte Probe + Behälter [g]:				
Trockene Probe + Behälter [g]:				
Behälter [g]:				
Porenwasser [g]:				
Trockene Probe [g]:				
Wassergehalt [%]				

umweltgeotechnik gmbh (UGG)
Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: 06873 / 95908-50

Bearbeiter: Welter

Datum: 13.07.2022

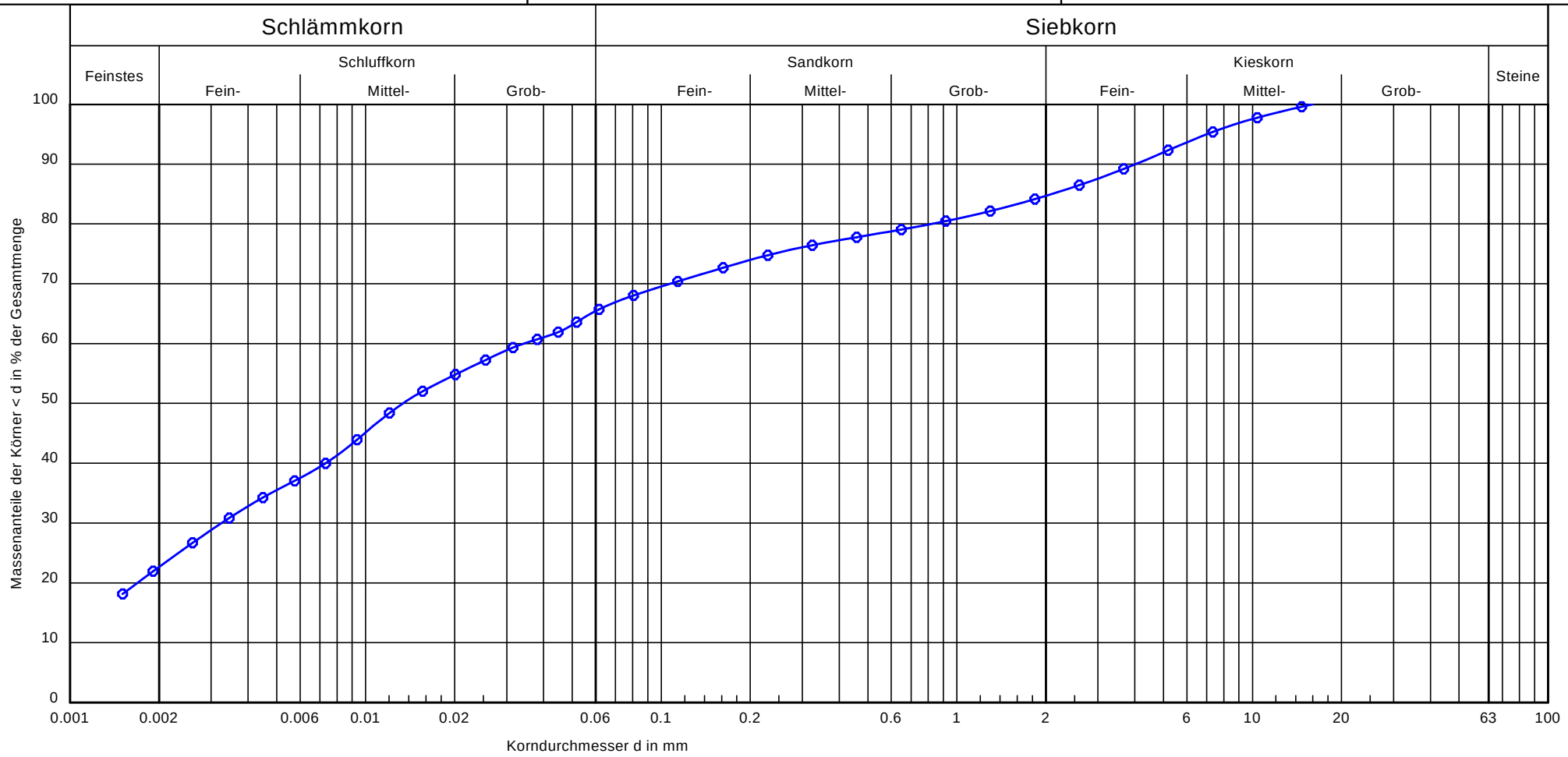
Körnungslinie

Lagerhalle Hener in Gerbach

Probe entnommen am: 28.06.2022

Art der Entnahme: gestört

Wassergehalt [%]: 10,59



Bezeichnung:	KV 1
Bodenart:	T,s,g´
Tiefe:	0,50 m - 1,80 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	BS 1
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht: 220261G
Anlage: 3.2

umweltgeotechnik gmbh (UGG)
Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: 06873 / 95908-50

Bearbeiter: Welter

Datum: 13.07.2022

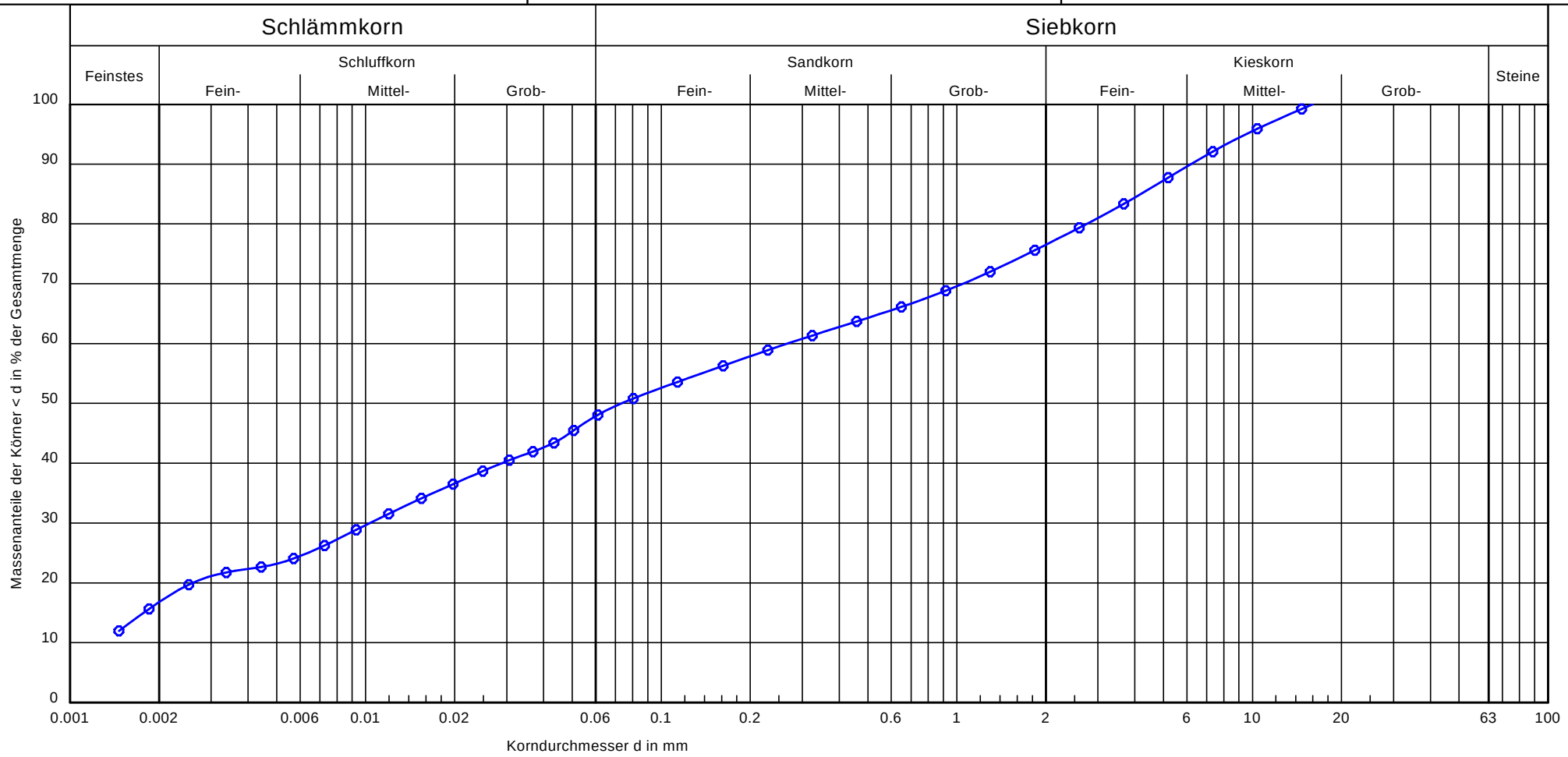
Körnungslinie

Lagerhalle Hener in Gerbach

Probe entnommen am: 28.06.2022

Art der Entnahme: gestört

Wassergehalt [%]: 9,27



Bezeichnung:	KV 2
Bodenart:	T,s,g
Tiefe:	0,50 m - 2,70 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	BS 3
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht: 220261G
Anlage: 3.3

umweltgeotechnik gmbh (UGG)
Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: 06873 / 95908-50

Bearbeiter: Welter

Datum: 13.07.2022

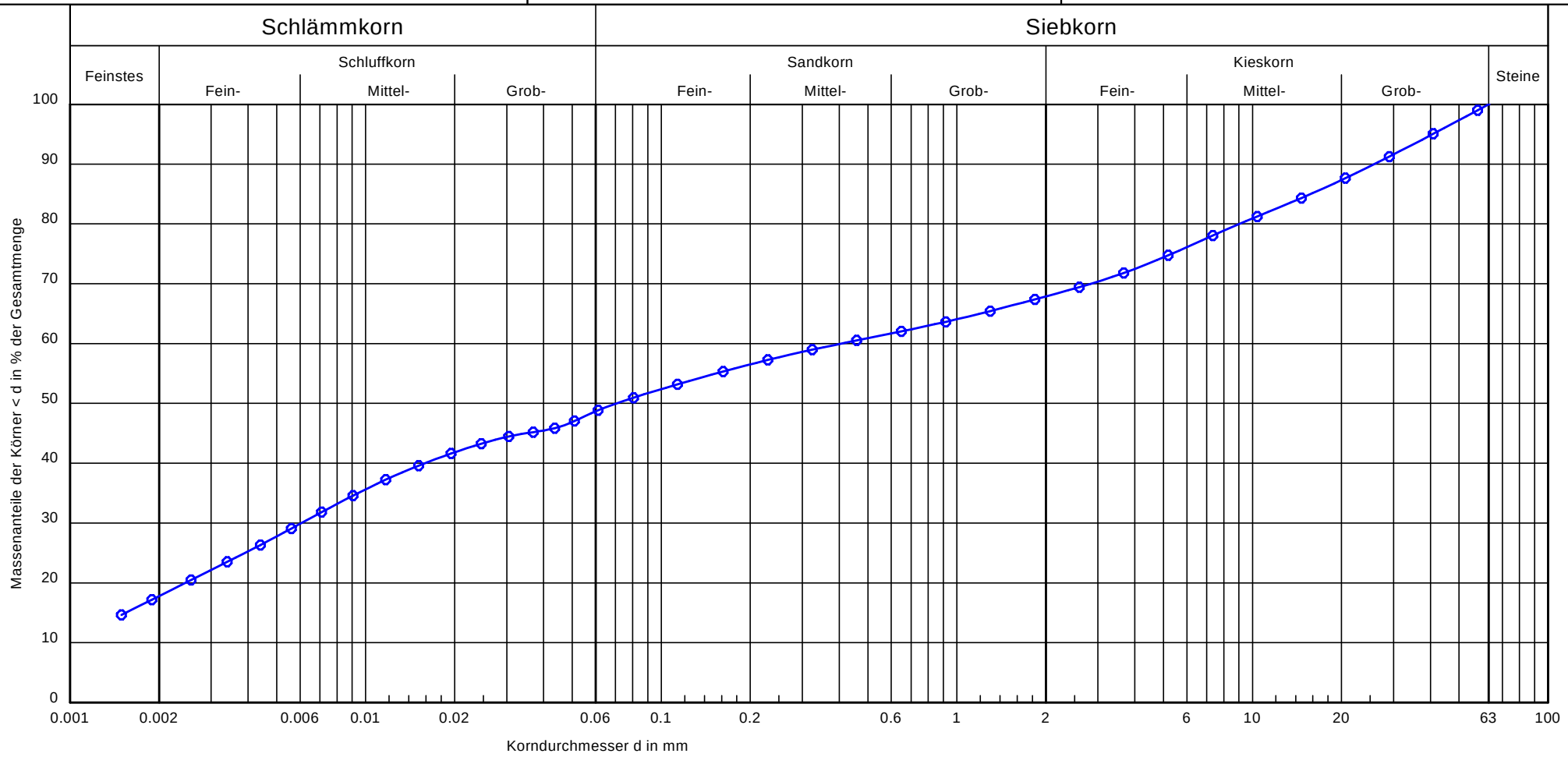
Körnungslinie

Lagerhalle Hener in Gerbach

Probe entnommen am: 28.06.2022

Art der Entnahme: gestört

Wassergehalt [%]: 8,63



Bezeichnung:	KV 3
Bodenart:	T,g*,s
Tiefe:	0,40 m - 2,30 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	BS 5
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht: 220261G
Anlage: 3.4

umweltgeotechnik gmbh (UGG)
Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: 06873 / 95908-50

Bearbeiter: Welter

Datum: 13.07.2022

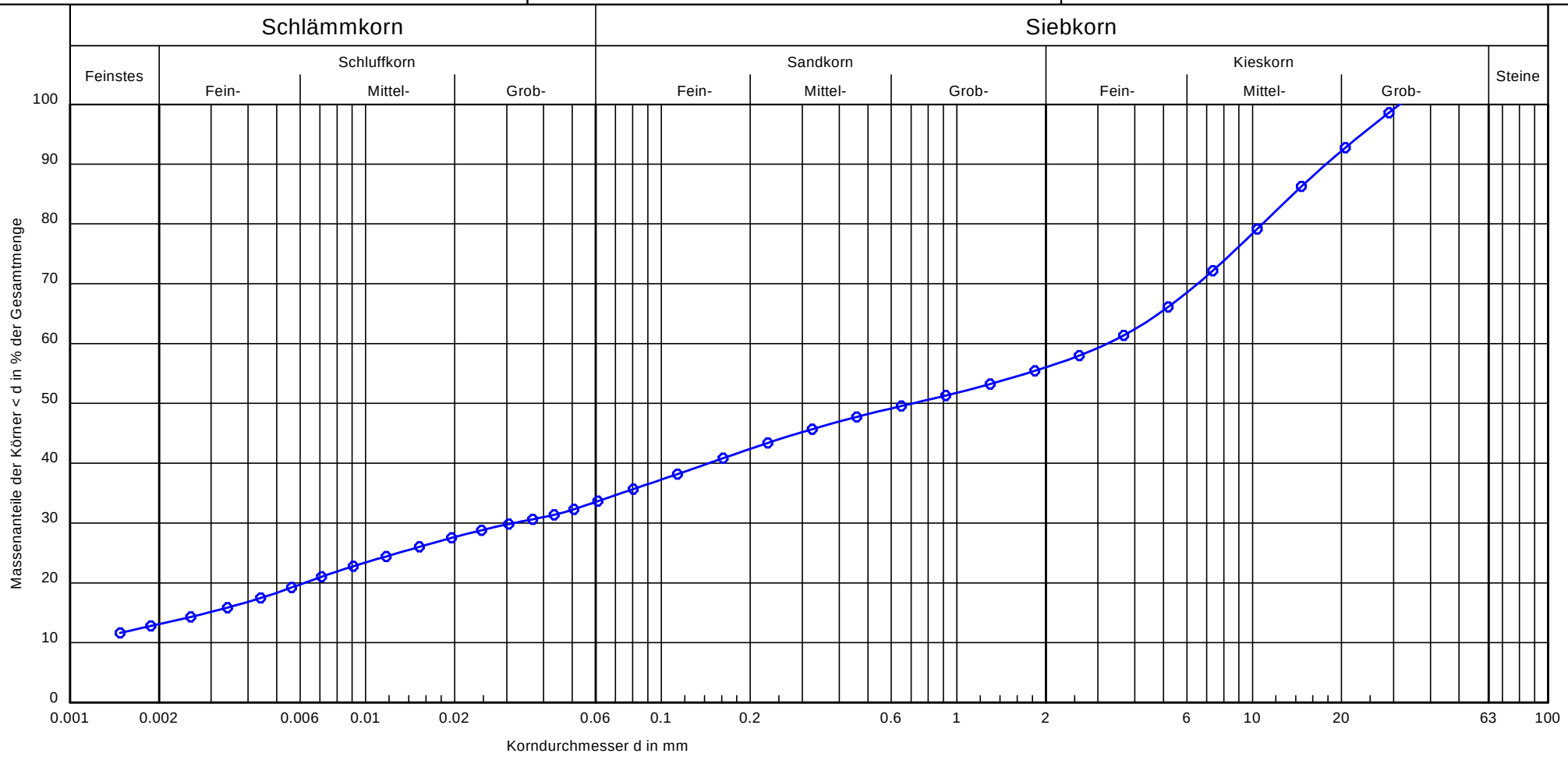
Körnungslinie

Lagerhalle Hener in Gerbach

Probe entnommen am: 28.06.2022

Art der Entnahme: gestört

Wassergehalt [%]: 11,94



Bezeichnung:	KV 4
Bodenart:	T,g*,s
Tiefe:	2,10 m - 2,40 m
k [m/s] (Hazen):	-
Entnahmestelle:	BS 7
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht: 220261G
Anlage: 3.5

umweltgeotechnik gmbh (UGG)
Ringwallstraße 28
66620 Nonnweiler-Otzenhausen
Tel.: 06873 / 95908-50

Bericht: 220261G

Anlage: 3.6

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Lagerhalle Hener in Gerbach

Bearbeiter: Welter

Datum: 16.07.2022

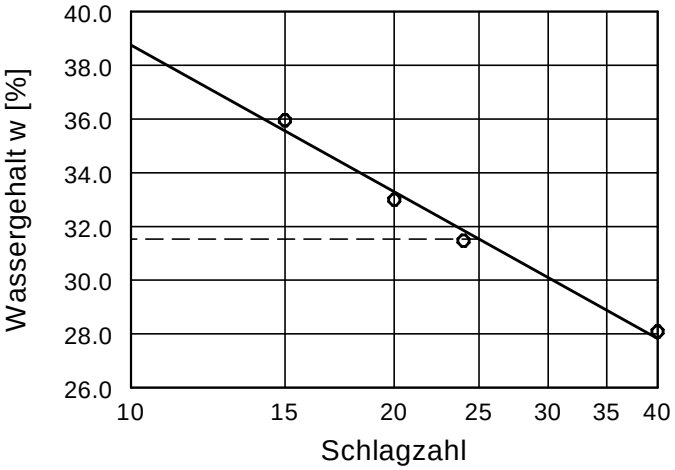
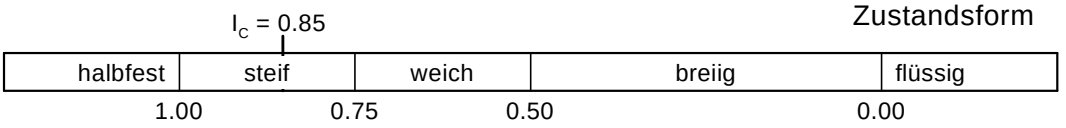
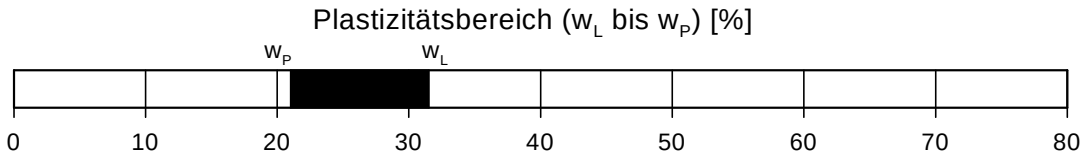
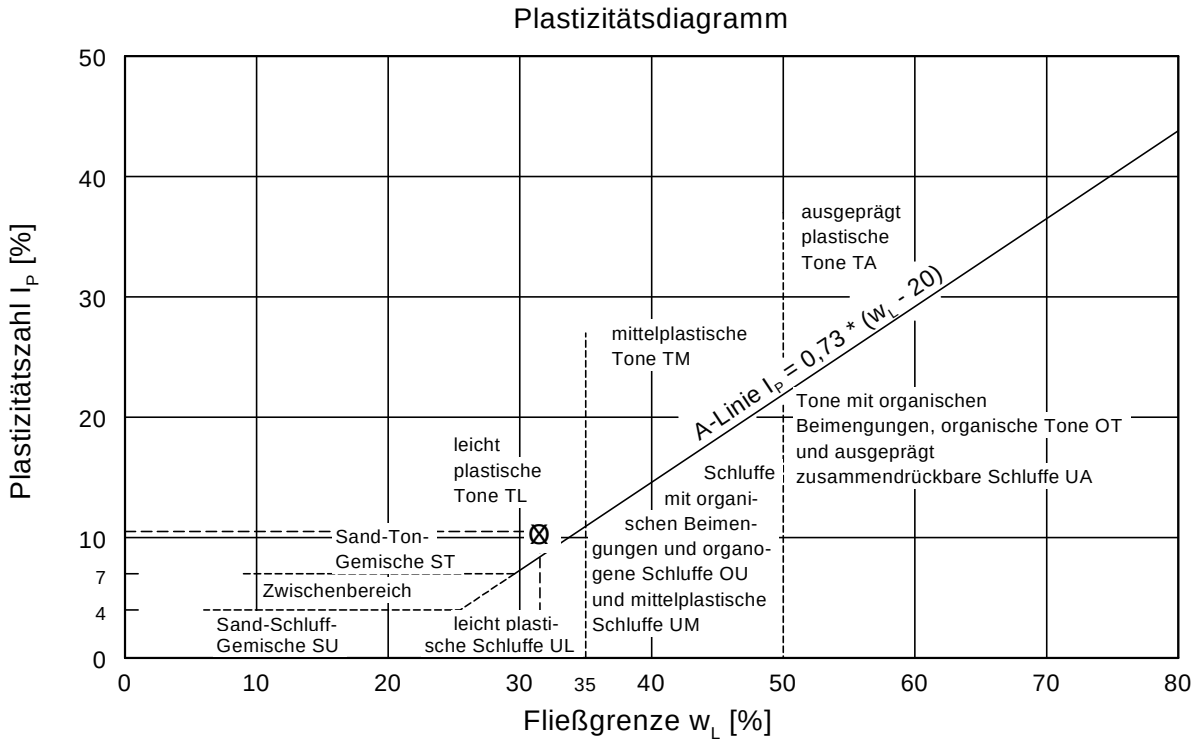
Entnahmestelle: BS 1

Tiefe: 2,70 m - 3,60 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T,s,g

Probe entnommen am: 28.06.2022



Wassergehalt w =	17.8 %
Fließgrenze w_L =	31.5 %
Ausrollgrenze w_P =	21.0 %
Plastizitätszahl I_P =	10.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.85
Anteil Überkorn ü =	21.6 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.5 %
Korr. Wassergehalt =	22.6 %