

ICP – Johannes-Kepler-Straße 7 –54634 Bitburg

D + L Lehnertz GmbH
Hauptstraße 19

54597 Habscheid



Geschäftsführer
Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB 2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: SB21183
Projekt: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Pascal Begon (B.Eng., B.Sc. UGW) /ns
Datum: 21.10.2021
Verteiler: vorab per E-Mail an: eiermann@ei-fel.de
Kopie per E-Mail an: norbert.ludes@plan-lenz.de

ICP, Büro Eifel
Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
E-Mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Zentrale
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
E-Mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Südpfalz
Lindelbrunnstraße 6
76887 Bad Bergzabern
Telefon 06343-9539022
E-Mail info@suew-geologen.de

www.icp-geologen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Leistungsumfang	4
2	Baugrundbeschreibung.....	7
2.1	Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen	7
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse	10
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung	11
4	Gebäudegründung.....	13
4.1	Allgemeines	13
4.2	Gründung mittels tragender Stahlbetonbodenplatte und Gründungspolster	14
4.3	Gründungen mittels Streifen- und Einzelfundamenten	17
4.4	Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung.....	19
5	Erdbautechnische Hinweise	20
5.1	Erdarbeiten, Baugruben- und Grabenaushub, Wasserhaltung.....	20
5.2	Wiederverwendung von Aushubböden	22
6.2	Verbau.....	23
6	Gebäudeabdichtung	24
7	Versickerungseignung der anstehenden Böden	25
7.1	Allgemeines	25
7.2	Ermittlung des k_f -Wertes im Feld	25
7.3	Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 ...	27
7.4	Interpretation der Ergebnisse	28
8	Schlussbemerkung	29

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023 und
Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Korngrößenverteilung nach DIN 18123
4. Versickerungsversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test)
5. Gründung mittels Streifen- und Punktfundamenten (Halle):
Setzungsberechnungen nach DIN 4019
6. Lageplan (schematisch)

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
E-Mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
E-Mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Südpfalz

Lindelbrunnstraße 6
76887 Bad Bergzabern
Telefon 06343-9539022
E-Mail info@suew-geologen.de

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Johannes-Kepler-Straße 7, 54634 Bitburg wurde von Herrn Lehnertz mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts mit einem Gründungsvorschlag für das obige Bauvorhaben beauftragt.

Für die Ausarbeitung des Berichts wurden folgende Unterlagen, welche auftraggeberseitig zur Verfügung gestellt wurden, verwendet:

- [1] Lageplan – Bebauungsplan „Sondergebiet Geflügelhof“ im Bereich „Auf Prümscheid“ in Habscheid, Planzeichnung Vorentwurf; planLENZ, 54616 Winterspelt (01.09.2021)

Der geplante Neubau einer Sortier- und Packstation sowie eines Büro- / Kühlhaus- / Verladebereichs kommt auf einem Grundstück in Habscheid auf dem Gelände des Geflügelhofs Lehnertz, zu liegen. Die Durchlässigkeitsbestimmung des Bodens im Bereich einer geplanten Niederschlagswasserrückhaltung ist ebenfalls Bestandteil dieses Berichts. Die Anzahl der Untersuchungspunkte war durch den Planer vorgegeben, die Lage wurde vor Ort mit dem AG festgelegt.



Fotos 1 und 2: Situation Baufeld am 14.09.2021



Fotos 3 und 4: Versickerungs- / Rückhaltebereich

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 14.09.2021 im Baufeld **-4-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 4 nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Die Bohrungen RB 1 und RB 2 im Bereich der geplanten Gebäude wurden bis in Tiefen von 1,5 m und 2,6 m unter Ansatzpunkt (uAP) niedergebracht (Bohrstillstand). RB 3 und RB 4 erfolgten in der ausgewiesenen Niederschlagswasserrückhaltungsfläche und wurden in Tiefen von 1,3 m (Bohrabbruch zwecks Versickerungsversuch) und 1,9 m uAP beendet (Bohrstillstand).

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden sowie zur Erkundung der Tiefenlage der nicht mehr rambaren Übergangszone zum Festgestein insgesamt **-2-** schwere Rammsondierungen DPH 1 und DPH 2 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen endeten in Tiefen zwischen 3,7 m uAP und 4,0 m uAP, da kaum weiterer Sondierfortschritt ($n_{10} > 50$) zu verzeichnen war.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen nach DIN 4022 und DIN 4023 sowie in Messwertdiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlagen 1 und 2).

An **-2-** charakteristischen Bodenproben wurde die Körnungslinie durch kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123 bestimmt (Anlage 3).

Zudem wurde vor Ort **-1-** Versickerungsversuch SV 1 im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) durchgeführt. Das Versuchsprotokoll ist als Anlage 4 beigelegt.

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe durch Herrn Knauf, ICP, mittels GNSS-Vermessung eingemessen. Alle Aufschlusspunkte sind im Lageplan (Anlage 6) dargestellt. Als Bezugspunkt wurde vom AG die Höhe „00“ vorgegeben und eingemessen, welche ca. 1 m über der späteren Höhe $\pm 0,00$ des geplanten Gebäudes liegt (Foto 1).

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente nach DIN 1054:2010-12 ermittelt. Weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 gebildet.

Die Ansatzhöhen und Endteufen unter Geländeoberkante (uGOK) der niedergebrachten Aufschlüsse gehen aus nachfolgender Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Koordinaten und Endteufen der durchgeführten Baugrundaufschlüsse

UTM – Koordinaten (WGS 84) und Endteufen					
Beobachter: Knauf					
Bereich	Punkt	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü NN [m]	Endteufe [m uAP]
Gebäude	DPH1 / RB1	305840,427	5562397,208	486,80	3,7 / 2,6
	DPH2 / RB2	305825,232	5562483,128	485,42	4,0 / 1,5
Versickerung	RB3 / SV1	306038,260	5562280,473	463,30	1,3
	RB4	306035,319	5562292,841	463,00	1,9
Bezugspunkt	„00“	305794,868	5562440,250	487,22	--

Hinweis:

Die durchgeführten Untersuchungen sind lediglich orientierend zu verstehen und ersetzen keine detaillierte Baugrunderkundung. Die geplanten Gebäudekomplexe sind zu groß und weitläufig, als dass der Baugrund allein mit -2- Ansatzpunkten wie gewünscht auskömmlich eingeschätzt werden kann. Alle Angaben beziehen sich auf die durchgeführten Untersuchungspunkte. Abweichungen in nicht untersuchten Bereichen sind somit anzunehmen und bei weiteren Planungen einzukalkulieren.

Der geotechnische Bericht fasst die Ergebnisse der voran genannten Untersuchungen zusammen und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung. Die Angaben in diesem Bericht beziehen sich nur auf das unmittelbare Baufeld und können nicht auf benachbarte Grundstücke übertragen werden.

2 Baugrundbeschreibung

2.1 Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz, CC 6302 Trier, M. 1 : 200.000 (herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland; 1987) liegt das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich der devonischen Klerf-Schichten (KL). Diese setzen sich mehrheitlich aus oft glimmerreichem, häufig rot gefärbtem quarzitischem Sandstein, Siltstein und Tonschiefer zusammen.

Im oberen Abschnitt der Festgesteinsoberfläche entstand durch physikalisch-chemische Entfestigung eine Felsübergangszone mit graduell entfestigtem Gesteinsverband.

Das Festgestein wird flächig von seinen chemisch-physikalischen Verwitterungsprodukten überlagert, welche, basierend auf den Aufschlussergebnissen entsprechend der Kornzusammensetzung des Ausgangsgesteins, im Untersuchungsgebiet am Top als sandig, tonige und kiesige Schluffe, bzw. schluffig, tonige und sandige Kiese mit zur Tiefe hin steigendem Anteil an sandig schluffig verwittertem Festgesteinsbruch zu charakterisieren sind. Unter Berücksichtigung der geschilderten regionalgeologischen Situation sowie auf Grundlage der Aufschlussergebnisse lassen sich die angetroffenen Baugrundverhältnisse in nachfolgende Schichtglieder (SG) unterteilen.

In Teilbereichen des geplanten Gebäudekomplexes wurden in der Vergangenheit Aushubböden aus anderen Maßnahmen aufgebracht, welche sich jedoch nicht grundsätzlich von den insgesamt anstehenden Böden unterscheiden und deshalb nicht gesondert betrachtet werden.

Der **Oberboden** (SG 0) ist durchwurzelt und wurde in einer Mächtigkeit von bis zu ca. 0,2 m aufgeschlossen, wobei die Dicke der Oberbodenschicht im Baufeld variieren kann.

Unterhalb des Oberbodens wurden bis zu einer Tiefe von 1,5 m uAP bei RB 2 steinige, kiesige, sandige und tonige Schluffe von leichter Plastizität und halbfester Konsistenz aufgeschlossen. Bis 2,3 m uAP wurden bei RB 1 überwiegend sandige, tonige und ± schluffige Kiese (vermutlich Aushub von anderer Stelle) in dichter Lagerung aufgeschlossen. Unterhalb stehen wiederum bis zur Endteufe von 2,6 m die bei RB 2 angetroffenen leicht plastischen Lehme in halbfester Konsistenz an. Da die Verbreitung der aufgebrachten Auffüllungen (Verwitterungskiese), welche insgesamt bessere bodenmechanische Eigenschaften aufweisen als die anstehenden Verwitterungslehme, nicht bekannt ist, wird auf der sicheren Seite eine flächige Verbreitung von Verwitterungslehmen als maßgebender Baugrund betrachtet, welcher dem Schichtglied SG I – **bindige Böden** zugeordnet werden. Zur Tiefe hin steigt erfahrungsgemäß der Anteil an verwittertem Festgesteinsbruch.

Im Bereich der angedachten Versickerungsanlagen (RB 3 und RB 4) ist gleichartiger Untergrund vorhanden. Am Top stehen eher leicht plastische bindige Verwitterungslehme mit einem hohen Anteil an zersetztem Ausgangsgestein in Kies Kornfraktion an.

Die **Übergangszone zum Festgestein bzw. das Festgestein** (SG II) im Liegenden wurde mit den durchgeführten Kleinrammbohrungen verfahrensbedingt nicht aufgeschlossen.

Basierend auf den Sondierstillständen der schweren Rammsondierungen DPH 1 und DPH 2 ist die nicht mehr rambbare Übergangszone zum Festgestein in Tiefen zwischen > ca. 3,5 m und 4,0 m uAP (483,0 m bis 481,3 m üNN) zu erwarten.

Die charakteristischen Kenngrößen für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Bindige Böden	SG II Übergangszone / Festgestein⁺⁾
Bodengruppe (DIN 18196)	TL, GU*	--
Bodenklasse (DIN 18300:2012-09)	4, 2 ⁺⁺	6, 7
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	F3	--
Homogenbereiche ²⁾ (DIN 18300:2019-09)	B1	X1, X2
Lagerungsdichte	--	--
Konsistenz	steif bis halbfest	--
Plastizität	leicht	--
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³]		
cal γ	20,5 - 21,0	22,0 – 24,0
cal γ'	10,5 - 11,0	12,0 – 14,0
Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055)	27,5	27,5 – 37,5 Kluftreibungswinkel
undrÄnierte Scherfestigkeit cal c_u [kN/m ²] (DIN 1055)	15 - 40	--
Kohäsion cal c' [kN/m ²] (DIN 1055)	2 - 5	--
Steifemodul cal E_s [MN/m ²]	8 - 30	> 100
Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] (DIN 1054:2010-12)	TL: 200 ¹⁾	> 500
Massenanteil (M.-%) (Schätzwerte)		
Steine	0 - 30	--
Blöcke	0 - 30	--
große Blöcke	--	--
LAGA und DepV	Nicht durchgeführt	Nicht durchgeführt

⁺⁾ Auf Grundlage der regionalgeologischen Situation angenommene Werte

⁺⁺⁾ Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Wasserentzug lässt sie rasch austrocknen und schrumpfen, Wasserzufuhr und dynamische Belastung lässt sie in die Bodenklasse 2 übergehen.

¹⁾ Dieser Wert gilt nur für **Streifenfundamente** mit b bzw. $b' = 0,5$ bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe

von **1,0 m** bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.7. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).
 Die Anwendung der in DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.7 genannten Werte kann bei mittig belasteten Fundamenten je nach Fundamentbreite zu **Setzungen in der Größenordnung $s \approx 2$ bis 4 cm** führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

- 2) Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte entsprechend nur nach ihrem Zustand vor dem Lösen. Die für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 nach DIN 4020 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
O	Oberboden
B1	Verwitterungslehme - Bindige Böden der Bodengruppe TL, GU* <i>weiche bis halbfeste</i> Konsistenz leicht plastisch Steinanteil 0-30% Bodenklasse 4
B2	Verwitterungskiese - Böden der Bodengruppe GU*, GW (umgelagert / aufgefüllt) <i>weiche bis halbfeste</i> Konsistenz lockere bis sehr dichte Lagerung Steinanteil 0-30% Bodenklasse 3
X1*	Fels mit sehr kleinen bis mittleren (\cong Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) Abmessungen der Gesteinskörper, vollständig bis mäßig verwittert Bodenklasse 6
X2*	Fels mit mittleren (\cong Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) bis sehr großen Abmessungen der Gesteinskörper, schwach verwittert bis frisch Bodenklasse 7

*Nicht aufgeschlossen

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (14.09.2021) bei den durchgeführten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen. Gleichwohl ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung stauwasser Horizonte nicht generell auszuschließen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst) gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.

In diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Stauwasserhorizonte auf Schichtlagen oberhalb eines geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Bau Feld nicht generell auszuschließen ist.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Habscheid (PLZ: 54597) in Rheinland-Pfalz gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse R gemäß DIN EN 1998-1/ NA:2011-01.

Der im Untersuchungsgebiet aufgeschlossene Untergrund setzt sich im Wesentlichen aus tonigen, kiesigen Schluffen, kurz Verwitterungslehmen, des Schichtgliedes SG I zusammen, die der Bodengruppe TL und GU* nach DIN 18196 und der Bodenklasse 4 zuzuordnen sind. Je nach Wassergehalt können diese Böden in trockenem Zustand eine feste Konsistenz annehmen und sind dann der Bodenklasse 6 zugehörig. Mit zunehmender Tiefe sind die Lehme mit Felszersatzbruchstücken des Ausgangsgesteins in Stein- und Blockgröße versetzt.

Die aufgeschlossenen bindigen Böden besitzen gemäß Bodenansprache eine steife bis halbfeste, bereichsweise auch feste, Konsistenz. **Ab durchgehend mindestens steifer Konsistenz stellen bindige Böden allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar.** Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen kaum belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen.

Die anstehenden Böden sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., sie weichen bei Wasserzutritten bzw. Durchfeuchtung (z. B. durch Durchwalkungen während des Baubetriebes) rasch auf und verlieren so ihre in ungestörtem Zustand ab mindestens steifer Konsistenz befriedigenden bodenmechanischen Eigenschaften.

Partiell liegt Erdaushub im Baufeld vor, welcher mehrheitlich aus nichtbindigen Böden in dichter Lagerung, genauer grobkörnigen Böden der Bodengruppe GU bis GU*, besteht. **Ab mindestens mitteldichter Lagerung stellen diese Böden einen gut tragfähigen, unter statischer Belastung im Allgemeinen nur zu geringen Setzungen neigenden, Baugrund dar. Ob die Auffüllungen auch überall gut verdichtet sind und ebenso eine mitteldichte bis dichte Lagerung aufweisen, kann aufgrund einer Bohrung jedoch nicht abgeschätzt werden.**

Im Liegenden folgt die Übergangszone zum Feststein (Schichtglied SG II), die einen gut tragfähigen, kaum zu Setzung neigenden Baugrund darstellt. Eine genaue Differenzierung zwischen Bodenklasse 6 und 7 ist auf Grundlage der beauftragten Aufschlussverfahren nicht möglich.

Als Hilfskriterium zur Beurteilung einer durchgängig ausreichenden Festigkeit des Baugrunds wurde der Sondierwiderstand N_{10} (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei sind bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) und durch Korrelation zwischen Bohrung und schweren Rammsondierungen erfahrungsgemäß folgende Schlagzahlen zu erreichen:

Schwere Rammsonde:

steife Konsistenz:

Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$

Nach Auswertung der Ergebnisse der niedergebrachten Rammsondierungen sowie der Kleinrammbohrungen ist der Baugrund weitestgehend ab ca. 0,5 m unter Geländeoberkante (uGOK) als durchgängig ausreichend tragfähig zu bezeichnen.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass der Untersuchungsumfang im Bereich des geplanten Gebäudekomplexes minimal ist und somit in der Fläche auch gänzlich andere Baugrundverhältnisse auftreten können.

Es sind die Angaben der Kapitel 4 und 5 zu beachten.

4 Gebäudegründung

4.1 Allgemeines

Die Angaben in diesem Bericht, der u. g. Gründungsvorschlag und die erdbautechnischen Hinweise (Böschungswinkel, usw.) beziehen sich nur auf das unmittelbare Baufeld.

Bei der Gründung ist generell auf ein einheitliches (ggf. homogenisiertes) Gründungssubstrat zu achten.

Generell ist zur Gewährleistung der Frostsicherheit bei Einzel- und Streifenfundamenten unter luftberührten Außenwänden eine Mindesteinbindetiefe von 0,8 m vorzusehen. Bei Einzel- und Streifenfundamenten unter nichtluftberührten Außenwänden wird generell eine Einbindetiefe von 0,5 m empfohlen. Bei Gründung mittels tragender Bodenplatte ist die Bodenplatte in den Bereichen, in denen eine Mindesteinbindetiefe von 0,8 m unterschritten wird, mit Frostschrägen zu versehen.

Gebäudegründung

Basierend auf den Aufschlussergebnissen ist eine Gründung mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte auf einem Gründungspolster und mittels Streifenfundamenten möglich.

Je nach Größe der auftretenden Lasten und zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen kann die genaue Dimensionierung eines Gründungspolsters jedoch nur auf Grundlage von Setzungsberechnungen erfolgen. Es können demnach auch größere oder geringere Mächtigkeiten der Gründungspolster erforderlich werden als unten angenommen (s. Kapitel 4.2).

Sollte das tatsächliche Gründungsniveau höher oder tiefer als oben angenommen liegen, sind die erforderlichen Füllbetonhöhen bzw. die Mächtigkeit der Gründungspolster entsprechend anzupassen.

Da nur punktuelle Untergrundaufschlüsse erfolgten, kann die erforderliche Mächtigkeit des Gründungspolsters variieren. Die endgültigen Austauschmächtigkeiten sind vom Gutachter im Rahmen der Aushubarbeiten hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eignung grundsätzlich mittels geeigneter Verfahren nochmals zu prüfen.

Die Gründungssohlen sind intensiv nachzuverdichten.

HINWEIS

Angaben zu Gründungshöhen oder weitergehende Details zur Planung lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor. Es wird daher nur allgemein auf die Bebaubarkeit eingegangen. Nach Vorlage entsprechender Planungsvorgaben werden evtl. zusätzliche Berechnungen oder ergänzende bautechnische Maßnahmen sowie ergänzende Untersuchungen erforderlich.

Annahme

Gemäß Aussagen des AG vor Ort liegt die geplante Höhe $\pm 0,00$ m ca. 1 m unterhalb des eingemessenen Bezugspunktes „00“ und damit auf ca. 486,2 m üNN. Folglich werden im Baufeld teils Geländeauffüllungen und teils Abgrabungen erforderlich.

4.2 Gründung mittels tragender Stahlbetonbodenplatte und Gründungspolster

Bei Gründung mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte empfehlen wir den Einbau eines lastabtragenden Gründungspolsters zur Reduzierung der Absolutbeträge der Setzungen und zur Vergleichmäßigung der Differenzsetzungen. Um Spannungsspitzen zu vermeiden und zur Homogenisierung des Baugrunds, ist es ratsam, auch in Bereichen von ausreichender Tragfähigkeit ein Gründungspolster einzubauen.

Der Oberboden ist flächig abzuschleifen – auf der sicheren Seite mind. die obersten 30 cm.

Im Bereich der DPH 1 / RB 1 ist der Boden ab ca. 0,7 m uGOK und bei und DPH 2 / RB 2 bereits unterhalb des Oberbodens durchgehend ausreichend tragfähig. Der Untergrund sollte zur Gründung eine flächig mind. steife Konsistenz oder mind. mitteldichte Lagerung aufweisen und dann sollte ein Gründungspolster von 30 cm nicht unterschritten werden. Je nach Gründungshöhe sind dazu entsprechend unterschiedliche Polstermächtigkeiten erforderlich. Sollte die Sohle in Teilbereichen eine lediglich weiche oder weich-steife Konsistenz aufweisen, ist ein Bodenaustausch erforderlich. Weitere Angaben sind erst nach ergänzenden Untersuchungen im Zusammenhang mit entsprechender Planung möglich. Ein in der Höhe variables Polster ist immer abgetrept herzustellen.

Bei Unsicherheiten bzw. zur genauen Abschätzung raten wir neben ergänzenden Untersuchungen auch eine Sohlabnahme durchführen zu lassen.

Falls im Zuge der Erdarbeiten auf Höhe der Gründungssohle Böden von breiig-weicher Konsistenz oder lediglich lockerer Lagerung aufgeschlossen werden, sind diese gegen geeignetes Material auszutauschen.

Bei Wahl einer Gründung mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte und o. g. Gründungspolster können für die statische Vorbemessung basierend auf Erfahrungswerten bei vergleichbaren Bauvorhaben bei ähnlicher Baugrundsichtung unter der Platte **ansetzbare Bettungsmoduln von etwa 4 – 8 MN/m³ und in den Randbereichen von etwa 15 – 20 MN/m³ abgeschätzt** werden, die jedoch abhängig von den Belastungen der Platte und den zu erwartenden Setzungen sind.

Bei genauer Berechnung ergeben sich die ansetzbaren Bettungsmoduln aus der rechnerischen Sohlspannungsverteilung nach der Beziehung $k_s = \sigma/s$.

Es ist zu beachten, dass das Bettungsmodul k_s (die rechnerische Sohlspannungsverteilung nach der Beziehung $k_s = \sigma/s$), bzw. genauer die „Bettungsmodul-Verteilung“, von der Geometrie oder Last des Systems abhängig ist und es sich nicht um eine Bodenkonstante handelt! Zur genauen, projektspezifischen Bestimmung von k_s sind detaillierte Setzungsberechnungen unter Ansatz der sich ergebenden Lastverteilung zu beauftragen.

Wir weisen an dieser Stelle darauf hin, dass der Gutachter zur Abnahme der Gründungssohlen (förmliche Sohlabnahme) zu bestellen ist, um die angenommenen Bodenparameter zu überprüfen und, falls nötig, etwaige Zusatz- oder Sondermaßnahmen (wie z.B. ein Mehr an benötigtem Bodenaustausch) anordnen zu können.

Hinweis

Die in der Literatur angegebenen Tabellenwerte der Bettungszahl (z. B. Schneider, Bautabellen für Ingenieure, 20. Auflage) basieren auf einer Bestimmung der Bettungszahl im Verkehrswegebau mit Plattendruckversuch (762 mm Plattendurchmesser) und sind i. d. R. für die Bemessung von Fundamentplatten nicht zutreffend. Die Bettungszahlen sind durch Setzungsberechnung mit realer Geometrie und Belastung zu ermitteln. Bettungszahlen für Fundamentbemessungen dürfen ohnehin nur dann auf Grundlage der Ergebnisse von Plattendruckversuchen ermittelt werden, wenn der durch das Bauwerk beanspruchte Teil des Baugrunds nur von einer homogenen Schicht gebildet wird.

Es besteht die Möglichkeit, bei Wahl dieser Gründungsmethode, bei entsprechender Planungsreife und nach Vorlage der tatsächlichen Wand- und Stützenlasten (vereinfachter Lastenplan) ergänzende Setzungsberechnungen zu beauftragen. Auf Grundlage dieser Berechnungen kann ein optimierter Gründungsvorschlag (erforderliche Mindeststärke des Gründungspolsters) erarbeitet und die genau ansetzbaren Bettungsmoduln ermittelt werden.

Vom zuständigen Planungsbüro sollte geklärt werden, welche zu erwartenden Absolutsetzungen und Setzungsdifferenzen bauwerksverträglich sind.

Gründungspolster

Wir empfehlen die Verwendung von gut verdichtbaren grobkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppe GW (Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/32, 0/45 oder 0/56) als Fremdmaterial.

Das Gründungspolster ist lagenweise (Schüttstärke maximal 30 cm) herzustellen und zu verdichten. Dabei ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 98 \%$ im Bereich des Gründungspolsters und $D_{Pr} \geq 100 \%$ im Bereich der Arbeitsraumverfüllung zu gewährleisten.

Der Verdichtungsgrad ist bei eingebrachten Gründungspolstermächtigkeiten von ≥ 50 cm zu kontrollieren und nachzuweisen (**z.B. mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134; Anforderungen: $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$; $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$**).

Bei Verwendung des o. g. Materials und lagenweise verdichtetem Einbau ist basierend auf Erfahrungswerten ein Steifemodul in der Größenordnung $E_s = 30 \text{ MN/m}^2$ für den Polsterkörper ansetzbar.

Bei einem in der Höhe gestaffelten Gründungspolster ist dieses abgetrept einzubauen. Das Schotterpolster ist über den Fundament- / Plattenrand hinaus im **Lastausbreitungswinkel von 45°** herzustellen.

Die Austauschsole ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) vom anschließend herzustellenden Bodenaustauschkörper zu trennen, falls die Filterstabilität nicht gewährleistet ist.

Das anstehende Planum ist vor Einbau des Geotextils grundsätzlich nachzuverdichten.

4.3 Gründungen mittels Streifen- und Einzelfundamenten

Üblicherweise werden Hallenkonstruktionen über Einzelfundamente gegründet. Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist davon auszugehen, dass die Fundamentsohlen in bindigen Böden mind. steifer bis halbfester Konsistenz und damit ausreichend tragfähigem Baugrund zu liegen kommen.

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir bei Gründung mittels Streifenfundamenten, eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (Stärke ca. 5 – 10 cm) unverzüglich nach Aushub und Abnahme der Fundamentgräben einzubauen.

Als Berechnungsgrundlage dienen die Baugrundaufschlüsse gemittelt für Verwitterungslehme von mind. steifer Konsistenz (SGI) über eine Tiefe von 4 m (sichere Seite). Betrachtet werden Streifenfundamente mit einer Länge von 10 m (Länge Ergebnisunabhängig) und Breiten im Bereich zwischen 0,4 m und 1,4 m und quadratische Einzelfundamente zwischen 0,5 m und 2,0 m Breite. Horizontallasten und Momente wurden nicht berücksichtigt. Die Vertikallasten sind zentrisch am Fundament angreifend zu verstehen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 zur abschätzenden Dimensionierung von Streifenfundamenten für eine Einbindetiefe von 0,8 m aufgeführt (Anlage 5).

In Abhängigkeit von der maßgebenden Linienlast können den Diagrammen die bei der jeweils vorgegebenen Fundamenteinbindetiefe erforderlichen Fundamentabmessungen entnommen werden. Maßgebende Kriterien sind hierbei

- die Gewährleistung der geforderten Grundbruchsicherheit sowie
- die Begrenzung der unter der maßgebenden Belastung zu erwartenden Fundamentsetzungen auf ein für die aufgehende Bauwerkskonstruktion als noch verträglich zu beurteilendes Höchstmaß. Neben den Absolutsetzungen der Fundamente sind hierbei insbesondere die zu erwartenden Setzungsdifferenzen benachbarter Fundamente maßgebend.

Die zu erwartenden Setzungen, die rechnerisch zulässigen Bemessungslasten und die rechnerischen zulässigen Bemessungswerte des Sohlwiderstands sind für einige ausgewählte Fundamente den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Streifenfundamente

Table 4.1: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente; Anlage 5.1

Einbindetiefe $t = 0,8 \text{ m}$; Annahme: Gründungssohle auf Lehmen steif-halbfester Konsistenz

Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Bemessungswert des Sohlwider- standes $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Rechnerische Setzung ca. [cm]	Bettungsmodul ca. [MN/m ³]
0,5 / 0,8	125	250	1,5	12
0,8 / 0,8	210	260	2,0	9

*) in der Fundamentsohle

Einzelfundamente

Table 4.2: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Einzelfundamente; Anlage 5.2

Einbindetiefe $t = 0,8 \text{ m}$; Annahme: Gründungssohle auf Lehmen steif-halbfester Konsistenz

Fundamentbreite $a \times b$ [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Bemessungswert des Sohlwider- standes $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Rechnerische Setzung ca. [cm]	Bettungsmodul ca. [MN/m ³]
1,0 x 1,0 / 0,8	350	350	2,0	10
1,5 x 1,5 / 0,8	620	420	2,0	8

*) in der Fundamentsohle

Die Fundamentdiagramme sind als Anlage 5 beigefügt. Für andere Fundamentabmessungen und Belastungen können die zu erwartenden Setzungen den Fundamentdiagrammen entnommen werden.

Hinweis:

Die Fundamentberechnungen gelten nur für die angegebene Einbindetiefe. Sofern andere Einbindetiefen gewählt werden, sind Neuberechnungen erforderlich.

4.4 Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung

Bei jeder Art von Flachgründung sind die Gründungsaufstandsflächen vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons nachzuverdichten. Aufgeweichte bzw. durchnässte Partien von breiig-weicher Konsistenz im Bereich der Gründungssohlen sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen.

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir unterhalb der Bodenplatte das Einbringen einer Sauberkeitsschicht aus rolligem Material (z.B. Körnung 0/32) bzw. besser Magerbeton (Stärke ca. 5 cm).

Bei Einbau von Einzel- bzw. Streifenfundamenten ist eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (Stärke ca. 5 – 10 cm) bzw. der Fundamentbeton unverzüglich nach Aushub und Abnahme der Fundamentgräben einzubauen.

Die Entwässerung der Baugrubensohle ist dauerhaft sicherzustellen!

5 Erdbautechnische Hinweise

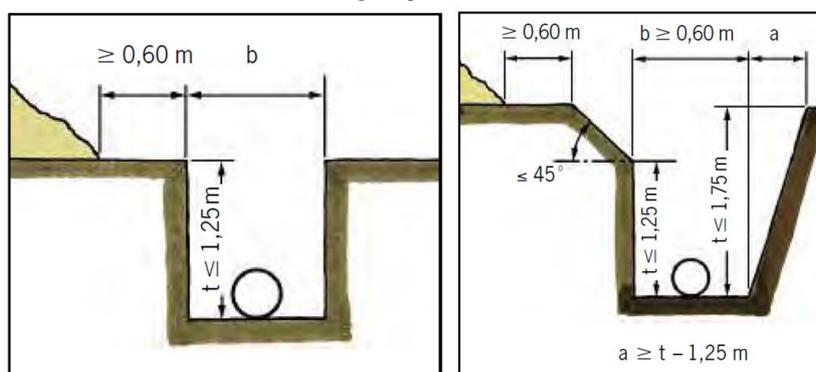
5.1 Erdarbeiten, Baugruben- und Grabenaushub, Wasserhaltung

Grundsätzlich ist bei Aushubarbeiten die DIN 4124 zu beachten. Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind.

Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände

Diese dürfen in Böden über dem Grundwasser bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von 1,25 m hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche die folgenden Höchstwerte für die Neigung einhält:

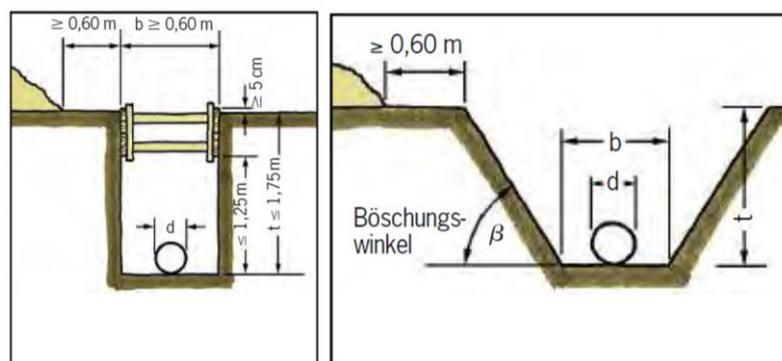
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



In mindestens steifen bindigen Böden über dem Grundwasser sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböscht wird und die anschließende Geländeneigung nicht mehr als 1:10 beträgt.

Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

Diese müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7
 54634 Bitburg
 Telefon 06561-18824
 E-Mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach
 Telefon 06374-80507-0
 E-Mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Südpfalz

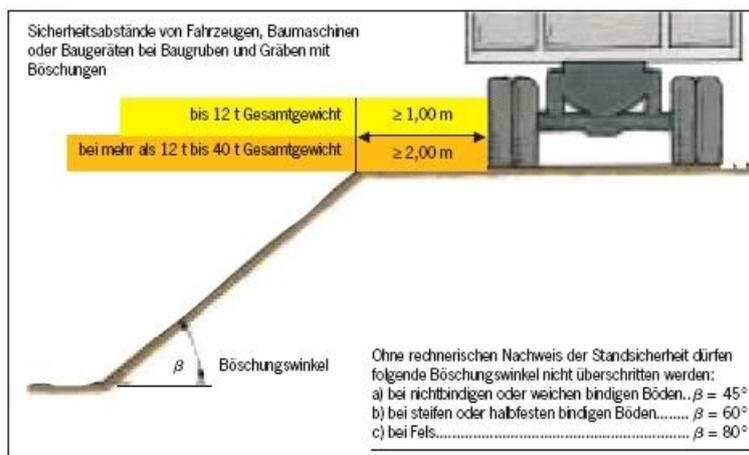
Lindelbrunnstraße 6
 76887 Bad Bergzabern
 Telefon 06343-9539022
 E-Mail info@suew-geologen.de

rollige Böden:	≤ 45°
bindige Böden:	≤ 45° bei weicher Konsistenz ≤ 60° bei mindestens steifer Konsistenz
Festgestein:	≤ 80° (unter Beachtung des Trennflächengefüges)

Werden beim Baugrubenaushub Böden unterschiedlicher Bodengruppen oder steife und weiche Partien in Wechsellagerung angeschnitten, so ist über die gesamte Böschungshöhe der zulässige Neigungswinkel des ungünstigsten Schichtpakets auszuführen (d. h. ≤ 45°).

Die angegebenen zulässigen Böschungswinkel gelten nur für Regelfälle. Geringere Böschungsneigungen sind vorzusehen **und nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen**, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Dies gilt beispielsweise bei

- Schichtwassereinflüssen, Anschnitt von Staunässehorizonten,
- Böschungen von mehr als 5 m Höhe,
- Baumaschinen oder Baugeräten bis einschließlich 12 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 1 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Baumaschinen oder Baugeräten von mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 2 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Steigung des an die Böschungskante anschließenden Geländes von mehr als 1:10.



Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder dergleichen ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen. In der Baugrube gegebenenfalls anfallendes Schichtwasser ist zusammen mit zufließendem Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe) ordnungsgemäß zu fassen und dauerhaft abzuleiten.

Hinweis

Die im Abschnitt 5.1 „Erdarbeiten, Baugruben- und Grabenaushub, Wasserhaltung“ verwendeten Graphiken wurden der Info-CD-ROM BG Bau 2012 der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen.

5.2 Wiederverwendung von Aushubböden

Die beim Aushub anfallenden Lockergesteinsböden der Bodengruppe TL und GU* sind stark wasserempfindlich und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs (steif-halbfeste Konsistenz, $I_c \approx 1$) verdichtbar. Aufgeweichte oder durchnässte Aushubböden bzw. solche von weicher oder breiig-weicher Konsistenz sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden, da dies langfristig zu Setzungen führen wird.

Die bindigen Aushubböden sollten nur zur Geländeandeckung genutzt werden. Andernfalls ist eine entsprechende gutachterliche Überwachung und erdbautechnische gesonderte Behandlung der wasserempfindlichen Böden in der Bauphase erforderlich.

Der Wiedereinbau bindiger Aushubböden von weicher Konsistenz ist grundsätzlich nur nach entsprechender Konditionierung mit Kalk bzw. Kalk-Zement-Mischbindern zur Reduzierung des Wassergehalts möglich.

Die sachgerechte Verdichtung erfordert bei bindigen Böden auch bei günstigen Einbauwassergehalten den Einsatz geeigneter, auf die stark bindige Ausbildung der Böden abgestimmter Geräte (z. B. Schafffußwalze, anschließende Übergänge mit Glattmantelwalze).

Die Böden, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Planen oder Folien, Zwischenlagerung auf abgewalzten Halden) gegen Witterungseinflüsse (Durchfeuchtung oder Austrocknung) zu schützen.

Nichtbindige Verwitterungskiese, welche eher in der Tiefe (>1,5 m uGOK) anstehen, sind in der Regel gut für den Wiedereinbau geeignet.

Die Aushubsohle ist vor dem weiteren Aufbau nachzuverdichten.

Sofern zusätzlich Fremdmaterial eingebaut werden muss, empfehlen wir die Verwendung von gut verdichtbaren, grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppen SU, GU, SW, GW (z. B. Sandsteinbruch, Kies-Sand, Hartsteinmaterial oder güteüberwachtes Recyclingmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56 oder 0/100 oder vergleichbares).

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Um Aufschluss über die Verwertungsmöglichkeiten geben zu können, ist eine orientierende Deklarationsanalyse nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 erforderlich. Die entnommenen Bodenproben werden 3 Monate lang (ab Zeitpunkt der Berichterstellung) gelagert. Während dieses Zeitraumes ist eine Beauftragung einer orientierenden Deklarationsanalyse nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 möglich.

5.3 Verbau

Sind die Platzverhältnisse für die Herstellung einer entsprechend den obigen Angaben geböschten Baugrube nicht ausreichend, und befindet sich die Baugrube im Einflussbereich bestehender Bebauung, bzw. liegt die Baugrube im Bereich des Grundwassers/Schichtwassers, und ist dieses mittels offener Wasserhaltung nicht zu beherrschen, so ist die Baugrube durch einen ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern. Es ist eine Absturzsicherung zu installieren.

Der Baugrubenverbau ist so zu wählen, dass bei Schicht- bzw. Grundwasserzufluss sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser ausgeschwemmt wird.

Die Standsicherheit des Verbaus muss in jedem Bauzustand bis zum Erreichen der endgültigen Aushubsole und des Rückbaus bis zur vollständigen Verfüllung des Grabens bzw. Arbeitsraumes sichergestellt sein.

Der Verbau muss für die höchsten zu erwartenden Belastungen in ungünstigster Stellung bemessen sein. Hierbei sind insbesondere zusätzliche Belastungen durch Bagger, Hebezeuge, Lagerstoffe usw. zu berücksichtigen.

Alle Teile des Verbaus müssen während der Bauausführung regelmäßig überprüft, nötigenfalls instandgesetzt und verstärkt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regenfällen, bei einsetzendem Tauwetter sowie bei wesentlichen Änderungen der Belastung.

6 Gebäudeabdichtung

Bezüglich der erforderlichen Bauwerksabdichtung sind die Angaben und Hinweise der neuen Abdichtungsnorm für erdberührte Bauteile DIN 18533-1:2017-07 zu beachten. Die neue Norm bietet Hilfestellungen zur Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. Hinweise und detaillierte Erläuterungen zu Wasserbeanspruchungen, Riss- und Nutzungsklassen, Zuordnung verschiedener Abdichtungsbauarten sowie Verarbeitung sind Bestandteil der neuen Normenreihe.

Zur Festlegung der Abdichtungsbauarten ist die Wassereinwirkungsklasse **W 1.2-E** „Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden“ anzunehmen. Sollten Gebäudebereiche in den Baugrund einbinden, ist entweder abzudichten oder es ist eine Drainage vorzusehen, um anfallendes Wasser schadlos abzuführen.

Die Entwässerungsplanung ist jedoch Aufgabe eines Fachplaners und nicht des Baugrundgutachters.

Zur Auswahl der Abdichtungsbauart muss der Planer außerdem die planmäßige Rissaufweitung vorhandener Risse oder die zu erwartende Neurissbildung kennen. Dazu wurden in DIN 18533 vier Rissklassen definiert (R1-E bis R4-E), denen Rissüberbrückungsklassen (RÜ1-E bis RÜ4-E) der Abdichtungsstoffe zugeordnet sind. Ein weiterer relevanter Faktor für die Auswahl der Abdichtungsbauart ist die vorgesehene Nutzung des abzudichtenden Bauteils. Diese spiegelt sich in den drei Raumnutzungsklassen (RN1-E bis RN3-E) wider, die sich beispielsweise durch unterschiedliche Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft unterscheiden.

7 Versickerungseignung der anstehenden Böden

7.1 Allgemeines

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der *Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers* und der *Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung)*. Die andere besteht aus Bodeneigenschaften, wie dem Zusammenhang zwischen *Wasserspannung* einerseits, *Wasserleitfähigkeit* und *Wassergehalt* andererseits und dazu dem *Infiltrationsvermögen*. Des Weiteren spielen die *Tiefe der Grundwasseroberfläche* und die *Topografie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (Flächenversickerung $2 \cdot 10^{-5}$ m/s).

Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m bis 0,5 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle von Muldenflächen sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

7.2 Ermittlung des k_f -Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurde im Projektgebiet -1- Schluckversuch, sog. Open-End-Tests, **SV 1** im Bereich der vorgegebenen Erkundungsstellen der Niederschlagswasserrückhaltung bei RB 3 durchgeführt. Das Versuchsprotokoll liegt in Anlage 4 bei.

Der Open-End-Test ist ein vom U.S. Bureau of Reclamation (USBR) 1963 vorgestellter, unter stationären Bedingungen durchzuführender Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch, bei welchem, im Gegensatz zu anderen Verfahren, die infiltrierte Wassermenge bei konstanter Druckhöhe direkt in die Bestimmungsgleichung eingeht (vgl. Lexikon der Geowissenschaften 2016).



$$k = \frac{Q}{5,5 \cdot r \cdot H} \quad (m/s)$$

mit Q = Wasserzugabe (m^3/s)
 r = Radius des Rohres (m)
 H = konstante Druckhöhe (m)

Abb. 1: Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei dem durchgeführten Versuch lag die Rohrsohle in einer Tiefe von ca. 1,3 m uGOK. Bei den in diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um \pm schluffige Kiese der Bodengruppe TL und GU* nach DIN 18196.

Bei der Durchführung des Versickerungsversuches wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $2,7 \times 10^{-6}$ m/s ermittelt, womit diese Böden als schwach durchlässig zu bezeichnen sind.

Gemäß dem Arbeitsblatt der DWA-A 138 wird zum Abgleich der unterschiedlichen Methoden der k_f -Wert-Bestimmung (z.B. Labormethoden, Feldversuche) zur Ermittlung des Bemessungs- k_f -Wertes für Feldversuche ein Korrekturfaktor von 2 vorgegeben.

Dies beruht auf der Annahme, dass die bei Feldversuchen in der ungesättigten Zone bestimmte Durchlässigkeit ($k_{f,u}$ -Wert) nur halb so groß wie die des gesättigten Bodens ist (k_f -Wert). Da sich die Bemessungsalgorithmen nach DWA-A 138 auf den ungesättigten Durchlässigkeitsbeiwert beziehen und der k_f -Wert in den Formeln halbiert wird, ist zum Ausgleich bei den Feldmethoden der o.g. genannte Korrekturfaktor anzusetzen, d.h., die Versickerungsanlagen werden dann mit genau dem Durchlässigkeitsbeiwert bemessen, wie im Gelände ermittelt. **Es ergibt sich somit zunächst ein Bemessungs- k_f -Wert von $k_{f,b} = 5,5 \times 10^{-6}$ m/s.**

7.3 Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Neben den Feldversuchen erfolgte die Bestimmung des k_f -Wertes näherungsweise anhand der Kornverteilung über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLET/PAQUANT. Zur näherungsweisen Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden wurde daher an -2- Bodenproben aus dem Bereich der angedachten Versickerungsbereiche die Korngrößenverteilung mittels kombinierter Sieb-/ Schlämmanalyse nach DIN 18123 bestimmt (s. Anlage 3).

Bei den genannten Bestimmungsverfahren sind verschiedene Gültigkeitsgrenzen zu beachten, zudem ist zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit der Verfahren sehr unterschiedlich zu bewerten ist. So sind die meisten Verfahren nur für sandig-kiesige Böden anwendbar (BEYER, HARZEN, SEELHEIM), haben in diesem Kornspektrum jedoch die höhere Aussagegenauigkeit. Für bindige Böden steht nur das Verfahren nach MALLET/PAQUANT zur Verfügung – **die Aussagegenauigkeit wird jedoch hier als mäßig eingestuft.**

Tabelle 5: Gültigkeitsgrenzen

Hazen	$U > 1$	$U < 5$	$d_{10} > 0,1$	$d_{10} < 0,5$
Beyer	$U > 1$	$U < 20$	$d_{10} > 0,06$	$d_{10} < 0,6$
Seelheim	$U < 5$			

Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über eine Sieblinienauswertung ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit des empirischen Bestimmungsverfahrens über die Korngrößenverteilung Rechnung zu tragen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung im Bereich

Versuch	Tiefe	Berechnungsmethode	Bodengruppe nach DIN 18196	k_f – Wert nach Laborversuch [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
RB 3 / P2	0,2-1,3	MALLET/PAQUANT	TL	$1,8 \times 10^{-9}$	0,2	$3,6 \times 10^{-10}$
RB 4 / P2	0,9-1,9	MALLET/PAQUANT	GU*	$1,9 \times 10^{-6}$	0,2	$3,8 \times 10^{-7}$

7.4 Interpretation der Ergebnisse

Nach Beachtung der Korrekturfaktoren ergeben sich für die untersuchten Tiefenbereiche beim Feldversuch ein k_f -Wert von $5,5 \times 10^{-6}$ m/s und bei den Laborversuchen k_f -Werte von 10^{-7} bis 10^{-10} m/s. Es liegt also eine z.T. starke Diskrepanz zwischen den Ergebnissen vor.

Die anstehenden Böden weisen Feinkorngehalte von 27 M.-% bis 55 M.-% auf (Anlage 3). Je höher der Feinkornanteil umso geringer die Durchlässigkeit. Zudem wird die Sickerate auch von Makroporen und Klüften im Gestein beeinflusst. Die Bestimmung des k_f -Wertes über die Siebli-nien-Auswertung ist bei bindigen Böden wie im vorliegenden Fall als nur bedingt aussagekräftig zu bewerten, weshalb der Fokus auf den in-situ Versickerungsversuch gelegt wird.

Es kann daher von einer **mäßigen Durchlässigkeit von im Mittel $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s** („durchlässig bis schwach durchlässig“ gem. DIN 18130, Tl. 1) ausgegangen werden.

Das DWA-A 138 Regelwerk (Ausgabe April 2005) gibt eine Mindestdurchlässigkeit für gezielte Regenwasserversickerungen von 1×10^{-6} m/s an, demnach sind die anstehenden Lockergesteinsböden für eine Versickerung nach diesem Regelwerk **geeignet**.

Sind die k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen. Unter Umständen sind lokal bindige Böden gegen nichtbindige sickerfähige Böden auszutauschen.

Versickerungsanlagen sind, vor allem bei wie hier niedrigen Durchlässigkeitsbeiwerten, entsprechend groß zu dimensionieren, und die Einstautiefe ist möglichst groß zu wählen, so dass ein möglichst großes Rückhaltevolumen zur Verfügung steht. Durch eine angepasste Bepflanzung (Pflanzen mit hoher Wasseraufnahme) kann die Verdunstung durch Transpiration unterstützt werden. Durch den Bau von Pflanzstreifen mit Pflanzgranulat kann weiterhin ein zusätzliches ansetzbares Rückhaltevolumen geschaffen werden.

Im Falle niedriger Durchlässigkeiten ist insbesondere auch der Versagensfall (Überlaufen der Anlage) in den Planungen zu berücksichtigen.

8 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende geotechnische Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters. Auszugsweise Vervielfältigungen dieses Berichts bedürfen der Zustimmung des Unterzeichners.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Erdarbeiten ein anderer als im vorliegenden Bericht dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen und durch die ICP mbH eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

Der geotechnische Bericht gilt für das angegebene Objekt nur im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH nicht zulässig.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlinterpretation ist der Gutachter heranzuziehen.

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



Frank Neumann
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

gez.
Pascal Begon
(B.Eng., B.Sc. UGW)

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
E-Mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
E-Mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Südpfalz

Lindelbrunnstraße 6
76887 Bad Bergzabern
Telefon 06343-9539022
E-Mail info@suew-geologen.de

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21183 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid

Bohrung RB 1 / Blatt: 1	Höhe: 486,80 m üNN Datum: 14.09.2021
--------------------------------	---

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
1.20	a) Kies, tonig, stark schluffig, stark sandig, steinig			DN 80; DN 60 feucht				
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
2.30	a) Kies, sandig, schluffig, tonig			DN 60 feucht			P2	2.30
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) GU	i)				
2.60	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig			DN 60 schwach feucht			P3	2.60
	b)							
	c) halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21183 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid

Bohrung RB 2 / Blatt: 1	Höhe: 485,42 m üNN Datum: 14.09.2021
--------------------------------	---

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.20	a) Schluff, humos, tonig, feinsandig, Wurzeln, Gras			DN 80 feucht				
1.50	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig, steinig			DN 80, DN 60 ; kein Bohrfortschritt feucht			P1	1.50
	a)							
	a)							
	a)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB21183 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid

Bohrung RB 3 + SV1 / Blatt: 1	Höhe: 463,30 m üNN Datum: 14.09.2021
--------------------------------------	---

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.20	a) Schluff, humos, tonig, sandig, schwach feinkiesig, Wurzeln, Gras			DN 80 feucht				
	b)				DN 80; DN 60 feucht		P2	1.30
c) halbfest	d) schwer zu bohren		e) dunkelbraun					
f) Oberboden	g)		h) OU	i)				
1.30	a) Kies, stark schluffig, tonig, schwach grobsandig			DN 80; DN 60 feucht				
	b)				DN 80; DN 60 feucht		P2	1.30
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren		e) ockerbraun					
f)	g)		h) TL	i)				
	a)							
	b)							
c)	d)		e)					
f)	g)		h)	i)				
	a)							
	b)							
c)	d)		e)					
f)	g)		h)	i)				
	a)							
	b)							
c)	d)		e)					
f)	g)		h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21183 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid

Bohrung RB 4 / Blatt: 1	Höhe: 463,00 m üNN Datum: 14.09.2021
--------------------------------	---

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.20	a) Schluff, humos, tonig, sandig, schwach feinkiesig, Wurzeln, Gras			DN 80 feucht					
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)					
0.90	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig			DN 80 feucht			P1	0.90	
	b)								
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TL	i)					
1.90	a) Kies, schluffig, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach mittelsandig, schwach grobsandig			DN 80, DN 60 ; kein Bohrfortschritt			P2	1.90	
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert				feucht				
	c)	d) schwer zu bohren	e) ockerbraun						
	f)	g)	h) GU*	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (14.09.2021) bei den dargestellten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht angetroffen.



Bezugspunkt "00" = 487,2 m üNN

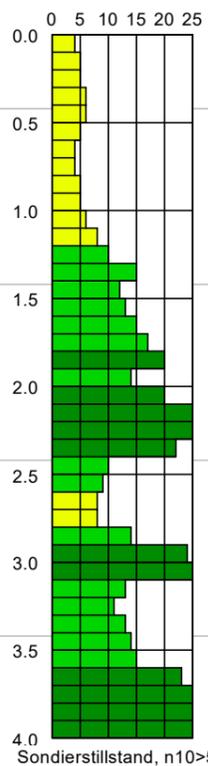
Ungefähr Höhe ±0,00 Neubau: 486,2 m üNN
ca. 1 m unter Bezugspunkt "00"

mNN
488.00
487.00
486.00
485.00
484.00
483.00
482.00
481.00

DPH 2

485,42 m üNN

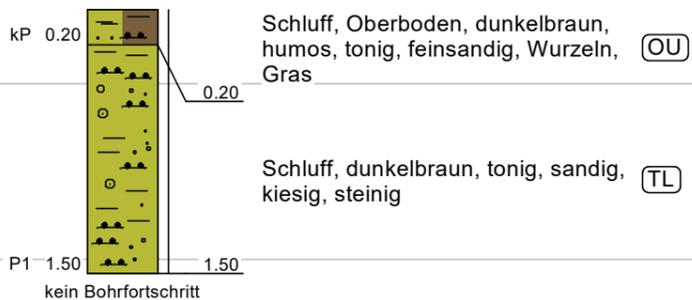
Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	4
0.20	5
0.30	5
0.40	6
0.50	6
0.60	5
0.70	4
0.80	4
0.90	5
1.00	5
1.10	6
1.20	8
1.30	10
1.40	15
1.50	12
1.60	13
1.70	15
1.80	17
1.90	20
2.00	14
2.10	20
2.20	36
2.30	29
2.40	22
2.50	10
2.60	9
2.70	8
2.80	8
2.90	14
3.00	24
3.10	42
3.20	13
3.30	11
3.40	13
3.50	14
3.60	15
3.70	23
3.80	36
3.90	47
4.00	50

RB 2

485,42 m üNN

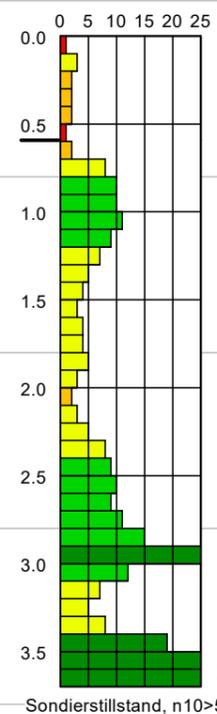


Büro / Kühlhaus

DPH 1

486,80 m üNN

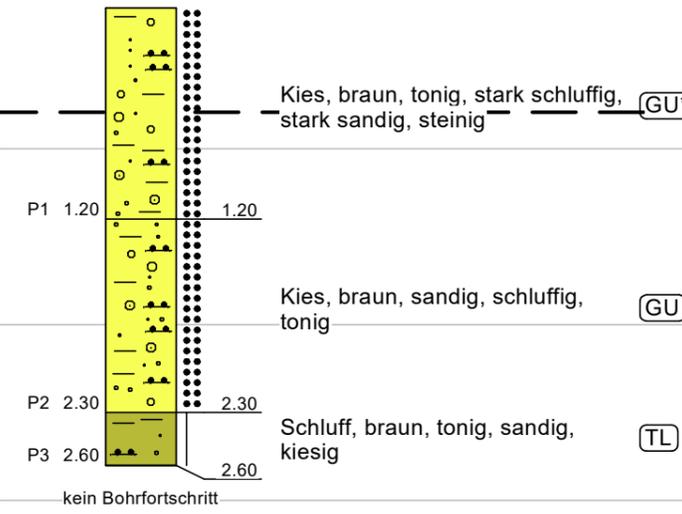
Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	3
0.30	2
0.40	2
0.50	2
0.60	1
0.70	2
0.80	8
0.90	10
1.00	10
1.10	11
1.20	9
1.30	7
1.40	5
1.50	4
1.60	3
1.70	4
1.80	4
1.90	5
2.00	3
2.10	2
2.20	3
2.30	5
2.40	8
2.50	9
2.60	10
2.70	9
2.80	11
2.90	15
3.00	30
3.10	12
3.20	7
3.30	5
3.40	8
3.50	19
3.60	33
3.70	50

RB 1

486,80 m üNN



Sortier- und Packstation

Legende

- halbfest
- dicht
- U (Schluff)
- h (humos)
- G (Kies)
- A (Auffüllung)

Legende DPH

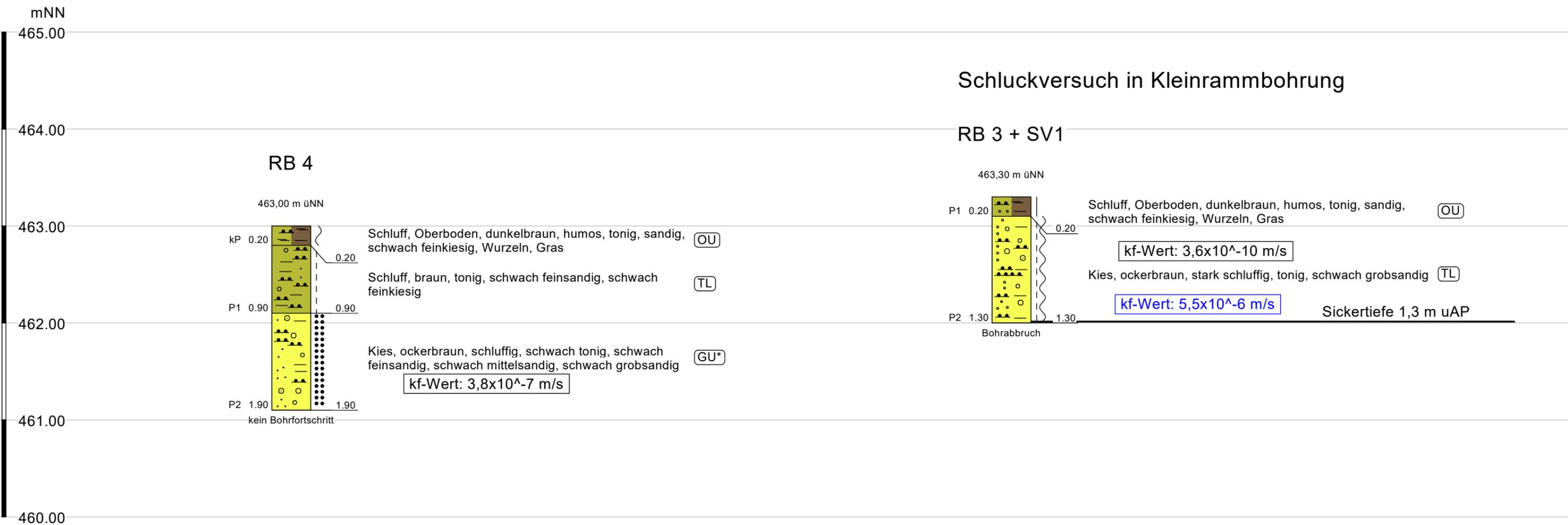
- weich / sehr locker
- weich-steif / locker
- steif / mitteldicht
- halbfest / dicht
- fest / sehr dicht

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

<p>Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558</p>	Objekt: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz Habscheid	Anlage 2.1 zu Bericht Nr.: SB21183
	Baugrunderkundung Bohrprofile / Rammdiagramme	Dat.: 14.09.2021 Bearb.: PB

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (14.09.2021) bei den dargestellten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht angetroffen.

geplante Fläche für Rückhaltung Niederschlagswasser



Legende

halbfest		U (Schluff)
steif		h (humos)
weich - steif		G (Kies)
weich		A (Auffüllung)
dicht		

korr. kf-Wert aus Laborversuch

korr. kf-Wert aus Feldversuch

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erweiterung Geflügelhof Lehnertz Habscheid	Anlage 2.2 zu Bericht Nr.: SB21183
	Baugrunderkundung Bohrprofile / Rammdiagramme Höhenmaßstab: 1: 40	Dat.: 14.09.2021 Bearb.: PB

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Johannes-Kepler-Straße 7
 54634 Bitburg

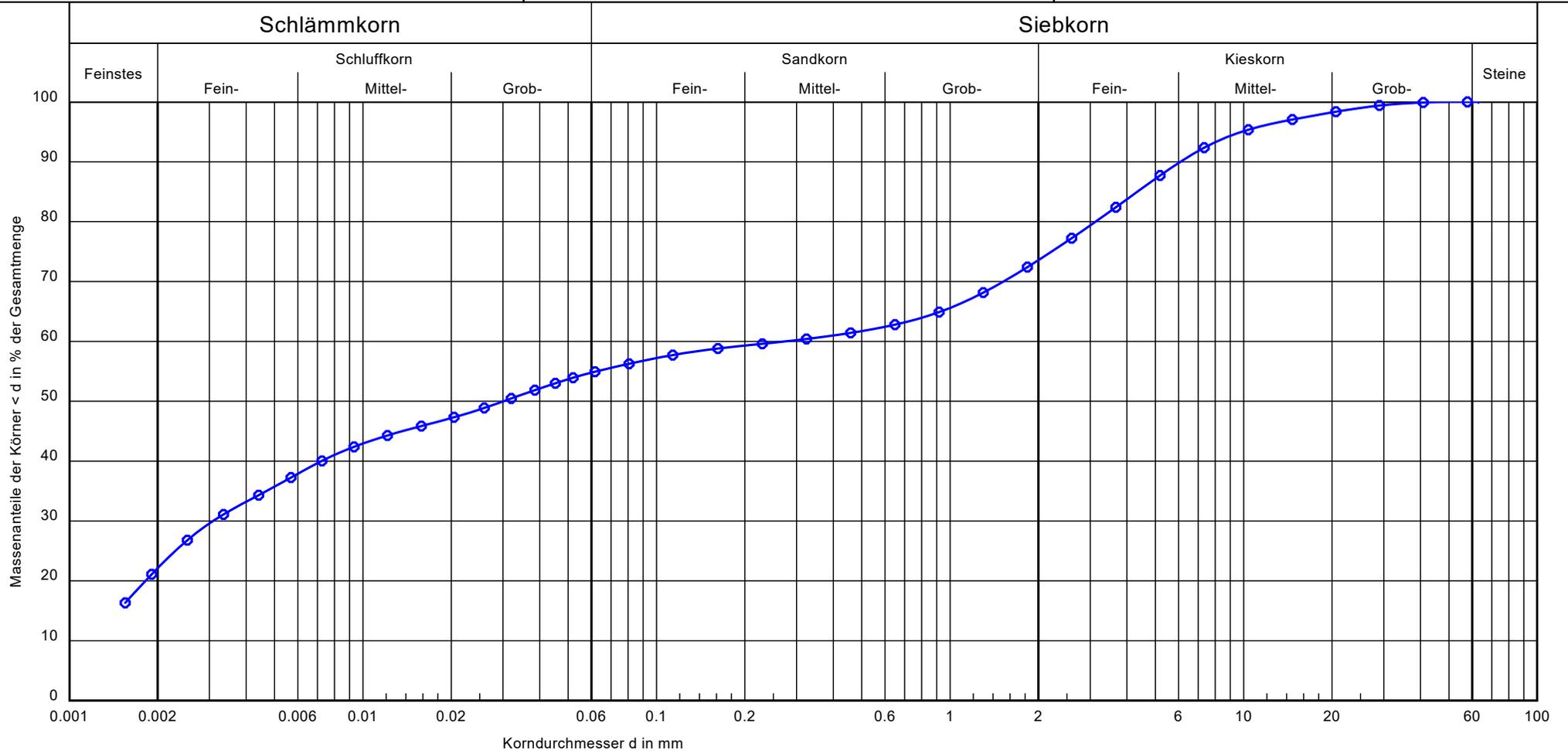
Körnungslinie

Erweiterung Geflügelhof Lehnertz Habscheid

Prüfungsnummer: SB21183 RB3_P2
 Probe entnommen am: 14.09.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb- Schlämmanalyse

Bearbeiter: Unterberg

Datum: 03.09.2021



Bezeichnung:	RB3 / P2
Tiefe:	0,2 - 1,3 m
Bodenart:	G, ü, t, gs'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	1.8 * 10 ⁻⁹
U/Cc:	-/-
Bodengruppe:	TL
T/U/S/G [%]:	22.1/32.7/18.8/26.4
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 18,7 M.-%
 Feinkornanteil: 54,8 M.-%

Bericht:
 SB21183
 Anlage:
 3.1

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Johannes-Kepler-Straße 7
 54634 Bitburg

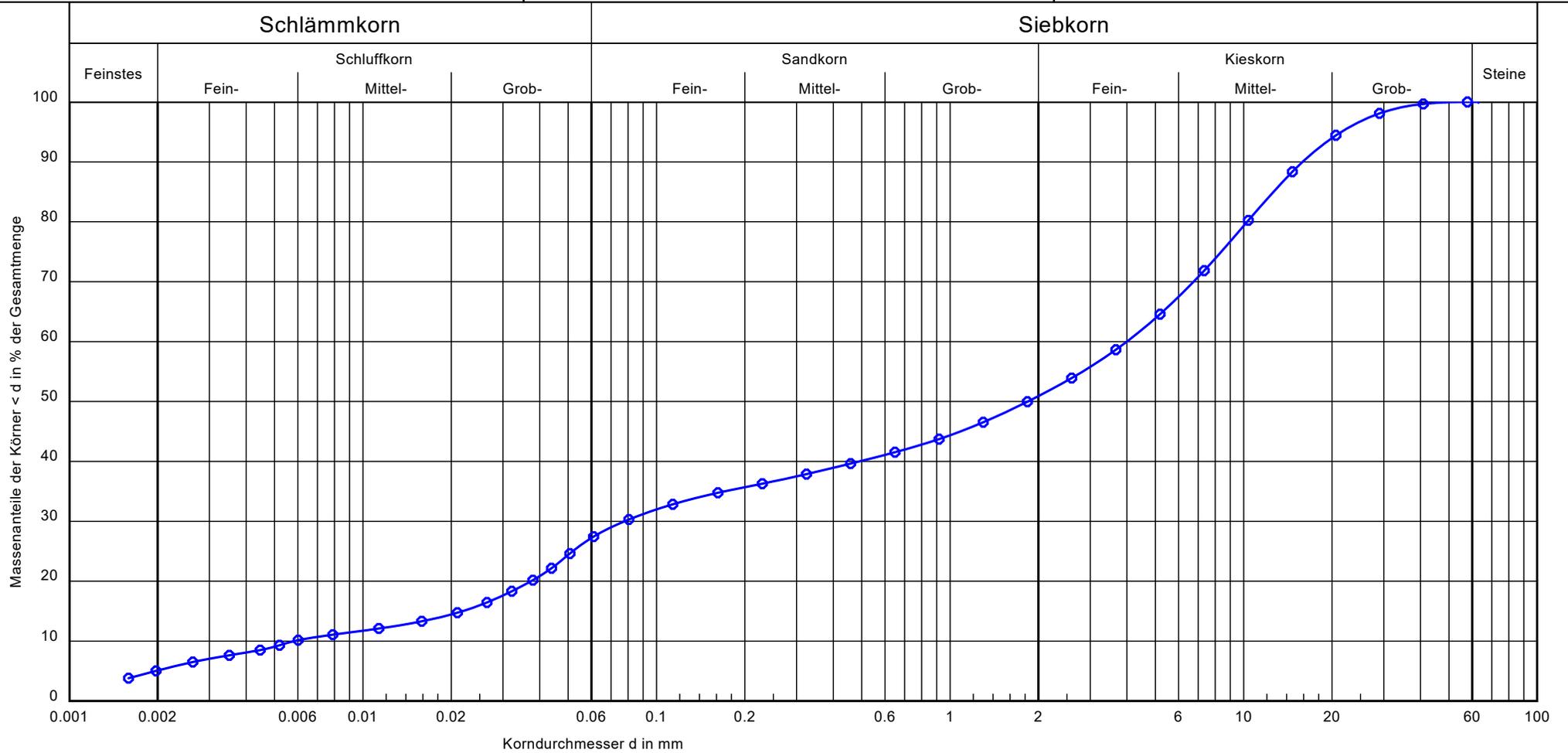
Körnungslinie

Erweiterung Geflügelhof Lehnertz Habscheid

Prüfungsnummer: SB21183 RB4_P2
 Probe entnommen am: 14.09.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb- Schlämmanalyse

Bearbeiter: Unterberg

Datum: 03.09.2021



Bezeichnung:	RB4 / P2
Tiefe:	0,9 - 1,9 m
Bodenart:	G, u, t', fs', ms', gs'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$1,9 \cdot 10^{-6}$
U/Cc:	687.4/0.3
Bodengruppe:	GU*
T/U/S/G [%]:	5.1/22.1/23.7/49.1
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 6,4 M.-%
 Feinkornanteil: 27,2 M.-%

Bericht:
 SB21183
 Anlage:
 3.2

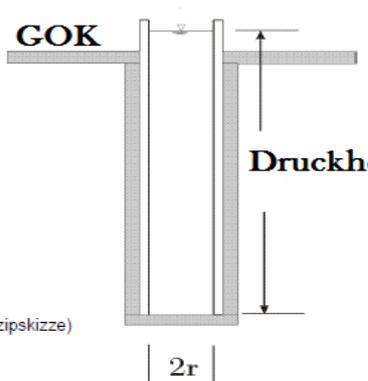
Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

Open-End-Test

(nach USBR Earth-Manual 1974)

Anlage 4

Projekt:	Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid		
Projektnummer:	SB21183		
Ausgeführt am, durch:	14.09.2021	JK, LG	
Messtelle:	SV1 bei RB 3		
Versickerungstiefe u GOK [m]	1,3		
Druckhöhe H [m]	1,8	Innenradius Prüfrohr r [m]	0,035
Versickerungszeit [s]	1800		
Versickerungsmenge	1700 [ml]	<=>	0,0017 [m³]
Wasserzugabe Q [m³/s]	0,944 [ml/s]	<=>	9,44444E-07 [m³/s]



(unmaßstäbliche Prinzipskizze)

$$k = \frac{Q}{5,5 \cdot r \cdot H}$$

mit

- k = Infiltrationsrate [m/s]
- Q = Wasserzugabe [m³/s]
- r = Radius [m]
- H = konstante Druckhöhe [m]

k_f [m/s]	2,73E-06
Bemessungswert k_f [m/s] (Faktor 2)	5,45E-06

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.5	10.5	27.5	2.0	12.0	5.6	0.40	TL, steif
	21.0	12.0	27.5	5.0	25.0	18.6	0.30	GU*, steif-halbfest
	22.0	14.0	35.0	0.0	85.0	85.0	0.00	Übergangszone

Berechnung erfolgt mit E und ν $[E = (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2) / (1 - \nu) \cdot E_s]$

Erweiterung Geflügelhof Lehnertz
Habscheid

Berechnungsgrundlage: exemplarisch gemittelte Baugrundaufschlüsse

Annahme: Gründung auf mind. steifen Lehmen

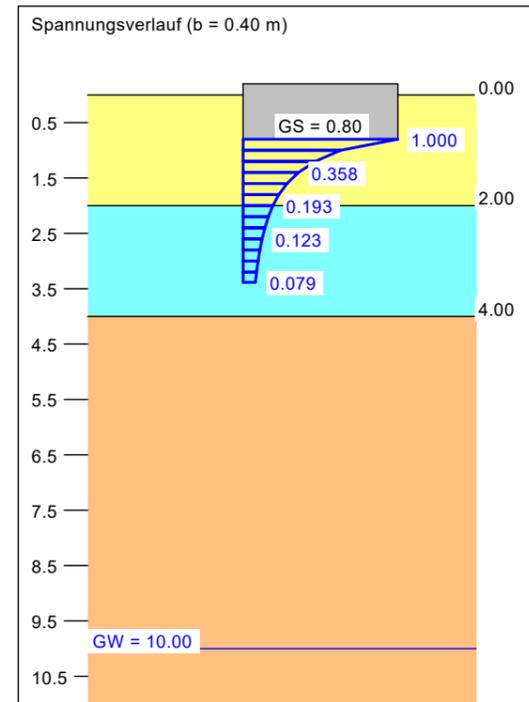
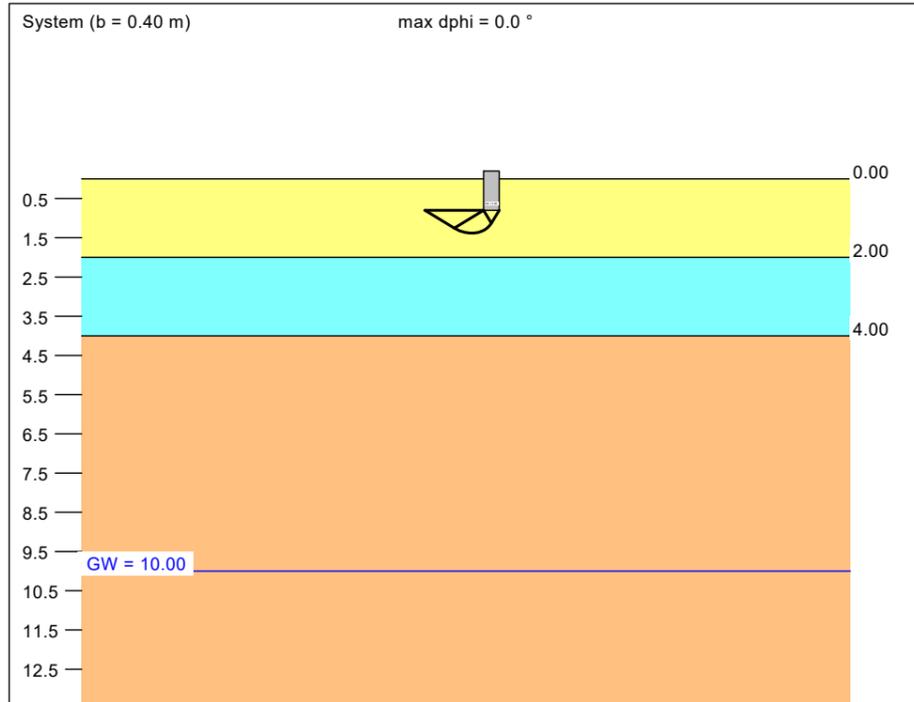
Einbindetiefe: $t = 0,8$ m



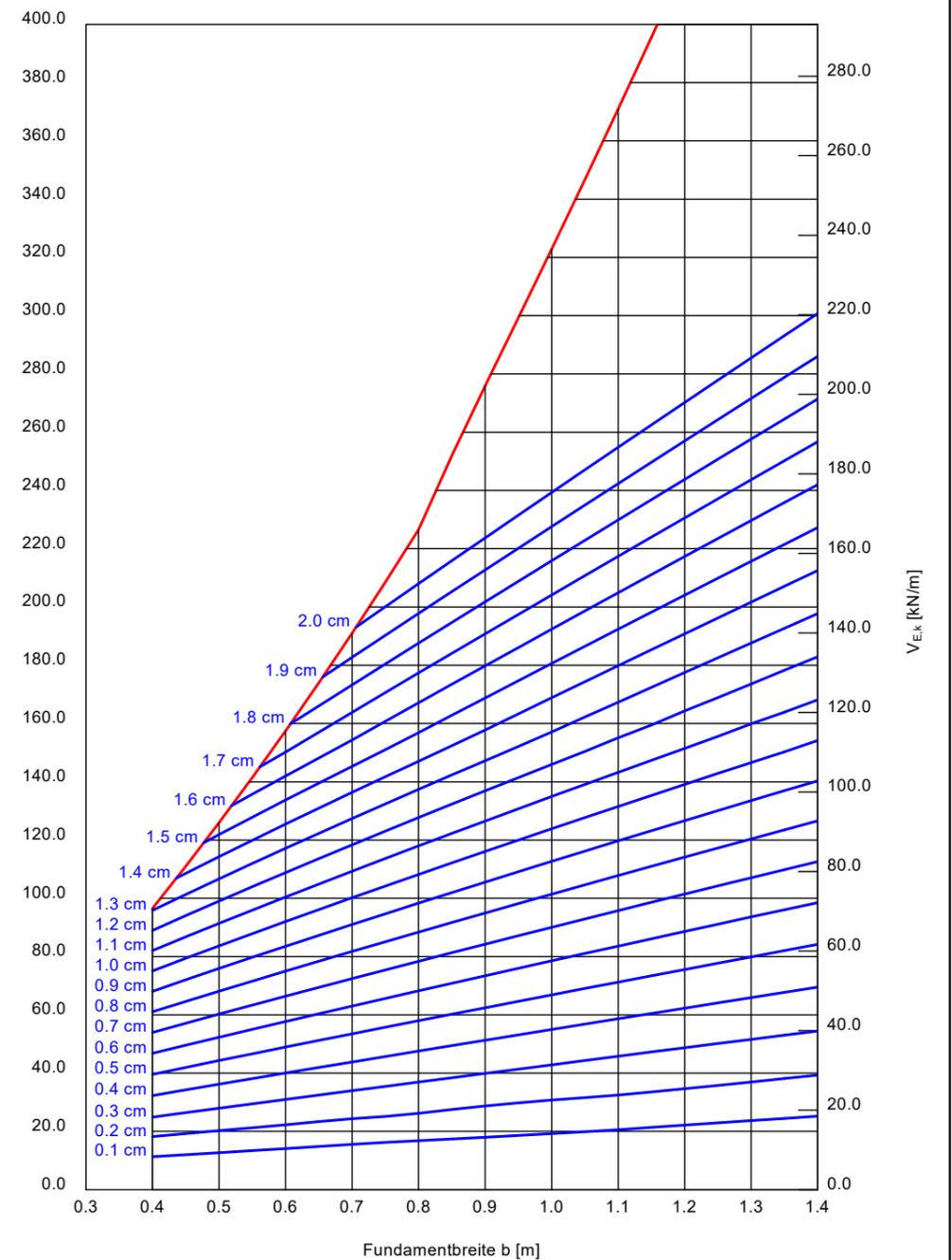
Bericht Nr. SB21183
Anlage 5.1

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Streifenfundamente

Setzungen [cm]



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.100
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.100 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.100) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.365$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
10.00	0.40	241.4	96.6	176.9	70.8	1.31	27.5	2.00	20.50	16.40	3.38	1.38	13.5
10.00	0.45	246.7	111.0	180.7	81.3	1.43	27.5	2.00	20.50	16.40	3.56	1.45	12.6
10.00	0.50	252.0	126.0	184.6	92.3	1.55	27.5	2.00	20.50	16.40	3.74	1.53	11.9
10.00	0.55	257.2	141.5	188.4	103.6	1.67	27.5	2.00	20.50	16.40	3.90	1.60	11.3
10.00	0.60	262.4	157.5	192.3	115.4	1.78	27.5	2.00	20.50	16.40	4.06	1.67	10.8
10.00	0.65	267.6	174.0	196.1	127.4	1.89	27.5	2.00	20.50	16.40	4.22	1.75	10.4
10.00	0.70	272.8	191.0	199.9	139.9	1.99	27.5	2.00	20.50	16.40	4.37	1.82	10.1
10.00	0.75	278.0	208.5	203.7	152.8	2.09	27.5	2.00	20.50	16.40	4.51	1.89	9.8
10.00	0.80	283.2	226.5	207.5	166.0	2.18	27.5	2.00	20.50	16.40	4.66	1.96	9.5
10.00	0.85	296.3	251.9	217.1	184.5	2.34	27.5	2.43	20.50	16.40	4.85	2.04	9.3
10.00	0.90	306.6	275.9	224.6	202.2	2.48	27.5	2.71	20.51	16.40	5.02	2.11	9.1
10.00	0.95	315.1	299.3	230.8	219.3	2.60	27.5	2.88	20.52	16.40	5.18	2.18	8.9
10.00	1.00	322.9	322.9	236.5	236.5	2.72	27.5	3.02	20.54	16.40	5.33	2.25	8.7
10.00	1.05	330.2	346.7	241.9	254.0	2.83	27.5	3.13	20.55	16.40	5.48	2.33	8.6
10.00	1.10	337.2	371.0	247.1	271.8	2.94	27.5	3.23	20.56	16.40	5.63	2.40	8.4
10.00	1.15	344.0	395.6	252.0	289.8	3.04	27.5	3.31	20.58	16.40	5.77	2.47	8.3
10.00	1.20	350.6	420.7	256.8	308.2	3.15	27.5	3.39	20.59	16.40	5.91	2.55	8.2
10.00	1.25	357.0	446.3	261.6	327.0	3.25	27.5	3.46	20.60	16.40	6.05	2.62	8.1
10.00	1.30	363.4	472.4	266.2	346.1	3.35	27.5	3.52	20.61	16.40	6.18	2.69	7.9
10.00	1.35	369.6	498.9	270.7	365.5	3.45	27.5	3.57	20.62	16.40	6.31	2.76	7.9
10.00	1.40	375.7	526.0	275.2	385.3	3.55	27.5	3.62	20.63	16.40	6.44	2.84	7.8

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.36) = \sigma_{of,k} / 1.91$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.10

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.5	10.5	27.5	2.0	12.0	5.6	0.40	TL, steif
	21.0	12.0	27.5	5.0	25.0	18.6	0.30	GU*, steif-halbfest
	22.0	14.0	35.0	0.0	85.0	85.0	0.00	Übergangszone

Berechnung erfolgt mit E und ν $[E = (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2) / (1 - \nu) \cdot E_s]$

Erweiterung Geflügelhof Lehnertz
Habscheid

Berechnungsgrundlage: exemplarisch gemittelte Baugrundaufschlüsse

Annahme: Gründung auf mind. steifen Lehmen

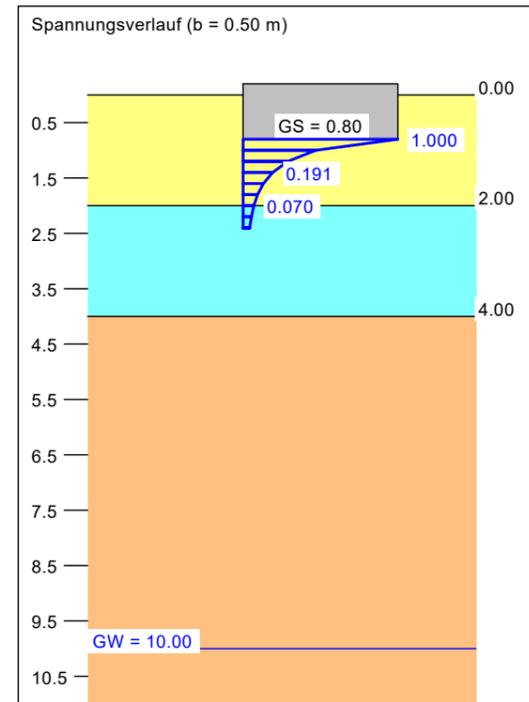
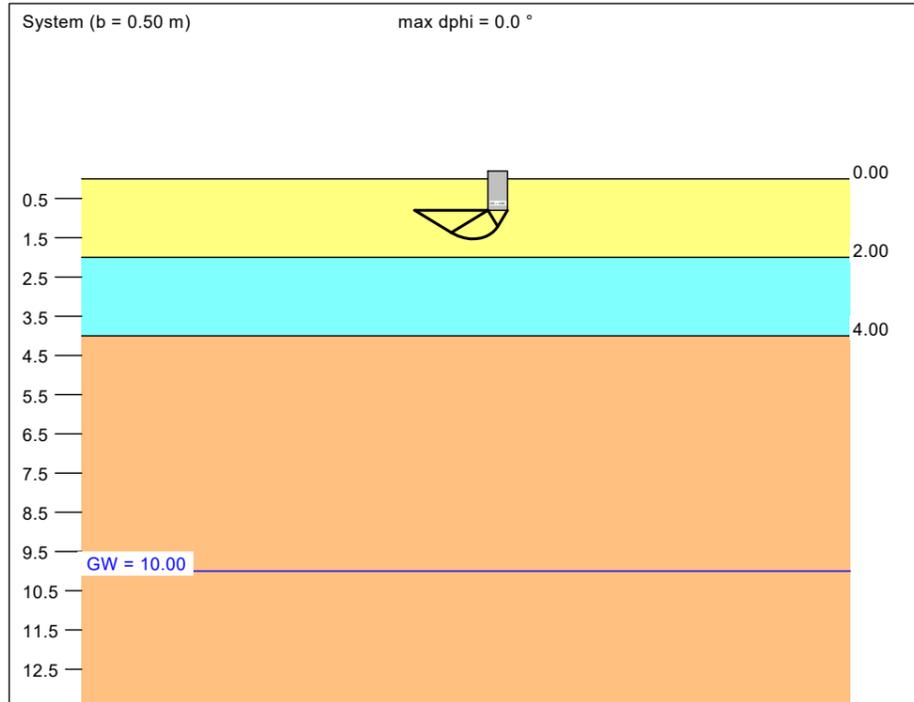
Einbindetiefe: $t = 0,8$ m



Bericht Nr. SB21183
Anlage 5.2

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente

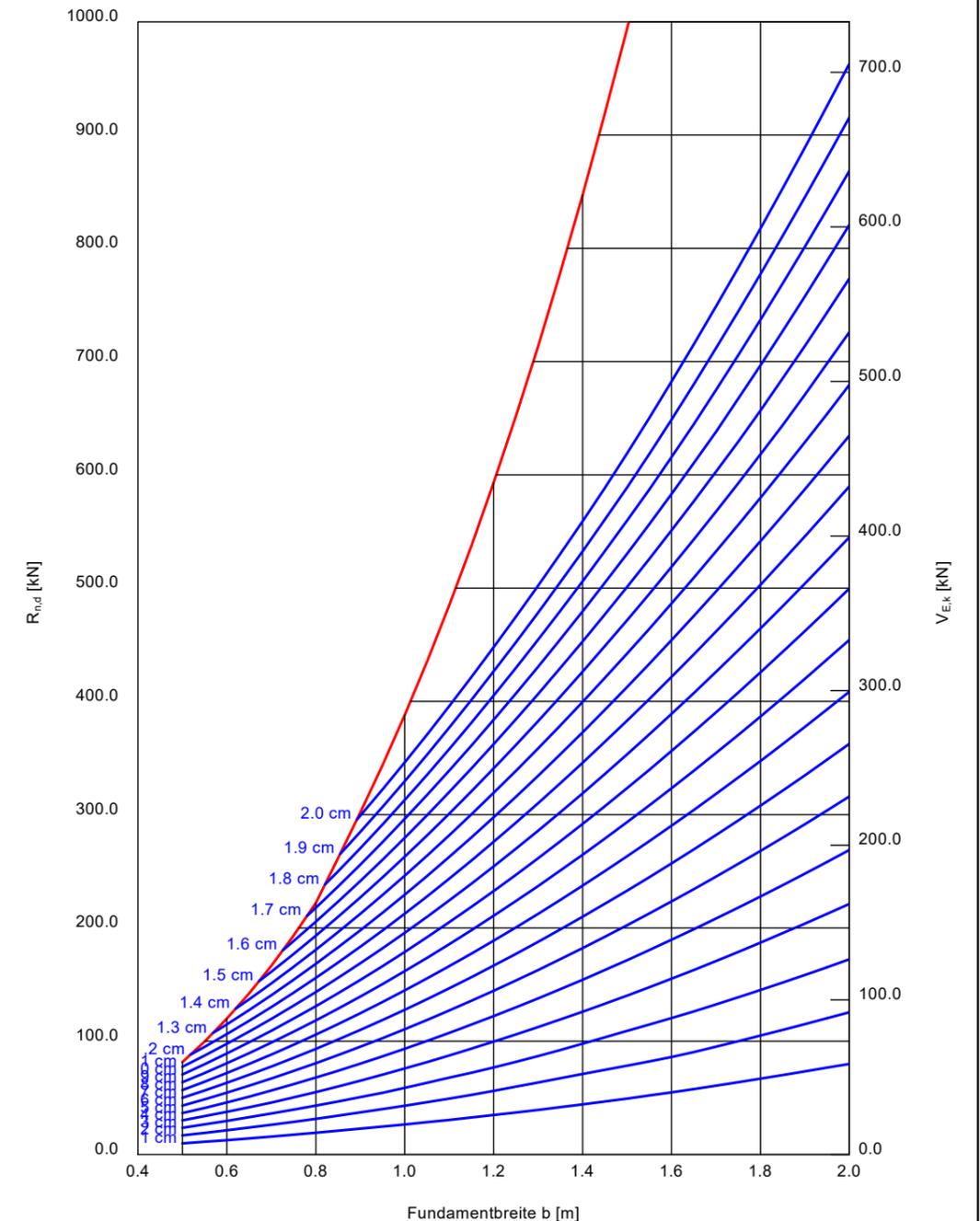
Setzungen [cm]

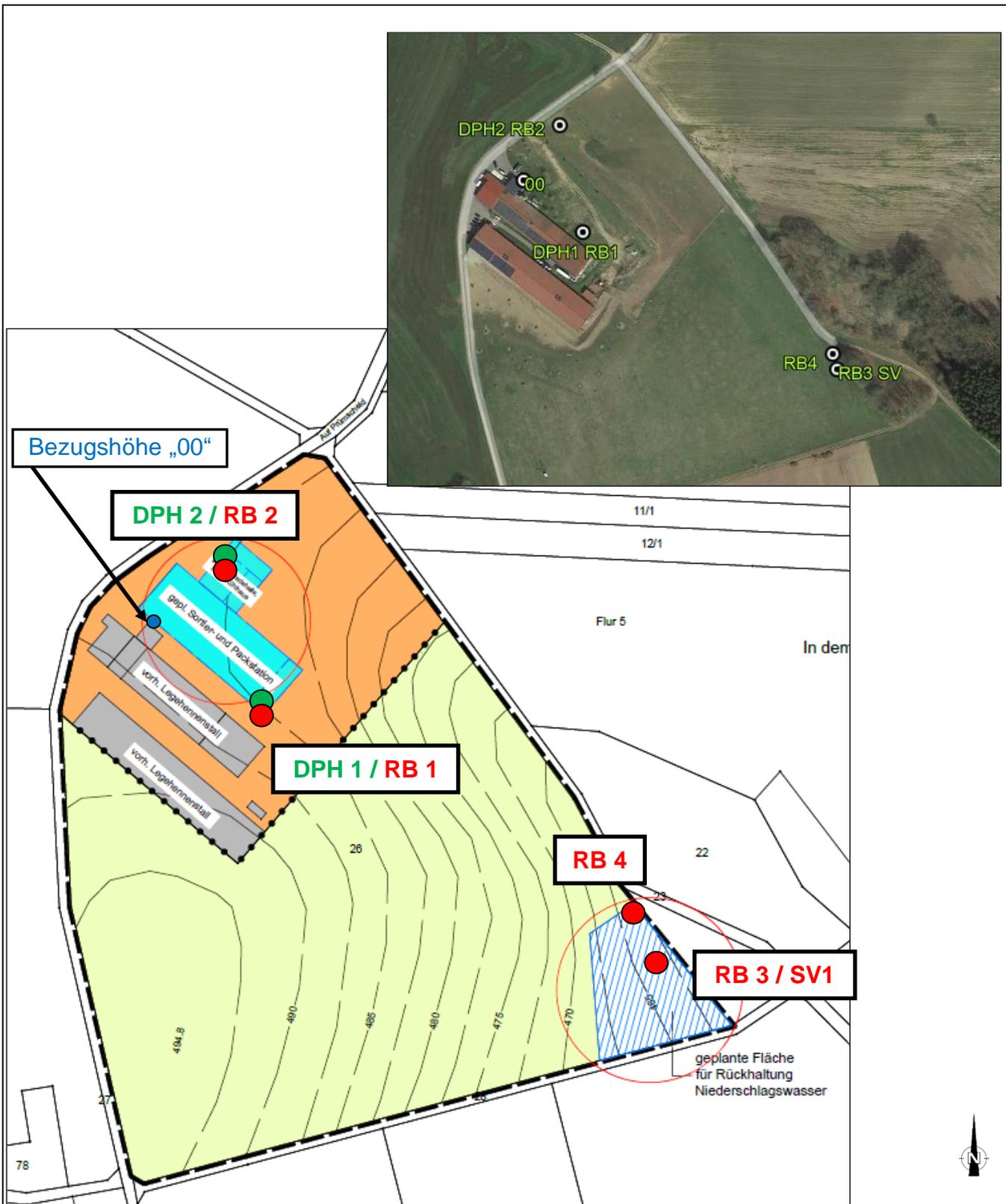


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.100
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.100 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.100) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.365$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
0.50	0.50	326.3	81.6	239.0	59.8	1.16	27.5	2.00	20.50	16.40	2.41	1.53	20.6
0.55	0.55	329.8	99.7	241.6	73.1	1.26	27.5	2.00	20.50	16.40	2.53	1.60	19.1
0.60	0.60	333.2	120.0	244.1	87.9	1.36	27.5	2.00	20.50	16.40	2.65	1.67	18.0
0.65	0.65	336.7	142.2	246.6	104.2	1.46	27.5	2.00	20.50	16.40	2.77	1.75	16.9
0.70	0.70	340.1	166.7	249.2	122.1	1.55	27.5	2.00	20.50	16.40	2.89	1.82	16.1
0.75	0.75	343.6	193.3	251.7	141.6	1.64	27.5	2.00	20.50	16.40	3.00	1.89	15.3
0.80	0.80	347.0	222.1	254.2	162.7	1.73	27.5	2.00	20.50	16.40	3.11	1.96	14.7
0.85	0.85	362.0	261.5	265.2	191.6	1.89	27.5	2.43	20.50	16.40	3.25	2.04	14.1
0.90	0.90	372.7	301.9	273.0	221.2	2.02	27.5	2.71	20.51	16.40	3.38	2.11	13.5
0.95	0.95	380.9	343.8	279.0	251.8	2.14	27.5	2.88	20.52	16.40	3.50	2.18	13.0
1.00	1.00	388.0	388.0	284.3	284.3	2.25	27.5	3.02	20.54	16.40	3.62	2.25	12.6
1.05	1.05	394.6	435.0	289.1	318.7	2.36	27.5	3.13	20.55	16.40	3.74	2.33	12.2
1.10	1.10	400.7	484.8	293.5	355.2	2.47	27.5	3.23	20.56	16.40	3.85	2.40	11.9
1.15	1.15	406.4	537.4	297.7	393.7	2.58	27.5	3.31	20.58	16.40	3.96	2.47	11.5
1.20	1.20	411.9	593.1	301.7	434.5	2.68	27.5	3.39	20.59	16.40	4.07	2.55	11.3
1.25	1.25	417.2	651.9	305.6	477.6	2.77	27.5	3.46	20.60	16.40	4.18	2.62	11.0
1.30	1.30	422.3	713.7	309.4	522.9	2.87	27.5	3.52	20.61	16.40	4.28	2.69	10.8
1.35	1.35	427.3	778.8	313.1	570.5	2.96	27.5	3.57	20.62	16.40	4.39	2.76	10.6
1.40	1.40	432.2	847.1	316.6	620.6	3.05	27.5	3.62	20.63	16.40	4.49	2.84	10.4
1.45	1.45	437.0	918.8	320.2	673.1	3.14	27.5	3.67	20.64	16.40	4.60	2.91	10.2
1.50	1.50	441.7	993.9	323.6	728.1	3.23	27.5	3.72	20.65	16.40	4.70	2.98	10.0
1.55	1.55	446.3	1072.3	327.0	785.6	3.32	27.5	3.76	20.66	16.40	4.80	3.06	9.9
1.60	1.60	450.9	1154.3	330.3	845.6	3.41	27.5	3.80	20.67	16.40	4.90	3.13	9.7
1.65	1.65	455.4	1239.8	333.6	908.3	3.49	27.5	3.83	20.67	16.40	5.00	3.20	9.6
1.70	1.70	459.8	1328.9	336.9	973.5	3.58	27.5	3.87	20.68	16.40	5.10	3.27	9.4
1.75	1.75	464.2	1421.6	340.1	1041.5	3.66	27.5	3.90	20.69	16.40	5.20	3.35	9.3
1.80	1.80	468.5	1518.1	343.3	1112.2	3.75	27.5	3.93	20.70	16.40	5.30	3.42	9.2
1.85	1.85	472.8	1618.3	346.4	1185.6	3.83	27.5	3.96	20.70	16.40	5.40	3.49	9.0
1.90	1.90	477.1	1722.3	349.5	1261.8	3.91	27.5	3.99	20.71	16.40	5.50	3.56	8.9
1.95	1.95	481.3	1830.2	352.6	1340.8	3.99	27.5	4.01	20.72	16.40	5.59	3.64	8.8
2.00	2.00	485.5	1942.0	355.7	1422.7	4.08	27.5	4.04	20.72	16.40	5.69	3.71	8.7

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.36) = \sigma_{of,k} / 1.91$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.10





Bezugshöhe „00“

DPH 2 / RB 2

DPH 1 / RB 1

RB 4

RB 3 / SV1

geplante Fläche für Rückhaltung Niederschlagswasser



Legende

- RB Kleinrammbohrung DN 80 / 60
- DPH Schwere Rammsondierung
- Höhenbezugspunkt
- SV Schluckversuch (OpenEndTest)

Objekt	Erweiterung Geflügelhof Lehnertz, Habscheid
Proj.-Nr.	SB21183
Aufschlussdatum	14.09.2021
Maßstab	schematisch
Anlage	6
Bearbeiter	PB

