

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Ortsgemeinde Oberotterbach

Raiffeisenstraße 20

76889 Oberotterbach



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.: B18023
Projekt: Bebauungsplan „Rotackerweg“ in der Ortsgemeinde Oberotterbach
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Dipl.-Ing.(FH) Stefan Lübeck
Datum: 08.05.2018
Verteiler: vorab per e-mail an info@oberotterbach.de
Kopie per e-mail an planungsbuero-wolf@t-online.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0 - Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

www.icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824 - Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

Kreissparkasse Kaiserslautern
Volksbank Kaiserslautern-Nordwestpfalz eG

IBAN DE89 5405 0220 0000 971531
IBAN DE60 5409 0000 0001 555600

BIC MALA DE 51 KLK
BIC GENO DE 61 KL1

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Leistungsumfang	4
2	Aufschlussergebnisse und Kenngrößen	7
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung.....	10
3.1	Allgemein	10
3.2	Allgemeines zur Gründung von Gebäuden	11
3.3	Gebäudegründung	14
3.4	Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung.....	17
3.5	Leitungsgräben.....	18
4	Erdbautechnische Hinweise	19
4.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung.....	19
4.2	Grabenverfüllung.....	22
4.3	Rohr- und Schachtgründung.....	24
4.4	Anordnung von Sperrriegeln.....	25
4.5	Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden	25
5	Gebäudeabdichtung	27
6	Versickerungseignung der anstehenden Böden	28
6.1	Allgemeines.....	28
6.2	Ermittlung des kf-Wertes im Feld.....	28
6.3	Interpretation der Ergebnisse	29
6.4	Hinweise zum Bau von Erddämmen bei Versickerungsmulden	30
7	Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen.....	31
7.1	Erdplanum.....	31
7.2	Straßenoberbau	32
7.3	Gehwege.....	33
8	Radonpotential	33
8.1	Allgemeines.....	33
9.2	Durchgeführte Untersuchungen.....	34
9.3	Bewertungsgrundlage, Ergebnis und Beurteilung	35
10	Schlussbemerkung	36

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023 sowie Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Zustandsgrenzen nach DIN 18122
4. Versickerungsversuche / Auffüllversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test)
5. Gründung mittels Streifenfundamenten:
Grundbruch und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019
6. Radon-Ergebnisbericht Nr 16-03-18.2 vom 16.03.2018, Fa. ALTRAC (Berlin)
7. Lageplan

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) wurde durch das Planungsbüro Wolf, Weberstraße 27, 67655 Kaiserslautern im Namen und auf Rechnung der Ortsgemeinde Oberotterbach hinsichtlich der beabsichtigten Erschließung des Baugebiets „Rotackerweg“ in Oberotterbach mit der orientierenden Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Für die Bearbeitung standen folgende Entwurfsunterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

- [1] Lageplan, Vorentwurf, Bebauungsplan „Rotackerweg“, Blatt-Nr. 502-1, Maßstab 1:500, Planungsbüro Wolf, Kaiserslautern, Stand: Januar 2018, .pdf-Format
- [2] Katasterplan Ortsgemeinde Oberotterbach, ohne Maßstab, Verfasser und Stand unbekannt, .dxf-Format



Bild 1: Projektgebiet zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (12.02.2018)

Es wird darauf hingewiesen, dass sich der Umfang der durchgeführten Untersuchungen auftragsgemäß im Wesentlichen auf die Erschließung des Baugebietes (Straßenbau und Kanalbau) sowie die Versickerungseignung beschränkte. Die Angaben zur Gebäudegründung haben lediglich orientierenden Charakter und sollen zu einer Ersteinschätzung der Baugrundsituation dienen. Detailangaben bezüglich der Wohnbebauung (Grundstücksgrößen, Gebäudeabmessungen, Gründungstiefen, Bauwerkslasten, etc.) liegen im derzeitigen Projektstadium nicht vor, so dass zu Gründungsfragen bzw. zur baueologischen und hydrogeologischen Beurteilung nachfolgend nur in allgemeiner Form Stellung genommen werden kann.

In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die beauftragten punktuellen Erkundungsarbeiten lediglich eine Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 darstellen. Sie können keinesfalls weitergehende, im Zuge der Bebauung der Einzelgrundstücke objektspezifisch erforderlich werdende Hauptuntersuchungen und Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf der Bauwerksgründungen ersetzen.

Die im vorliegenden Bericht getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die punktuellen Aufschlussergebnisse und Geländehöhen zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 12.02.2018 insgesamt **-3-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 3 (DN 80/60/50) nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Die Bohrungen wurden in einer Zieltiefe von 3,00 m bis 4,00 m beendet.

Zur Installation von **-1-** Radonmessdose wurde außerdem 1 Bohrung bei RB 3 bis in eine Zieltiefe von 1,0 m u GOK niedergebracht.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt **-3-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen wurden bis in Tiefen zwischen 5,40 m und 6,40 m u GOK niedergebracht. Sie waren alle ausgerammt.

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).

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurden im bodenmechanischen Labor an **-1-** charakterisierenden Bodenprobe die Zustandsgrenzen nach ATTERBERG gemäß DIN 18122 bestimmt (Anlage 3).

Zur Beurteilung der Versickerungseignung der anstehenden Lockergesteinsböden wurden zudem insgesamt **-2-** Versickerungsversuche / Auffüllversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) durchgeführt. Die Versuchsprotokolle sind als Anlage 4 beigefügt.

Die Aufschlusspunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe mittels GNSS-Vermessung eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse geht aus dem Lageplan in Anlage 7 hervor.

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 $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 ermittelt, weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 gebildet.

Die Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse gehen aus nachfolgender Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse

Höhen- und Koordinatenangaben					
Projekt:	Bebauungsplan „Rotackerweg“ in der Ortsgemeinde Oberotterbach				
Datum:	12.02.2018				
Beobachter:	Schnell				
Koordinatensystem:	UTM (WGS 84) - Koordinatensystem				
Kleinrammbohrung (RB)	UTM – Koordinaten (Zone 32 U)		Ansatzpunkt (AP) [m ü NN]	Endteufe	
	Rechtswert [m]	Hochwert [m]		[m u AP]	[m ü NN]
RB 1 / DPH 1	425266,670	5435438,331	211,46	3,00	208,46
				6,40	205,06
RB 2 / DPH 2	425311,956	5435502,987	206,70	4,00	202,70
				6,40	200,30
RB 3 / DPH 3	425388,930	5435538,73	202,53	3,00	199,53
				5,40	197,13

Der vorliegende geotechnische Bericht fasst die Ergebnisse der voran genannten Untersuchungen zusammen und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung.

2 Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Gemäß Geologischer Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1 : 300000 liegt das Untersuchungsgebiet im stratigraphischen Verbreitungsgebiet des Unteren Buntsandsteins der Pfalz (sRs; Trias; Rehberg- und Schlossberg-Schichten; ST; Trias; Trifels-Schichten), des Mittleren und Oberen Buntsandsteins der Pfalz (smo; Trias) sowie des Oberen Zechsteins (zo; Perm; Annweiler- und Speyerbach-Schichten). Diese Schichten grenzen an den sog. „Mergeltertiär“ (MT; Tertiär) und den Bereich der überwiegend aus Löß, Lößlehm, Schwemmlöß und Sandlöß (Lo; Quartär) aufgebauten Sedimente des Pleistozäns, welche aus z. T. umgelagerten Schluffen bis schluffigen Lehmen und sandigen Schluffen bestehen.

Entsprechend der regionalgeologischen Situation lässt sich auf Grundlage der Aufschlussergebnisse das nachfolgende, in Schichtglieder (SG) unterteilte Grundsatzprofil unterhalb der ca. 0,20 m mächtigen Oberbodenschicht ableiten:

SG I: bindige feinkörnige Böden

Schluffe, schwach feinsandig bis feinsandig, tonig

Tone, schwach feinsandig, schluffig

Konsistenz: weich bis steif, steif bis halbfest, bereichsweise breiig bzw. fest

Farbe: beige, braun

Bodengruppen: TL, TM, TM/TA nach DIN 18196

SG II: Übergangszone / Festgestein

- nicht im direkten Aufschluss nachgewiesen -

Sandstein, Schluffsteine

Bodenklasse 6 und 7 nach DIN 18300:2012-09

Die Übergangszone zum Festgestein bzw. das Festgestein selbst (Schichtglied SG II) konnte mit den durchgeführten Erkundungsarbeiten verfahrensbedingt nicht direkt aufgeschlossen werden und kann somit bei derzeitigem Kenntnisstand nicht weitergehend nach DIN 18300 klassifiziert werden.

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie den ggfs. erforderlichen erdstatischen Berechnungen kann von den in Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerten (Rechenwerte) und den dort tabellarisch nach DIN 18196 und 18300:2012-09 dokumentierten Bodengruppen ausgegangen werden. Die Festlegung der Frostschutzklassen erfolgte auf der Grundlage der ZTV E-StB 17-Klassifizierung. In Bezug auf die Rohrstatik bzw. die Eignung als Verfüllmaterial wurden die Bodenarten nach DIN 18196 den Bodengruppen G1 bis G4 gemäß ATV – A127 zugeordnet.

Die charakteristischen Kenngrößen der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Charakteristische Kenngrößen und Parameter

	SG I bindige feinkörnige Böden	SG III Übergangszone / Festgestein¹⁾
Bodengruppe (DIN 18196)	TL, TM, TM/TA	--
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	4, 6, (2) ⁺⁾	6, 7
Homogenbereich ^{**)} (DIN 18300:2016-09)	4, 6b, (2) ⁺⁾	6c, 7
Benennung von Fels (Petrographie) / Veränderlichkeit (DIN EN ISO 14689-1)	--	Sandsteine: nicht veränderlich Schluffsteine: veränderlich bis stark veränderlich
Bodengruppe (ATV DVWK-A 127)	G4	--
Konsistenz	weich bis fest	--
Lagerungsdichte	--	--
Plastizität	TL: leicht plastisch TM, TM/TA: mittelplastisch	
Wichte (DIN 1055) erdfeucht γ_k [kN/m ³] unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	19,0 – 21,0 9,0 – 11,0	22,0 – 24,0 12,0 – 14,0
Scherfestigkeit Reibungswinkel $\text{cal } \varphi'$ [Grad] (DIN 1055)	22,5 – 27,5	27,5 – 37,5 Kluftreibungswinkel
Scherfestigkeit Kohäsion (DIN 1055) $c_{u,k}$ [kN/m ²]	weich – steif: 5 – 20 steif – halbfest: 15 - 30	
c'_k [kN/m ²]	weich – steif: 0 – 2 steif – halbfest: 2 - 10	
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	8 - 30	> 80
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F3	--
Durchlässigkeitsbeiwert $\text{cal } k_f$ [m/s] (Literaturangaben)	$10^{-6} - 10^{-11}$	kluftabhängig
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	Ein Vorkommen ist nicht auszuschließen; die Bestimmung des Massenanteils ist aufgrund der beauftragten Erkundungs- verfahren jedoch nicht möglich.	--- --- ---
Bemessungswert des Sohlwider- stands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] nach DIN 1054:2010-12	TM, TL: 200 ¹⁾	> 380

⁺⁾ 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⁾ Auf Grundlage der regionalgeologischen Situation angenommene Werte

^{**)} Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, nicht aufgrund einer ausgeführten LAGA-Analytik in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe. 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.

¹⁾ Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit b bzw. $b' = 0,5$ 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 nochmals hingewiesen. Für andere Einbindetiefen gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.1. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden. Bei Anwendung der Werte nach Tabelle A 6.1 ist bei Fundamentbreiten bis 1,5 m mit Setzungen von etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten mit ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärkeren Setzungen zu rechnen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
1	Oberboden
(2)	Böden der Bodengruppen TL, TM und TM/TA in flüssiger oder breiiger Konsistenz ohne LAGA-Zuordnungs-klasse
4	Böden der Bodengruppe TL, TM und TM/TA in steifer bis halbfester Konsistenz, leicht plastisch bis mittelpastisch, ohne LAGA-Zuordnungs-klasse
6b	Böden der Bodengruppe TM/TA in fester Konsistenz ohne LAGA-Zuordnungs-klasse
6c	Fels mit sehr kleinen bis mittleren (\cong Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) Abmessungen der Gesteinskörper, vollständig bis mäßig verwittert, ohne LAGA-Zuordnungs-klasse
7	Fels mit mittleren (\cong Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) bis sehr großen Abmessungen der Gesteinskörper, schwach verwittert bis frisch, ohne LAGA-Zuordnungs-klasse

Durch die im bodenmechanischen Labor an den charakteristischen Bodenproben ausgeführten Laborversuche wurden die Kenngrößen nach Tabelle 2 verifiziert.

Bodengruppen nach ATV-A127

Im Bereich der Rohrgrabensohlen, der Bettungsschicht, der Seitenverfüllung und Abdeckung nach DIN EN 1610 stehen überwiegend schlecht verdichtbare bindige Bodenarten an. Die aufgeschossenen bindigen Deckschichten sind der Bodengruppe G4 zugehörig und nur bedingt für den Wiedereinbau geeignet.

Bindige Böden der Bodengruppe G4 können bei zu hohem Wassergehalt durch ungünstige Witterungseinflüsse (Regen, Frost, Austrocknung) für den Einbau unbrauchbar werden. Sie sind vor entsprechenden Einflüssen zu schützen.

Wasserstände

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (12.02.2018) bei keinem der durchgeführten Aufschlüsse bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachweisbar. Lediglich im Bereich der RB 2 konnte im Zuge der Bohrarbeiten ein Nachfall von nassem, breiigem Material in einer Tiefe zwischen ca. 2,00 m und ca. 3,00 m beobachtet werden. Ein Anschnitt einer Schichtwasserführung ist hier nicht auszuschließen.

Gleichwohl ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser 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 Staunässehorizonte auf Schichtlagen oberhalb eines geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

3.1 Allgemein

Der beauftragte Untersuchungsumfang stellt lediglich eine Voruntersuchung dar. Weitergehende Erläuterungen sind nach den geplanten ergänzenden Baugrunduntersuchungen möglich.

Im Projektgebiet stehen überwiegend bindige feinkörnige Böden mit hohem Feinkornanteil der Bodengruppen TL, TM und TM/TA des Schichtgliedes I in weicher bis halbfester Konsistenz an. **Die feinkörnigen Böden der Bodengruppen TL, TM und TM/TA des Schichtgliedes SG I stellen ab mindestens steifer Konsistenz allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar.**

Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen nicht belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen. Die aufgeschlossenen bindigen Böden gehören nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 4. Ab fester Konsistenz sind diese Böden der Bodenklasse 6 nach DIN 18300:2012-09 zugehörig.

Durchnässte, breiige Böden sind in die Bodenklasse 2 einzuordnen. Sie sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., Schichten mit erhöhtem Feinkornanteil 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.

3.2 Allgemeines zur Gründung von Gebäuden

Bei sämtlichen Gründungselementen ist zur Gewährleistung der Frostsicherheit eine Mindesteindeptiefe von 80 cm zu gewährleisten. Generell ist auf ein einheitliches, ggf. zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

Für typische Gründungsarten, häufig vorkommende Bodenarten und Fundamentabmessungen – sogenannte Regelfälle – enthält DIN 1054:2010 Tabellenwerte für Bemessungswerte des Sohlwiderstands (Tabellen A 6.1 – A 6.8).

Die aufgeführten Werte gehen zurück auf Grundbruch- und Setzungsberechnungen, so dass für Regelfälle auf die Nachweise für die Grenzzustände Grundbruch (GEO-2), Gleiten (GEO-2) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS) verzichtet werden kann. Da das Regelfallverfahren ein vereinfachter Nachweis ist, muss vor jeder Bemessung sorgfältig geprüft werden, ob die in der DIN 1054:2010 angeführten Anwendungsgrenzen eingehalten sind. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, oder werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstands überschritten, sind die o.g. Nachweise alle zu führen.

Als eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung der Tabellenwerte gilt eine ausreichende Festigkeit des Baugrunds in einer Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite, mindestens aber 2,0 m entspricht. Bei nichtbindigen Böden wird dies durch die in Tabelle A 6.3 von DIN 1054 angegebenen Werte für die Lagerungsdichte, den Verdichtungsgrad und den Spitzenwiderstand der Drucksonde nachgewiesen. Bei bindigen Böden muss eine mindestens steife Konsistenz bzw. eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens 120 kN/m² ermittelt worden sein.

Die auf der Grundlage der Tabelle A 6.1 für nichtbindige Böden bemessenen Fundamente können sich bei Fundamentbreiten bis 1,50 m um etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärker setzen. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.5 bis A 6.8 für bindigen Boden kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Liegt ein Regelfall nicht vor, oder sollen die in DIN 1054:2010 angegebenen Werte überschritten werden, so ist der Nachweis zu führen, dass die zu erwartenden Setzungen für das Gebäude unschädlich sind und die Grundbruchsicherheit gewährleistet ist.

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 ist bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) erfahrungsgemäß folgende Mindestanforderung an die Schlagzahlen zu stellen:

Schwere Rammsonde:	steife Konsistenz:	Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$
	mitteldichte Lagerung	Schlagzahlen $N_{10} \geq 4 \pm 1$

Die Konsistenz der bei den Kleinrammbohrungen entnommenen Bodenproben ist hier jedoch günstiger als die Konsistenz, die sich anhand der Ergebnisse der schweren Rammsondierungen bei einer Auswertung nach PLACZEK ergeben würde. Ein direkter Vergleich zwischen Schlagzahlen und tatsächlicher Konsistenz ist somit nicht möglich, bzw. führt zur Fehlinterpretation. Diese Differenz kann unter anderem auf eine sehr geringe Mantelreibung des Sondiergestänges in den hier aufgeschlossenen bindigen Böden zurückgeführt werden.

Aufgrund dieser Tatsache wurde durch Korrelation zwischen der ausgeführten Kleinrammbohrung und der schweren Rammsondierungen zur weiteren Beurteilung folgende Schlagzahl für eine mindestens steife Konsistenz zu Grunde gelegt.

Schwere Rammsonde: steife Konsistenz: Schlagzahlen $N_{10} \geq 3$

Nach Auswertung der Ergebnisse der drei niedergebrachten Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3) ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 4 dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung (bis zur Endteufe der ausgeführten Sondierungen).

Tabelle 4: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig ausreichender Festigkeit

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m ü NN]
DPH 1	1,20	ca. 210,3
DPH 2	1,90	ca. 204,8
DPH 3	1,30	ca. 201,2

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist in den überwiegenden Bereichen des Baufelds vermutlich die Anwendung des vereinfachten Verfahrens nicht möglich. Jedoch stellen die Aufschlüsse lediglich Stichproben dar, und es kann somit nicht ausgeschlossen werden, dass auch Bereiche im Projektgebiet aufgeschlossen werden, bei denen die Baugrundverhältnisse die Anwendung des vereinfachten Verfahrens zulassen.

Eine Gründung von Gebäuden ist jedoch selbstverständlich auch in Böden möglich, die nicht den Vorgaben der DIN 1054 entsprechen. Allerdings sind bei einer Gründung in Erdstoffen weich-steifer Konsistenz bzw. lockerer Lagerung die Bauwerksverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen und die Sicherheit gegen Grundbruch gesondert nachzuweisen. Eine objektbezogene Baugrunderkundung ist daher unerlässlich.

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse sind Gebäudegründungen sowohl mittels Streifenfundamenten als auch Gründungen mittels elastisch gebetteter, tragender Stahlbetonbodenplatten auf entsprechend ausreichend dimensionierten Gründungspolstern (Bodenaustausch) aus gut verdichtbaren, nichtbindigen Erdstoffen möglich.

Die genaue Dimensionierung der erforderlichen Gründungspolster (abhängig nach Größe der auftretenden Lasten und der zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen) kann jedoch nur auf Grundlage ergänzender objektbezogener Baugrundaufschlüsse und detaillierter Setzungsberechnungen erfolgen.

Für herzustellende Langzeitböschungen ohne zusätzliche Last

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Langzeitböschungen entstehen oder angeschüttet werden, können in Abhängigkeit von der Bodenart und der Böschungshöhe hinsichtlich der Böschungsneigung die nachfolgenden Anhaltswerte in Anlehnung an den FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB 09 (Fassung 2011) zugrunde gelegt werden. Diese gelten nur für unbelastete Langzeitböschungen ohne Strömungsdruck.

Grobkörnige Böden:

Kiese, Sande: 1 : 1,5
 Feinsande: 1 : 2,0

Gemischtkörnige Böden:

Schluffig-tonige Böden (GU): 1 : 1,5

Bindige, feinkörnige Böden (UL, TL, TM) und gemischtkörnige Böden (GU*, SU, SU*):

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

Die Standsicherheit steilerer Böschungen, von Böschungen mit Strömungsdruck bzw. von belasteten Langzeitböschungen ist im Einzelfall gemäß DIN 4084 nachzuweisen. Ggf. sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, Gabionen, usw. zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind.

Die Böschungen sind durch Ausrundung ihrer Übergangsbereiche gut in das Gelände einzupassen. Neben dem gestalterischen Element wirken ausgerundete Übergänge der Erosion und den Spreizspannungen im Böschungsbereich entgegen.

Zum Schutz vor Erosion durch Witterungseinflüsse sind Langzeitböschungen umgehend zu begrünen.

Der Abstand eines Gebäudes von der Böschungskante muss so groß sein, dass die Böschung keine Belastung durch das Gebäude erfährt. Bei einer Böschungshöhe von ca. 1,00 m wäre das je nach Böschungsmaterial ein Abstand von ca. 1,60 m bis ca. 2,40 m. Für größere Böschungshöhen sind die Abstände entsprechend zu vergrößern.

Sollten die Platzverhältnisse dafür nicht ausreichend sein, sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind (s. oben).

3.3 Gebäudegründung

Einzel-/ Streifenfundamente

Sollten bei Gründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten in Höhe der Fundamentsohlen Böden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen (bindige Böden von weicher bzw. weich-steifer Konsistenz oder nichtbindige Böden von lockerer Lagerungsdichte), sind die Fundamente bis zum Erreichen der Böden von mindestens ausreichender Tragfähigkeit (Böden mit mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung) tieferzuführen, oder unterhalb der Fundamente ist ein Gründungspolster einzubauen.

Zur orientierenden Abschätzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstands in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen bzw. der Fundamentbreite unter Berücksichtigung des Setzungsverhaltens wurden beispielhaft Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 für die ständige Bemessungssituation (BS-P) nach EC 7 für eine Einbindetiefe von 0,80 m durchgeführt (Anlage 5). Dabei wurde basierend auf den Ergebnissen der ausgeführten Kleinrammbohrungen und schweren Rammsondierungen als „worst-case“-Betrachtung angenommen, dass die Fundamente in bindigen Böden der Bodengruppe TL von steifer Konsistenz zu liegen kommen, wobei die Mächtigkeit der bindigen Böden mit 5,00 m angesetzt wurde.

Zur Berücksichtigung der setzungsaktiven Schichtung wurde der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ auf 200 kN/m² begrenzt.

Diese Berechnungen ersetzen jedoch nicht eine objektbezogene Baugrunderkundung mit gesonderten Nachweisen.

Die Gründungsaufstandsflächen sind vor dem Einbringen des Fundamentbetons gründlich nachzuverdichten.

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.

Betrachtet werden Streifenfundamente mit einer Länge von 10 m und Breiten im Bereich zwischen 0,4 m und 1,2 m. Horizontallasten und Momente wurden nicht berücksichtigt. Die Vertikallasten sind zentrisch am Fundament angreifend zu verstehen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der orientierenden Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 von Streifenfundamenten aufgeführt (Anlage 5).

In Abhängigkeit von der maßgebenden Linienlast können dem Diagramm die bei der 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 Fundament-setzungen 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 der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Es wurde dabei eine Begrenzung der Absolutsetzung auf 2,00 cm angenommen.

Streifenfundamente

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse für *lotrecht mittig belastete* Streifenfundamente; Anlage 5
 Einbindetiefe $t = 0,80$ m; Annahme: Gründungssohle in bindigen Böden von steifer Konsistenz

Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungs- last ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Bemessungs- wert des Sohlwi- derstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Rechnerische Setzung ca. [cm]	Bettungsmodul ca. [MN/m ³]
0,4 / 0,80	53	132	0,9	10
0,6 / 0,80	85	141	1,2	8
0,8 / 0,80	153	191	1,9	7
1,0 / 0,80	200	180	2,0 ^{*)}	6
1,2 / 0,80	240	172	2,0 ^{*)}	5,5

^{*)} in der Fundamentsohle

^{*)} auf 2,00 cm begrenzt

Das Fundamentdiagramm ist als Anlage 5 beigelegt. Für andere Fundamentabmessungen und Belastungen können die zu erwartenden Setzungen dem Fundamentdiagramm entnommen werden.

Hinweis:

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

Tragende, elastisch gebettete Stahlbetonbodenplatte

Sollten bei Gründung mittels tragender Stahlbetonbodenplatte in Höhe der Gründungssohle Lockergesteinsböden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen, empfehlen wir unterhalb der Bodenplatte den Einbau eines Gründungspolsters aus gut verdichtbaren grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppen SW, GW (z. B. Sandsteinbruch, Kies-Sand oder Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56, 0/100 oder vergleichbares).

Beim Einbau eines Gründungspolsters werden die oberflächennah anstehenden z. T. gering tragfähigen Böden ganz oder teilweise durch Fremdmaterial ausgetauscht. Dies führt zur Reduzierung der Absolutbeträge der Setzungen und zur Vergleichmäßigung der Differenzsetzungen.

Wir empfehlen, auch in den Bereichen, in denen kein Gründungspolster erforderlich ist, generell ein Gründungspolster unterhalb der Bodenplatte in einer Mächtigkeit von ca. 0,20 m – 0,25 m zur Homogenisierung des Baugrunds und zur Vermeidung von Spannungsspitzen einzubringen.

Je nach Größe der auftretenden Lasten und zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen kann die genaue Dimensionierung eines Gründungspolsters jedoch nur auf Grundlage von Setzungsberechnungen erfolgen.

Bei Wahl einer Gründung mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte und Gründungspolster können für die statische Vorbemessung basierend auf Erfahrungswerten bei ähnlicher Baugrundsichtung **unter der Platte ansetzbare Bettungsmoduln k_s von etwa 2 – 5 MN/m³ für bindige Böden und 3 – 8 MN/m³ für nichtbindige Böden** 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 $k_s = \sigma/s$.

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.

Bei Wahl dieser Gründungsmethode sind nach einer objektbezogenen Baugrunderkundung sowie bei entsprechender Planungsreife und nach Vorlage der tatsächlichen Wand- und Stützenlasten ergänzende Setzungsberechnungen zu beauftragen. Auf Grundlage dieser Berechnungen kann ein optimierter Gründungsvorschlag erarbeitet werden, und die genau ansetzbaren Bettungsmoduln ermittelt werden.

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

Ggf. einzubauendes Gründungspolster und ggf. Arbeitsraumverfüllung

Wir empfehlen die Verwendung von gut verdichtbaren grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppen SW, GW (z. B. Sandsteinbruch, Kies-Sand oder Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56, 0/100 oder vergleichbares) als Fremdmaterial.

Das Gründungspolster und die ggf. erforderliche Arbeitsraumverfüllung sind 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 zu kontrollieren und nachzuweisen (z.B. mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134).

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 abgetreppert 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. Dabei sollte ggf. nur statisches Verdichtungsgerät verwendet werden.

3.4 Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung

Bei jeder Art von Gründung 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. Generell ist auf ein einheitliches, gegebenenfalls zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

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

Die dauerhafte Entwässerung des jeweiligen Arbeitsplanums ist während der gesamten Bauphase sicherzustellen.

Die Gründungssohlen bzw. die Austauschsohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Da nur punktuelle Untergundaufschlüsse erfolgten, können die erforderlichen Mächtigkeiten eines ggf. erforderlichen Gründungspolsters und der ggf. erforderlichen Füllbetonhöhen variieren.

Die endgültigen Austauschmächtigkeiten und Füllbetonhöhen sind vom Gutachter im Rahmen der Aushubarbeiten hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eignung grundsätzlich mittels geeigneter Verfahren nochmals zu prüfen.

3.5 Leitungsgräben

Angaben zu Leitungsgräben und Tiefen lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor.

Nach den Aufschlussergebnissen befinden sich eventuelle Leitungstrassen und Kanalgräben nicht im Grund- oder Schichtwassereinflussbereich, jedoch wird aufgrund entsprechender Grabentiefen ein verformungsarmer Verbau erforderlich, welcher unter Berücksichtigung der erdstatischen Parameter der Tabelle 2 für den Erdruhedruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden ist (siehe auch Abschnitt 4.1).

Es können z. B. gleitschienengeführte Verbauplatten oder großformatige Verbaufeln Verwendung finden. Verschiedene Herstellerfirmen bieten für unterschiedliche Grabentiefen und Anwendungsbereiche entsprechende Gleitschienensysteme an, so dass eine Vielzahl von Kombinationen der Einzelelemente möglich ist. In der verbauten Baugrube gegebenenfalls anfallendes Grund-, Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** (z.B. einem Draingraben mit Pumpensumpf) ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Kanalgraben abzuleiten. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten. Bei einem stärkeren Wasserzufluss ist der Grabenverbau so zu wählen, dass sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser ausgeschwemmt wird, da dies zu Sackungen und Setzungen führen kann. Lücken im Verbau (z. B. im Bereich von Hausanschlüssen) sind mittels geeigneter Maßnahmen zu sichern.

Zur Herstellung der Leitungsgräben ist die DIN 4124 zu beachten! Für die weitere Planung und Ausführung ist die DIN EN 1610 mit ATV, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen sowie das Regelwerk ATV-DVWK-A139, Einbau und Prüfung von Kanälen zu beachten.

4 Erdbautechnische Hinweise

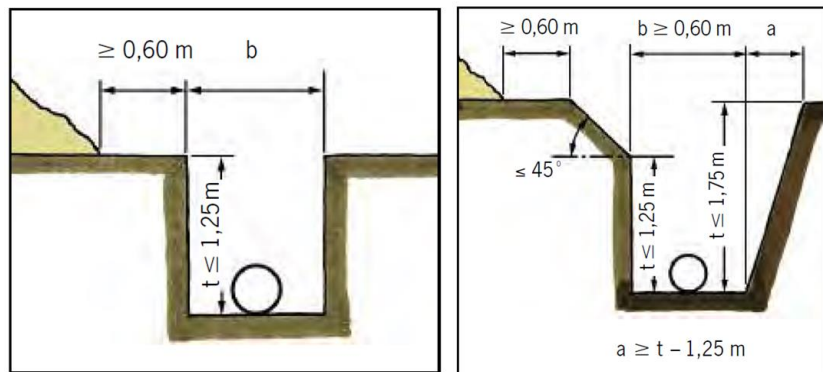
4.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

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 können 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:

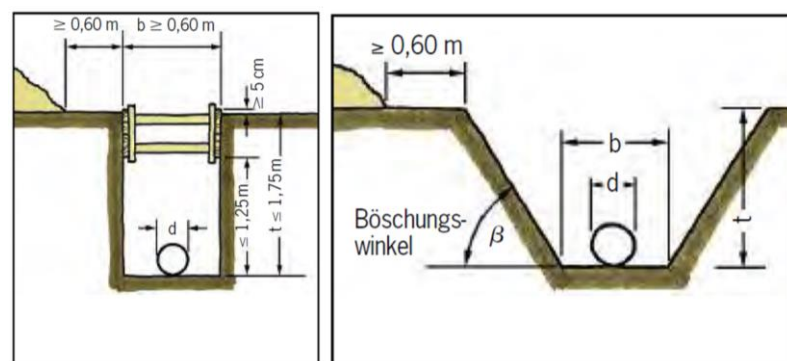
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



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

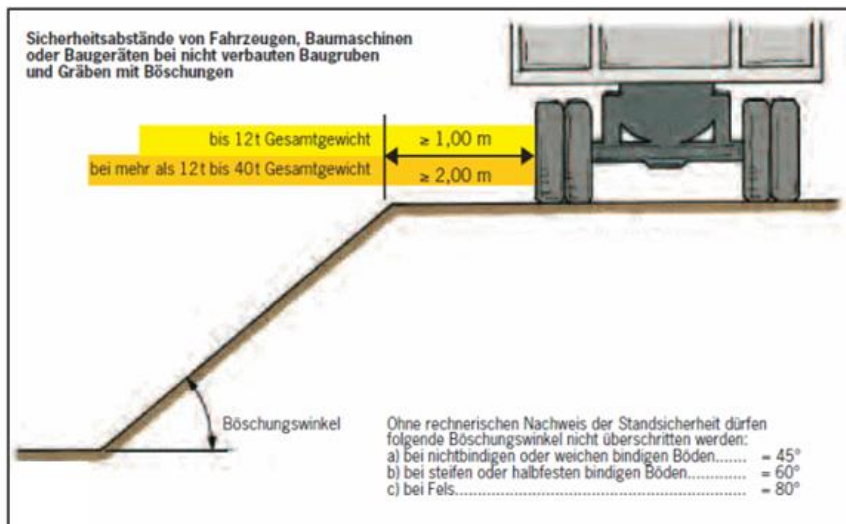
Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

Diese müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften der zu böschenden Böden 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:

nichtbindige Böden $\leq 45^\circ$
 bindige Böden $\leq 45^\circ$ bei weicher Konsistenz
 $\leq 60^\circ$ bei mindestens steifer Konsistenz



Verbau

Sind die Platzverhältnisse für die Herstellung einer entsprechend den obigen Angaben geböschten Baugrube nicht ausreichend, oder befindet sich die Baugrube im Einflussbereich bestehender Bebauung, so ist die Baugrube durch einen ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern.

Die Standsicherheit des Verbaus muss in jedem Bauzustand bis zum Erreichen der endgültigen Aushubsohle 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 instand gesetzt und verstärkt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regenfällen, bei einsetzendem Tauwetter sowie bei wesentlichen Änderungen der Belastung.

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. $\leq 45^\circ$).

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.



Gegebenenfalls anfallendes Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Baufeld abzuleiten. Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen.

Hinweis

Die im Abschnitt 4.1 „Baugruben und Gräben, Wasserhaltung“ verwendeten Graphiken wurden der Info-CD-ROM BG Bau 2012 der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen.

4.2 Grabenverfüllung

In den ZTV A-StB 12 und in den ZTV E-StB 17 wird im Graben unterschieden zwischen der „Leitungszone“ und der „Verfüllzone“. Die Leitungszone umfasst den Bereich unter und neben dem Rohr sowie bis zu 30 cm über dem Rohrscheitel. In dieser Zone sind Verfüllmaterialien nach den Vorschriften der Veranlasser, d. h. in der Regel der Leitungsbetreiber, zu verwenden.

Gemäß ZTV E-StB 17 sollte hier grobkörniger Boden bis zu einem Größtkorn von 22 mm eingesetzt werden. Darüber hinaus sind ebenfalls die Vorgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Wegen der beengten Platzverhältnisse und um eine Beschädigung der Leitung zu vermeiden, sollten sowohl in der Leitungszone als auch im Bereich der Verfüllzone bis rund 1,0 m über Rohrscheitel nur leichte Verdichtungsgeräte eingesetzt werden.

Sollen in der über der Leitungszone liegenden Verfüllzone fein- und gemischtkörnige Böden verwendet werden, muss der Einbauwassergehalt nach ZTV A-StB 12 im Bereich von $0,9 \cdot w_{Pr} \leq w \leq 1,1 \cdot w_{Pr}$ liegen. Der optimale Wassergehalt ist durch Proctorversuche gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren.

Die überwiegend vorhandenen bindigen Böden der Bodengruppen TL, TM und TM/TA sind als stark wasserempfindlich anzusehen und somit nur bedingt geeignet. Es sollte daher eine Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel erfolgen oder stattdessen ein weitgestuftes, gut verdichtbares Korngemisch eingebaut werden.

Bindige aufgeweichte Böden, die höchstens eine weiche Konsistenz aufweisen, sind nicht verdichtbar und dürfen als Kanalraumverfüllung nicht eingebaut werden, da dies z. B. im späteren Straßenkörper zu Setzungen und somit zu Straßenschäden führen wird.

Der Wiedereinbau solcher Böden ist nur bei Einsatz von Weißfeinkalk oder hydraulischen Mischbindern zur Reduzierung der Wassergehalte und zur Verbesserung der Verdichtungswilligkeit der Böden möglich. Erfahrungsgemäß ist hierbei von einem Bedarf an Weißfeinkalk oder Mischbinder von ca. 2,0 bis 3,5 M.- % bzw. 40 bis 70 kg/m³ (bei weicher Konsistenz des Erdstoffes) auszugehen.

Gemäß den Richtlinien der ZTV E StB 17 werden an die Verfüllung von Leitungsgräben in Abhängigkeit von der Bodenart (Bodengruppe nach DIN 18196) die in nachfolgender Abbildung 1 angegebenen Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades D_{Pr} in den jeweiligen Tiefenbereichen gestellt:

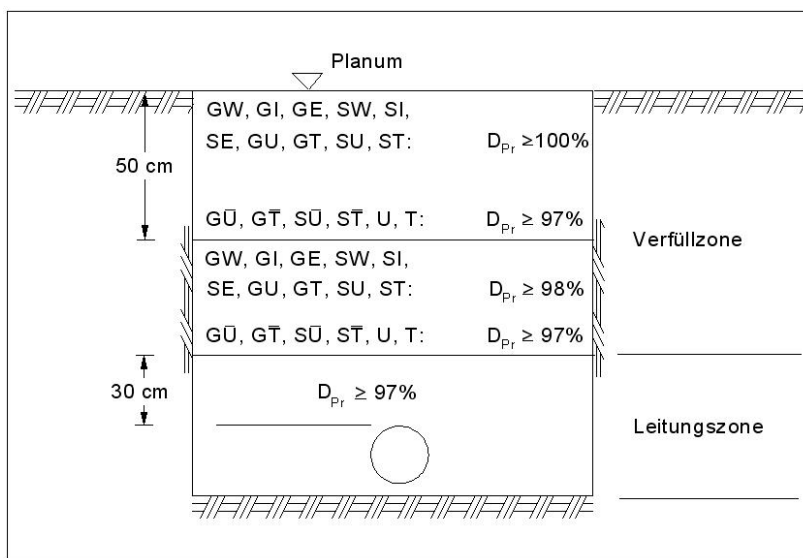


Abb. 1: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17

Wird der Kanalgraben mit grobkörnigem Ersatzmaterial verfüllt, empfiehlt es sich, im Abstand von rund 30 m Querschlüge aus Beton/Lehm/Ton einzubauen. Diese verhindern eine Dränwirkung des grobkörnigen Verfüllmaterials.

Auf dem Planum, d.h. der Verfüllzone, ist ein Verformungsmodul von mindestens 45 MN/m² nachzuweisen.

Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren!

In den Leitungsgräben ist nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen nicht mit Wasserzutritten zu rechnen. Erfahrungsgemäß können jedoch Schichtwasserführungen angeschnitten werden. Diese schichtgebundenen Wasserzutritte sind jedoch mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen ableitbar. Sollten hierzu Drainageleitungen in den Leitungsgräben verlegt werden, müssen diese im Endzustand durch Sperrriegel unterbrochen werden.

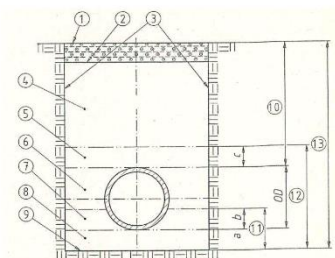
4.3 Rohr- und Schachtgründung

Eine Rohrbettung in den Lockergesteinsböden des Schichtgliedes SG I (Bodengruppen TL, TM und TM/TA) kann bei mindestens mitteldichter Lagerung, bzw. mindestens steifer Konsistenz grundsätzlich ohne zusätzliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen erfolgen.

Nasse bzw. durchweichte Gründungsbereiche sind mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 bis 40 cm gegen geeignetes Austauschmaterial (z. B. Sandsteinbruch oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW, im Bereich der Leitungszone maximal 22 mm Größtkorn gemäß ZTV E-StB 17) auszutauschen. Kann die Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Erdreich nicht gewährleistet werden, ist der Austauschkörper in ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) einzuschlagen oder durch Magerbeton zu ersetzen. Alternativ zum Bodenaustausch kann eine 10 cm mächtige Magerbetonschicht hergestellt werden. Das Rohrauflager ist nachzuverdichten. Die Ausbildung (Auflagerwinkel) ist entsprechend den Anforderungen des Rohrtyps zu wählen. Die Verlegehinweise und Richtlinien, insbesondere die statische Berechnung des Rohrherstellers sind zu beachten.

Bei der Rohrbettung ist auf die Steinfreiheit des Bettungsmaterials zu achten.

Die Dicke der unteren Bettungsschicht a und der Abdeckung c ergibt sich gemäß DIN EN 1610 wie folgt:



$a \geq 100 \text{ mm}$ bei normalen
Bodenverhältnissen

bzw.

$a \geq 150 \text{ mm}$ bei Fels oder
Böden fester Konsistenz

$c \geq 100 \text{ mm}$ über Verbin-
dung

bzw.

$c \geq 150 \text{ mm}$ über Rohr-
schaft

Die Dicke der oberen Bettungsschicht b orientiert sich am Außendurchmesser OD und muss der statischen Berechnung entsprechen.

Schachtbauwerke sollten generell auf einer Ausgleichsschicht (verdichteter Schotter 0/56, mindestens 0,2 m mächtig) bzw. Magerbeton gegründet werden.

4.4 Anordnung von Sperrriegeln

Bei Wasserzutritten in Leitungsgräben müssen nach DWA-A 139 Maßnahmen vorgesehen werden, um die dränierende Wirkung des Rohraufagers, der Leitungszone und der Kanalgrabenverfüllung zu unterbinden.

Leitungsgräben in Böden mit geringer Wasserdurchlässigkeit (hier: z.T. bindige Böden der Boden-
gruppen (TL, TM und TM/TA) können in der Regel nicht wieder mit dem anstehenden Boden verfüllt
werden, es werden dafür verdichtungsfähige Austauschböden verwendet. Diese haben i.d.R. eine
wesentlich höhere Wasserdurchlässigkeit. Der Leitungsgraben wirkt dadurch wie eine Drainage
und kann damit zu einer Beeinflussung der Grundwassersituation führen. Sollte es dadurch zum
Absenken des Grundwasserspiegels kommen, können Setzungen an Bauwerken die Folge sein.

In solchen Bereichen sind an geeigneten Stellen Sperrriegel/Dichtriegel aus Beton oder bindigem
Material anzuordnen. Sie müssen die Rohraufagerschicht, die Leitungszone und die durchlässige
Kanalgrabenverfüllung vollständig durchtrennen und an der Grabensohle sowie den Flanken in den
anstehenden Boden einbinden. Die Ausführungshinweise des DWA-A 139 Merkblatts sind zu be-
achten.

Verlegte Drainagen zur Wasserhaltung während des Bauzustandes müssen auch durch die Sperr-
riegel unterbrochen werden.

4.5 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Die gewonnenen Erdstoffe der Bodengruppen TL, TM und TM/TA können erfahrungsgemäß **nur bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell bis $\approx 0,50$ m unter Planum entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 17 für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung verwendet werden. Diese bindigen Böden sind aufgrund ihres Feinkorngehalts als stark wasserempfindlich einzustufen und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs optimal verdichtbar (steif-halbfeste Konsistenz, $I_c \approx 1$).

Sollten Böden mit zu hohem oder zu geringem Wassergehalt umgelagert werden, sind diese vor Wiedereinbau entweder zu wässern oder zu trocknen um ein optimales Verdichtungsergebnis erzielen zu können.

Bindige Böden von breiig-weicher Konsistenz sowie aufgeweichte oder durchnässte nichtbindige Böden sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden, da dies langfristig zu Setzungen führen wird. 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 auch bei günstigen Einbauwassergehalten den Einsatz geeigneter, auf die stark bindige Ausbildung der Böden abgestimmter Gerätschaften (z. B. Schafffußwalze, abschließende Übergänge mit Glattmantelwalze).

Aushubböden mit verdichtungsfähigem Wassergehalt, 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. Der Wiedereinbau von Aushubböden muss generell lagenweise erfolgen. Dabei sollte die Schütthöhe nicht größer als 0,30 m sein.

Im Bereich angrenzender Bebauung ist mit statisch wirkenden Verdichtungsgeräten zu arbeiten. Die Grundsätze und Vorgaben der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ sind zu beachten.

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Um Aufschluss über die Verwertungsmöglichkeiten geben zu können, müssten orientierende Deklarationsanalysen nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 ausgeführt werden. Die dazu notwendigen Bodenproben werden unsererseits maximal 6 Monate nach Berichtserstellung vorgehalten.

5 Gebäudeabdichtung

Bezüglich der erforderlichen Bauwerksabdichtung sind die Angaben und Hinweise der neuen Abdichtungsnorm für erdberührte Bauteile DIN 18533-1 (Stand Juli 2017) 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** „nicht drückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten“ bei überwiegend anstehenden wenig durchlässigen, feinkörnigen Böden der Bodengruppe TL und TM ($k_f < 10^{-4}$ m/s) mit Dränung nach DIN 4095 anzunehmen.

Bei nicht vorhandener Dränvorflut ist eine Abdichtung nach DIN 18533-1, Wassereinwirkungsklasse **W 2.1-E** „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe“ anzunehmen. Oberflächenwasser sollte geordnet abgeleitet werden (siehe DIN 18533-1, Abschnitt 8).

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.

Alternativ können die Kellergeschosse als „Weiße Wanne“ ausgebildet werden, wobei die Bodenplatten und Außenwände als geschlossene Wannen aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 hergestellt werden. Für die Herstellung der Bauwerke wird auf die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des DAfStb verwiesen.

6 Versickerungseignung der anstehenden Böden

6.1 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 *Topographie 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.

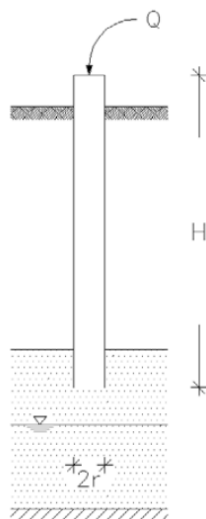
Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle von Muldenflächen sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen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

6.2 Ermittlung des k_f -Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurde im Bereich der RB 1 und RB 3 je **-1-** Schluckversuch, sog. Open-End-Tests, **SV 1** bei RB 1 und **SV 2** bei RB 3 durchgeführt. Die Versuchsprotokolle liegen 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 Rohrs (m)
 H = konstante Druckhöhe (m)

Abb. 2: Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei den durchgeführten Versuchen lag die Rohrsohle in einer Tiefe von 1,60 m u GOK. Bei den in diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um schwach tonige, schwach feinsandige bis schwach mittelsandige Schluffe der Bodengruppe TL nach DIN 18196.

Bei der Durchführung der Versickerungsversuche wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 5,29 \cdot 10^{-9}$ und $5,77 \cdot 10^{-9}$ m/s ermittelt, womit diese Böden als nur sehr schwach durchlässig zu bezeichnen sind.

6.3 Interpretation der Ergebnisse

Nach dem Merkblatt DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von ca. $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. 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.

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

Sollte ein Versickerungsbecken errichtet werden, ist dies durch weiterführende Berechnungen zu dimensionieren. Es ist auf einen ausreichenden Abstand der Versickerungsanlage zur Bebauung und der Verkehrswege zu achten.

6.4 Hinweise zum Bau von Erddämmen bei Versickerungsmulden

Homogene Dammtypen (ungegliederte Dämme ohne separate Dammdichtung) mit kurzen Einstauzeiten sind mit Erdstoffen herzustellen, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte nicht größer sind als $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Da bei Versickerungsbecken mit längeren Einstauzeiten zu rechnen ist, besteht die Gefahr dass die Dämme aufweichen. Wir empfehlen daher, bei der Herstellung der Dämme die Erdstoffe mit hydraulischem Bindemittel zu verbessern. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen! Alternativ besteht die Möglichkeit, die Dämme mit einer Dammdichtung zu versehen.

Die Verwendung von bindigen Erdstoffen der Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09 zur Herstellung der Dämme ist in hohem Maße abhängig vom Einbauwassergehalt. Die Dämme sind in Lagen von maximal 30 cm zu schütten, wobei die nachfolgende Verdichtungsanforderung zu gewährleisten ist:

$$D_{Pr} \geq 100 \% \quad \text{bindige Erdstoffe (BKL 4)}$$

Der Verdichtungsgrad ist bereits im Zuge der Erdarbeiten kontinuierlich zu kontrollieren und nachzuweisen!

Abschließend weisen wir auf die Erfordernis von Standsicherheitsnachweisen für die Erddämme der Versickerungsanlagen hin.

7 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen

7.1 Erdplanum

Im Bereich des Erdplanums sind auf Grundlage der Aufschlussergebnisse der Kleinrammbohrungen überwiegend Böden der Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09 zu bearbeiten. Basierend auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden muss davon ausgegangen werden, dass die anstehenden bindigen Böden (Bodengruppen **TL, TM und TM/TA**) die Tragfähigkeitsanforderung **$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$** selbst bei optimalen Wassergehalten (erdfeuchter Zustand, mindestens steife Konsistenz) und ordnungsgemäßer Verdichtung nicht bzw. nicht dauerhaft erfüllen. Vielmehr sind auch bei optimalen Witterungsbedingungen und fachgerechter Bauausführung lediglich erzielbare Tragfähigkeiten in der Größenordnung $E_{v2} \approx 25 \text{ MN/m}^2$ (- 35 MN/m^2) zu erwarten.

Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 genügenden Erdplanums sollte aus diesem Grund im Rahmen der Ausschreibung zumindest für Teilbereiche ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material (z. B. gebrochenes Hartgestein der Lieferkörnung 0/56) vorgesehen werden. Kann auf dem anstehenden, unverbesserten Erdplanum eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \approx 25 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden, so ist basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTVE) von einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von **ca. 25-35 cm** zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auszugehen. Der Bodenaustausch ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) vom anstehenden Untergrund zu trennen, oder die Filterstabilität des Austauschmaterials gegenüber dem anstehenden Erdreich ist nachzuweisen.

Alternativ zum Bodenaustausch ist zur Herstellung eines den Anforderungen der ZTV E-StB 17 genügenden Erdplanums auch eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln möglich. Dabei ist von einer erforderlichen **Einfrästiefe von 40 cm** auszugehen. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen!

Wir empfehlen grundsätzlich, die auf dem anstehenden, bauseits nachzuverdichtenden Erdplanum vorhandenen Tragfähigkeiten mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu überprüfen, um erforderliche Austausch- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen im Einzelfall benennen und wirtschaftlich dimensionieren zu können.

Das Erdplanum ist generell mit ausreichendem Längs- bzw. Quergefälle entsprechend den Empfehlungen der ZTV E-StB 17 herzustellen, und es ist auf eine ausreichende Drainage- bzw. Entwässerungsmöglichkeit zu achten.

7.2 Straßenoberbau

Für den frostsicheren Oberbau sind die *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen* (RStO 12) zugrunde zu legen. Lokal zu erwartende besondere Beanspruchungen sind bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Es wird für die Dimensionierung der Verkehrsflächen im Baugebiet die Belastungsklasse Bk0,3 angenommen.

Als **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus** schlagen wir bei Einstufung in die **Belastungsklasse Bk0,3** entsprechend Tabelle 2 der RStO 12 (Wohnstraße) für die basierend auf den punktuellen Aufschlussresultaten der Kleinrammbohrungen anstehenden F2- und F3-Böden sowie aufgrund der Lage des Projektgebiets in der Frosteinwirkungszone I, in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 12 vor:

Belastungsklasse Bk0,3: 50 cm

Gemäß den standardisierten Ausbauvarianten für Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F3-Untergrund/Unterbau ergibt sich gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 in Verbindung mit RStO 12, Tabelle 8 beispielsweise folgender Regelaufbau für die **Belastungsklasse Bk0,3** auf F3-Untergrund:

Belastungsklasse Bk0,3: 50cm

4 cm Asphaltdecke

10 cm Asphalttragschicht

36 cm Frostschutzschicht

$E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ ($D_{Pr} \geq 103 \%$)

Erdplanum

$E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Der Verdichtungsgrad sowie die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

Bei Einstufung in eine andere Belastungsklasse wird analog auf den entsprechenden Regelaufbau nach RStO 12 verwiesen.

Wird auf F3-Böden im Bereich des Erdplanums zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeitsanforderung jedoch ein Bodenaustausch oder eine qualifizierte Bodenverbesserung nach den ZTV E-StB 17 in einer Stärke von $\geq 25 \text{ cm}$ ausgeführt, so wird diese durch Einstufung des Erdplanums in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 berücksichtigt (Kapitel 3.2.1 der RStO 12). Demnach kann die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus der einzelnen Belastungsklassen um jeweils 10 cm reduziert werden. Die Einsparung wird durch Reduktion der Schichtdicke der Frostschutzschicht realisiert, die erforderliche Mindestdicke der Frostschutzschicht zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeit ist jedoch einzuhalten (vgl. Tabelle 8 der RStO 12).

7.3 Gehwege

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Gehwege hergestellt werden sollen, beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für Gehwege innerhalb geschlossener Ortschaften 30 cm. Steht im Untergrund ein F2- oder F3-Boden an, so ist eine Mindesttragfähigkeit von **80 MN/m²** unterhalb der Befestigung zu erreichen.

Um Schäden durch häufige Überfahr- oder Parkvorgänge zu vermeiden, empfehlen wir für die Gehwege den gleichen Aufbau zu wählen wie für den Straßenbereich.

8 Radonpotential

8.1 Allgemeines

Die Untersuchungsfläche liegt nach der Radonprognosekarte, herausgegeben vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, in einem Gebiet mit hohem Radonpotential (> 100 kBq/m³). In diesem Bereich ist in und über einzelnen Gesteinshorizonten ein hohes Radonpotential bekannt bzw. kann nicht ausgeschlossen werden.

(Anmerkung: der Begriff „lokal“ bedeutet hierbei, dass ein erhöhtes bis hohes Radonpotenzial meist eng an geologisch-tektonische Einheiten gebunden ist. Solche Bereiche besitzen deshalb eine sehr begrenzte Ausdehnung.)

Empfehlungen des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz für die Regional- und Bauleitplanung bzw. Bauausführung:

Effiziente und preiswerte Maßnahmen zum Schutz gegen Radon lassen sich am besten beim Bau eines Gebäudes verwirklichen. Nachträgliche Sanierungsmaßnahmen sind in der Regel wesentlich teurer und weniger wirksam. Frühzeitige Kenntnisse über die räumliche Verteilung der Radonkonzentration und Gasdurchlässigkeit des Baugrundes können mit dazu beitragen, dass Neubauten nicht in unangepasster Bauweise errichtet werden. Deshalb wird bereits bei der Planung von Wohnbaugebieten grundsätzlich eine orientierende Radonmessung empfohlen.

Studien des Landesamtes für Geologie und Bergbau haben ergeben, dass für Messungen im Gestein/Boden unbedingt Langzeitmessungen (ca. 3-4 Wochen) notwendig sind. Kurzzeitmessungen sind hierbei nicht geeignet, da die Menge des aus dem Boden entweichenden Radons in kurzen Zeiträumen sehr stark schwankt. Dafür sind insbesondere Witterungseinflüsse wie Luftdruck, Windstärke, Niederschläge oder Temperatur verantwortlich. Nur so können aussagefähige Messergebnisse erzielt werden.

Die bisher gemessenen Radonkonzentrationen in der Bodenluft lassen den Schluss zu, dass bei geeigneter Bauausführung praktisch überall in Rheinland-Pfalz Gebäude errichtet werden können, die bei angepasster Bauweise den notwendigen Schutz vor Radon bieten.

Bei der Ausweisung von Wohnsiedlungsgebieten – sei es auf Ebene der Regional- oder der Bauleitplanung – sollten diese geologischen Informationen berücksichtigt werden. **So sollten bei der Planung von Neubaugebieten in den Bereichen mit einem möglicherweise erhöhten Radonpotenzial im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung in jedem Fall Untersuchungen der Radonkonzentration in der Bodenluft durchgeführt werden.**

Wirkungsvolle Vorsorgemaßnahmen bedeuten bei Neubauten in den meisten Fällen keine wesentlichen zusätzlichen Kosten. Entsprechend der Ausgangslage ist es zweckmäßig, die Radonprävention mit unterschiedlichem Aufwand zu betreiben.

9.2 Durchgeführte Untersuchungen

Insgesamt -1- Radonmessdose wurde im Rahmen der Baugrunduntersuchung bis in eine Zieltiefe von 1,0 m uAP eingesetzt. Die Lage der Radonmessstelle ist im Lageplan (Anlage 7) dargestellt.

Zur orientierenden Untersuchung der Radon-Konzentration in der Bodenluft wurde auftragsgemäß eine Langzeitmessung nach der Bohrlochmethode durchgeführt. Seitens ICP wurde am 12.02.2018 bei der Bohrung RB 3 in einer zusätzlich abgeteufte Bohrung bis in eine Zieltiefe von 1,0 m uAP insgesamt -1- Radonmessdose installiert. In das Bohrloch wurde, um die Wandungen zu stützen, ein Standrohr und jeweils eine an Drahtseilen befestigte Radonmessdose (Dosimeter) eingebracht und schließlich mit ca. 20 cm Bohrgut überdeckt.

Zur Unterbindung atmosphärischer Störungen wurden die Rohre mit Deckeln und Klebeband verschlossen.

Die Radonmessdose wurde am 07.03.2018 geborgen und in radondichte Folien verpackt. Anschließend wurde die Messstelle rückgebaut.

Die chemische Auswertung wurde durch ALTRAC, Anerkannte Sachverständige Radon-Messstelle, Dorothea-Viehmänn-Str. 28, 12524 Berlin durchgeführt (siehe Anlage 6).

Tabelle 6: Radonmessstelle

Probenbezeichnung / Messgerätenummer	Einbau	Ausbau	Messumgebung
Ra 1 / T32015	12.02.2018, 10:30 Uhr	07.03.2018, 15:30 Uhr	Messung im Boden, 1,0 m unter GOK

9.3 Bewertungsgrundlage, Ergebnis und Beurteilung

Folgende Radonpotenzial-Klassen und die entsprechenden Bedeutungen werden unterschieden (*Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz RLP 2014*):

1. **Niedriges Radonpotenzial:** 0 – 40.000 Bq/m³
 - Keine Vorsorgemaßnahmen nötig, wenn ausgeschlossen werden kann, dass eine geologische Störung im Baugebiet vorliegt.
2. **Erhöhtes Radonpotenzial:** > 40.000 – 100.000 Bq/m³
 - Eine orientierende Radonmessung in der Bodenluft sollte Grundlage für die Bauherren sein, sich ggf. für bauliche Vorsorgemaßnahmen zu entscheiden.
3. **Hohes Radonpotenzial:** > 100.000 Bq/m³
 - Radonmessungen in der Bodenluft werden dringend empfohlen. Werden tatsächlich Werte über 100.000 Bq/m³ festgestellt, wird angeraten, bauliche Vorsorgemaßnahmen zu treffen, um den Eintritt des Radons ins Gebäude weitgehend zu verhindern.

Untersuchungsergebnis

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die gemessenen Radonkonzentrationen dargestellt. Das Untersuchungsergebnis ist im Detail der Anlage 6 zu entnehmen.

Tabelle 7: Untersuchung von Bodenluftproben auf Radon

Probenbezeichnung	Messtiefe [m uGOK] ¹⁾	Mittlere Radon-222-Konzentration C _{Rn} [Bq/m ³]
Ra 1 – T32015	1,00	< 5.000

¹⁾ uGOK = unter Geländeoberkante

Bewertung

Die seitens ALTRAC ausgewerteten Radonmessungen ergaben eine **mittlere Radon-222-Konzentration von <5.000 Bq/m³**.

Daher kann das Projektgebiet in die Kategorie 1 (Niedriges Radonpotenzial 0 – 40.000 Bq/m³) eingestuft werden.

Es sind keine weiteren Vorsorgemaßnahmen erforderlich.

10 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.
Stefan Lübeck
(Dipl.-Ing.(FH))

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: B18023 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: Bebauungsplan "Rotackerweg" in der Ortsgemeinde Oberotterbach

Bohrung RB 1 / Blatt: 1	Höhe: 211,46 m ü NN Datum: 12.02.2018
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					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) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig, Grasnarbe, Wurzelwerk			DN 80; sehr feucht					bp3
b)									
c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) [OU]	i)						
1.30	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig			bis 1,00 m: DN 80, ab 1,00 m: DN 60; feucht		bp3	P2	1.30	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige							
f)	g)	h) TL	i)						
2.00	a) Schluff, schwach feinsandig, tonig			DN 60; feucht		bp3	P3	2.00	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige							
f)	g)	h) TL	i)						
2.80	a) Ton, schwach feinsandig, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P4	2.80	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) beige							
f)	g)	h) TM	i)						
3.00	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P5	3.00	
b)									
c) halbfest - fest	d) schwer zu bohren	e) beige							
f)	g)	h) TM - TA	i)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: B18023 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: Bbauungsplan "Rotackerweg" in der Ortsgemeinde Oberotterbach

Bohrung RB 2 / Blatt: 1	Höhe: 206,70 m ü NN Datum: 12.02.2018
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					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) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig, Grasnarbe, Wurzelwerk				DN 80; sehr feucht	bp3	kP	0.20
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [OU]	i)				
1.00	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig				DN 80; feucht	bp3	P1	1.00
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h) TL	i)				
2.80	a) Schluff, schwach feinsandig, tonig				DN 80 bis 1.00m, danach DN 60; feucht - sehr feucht	bp3	P2	2.80
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h) TL	i)				
4.00	a) Ton, schwach feinsandig, schluffig				DN 60 bis 3.00m, danach DN 50; feucht	bp3	P3	4.00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h) TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: B18023 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: Bebauungsplan "Rotackerweg" in der Ortsgemeinde Oberotterbach

Bohrung RB 3 / Blatt: 1	Höhe: 202,53 m ü NN Datum: 12.02.2018
--------------------------------	--

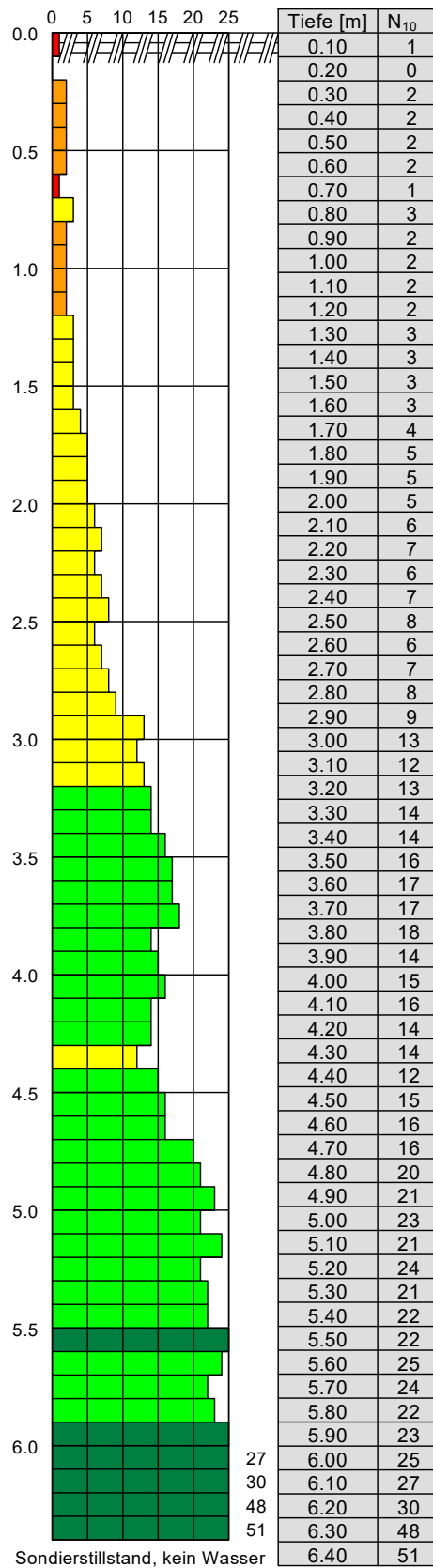
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.20	a) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig, Grasnarbe, Wurzelwerk				DN 80; sehr feucht	bp3	P1	0.20
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [OU]	i)				
0.60	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig				DN 80; feucht	bp3	P2	0.60
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h) TL	i)				
1.50	a) Ton, schluffig				DN 80 bis 1.00m, danach DN 60; feucht	bp3	P3	1.50
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h) TM	i)				
3.00	a) Ton, schluffig				DN 60; feucht	bp3	P4	3.00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h) TM - TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

DPH 1

211,46 m ü NN

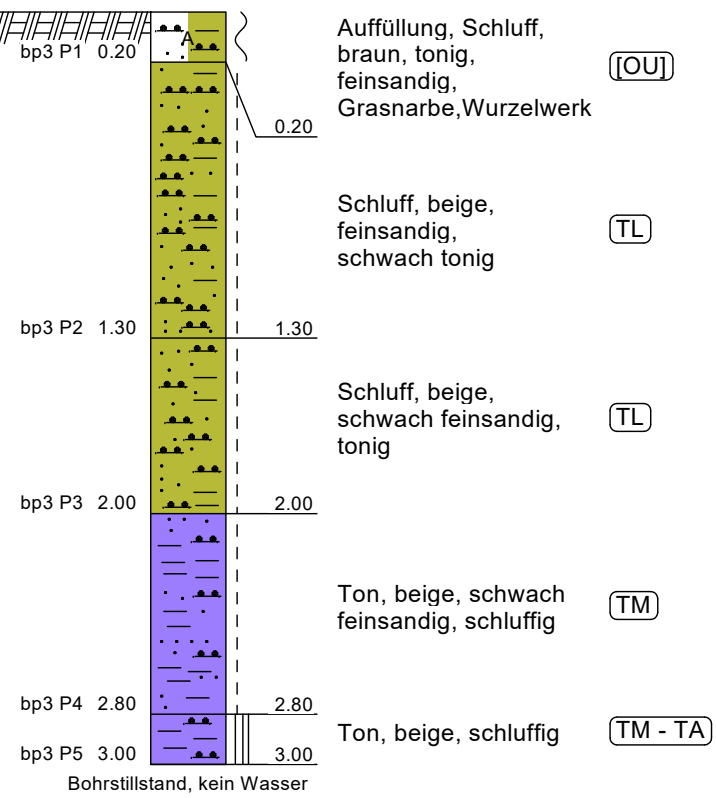
Schlagzahlen je 10 cm



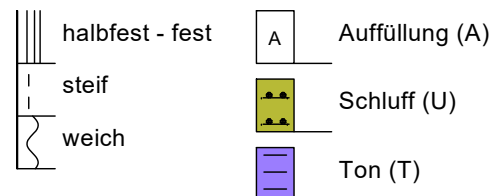
Sondierstillstand, kein Wasser

RB 1

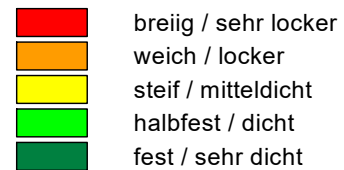
211,46 m ü NN



Legende



Legende DPH



Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden

Am Iränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt:
Bebauungsplan "Rotackerweg"
in der Ortsgemeinde Oberotterbach

Baugrunduntersuchung

Bohrprofil / Rammdiagramm

Höhenmaßstab: 1:30

Anlage 2.1

zu Bericht Nr.:
B18023

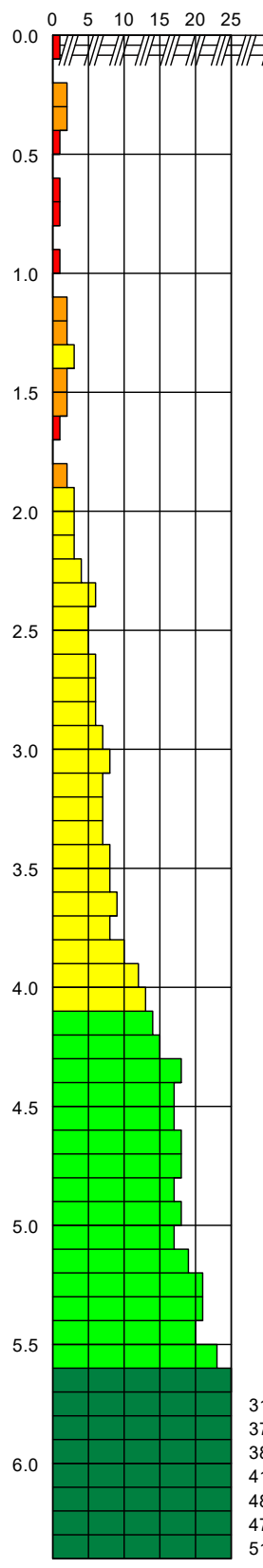
Dat.: 12.02.2018

Bearb.: SL

DPH 2

206,70 m ü NN

Schlagzahlen je 10 cm

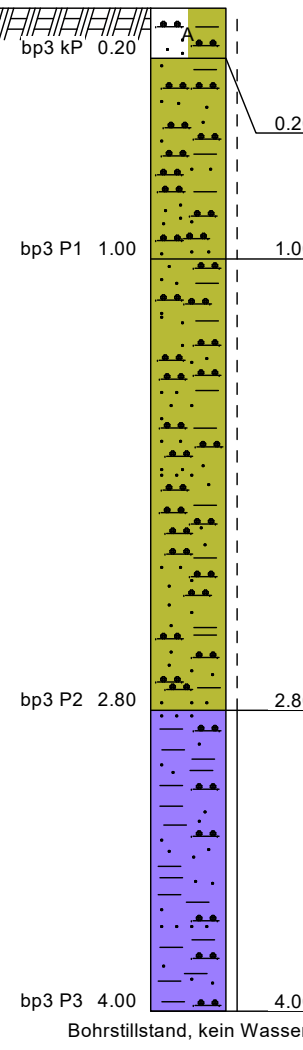


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	0
0.30	2
0.40	2
0.50	1
0.60	0
0.70	1
0.80	1
0.90	0
1.00	1
1.10	0
1.20	2
1.30	2
1.40	3
1.50	2
1.60	2
1.70	1
1.80	0
1.90	2
2.00	3
2.10	3
2.20	3
2.30	4
2.40	6
2.50	5
2.60	5
2.70	6
2.80	6
2.90	6
3.00	7
3.10	8
3.20	7
3.30	7
3.40	7
3.50	8
3.60	8
3.70	9
3.80	8
3.90	10
4.00	12
4.10	13
4.20	14
4.30	15
4.40	18
4.50	17
4.60	17
4.70	18
4.80	18
4.90	17
5.00	18
5.10	17
5.20	19
5.30	21
5.40	21
5.50	20
5.60	23
5.70	25
5.80	31
5.90	37
6.00	38
6.10	41
6.20	48
6.30	47
6.40	51

Sondierstillstand, kein Wasser

RB 2

206,70 m ü NN



Auffüllung, Schluff, braun, tonig, feinsandig, Grasnarbe, Wurzelwerk (OU)

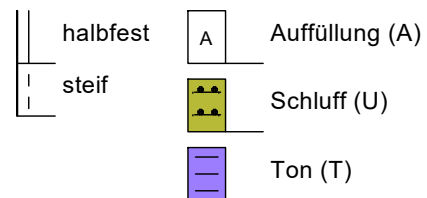
Schluff, beige, feinsandig, schwach tonig (TL)

Schluff, beige, schwach feinsandig, tonig (TL)

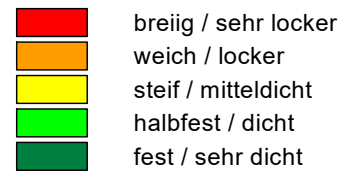
Ton, beige, schwach feinsandig, schluffig (TM)

Bohrstillstand, kein Wasser

Legende



Legende DPH



Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
 Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
 Am Iränkwald 27
 67688 Rodenbach
 Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt:
Bebauungsplan "Rotackerweg"
in der Ortsgemeinde Oberotterbach

Baugrunduntersuchung

Bohrprofil / Rammdiagramm

Höhenmaßstab: 1:30

Anlage 2.2

zu Bericht Nr.:
B18023

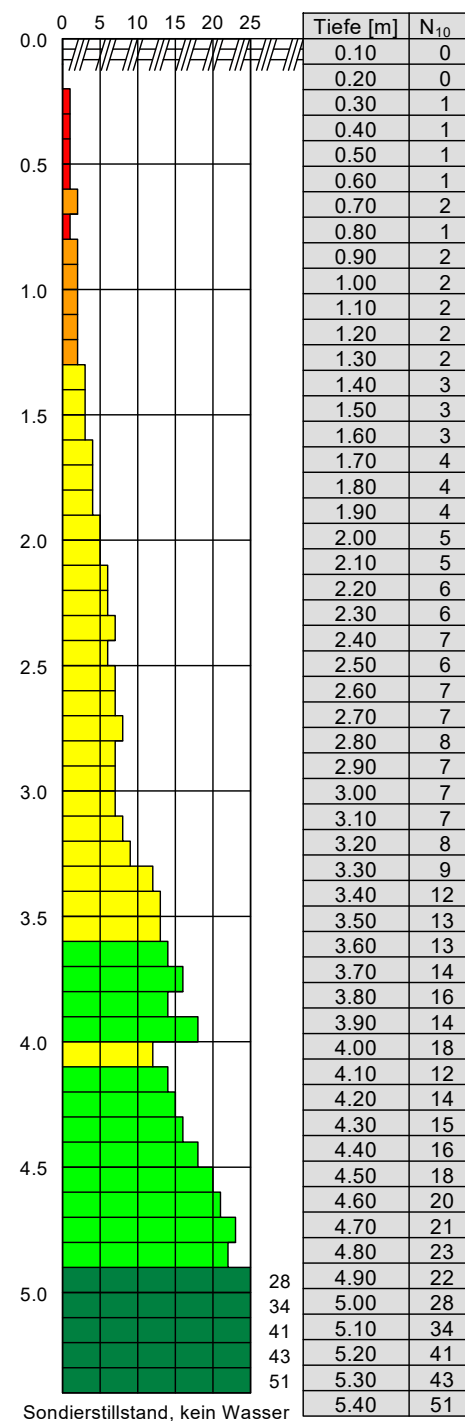
Dat.: 12.02.2018

Bearb.: SL

DPH 3

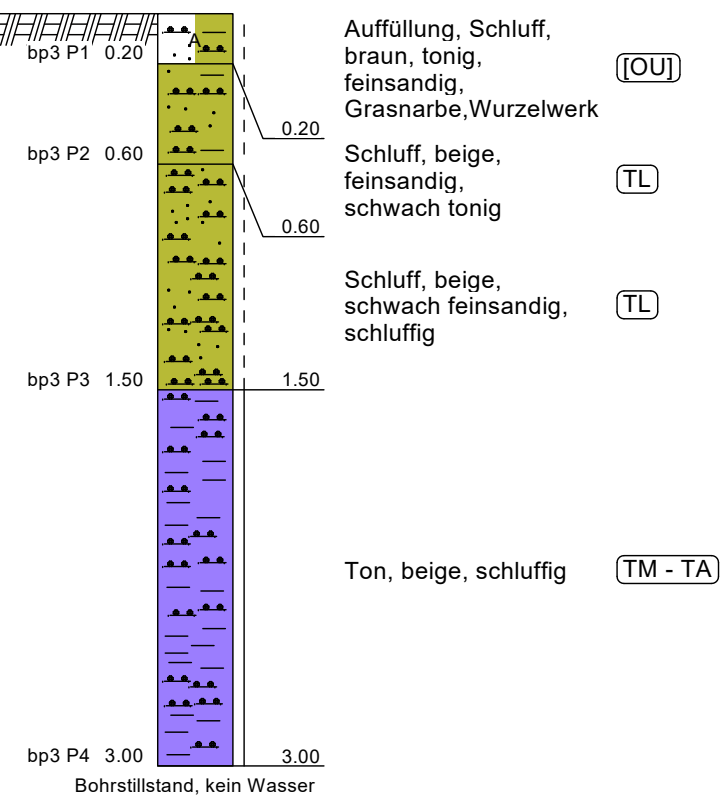
202,53 m ü NN

Schlagzahlen je 10 cm



RB 3

202,53 m ü NN



Legende

	halbfest	A	Auffüllung (A)
	steif	■	Schluff (U)
		■	Ton (T)

Legende DPH

■	breiig / sehr locker
■	weich / locker
■	steif / mitteldicht
■	halbfest / dicht
■	fest / sehr dicht

Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Am Iränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt:
Bebauungsplan "Rotackerweg"
in der Ortsgemeinde Oberrotterbach

Baugrunduntersuchung

Bohrprofil / Rammdiagramm

Höhenmaßstab: 1:30

Anlage 2.3

zu Bericht Nr.:
B18023

Dat.: 12.02.2018

Bearb.: SL

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bebauungsplan "Rotackerweg" Ortsgemeinde Oberrotterbach

Bearbeiter: FN

Datum: 03.03.2018

Prüfungsnummer:

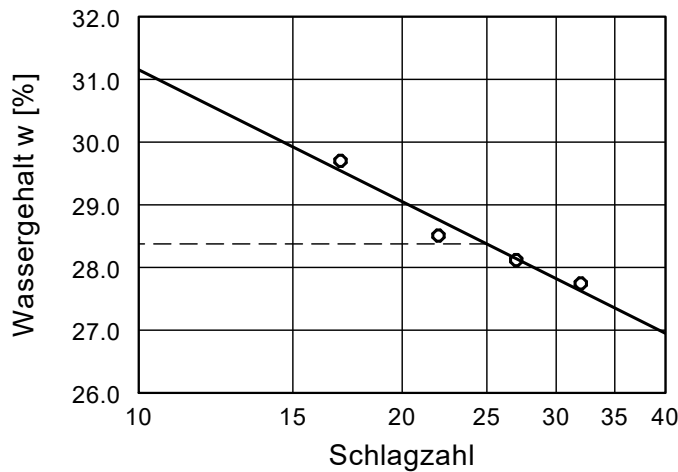
Entnahmestelle: RB 2 / P 2

Tiefe: 1,0 m - 2,8 m

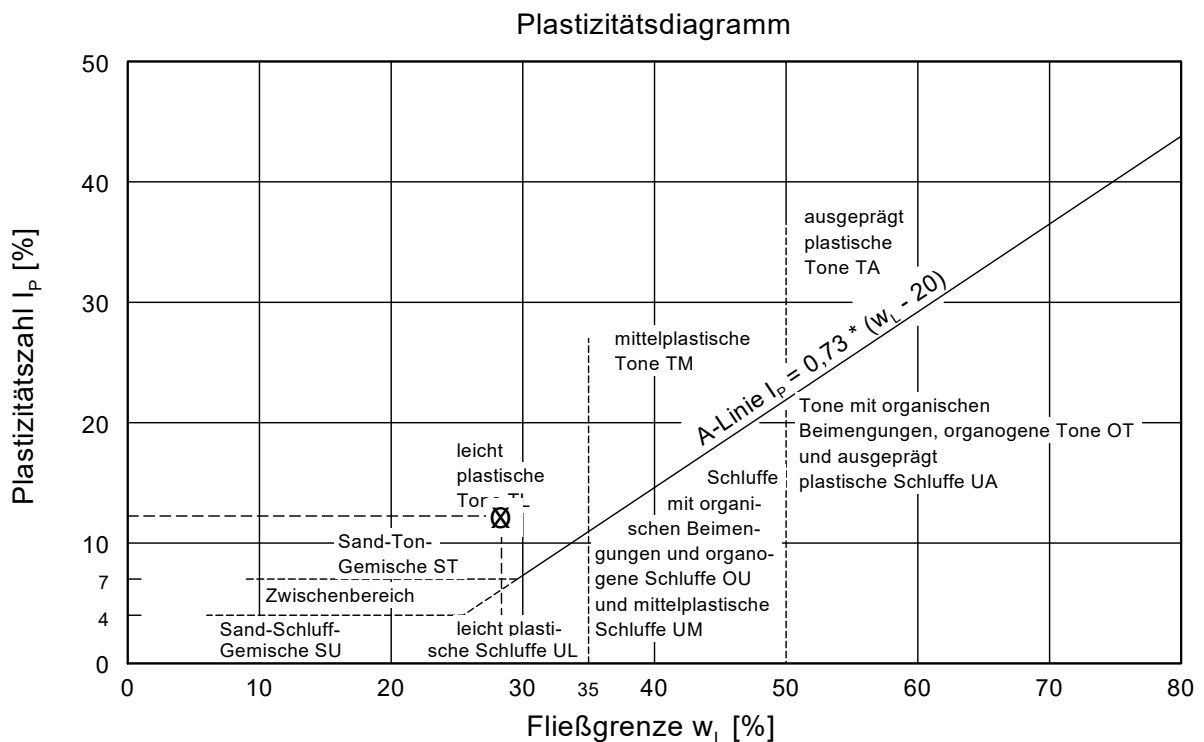
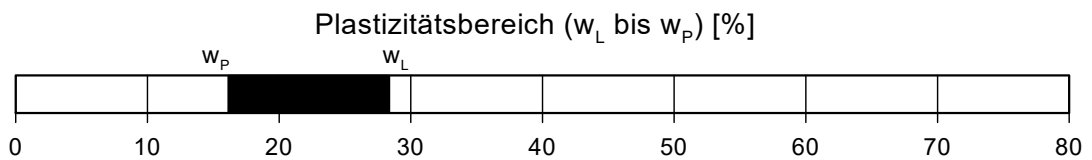
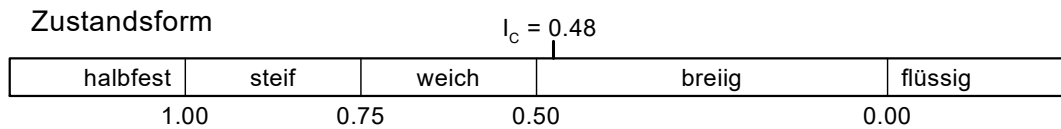
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,t,s

Probe entnommen am: 12.02.2018



Wassergehalt w =	22.6 %
Fließgrenze w_L =	28.4 %
Ausrollgrenze w_P =	16.1 %
Plastizitätszahl I_P =	12.3 %
Konsistenzzahl I_C =	0.48



Projekt:	Bebauungsplan "Rotackerweg" in der Ortsgemeinde Oberotterbach			Datum:	12.02.2018
				Bearbeiter:	SL
Projektnr.	B18023	Versuch:	SV 1	Anlage	4.1
Messtelle	bei RB 1				

Versickerungsversuch im Bohrloch: Open-End-Test

Allgemein	
Versickerungstiefe unter GOK [m]	1,6
Versickerungszeit [s]	1800
verbrauchte Wassermenge [l]	0,11
Druckhöhe [cm]	180
Schüttmenge pro Zeit [cm ³ /s]	0,0018
Innenradius Prüfrohr [cm]	3,5

kf Wert [m/s]	5,29E-09
---------------	----------

Projekt:	Bebauungsplan "Rotackerweg" in der Ortsgemeinde Oberotterbach			Datum:	12.02.2018
				Berarbeiter:	SL
Projektnr.	B18023	Versuch:	SV 2	Anlage	4.2
Messtelle	bei RB 3				

Versickerungsversuch im Bohrloch: Open-End-Test

Allgemein	
Versickerungstiefe unter GOK [m]	1,8
Versickerungszeit [s]	1800
verbrauchte Wassermenge [l]	0,25
Druckhöhe [cm]	180
Schüttmenge pro Zeit [cm ³ /s]	0,0020
Innenradius Prüfrohr [cm]	3,5

kf Wert [m/s]	5,77E-09
----------------------	-----------------

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
	19.0	9.0	22.5	2.0	8.0	3.7	0.40	TL (weich)
	21.0	11.0	27.5	5.0	20.0	9.3	0.40	TL (steif-halbfest)
	22.0	12.0	27.5	10.0	30.0	14.0	0.40	TL (halbfest-fest)

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

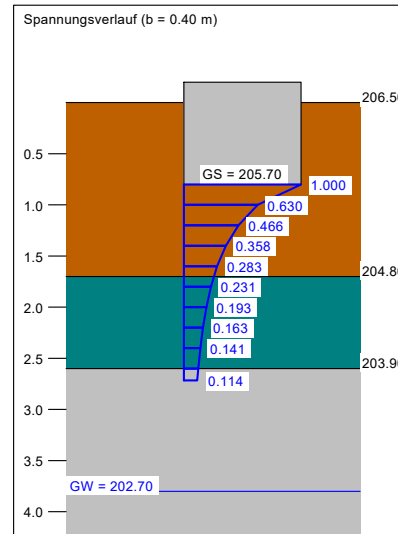
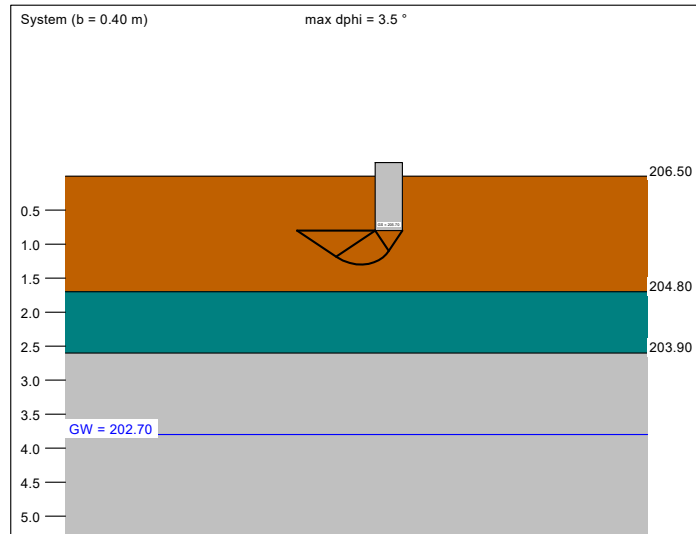
Bebauungsplan "Rotackerweg", Oberotterbach Beispielhafte Berechnung

Bericht Nr. B18023
Anlage 5

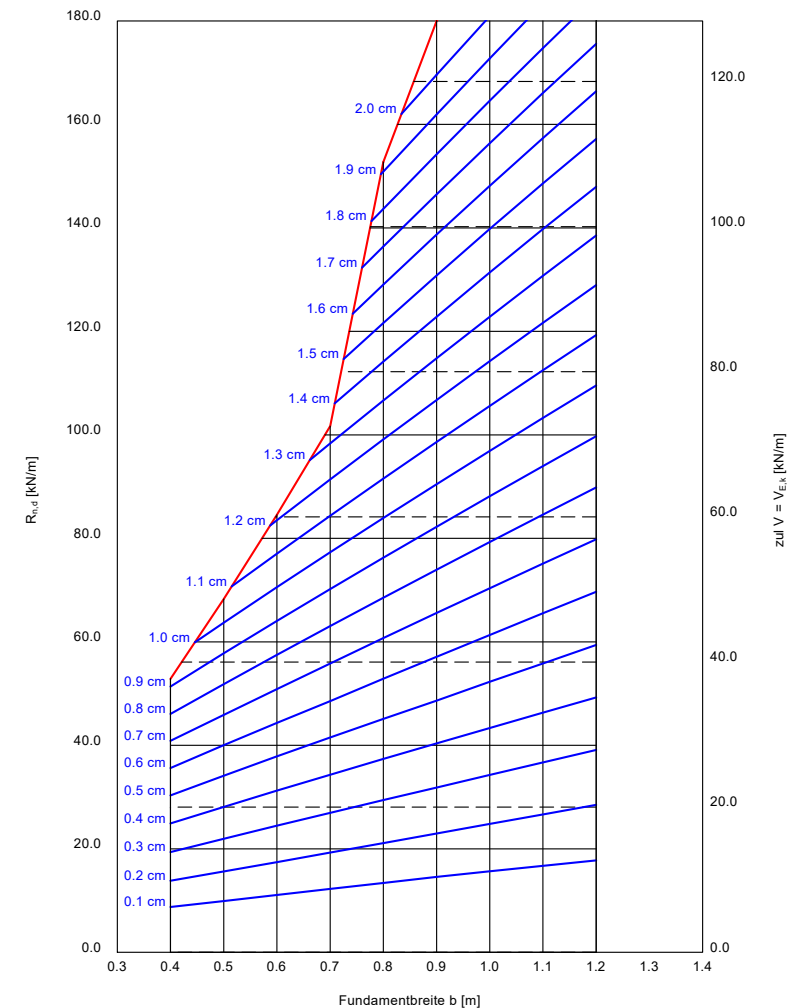
Einbindetiefe: $t = 0,80$ m

Annahme: Gründung in bindigen Böden von teilweise weicher bis steifer Konsistenz

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für ein Streifenfundament



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.403$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $\sigma_{R,d}$ auf 200.00 kN/m² begrenzt
 Streifenfundament ($a = 10.00$ m) Oberkante Gelände = 206.50 m
 Grundungssohle = 205.70 m
 $\gamma_{R,v} = 1.40$ Grundwasser = 202.70 m
 $\gamma_G = 1.35$ Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 $\gamma_Q = 1.50$ Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.350



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	$V_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	$\sigma_{\dot{U}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
10.00	0.40	132.1	52.9	94.2	37.7	0.93	22.5	2.00	19.00	15.20	2.72	1.30	10.2
10.00	0.50	136.5	68.3	97.4	48.7	1.08	22.5	2.00	19.00	15.20	2.97	1.42	9.0
10.00	0.60	140.9	84.6	100.5	60.3	1.22	22.5	2.00	19.00	15.20	3.20	1.55	8.3
10.00	0.70	145.3	101.7	103.6	72.5	1.35	22.5	2.00	19.00	15.20	3.42	1.67	7.7
10.00	0.80	190.9	152.7	136.1	108.9	1.93	24.0	2.90	19.10	15.20	4.02	1.84	7.1
10.00	0.90	200.0	180.0	142.6	128.3	2.14	24.6	3.22	19.25	15.20	4.32	1.99	6.7
10.00	1.00	200.0	200.0	142.6	142.6	2.24	24.9	3.42	19.38	15.20	4.53	2.14	6.4
10.00	1.10	200.0	220.0	142.6	156.9	2.33	25.2	3.58	19.49	15.20	4.72	2.29	6.1
10.00	1.20	200.0	240.0	142.6	171.1	2.41	25.4	3.71	19.59	15.20	4.91	2.43	5.9

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{Gf,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gf,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{Gf,k} / 1.96$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.35

ALTRAC · D.-Viehmann-Str. 28 · 12524 Berlin

Ingenieurgesellschaft

Prof. Czurda und Partner mbH

Am Tränkwald 27

67688 Rodenbach

ALTRAC Radon-Messtechnik

Inhaber: Dr.rer.nat. Andreas Guhr

FB Forschung und Entwicklung

Dorothea-Viehmann-Str. 28

D-12524 Berlin

Tel.: (030) 67 98 97 37

Fax: (030) 67 80 18 86

eMail: info@altrac.de

www.altrac.de

Prüfbericht der Bestimmung der Radonkonzentration – Ortsbezogene Messungen Serien-Nummer 16-03-18.2

Messgerät Nr.	im Zeitraum	t_{exp} [h]	P_{Rn} [MBq·h/m ³]	C_{Rn} [Bq/m ³]	Expositionsort
T32015	12.02.18 - 07.03.18	557	0,967	<5000	B18023 NBG Oberotterbach Ra 1

t_{exp} Expositionsdauer
 P_{Rn} Radon-222-Exposition (Produkt aus C_{Rn} und t_{exp})
 C_{Rn} mittlere Radon-222-Konzentration

Die in der Tabelle angegebenen Werte der Radonkonzentration sind repräsentativ für den bezeichneten Messzeitraum. Die typische Messunsicherheit beträgt bei $\geq 0,02$ MBq/h kleiner $\pm 50\%$ und bei $\geq 0,20$ MBq/h kleiner $\pm 25\%$. Die Ausgabe der Messergebnisse erfolgte unter der Voraussetzung, dass die zu den Messungen gegebenen Hinweise, insbesondere die Informationen zur Aufstellung der Messgeräte, eingehalten wurden. Die Richtigkeit der Angaben des Anwenders zu Expositionszeit und -ort können durch ALTRAC nicht geprüft werden.


Laborleiter Dr. Andreas Guhr

16. März 2018

Datum der Prüfung

