

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Deutsche Reihenhäuser AG
z.Hd. Herrn Markus Karl
Straßburger Allee 67

67657 Kaiserslautern



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

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB2687

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

Umwelt-/Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: B19015

Projekt: Deutsche Reihenhäuser AG
2126 – Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)

Betreff: Baugrunderkundung mit kombiniertem umwelt-/geotechnischem Bericht
mit Gefährdungsabschätzung und historischer Erkundung

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Lydia Fail / Dipl.-Geogr. Christine Brings / mm

Datum: 31.05.2019

Verteiler: vorab per e-mail an: Markus.Karl@reihenhaus.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	Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen	8
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung	13
4	Gebäudegründung.....	15
4.1	Allgemeines.....	15
4.2	Gründung mittels Streifenfundamenten	18
4.3	Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung.....	27
5	Erdbautechnische Hinweise	28
5.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung.....	28
5.2	Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden	31
5.3	Langzeitböschungen ohne zusätzliche Lasteinwirkung.....	32
5.4	Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken.....	33
5.5	Verbesserung der anstehenden Böden	34
6	Hinweise zur Bauwerksabdichtung	35
7	Versickerungseignung der anstehenden Böden	36
7.1	Allgemeines.....	36
7.2	Abschätzung der charakteristischen Durchlässigkeit	37
8	Historische Recherche.....	38
8.1	Standort und zukünftige Nutzung.....	38
8.2	Historische Nutzung	39
8.3	Kampfmittelvorerkundung.....	41
8.4	Untersuchungsprogramm für das Bauvorhaben DRH - 2126.....	42
9	Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung	43
9.1	Aushub.....	43
9.2	Untersuchung der Schwarzdecke auf PAK	44
10	Chemoanalytische Untersuchungen nach BBodSchV	46
10.1	Untersuchungskonzept und Untersuchungsumfang	46
10.2	Ergebnisse.....	49
10.3	Beurteilung der Ergebnisse.....	52
10.3.1	Gesetzliche Grundlagen	52
10.3.2	Zusammenstellung der Schadstoffsituation	53
10.3.3	Gefährdungsabschätzung	53
10.3.4	Hinweise.....	54
11	Schlussbemerkung	55

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023 und
Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Schichtdickenmessung Bohrkerne
4. Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
5. Glühverlust nach DIN 18128-GL
6. Gründung mittels Streifenfundamenten:
Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019
7. Prüfbericht Nr. 4250043 vom 08.04.2019, SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein
8. Lageplan

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach wurde von der Deutsche Reihenhaus AG, Straßburger Allee 67, 67657 Kaiserslautern am 31.01.2019 per e-mail mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines kombinierten umwelt-/geotechnischen Berichtes mit Gründungsvorschlägen sowie mit einer Gefährdungsabschätzung der betreffenden Wirkungspfade und historischer Erkundung für das obige Bauvorhaben beauftragt.

Für die Ausarbeitung des Berichts standen folgende Entwurfsunterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

- [1] 2126 Bebauungskonzept Variante I; Maßstab 1 : 750; Stand 19.12.2018; Deutsche Reihenhaus, Poller Kirchweg 99, 51105 Köln
- [2] Bestandsplanauszüge Am Kindergarten 2-10, 20, Friedberg: Wasser, Strom, Kanal, Gas, Trassenauskunft Kabel; Maßstab 1 : 500 ; Stand Nov. 2018; ovagNetz / Telekom
- [3] Lastenplan und Tabelle mit charakteristischen Fundamentlasten für Regelfundament Typ 120, Mittel- und Endhaus in Erdbebenzone 0; Stand 14.07.2017; Deutsche Reihenhaus, Poller Kirchweg 99, 51105 Köln
- [4] Plan Nr. Fun 3: „Regelfundament Typ 145, Mittel- und Endhaus“ mit Lastangaben für Erdbebenzone 0; Maßstab 1:75; Stand 20.06.2017; Deutsche Reihenhaus, Poller Kirchweg 99, 51105 Köln
- [5] Plan Nr. L02: „Lastplan Haustyp 145 mit Treppenhauswand“ mit Lastangaben für Erdbebenzone 0 und 1+2; Maßstab 1:100; Stand 25.04.2019; Ingenieurbüro für Tragwerksplanung WZ-Ingenieure, Hertelsbrunnenring 22, 67657 Kaiserslautern

Des Weiteren wurden zur historischen Erkundung mit Gefährdungsabschätzung im Rahmen der umwelttechnischen Untersuchungen auftragnehmerseitig folgende Unterlagen herangezogen:

- [6] Google.Earth. Zugriff am 03.05.2019
- [7] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: GIS Auskunftssysteme (WebGIS); Zugriff am 03.05.2019
- [8] Hessisches Naturschutzinformationssystem: Natureg <http://natureg.hessen.de/> Zugriff am 03.05.2019
- [9] Geologie.Viewer Hessen. Zugriff am 03.05.2019
- [10] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Geologische Karte von Hessen, Maßstab 1 : 300.000, Ausgabe August 2007, Wiesbaden
- [11] Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen.
<http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>.
Zugriff am 03.05.2019
- [12] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998, zuletzt geändert 27. Juni 2017

- [13] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, zuletzt geändert 31. August 2015
- [14] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten, Branchenkatlog zur Erfassung von Altstandorten Band 2, Teil 4. Wiesbaden. 2008
- [15] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Branchenkatlog, Version 4.0
- [16] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbücher Altlasten
- [17] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) vom 28.09.2016; StAnz. 09/2016 S. 1072
- [18] Luftbilddatenbank – Kampfmittelvorerkundung – Auswertungsprotokoll – Ergebnis karte „Friedberg, Am Kindergarten“; Zeichen: 190123409. Stand 18.03.2019
- [19] Amtlicher Lageplan zum Bauantrag, geplant ist ein Bungalow. 30.10.1964
- [20] Baugenehmigung, Wohnhausanbau und Dachaufstockung. 26.08.1994
- [21] Bisheriger Eigentümer: Fotos von Gewächshaus aus dem Jahre 1991

Die geplanten Neubauten von -4- Hausgruppen mit 15 Reihenhäusern kommen auf einem z.T. bebauten Grundstück in 61169 Friedberg (Hessen), am Kindergarten 8 zu liegen. Das Grundstück liegt östlich der Bahnstrecke. Nördlich ist das Grundstück durch die Straße „Am Kindergarten“ begrenzt. Im Nordwesten des Grundstücks befindet sich ein unterkellertes Bestandsgebäude mit versiegelter Fläche. Im Südwesten des Grundstücks befinden sich ein kleines Gewächshaus sowie ein gemauerter Schuppen (s. Bilder 1 und 2).



Bilder 1 und 2: Baufeld mit Bestandsgebäude am 27.03.2019

Zur Erkundung des Untergrundes wurden vom 27.03.2019 und 28.03.2019 insgesamt **-8-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 8 (DN 80/60/50) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 3,00 m und 5,00 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) der bestehenden Geländeoberkante in den Gründungsbereichen der geplanten Reihenhäuser abgeteuft.

Im Rahmen des Umweltprogramms wurden am ehemaligen Standort des Gewächshauses **-2-** Kleinrammbohrungen RB 9 und RB 10 bis in eine Tiefe von jeweils 3,00 m niedergebracht.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt **-4-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen DPH 1 bis DPH 4 endeten in Tiefen zwischen 3,00 m und 5,00 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) in den anstehenden Schluffen und Tonen. Sie waren nicht ausgerammt (Sondierabbruch).

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022 (Anlage 1) und Bohrprofilen nach DIN 4023 sowie in Schlagzahldiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlagen 2.1 bis 2.5).

Zum Niederbringen der Bohrung RB 2 sowie der Sondierung DPH 1 wurde die teilweise vorhandene Oberflächenbefestigung in Form einer Schwarzdecke mittels Kernbohrgerät (DN 108) „aufgebrochen“. Die Stärke der entnommenen Schwarzdeckenbohrkerne wurde in Anlage 3 dokumentiert.

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurde im bodenmechanischen Labor an **-2-** charakteristischen Bodenproben die Zustandsgrenzen nach ATTERBERG gemäß DIN EN ISO 17892-12 bestimmt (Anlagen 4.1 und 4.2).

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurde an **-1-** auffälligen Bodenprobe der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5).

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung der aufgeschlossenen Böden wurden **-3-** Mischproben MP 1 bis MP 3 der aufgeschlossenen Auffüllungen bzw. der natürlich anstehenden Böden erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung nach dem Hessischen Baumerkblatt, Tab. 1, (Feststoff und Eluat) mit den ergänzenden Parametern nach BBodSchV Tab. 1.4 (Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete) für die Mischproben MP 1 und MP 3 übergeben. Der Prüfbericht Nr. 4250043 vom 08.04.2019 ist als Anlage 7 beigelegt.

Der aus der Schwarzdecke entnommene Bohrkern der Bohrung RB 2 wurde der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein zur Analytik auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) übergeben. Der Prüfbericht Nr. 4250043 vom 08.04.2019 ist als Anlage 7 beigelegt.

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 Ansatzpunkte der niedergebrachten Kleinrammbohrungen und der schweren Rammsondierungen wurden mittels GNSS-Vermessung nach Lage (UTM-Koordinaten) und Höhe (m ü NN) ermittelt und sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse (m uAP und m ü NN) wurden ebenfalls in der Tabelle 1 aufgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem beigefügten Lageplan zu entnehmen (Anlage 8).

Tabelle 1: Nivellement / Höhen- und Koordinatenangaben

Nivellement / Höhen- und Koordinatenangaben					
Projekt:	Deutsche Reihenhaus AG; 2126 – Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern, Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)				
Datum:	27.03.2019 / 28.03.2019				
Beobachter:	Schnell / Stanca				
Koordinatensystem:	UTM-Koordinatensystem				
Kleinrammbohrung (RB) Schwere Rammsondierung (DPH)	UTM-Koordinaten		Ansatzpunkt (AP)	Endteufe	
	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	[m ü NN]	[m u AP]	[m ü NN]
Hausgruppe Typ 120_a					
RB 1	32U 483541,738	5575479,804	130,539	3,00	127,539
RB 2	32U 483548,741	5575459,448	130,520	3,00	127,520
DPH 1	32U 483554,870	5575468,787	130,460	3,00	127,460
Hausgruppe Typ 120_b					
RB 3	32U 483546,514	5575448,802	130,051	5,00	125,051
RB 4	32U 483523,660	5575455,540	131,027	3,00	128,027
DPH 2	32U 483529,737	5575449,886	130,828	3,00	127,828
Hausgruppe Typ 145_c					
RB 5	32U 483569,587	5575442,855	129,431	3,00	126,431
RB 6	32U 483587,623	5575443,450	129,455	3,00	126,455
DPH 3	32U 483577,214	5575443,095	129,355	5,00	124,355
Hausgruppe Typ 145_d					
RB 7	32U 483574,150	5575424,113	129,606	3,00	126,606
RB 8	32U 483555,670	5575427,514	129,838	3,00	126,838
DPH 4	32U 483566,068	5575425,047	129,719	3,00	126,719
Umweltprogramm					
RB 9	32U 483548,127	5575436,966	129,698	3,00	126,698
RB 10	32U 483561,042	5575452,655	129,639	3,00	126,639

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

2 Geologischer Überblick, Aufschlussresultate und Kenngrößen

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte Blatt CC 6318 Frankfurt a.M.-Ost (Onlineversion über geoviewer.bgr.de) befindet sich das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich der fluviatilen Ablagerungen der Niederterrassen (N; Quartär, Pleistozän) zu den aus tonigen, humosen Schluffen, Sanden und Kiesen aufgebauten fluviatilen Ablagerungen (.,f; Quartär, Holozän). Die fluviatilen Ablagerungen der Niederterrassen bestehen überwiegend aus schluffigen Sanden und Kiesen.

Basierend auf den Aufschlussresultaten und unter Berücksichtigung der regionalen geologischen Verhältnisse lassen sich hinsichtlich der Baugrundsichtung unterhalb den bereichsweise vorhandenen Oberbaubefestigungen im Form einer Schwarzdecke bzw. unterhalb der bereichsweise vorhandenen ca. 0,30 m – 0,50 m mächtigen Oberbodendecke die nachfolgenden Schichtglieder (SG) ableiten:

SG I: Auffüllungen / Kiese / Schluffe

Kiese, sandig, schluffig;

Schluffe, tonig, sandig, teils schwach kiesig, ±kalkhaltig

z.T. mit unterschiedlichen Anteilen an Fremdbestandteilen

(vereinzelte Ziegelbruchreste, schwarze Einschaltungen, Asche)

Farbe: grau, braun, hellbraun, dunkelbraun

Konsistenz: breiig-weich bis steif

Bodengruppen: [GU*], [TL], [TM] nach DIN 18196

SG II: Schluffe und Tone

Schluffe, tonig, teils feinsandig;

Tone, schluffig, teils schwach humos, teils schwach feinsandig

Farbe: grau, braun, dunkelbraun, hellbraun

Konsistenz: breiig-weich bis steif

Bodengruppen: TL, TM nach DIN 18196

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

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Auffüllungen / Kiese / Schluffe	SG II Schluffe und Tone
Bodengruppe (DIN 18196)	[GU*], [TL], [TM]	TL, TM
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	4, 2 ⁺	4, 2 ⁺
Homogenbereich*) (DIN 18300:2016-09)	1-0, 1-1, (1-2)	2-0, 2-1, (2-2)
Konsistenz / Lagerungsdichte	breiig-weich bis steif --	breiig-weich bis steif --
Plastizität	leicht- bis mittel-plastisch	leicht- bis mittel-plastisch
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³] cal γ cal γ'	19,0 – 20,5 9,0 – 10,5	19,0 – 20,5 9,0 – 10,5
Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055)	22,5 – 27,5	22,5 – 27,5
Kohäsion (DIN 1055) kN/m ² cal c_u cal c'	0 – 25 0 – 5	0 – 25 0 – 5
Steifemodul cal E_s [MN/m ²]	3 – 30	3 – 20
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	F3	F3
Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] nach DIN 1054:2010-12	[GU*]: 250 ¹⁾	TL, TM: 200 ²⁾
Durchlässigkeit k_f [m/s] gemäß Literatur	10 ⁻⁶ – 10 ⁻¹¹	10 ⁻⁶ – 10 ⁻¹¹
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	0-30 0 0	0-30 0 0
Analytik-Zuordnung nach Hessischem Baumerkblatt, Tab. 1 (s. Kapitel 9 und 10)	VF 1: Z0* (MP 1)	VF 1: Z0 (MP 2) VF 2: Z1 (MP 3)

- *) Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nicht nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, sondern aufgrund der ausgeführten Analytik nach Hessischem Baumerkblatt auch in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe, siehe Kapitel 9 und 10. Die anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.
- +) 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 nach DIN 18300:2012-09 bzw. in den Homogenbereich 2 nach DIN 18300:2016-09 übergehen.
- 2) 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 (halfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6. 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 6.6 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.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
0	Oberboden der Bodengruppe [OU] / OU ohne LAGA-Zuordnung, da keine Analytik
1-0	Böden der Bodengruppen [GU*], [TL] und [TM] in flüssiger bis breiiger Konsistenz, leicht-bis mittel-plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0* nach LAGA
1-1	Böden der Bodengruppen [GU*], [TL] und [TM] in weicher bis halbfester Konsistenz leicht- bis mittel-plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0* nach LAGA
(1-2)	Böden der Bodengruppen [GU*], [TL] und [TM] in fester Konsistenz, leicht- bis mittel-plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0* nach LAGA
2-0	Böden der Bodengruppen TL und TM in flüssiger bis breiiger Konsistenz, leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 bzw. Z1 nach LAGA
2-1	Böden der Bodengruppen TL und TM in weicher bis halbfester Konsistenz, leicht- bis mittel-plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 bzw. Z1 nach LAGA
(2-2)	Böden der Bodengruppen TL und TM in fester Konsistenz, leicht- bis mittel-plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 bzw. Z1 nach LAGA

Glühverlust

An der entnommenen Bodenprobe RB 8 / P 6 wurde der Glühverlust nach DIN 18128-GL im bodenmechanischen Labor bestimmt, um den Anteil an organischen Bestandteilen zu ermitteln (Anlage 5).

Die bei der Kleinrammbohrung RB 8 (Bodenprobe P 6, Tieflage von 2,50 m bis 3,00 m unter Geländeoberkante) entnommene Bodenprobe zeigt auffällige dunkelbraune Färbungen, so dass der Verdacht auf einen erhöhten Gehalt an organischen Bestandteilen (zersetzte Pflanzenreste) bestand. Organische Bestandteile bedingen eine ungünstige Beeinflussung der bodenphysikalischen Eigenschaften durch Volumenverlust infolge Verrottung, verringerte Verdichtbarkeit und Wasserdurchlässigkeit sowie Zunahme der Kompressibilität infolge von erhöhtem Porenanteil mit entsprechend verringerter Tragfähigkeit.

Der Glühverlust entspricht dem Masseverlust des bei 105°C getrockneten Bodens bei einer Glüh-temperatur von 550°C. Basierend auf den Versuchsergebnissen weist die untersuchte Probe folgende Gehalte an organischen Bestandteilen auf:

$$\text{RB 8 / P 6 (2,50 m – 3,00 m)} \quad V_{GL} = 2,86 \text{ M-\%}$$

Die Einflussnahme organischer Bestandteile wirkt sich bei bindigen Böden erfahrungsgemäß ab einem Glühverlust von 5 M.-% maßgeblich aus (vgl. DIN 1054). Ab diesem Gehalt an organischen Bestandteilen weisen diese Böden bereits erheblich veränderte plastische Eigenschaften auf. Böden mit einem erhöhten Anteil an organischen Bestandteilen sind daher für Gründungszwecke als ungeeignet zu beurteilen.

Der Glühverlust des untersuchten bindigen Bodens lag unterhalb dem genannten Wert von 5 M.-%. Dieser Boden ist daher der Bodengruppe TM nach DIN 18196 zuzuordnen.

Zustandsgrenzen nach Atterberg

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurde im bodenmechanischen Labor an **-2-** charakteristischen Bodenproben RB 3 / P 4 und RB 7 / P 4 die Zustandsgrenzen nach ATTERBERG gemäß DIN EN ISO 17892-12 bestimmt (Anlagen 4.1 und 4.2).

Gemäß den Laborergebnissen handelt es sich bei den untersuchten Lehmen um mittelplastischen Tone, die nach DIN 18196 der Bodengruppe TM zuzuordnen sind.

Wasserstände

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (27./28.03.2019) bei den Kleinrammbohrungen RB 3, RB 6, RB 8 und RB 10 sowie bei der Sondierung DPH 3 in Tiefen zwischen 1,70 m und 3,70 m unter Ansatzpunkt angetroffen.

Bei allen anderen Aufschlüssen konnte kein Grund-, Schicht- oder Stauwasser bis zur jeweiligen Endteufe nachgewiesen werden. 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 des geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

Lokal kann der Grundwasserstand mit dem Wasserstand des Vorfluters Usa (nordöstlich des Untersuchungsgebiets) korrespondieren.

Gemäß dem Auskunftssystem „Geoportal Hessen“ (<http://www.geoportal.hessen.de>) befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb des Überflutungsgebietes. Beispielhaft zeigt der nachfolgende Kartenausschnitt (Quelle: „Geoportal Hessen“) die Überflutungsfläche bei einem 100-jährigen Hochwasser.

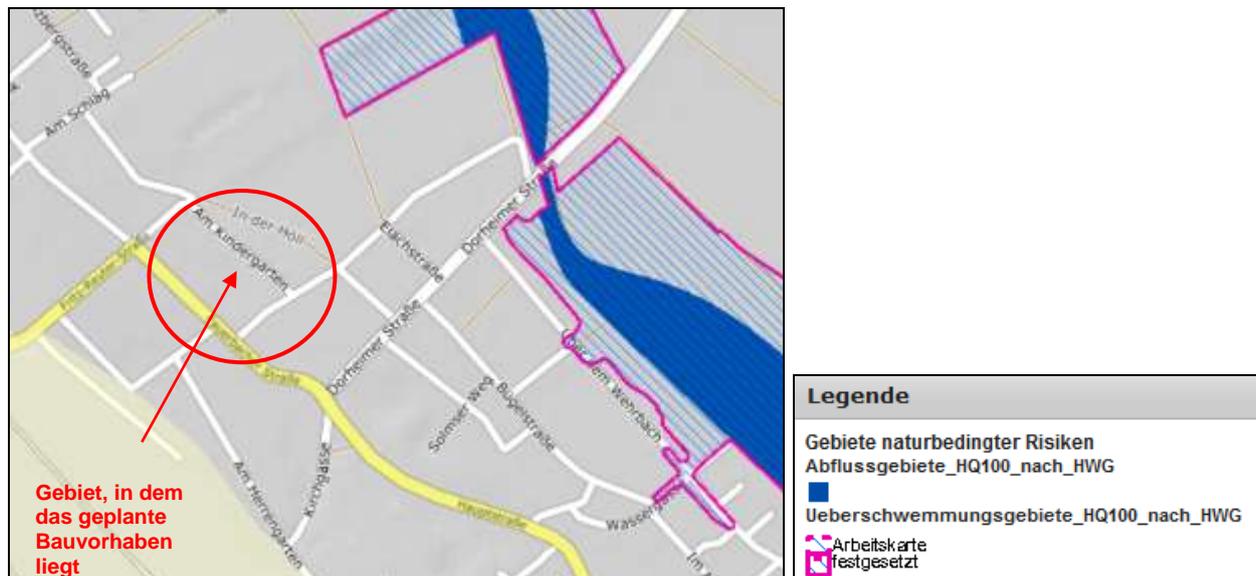


Abb. 1: Überschwemmungsgebiet HQ100

Die nachfolgende Abbildung 2 (Quelle: <http://www.lgd.hessen.de>; Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLUG)) zeigt die gemessenen Grundwasserstände der Grundwassermessstelle-Nr.: 485024, Messstellen-Name: OSSENHEIM (ca. 1,85 km Himmelsrichtung südöstlich des Baufeldes) im Zeitraum Mai 1999 bis Mai 2019.

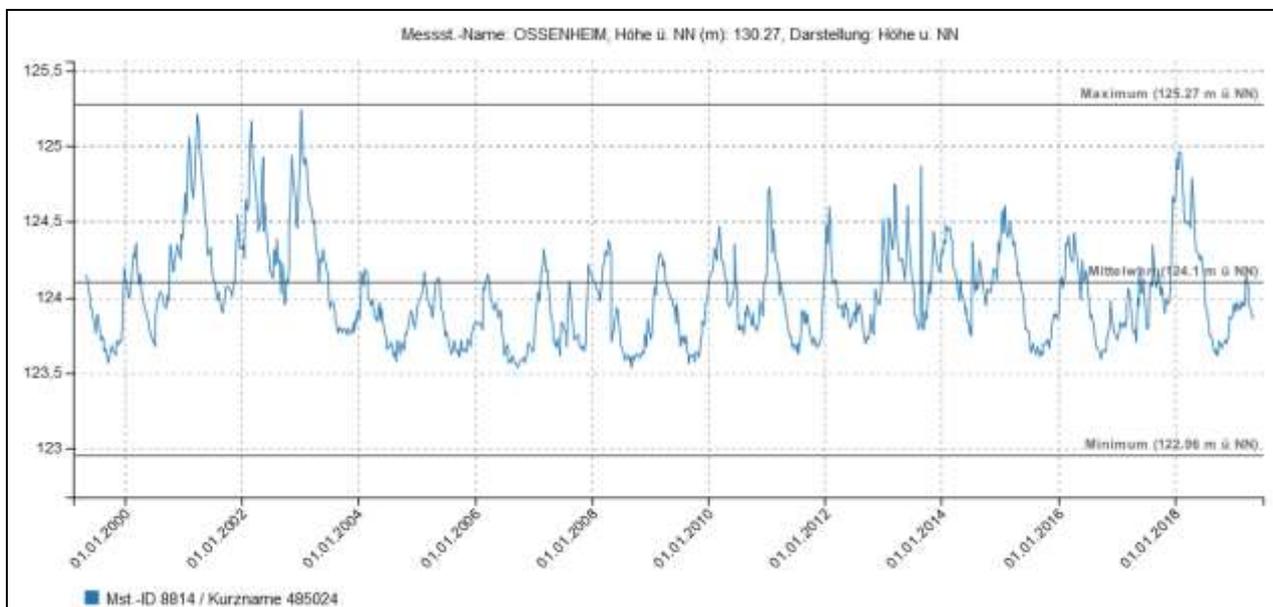


Abb. 2: Grundwasserstand (m ü NN) als Diagramm für Grundwassermessstelle-Nr. 485024, Messstelle-Name: OSSENHEIM im Zeitraum vom Mai 1999 bis Mai 2019

Gemäß der Ganglinie der Grundwassermessstelle-Nr. 485024 liegt der höchste gemessene Grundwasserstand nach der Stichtagsmessung im Januar 2003 bei **125,27 m ü NN**.

Per Definition ist als Bemessungswasserstand der höchste aus langjähriger Beobachtung ermittelte Grundwasser-, Hochwasser- bzw. Schichtwasserstand – bezogen auf einen Beobachtungszeitraum von mindestens 20 Jahren – zuzüglich eines Sicherheitszuschlages von mindestens 0,30 m anzusetzen.

Der genaue Bemessungswasserstand für das Projektgebiet ist ggf. kostenpflichtig bei der zuständigen Behörde zu erfragen.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Bezüglich der Erdbebeneinwirkung befindet sich das Untersuchungsgebiet in keiner der in der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ausgewiesenen Erdbebenzonen.

Die bis in Tiefen zwischen 0,90 m uAP und 1,20 m uAP aufgeschlossenen Auffüllungen im westlichen Bereich des Grundstücks (Bereich der geplanten Hausgruppen 120_a und 120_b) setzen sich aus schluffigen, sandigen Kiesen und tonigen, sandigen, teils schwach kiesigen Schluffen der Bodengruppen [GU*], [TL] und [TM] nach DIN 18196 des Schichtgliedes I (SG I) zusammen, die z.T. geringe Anteile an Fremdbestandteilen wie vereinzelte Ziegelbruchreste, Asche und schwarze Einschaltungen enthalten. Die Böden weisen eine weich-steife bis steife, bereichsweise lediglich eine breiig-weiche Konsistenz auf.

Der im Untersuchungsgebiet überwiegend aufgeschlossene, natürlich anstehende Untergrund setzt sich aus tonigen, teils feinsandigen Schluffen und schluffigen, teils schwach feinsandigen Tonen des Schichtgliedes II (SG II) zusammen, die den Bodengruppen TL und TM nach DIN 18196 zuzuordnen sind. Anhand der Ergebnisse der Kleinrammbohrungen in Korrelation mit den schweren Rammsondierungen ist die Konsistenz der anstehenden Lehme bis zur jeweiligen Endteufe überwiegend als weich-steif bis steif, bereichsweise als breiig-weich zu beurteilen.

Bindige Böden von breiig-weicher bis weicher bzw. weich-steifer Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen nicht bzw. kaum belastbar und als ungeeignet bzw. wenig geeignet für Gründungszwecke zu beurteilen.

Die aufgeschlossenen bindigen Böden der Bodengruppen [GU*], [TL], [TM], TL und TM gehören nach DIN 18300:2012-09 ab mindestens weicher bis halbfester Konsistenz in die Bodenklasse 4, sie sind als stark wasserempfindlich anzusprechen, d. h., sie reagieren bei Wassergehaltsänderung (Durchfeuchtung) mit einer Verschlechterung ihrer bodenmechanischen Eigenschaften. Durchnässte, breiige Böden gehören nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 2. Ab mindestens steifer Konsistenz stellen bindige Böden allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar.

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 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 1054:2010 angegebenen Werte für die Lagerungsdichte, den Verdichtungsgrad und den Spitzenwiderstand der Drucksonde nachgewiesen. Bei bindigen Böden muss eine mindestens steife Konsistenz vorliegen bzw. eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens 120 kN/m² ermittelt worden sein.

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) erfahrungsgemäß und infolge von Korrelation zwischen Kleinrammbohrung und schweren Rammsondierungen folgende Schlagzahlen zu erreichen:

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

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

Eine Auswertung nach PLACZEK würde die Konsistenz für die ermittelten Bodenschichten jedoch verfälschen. Die Konsistenz nach PLACZEK entspricht nach der ausgeführten Kleinrammbohrung nicht den Tatsachen, d.h., hier wird eine ungünstigere Konsistenz vorgetäuscht als tatsächlich vorhanden. 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 der Sondiergestänge in den hier aufgeschlossenen bindigen Böden von relativ ausgeprägter Plastizität zurückgeführt werden.

Aufgrund dieser Tatsache wurde durch Korrelation mit der ausgeführten Kleinrammbohrung zur weiteren Beurteilung eine Schlagzahl $N_{10} \geq 3$ für eine mindestens steife Konsistenz zu Grunde gelegt.

Tabelle 4: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig steifer Konsistenz

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig steifer Konsistenz [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig steifer Konsistenz ca. [m ü NN]
DPH 1	>3,00	ca. <127,50
DPH 2	>3,00	ca. <127,80
DPH 3	4,20	ca. 125,10
DPH 4	>3,00	ca. <126,70

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist die Anwendung des vereinfachten Verfahrens nicht möglich, stattdessen sind die Angaben in Kapitel 4 zu beachten.

4 Gebäudegründung

4.1 Allgemeines

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 mindestens 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 Frostschürzen zu versehen.

Bei den geplanten Reihenhäusern handelt es sich um nichtunterkellerte Gebäude.

Gemäß den Angaben von Herrn Dipl.-Geol. Markus Karl, Deutsche Reihenhaus AG werden für die nachfolgenden Berechnungen und Betrachtungen die Oberkanten der Fertigfußbodenhöhen der Bodenplatten (OK FFB EG) wie folgt angenommen:

Hausgruppe Typ 120_a: 130,55 m ü NN
Hausgruppe Typ 120_b: 130,55 m ü NN
Hausgruppe Typ 145_c: 130,40 m ü NN
Hausgruppe Typ 145_d: 130,45 m ü NN

Belastungen

Die Belastungen wurden gemäß dem o. g. Lastenplan [3] für die Regelfundamente Typ 120 wie folgt angesetzt, dabei handelt es sich um Bemessungslasten (design-Lasten) für Neubauten, die in der Erdbebenzone 0 liegen:

- Belastung durch die Außenwände für Außenfundamente $b/d = 30/44$ cm:
 - Pos. 401 $q_d = 73,5$ kN/m
 - Pos. 403 $q_d = 68,2$ kN/m
 - Pos. 404 $q_d = 58,5$ kN/m
- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 50/30$ cm:
 - Pos. 406 $q_d = 172,1$ kN/m
- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 40/25$ cm:
 - Pos. 405 $q_d = 133,4$ kN/m
 - Pos. 402 $q_d = 128,6$ kN/m
- Belastung für Fundamente Vorgartenschrank $b/d/l = 30/69/130$ cm:
 - Pos. 408 $q_d = 38,4$ kN/m

Die Belastungen wurden gemäß den o. g. Plänen [4] und [5] für die Regelfundamente Typ 145 wie folgt angesetzt, dabei handelt es sich um Bemessungslasten (design-Lasten) für Neubauten, die in die Erdbebenzone 0 liegen:

- Belastung durch die Außenwände für Außenfundamenten $b/d = 30/44$ cm:
 - Pos. 401 $q_d = 73,3$ kN/m
 - Pos. 403 $q_d = 61,1$ kN/m
 - Pos. 404 $q_d = 58,8$ kN/m
- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 50/30$ cm:
 - Pos. 406 $q_d = 163,5$ kN/m
- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 40/25$ cm:
 - Pos. 405 $q_d = 117,41$ kN/m
 - Pos. 407 $q_d = 85,2$ kN/m
- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 50/25$ cm:
 - Pos. 402 $q_d = 124,6$ kN/m
- Belastung für Fundamente Vorgartenschrank $b/d/l = 30/69/130$ cm:
 - Pos. 408 $q_d = 38,4$ kN/m

Gebäudegründung

Da die derzeitige Geländeoberkante z.T. tiefer als die geplanten Höhenlagen der Bodenplatten im östlichen Bereich des Grundstücks bei den Hausgruppen 145_c und 145_d liegt, sind zum Ausgleich der Höhendifferenzen nach derzeitigem Kenntnisstand hier im östlichen Baufeldbereich zusätzliche Geländeauffüllungen in Mächtigkeiten von ca. 1,00 m bis ca. 1,50 m unterhalb der Bodenplatten erforderlich, welche aus den notwendigen Geländeauffüllungen zum Erreichen des Gründungsniveaus und zum Teil aufgrund der Abtragung des vorhandenen Oberbodens resultieren. Abtrag und Auftrag sind profilgerecht auszuführen. Der vorhandene Oberboden ist abzutragen.

Basierend auf den Erkundungsergebnissen ist derzeit davon auszugehen, dass die Gründungssohlen bei den o.g. Gründungskoten für die Hausgruppen Typ 120_a und 120_b in bindigen, teils aufgefüllten Böden von überwiegend weicher bis weich-steifer, bereichsweise von breiig-weicher Konsistenz (bei HG 120_b, DPH 2) und für die Hausgruppen Typ 145_c und 145_d in den notwendigen Geländeauffüllungen zu liegen kommen (s. Anlage 2.1 bis 2.4).

Bei Gründung mittels Streifenfundamenten sind in den Bereichen, in denen in Höhe der Fundamentsohlen Böden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen (bindige Böden von lediglich weicher bis weich-steifer Konsistenz), die Streifenfundamente bis zum Erreichen der ausreichend tragfähigen Schichten (hier Lehme von mindestens steifer Konsistenz) mittels Füllbeton tieferzuführen, oder es ist ein Gründungspolster (Bodenaustausch) unter den Fundamenten einzubauen.

Alternativ zum Bodenaustausch in diesem Bereich ist die Verbesserung der anstehenden Böden unter den Fundamentsohlen möglich, dabei werden wenig tragfähige, bindige Böden (z.B. weiche bis weich-steife bindige Lehme) ausgehoben und nach einer qualifizierten Verbesserung mit ggfs. hydraulischem Bindemittel wieder eingebaut.

Da nur punktuelle Untergrundaufschlüsse erfolgten, können die erforderlichen Mächtigkeiten der erforderlichen Bodenverbesserung variieren. Die endgültigen Bodenverbesserungsmächtigkeiten sind vom Gutachter im Rahmen der Aushubarbeiten hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eignung grundsätzlich mittels geeigneter Verfahren nochmals zu prüfen.

Zur orientierenden Abschätzung der in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen und den zu erwartenden Setzungsbeträgen zulässigen Bodenpressungen von lotrecht mittig belasteten Streifenfundamenten für alle Hausgruppen 120_a / 120_b und 145_c / 145_d ohne / mit geeigneten Sondermaßnahmen (Verbesserung der anstehenden Böden unter den Fundamentsohlen) mit ggf. erforderlicher Fundamentverbreiterung wurden *beispielhaft* orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 durchgeführt (s. Abschnitt 4.2).

Die Gründungssohlen sind generell durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Die Gründungsaufstandsflächen sind vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons gründlich nachzuverdichten.

Die Angaben und Hinweise im Abschnitt 5.4 und 5.5 sind für die Terrassierungsarbeiten im Gründungsbereich sowie zur Verbesserung der anstehenden Böden zu beachten.

4.2 Gründung mittels Streifenfundamenten

Untersucht wird die Gründung der Neubauten der Hausgruppen Typ 120_a / 120_b und 145_c / 145_d mittels Streifenfundamenten ohne / mit geeigneten Sondermaßnahmen (Verbesserung der anstehenden Böden unter den Fundamentsohlen).

Zur orientierenden Abschätzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstands in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen bzw. der Fundamentbreite unter Berücksichtigung des Setzungsverhaltens wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 für die ständige Bemessungssituation (BS-P) nach EC 7 für die Regelfundamente Typ 120 und Typ 145 (s. [3] bis [5]) durchgeführt.

Betrachtet werden Streifenfundamente mit einer Länge von 10 m und Breiten im Bereich zwischen 0,3 m und 1,0 m. Sie werden lotrecht mittig belastet. Horizontallasten und Momente wurden gemäß [3] bis [5] nicht berücksichtigt. Die Vertikallasten sind zentrisch am Fundament angreifend zu verstehen und wurden gemäß Abschnitt 4.1 angesetzt.

Das als Berechnungsgrundlage dienende Baugrundmodell ergibt sich als worst-case-Betrachtung aus den Ergebnissen der durchgeführten Erkundungsarbeiten für die Hausgruppen Typ 120_a (DPH 1, RB 1 und RB 2), Typ 120_b (DPH 2, RB 3 und RB 4), Typ 145_c (DPH 3, RB 5 und RB 6) und Typ 145_d (DPH 4, RB 7 und RB 8). Aufgrund der fehlenden Kampfmittelfreigabe für Tiefe $\geq 3,00$ m uGOK wurden die Bohrungen RB 1, RB 2, RB 4 bis RB 10 nur bis 3,00 m Tiefe abgeteuft. Für die nachfolgenden Berechnungen wurden für Tiefen $\geq 3,00$ m die Baugrundverhältnisse der Bohrung RB 3 und der Sondierung DPH 5 herangezogen.

Die Oberkanten der Bodenplatten (OK FFB EG) werden gemäß Abschnitt 4.1 angenommen.

Die Einbindetiefe der Außenfundamente für HG 120 und HG 145 beträgt gemäß [3] bis [5] mindestens 0,81 m, die der Innenfundamente ca. 0,62 m und ca. 0,67 m (unter Berücksichtigung des Fußbodenaufbaus). Die Einbindetiefe der Fundamente des Vorgartenschanks beträgt 0,69 m.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 zur abschätzenden Dimensionierung der Streifenfundamente aufgeführt. Die Details sind den Anlagen 6.1 bis 6.30 zu entnehmen und zu beachten!

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.

In den Tabellen 5 bis 8 sind aus den Berechnungen ausgewählte Fundamente exemplarisch aufgeführt. Die zu erwartenden Setzungen, die rechnerisch zulässigen Bemessungslasten und die rechnerischen zulässigen Bemessungswerte des Sohlwiderstands sind für die Fundamentposition 401 bis 408 den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Es wurde dabei, wie bei den anderen Projekten mit ungünstigen Baugrundverhältnissen, eine Begrenzung der rechnerischen Absolutsetzung auf **2,5 cm** und der maximalen Setzungsdifferenzen auf **1,5 cm** angenommen.

Streifenfundamente Hausgruppe HG 120 a:

Tabelle 5a: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; **ohne Sondermaßnahmen** mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,67 \text{ m} / 0,62 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 1, RB 1 und RB 2; Anlagen 6.1. 6.3, 6.5 und 6.7

	Position	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.1	Pos. 401	0,58 / 0,81	73,5	1,5	134	6
	Pos. 403	0,55 / 0,81	68,5	1,4	132	6
	Pos. 404	0,48 / 0,81	58,5	1,3	132	7
Innenfundamente Anlage 6.3 und 6.5	Pos. 406	>> 1,00 / 0,67	172,1	>>2,5^{**)}	--	--
	Pos. 402	1,00 / 0,62	128,6	2,3	135	4
	Pos. 405	1,00 / 0,62	133,4	2,3	135	4
Vorgartenschrank Anlage 6.7	Pos. 408	0,30 / 0,69	38,4	1,0	134	10

*) in der Fundamentsohle

***) angenommene Begrenzung

Anhand Tabelle 5a ist ersichtlich, dass unter Begrenzung der rechnerischen Absolutsetzung auf 2,5 cm eine Fundamentverbreiterung $\gg 1,00$ ohne Sondermaßnahmen für Fundamentposition 406 der Hausgruppe 120_a erforderlich wird. Somit ist zur Reduzierung der erforderlichen Fundamentverbreiterung unterhalb der Fundamente eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln mit rechnerisch erforderlichen Mächtigkeiten gemäß Tabelle 5b durchzuführen.

Die rechnerisch ermittelten maximalen Setzungen für die Hausgruppe 120_a ohne Sondermaßnahmen mit der erforderlichen Fundamentverbreiterung von ca. 0,50 bis 1,00 m für die Fundamentpositionen 401 bis 405 betragen ca. 2,3 cm, und die maximalen Setzungsdifferenzen betragen ca. 1,3 cm; somit wurden die oben angenommenen Setzungen und Differenzen eingehalten.

Tabelle 5b: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; mit Bodenverbesserung und mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81$ m / $0,67$ m / $0,62$ m / $0,69$ m; Berechnungsgrundlage DPH 1, RB 1 und RB 2; Anlagen 6.2, 6.4, 6.6 und 6.7

	Position	erf. Stärke der Bodenverbesserung d [m]	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlerwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.2	Pos. 401	0,40	0,35 / 0,81	73,5	1,4	220	11
	Pos. 403		0,30 / 0,81	68,5	1,3	240	12
	Pos. 404			58,5	1,0	240	12
Innenfundamente Anlage 6.4 und 6.6	Pos. 406	1,00	0,60 / 0,67	172,1	2,1	290	10
	Pos. 402	0,80	0,50 / 0,62	128,6	2,0	267	10
	Pos. 405		0,50 / 0,62	133,4	2,0	267	10
Vorgartenschrank Anlage 6.7	Pos. 408	--	0,30 / 0,69	38,4	1,0	134	10

*) in der Fundamentsohle

Die rechnerisch ermittelten maximalen Setzungen für die Hausgruppe 120_a mit Bodenverbesserung in einer Stärke von 0,40 m unterhalb der Außenfundamente und von 0,80 m bzw. von 1,00 m unterhalb der Innenfundamente sowie mit der erforderlichen Fundamentverbreiterung für die Fundamentpositionen 401, 402, 405 und 406 betragen ca. 2,10 cm, und die maximalen Setzungsdifferenzen betragen ca. 1,1 cm; somit wurden die oben angenommenen Setzungen und Differenzen eingehalten.

Streifenfundamente Hausgruppe HG 120 b:

*Tabelle 6a: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; **ohne Sondermaßnahmen** mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,67 \text{ m} / 0,62 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 2, RB 3 und RB 4; Anlagen 6.8, 6.10, 6.12 und 6.14*

	Position	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohllwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.8	Pos. 401	0,58 / 0,81	73,5	1,2	129	6
	Pos. 403	0,55 / 0,81	68,5	1,3	127	7
	Pos. 404	0,48 / 0,81	58,5	1,4	125	7
Innenfundamente Anlage 6.10 und 6.12	Pos. 406	>> 1,00 / 0,67	172,1	>>2,5^{**)}	--	--
	Pos. 402	>> 1,00 / 0,62	128,6	>>2,0	--	--
	Pos. 405	>> 1,00 / 0,62	133,4	>>2,0	--	--
Vorgartenschrank Anlage 6.14	Pos. 408	0,40 / 0,69	38,4	0,9	107	8

^{*)} in der Fundamentsohle

^{**)} angenommene Begrenzung

Anhand Tabelle 6a ist ersichtlich, dass unter Begrenzung der rechnerischen Absolutsetzung auf 2,0 cm bzw. 2,5 cm eine Fundamentverbreiterung $\gg 1,00$ ohne Sondermaßnahmen für Fundamentposition 402, 405 und 406 der Hausgruppe 120_b erforderlich wird. Somit ist zur Reduzierung der erforderlichen Fundamentverbreiterung unterhalb der Fundamente eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln mit rechnerisch erforderlichen Mächtigkeiten gemäß Tabelle 6b durchzuführen.

Tabelle 6b: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; **mit Bodenverbesserung** und mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,67 \text{ m} / 0,62 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 2, RB 3 und RB 4; Anlagen 6.9, 6.11, 6.13 und 6.15

	Position	erf. Stärke der Bodenverbesserung d [m]	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.9	Pos. 401	0,40	0,38 / 0,81	73,5	1,2	195	11
	Pos. 403		0,30 / 0,81	68,5	1,2	207	12
	Pos. 404			58,5	1,0	230	14
Innenfundamente Anlage 6.11 und 6.13	Pos. 406	1,00	0,60 / 0,67	172,1	1,9	236	9
	Pos. 402	1,00	0,60 / 0,62	128,6	1,4	223	11
	Pos. 405		0,60 / 0,62	133,4	1,5	223	11
Vorgartenschränk Anlage 6.15	Pos. 408	0,20	0,30 / 0,69	38,4	0,9	150	12

*) in der Fundamentsohle

Die rechnerisch ermittelten maximalen Setzungen für die Hausgruppe 120_b mit Bodenverbesserung in einer Stärke von 0,40 m unterhalb der Außenfundamente und von 1,00 m unterhalb der Innenfundamente sowie mit der erforderlichen Fundamentverbreiterung für die Fundamentpositionen 402 bis 406 betragen ca. 1,9 cm, und die maximalen Setzungsdifferenzen betragen ca. 0,9 cm; somit wurden die oben angenommenen Setzungen und Differenzen eingehalten.

Streifenfundamente Hausgruppe HG 145 c:

*Tabelle 7a: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; **ohne Sondermaßnahmen** mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81\text{ m} / 0,67\text{ m} / 0,62\text{ m} / 0,69\text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 3, RB 5 und RB 6; Anlagen 6.16, 6.18, 6.20 und 6.22*

	Position	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.16	Pos. 401	0,55 / 0,81	73,3	1,4	140	7
	Pos. 403	0,45 / 0,81	61,1	1,2	140	8
	Pos. 404		58,8	1,2	140	8
Innenfundamente Anlage 6.18 und 6.20	Pos. 406	>> 1,0 / 0,67	163,5	>>2,5^{**)}	--	--
	Pos. 402	0,90 / 0,62	124,4	2,0	139	5
	Pos. 405	0,85 / 0,62	117,41	1,9	139	5
	Pos. 407	0,60 / 0,62	85,2	1,5	143	7
Vorgartenschrank Anlage 6.22	Pos. 408	0,30 / 0,69	38,4	0,9	168	13

^{*)} in der Fundamentsohle

^{**)} angenommene Begrenzung

Anhand Tabelle 7a ist ersichtlich, dass unter Begrenzung der rechnerischen Absolutsetzung auf 2,5 cm eine Fundamentverbreiterung $\gg 1,00$ ohne Sondermaßnahmen zur Gründung der Hausgruppe 145_c erforderlich wird. Somit ist zur Reduzierung der erforderlichen Fundamentverbreiterung unterhalb der Fundamente eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln mit rechnerisch erforderlichen Mächtigkeiten gemäß Tabelle 7b durchzuführen.

Tabelle 7b: Berechnungsergebnisse für *lotrecht mittig belastete* Streifenfundamente gem. Lastenplan; **mit Bodenverbesserung** und mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,67 \text{ m} / 0,62 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 3, RB 5 und RB 6; Anlagen 6.17, 6.19, 6.21 und 6.22

	Position	erf. Stärke der Bodenverbesserung d [m]	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlerwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.17	Pos. 401	0,40	0,38 / 0,81	73,3	1,4	200	10
	Pos. 403		0,30 / 0,81	61,1	1,2	235	13
	Pos. 404			58,8	1,1	235	13
Innenfundamente Anlage 6.19 und 6.21	Pos. 406	1,00	0,60 / 0,67	163,5	2,3	238	7
	Pos. 402	1,00	0,58 / 0,0,62	124,4	1,7	225	9
	Pos. 405		0,55 / 0,62	117,41	1,6	225	9
	Pos. 407		0,40 / 0,62	85,2	1,1	217	14
Vorgartenschrank Anlage 6.22	Pos. 408	--	0,30 / 0,69	38,4	0,9	168	13

*) in der Fundamentsohle

Die rechnerisch ermittelten maximalen Setzungen für die Hausgruppe 145_c mit Bodenverbesserung in einer Stärke von 0,40 m unterhalb der Außenfundamente und von 1,00 m unterhalb der Innenfundamente sowie mit der erforderlichen Fundamentverbreiterung für die Fundamentpositionen 401, 402, 405 und 406 betragen ca. 2,3 cm, und die maximalen Setzungsdifferenzen betragen ca. 1,2 cm; somit wurden die oben angenommenen Setzungen und Differenzen eingehalten.

Streifenfundamente Hausgruppe HG 145 d:

*Tabelle 8a: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; **ohne Sondermaßnahmen** mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81\text{ m} / 0,67\text{ m} / 0,62\text{ m} / 0,69\text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 4, RB 7 und RB 8; Anlagen 6.23, 6.25, 6.27 und 6.29*

	Position	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.23	Pos. 401	0,62 / 0,81	73,3	1,4	122	6
	Pos. 403	0,55 / 0,81	61,1	1,3	120	7
	Pos. 404	0,52 / 0,81	58,8	1,2	120	7
Innenfundamente Anlage 6.25 und 6.27	Pos. 406	>> 1,0 / 0,67	163,5	>>2,5^{**)}	--	--
	Pos. 402	>> 1,00 / 0,62	124,4	>>2,0	--	--
	Pos. 405	0,98 / 0,62	117,41	1,9	122	4
	Pos. 407	0,75 / 0,62	85,2	1,5	113	6
Vorgartenschrank Anlage 6.29	Pos. 408	0,40 / 0,69	38,4	0,9	105	9

^{*)} in der Fundamentsohle

^{**)} angenommene Begrenzung

Anhand Tabelle 8a ist ersichtlich, dass unter Begrenzung der rechnerischen Absolutsetzung auf 2,5 cm eine Fundamentverbreiterung $\gg 1,00$ ohne Sondermaßnahmen zur Gründung der Hausgruppe 145_c erforderlich wird. Somit ist zur Reduzierung der erforderlichen Fundamentverbreiterung unterhalb der Fundamente eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln mit rechnerisch erforderlichen Mächtigkeiten gemäß Tabelle 8b durchzuführen.

Tabelle 8b: Berechnungsergebnisse für *lotrecht mittig belastete* Streifenfundamente gem. Lastenplan; **mit Bodenverbesserung** und mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,67 \text{ m} / 0,62 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 4, RB 7 und RB 8; Anlagen 6.24, 6.26, 6.28 und 6.30

	Position	erf. Stärke der Bodenverbesserung d [m]	ggf. erf. Fundamentbreite b [m] / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Bemessungslast ^{*)} $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Rechn. Setzung s ca. [cm]	Bemessungswert des Sohlerwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²]	Bettungsmodul k_s ca. [MN/m ³]
Außenfundamente Anlage 6.17	Pos. 401	0,40	0,38 / 0,81	73,3	1,3	235	13
	Pos. 403		0,30 / 0,81	61,1	1,1	200	11
	Pos. 404			58,8	1,1	200	11
Innenfundamente Anlage 6.19 und 6.21	Pos. 406	1,00	0,60 / 0,67	163,5	2,3	238	8
	Pos. 402	1,00	0,58 / 0,0,62	124,4	1,7	225	9
	Pos. 405		0,55 / 0,62	117,41	1,5	225	9
	Pos. 407		0,40 / 0,62	85,2	1,1	217	15
Vorgartenschrank Anlage 6.22	Pos. 408	--	0,30 / 0,69	38,4	0,8	147	12

*) in der Fundamentsohle

Die rechnerisch ermittelten maximalen Setzungen für die Hausgruppe 145_c mit Bodenverbesserung in einer Stärke von 0,40 m unterhalb der Außenfundamente und von 1,00 m unterhalb der Innenfundamente sowie mit der erforderlichen Fundamentverbreiterung für die Fundamentpositionen 401, 402, 405 und 406 betragen ca. 2,3 cm, und die maximalen Setzungsdifferenzen betragen ca. 1,2 cm; somit wurden die oben angenommenen Setzungen und Differenzen eingehalten.

Hinweis:

Die Fundamentdiagramme sind als Anlagen 6.1 bis 6.30 beigelegt. Für andere Fundamentabmessungen und Belastungen können die zu erwartenden Setzungen dem entsprechenden Fundamentdiagramm entnommen werden.

Die Fundamentberechnungen gelten nur für die angegebenen Einbindetiefen und Gründungshöhen. Sofern andere Einbindetiefen gewählt werden oder die Gründungshöhe geändert wird, sind Neuberechnungen erforderlich.

4.3 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 sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

5 Erdbautechnische Hinweise

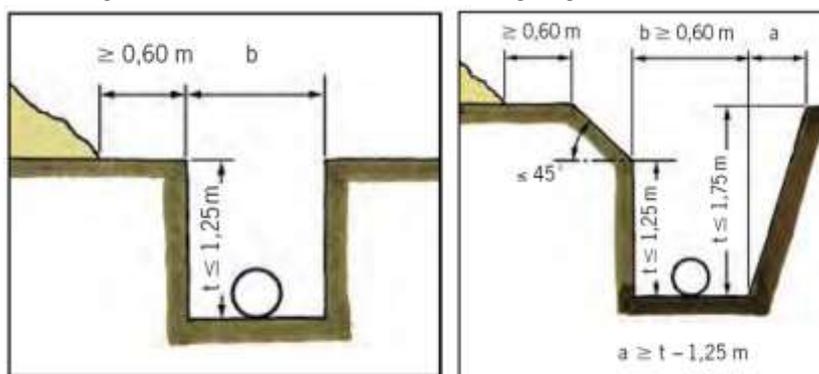
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

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 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:

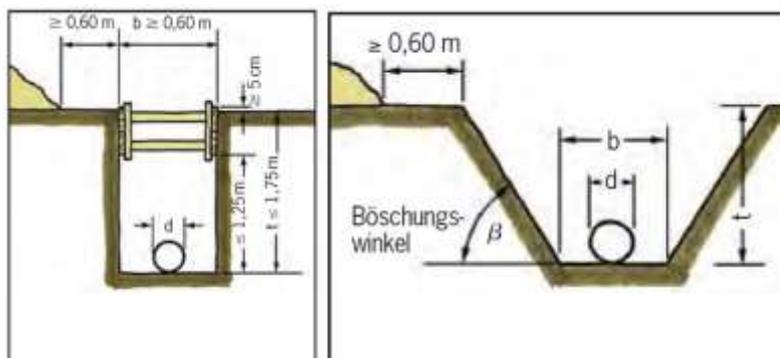
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



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.



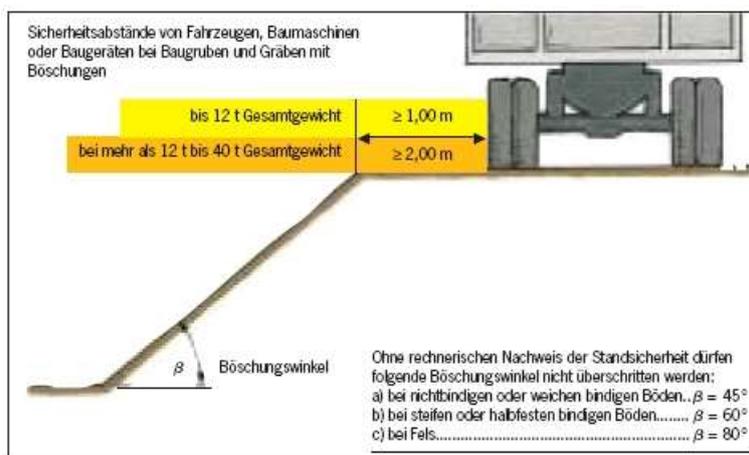
In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nicht bindige Böden:	$\leq 45^\circ$
bindige Böden:	$\leq 45^\circ$ bei weicher Konsistenz $\leq 60^\circ$ bei mindestens steifer Konsistenz
Festgestein:	$\leq 80^\circ$ (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. $\leq 45^\circ$).

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.

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.



Bei unter Umständen jahreszeitlich bedingtem Schicht- bzw. Grundwasserzufluss ist der Baugrubenverbau so zu wählen, dass sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser ausgeschwemmt wird.

Hinweis

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

5.2 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Erfahrungsgemäß können die beim Aushub gewonnenen Erdstoffe der Bodengruppen [GU*], [TL], [TM], TL und TM nur **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsrabenverfüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 17 bis $\approx 0,50$ m unter Planum verwendet werden. Bindige Böden sind aufgrund ihres Feinkorngehalts jedoch als wasserempfindlich einzustufen und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs optimal verdichtbar.

Bindige Böden von breiig-weicher bis weicher Konsistenz sowie aufgeweichte, nichtbindige Böden sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden. Ebenso dürfen die organischen Böden (organische, humose Schluffe) nicht wieder eingebaut werden.

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

Gleichfalls wird bei zu trockenen Erdstoffen eine dosierte Anfeuchtung auf einen verdichtungsfähigen Wassergehalt (erdfeuchter Zustand) erforderlich.

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

Aushubböden mit verdichtungsfähigem Wassergehalt, die für den Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Planen oder Folien, Zwischenlagerung auf abgewalzten Halden) vor Durchfeuchtung oder Austrocknung zu schützen.

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. Etwaige Einschränkungen der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden durch eine orientierende Deklarationsanalytik (chemische Schadstoffuntersuchung nach dem Hessischen Baumerkblatt, Tab. 1 (Feststoff und Eluat)) bestimmt (siehe Kapitel 9 und 10).

5.3 Langzeitböschungen ohne zusätzliche Lasteinwirkung

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Langzeitböschungen entstehen oder angeschüttet werden, können in Abhängigkeit von der Bodenart und der Böschungshöhe hinsichtlich der Böschungseigung 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 sowie bei Böschungen mit Strömungsdruck oder 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 Abrundung 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 z. B. ca. 1,00 m wäre das je nach Böschungsmaterial ein Abstand von ca. 1,60 m bis ca. 2,40 m.

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).

5.4 Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken

Als Auffüllmaterial sollen grundsätzlich nichtbindige Erdstoffe der Bodengruppen GW, GU, SW oder SU nach DIN 18196 verwendet werden, z.B. gut kornabgestufte Kies-Sand-Gemische mit einem Feinkorngehalt (Korndurchmesser $< 0,063$ mm) von maximal 15 % oder güteüberwachtes RC-Material bzw. gebrochenes Hartgestein der Körnung 0/56.

Die Auffüllung bzw. der Bodenaustausch ist in Schüttlagen von maximal 30 cm einzubauen und zu verdichten. Die Schüttung ist über den Plattenrand bzw. den Fundamentrand hinaus im Lastausbreitungswinkel von 45° herzustellen.

Für Auffüllungen aus **nichtbindigem Bodenmaterial** im Gründungsbereich von Bauwerken werden an die Erdstoffe nachfolgende Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} gestellt:

- eng, weit, und intermittierend gestufte grobkörnige Böden (Bodengruppen SE, SW, SI, GE, GW, GI) sowie gemischtkörnige Böden mit geringem Feinkornanteil, d. h. mit bis zu 15 Gew.-% Körnern $\leq 0,06$ mm (Bodengruppen SU, GU, GT) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U > 3$:

Lagerungsdichte $D \geq 0,45$ Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98$ %

Der angegebene Mindestwert des Verdichtungsgrades D_{Pr} entspricht etwa einer mitteldichten Lagerung.

Die oben genannten Verdichtungsanforderungen an Auffüllungen im Gründungsbereich sind durch geeignete Versuchstechniken zu prüfen und nachzuweisen!

Generell sind hierbei direkte Verdichtungskontrollen mittels Ersatzverfahren (Densitometermethode oder Sandersatzverfahren) in Verbindung mit Proctorversuchen anwendbar. Wegen des erforderlichen Zeitaufwandes für die Versuchsauswertung müssen hierbei jedoch Verzögerungen im Bauablauf in Kauf genommen werden, oder es müssen in Abhängigkeit der erst zeitversetzt vorliegenden Prüfergebnisse gegebenenfalls bereits eingebaute Lagen wieder abgeschoben werden, um unzureichend verdichtete tiefere Lagen nachverdichten zu können.

Um im Sinne eines raschen Baufortschritts bereits beim jeweiligen Prüftermin vor Ort eine Aussage bezüglich der erzielten Verdichtung treffen zu können, ist die Durchführung indirekter Verdichtungskontrollen mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu empfehlen.

Als Hilfskriterien werden hierbei anstelle des Verdichtungsgrades D_{Pr} die Verformungsmoduln E_{V1} und E_{V2} sowie das Verdichtungsverhältnis E_{V2}/E_{V1} bestimmt.

In Anlehnung an die Tabelle 10 der ZTV E-StB 17 (Fassung 2017) können hierbei nachfolgende Richtwerte für die Zuordnung von Verdichtungsgrad D_{Pr} , Verformungsmodul E_{V2} und Verdichtungsverhältnis E_{V2}/E_{V1} angesetzt werden:

Bodengruppen GW, GI: $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Bodengruppen GE, SE, SW, SI: $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$
 $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ bei $D_{Pr} \geq 98 \%$

Der mit statischen Plattendruckversuchen erfassbare Tiefenbereich beträgt ca. 0,6 m bis 0,9 m (zwei- bis dreifacher Lastplattendurchmesser).

Bei dem erforderlichen Einbau in Lagen von maximal 30 cm sind insofern auf mindestens jeder zweiten Lage Prüfungen durchzuführen.

Vor Einbau der ersten Lage ist das anstehende Planum intensiv nachzuverdichten.

Auf eine ausreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) ist unbedingt zu achten. Die allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zum Schutz des Erdplanums vor Witterungseinflüssen (z. B. ZTV E-StB 17) sind zu beachten.

5.5 Verbesserung der anstehenden Böden

Eine Bodenverbesserung könnte durch den Ausbau der anstehenden Böden und einen kontrollierten Wiedereinbau nach Untermischen von Kalk-Zement-Mischbindern mit einem Zementanteil von mindestens 50 % oder von Zement erfolgen.

Das führt zur Reduzierung der Absolutbeträge der Setzungen und zur Vergleichmäßigung der Differenzsetzungen.

Aus gutachterlicher Sicht ist die nachfolgend beschriebene Verbesserung des Untergrunds als eine geeignete Gründungsvariante möglich:

- ▶ Abtragen der anstehenden Böden:
bis ca. 0,40 m unter UK Fundament im Bereich der Außenfundamente und
bis ca. 0,80 m – 1,00 m unter UK Fundament im Bereich der Innenfundamente
- ▶ Intensives Nachverdichten des freigelegten Arbeitsplanums mit geeignetem Verdichtungsgerät (statisch)
- ▶ Vermischen des Aushubmaterials mit Kalk-Zement-Mischbindern oder Zement
- ▶ Lagenweise verdichteter Wiedereinbau des verbesserten Aushubmaterials

Durch den kontrollierten Wiedereinbau erhält man einen homogenen Untergrundaufbau, der die auftretenden Lasten gleichmäßig abtragen kann.

Orientierend kann basierend auf Erfahrungswerten an vergleichbaren Böden von einer erforderlichen Zugabemenge in der Größenordnung von **ca. 2 - 5 M.-%** ausgegangen werden. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind jedoch im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen!

Gemäß den durchgeführten Setzungsberechnungen und in Anlehnung an die Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken gemäß DIN 1054 werden nachfolgende Anforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} und den Steifemodul E_S gestellt:

Erforderlicher Verdichtungsgrad:	D_{Pr}	$\geq 100 \%$
Erforderlicher Steifemodul E_S Bodenverbesserung:	E_S	$\geq 40 \text{ MN/m}^2$

Die Einhaltung der Verdichtungsanforderungen durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen während des Einbaus ist zu kontrollieren und nachzuweisen.

Bei einer Bodenverbesserung weisen wir auf die Erfordernis eines Entwässerungskonzeptes während der Bauphase hin, da durch die Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln keine versickerungsfähige Oberfläche mehr zur Verfügung steht, um Niederschlagswasser aufzunehmen.

6 Hinweise zur Bauwerksabdichtung

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** „nicht drückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten“ bei wenig durchlässigen, feinkörnigen, überwiegend aufgeschlossenen Böden der Bodengruppe [GU*], [TL], [TM], TL und TM ($k_f < 10^{-4} \text{ m/s}$) 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 $\leq 3 \text{ m}$ Eintauchtiefe“ anzunehmen. Oberflächenwasser sollte geordnet abgeleitet werden.

Zur Auswahl der Abdichtungsbauart muss der Planer außerdem die planmäßige Rissaufweitung vorhandener Risse oder die zu erwartende Neurissbildung kennen. Dazu wurden in DIN 18533-1 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*. Das Infiltrationsvermögen eines Bodens hängt überwiegend von der Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte der aufbauenden Lockergesteine ab und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert k_f ausgedrückt. 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 Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen (Flächenversickerung 2×10^{-5} m/s). Sind die k_f -Werte kleiner als 1×10^{-6} m/s, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen. Eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung ist dann nicht von vornherein gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes (Gesteinskörper, der zum Beobachtungszeitpunkt kein Grundwasser enthält), sollte grundsätzlich mindestens 1 m betragen (bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand), um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

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.

Weiterhin ist nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 hinsichtlich des Abstandes von Versickerungsanlagen zu Gebäuden folgendes zu beachten: Bei Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung sollten Versickerungsanlagen grundsätzlich nicht in Verfüllbereichen in Gebäudenähe, z. B. Baugruben, angeordnet werden.

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt die Kriterien für den Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden:

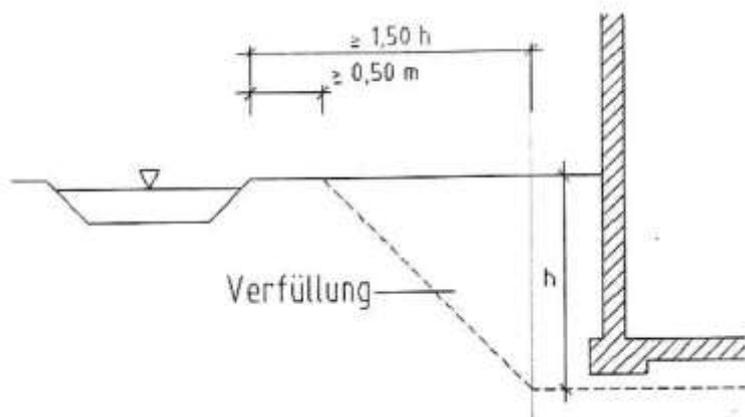


Abb. 3: Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung

7.2 Abschätzung der charakteristischen Durchlässigkeit

Bei den Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 10 wurden unterhalb den bereichsweise vorhandenen Oberbaubefestigungen im Form einer Schwarzdecke bzw. unterhalb der bereichsweise vorhandenen ca. 0,30 m – 0,50 m mächtigen Oberbodendecke aufgefüllte Böden der Bodengruppen [GU*], [TL] und [TM] sowie naturanstehende Schluffe und Tone der Bodengruppen TL und TM nach DIN 18196 aufgeschlossen.

Die Abschätzung der charakteristischen Durchlässigkeit der anstehenden Erdstoffe erfolgte auf Grundlage von Literaturangaben.

Die Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Erdstoffe der Bodengruppen [GU*], [TL], [TM], TL und TM ist in der Größenordnung von $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ anzusetzen. Gemäß dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 sind derartige Böden für **eine Versickerung als ungeeignet** zu erachten.

Für detailliertere Angaben wären weiterführende Versuche, z. B. Versickerungsversuche (im Bohrloch oder mittels Doppelringinfiltrometer) oder eine Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130 ZY-ES-ST erforderlich.

8 Historische Recherche

8.1 Standort und zukünftige Nutzung

Das Grundstück in der Straße „Am Kindergarten 10“, 61169 Friedberg liegt im Südwesten des Stadtzentrums (ca. 30 km nördlich von Frankfurt am Main). Friedberg ist Verwaltungssitz des Wetteraukreises. Es gehört zum Regierungsbezirk Darmstadt im Bundesland Hessen [14].

Während die Untersuchungsfläche im Nordwesten mit einem Wohnhaus überbaut und durch eine Schwarzdecke und Pflastersteine versiegelt ist, befinden sich im östlichen Teilbereich keine Bebauung oder Versiegelung. In diesem Bereich steht Oberboden an. Im Süden der Liegenschaft befinden sich ein kleiner Holzschuppen, eine Garage sowie Überbleibsel eines Gewächshauses.

In Abbildung 4 ist die betroffene Fläche farblich markiert.



Abb. 4: Luftbild der Untersuchungsfläche. Relevante Fläche ist farblich markiert (Quelle verändert nach: [6])

Im Norden wird das Grundstück durch die Straße „Am Kindergarten“ begrenzt. Östlich, südlich und westlich schließt sich Wohnbebauung an. In östlicher Richtung liegt in ca. 300 m Entfernung der nächstgelegene Vorfluter, die Usa, welche nach Südosten in die Wetter entwässert. Die Untersuchungsfläche ist Teil des „Hessischen Heilquellenschutzgebiet (Zone I)“. Sonstigen Naturschutzgebieten oder Überschwemmungsgebieten gehört es jedoch nicht an. Die Gesamtgrundstücksgröße beträgt 3686 m². Die mittlere Höhe der Fläche beträgt 130 m ü. NN.

Zukünftig ist eine Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern sowie mit den entsprechenden Flächen zur Ver- und Entsorgung (Stellplätze, Garagen, Technikzentrale, Abfallsammelplätze; usw.) geplant.

8.2 Historische Nutzung

Im folgenden Kapitel wird die historische Nutzung der Untersuchungsfläche sowie die potenziellen Schadstoffbelastungen, welche durch die jeweilige Nutzung entstanden sein könnten, beschrieben.

Die Auswertung der historischen Karten aus den Jahren zwischen 1823 und 1860 [14] zeigen, dass das Untersuchungsgebiet unbebaut war und landwirtschaftlich genutzt wurde (siehe Abbildungen 5 und 6). Ab einem dem Gutachter nicht bekannten Zeitpunkt wurde die Fläche von einer Gärtnerei genutzt. Aus dem Lageplan des Bauantrages für einen Bungalow (Wohnhaus) [19] aus dem Jahre 1964 geht hervor, dass sich bereits zu diesem Zeitpunkt kleine Gewächshäuser auf dem Grundstück befanden (Abbildung 7). Die Unterlagen zur Baugenehmigung aus dem Jahre 1994 [20] zeigen, dass die kleinen Gewächshäuser rückgebaut wurden und stattdessen ein großes Gewächshaus errichtet wurde (Mitte 1960er Jahre). Ende der 1990er Jahre wurde das Gewächshaus, ebenso wie die Pflanzbeete, vollständig rückgebaut (Abbildungen 4, 11 und 12).



Abb. 5: Ausschnitt aus der hist. Karte von 1823-1850. Untersuchungsfläche rot markiert [14]

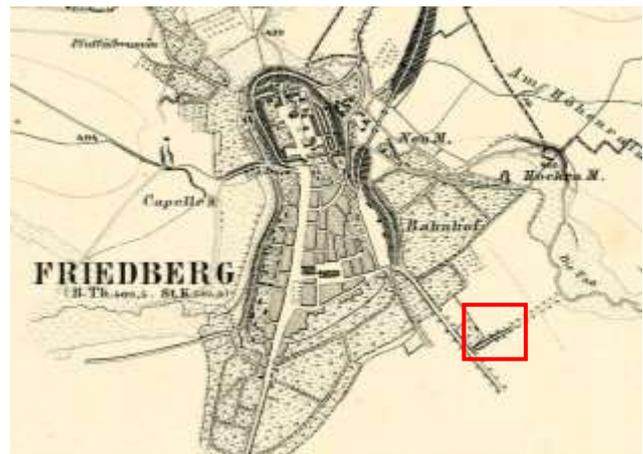


Abb. 6: Ausschnitt aus der hist. Karte von 1840-1860. Untersuchungsfläche rot markiert [14]



Abb. 7: Ausschnitt aus der Liegenschaftskarte von 1964. Untersuchungsfläche rot markiert [19]

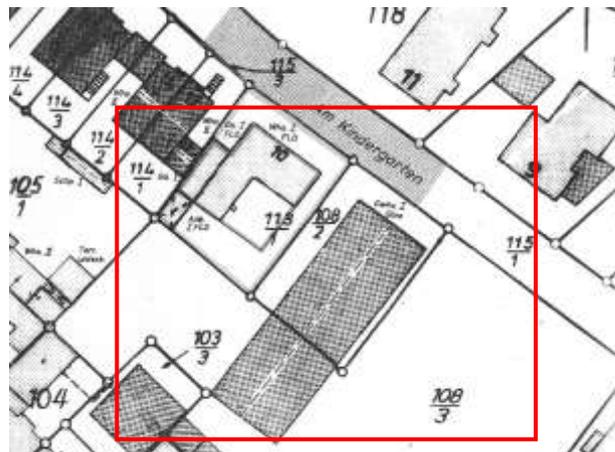


Abb. 8: Ausschnitt aus der Liegenschaftskarte von 1994. Untersuchungsfläche rot markiert [20]



Abb. 9: Fotos des Gewächshauses aus dem Jahre 1991 [21]



Abb. 10: Fotos des Gewächshauses aus dem Jahre 1991 [21]



Abb. 11: Foto der Untersuchungsfläche zum Zeitpunkt der Feldarbeiten am 28.03.2019 (ICP)



Abb. 12: Foto der Untersuchungsfläche zum Zeitpunkt der Feldarbeiten am 28.03.2019 (ICP)

Gemäß Handbuch Altlasten, Band 2, HLUg fällt die Branche „Allgemeiner Gartenbau“ (01.12.4) in die Klasse 3 (Gefährdungspotenzial mäßig) [14]

Laut dem Branchenkatalog 4.0 des Landes Baden-Württemberg [15] liegen die kontaminations-trächtigen Faktoren von Gartenbaubetrieben / Gärtnereien in Handhabungsverlusten beim Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, Leckagen von Behältern mit Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowie der Reinigung von Geräten. Dementsprechend sind die altlastenrelevanten Stoffe bzw. Stoffgruppen: Herbizide, Insektizide, Fungizide und Düngemittel.

Da das Gewächshaus Ende der 1990er Jahre vollständig rückgebaut und der Betrieb der Gärtnerei eingestellt wurde und die Fläche seitdem unversiegelt ist, kann davon ausgegangen werden, dass etwaige Rückstände an Pflanzenschutz- und Düngemitteln bereits ausgewachsen wurden.

Sonstige Hinweise auf schädliche Bodenveränderungen liegen dem Gutachter nicht vor. Das Grundstück ist gemäß Auftraggeber nicht als altlastenverdächtige Fläche kartiert.

Tabelle 9: Objektdaten

Gemeinde / Landkreis / Regierungsbezirk / Bundesland:	Friedberg / Wetteraukreis / Darmstadt / Hessen
Straße:	Am Kindergarten
Gemarkung / Flur / Flurstück Nr.	Friedberg 0339 / 9 / 108/2, 108/3, 113/1
Größe:	3686 m ²
Höhe:	130 m ü NN
Geologie:	Quartär (Pleistozän), Flussschotter, Kies, wechselnd sandig und steinig
Ehem. Nutzung:	Wohnbebauung, Gärtnerei
Aktuelle Nutzung:	Wohnbebauung (leerstehend)
Zukünftige Nutzung:	Wohnanlage
Umfeld:	Wohnbebauung, Gewerbe, landwirtschaftliche Nutzflächen
Naturschutzgebiete / Wasserschutzgebiete:	Keine betroffen / Hessisches Heilquellenschutzgebiet (Zone 1)
vermutete Schadstoffe:	unspezifisch
Gefährdete Schutzgüter:	Mensch, Grundwasser, Boden

8.3 Kampfmittelvorerkundung

Der Bericht der Kampfmittelvorerkundung der Luftbild Datenbank (Stufe 1 und Stufe 2) liegt dem Gutachter vor [18].

Demnach konnte im Projektgebiet eine potentielle Kampfmittelbelastung ermittelt werden. Es muss mit Bombenblindgängern (unter Umständen mit Langzeitzündern) gerechnet werden. Gemäß Arbeitshilfen Kampfmittelräumung besteht weiterer Erkundungsbedarf. Das Plangebiet stand im 2. Weltkrieg unter Artilleriebeschuss, und auf den historischen Luftbildern konnten Granateneinschläge identifiziert werden. Daher wurden die Bohrpunkte bis 3,00 m Tiefe zunächst durch eine Fachfirma für die Kampfmittelbeseitigung freigemessen.

8.4 Untersuchungsprogramm für das Bauvorhaben DRH - 2126

Auf Grundlage der historischen Kurzrecherche wird folgendes Untersuchungsprogramm für das Bauvorhaben der DRH vorgeschlagen:

Das Bohrprogramm umfasst standardmäßig pro Hausgruppe -2- Bohrungen und eine Rammsondierung. Am ehemaligen Standort des Gewächshauses wird ergänzend die Abteufung von -2- Umweltbohrungen empfohlen. Da es sich um einen kombinierten Bericht (geotechnisch und umwelttechnisch) handelt, sollten die Auffüllungen komplett durchbohrt werden. Die Zieltiefe liegt zwischen 2 und 3 Metern. Die beiden Umweltbohrungen liegen im Bereich der geplanten Verkehrsfläche, sodass eine der beiden Bohrungen zusätzlich für einen Versickerungsversuch verwendet werden kann.

Bei der Auswahl der Lage der Bohrpunkte muss außerdem der im Westen quer durch das Grundstück verlaufende Kanal berücksichtigt werden.

Es wird angeregt, zunächst Einzelproben des Oberbodens / Versiegelung, der ersten 50 cm, der zweiten 50 cm und dann höchstens meterweise zu entnehmen. Dadurch besteht die Möglichkeit, evtl. organoleptische Auffälligkeiten zu sondieren und gegebenenfalls separat auf die Verdachtparameter zu analysieren. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass der Abtrag der überlagernden Schichten (Oberboden) und der anschließende Auftrag mit unbelastetem Oberboden vorgesehen sind.

Die entnommenen Bodenproben werden zu sinnvollen Mischproben vereint und auf die Parameter nach Hessischem Baumerkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ mit den ergänzenden Parameter nach BBodSchV analysiert.

Es erfolgt die abfallrechtliche Einstufung nach den bundeslandspezifischen Werten. Bei der Verwertung von Bodenmaterial sind in Hessen die Eluatwerte der Fassung vom 06.11.1997 und die Feststoffwerte der Fassung vom 05.11.2004 heranzuziehen. Zur Beurteilung der Zulässigkeit der Wohnnutzung werden die Beurteilungswerte der BBodSchV und der Handbücher Altlasten Band 3, Teil 2 und Teil 3 herangezogen.

Das Untersuchungskonzept ist mit dem Auftraggeber abgestimmt.

9 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

9.1 Aushub

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung der aufgeschlossenen Böden wurden **-3-** Mischproben MP 1 bis MP 3 der aufgeschlossenen Auffüllungen bzw. der natürlich anstehenden Böden erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung nach dem Hessischen Baumerkblatt, Tab. 1, (Feststoff und Eluat) mit den ergänzenden Parametern nach BBodSchV Tab. 1.4 (Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete) für die Mischproben MP 1 und MP 3 übergeben.

Der Prüfbericht Nr. 4250043 vom 08.04.2019 ist als Anlage 7 beigelegt.

Die Prüfgegenstände werden gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Boden Mischproben MP 1 bis MP 3

Beschreibung	MP 1	MP 2	MP 3
Probenart	Boden, aufgefüllt: schluffige Kiese und Schluffe, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%	Boden: Schluffe und Tone	Boden: Schluffe und Tone
Entnahme durch	Schnell / Stanca (ICP)		
Entnahmedatum	27.03.2019 – 28.03.2019		
Verdachtsfläche (s. Kap. 10)	VF 1: HG 120_a + 1205_b		VF 2: HG 145_c + 145_d
Entnahmestelle	RB 1 / P 2 RB 2 / P 1 – P 2 RB 3 / P 2 – P 3 RB 4 / P 2 – P 3	RB 1 / P 3 – P 4 RB 2 / P 3 – P 5 RB 3 / P 4 – P 8 RB 4 / P 4 – P 5	RB 5 / P 2 – P 4 RB 6 / P 2 – P 5 RB 7 / P 2 – P 5 RB 8 / P 2 – P 6
Entnahmetiefe	von 0,05 m – 0,50 m bis 0,90 m – 1,20 m u AP	von 0,90 m – 1,20 m bis 3,00 m – 5,00 m u AP	von 0,30 m – 0,50 m bis 3,00 m u AP
Befund	Chrom: 0,8 mg/kg TR Nickel: 58 mg/kg TR	--	Thallium: 1,3 mg/kg TR Zink: 320 mg/kg TR
Beurteilung			
AVV	17 05 04	17 05 04	17 05 04
Hessisches Baumerkblatt, Tab. 1	Z0*	Z0	Z1

Mischprobe 1

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 1,20 m repräsentierenden Mischprobe MP 1 der aufgefüllten Böden im Bereich der geplanten Hausgruppen Typ 120_a und 120_b (Verdachtsfläche VF 21) wurden erhöhte Chrom- und Nickel-Gehalte gemessen. Demnach ist die Mischprobe MP 1 der Zuordnungsklasse **Z0*** (Metalle im Feststoff) gemäß Hessischem Baumerkblatt nach Tabelle 1 zuzuordnen. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

Mischprobe 2

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 5,00 m repräsentierenden Mischprobe MP 2 der aufgeschlossenen Böden im Bereich der geplanten Hausgruppen Typ 120_a und 120_b (Verdachtsfläche VF 1) wurden alle Zuordnungswerte der Zuordnungsklasse **Z0** nach Hessischem Baumerkblatt nach Tabelle 1 eingehalten. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

Mischprobe 3

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 3,00 m repräsentierenden Mischprobe MP 3 der aufgeschlossenen Böden im Bereich der geplanten Hausgruppen Typ 145_c und 145_d (Verdachtsfläche VF 2) wurden erhöhte Thallium- und Zink-Gehalte gemessen. Demnach ist die Mischprobe MP 3 der Zuordnungsklasse **Z1** (Metalle im Feststoff) gemäß Hessischem Baumerkblatt nach Tabelle 1 zuzuordnen. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

An dieser Stelle ist der Hinweis angebracht, dass die Proben die Belastungssituation naturgemäß stichprobenartig wiedergeben.

Sollten im Zuge der Erdarbeiten Auffälligkeiten bei den Erdstoffen bezüglich Zusammensetzung, Färbung, Geruch usw. auftreten, so ist unverzüglich der Gutachter zur abfallrechtlichen Deklaration hinzuzuziehen.

9.2 Untersuchung der Schwarzdecke auf PAK

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert eine möglichst hochwertige, umweltverträgliche Verwertung von Ausbauasphalt bzw. Straßenaufbruch. Die Verwertungsmöglichkeiten von teerhaltigem Straßenaufbruch sind in den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01) beschrieben.

Hierin wird grundsätzlich zwischen zwei Verwertungsklassen unterschieden, wobei als Grenzwert ein PAK-Gehalt von 25 mg/kg TS festgelegt wurde:

- **< 25 mg/kg TS Verwertungsklasse A** (Wiederverwendung im Heißmischverfahren)
- **≥ 25 mg/kg TS Verwertungsklasse B** (Wiederverwendung im Kaltmischverfahren mit hydraulischem Bindemittel)

Der aus der Schwarzdecke entnommene Bohrkern der Bohrung RB 2 wurde der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein zur Analytik auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) übergeben.

Der Prüfbericht Nr. 4250043 vom 08.04.2019 ist als Anlage 7 beigelegt.

Der nachfolgende Prüfgegenstand wird gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

Tabelle 11: Untersuchungsergebnisse und Einstufung Schwarzdecke

Beschreibung	RB 2 / BK 1
Probenart	Schwarzdecke
	Asphalt
Entnahme durch	Fritzsche / Stanca (ICP)
Entnahmedatum	27.03.2019
Entnahmestelle	RB2 / BK 1
Abmessungen (Ø / h) [mm]	110 / 50
Beurteilung	
PAK [mg/kg TS]	0,73
AVV-Schlüssel	17 03 02 (nicht teerhaltig)
RuVA-StB 01	Verwertungsklasse A

Bei dem Bohrkern RB 2 / BK 1 wurden nur geringe teerstämmigen Bestandteile nachgewiesen, so dass der Straßenaufbruch unter der Abfallschlüsselnummer **AVV 17 03 02** als **nicht teerhaltig** entsorgt werden kann.

10 Chemoanalytische Untersuchungen nach BBodSchV

10.1 Untersuchungskonzept und Untersuchungsumfang

Auf Grundlage der historischen Recherche, der aktuellen Nutzung und der geplanten Bebauung wurden -3- Verdachtsflächen **VF 1**, **VF 2** und **VF 3** festgelegt (Abbildung 13):

- VF 1 – Hausgruppe 120_a und 120_b (blau)
- VF 2 – Hausgruppe 145_c und 145_d (violett)
- VF 3 – Verkehrsflächen (gelb)



Abb. 13: Aufteilung der Untersuchungsfläche in die Verdachtsflächen VF 1 (blau), VF 2 (violett) und VF 3 (gelb)

Zur orientierenden Untersuchung der -3- Verdachtsflächen wurden zwischen am 27.03./28.03.2019 im Rahmen einer umwelttechnischen und bautechnischen Erkundung -10- Kleinrammbohrungen **RB 1** bis **RB 10** nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft.

Die Auswahl der Lage der Bohrungen RB 1 bis RB 8 wurde auf Grundlage der zukünftigen Bebauung und den aktuellen örtlichen Gegebenheiten getroffen. Die Lage der Sondieransatzpunkte RB 1 bis RB 4 war besonders abhängig von dem Bestandgebäude, da sie außerhalb des Wohngebäudes liegen sollten.

Die Rammkernsondierungen RB 9 und RB 10 wurden im geplanten Verkehrsflächenbereich abgeteuft. Diese Bohrungen dienten zur umwelttechnischen Erkundung des Untergrundes im ehemaligen Areal des Gewächshauses.

Auf Grundlage der historischen Recherche, dem unspezifischen Schadstoffverdacht im Untergrund und der weitestgehend organoleptischen Unauffälligkeit der entnommenen Proben, wurden in Absprache mit dem Auftraggeber Einzelproben aus Tiefen zwischen 0,00 m und max. 5,00 m uGOK zu -3- Mischproben **MP 1** bis **MP 3** zusammengeführt und gem. der Parameter nach **hessischem Baumerkblatt** Tabelle 1 mit den Ergänzungsparameter nach **BBodSchV** Tabelle 1.4 (**MP 1 und MP 3**) chemoanalytisch untersucht. MP 1 setzt sich aus den Auffüllungen und MP 2 sowie MP 3 aus dem gewachsenen Boden der Untersuchungsflächen zusammen (siehe Tabelle 12).

Aufgrund der organoleptischen Unauffälligkeiten der Proben aus den Bohrungen RB 9 und RB 10 sowie der Tatsache, dass der Bereich in denen diese Bohrungen abgeteuft wurden, später versiegelt sein wird, wurden in Rücksprache mit dem Auftraggeber keine Proben der Umweltbohrungen analysiert.

Die Auswahl und Zusammenstellung von Proben zur chemoanalytischen Untersuchung orientiert sich an sensorischen Gesichtspunkten (Farbe, Geruch, Zusammensetzung,...), sowie der ursprünglichen und aktuellen Nutzung. Die entnommenen Proben wurden in PE-Eimer (500ml) überführt, etikettiert, gekühlt und lichtgeschützt zum Transport in das Labor (SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein) übergeben.

Die nutzungsorientierte Beprobungstiefe bei Untersuchungen des Wirkungspfad des Boden – Mensch (direkter Kontakt) liegt bei 0-10/35 cm. Für die Baumaßnahme werden jedoch in einigen Bereichen mehrere Dezimeter Bodenmaterial auf- bzw. abtragen. Daher wurden auch Proben aus tieferen Bereichen der heutigen Geländeoberkante analysiert.

Des Weiteren ist nach Herstellung der Planumfläche die Aufbringung von rund 35 cm unbelastetem Oberboden vorgesehen. Nach den Vorschriften wäre diese aufgebrauchte Oberbodenschicht der eigentliche relevante Beurteilungshorizont.

Tabelle 12: Untersuchungs- und Analyseumfang

Fläche	Bereich	Mischprobe	Bohrung	Proben	Tiefe [m uGok]	Entnahmebereich	Analytik		
VF 1	Hausgruppen 120a + 120b	MP 1	RB 1	P2	0,50 – 0,90	Auffüllungen	Hessisches Bau- merkblatt Tabelle 1 durch Parameter nach BBodSchV gem. Tab. 1.4 er- gänzt		
			RB 2	P1	0,05 – 0,50				
			RB 3	P2	0,50 – 0,90				
				P3	0,40 – 0,70				
		RB 4	P2	0,30 – 0,60					
			P3	0,60 – 1,20					
		MP 2	RB 1	P3	0,90 – 2,00			Gew. Untergrund	Hessisches Bau- merkblatt Tabelle 1
				P4	2,00 – 3,00				
	RB 2		P3	0,90 – 1,50					
			P4	1,50 – 2,00					
	RB 3		P5	2,00 – 3,00					
			P4	1,00 – 2,00					
			P5	2,00 – 3,00					
			P6	3,00 – 3,50					
	RB 4	P7	3,50 – 4,00						
		P8	4,00 – 5,00						
VF 2	Hausgrup- pen145c + 145d	MP 3	RB 5	P2	0,50 – 1,00	Gew. Untergrund	Hessisches Bau- merkblatt Tabelle 1 durch Parameter nach BBodSchV gem. Tab. 1.4 er- gänzt		
				P3	1,00 – 2,00				
				P4	2,00 – 3,00				
			RB 6	P2	0,30 – 0,50				
				P3	0,50 – 1,00				
				P4	1,00 – 2,00				
			RB 7	P5	2,00 – 3,00				
				P2	0,50 – 1,00				
		P3		1,00 – 2,00					
		P4		2,00 – 2,30					
		RB 8	P5	2,30 – 3,00					
			P2	0,30 – 0,50					
			P3	0,50 – 1,00					
			P4	1,00 – 2,00					
			P5	2,00 – 2,50					
		P6	2,50 – 3,00						

Das an die vor-Ort-Gegebenheiten angepasste Untersuchungsprogramm umfasst in Anlehnung an Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) [12], Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 1999) [13]:

- Herstellen von -10- Kleinrammbohrungen in den Verdachtsflächen VF 1 bis VF 3
- Sensorische Ansprache und Beurteilung des Bohrgutes nach DIN 18196 und DIN 4022; Aufnahme von organoleptischen Auffälligkeiten
- Entnahme von Einzelproben
- Erstellung von -3- Mischproben zur chemoanalytischen Untersuchung auf die Parameter nach Hessischem Baumerkblatt (Tabelle 1) mit den Ergänzungsparametern nach BBodSchV (Tabelle 1.4)
- Erstellung von Rückstellproben
- Die Rückstellproben werden für -3- Monate aufbewahrt.

Die Bohrprofile wurden geotechnisch erfasst und umwelttechnisch aufgenommen.

10.2 Ergebnisse

In den Tabellen 13 und 14 sind die Ergebnisse der chemoanalytischen Untersuchungen dargestellt und anhand der beurteilungsrelevanten Prüfwerte nach BBodSchV und ergänzend mit den länderspezifischen Hilfwerten (Wirkungspfad Boden – Grundwasser, Sickerwasserprognose) beurteilt.

Olfaktorisch waren keine besonderen Auffälligkeiten in den Einzelproben bzw. Mischproben feststellbar. In den Einzelproben RB 1 / P 2, RB 3 / P 1 bis P 3, RB 4 / P 2 und P 3 sowie RB 10 / P 2 waren Fremdbestandteile in Form von Ziegelbruchresten, Asche bzw. schwarzen Einschaltungen (organisches Material) enthalten.

Bei den Bohrungen RB 3, RB 6, RB 8 und RB 10 wurde zwischen 2,10 bis 3,70 m uGOK Wasser angetroffen.

Die Ergebnisse aller Proben bestätigen die unauffälligen sensorischen Befunde:

In keiner der analysierten Mischproben **MP 1 bis MP 3** wurden umweltrelevante Schadstoffgehalte nachgewiesen. Die Schadstoffkonzentrationen der analysierten Parameter liegen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen bzw. unterschreiten die jeweiligen Prüf- Vorsorge- oder Beurteilungswerte deutlich.

Tabelle 13: Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse der Bodenproben der Verdachtsfläche VF 1

Probenbezeichnung:			MP 1	MP 2	BBodSch V Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurtei- lungswert Hessen ¹
Verdachtsfläche			VF 1			
Tiefe [m uGOK]			0,05 – 1,20	0,90 – 5,00		
Entnahmebereich			Auffüllungen	Gew. Boden		
BG						
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	86,2	80,1		
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	10	17	50	150
Blei	mg/kg TR	2	20	17	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	< 0,2	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	64	48	400	500
Nickel	mg/kg TR	1	58	39	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	20	5
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 10	< 10	--	2500
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	< 0,05	< 0,05	4	1
Aldrin	mg/kg TR	0,005	n.b.	/	4	--
DDT	mg/kg TR	0,005	n.b.	/	80	--
Hexchlorbenzol	mg/kg TR	0,005	n.b.	/	8	--
Pentachlorphenol	mg/kg TR	0,01	n.b.	/	100	--
PCB 6	mg/kg TR		n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat					BBodSch V Boden- Grund- wasser	GFS Hessen
pH-Wert	[-]	--	8,3	8,0	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	1	69	90	--	--
Cyanide, ges.	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,05
Phenol-Index, ges.	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	--
Arsen	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01
Blei	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,25	0,007
Cadmium	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	0,00005
Chrom	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	0,007
Kupfer	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	0,014
Nickel	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	0,014
Quecksilber	mg/l	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	0,00002
Zink	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	0,058
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLOG				
> BBodSchV Grundwasser		> GFS Hessen				

n.b. : nicht berechnbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

/ : nicht analysiert

¹: HLOG – Handbuch Altlasten B 3 T 3 ²: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 14: Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse der Bodenproben der Verdachtsfläche VF 2

Probenbezeichnung:			MP 3	BBodSchV Boden-Mensch Wohngebiete	Beurteilungswert Hessen ¹
Verdachtsfläche			VF 2		
Tiefe [m uGOK]			0,50 – 3,00		
Entnahmebereich			Gew. Boden		
		BG			
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	80,8		
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	17	50	150
Blei	mg/kg TR	2	19	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,3	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	40	400	500
Nickel	mg/kg TR	1	37	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,1	20	5
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 10	--	2500
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	n.b.	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	< 0,05	4	1
Aldrin	mg/kg TR	0,005	n.b.	4	--
DDT	mg/kg TR	0,005	n.b.	80	--
Hexchlorbenzol	mg/kg TR	0,005	n.b.	8	--
Pentachlorphenol	mg/kg TR	0,01	n.b.	100	--
PCB 6	mg/kg TR		n.b.	0,8	5
Eluat				BBodSchV Boden-Grund- wasser	GFS Hessen
pH-Wert	[-]	--	7,7	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	1	73	--	--
Cyanide, ges.	mg/l	0,005	< 0,005	0,01	0,05
Phenol-Index, ges.	mg/l	0,01	< 0,01	0,02	--
Arsen	mg/l	0,005	< 0,005	0,01	0,01
Blei	mg/l	0,005	< 0,005	0,25	0,007
Cadmium	mg/l	0,001	< 0,001	0,005	0,00005
Chrom	mg/l	0,005	< 0,005	0,05	0,007
Kupfer	mg/l	0,005	< 0,005	0,05	0,014
Nickel	mg/l	0,005	< 0,005	0,05	0,014
Quecksilber	mg/l	0,0002	< 0,0002	0,001	0,00002
Zink	mg/l	0,01	0,01	0,5	0,058
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUG			
> BBodSchV Grundwasser		> GFS Hessen			

n.b. : nicht berechnbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

/ : nicht analysiert

¹: HLUG – Handbuch Altlasten B 3 T 3

² : Vorsorgewert gemäß BBodSchV

10.3 Beurteilung der Ergebnisse

10.3.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Beurteilung der Ergebnisse von Bodenuntersuchungen bei Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen erfolgt bundeseinheitlich nach § 4 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung BBodSchV. Die hier zu betrachtenden Wirkungspfade sind:

- Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter Kontakt)
- Wirkungspfad Boden – Mensch (inhalative Aufnahme)
- Wirkungspfad Boden – Grundwasser
- Wirkungspfad Boden – Pflanze
- Bodenluft

Die Beurteilung erfolgt dabei insbesondere anhand von Prüfwerten, die in der BBodSchV für einige Parameter beziffert. Da in der BBodSchV nicht für jeden in diesen Untersuchungen analysierten Parameter Prüfwerte festgesetzt sind, werden im vorliegenden Fall die Beurteilungswerte für Boden gemäß Anhang 3 des HLU-Handbuches Altlasten - Band 3, Teil 3 herangezogen.

Bei den Prüfwerten der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter Kontakt) wird zwischen Kinderspielflächen, Wohngebieten, Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücken unterschieden. Da es sich bei dem geplanten Bauvorhaben um den Neubau von Wohngebäuden mit reinen Wohngärten handelt, werden die Prüfwerte für Wohngebiete berücksichtigt.

Nach §4 BBodSchV Abs. 2 ist festgesetzt, wenn der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 (der BBodSchV) liegt, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Wird ein Prüfwert nach Anhang 2 Nr. 3 (der BBodSchV) am Ort der Probenahmen überschritten, ist im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert übersteigt. Maßnahmen im Sinne des § 2 Abs. 7 oder 8 des Bundes-Bodenschutzgesetzes können bereits dann erforderlich sein, wenn im Einzelfall alle bei der Ableitung eines Prüfwertes nach Anhang 2 angenommenen ungünstigen Umstände zusammentreffen und der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes geringfügig oberhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 liegt.

Gemäß des hessischen Handbuchs Altlasten – Sickerwasserprognose [16] sind bei der Beurteilung einer Gefährdung des Grundwassers aufgrund von Bodenuntersuchungen die Aspekte Mobilität der Schadstoffe, Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und die ermittelten Schadstoffkonzentrationen zu berücksichtigen. Bei orientierenden Untersuchungen können die aufgeführten Beurteilungswerte als Maßstab dafür verwendet werden, ob auf einer Verdachtsfläche sehr hohe, hohe oder geringe Schadstoffgehalte im Boden vorliegen.

- Beurteilungswert unterschritten: Schadstoffgehalt niedrig
- Analysewert ähnlich Beurteilungswert: Schadstoffgehalt hoch
- Beurteilungswert überschritten: Schadstoffgehalt sehr hoch

An dieser Stelle sei erneut der Hinweis angebracht, dass für die Baumaßnahme in einigen Bereichen mehreren Dezimetern Bodenmaterial entfernt bzw. aufgefüllt werden und nach Herstellung der Planumfläche die Aufbringung von rund 35 cm unbelastetem Oberboden vorgesehen ist. Des Weiteren werden weite Teile der Untersuchungsfläche versiegelt sein.

10.3.2 Zusammenstellung der Schadstoffsituation

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen lässt sich aus gutachtlicher Sicht folgendes festhalten:

In den Verdachtsflächen **VF 1** und **VF 2** liegen **keine** relevanten **Schadstoffbelastungen** vor. **Keine Prüfwerte / Vorsorgewerte / Beurteilungswerte werden überschritten.**

Auf die Untersuchung von Bodenproben aus Verdachtsfläche **VF 3** wurde in Rücksprache mit dem Auftraggeber verzichtet, da die entnommenen Proben keine organoleptischen Auffälligkeiten aufwiesen und dieser Bereich in Zukunft versiegelt sein wird (Verkehrsfläche). Da das Gewächshaus Ende der 1990er Jahre vollständig rückgebaut und der Betrieb der Gärtnerei eingestellt wurde und die Fläche seitdem unversiegelt ist, kann davon ausgegangen werden, dass etwaige Rückstände an Pflanzenschutz- und Düngemitteln bereits ausgewachsen wurden.

10.3.3 Gefährdungsabschätzung

Wirkungspfad Boden – Mensch (Direkter Kontakt)

Für die **menschliche Gesundheit (direkter Kontakt)** besteht für die Verdachtsflächen **VF 1** und **VF 2** bei derzeitigem Kenntnisstand aus gutachtlicher Sicht hinsichtlich der aktuellen Nutzung und der beabsichtigten Folgenutzung **keine Gefahr**. Auch während Baumaßnahmen ist eine Gefahr für die menschliche Gesundheit (direkter Kontakt) nicht zu besorgen.

Diese Einschätzung beruht auf der Tatsache, dass Analyseergebnisse die Prüfwerte/Vorsorgewerte/Beurteilungswerte (nach BBodSchV bzw. HLUG) aller analysierten Parameter unterschreiten oder sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen.

Wirkungspfad Boden – Mensch (Inhalative Aufnahme)

Für den Wirkungspfad **Boden-Mensch, inhalative Aufnahme** ist für die Verdachtsflächen **VF 1** und **VF 2** nach derzeitigem Kenntnisstand aus gutachtlicher Sicht hinsichtlich der aktuellen Nutzung und der beabsichtigten Folgenutzung **keine Gefahr zu besorgen**, da in den Mischproben keine Konzentrationen an leichtflüchtiger Bestandteile analysiert wurden (siehe LHKW und BTEX im SGS Prüfbericht 4250043 vom 08.04.2019).

Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Eine Gefährdung des Schutzgutes **Grundwasser** ist zum jetzigen Zeitpunkt und auch zukünftig aus Sicht des Gutachters auch bei ggfs. ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen für die Verdachtsflächen VF 1 und VF 2 **nicht abzuleiten**, da die ermittelten Konzentrationen deutlich unterhalb der Prüfwerte/Vorsorgewerte/Beurteilungswerte (nach BBodSchV bzw. HLUg) oder der Bestimmungsgrenze liegen.

Wirkungspfad Boden – Pflanze

Die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze wird im vorliegenden Fall nicht behandelt, da das Bauvorhaben reine Wohngärten vorsieht. Sollte zukünftig auf dem Gelände der Anbau von Nutzpflanzen geplant sein, so ist dieser Wirkungspfad neu zu prüfen.

Bodenluft

Obwohl keine Bodenluftbeprobung durchgeführt wurde, sind aufgrund der fehlenden Auffälligkeiten der Bodenproben und der Tatsache, dass in den Mischproben MP 1 bis MP 3 keine leichtflüchtigen Bestandteile nachgewiesen wurden, **keine Gefährdungen der Bodenluft in den Verdachtsflächen VF 1 und VF 2 zu erwarten**.

10.3.4 Hinweise

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen für die Verdachtsflächen VF 1 (Hausgruppen 120a + 120b) und VF 2 (Hausgruppen 145c + 145d) keine relevanten Schadstoffkonzentrationen vor, so dass für die aktuellen Gegebenheiten und für die geplante Nutzung keine Gefahr für die Wirkungspfade Boden – Mensch, Boden – Grundwasser und Bodenluft zu besorgen ist.

11 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende umwelt-/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 umwelt-/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.
Lydia Fail (Dipl.-Ing. (FH))
Christine Brings (Dipl.-Geogr.)

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 gekernteten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 1 / Blatt: 1	Höhe: 130,539 m ü NN Datum: 28.03.2019
--------------------------------	---

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
0.50	a) Auffüllung, Schluff, tonig, humos, Wurzeln, kalkhaltig			DN 80; feucht		bp3	P1	0.50	
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h) [OU]						i)
0.90	a) Auffüllung, Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, vereinzelte Ziegelbruchreste, schwarze Einschaltungen,			DN 80; feucht		bp3	P2	0.90	
	b) kalkhaltig								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun hellbraun						
	f)	g)	h) [TL]						i)
2.00	a) Schluff, tonig			bis 1,00 m: DN 80; ab 1,00 m: DN 60; sehr feucht		bp3	P3	2.00	
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TM						i)
3.00	a) Schluff, tonig			DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht		bp3	P4	3.00	
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun						
	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 gekerkerten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 2 / Blatt: 1	Datum: 27.03.2019
--------------------------------	----------------------

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
0.05	a) Schwarzdecke			DN 150					
b)									
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						
0.50	a) Auffüllung, Kies, sandig, schluffig			DN 80; feucht - sehr feucht		bp3	P1	0.50	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) grau							
f)	g)	h) [GU*]	i)						
0.90	a) Auffüllung, Kies, sandig, schluffig			DN 80; feucht - sehr feucht		bp3	P2	0.90	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) grau							
f)	g)	h) [GU*]	i)						
1.50	a) Schluff, tonig, kiesig			bis 1,00 m: DN 80; ab 1,00 m: DN 60; feucht - sehr feucht		bp3	P3	1.50	
b)									
c) weich	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) braun, grau							
f)	g)	h) TL	i)						
2.00	a) Schluff, tonig, feinsandig			DN 60; feucht		bp3	P4	2.00	
b)									
c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau, braun							
f)	g)	h) TM	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 gekernteten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 2 / Blatt: 2	Höhe: 130,520 m ü NN Datum: 27.03.2019
--------------------------------	---

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				
3.00	a) Schluff, tonig				DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht	bp3	P5	3.00
b)								
c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
f)	g)	h) TM	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)				
	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: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 3 / Blatt: 1	Höhe: 130,051 m ü NN Datum: 27.03.2019
--------------------------------	---

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
0.40	a) Auffüllung, Schluff, tonig, humos, schwach kiesig, Wurzeln, Ziegelreste			DN 80; feucht					bp3
b)									
c) weich	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) dunkelbraun							
f) Oberboden	g)	h) [OU]	i)						
0.70	a) Auffüllung, Schluff, tonig, Ziegelreste, kalkhaltig			DN 80; feucht		bp3	P2	0.70	
b)									
c) weich	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) hellbraun							
f)	g)	h) [TL]	i)						
1.00	a) Auffüllung, Schluff, tonig, Asche, vereinzelt Ziegelreste			DN 80; feucht - sehr feucht		bp3	P3	1.00	
b)									
c) weich - steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun							
f)	g)	h) [TM]	i)						
2.00	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P4	2.00	
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun							
f)	g)	h) TM	i)						
3.00	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P5	3.00	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun							
f)	g)	h) TM	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: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 3 / Blatt: 2	Höhe: 130,051 m ü NN Datum: 27.03.2019
--------------------------------	---

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					
3.50	a) Ton, schluffig				DN 50; feucht		bp3	P6	3.50
	b)								
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h) TM	i)					
4.00	a) Ton, schluffig				DN 50; feucht, GW (3.70)		bp3	P7	4.00
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun						
	f)	g)	h) TM	i)					
5.00	a) Ton, schluffig				DN 50; Bohrabbruch; Wasser bei 3,70 m uAP; feucht		bp3	P8	5.00
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun						
	f)	g)	h) TM	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 Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 4 / Blatt: 1	Höhe: 131,027 m ü NN Datum: 27.03.2019
--------------------------------	---

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					
0.30	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, Wurzeln, Gras				DN 80; feucht		bp3	P1	0.30
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Oberboden	g)	h) [OU]	i)					
0.60	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, tonig, vereinzelte Ziegelreste, kalkhaltig				DN 80; feucht		bp3	P2	0.60
	b)								
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun braun						
	f)	g)	h) [TL]	i)					
1.20	a) Auffüllung, Schluff, tonig, vereinzelte Ziegelreste, schwarze Einschaltungen				bis 1,00 m: DN 80; ab 1,00 m: DN 60; feucht		bp3	P3	1.20
	b)								
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h) [TM]	i)					
2.00	a) Schluff, tonig, feinsandig				DN 60; feucht		bp3	P4	2.00
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun dunkelbraun						
	f)	g)	h) TM	i)					
3.00	a) Schluff, tonig				DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht		bp3	P5	3.00
	b)								
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) hellbraun						
	f)	g)	h) TM	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: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 5 / Blatt: 1	Höhe: 129,431 m ü NN Datum: 27.03.2019
--------------------------------	---

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					
0.50	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig, Wurzeln				DN 80; feucht		bp3	P1	0.50
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)					
1.00	a) Schluff, tonig				DN 80; feucht		bp3	P2	1.00
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) hellbraun						
	f)	g)	h) TL	i)					
2.00	a) Schluff, tonig				DN 60; feucht		bp3	P3	2.00
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) braun						
	f)	g)	h) TM	i)					
3.00	a) Schluff, tonig				DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht		bp3	P4	3.00
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) braun						
	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: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 6 / Blatt: 1	Höhe: 129,455 m ü NN Datum: 27.03.2019
--------------------------------	---

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					
0.30	a) Auffüllung, Schluff, feinsandig, Wurzeln				DN 80; feucht				
b)									
c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun							
f) Oberboden	g)	h) OU	i)						
0.50	a) Schluff, tonig, feinsandig				DN 80; feucht		bp3	P2	0.50
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun							
f)	g)	h) TL	i)						
1.00	a) Schluff, tonig				DN 80; feucht		bp3	P3	1.00
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun							
f)	g)	h) TM	i)						
2.00	a) Schluff, tonig				DN 60; feucht		bp3	P3	2.00
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun							
f)	g)	h) TM	i)						
3.00	a) Ton, schluffig				DN 60; Bohrabbruch; Wasser bei 2,40 m uAP; feucht, GW (2.40)		bp3	P5	3.00
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun							
f)	g)	h) TM	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 gekerkerten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 7 / Blatt: 1	Höhe: 129,606 m ü NN Datum: 28.03.2019
--------------------------------	---

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
0.50	a) Schluff, tonig, feinsandig, humos, Wurzeln			DN 80; feucht		bp3	P1	0.50	
	b)								
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) dunkelbraun						
	f) Oberboden	g)	h) OU						i)
1.00	a) Schluff, feinsandig, tonig, Wurzeln			DN 80; feucht		bp3	P2	1.00	
	b)								
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TL						i)
2.00	a) Schluff, tonig			DN 60; feucht		bp3	P3	2.00	
	b)								
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TM						i)
2.30	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P4	2.30	
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TM						i)
3.00	a) Ton, schluffig			DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht		bp3	P5	3.00	
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h) TM						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: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 8 / Blatt: 1	Höhe: 129,838 m ü NN Datum: 28.03.2019
--------------------------------	---

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
0.30	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig, Wurzeln			DN 80; feucht		bp3	P1	0.30	
	b)								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Oberboden	g)	h) OU						i)
0.50	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig			DN 80; feucht		bp3	P2	0.50	
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h) TL						i)
1.00	a) Schluff, tonig			DN 80; feucht		bp3	P3	1.00	
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun						
	f)	g)	h) TM						i)
2.00	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P4	2.00	
	b)								
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TM						i)
2.50	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P5	2.50	
	b)								
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) TM						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 gekernteten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 8 / Blatt: 2	Höhe: 129,838 m ü NN Datum: 28.03.2019
--------------------------------	---

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				
3.00	a) Ton, schluffig, schwach humos, schwach feinsandig				DN 60; Bohrabbruch; Wasser bei 2,60 m uAP; feucht, GW (2.60)	bp3	P6	3.00
b)								
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun						
f)	g)	h) TM	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 Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

Bohrung RB 9 / Blatt: 1	Höhe: 129,698 m ü NN Datum: 28.03.2019
--------------------------------	---

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
0.50	a) Schluff, tonig, humos, Wurzeln			DN 80; feucht					bp3
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) OU	i)						
1.00	a) Schluff, tonig			DN 80; feucht		bp3	P2	1.00	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) TM	i)						
2.00	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P3	2.00	
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) TM	i)						
2.80	a) Ton, schluffig			DN 60; feucht		bp3	P4	2.80	
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) TM	i)						
3.00	a) Ton, schluffig			DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht		bp3	P5	3.00	
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) braun, grau							
f)	g)	h) TM	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: B19015 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Am Kindergarten, Friedberg (Hessen)

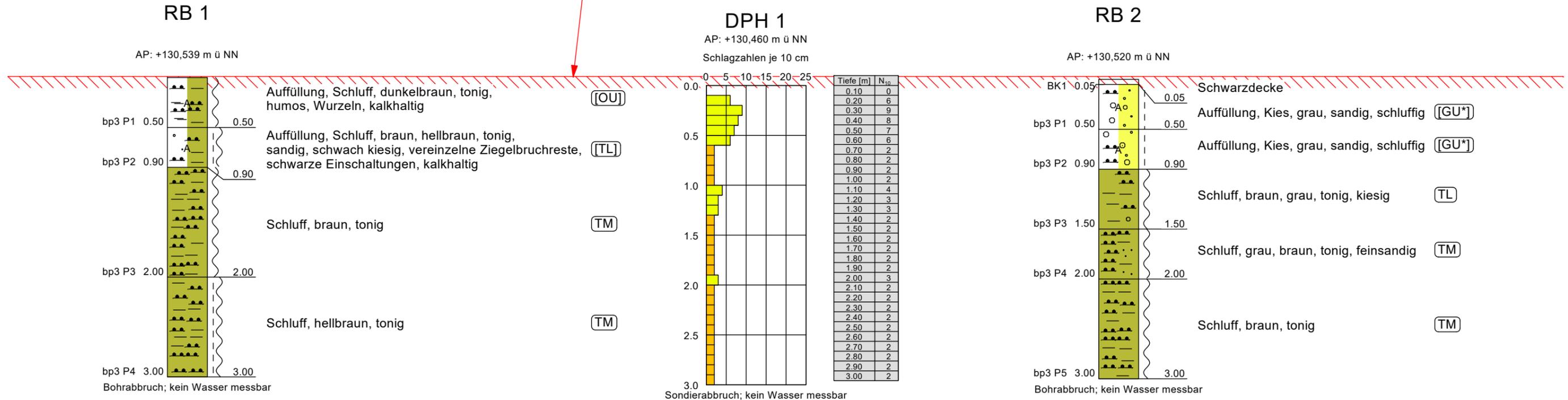
Bohrung RB 10 / Blatt: 1	Höhe: 129,639 m ü NN Datum: 28.03.2019
---------------------------------	---

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					
0.50	a) Auffüllung, Schluff, tonig, Wurzeln				DN 80; feucht		bp3	P1	0.50
b)									
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun							
f) Oberboden	g)	h) [OU]	i)						
1.00	a) Auffüllung, Schluff, tonig, schwarze Einschaltungen				DN 80; feucht		bp3	P2	1.00
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) [TM]	i)						
2.00	a) Schluff, tonig				DN 60; feucht		bp3	P3	2.00
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) TM	i)						
3.00	a) Ton, schluffig				DN 60; Bohrabbruch; Wasser bei 2,10 m uAP; feucht, GW (2.10)		bp3	P4	3.00
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) TM	i)						
	a)								
b)									
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						

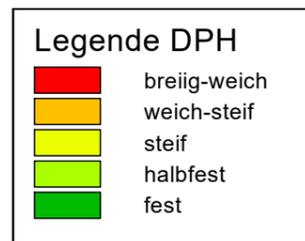
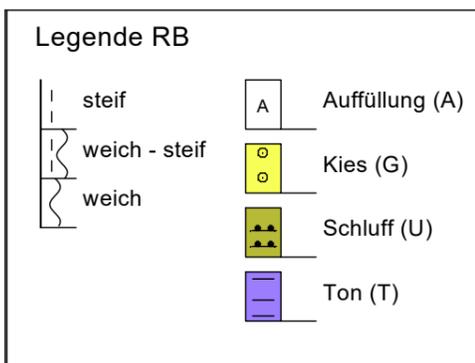
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Hausgruppe Typ 120_a

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG HG Typ 120_a: Höhe ca. 130,55 m ü NN



Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (27./28.03.2019) bei der Sondierung DPH 1 sowie den Bohrungen RB 1 und RB 2 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen werden

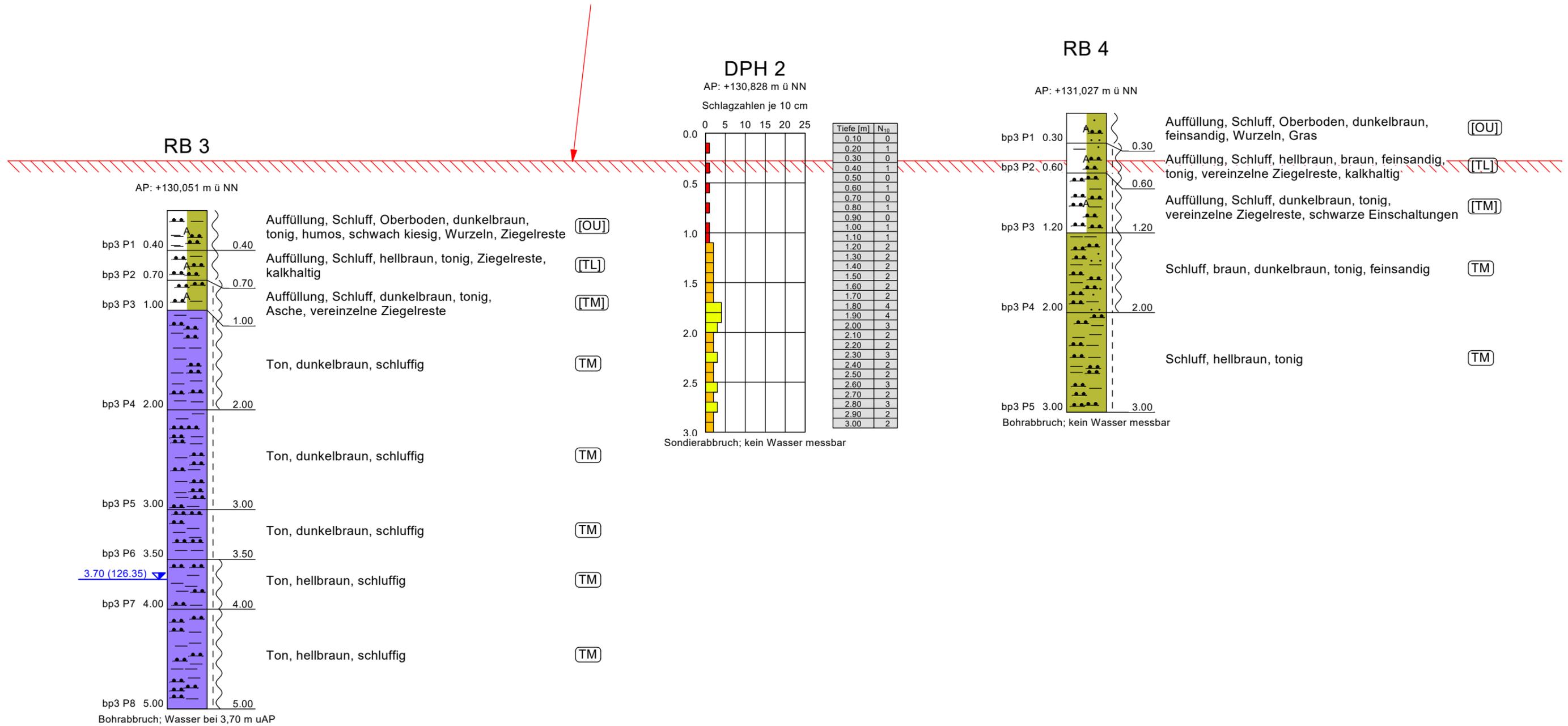


Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 2126 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen) Baugrunderkundung: HG Typ 120_a	Anlage 2.1 zu Bericht Nr.: B19015
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:40	Dat.: 27./28.03.2019 Bearb.: LF

Hausgruppe Typ 120_b

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG HG Typ 120_b: Höhe ca. 130,55 m ü NN



Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (27./28.03.2019) bei der Sondierung DPH 2 sowie der Bohrung RB 4 bis zur jeweiligen Endtiefe nicht nachgewiesen werden.
Bei der Bohrung RB 3 wurde Grund-, Schicht- oder Stauwasser in einer Tiefe von 3,70 m uAP angetroffen.

Legende RB

	steif		Auffüllung (A)
	weich - steif		Schluff (U)
	weich		Ton (T)

Legende DPH

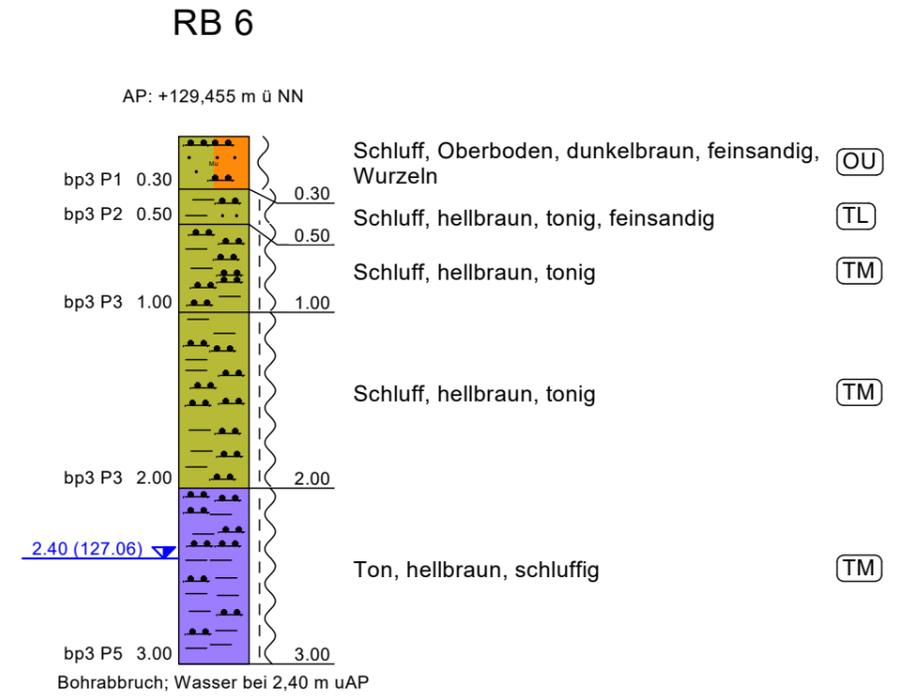
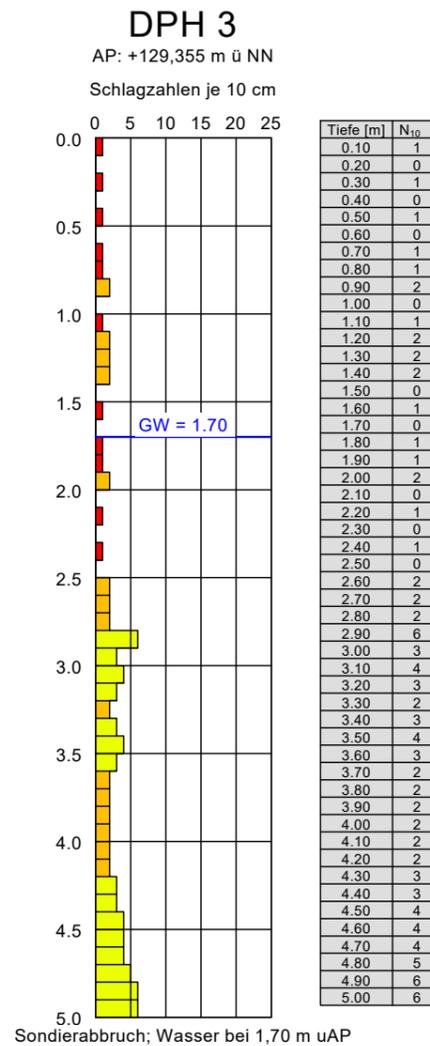
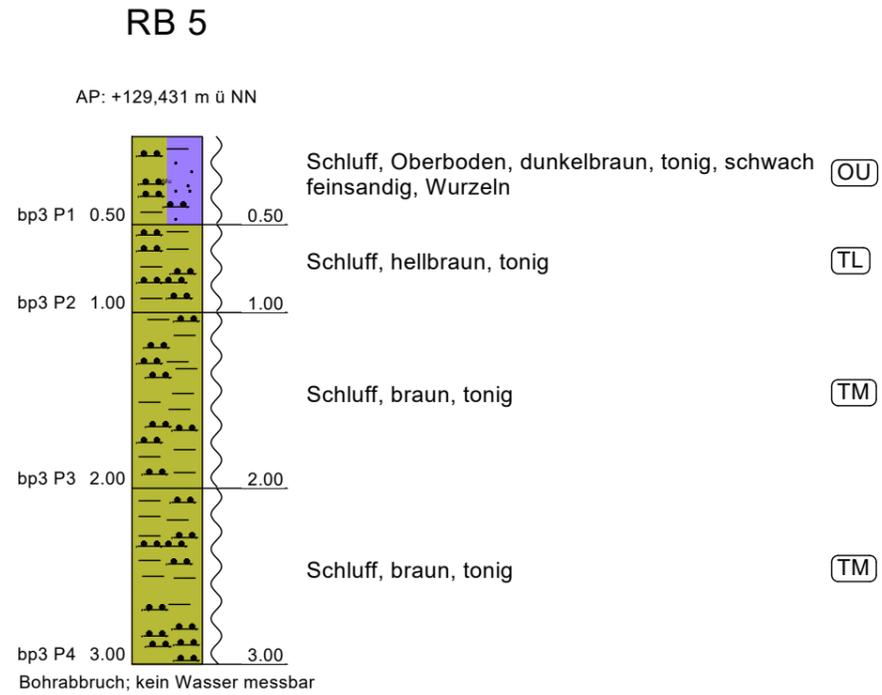
	breiig-weich
	weich-steif
	steif
	halbfest
	fest

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

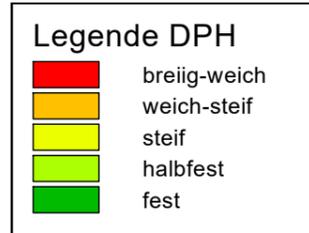
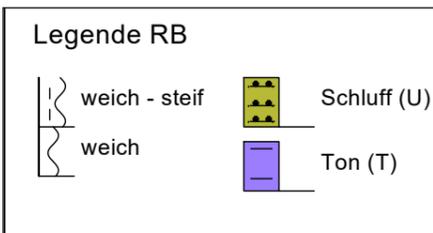
 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 2126 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen) Baugrunderkundung: HG Typ 120_b	Anlage 2.2 zu Bericht Nr.: B19015
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:40	Dat.: 27./28.03.2019 Bearb.: LF

Hausgruppe Typ 145_c

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG HG Typ 145_c: Höhe ca. 130,40 m ü NN



Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (27./28.03.2019) bei der Bohrung RB 5 bis zur Endteufe nicht nachgewiesen werden.
Bei der Sondierung DPH 3 und der Bohrung RB 6 wurde Grund-, Schicht- oder Stauwasser in einer Tiefe von 1,70 m und 2,40 m uAP angetroffen.

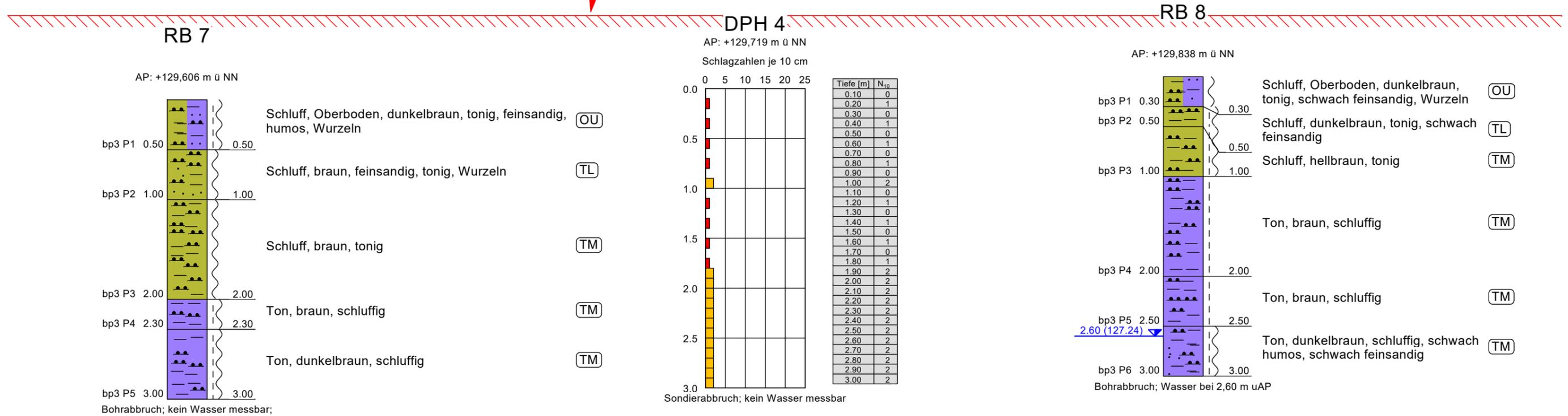


Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

<p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 2/ 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7</p>	<p>Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 2126 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen) Baugrunderkundung: HG Typ 145_c</p>	Anlage 2.3
	<p>Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:40</p>	<p>zu Bericht Nr.: B19015</p>
		Dat.: 27./28.03.2019
		Bearb.: LF

Hausgruppe Typ 145_d

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG HG Typ 145_d: Höhe ca. 130,45 m ü NN



Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (27./28.03.2019) bei der Sondierung DPH 4 sowie der Bohrung RB 7 bis zur jeweiligen Endtiefe nicht nachgewiesen werden.
Bei der Bohrung RB 8 wurde Grund-, Schicht- oder Stauwasser in einer Tiefe von 2,60 m uAP angetroffen.

Legende RB

steif	Schluff (U)
weich - steif	Ton (T)
weich	

Legende DPH

breiig-weich	steif
weich-steif	halbfest
steif	fest

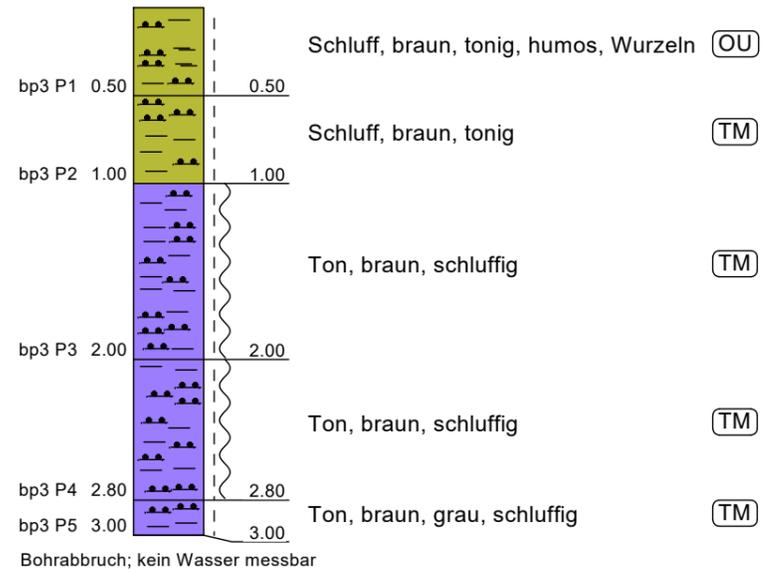
Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 2126 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen) Baugrunderkundung: HG Typ 145_d	Anlage 2.4
	Rammdiagramm / Bohrungen	zu Bericht Nr.: B19015
	Höhenmaßstab: 1:40	Dat.: 27./28.03.2019
		Bearb.: LF

Umweltprogramm

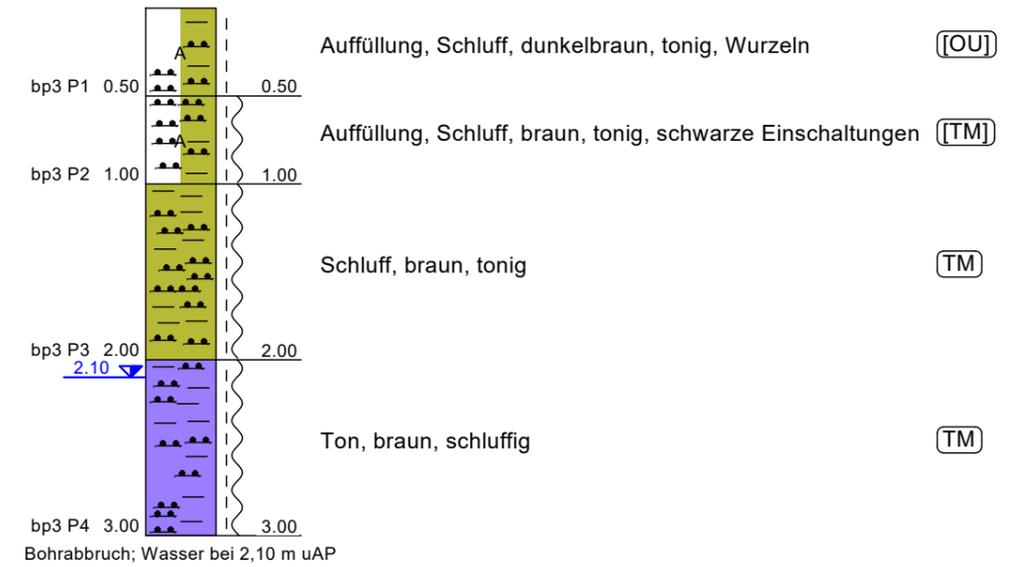
RB 9

AP: +129,698 m ü NN



RB 10

AP: +129,639 m ü NN



Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (27./28.03.2019) bei der Bohrung RB 9 bis zur Endteufe nicht nachgewiesen werden.

Bei der Bohrung RB 10 wurde Grund-, Schicht- oder Stauwasser in einer Tiefe von 2,10 m uAP angetroffen.

Legende RB

	steif		Auffüllung (A)
	weich - steif		Schluff (U)
			Ton (T)

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 2126 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen) Baugrunderkundung: Umweltprogramm	Anlage 2.5 zu Bericht Nr.: B19015
	Bohrungen Höhenmaßstab: 1:40	Dat.: 27./28.03.2019 Bearb.: LF

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2126 Neubau Wohnanlage, Am Kindergarten 61169 Friedberg		
Projektnummer:	B19015	Anlage 3	Seite 1
Ausgeführt am, durch:	07.05.2019	Fail	
Entnahmestelle:	BK 1 / DPH 1		
Entnahme am, durch:	27.03.2019	Schnell	
Gesamthöhe:	60 mm		
Durchmesser:	108 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Asphalt	20
	S2 Asphalt	40

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2126 Neubau Wohnanlage, Am Kindergarten 61169 Friedberg		
Projektnummer:	B19015	Anlage 3	Seite 2
Ausgeführt am, durch:	07.05.2019	Fail	
Entnahmestelle:	BK 1 / RB 2		
Entnahme am, durch:	27.03.2019	Schnell	
Gesamthöhe:	50 mm		
Durchmesser:	108 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Asphalt	20
	S2 Asphalt	30

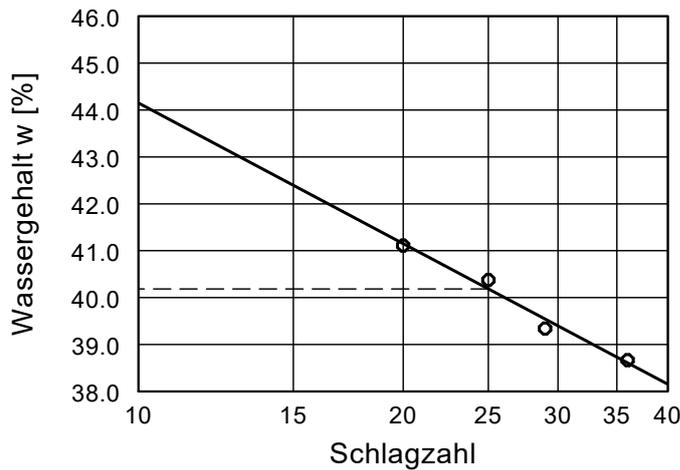
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

DRH 2126 Neubau Wohnanlage
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg

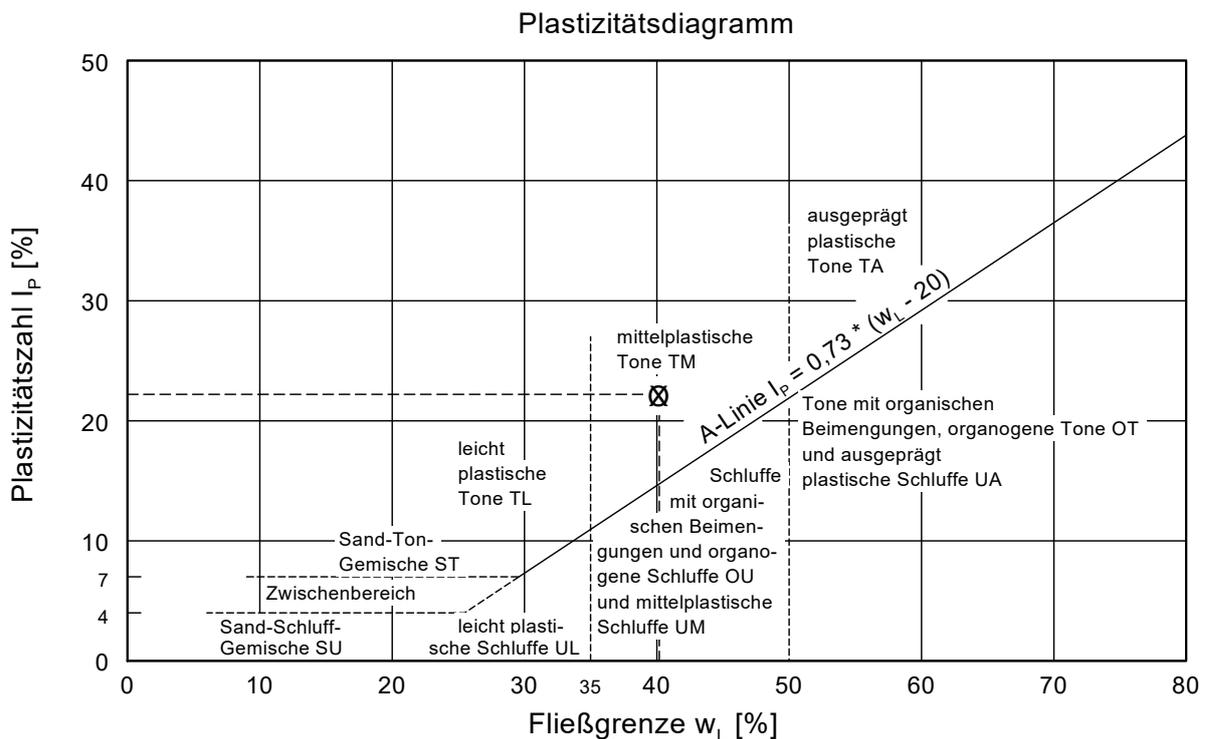
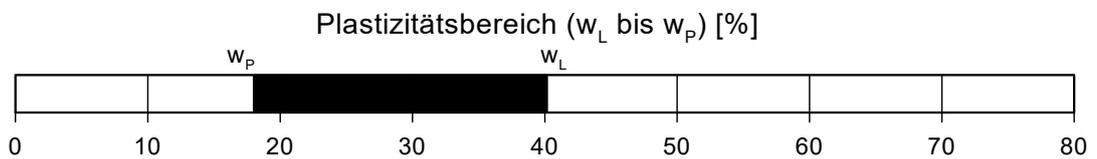
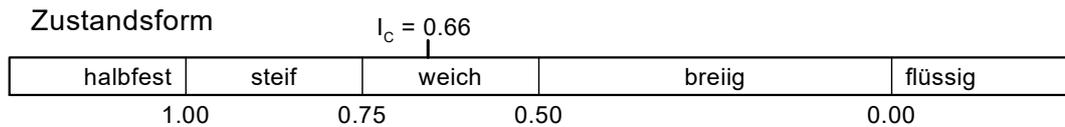
Bearbeiter: FN

Datum: 02.04.2019

Prüfungsnummer: B19015
 Entnahmestelle: RB 3 / P 4
 Tiefe: 1,00 m - 2,00 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: T, u
 Probe entnommen am: 27.02.2019



Wassergehalt $w = 25.6 \%$
 Fließgrenze $w_L = 40.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 22.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.66$



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

DRH 2126 Neubau Wohnanlage
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg

Bearbeiter: FN

Datum: 04.04.2019

Prüfungsnummer: B19015

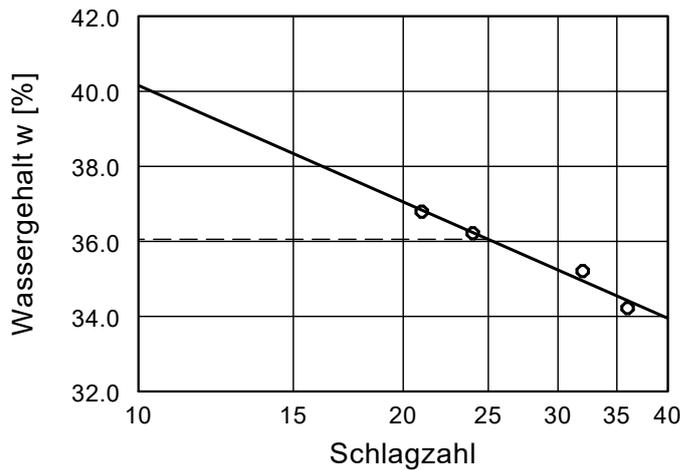
Entnahmestelle: RB 7 / P 4

Tiefe: 2,00 m - 2,30 m

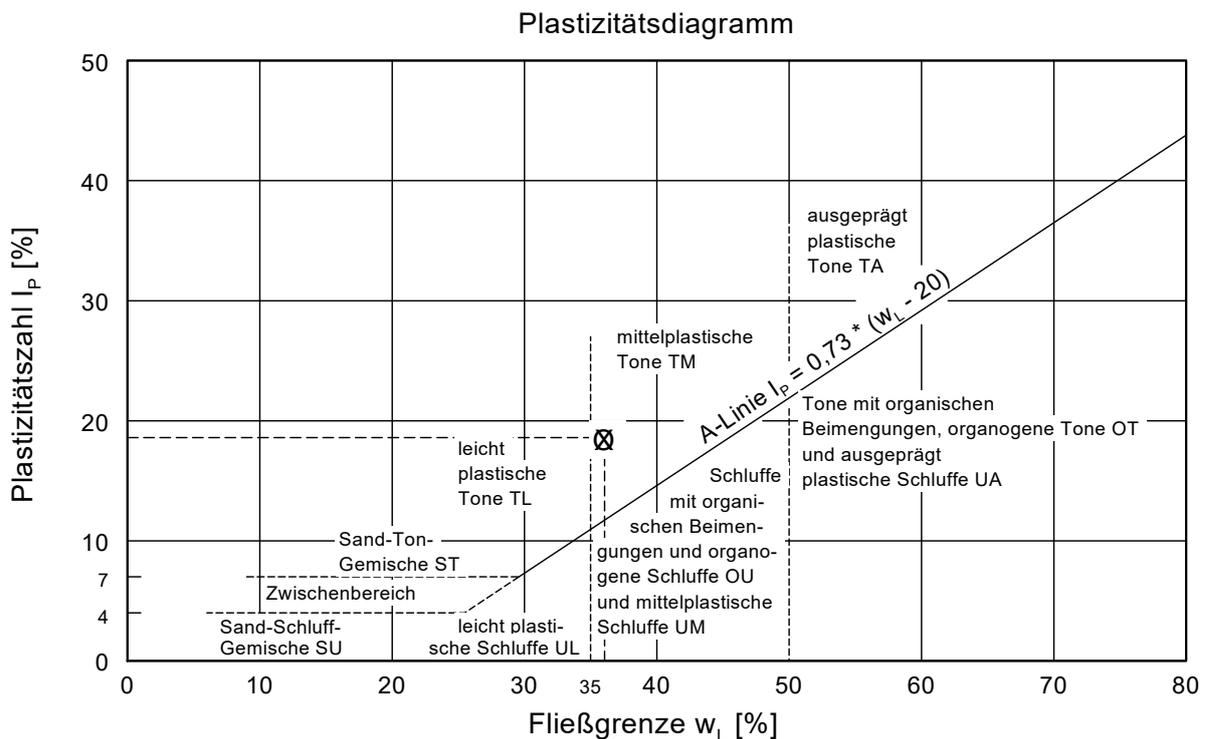
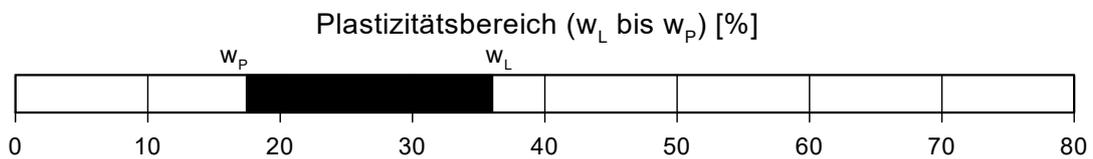
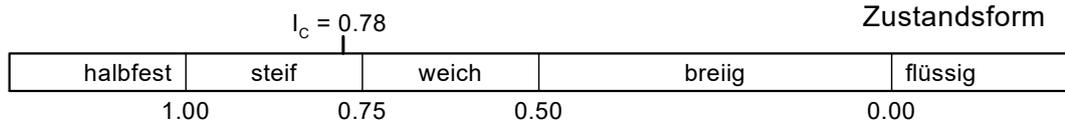
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u

Probe entnommen am: 28.03.2019



Wassergehalt $w = 21.6 \%$
 Fließgrenze $w_L = 36.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 18.6$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.78$



Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128 - GL

Bauvorhaben:	DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)	Projekt: B19015 Anlage 5
Messung am:	08.04.2019	
Prüfer:	Hienerwadel	
Bemerkungen:		

Prüfungsnummer	GL-1		
Entnahmestelle:	RB 8		
Probenbezeichnung:	P 6		
Entnahmetiefe:	2,5 - 3,0 m		
Bodenart:	T, u		
nat. Wassergehalt	32,11%		
Glühzeit 550°C	4 h		
Bestimmung des Glühverlustes			
Teilprobe 1			
Tara T	[g]	33,44	
Einwaage m(d)+T	[g]	75,59	
Auswaage m(gl)+T	[g]	74,39	
m(d)	[g]	42,15	
m(gl)	[g]	40,95	
V(gl)	[%]	2,85%	
Bestimmung des Glühverlustes			
Teilprobe 2			
Tara T	[g]	30,59	
Einwaage m(d)+T	[g]	71,24	
Auswaage m(gl)+T	[g]	70,02	
m(d)	[g]	40,65	
m(gl)	[g]	39,43	
V(gl)	[%]	3,00%	
Bestimmung des Glühverlustes			
Teilprobe 3			
Tara T	[g]	28,25	
Einwaage m(d)+T	[g]	70,20	
Auswaage m(gl)+T	[g]	69,01	
m(d)	[g]	41,95	
m(gl)	[g]	40,76	
V(gl)	[%]	2,84%	
Mittelwert V(gl)			
	[%]	2,89%	

Grenzwerte nach DIN 1054: V(gl) < 3% für nichtbindige, V(gl) < 5 % für bindige Böden

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
Grün	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
Gelb	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
Orange	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

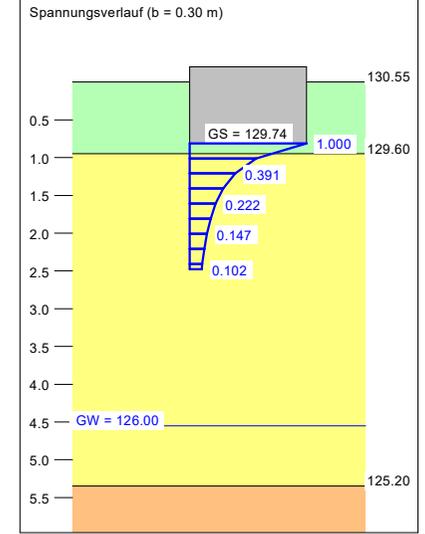
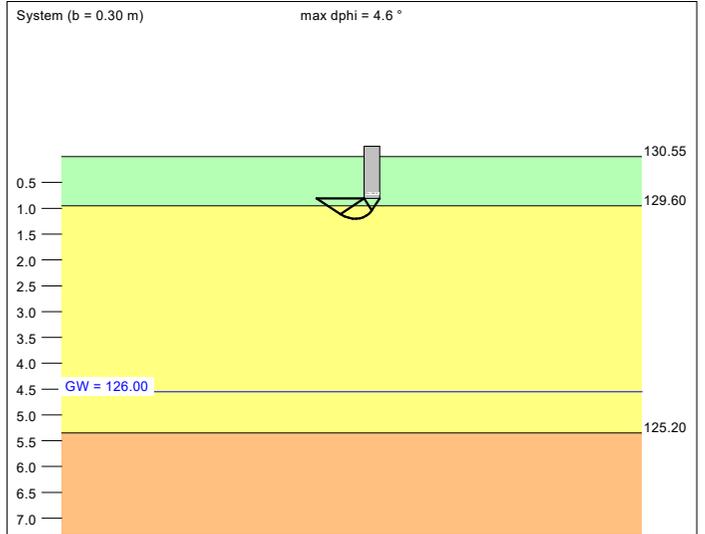
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.1

ohne Sondermaßnahmen

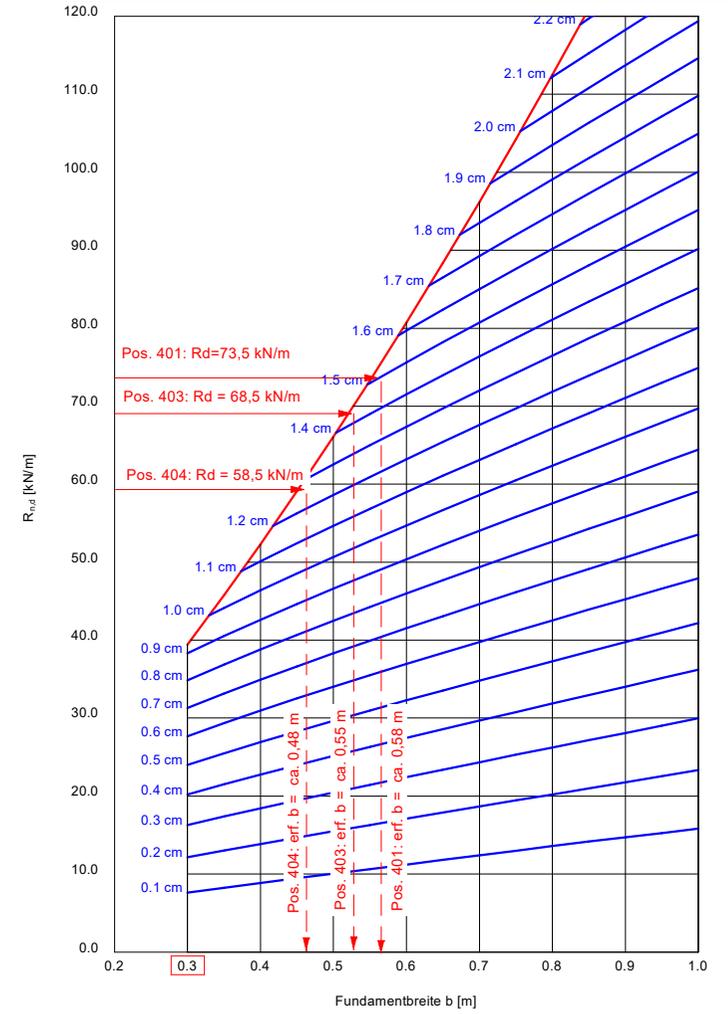
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 120_a: Pos. 401, 403 und 404



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 ²]
10.00	0.30	131.4	39.4	94.1	28.2	0.93	23.9	0.28	19.50	16.20	2.48	1.20	10.1
10.00	0.35	130.7	45.8	93.6	32.8	1.05	23.7	0.24	19.44	16.20	2.61	1.26	9.0
10.00	0.40	130.8	52.3	93.7	37.5	1.16	23.6	0.21	19.39	16.20	2.74	1.33	8.1
10.00	0.45	131.3	59.1	94.1	42.3	1.28	23.5	0.19	19.35	16.20	2.86	1.39	7.4
10.00	0.50	132.2	66.1	94.7	47.3	1.39	23.4	0.17	19.32	16.20	2.98	1.45	6.8
10.00	0.55	133.3	73.3	95.4	52.5	1.51	23.3	0.16	19.29	16.20	3.10	1.51	6.3
10.00	0.60	134.5	80.7	96.4	57.8	1.63	23.2	0.14	19.27	16.20	3.21	1.58	5.9
10.00	0.65	135.9	88.3	97.3	63.3	1.74	23.2	0.13	19.25	16.20	3.31	1.64	5.6
10.00	0.70	137.4	96.2	98.4	68.9	1.86	23.1	0.12	19.23	16.20	3.42	1.70	5.3
10.00	0.75	139.0	104.2	99.5	74.7	1.98	23.1	0.12	19.22	16.20	3.52	1.76	5.0
10.00	0.80	140.6	112.5	100.7	80.6	2.11	23.1	0.11	19.21	16.20	3.62	1.83	4.8
10.00	0.85	142.3	121.0	101.9	86.6	2.23	23.0	0.10	19.20	16.20	3.72	1.89	4.6
10.00	0.90	144.0	129.6	103.2	92.8	2.35	23.0	0.10	19.19	16.20	3.82	1.95	4.4
10.00	0.95	145.8	138.5	104.4	99.2	2.48	23.0	0.09	19.18	16.20	3.91	2.01	4.2
10.00	1.00	147.6	147.6	105.7	105.7	2.60	22.9	0.09	19.17	16.20	4.01	2.08	4.1

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.74 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
■	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
■	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,40 m
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν ²) / (1 - ν) · E_s]

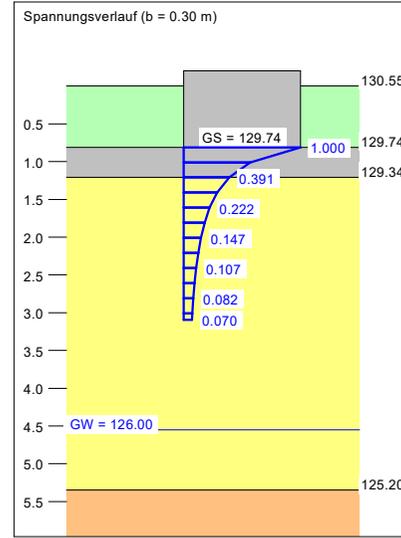
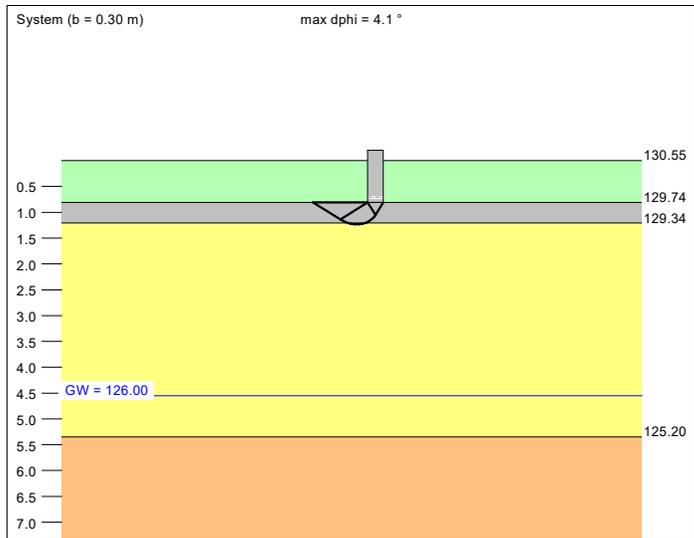
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.2

mit Bodenverbesserung d = ca. 0,40 m ab UK Fundament

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 120_a: Pos. 401, 403 und 404

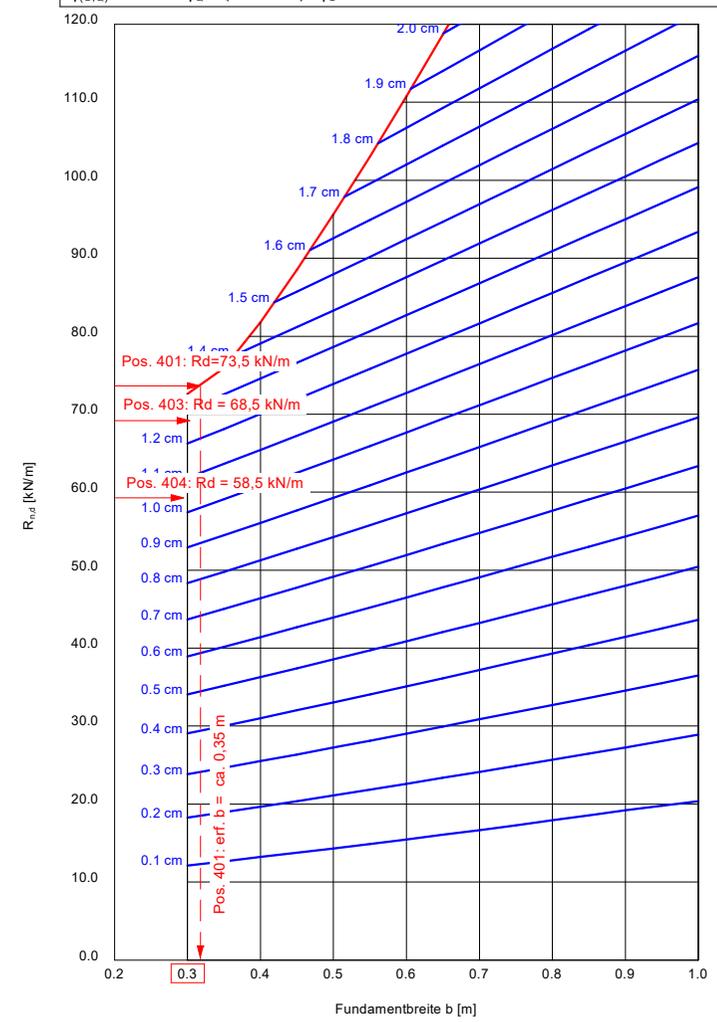


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.74 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	R _{n,d}	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	V _{E,k}	s	cal φ	cal c	γ_2	σ_0	t _g	UK LS	k _s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
10.00	0.30	242.1	72.6	173.4	52.0	1.35	26.6	4.05	20.97	16.20	3.09	1.23	12.9
10.00	0.35	217.0	75.9	155.4	54.4	1.38	25.9	3.32	20.85	16.20	3.14	1.29	11.3
10.00	0.40	204.5	81.8	146.5	58.6	1.46	25.4	2.88	20.72	16.20	3.23	1.36	10.0
10.00	0.45	196.7	88.5	140.9	63.4	1.56	25.1	2.57	20.60	16.20	3.32	1.42	9.0
10.00	0.50	191.3	95.6	137.0	68.5	1.67	24.9	2.33	20.49	16.20	3.42	1.48	8.2
10.00	0.55	187.4	103.1	134.2	73.8	1.78	24.7	2.13	20.40	16.20	3.52	1.54	7.6
10.00	0.60	184.6	110.8	132.2	79.3	1.89	24.5	1.96	20.31	16.20	3.61	1.61	7.0
10.00	0.65	182.6	118.7	130.8	85.0	2.00	24.4	1.82	20.23	16.20	3.70	1.67	6.5
10.00	0.70	181.2	126.8	129.8	90.8	2.11	24.2	1.70	20.17	16.20	3.80	1.73	6.1
10.00	0.75	180.3	135.2	129.1	96.8	2.23	24.1	1.59	20.10	16.20	3.89	1.79	5.8
10.00	0.80	179.7	143.8	128.7	103.0	2.34	24.0	1.50	20.05	16.20	3.98	1.86	5.5
10.00	0.85	179.5	152.6	128.6	109.3	2.46	24.0	1.41	20.00	16.20	4.07	1.92	5.2
10.00	0.90	179.6	161.6	128.6	115.8	2.58	23.9	1.34	19.95	16.20	4.16	1.98	5.0
10.00	0.95	179.8	170.8	128.8	122.4	2.70	23.8	1.27	19.91	16.20	4.24	2.04	4.8
10.00	1.00	180.3	180.3	129.1	129.1	2.82	23.7	1.21	19.87	16.20	4.33	2.11	4.6

zul $\sigma = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31



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
	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

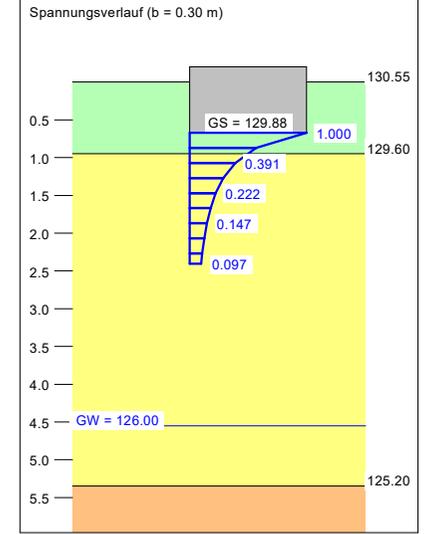
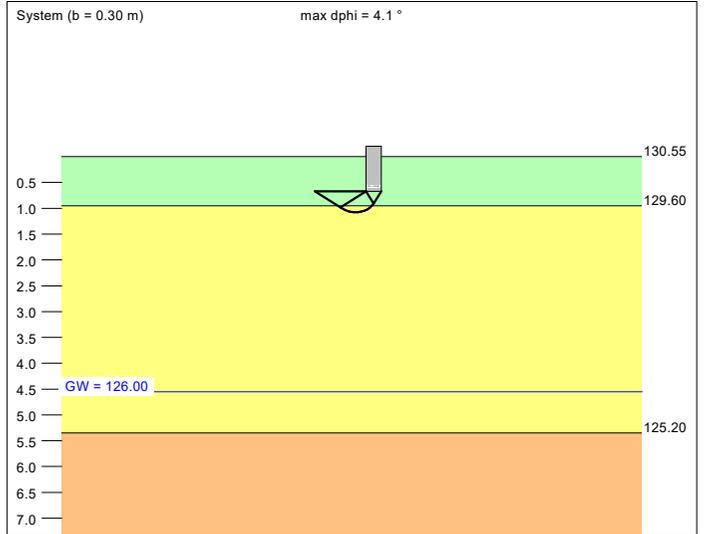
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.3

ohne Sondermaßnahmen

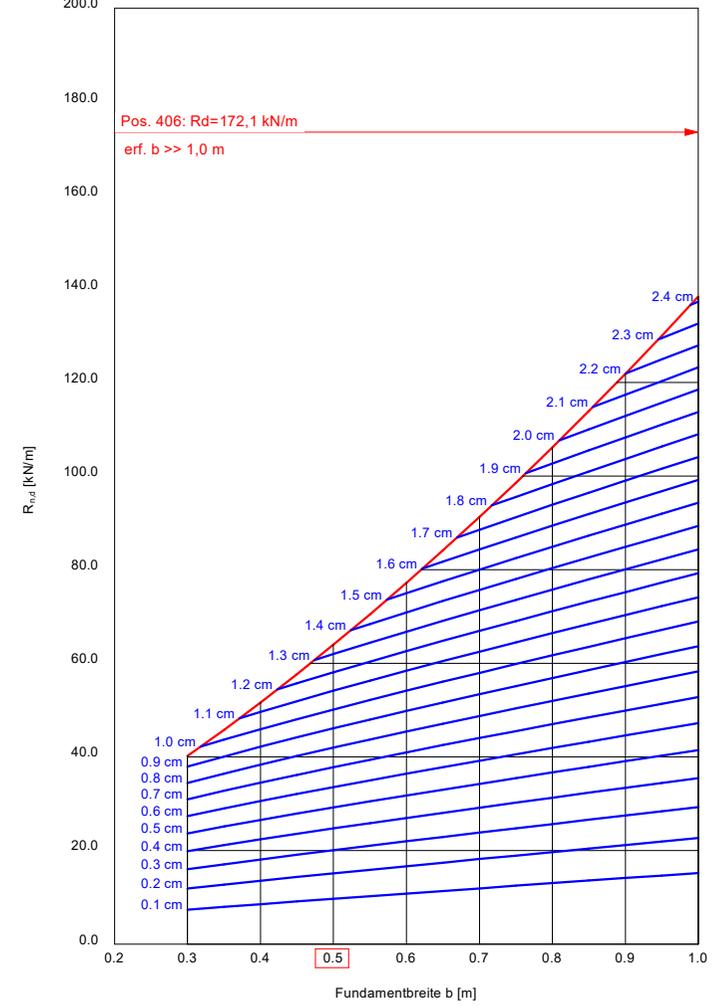
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_a: Pos. 406



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.88 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	134.1	40.2	96.0	28.8	0.97	25.2	0.54	19.83	13.40	2.41	1.08	9.9
10.00	0.35	130.8	45.8	93.7	32.8	1.06	24.9	0.47	19.75	13.40	2.52	1.14	8.8
10.00	0.40	129.0	51.6	92.4	37.0	1.15	24.6	0.41	19.68	13.40	2.64	1.20	8.0
10.00	0.45	128.2	57.7	91.8	41.3	1.25	24.4	0.37	19.62	13.40	2.75	1.26	7.3
10.00	0.50	128.0	64.0	91.6	45.8	1.35	24.2	0.33	19.57	13.40	2.86	1.33	6.8
10.00	0.55	128.1	70.5	91.8	50.5	1.45	24.1	0.30	19.53	13.40	2.96	1.39	6.3
10.00	0.60	128.7	77.2	92.2	55.3	1.55	23.9	0.28	19.50	13.40	3.07	1.45	5.9
10.00	0.65	129.4	84.1	92.7	60.3	1.66	23.8	0.26	19.46	13.40	3.17	1.51	5.6
10.00	0.70	130.4	91.3	93.4	65.4	1.76	23.7	0.24	19.44	13.40	3.27	1.58	5.3
10.00	0.75	131.5	98.6	94.2	70.6	1.87	23.7	0.23	19.41	13.40	3.36	1.64	5.0
10.00	0.80	132.7	106.2	95.0	76.0	1.98	23.6	0.21	19.39	13.40	3.46	1.70	4.8
10.00	0.85	134.0	113.9	96.0	81.6	2.09	23.5	0.20	19.37	13.40	3.55	1.76	4.6
10.00	0.90	135.4	121.9	97.0	87.3	2.20	23.5	0.19	19.35	13.40	3.64	1.83	4.4
10.00	0.95	136.9	130.0	98.0	93.1	2.31	23.4	0.18	19.33	13.40	3.73	1.89	4.2
10.00	1.00	138.4	138.4	99.1	99.1	2.42	23.4	0.17	19.32	13.40	3.82	1.95	4.1



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
■	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
■	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 1,00 m
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

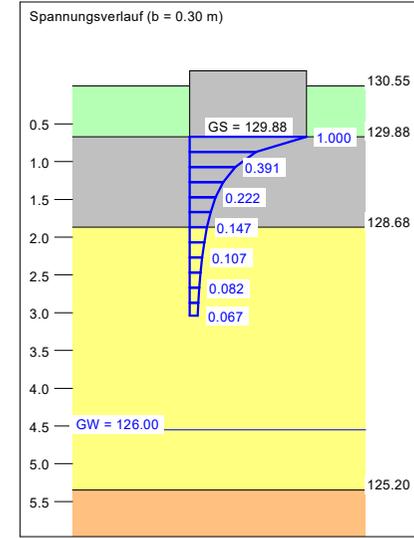
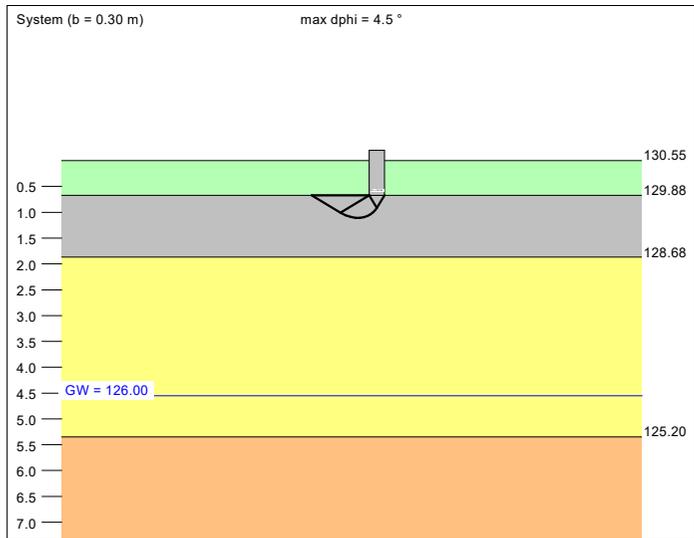
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.4

mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

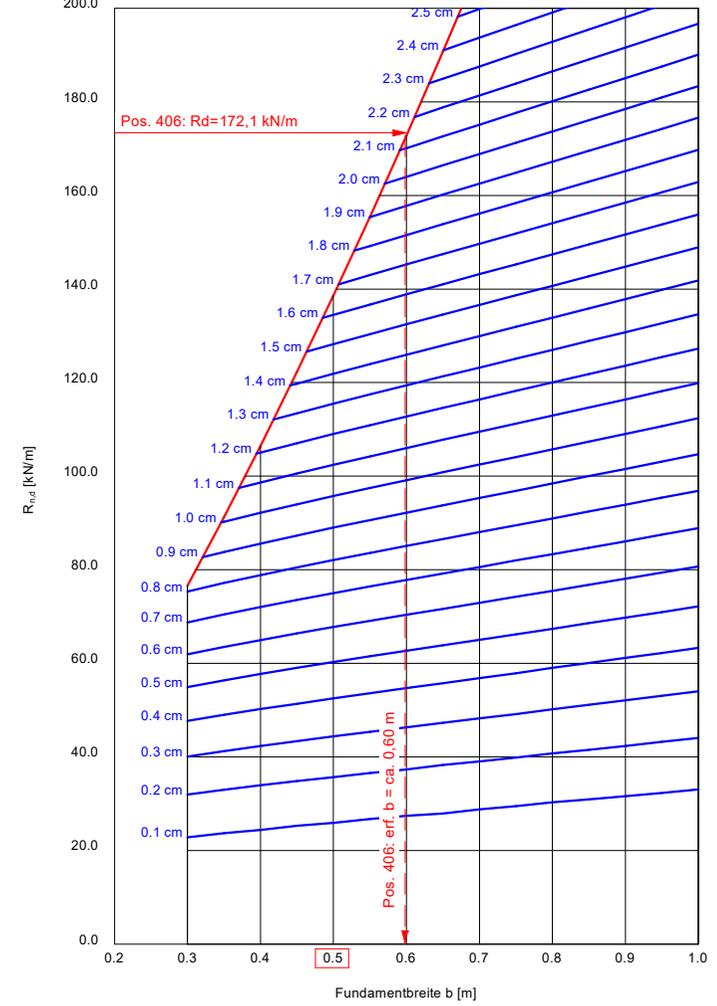
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_a: Pos. 406



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.88 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	255.3	76.6	182.9	54.9	0.82	27.5	5.00	21.00	13.40	3.04	1.11	22.3
10.00	0.35	260.8	91.3	186.8	65.4	1.02	27.5	5.00	21.00	13.40	3.25	1.18	18.4
10.00	0.40	266.3	106.5	190.7	76.3	1.22	27.5	5.00	21.00	13.40	3.46	1.25	15.6
10.00	0.45	271.7	122.3	194.6	87.6	1.44	27.5	5.00	21.00	13.40	3.65	1.32	13.5
10.00	0.50	277.2	138.6	198.5	99.3	1.67	27.5	5.00	21.00	13.40	3.83	1.40	11.9
10.00	0.55	282.6	155.4	202.4	111.3	1.90	27.5	5.00	21.00	13.40	4.01	1.47	10.6
10.00	0.60	288.0	172.8	206.3	123.8	2.14	27.5	5.00	21.00	13.40	4.18	1.54	9.6
10.00	0.65	293.4	190.7	210.1	136.6	2.39	27.5	5.00	21.00	13.40	4.35	1.62	8.8
10.00	0.70	298.8	209.1	214.0	149.8	2.65	27.5	5.00	21.00	13.40	4.51	1.69	8.1
10.00	0.75	304.1	228.1	217.8	163.4	2.93	27.5	5.00	21.00	13.40	4.70	1.76	7.4
10.00	0.80	309.5	247.6	221.6	177.3	3.22	27.5	5.00	21.00	13.40	4.88	1.83	6.9
10.00	0.85	289.3	245.9	207.2	176.1	3.14	27.0	4.50	21.00	13.40	4.88	1.89	6.6
10.00	0.90	272.1	244.9	194.9	175.4	3.07	26.6	4.05	20.97	13.40	4.86	1.94	6.3
10.00	0.95	261.2	248.1	187.1	177.7	3.08	26.3	3.73	20.94	13.40	4.89	2.00	6.1
10.00	1.00	254.7	254.7	182.4	182.4	3.14	26.0	3.50	20.90	13.40	4.95	2.06	5.8



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
Grün	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
Gelb	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
Orange	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

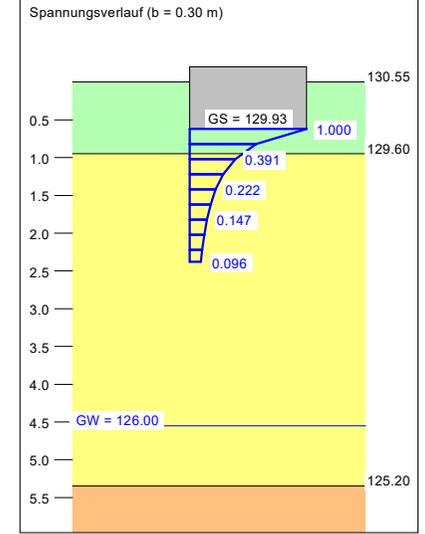
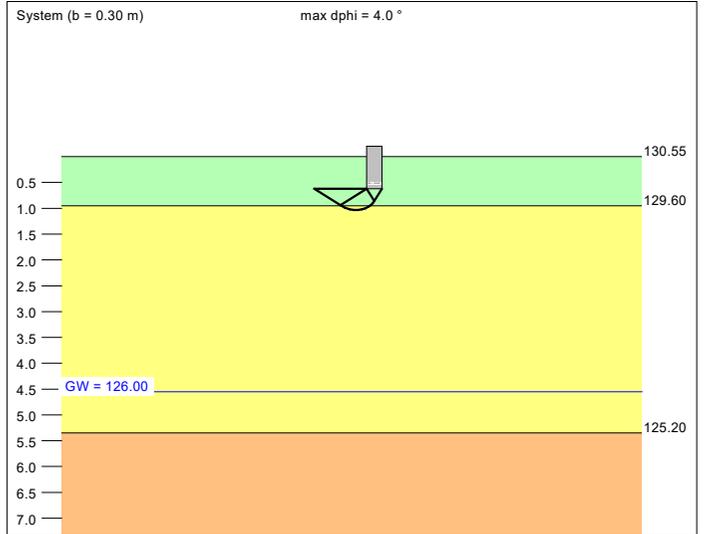
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.5

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_a: Pos. 402 und 405

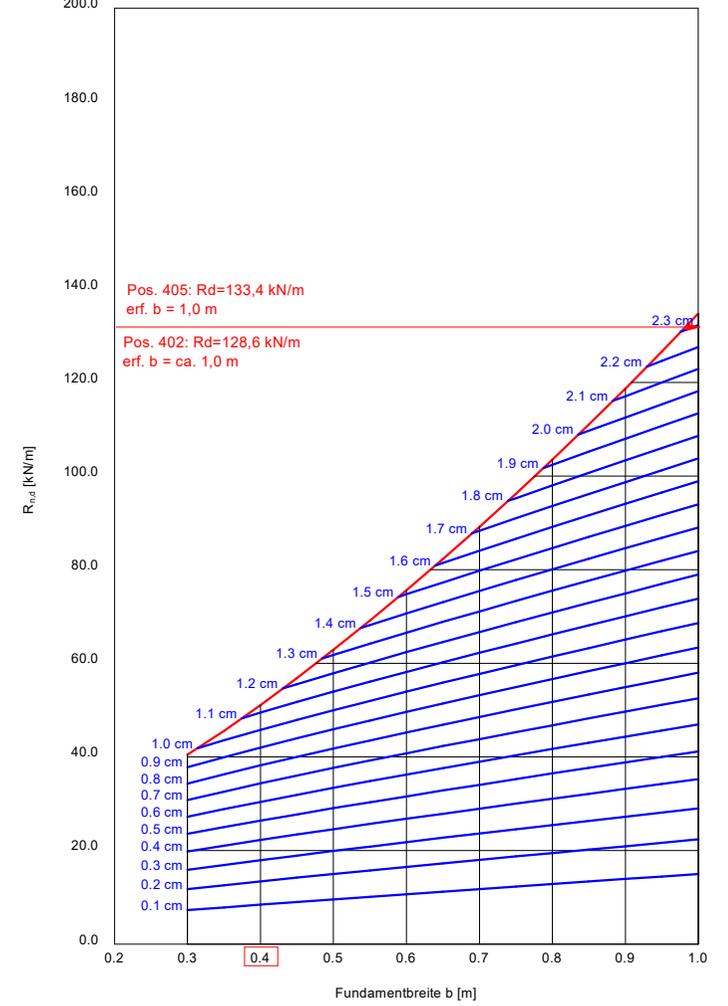


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.93 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	134.8	40.4	96.5	29.0	0.98	25.7	0.64	19.91	12.40	2.38	1.03	9.9
10.00	0.35	130.1	45.5	93.2	32.6	1.06	25.3	0.54	19.83	12.40	2.49	1.10	8.8
10.00	0.40	127.7	51.1	91.4	36.6	1.14	24.9	0.48	19.76	12.40	2.60	1.16	8.0
10.00	0.45	126.4	56.9	90.5	40.7	1.23	24.7	0.43	19.70	12.40	2.70	1.22	7.3
10.00	0.50	125.8	62.9	90.1	45.0	1.33	24.5	0.39	19.65	12.40	2.81	1.28	6.8
10.00	0.55	125.7	69.1	90.0	49.5	1.42	24.3	0.36	19.61	12.40	2.91	1.35	6.3
10.00	0.60	126.0	75.6	90.3	54.2	1.52	24.2	0.33	19.57	12.40	3.01	1.41	5.9
10.00	0.65	126.6	82.3	90.7	58.9	1.62	24.1	0.30	19.53	12.40	3.11	1.47	5.6
10.00	0.70	127.4	89.2	91.2	63.9	1.72	24.0	0.28	19.50	12.40	3.20	1.53	5.3
10.00	0.75	128.3	96.3	91.9	68.9	1.82	23.9	0.26	19.47	12.40	3.30	1.60	5.0
10.00	0.80	129.4	103.5	92.7	74.2	1.93	23.8	0.25	19.45	12.40	3.39	1.66	4.8
10.00	0.85	130.6	111.0	93.6	79.5	2.03	23.7	0.23	19.42	12.40	3.48	1.72	4.6
10.00	0.90	131.9	118.7	94.5	85.0	2.14	23.6	0.22	19.40	12.40	3.57	1.78	4.4
10.00	0.95	133.3	126.6	95.5	90.7	2.24	23.6	0.21	19.39	12.40	3.66	1.85	4.3
10.00	1.00	134.7	134.7	96.5	96.5	2.35	23.5	0.20	19.37	12.40	3.75	1.91	4.1



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
■	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
■	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,80 m
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

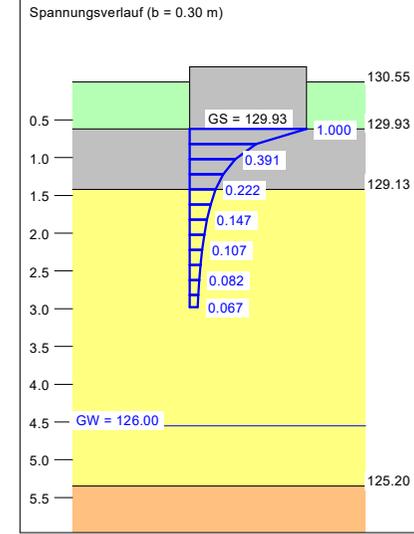
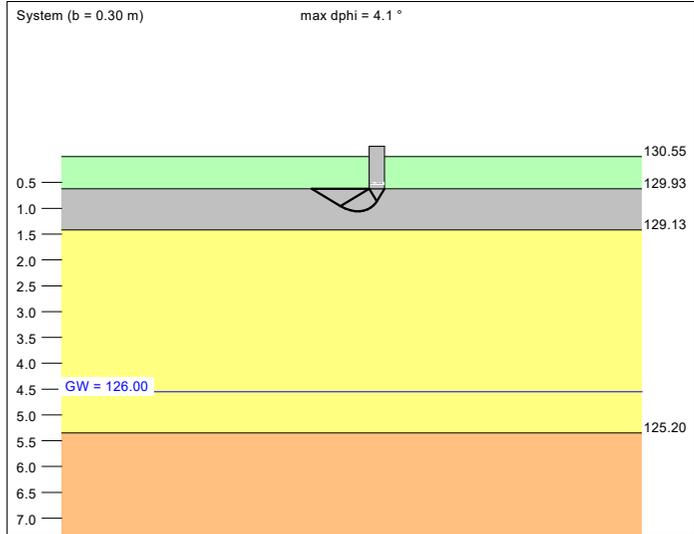
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.6

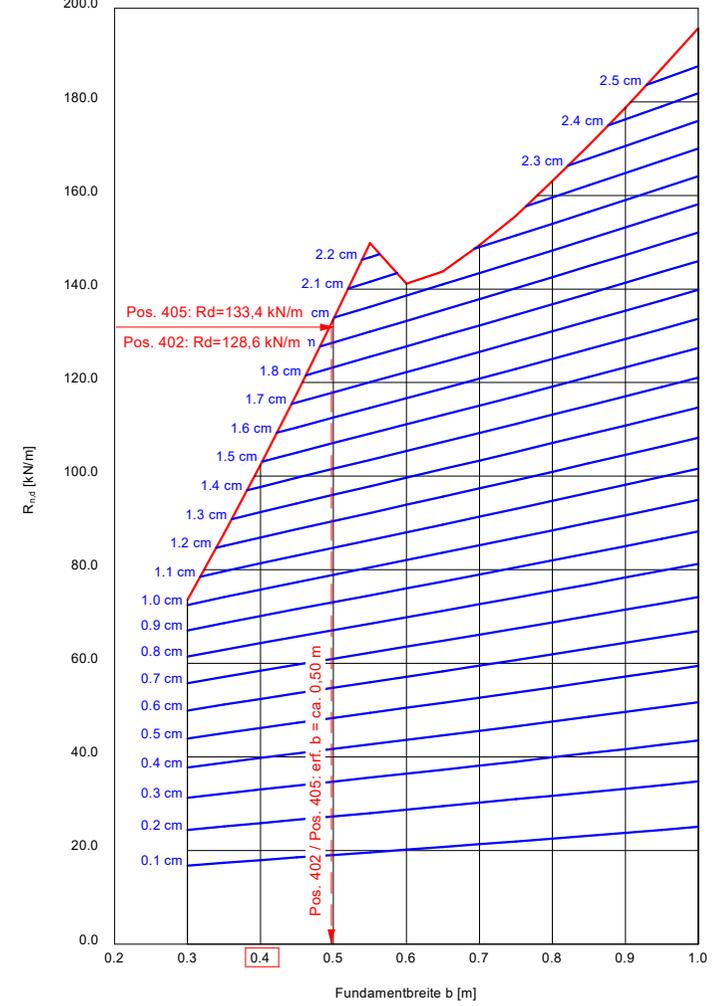
mit Bodenverbesserung d = 0,80 m ab UK Fundament

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_a: Pos. 402 und 405



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.93 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	245.2	73.6	175.7	52.7	1.02	27.5	5.00	21.00	12.40	2.98	1.06	17.2
10.00	0.35	250.7	87.7	179.6	62.8	1.25	27.5	5.00	21.00	12.40	3.19	1.13	14.4
10.00	0.40	256.1	102.5	183.5	73.4	1.49	27.5	5.00	21.00	12.40	3.39	1.20	12.3
10.00	0.45	261.6	117.7	187.3	84.3	1.74	27.5	5.00	21.00	12.40	3.58	1.27	10.8
10.00	0.50	267.0	133.5	191.2	95.6	1.99	27.5	5.00	21.00	12.40	3.76	1.35	9.6
10.00	0.55	272.4	149.8	195.1	107.3	2.26	27.5	5.00	21.00	12.40	3.94	1.42	8.6
10.00	0.60	235.2	141.1	168.5	101.1	2.05	26.6	4.05	20.97	12.40	3.84	1.47	8.2
10.00	0.65	221.2	143.8	158.4	103.0	2.05	26.1	3.61	20.92	12.40	3.87	1.53	7.7
10.00	0.70	213.4	149.4	152.8	107.0	2.11	25.9	3.32	20.85	12.40	3.92	1.59	7.3
10.00	0.75	207.6	155.7	148.7	111.5	2.18	25.6	3.07	20.79	12.40	3.98	1.65	6.8
10.00	0.80	203.8	163.1	146.0	116.8	2.26	25.4	2.88	20.72	12.40	4.05	1.71	6.5
10.00	0.85	200.8	170.7	143.8	122.3	2.35	25.3	2.72	20.66	12.40	4.13	1.77	6.1
10.00	0.90	198.6	178.8	142.3	128.0	2.44	25.1	2.57	20.60	12.40	4.20	1.84	5.8
10.00	0.95	197.0	187.1	141.1	134.0	2.54	25.0	2.45	20.55	12.40	4.28	1.90	5.6
10.00	1.00	195.7	195.7	140.2	140.2	2.64	24.9	2.33	20.49	12.40	4.35	1.96	5.3



zul $\sigma = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
	20.0	10.0	27.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TL] weich-steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

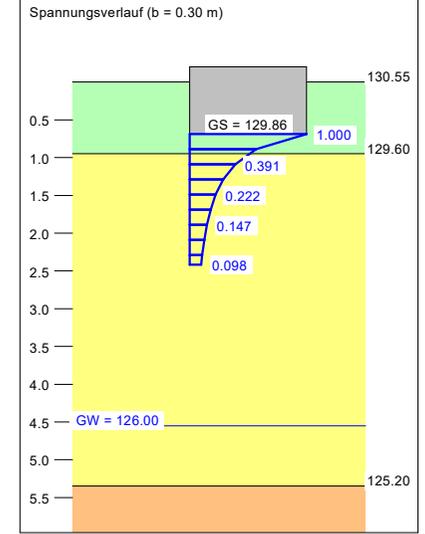
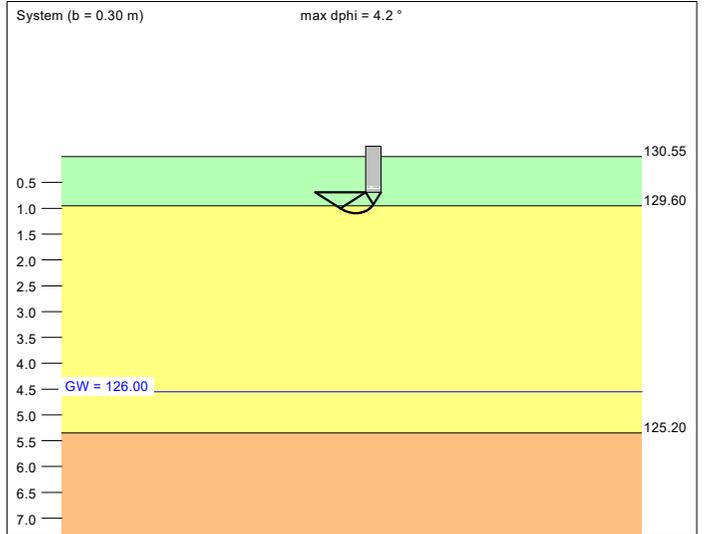
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.7

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank
 HG 120_a: Pos. 408

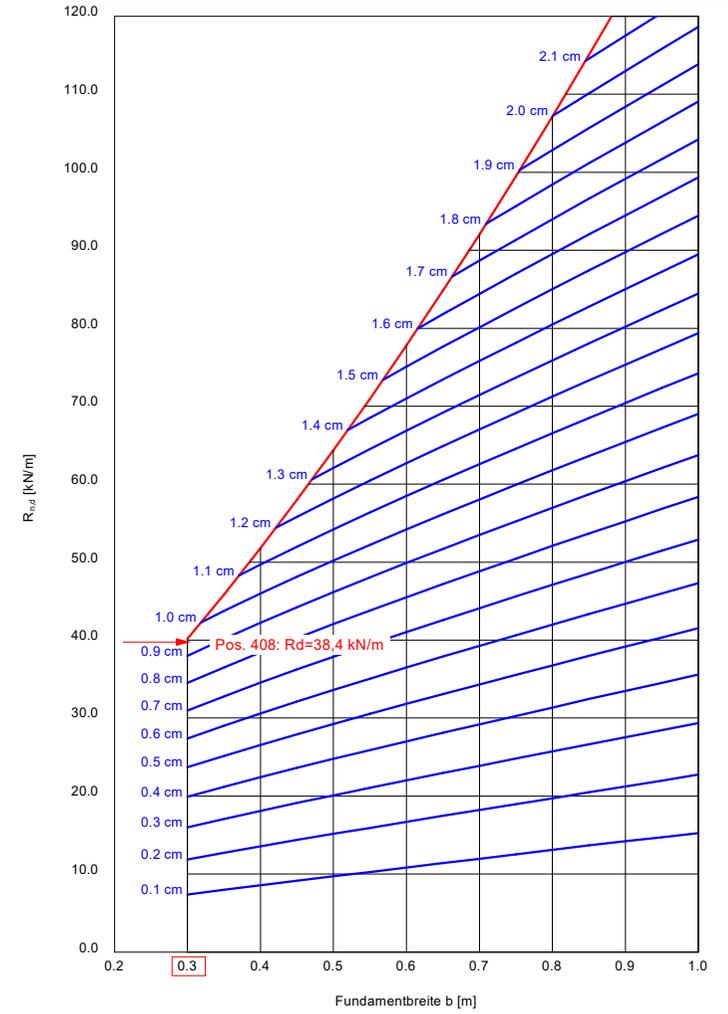


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.86 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	133.9	40.2	95.9	28.8	0.96	25.1	0.50	19.79	13.80	2.42	1.09	10.0
10.00	0.35	131.0	45.9	93.8	32.8	1.06	24.7	0.43	19.71	13.80	2.54	1.16	8.9
10.00	0.40	129.5	51.8	92.8	37.1	1.16	24.5	0.38	19.64	13.80	2.65	1.22	8.0
10.00	0.45	128.8	58.0	92.3	41.5	1.26	24.3	0.34	19.59	13.80	2.77	1.28	7.3
10.00	0.50	128.7	64.4	92.2	46.1	1.36	24.1	0.31	19.54	13.80	2.88	1.34	6.8
10.00	0.55	129.0	71.0	92.4	50.8	1.46	24.0	0.28	19.50	13.80	2.98	1.41	6.3
10.00	0.60	129.6	77.8	92.9	55.7	1.57	23.8	0.26	19.47	13.80	3.09	1.47	5.9
10.00	0.65	130.5	84.8	93.5	60.7	1.67	23.7	0.24	19.44	13.80	3.19	1.53	5.6
10.00	0.70	131.5	92.0	94.2	65.9	1.78	23.7	0.22	19.41	13.80	3.29	1.59	5.3
10.00	0.75	132.7	99.5	95.0	71.3	1.89	23.6	0.21	19.39	13.80	3.39	1.66	5.0
10.00	0.80	133.9	107.1	95.9	76.7	2.00	23.5	0.20	19.36	13.80	3.48	1.72	4.8
10.00	0.85	135.3	115.0	96.9	82.4	2.11	23.5	0.19	19.35	13.80	3.58	1.78	4.6
10.00	0.90	136.7	123.1	97.9	88.1	2.22	23.4	0.18	19.33	13.80	3.67	1.84	4.4
10.00	0.95	138.2	131.3	99.0	94.1	2.34	23.4	0.17	19.31	13.80	3.76	1.91	4.2
10.00	1.00	139.8	139.8	100.1	100.1	2.45	23.3	0.16	19.30	13.80	3.85	1.97	4.1



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

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

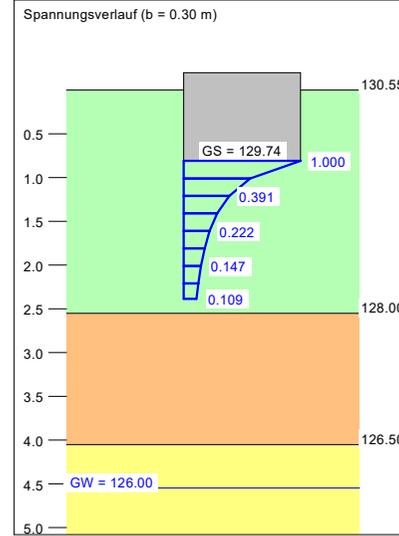
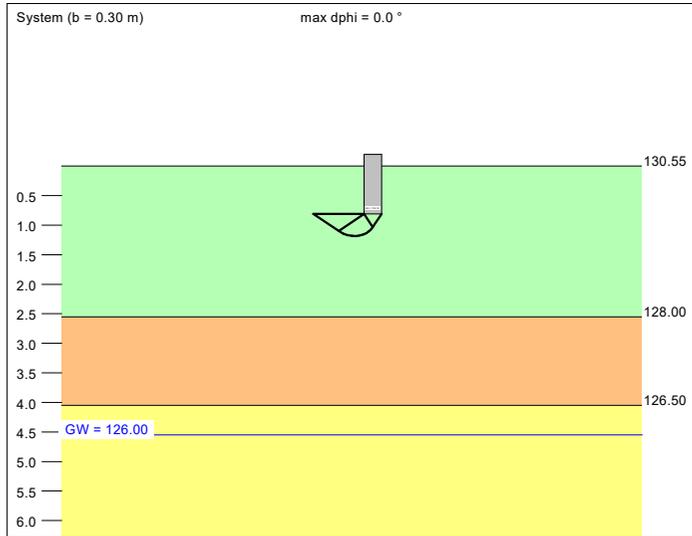
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.8

ohne Sondermaßnahmen

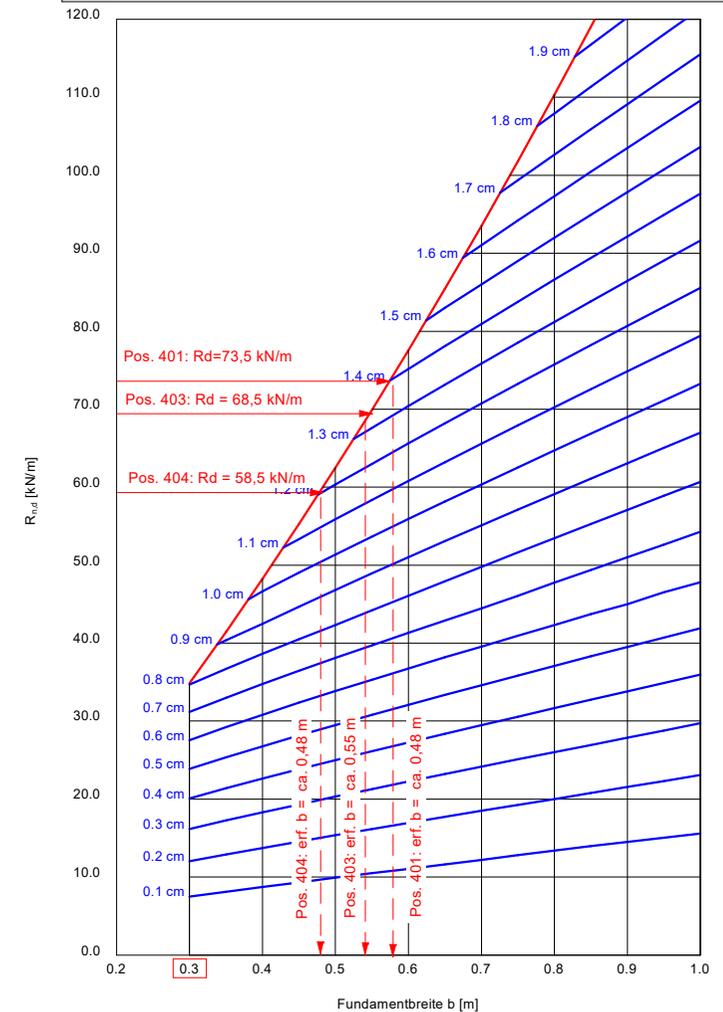
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 120_b: Pos. 401, 403 und 404



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 ²]
10.00	0.30	116.2	34.9	83.2	25.0	0.80	22.5	1.00	19.00	15.39	2.38	1.18	10.3
10.00	0.35	118.4	41.4	84.8	29.7	0.93	22.5	1.00	19.00	15.39	2.54	1.25	9.1
10.00	0.40	120.6	48.2	86.4	34.5	1.04	22.5	1.00	19.00	15.39	2.68	1.31	8.3
10.00	0.45	122.8	55.2	87.9	39.6	1.14	22.5	1.00	19.00	15.39	2.81	1.37	7.7
10.00	0.50	124.9	62.5	89.5	44.7	1.25	22.5	1.00	19.00	15.39	2.93	1.43	7.2
10.00	0.55	127.1	69.9	91.0	50.1	1.35	22.5	1.00	19.00	15.39	3.05	1.50	6.7
10.00	0.60	129.3	77.6	92.6	55.6	1.45	22.5	1.00	19.00	15.39	3.17	1.56	6.4
10.00	0.65	131.4	85.4	94.1	61.2	1.55	22.5	1.00	19.00	15.39	3.28	1.62	6.1
10.00	0.70	133.6	93.5	95.7	67.0	1.65	22.5	1.00	19.00	15.39	3.39	1.68	5.8
10.00	0.75	135.7	101.8	97.2	72.9	1.75	22.5	1.00	19.00	15.39	3.50	1.75	5.6
10.00	0.80	137.9	110.3	98.7	79.0	1.84	22.5	1.00	19.00	15.39	3.60	1.81	5.4
10.00	0.85	140.0	119.0	100.3	85.2	1.94	22.5	1.00	19.00	15.39	3.71	1.87	5.2
10.00	0.90	142.1	127.9	101.8	91.6	2.04	22.5	1.00	19.00	15.39	3.81	1.93	5.0
10.00	0.95	144.2	137.0	103.3	98.1	2.13	22.5	1.00	19.00	15.39	3.90	2.00	4.8
10.00	1.00	146.4	146.4	104.8	104.8	2.23	22.5	1.00	19.00	15.39	4.00	2.06	4.7

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.74 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
■	20.5	10.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,40 m
■	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

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

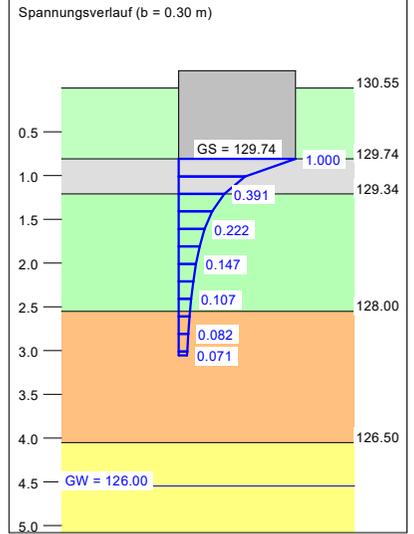
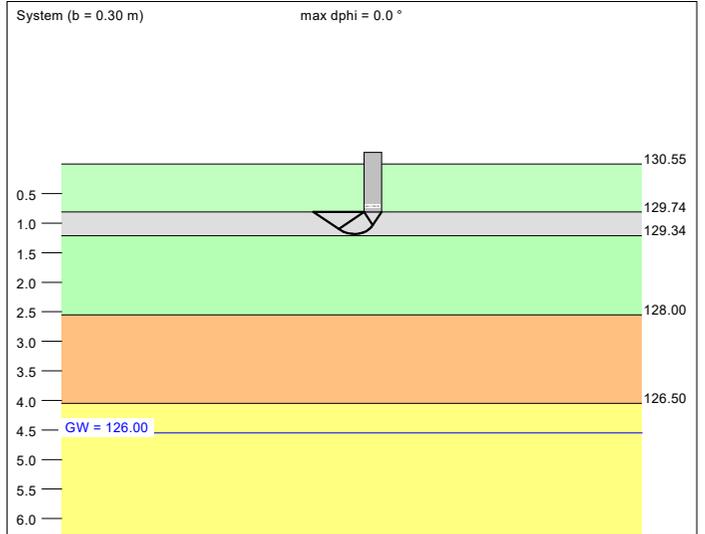
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.9

mit Bodenverbesserung d = 0,40 m ab UK Fundament

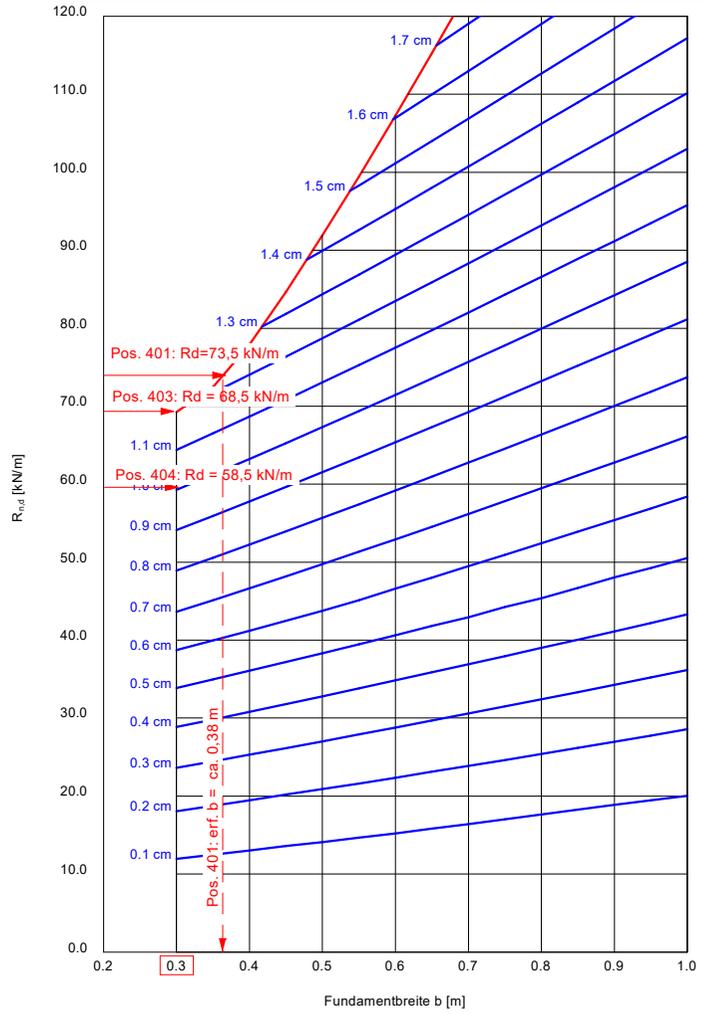
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 120_b: Pos. 401, 403 und 404



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.74 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	$V_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	σ_0	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
10.00	0.30	230.8	69.2	165.3	49.6	1.20	22.5	10.00	20.50	15.39	3.05	1.18	13.8
10.00	0.35	207.1	72.5	148.3	51.9	1.21	22.5	7.92	20.46	15.39	3.10	1.25	12.2
10.00	0.40	194.8	77.9	139.5	55.8	1.27	22.5	6.76	20.37	15.39	3.18	1.31	11.0
10.00	0.45	188.1	84.6	134.7	60.6	1.35	22.5	6.05	20.27	15.39	3.28	1.37	10.0
10.00	0.50	183.8	91.9	131.7	65.8	1.44	22.5	5.53	20.18	15.39	3.38	1.43	9.2
10.00	0.55	180.8	99.5	129.5	71.2	1.52	22.5	5.11	20.10	15.39	3.48	1.50	8.5
10.00	0.60	178.7	107.2	128.0	76.8	1.60	22.5	4.77	20.03	15.39	3.58	1.56	8.0
10.00	0.65	177.3	115.2	127.0	82.5	1.69	22.5	4.48	19.97	15.39	3.67	1.62	7.5
10.00	0.70	176.4	123.5	126.3	88.4	1.77	22.5	4.23	19.91	15.39	3.77	1.68	7.1
10.00	0.75	175.9	131.9	126.0	94.5	1.86	22.5	4.01	19.86	15.39	3.86	1.75	6.8
10.00	0.80	175.7	140.5	125.8	100.7	1.94	22.5	3.82	19.82	15.39	3.95	1.81	6.5
10.00	0.85	175.7	149.4	125.9	107.0	2.02	22.5	3.66	19.78	15.39	4.04	1.87	6.2
10.00	0.90	176.0	158.4	126.1	113.5	2.12	22.5	3.51	19.74	15.39	4.13	1.93	5.9
10.00	0.95	176.5	167.7	126.4	120.1	2.22	22.5	3.38	19.71	15.39	4.22	2.00	5.7
10.00	1.00	177.1	177.1	126.9	126.9	2.33	22.5	3.26	19.68	15.39	4.31	2.06	5.5



zul $\sigma = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

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

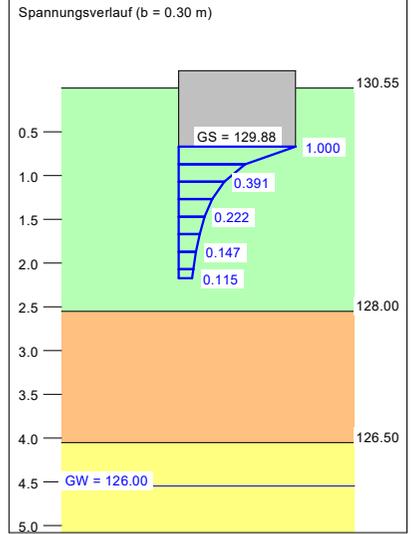
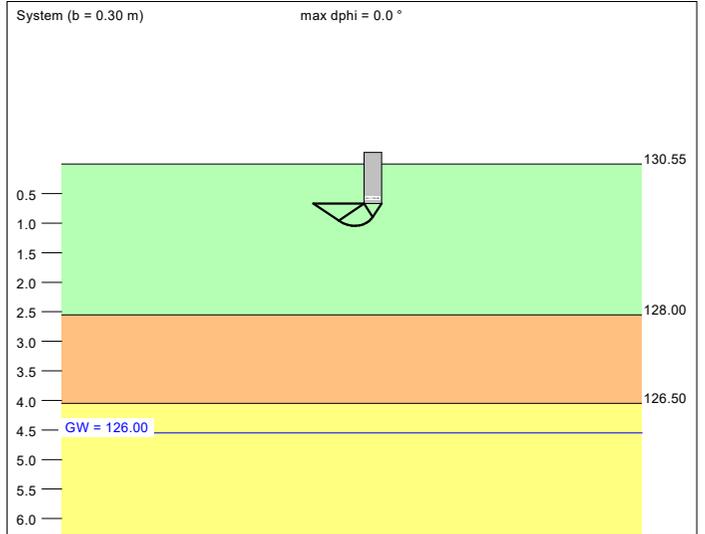
Deutsche Reihenhäuser AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.10

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_b: Pos. 406

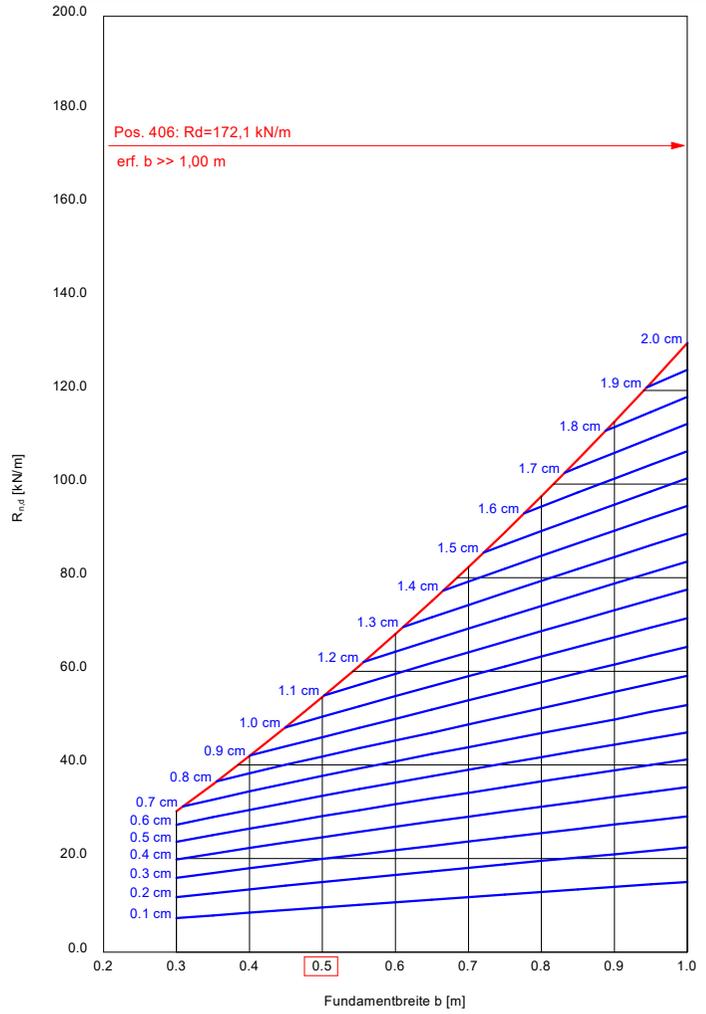


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.88 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	100.4	30.1	71.9	21.6	0.68	22.5	1.00	19.00	12.73	2.17	1.04	10.6
10.00	0.35	102.6	35.9	73.5	25.7	0.79	22.5	1.00	19.00	12.73	2.32	1.11	9.3
10.00	0.40	104.7	41.9	75.0	30.0	0.90	22.5	1.00	19.00	12.73	2.45	1.17	8.4
10.00	0.45	106.9	48.1	76.5	34.4	1.00	22.5	1.00	19.00	12.73	2.58	1.23	7.6
10.00	0.50	109.0	54.5	78.1	39.0	1.10	22.5	1.00	19.00	12.73	2.70	1.29	7.1
10.00	0.55	111.1	61.1	79.6	43.8	1.19	22.5	1.00	19.00	12.73	2.82	1.36	6.7
10.00	0.60	113.3	68.0	81.1	48.7	1.28	22.5	1.00	19.00	12.73	2.93	1.42	6.3
10.00	0.65	115.4	75.0	82.7	53.7	1.37	22.5	1.00	19.00	12.73	3.04	1.48	6.0
10.00	0.70	117.5	82.3	84.2	58.9	1.46	22.5	1.00	19.00	12.73	3.15	1.54	5.8
10.00	0.75	119.6	89.7	85.7	64.3	1.55	22.5	1.00	19.00	12.73	3.25	1.61	5.5
10.00	0.80	121.7	97.4	87.2	69.8	1.64	22.5	1.00	19.00	12.73	3.35	1.67	5.3
10.00	0.85	123.9	105.3	88.7	75.4	1.73	22.5	1.00	19.00	12.73	3.45	1.73	5.1
10.00	0.90	125.9	113.4	90.2	81.2	1.82	22.5	1.00	19.00	12.73	3.55	1.79	5.0
10.00	0.95	128.0	121.6	91.7	87.1	1.91	22.5	1.00	19.00	12.73	3.64	1.86	4.8
10.00	1.00	130.1	130.1	93.2	93.2	2.00	22.5	1.00	19.00	12.73	3.74	1.92	4.7

zul $\sigma = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{E,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{E,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31



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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 1,00 m
■	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

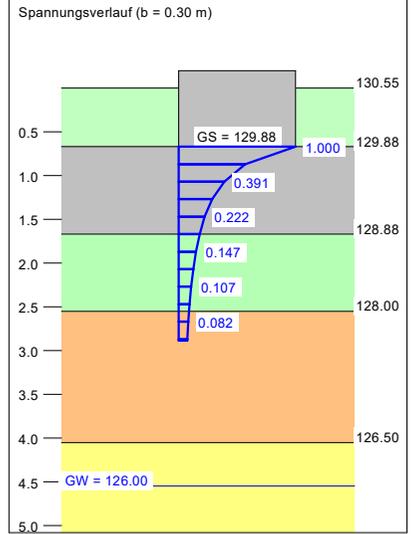
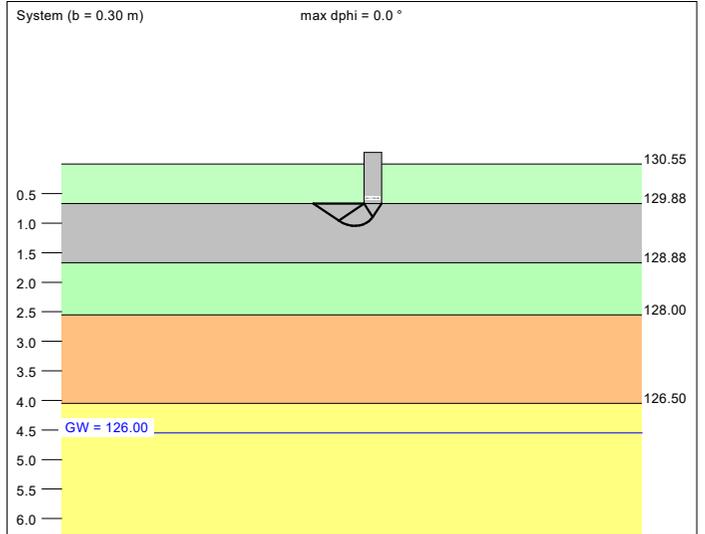
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.11

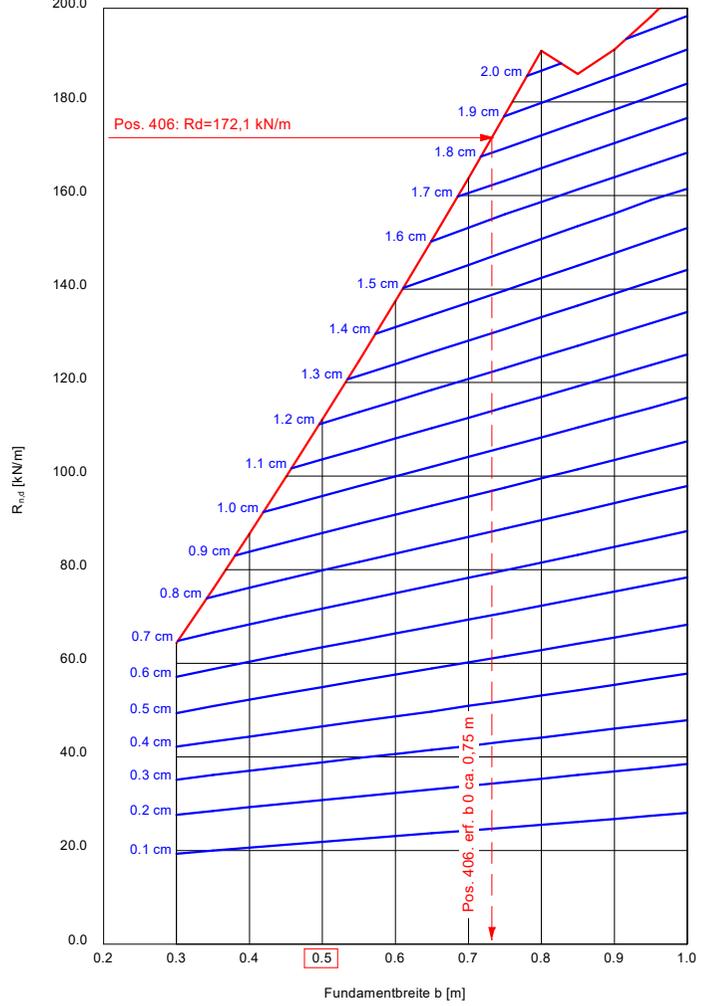
mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_b: Pos. 406



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.88 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	214.4	64.3	153.5	46.1	0.69	22.5	10.00	19.50	12.73	2.89	1.04	22.1
10.00	0.35	216.8	75.9	155.3	54.4	0.82	22.5	10.00	19.50	12.73	3.07	1.11	18.9
10.00	0.40	219.3	87.7	157.1	62.8	0.95	22.5	10.00	19.50	12.73	3.24	1.17	16.5
10.00	0.45	221.7	99.8	158.8	71.5	1.08	22.5	10.00	19.50	12.73	3.41	1.23	14.7
10.00	0.50	224.2	112.1	160.6	80.3	1.21	22.5	10.00	19.50	12.73	3.56	1.29	13.3
10.00	0.55	226.6	124.6	162.3	89.3	1.34	22.5	10.00	19.50	12.73	3.71	1.36	12.1
10.00	0.60	229.0	137.4	164.0	98.4	1.47	22.5	10.00	19.50	12.73	3.85	1.42	11.1
10.00	0.65	231.5	150.5	165.8	107.8	1.60	22.5	10.00	19.50	12.73	3.99	1.48	10.3
10.00	0.70	233.9	163.7	167.5	117.3	1.75	22.5	10.00	19.50	12.73	4.12	1.54	9.6
10.00	0.75	236.3	177.2	169.2	126.9	1.90	22.5	10.00	19.50	12.73	4.25	1.61	8.9
10.00	0.80	238.7	191.0	171.0	136.8	2.06	22.5	10.00	19.50	12.73	4.38	1.67	8.3
10.00	0.85	241.8	205.9	172.5	147.5	2.21	22.5	10.00	19.50	12.73	4.49	1.72	7.7
10.00	0.90	245.4	221.7	174.0	159.0	2.37	22.5	10.00	19.50	12.73	4.60	1.77	7.3
10.00	0.95	249.5	239.4	175.5	171.5	2.54	22.5	10.00	19.50	12.73	4.71	1.82	7.0
10.00	1.00	254.1	259.9	177.0	185.0	2.71	22.5	10.00	19.50	12.73	4.82	1.87	6.7



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

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

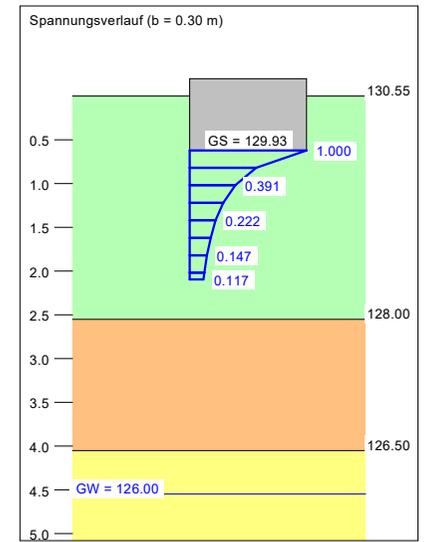
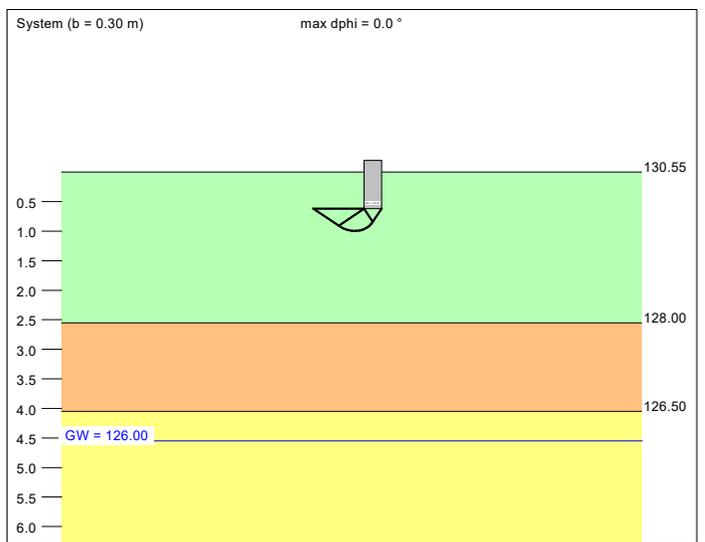
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.12

ohne Sondermaßnahmen

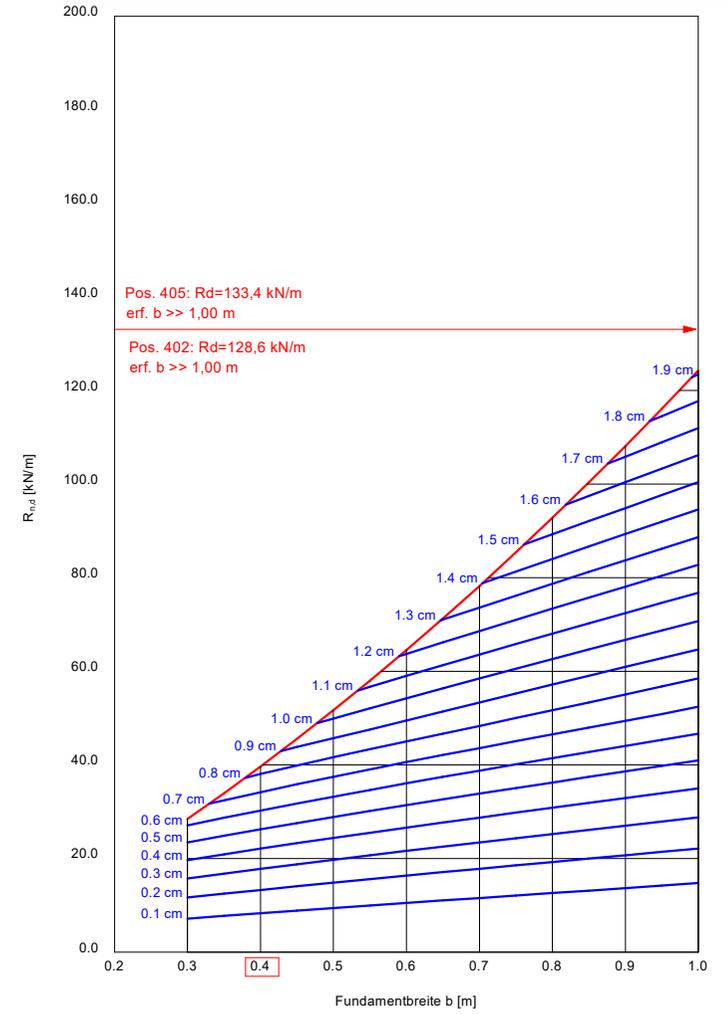
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_b: Pos. 402 und 405



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.93 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	94.7	28.4	67.9	20.4	0.64	22.5	1.00	19.00	11.78	2.10	0.99	10.6
10.00	0.35	96.9	33.9	69.4	24.3	0.74	22.5	1.00	19.00	11.78	2.24	1.06	9.4
10.00	0.40	99.0	39.6	70.9	28.4	0.84	22.5	1.00	19.00	11.78	2.37	1.12	8.4
10.00	0.45	101.2	45.5	72.5	32.6	0.94	22.5	1.00	19.00	11.78	2.50	1.18	7.7
10.00	0.50	103.3	51.7	74.0	37.0	1.04	22.5	1.00	19.00	11.78	2.62	1.24	7.1
10.00	0.55	105.4	58.0	75.5	41.5	1.13	22.5	1.00	19.00	11.78	2.73	1.31	6.7
10.00	0.60	107.6	64.5	77.0	46.2	1.22	22.5	1.00	19.00	11.78	2.84	1.37	6.3
10.00	0.65	109.7	71.3	78.6	51.1	1.31	22.5	1.00	19.00	11.78	2.95	1.43	6.0
10.00	0.70	111.8	78.3	80.1	56.0	1.39	22.5	1.00	19.00	11.78	3.06	1.49	5.7
10.00	0.75	113.9	85.4	81.6	61.2	1.48	22.5	1.00	19.00	11.78	3.16	1.56	5.5
10.00	0.80	116.0	92.8	83.1	66.5	1.57	22.5	1.00	19.00	11.78	3.26	1.62	5.3
10.00	0.85	118.1	100.4	84.6	71.9	1.65	22.5	1.00	19.00	11.78	3.35	1.68	5.1
10.00	0.90	120.2	108.2	86.1	77.5	1.74	22.5	1.00	19.00	11.78	3.45	1.74	4.9
10.00	0.95	122.2	116.1	87.6	83.2	1.83	22.5	1.00	19.00	11.78	3.54	1.81	4.8
10.00	1.00	124.3	124.3	89.0	89.0	1.92	22.5	1.00	19.00	11.78	3.64	1.87	4.6



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 1,00 m
■	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

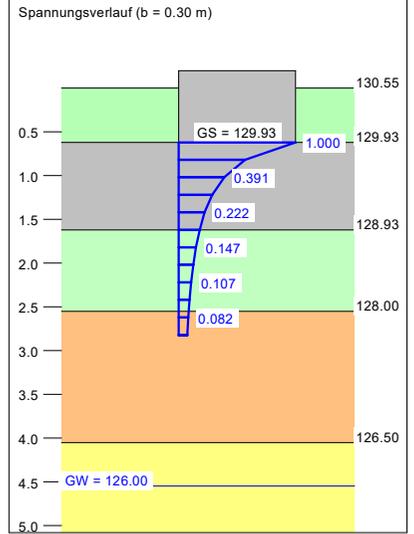
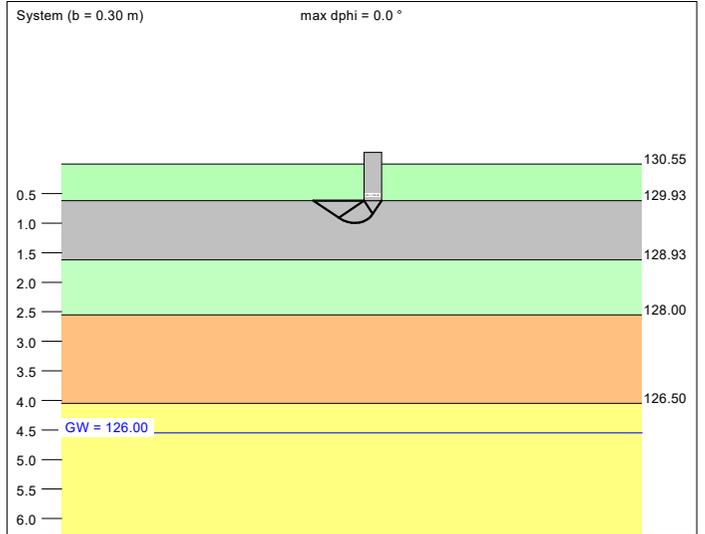
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Report Nr. B19015
 Anlage 6.13

mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

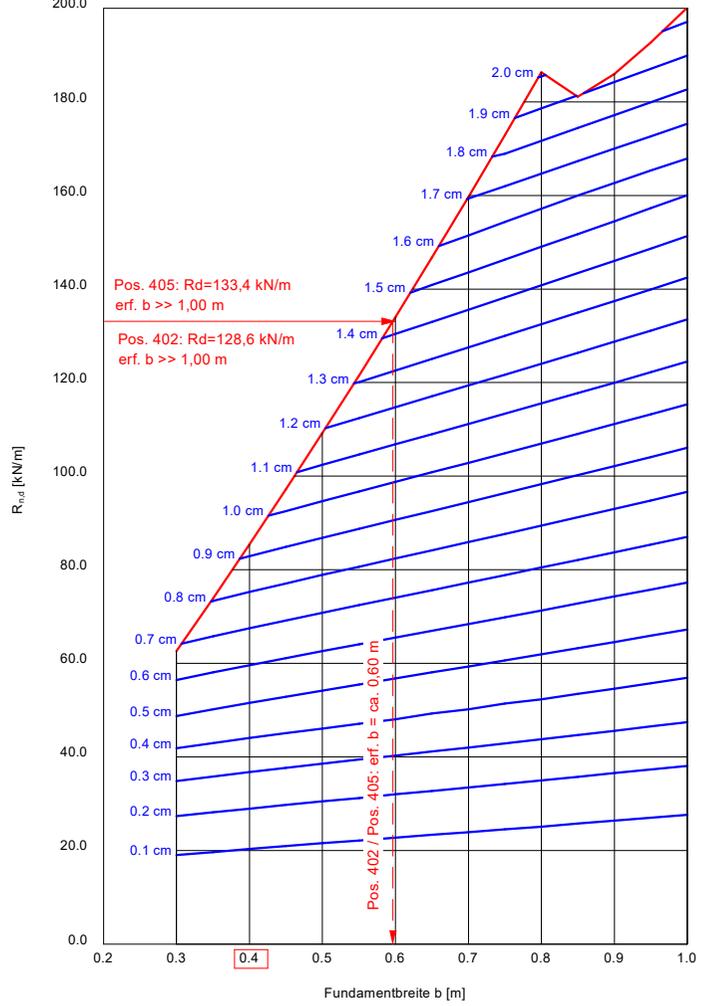
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 120_b: Pos. 402 und 405



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.93 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	208.7	62.6	149.5	44.8	0.68	22.5	10.00	19.50	11.78	2.83	0.99	21.9
10.00	0.35	211.2	73.9	151.3	52.9	0.81	22.5	10.00	19.50	11.78	3.01	1.06	18.7
10.00	0.40	213.6	85.4	153.0	61.2	0.93	22.5	10.00	19.50	11.78	3.18	1.12	16.4
10.00	0.45	216.1	97.2	154.7	69.6	1.06	22.5	10.00	19.50	11.78	3.34	1.18	14.6
10.00	0.50	218.5	109.2	156.5	78.2	1.19	22.5	10.00	19.50	11.78	3.50	1.24	13.2
10.00	0.55	220.9	121.5	158.2	87.0	1.32	22.5	10.00	19.50	11.78	3.64	1.31	12.0
10.00	0.60	223.3	134.0	160.0	96.0	1.45	22.5	10.00	19.50	11.78	3.78	1.37	11.1
10.00	0.65	225.7	146.7	161.7	105.1	1.58	22.5	10.00	19.50	11.78	3.92	1.43	10.3
10.00	0.70	228.1	159.7	163.4	114.4	1.70	22.5	10.00	19.50	11.78	4.05	1.49	9.6
10.00	0.75	230.5	172.9	165.1	123.8	1.86	22.5	10.00	19.50	11.78	4.18	1.56	8.9
10.00	0.80	232.9	186.3	166.8	133.5	2.01	22.5	10.00	19.50	11.78	4.30	1.62	8.3
10.00	0.85	213.0	181.1	152.6	129.7	1.90	22.5	8.28	19.49	11.78	4.25	1.68	8.1
10.00	0.90	206.7	186.0	148.0	133.2	1.92	22.5	7.61	19.48	11.78	4.29	1.74	7.7
10.00	0.95	202.8	192.7	145.3	138.0	1.98	22.5	7.14	19.47	11.78	4.35	1.81	7.3
10.00	1.00	200.1	200.1	143.4	143.4	2.04	22.5	6.76	19.46	11.78	4.41	1.87	7.0



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

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

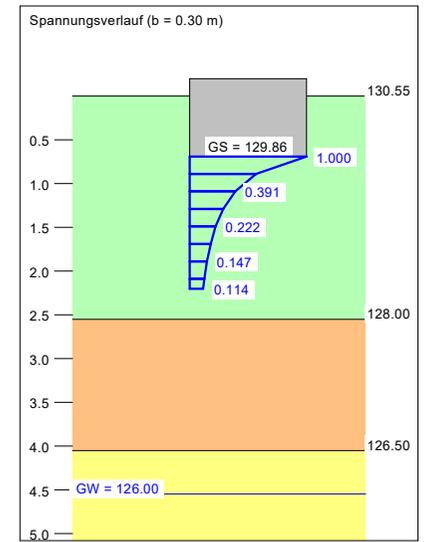
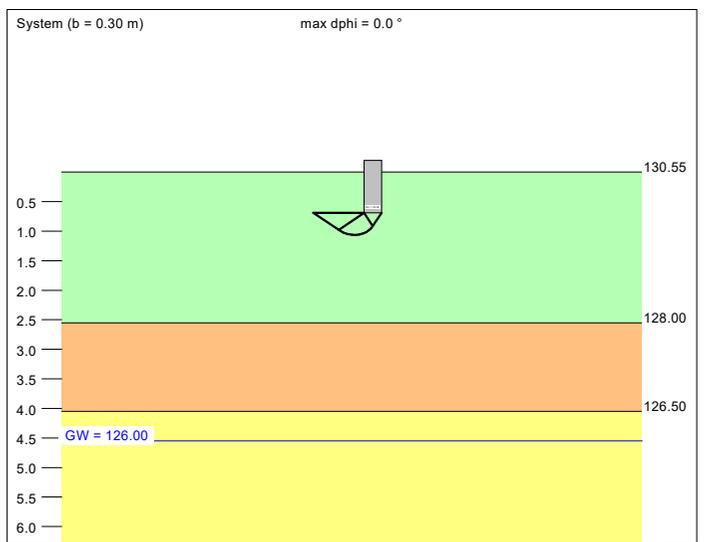
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.14

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank
 HG 120_b: Pos. 408

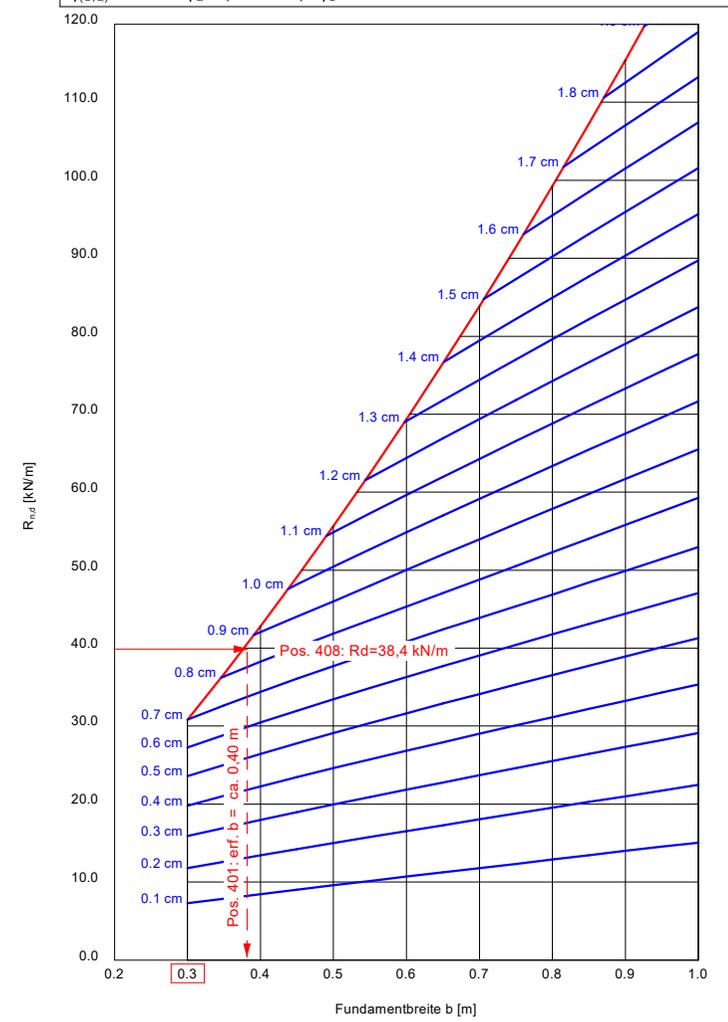


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.86 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	102.7	30.8	73.5	22.1	0.70	22.5	1.00	19.00	13.11	2.20	1.06	10.5
10.00	0.35	104.8	36.7	75.1	26.3	0.81	22.5	1.00	19.00	13.11	2.35	1.13	9.3
10.00	0.40	107.0	42.8	76.6	30.7	0.92	22.5	1.00	19.00	13.11	2.49	1.19	8.3
10.00	0.45	109.1	49.1	78.2	35.2	1.02	22.5	1.00	19.00	13.11	2.61	1.25	7.6
10.00	0.50	111.3	55.6	79.7	39.9	1.12	22.5	1.00	19.00	13.11	2.74	1.31	7.1
10.00	0.55	113.4	62.4	81.2	44.7	1.21	22.5	1.00	19.00	13.11	2.85	1.38	6.7
10.00	0.60	115.6	69.3	82.8	49.7	1.30	22.5	1.00	19.00	13.11	2.97	1.44	6.3
10.00	0.65	117.7	76.5	84.3	54.8	1.40	22.5	1.00	19.00	13.11	3.08	1.50	6.0
10.00	0.70	119.8	83.9	85.8	60.1	1.49	22.5	1.00	19.00	13.11	3.18	1.56	5.8
10.00	0.75	121.9	91.5	87.3	65.5	1.58	22.5	1.00	19.00	13.11	3.29	1.63	5.5
10.00	0.80	124.1	99.2	88.8	71.1	1.67	22.5	1.00	19.00	13.11	3.39	1.69	5.3
10.00	0.85	126.2	107.2	90.4	76.8	1.76	22.5	1.00	19.00	13.11	3.49	1.75	5.1
10.00	0.90	128.3	115.4	91.9	82.7	1.85	22.5	1.00	19.00	13.11	3.58	1.81	5.0
10.00	0.95	130.4	123.8	93.4	88.7	1.94	22.5	1.00	19.00	13.11	3.68	1.88	4.8
10.00	1.00	132.4	132.4	94.9	94.9	2.03	22.5	1.00	19.00	13.11	3.77	1.94	4.7



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe [TM] / TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,20 m
■	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich-steif
■	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif
■	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich

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

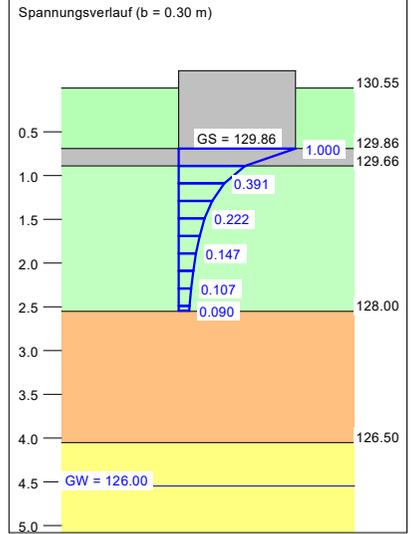
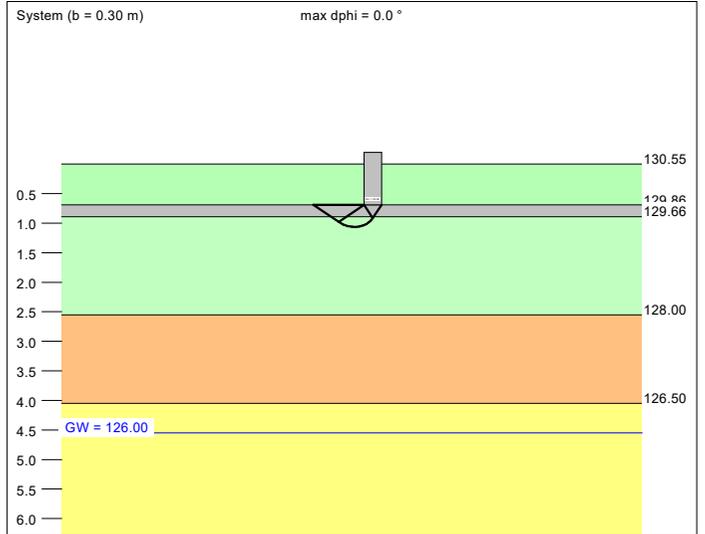
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 3, RB 4 und DPH 2
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 130,55 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.15

mit Bodenverbesserung d = 0,20 m ab UK Fundament

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank
 HG 120_b: Pos. 408

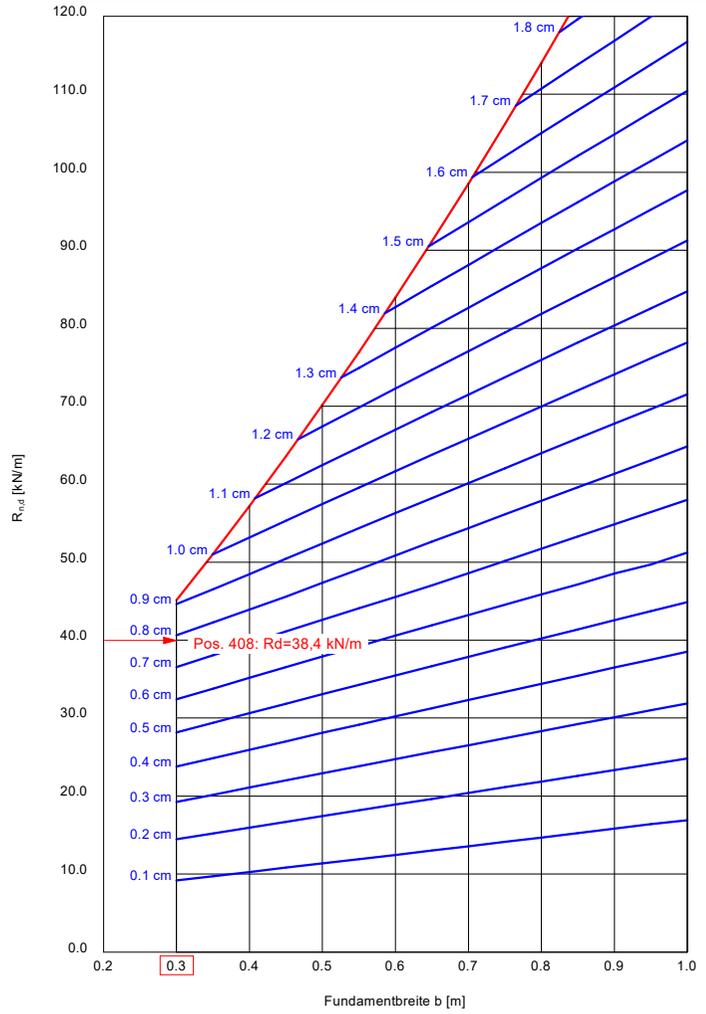


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.55 m
 Gründungssohle = 129.86 m
 Grundwasser = 126.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	150.4	45.1	107.7	32.3	0.91	22.5	4.77	19.34	13.11	2.54	1.06	11.8
10.00	0.35	145.9	51.1	104.5	36.6	1.00	22.5	4.23	19.30	13.11	2.66	1.13	10.4
10.00	0.40	143.0	57.2	102.4	41.0	1.09	22.5	3.82	19.27	13.11	2.77	1.19	9.4
10.00	0.45	141.3	63.6	101.2	45.5	1.17	22.5	3.51	19.25	13.11	2.88	1.25	8.6
10.00	0.50	140.3	70.2	100.5	50.2	1.26	22.5	3.26	19.23	13.11	2.99	1.31	8.0
10.00	0.55	139.9	76.9	100.2	55.1	1.34	22.5	3.05	19.21	13.11	3.09	1.38	7.5
10.00	0.60	139.9	83.9	100.2	60.1	1.42	22.5	2.88	19.19	13.11	3.19	1.44	7.0
10.00	0.65	140.2	91.1	100.4	65.3	1.51	22.5	2.74	19.18	13.11	3.29	1.50	6.7
10.00	0.70	140.8	98.6	100.8	70.6	1.59	22.5	2.61	19.17	13.11	3.39	1.56	6.3
10.00	0.75	141.6	106.2	101.4	76.0	1.67	22.5	2.51	19.16	13.11	3.48	1.63	6.1
10.00	0.80	142.5	114.0	102.1	81.7	1.76	22.5	2.41	19.15	13.11	3.58	1.69	5.8
10.00	0.85	143.6	122.0	102.8	87.4	1.84	22.5	2.33	19.14	13.11	3.67	1.75	5.6
10.00	0.90	144.8	130.3	103.7	93.3	1.93	22.5	2.26	19.13	13.11	3.76	1.81	5.4
10.00	0.95	146.0	138.7	104.6	99.4	2.01	22.5	2.19	19.13	13.11	3.85	1.88	5.2
10.00	1.00	147.4	147.4	105.6	105.6	2.09	22.5	2.13	19.12	13.11	3.94	1.94	5.0



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

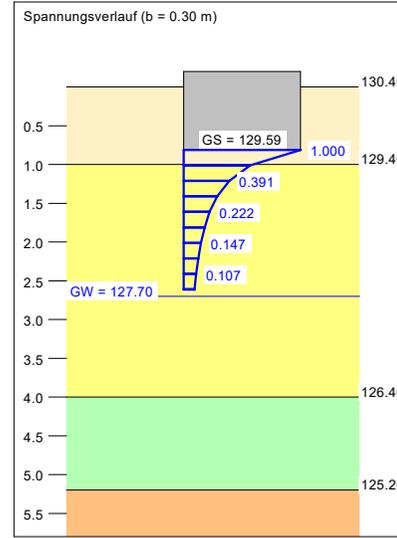
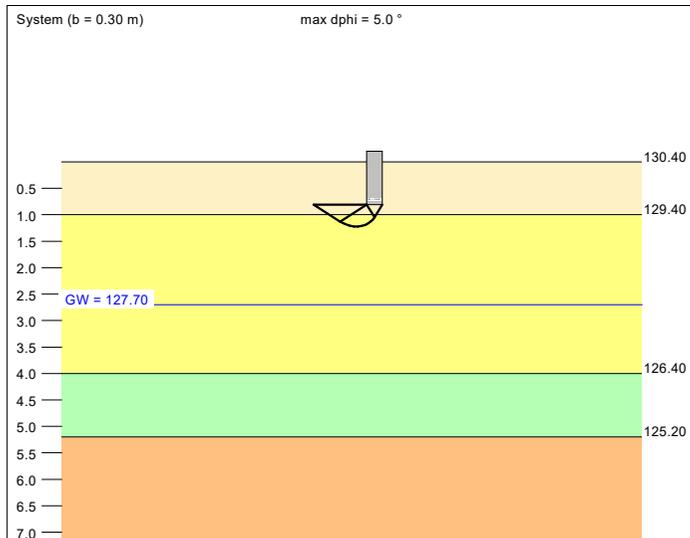
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.16

ohne Sondermaßnahmen

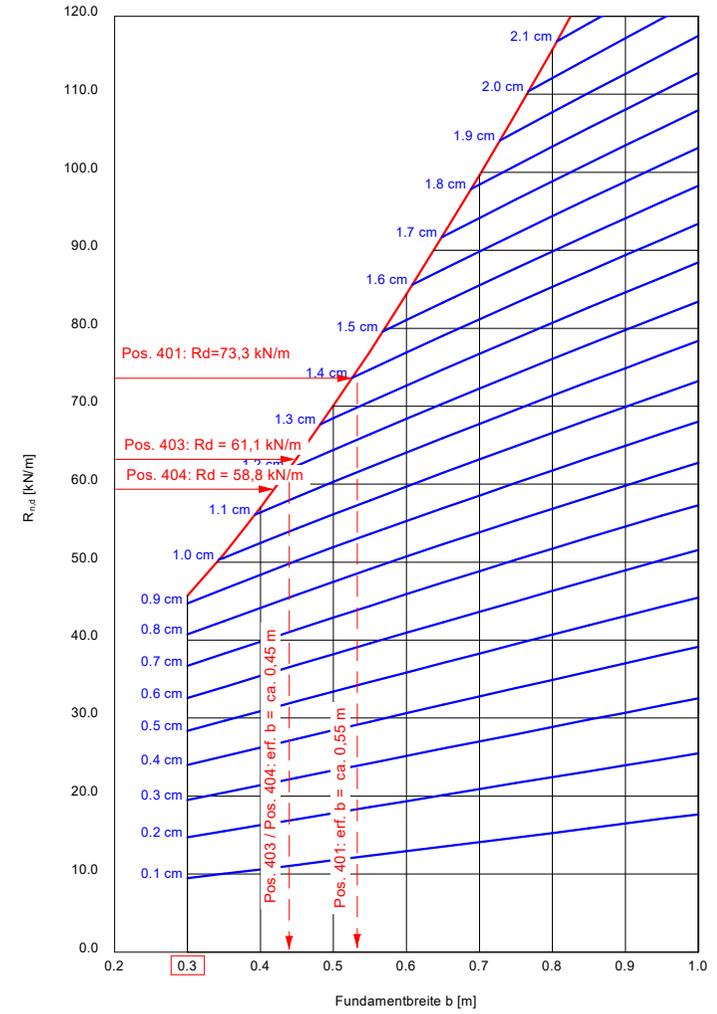
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 145_c: Pos. 401, 403 und 404



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 ²]
10.00	0.30	152.4	45.7	109.1	32.7	0.93	25.5 *	0.00	19.61	16.20	2.61	1.22	11.8
10.00	0.35	145.9	51.1	104.5	36.6	1.01	24.9 *	0.00	19.55	16.20	2.72	1.28	10.3
10.00	0.40	142.5	57.0	102.1	40.8	1.12	24.5 *	0.00	19.49	16.20	2.86	1.34	9.1
10.00	0.45	140.8	63.4	100.8	45.4	1.23	24.3 *	0.00	19.45	16.20	3.00	1.40	8.2
10.00	0.50	140.2	70.1	100.4	50.2	1.34	24.0 *	0.00	19.41	16.20	3.14	1.46	7.5
10.00	0.55	140.0	77.0	100.3	55.2	1.46	23.9 *	0.00	19.38	16.20	3.27	1.53	6.9
10.00	0.60	140.6	84.4	100.7	60.4	1.58	23.7 *	0.00	19.35	16.20	3.41	1.59	6.4
10.00	0.65	141.4	91.9	101.3	65.8	1.70	23.6 *	0.00	19.33	16.20	3.54	1.65	5.9
10.00	0.70	142.3	99.6	101.9	71.4	1.83	23.5 *	0.00	19.31	16.20	3.67	1.71	5.6
10.00	0.75	143.4	107.6	102.7	77.1	1.96	23.4 *	0.00	19.29	16.20	3.80	1.77	5.3
10.00	0.80	144.7	115.7	103.6	82.9	2.08	23.4 *	0.00	19.27	16.20	3.93	1.84	5.0
10.00	0.85	146.2	124.3	104.7	89.0	2.22	23.3 *	0.00	19.26	16.20	4.06	1.90	4.7
10.00	0.90	147.6	132.8	105.7	95.1	2.35	23.3 *	0.00	19.25	16.20	4.18	1.96	4.5
10.00	0.95	149.3	141.8	106.9	101.6	2.49	23.2 *	0.00	19.23	16.20	4.31	2.02	4.3
10.00	1.00	150.7	150.7	108.0	108.0	2.62	23.2 *	0.00	19.22	16.20	4.43	2.08	4.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{0f,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.59 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,40 m
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

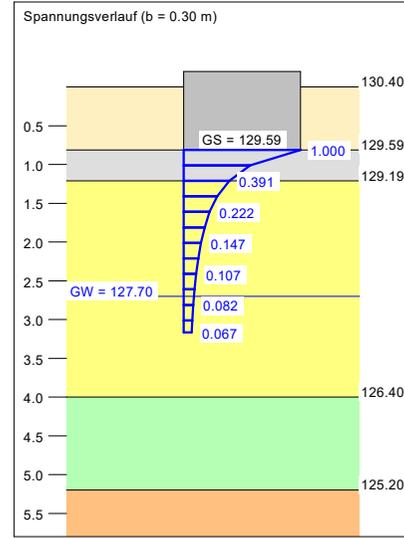
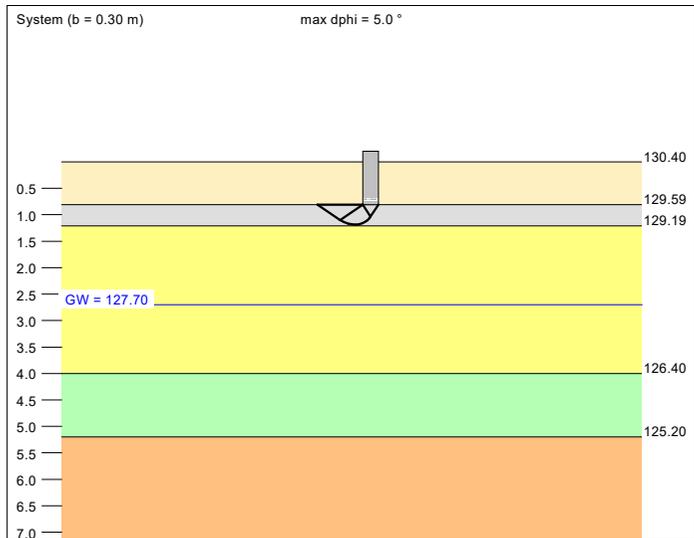
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.17

mit Bodenverbesserung d = 0,40 m ab UK Fundament

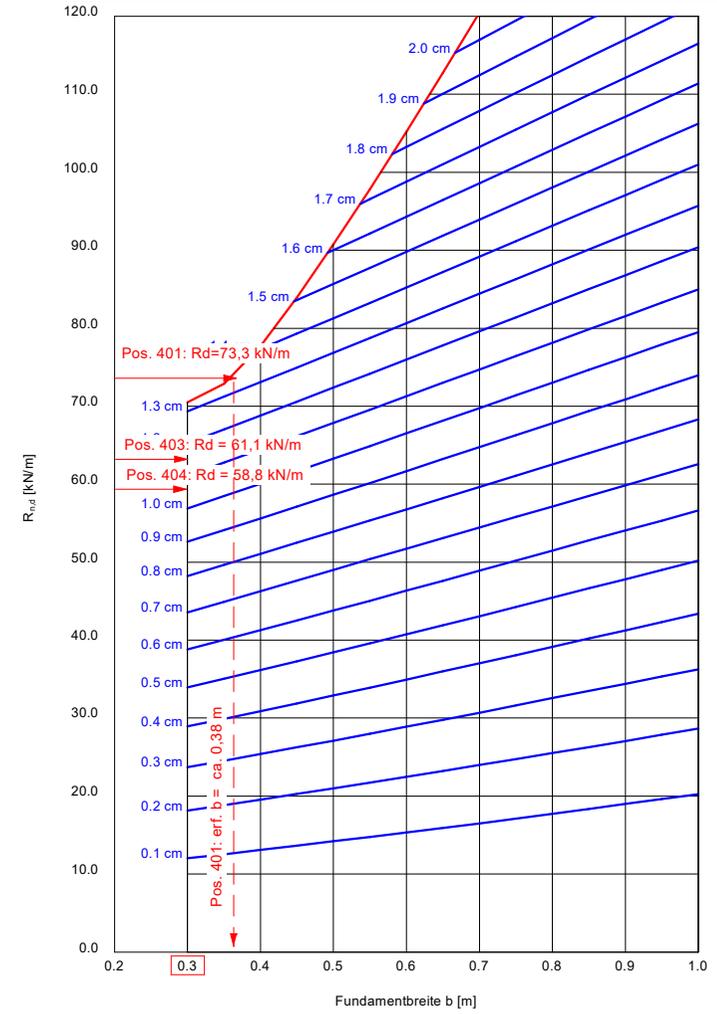
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 145_c: Pos. 401, 403 und 404



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 ²]
10.00	0.30	235.0	70.5	168.3	50.5	1.33	22.5 *	10.00	19.50	16.20	3.16	1.18	12.7
10.00	0.35	208.3	72.9	149.2	52.2	1.34	22.5 *	7.69	19.49	16.20	3.21	1.25	11.1
10.00	0.40	194.2	77.7	139.1	55.6	1.41	22.5 *	6.40	19.46	16.20	3.30	1.31	9.9
10.00	0.45	186.6	84.0	133.6	60.1	1.51	22.5 *	5.61	19.42	16.20	3.42	1.37	8.9
10.00	0.50	181.5	90.8	130.0	65.0	1.62	22.5 *	5.03	19.39	16.20	3.54	1.43	8.0
10.00	0.55	177.9	97.8	127.4	70.1	1.73	22.5 *	4.56	19.37	16.20	3.66	1.50	7.4
10.00	0.60	175.3	105.2	125.6	75.3	1.84	22.5 *	4.18	19.34	16.20	3.78	1.56	6.8
10.00	0.65	173.4	112.7	124.2	80.7	1.96	22.5 *	3.86	19.32	16.20	3.90	1.62	6.3
10.00	0.70	172.1	120.5	123.3	86.3	2.08	22.5 *	3.59	19.30	16.20	4.02	1.68	5.9
10.00	0.75	171.3	128.5	122.7	92.0	2.20	22.5 *	3.35	19.29	16.20	4.13	1.75	5.6
10.00	0.80	170.8	136.6	122.3	97.9	2.32	22.5 *	3.14	19.27	16.20	4.25	1.81	5.3
10.00	0.85	170.6	145.0	122.2	103.9	2.44	22.5 *	2.95	19.26	16.20	4.37	1.87	5.0
10.00	0.90	170.7	153.6	122.2	110.0	2.56	22.5 *	2.79	19.25	16.20	4.48	1.93	4.8
10.00	0.95	171.0	162.4	122.4	116.3	2.69	22.5 *	2.64	19.24	16.20	4.60	2.00	4.6
10.00	1.00	171.4	171.4	122.8	122.8	2.82	22.5 *	2.51	19.23	16.20	4.71	2.06	4.4

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.59 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

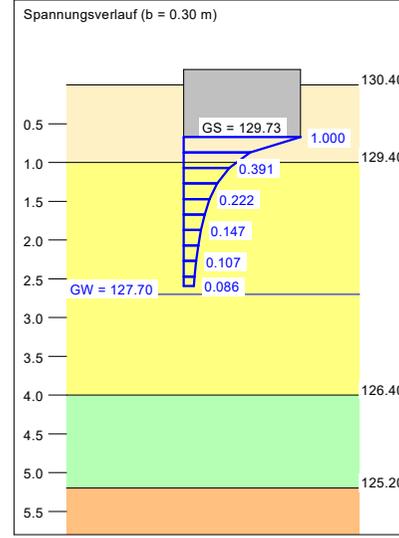
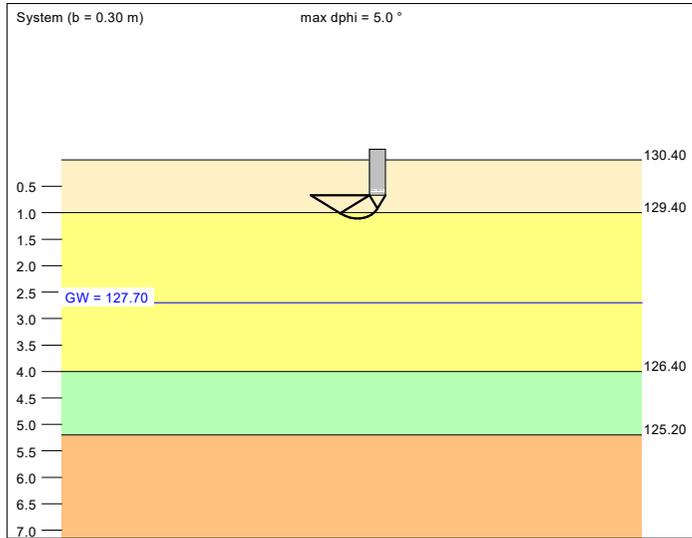
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: $t = 0,67$ m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.18

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_c: Pos. 406



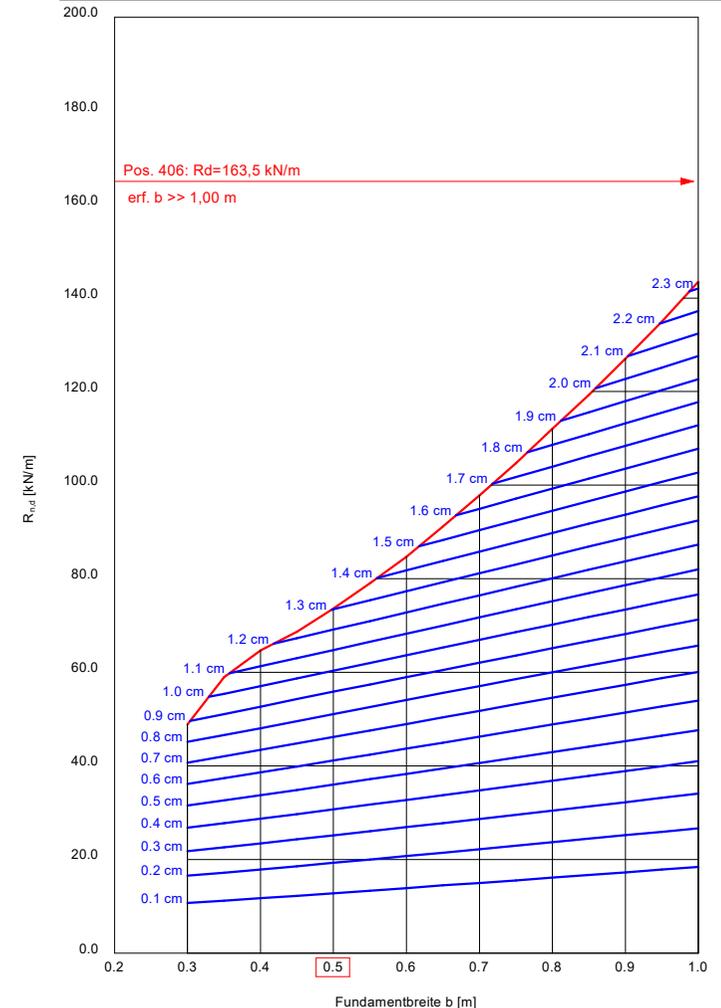
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma / \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.30	162.8	48.8	116.6	35.0	0.89	27.5 *	0.00	19.88	13.40	2.59	1.11	13.2
10.00	0.35	168.4	59.0	120.6	42.2	1.09	27.5 *	0.00	19.79	13.40	2.80	1.18	11.1
10.00	0.40	161.7	64.7	115.8	46.3	1.18	26.9 *	0.00	19.73	13.40	2.92	1.24	9.8
10.00	0.45	152.6	68.7	109.3	49.2	1.23	26.2 *	0.00	19.68	13.40	3.01	1.30	8.9
10.00	0.50	147.2	73.6	105.4	52.7	1.30	25.7 *	0.00	19.63	13.40	3.10	1.36	8.1
10.00	0.55	143.7	79.0	102.9	56.6	1.38	25.3 *	0.00	19.59	13.40	3.21	1.42	7.4
10.00	0.60	141.1	84.7	101.1	60.6	1.47	25.0 *	0.00	19.55	13.40	3.31	1.48	6.9
10.00	0.65	140.2	91.1	100.4	65.3	1.56	24.7 *	0.00	19.52	13.40	3.42	1.54	6.4
10.00	0.70	139.7	97.8	100.1	70.1	1.66	24.5 *	0.00	19.49	13.40	3.54	1.60	6.0
10.00	0.75	139.6	104.7	100.0	75.0	1.76	24.3 *	0.00	19.47	13.40	3.65	1.66	5.7
10.00	0.80	140.1	112.1	100.3	80.3	1.87	24.2 *	0.00	19.44	13.40	3.77	1.72	5.4
10.00	0.85	140.3	119.3	100.5	85.4	1.98	24.1 *	0.00	19.42	13.40	3.88	1.78	5.1
10.00	0.90	141.2	127.0	101.1	91.0	2.09	24.0 *	0.00	19.40	13.40	3.99	1.84	4.8
10.00	0.95	142.1	135.0	101.8	96.7	2.21	23.9 *	0.00	19.38	13.40	4.11	1.91	4.6
10.00	1.00	143.5	143.5	102.8	102.8	2.33	23.8 *	0.00	19.37	13.40	4.22	1.97	4.4

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{0f,k} / 1.95$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.73 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 1,00 m
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

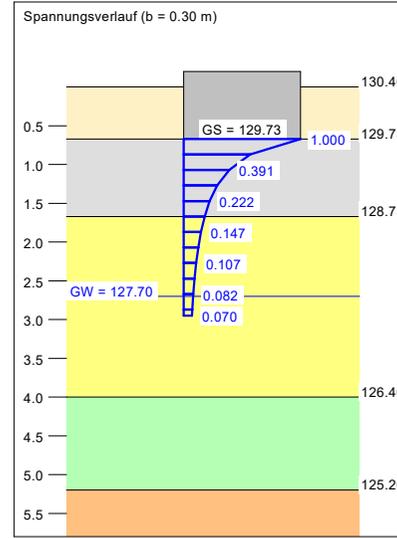
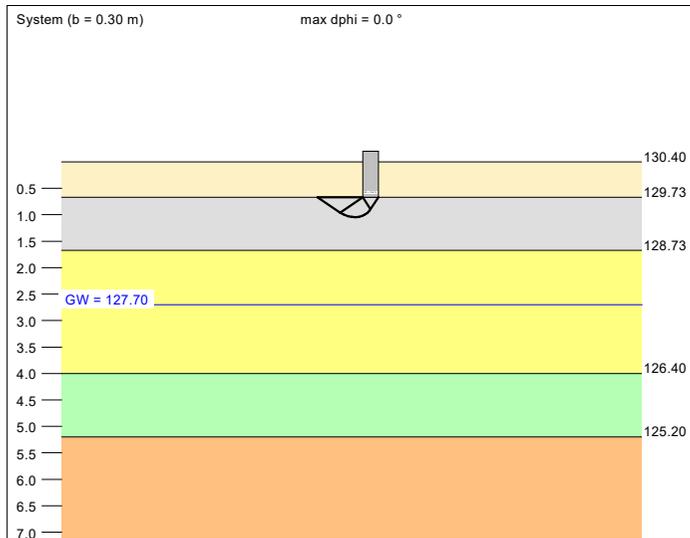
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.19

mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

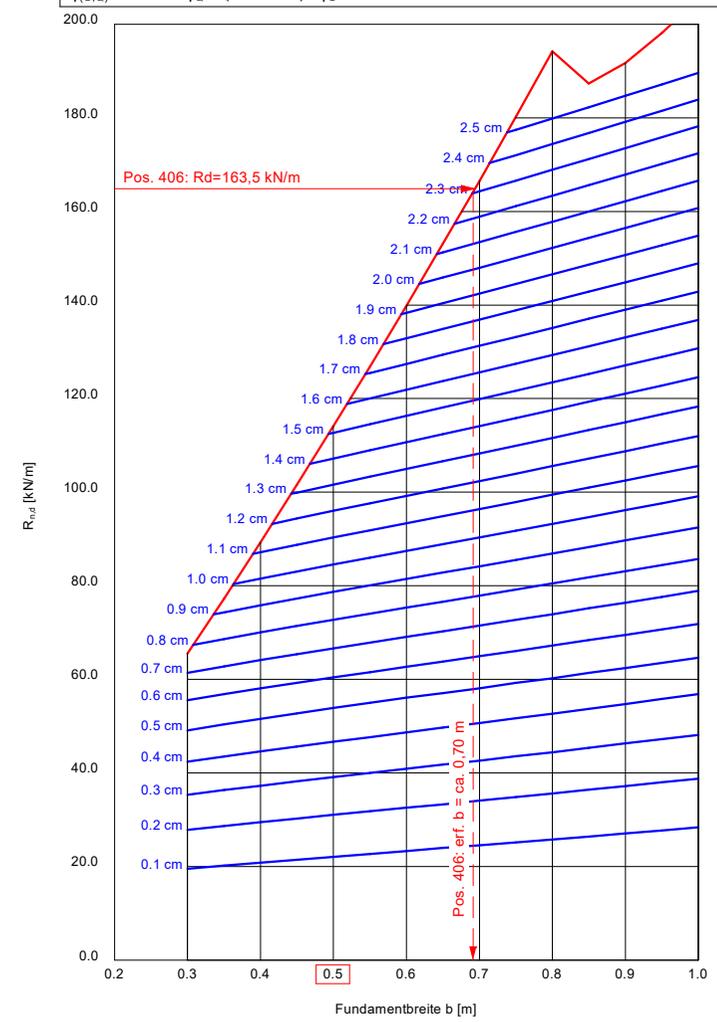
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente HG 145_c: Pos. 406



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 ²]
10.00	0.30	218.4	65.5	156.4	46.9	0.77	22.5	10.00	19.50	13.40	2.95	1.04	20.3
10.00	0.35	220.8	77.3	158.2	55.4	0.95	22.5	10.00	19.50	13.40	3.19	1.11	16.6
10.00	0.40	223.3	89.3	159.9	64.0	1.14	22.5	10.00	19.50	13.40	3.41	1.17	14.0
10.00	0.45	225.7	101.6	161.7	72.8	1.33	22.5	10.00	19.50	13.40	3.62	1.23	12.2
10.00	0.50	228.2	114.1	163.4	81.7	1.53	22.5	10.00	19.50	13.40	3.83	1.29	10.7
10.00	0.55	230.6	126.8	165.2	90.9	1.73	22.5	10.00	19.50	13.40	4.02	1.36	9.6
10.00	0.60	233.1	139.8	166.9	100.2	1.93	22.5	10.00	19.50	13.40	4.21	1.42	8.7
10.00	0.65	235.5	153.1	168.7	109.6	2.13	22.5	10.00	19.50	13.40	4.40	1.48	7.9
10.00	0.70	237.9	166.5	170.4	119.3	2.34	22.5	10.00	19.50	13.40	4.57	1.54	7.3
10.00	0.75	240.3	180.3	172.1	129.1	2.55	22.5	10.00	19.50	13.40	4.75	1.61	6.7
10.00	0.80	242.8	194.2	173.9	139.1	2.76	22.5	10.00	19.50	13.40	4.92	1.67	6.3
10.00	0.85	220.4	187.3	157.8	134.2	2.59	22.5	8.09	19.49	13.40	4.83	1.73	6.1
10.00	0.90	213.1	191.7	152.6	137.3	2.63	22.5	7.34	19.48	13.40	4.88	1.79	5.8
10.00	0.95	208.6	198.2	149.4	141.9	2.70	22.5	6.82	19.47	13.40	4.95	1.86	5.5
10.00	1.00	205.3	205.3	147.1	147.1	2.78	22.5	6.40	19.46	13.40	5.03	1.92	5.3

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.73 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

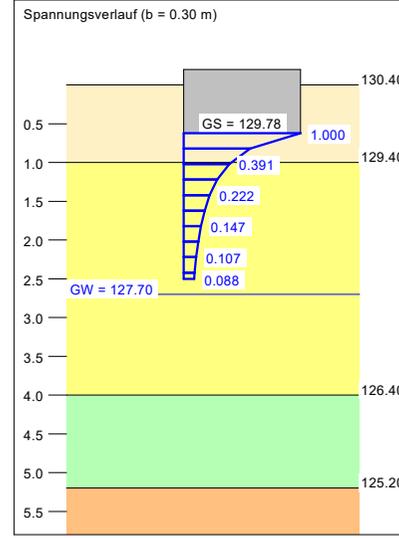
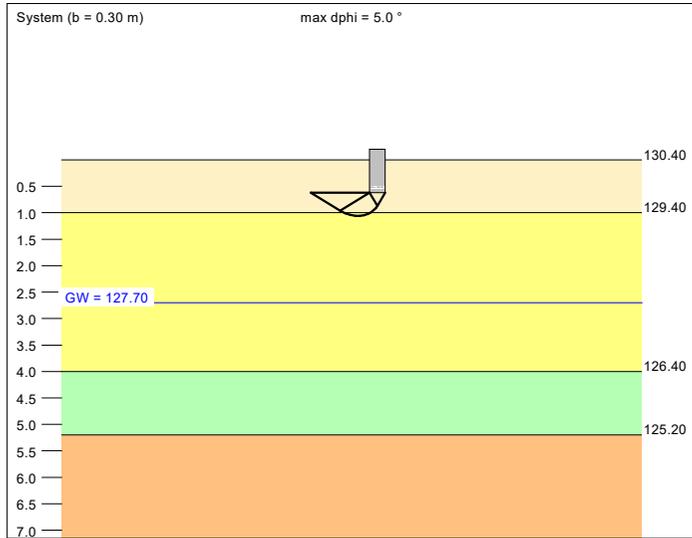
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.20

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_c: Pos. 402, 405 und 407



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 ²]
10.00	0.30	153.3	46.0	109.8	32.9	0.78	27.5 *	0.00	19.95	12.40	2.50	1.06	14.0
10.00	0.35	157.6	55.2	112.9	39.5	0.95	27.5 *	0.00	19.87	12.40	2.68	1.13	11.8
10.00	0.40	163.0	65.2	116.7	46.7	1.15	27.5 *	0.00	19.80	12.40	2.90	1.20	10.2
10.00	0.45	159.2	71.6	114.0	51.3	1.26	27.1 *	0.00	19.74	12.40	3.03	1.27	9.1
10.00	0.50	151.4	75.7	108.4	54.2	1.31	26.4 *	0.00	19.69	12.40	3.11	1.32	8.3
10.00	0.55	146.2	80.4	104.7	57.6	1.37	25.9 *	0.00	19.65	12.40	3.19	1.38	7.6
10.00	0.60	142.7	85.6	102.2	61.3	1.45	25.5 *	0.00	19.61	12.40	3.29	1.44	7.1
10.00	0.65	140.7	91.5	100.8	65.5	1.53	25.2 *	0.00	19.58	12.40	3.39	1.50	6.6
10.00	0.70	139.2	97.5	99.7	69.8	1.61	24.9 *	0.00	19.55	12.40	3.49	1.56	6.2
10.00	0.75	138.7	104.0	99.3	74.5	1.71	24.7 *	0.00	19.52	12.40	3.60	1.62	5.8
10.00	0.80	138.4	110.8	99.2	79.3	1.80	24.5 *	0.00	19.49	12.40	3.71	1.68	5.5
10.00	0.85	138.9	118.1	99.5	84.6	1.91	24.4 *	0.00	19.47	12.40	3.82	1.74	5.2
10.00	0.90	139.1	125.2	99.6	89.7	2.01	24.3 *	0.00	19.45	12.40	3.93	1.80	5.0
10.00	0.95	139.9	132.9	100.2	95.2	2.12	24.1 *	0.00	19.43	12.40	4.04	1.87	4.7
10.00	1.00	140.7	140.7	100.8	100.8	2.23	24.0 *	0.00	19.41	12.40	4.15	1.93	4.5

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

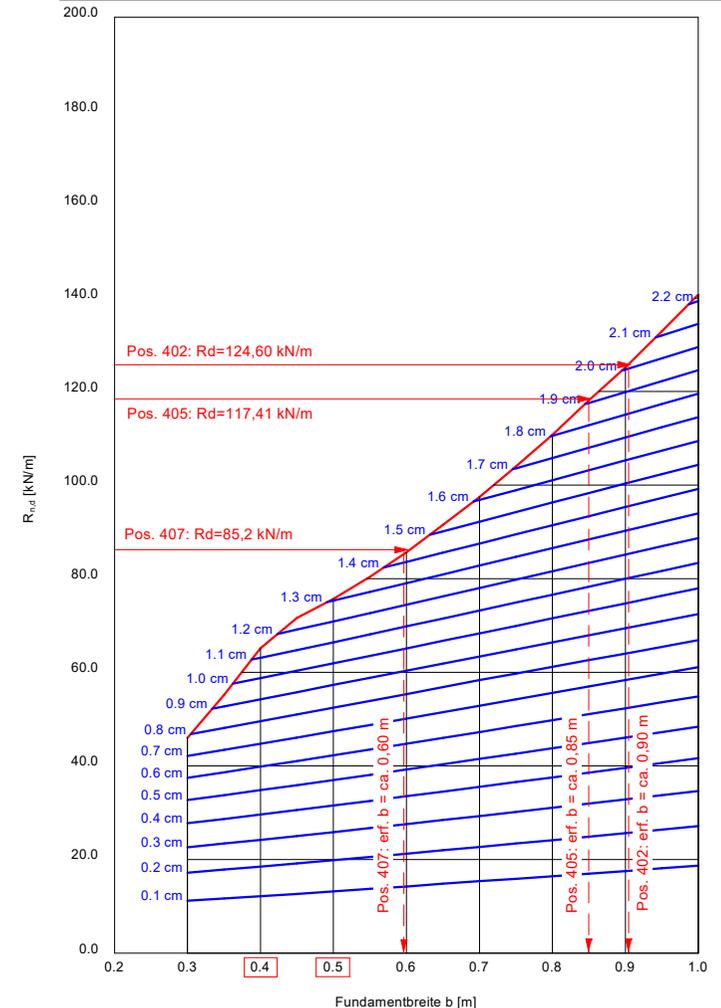
zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{0f,k} / 1.95$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.78 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 1,00 m
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

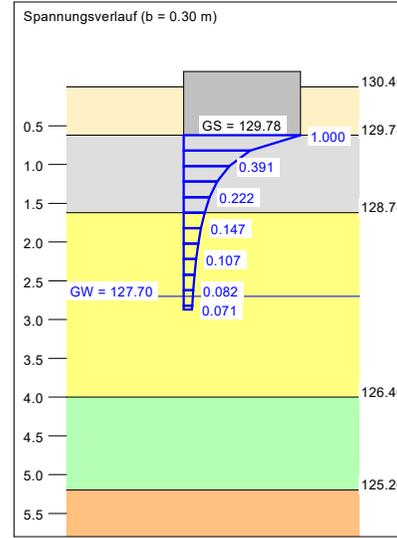
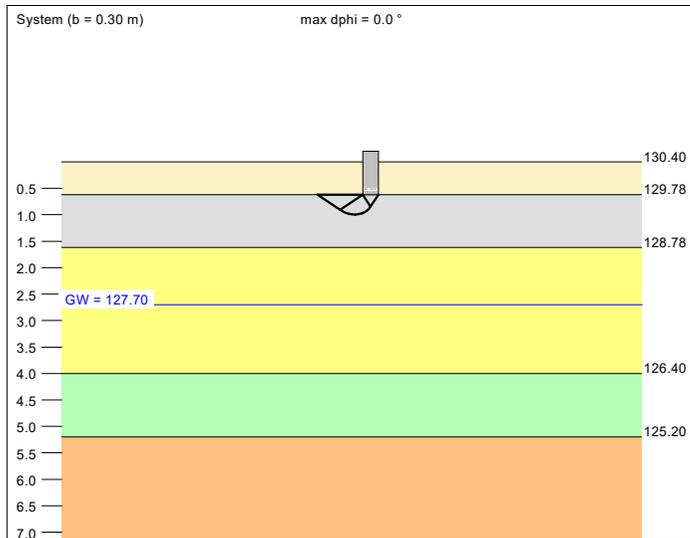
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.21

mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

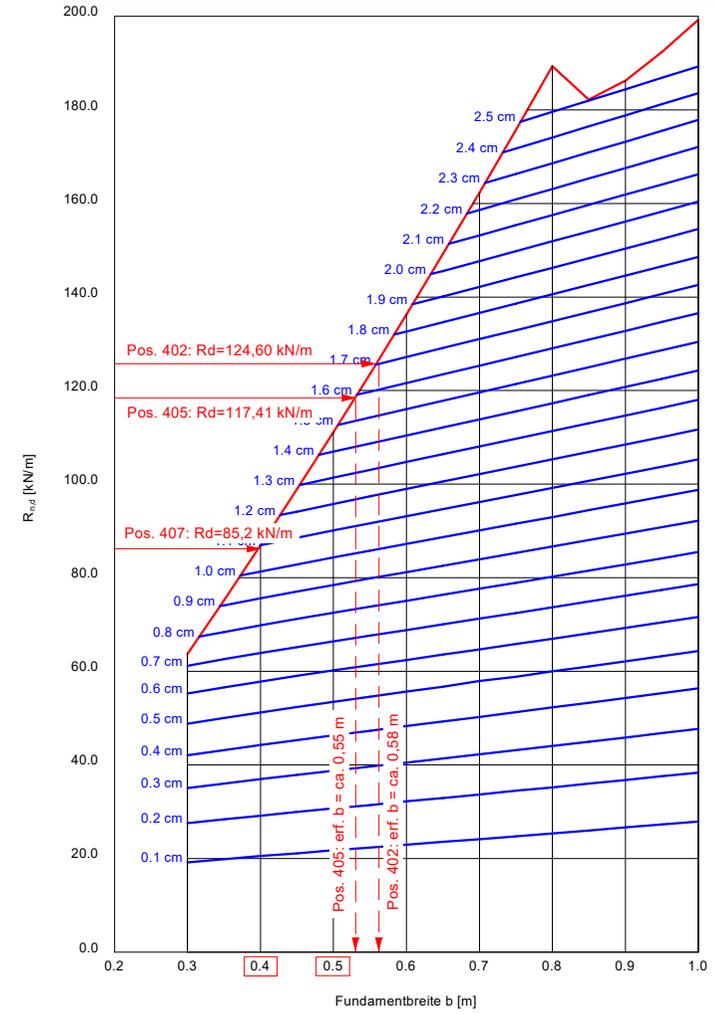
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_c: Pos. 402, 405 und 407



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 ²]
10.00	0.30	212.4	63.7	152.1	45.6	0.74	22.5	10.00	19.50	12.40	2.87	0.99	20.4
10.00	0.35	214.9	75.2	153.9	53.9	0.92	22.5	10.00	19.50	12.40	3.11	1.06	16.7
10.00	0.40	217.3	86.9	155.7	62.3	1.10	22.5	10.00	19.50	12.40	3.33	1.12	14.1
10.00	0.45	219.8	98.9	157.4	70.8	1.29	22.5	10.00	19.50	12.40	3.54	1.18	12.2
10.00	0.50	222.2	111.1	159.1	79.6	1.48	22.5	10.00	19.50	12.40	3.74	1.24	10.8
10.00	0.55	224.6	123.5	160.9	88.5	1.67	22.5	10.00	19.50	12.40	3.94	1.31	9.6
10.00	0.60	227.1	136.2	162.6	97.6	1.87	22.5	10.00	19.50	12.40	4.13	1.37	8.7
10.00	0.65	229.5	149.2	164.4	106.8	2.07	22.5	10.00	19.50	12.40	4.31	1.43	8.0
10.00	0.70	231.9	162.3	166.1	116.3	2.27	22.5	10.00	19.50	12.40	4.48	1.49	7.3
10.00	0.75	234.3	175.7	167.8	125.9	2.47	22.5	10.00	19.50	12.40	4.65	1.56	6.8
10.00	0.80	236.7	189.4	169.5	135.6	2.68	22.5	10.00	19.50	12.40	4.82	1.62	6.3
10.00	0.85	214.3	182.2	153.5	130.5	2.50	22.5	8.09	19.49	12.40	4.73	1.68	6.1
10.00	0.90	207.0	186.3	148.2	133.4	2.53	22.5	7.34	19.48	12.40	4.77	1.74	5.9
10.00	0.95	202.5	192.4	145.0	137.8	2.60	22.5	6.82	19.47	12.40	4.84	1.81	5.6
10.00	1.00	199.2	199.2	142.7	142.7	2.68	22.5	6.40	19.46	12.40	4.92	1.87	5.3

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.78 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

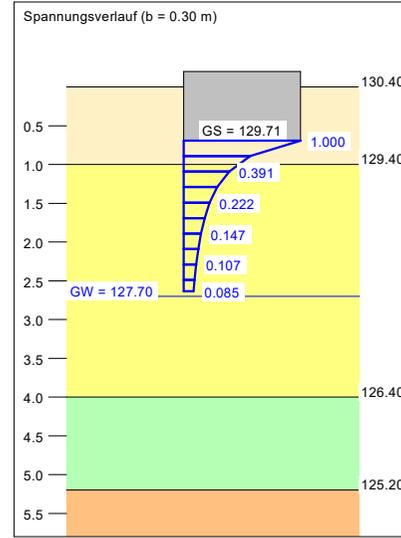
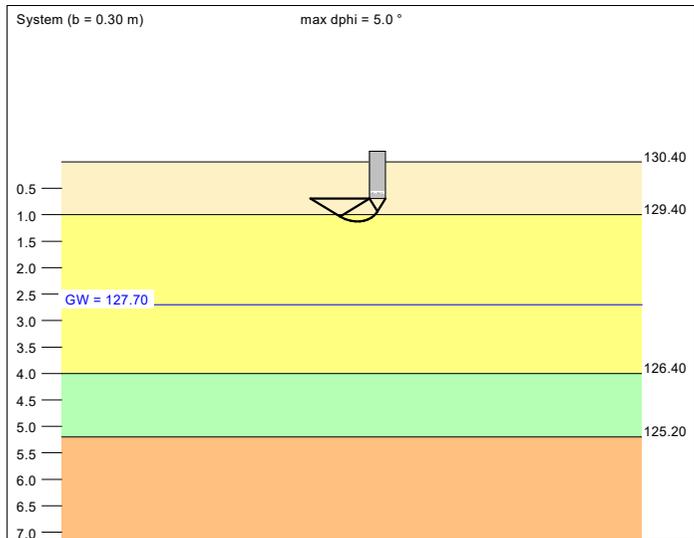
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 5, RB 6 und DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 130,40 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.22

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Ffundamente Vorgartenschrank
 HG 145_c: Pos. 408

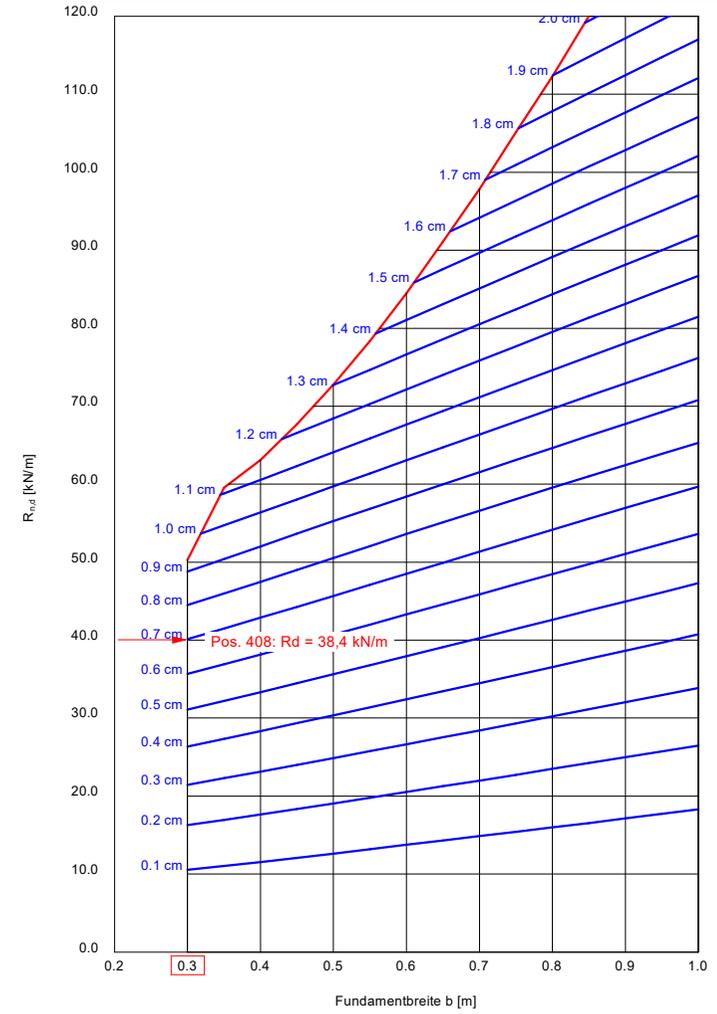


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.40 m
 Gründungssohle = 129.71 m
 Grundwasser = 127.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	167.6	50.3	120.1	36.0	0.94	27.5 *	0.00	19.84	13.80	2.63	1.13	12.8
10.00	0.35	170.2	59.6	121.9	42.7	1.12	27.4 *	0.00	19.76	13.80	2.83	1.20	10.9
10.00	0.40	157.8	63.1	113.0	45.2	1.16	26.5 *	0.00	19.70	13.80	2.91	1.25	9.7
10.00	0.45	150.4	67.7	107.7	48.5	1.23	25.9 *	0.00	19.65	13.80	3.00	1.31	8.8
10.00	0.50	145.6	72.8	104.3	52.1	1.30	25.4 *	0.00	19.60	13.80	3.10	1.37	8.0
10.00	0.55	142.5	78.4	102.1	56.1	1.39	25.1 *	0.00	19.56	13.80	3.21	1.43	7.4
10.00	0.60	140.8	84.5	100.8	60.5	1.48	24.8 *	0.00	19.53	13.80	3.32	1.49	6.8
10.00	0.65	140.1	91.1	100.3	65.2	1.58	24.5 *	0.00	19.50	13.80	3.44	1.55	6.4
10.00	0.70	139.8	97.8	100.1	70.1	1.68	24.4 *	0.00	19.47	13.80	3.55	1.61	6.0
10.00	0.75	140.2	105.1	100.4	75.3	1.79	24.2 *	0.00	19.44	13.80	3.67	1.68	5.6
10.00	0.80	140.4	112.3	100.5	80.4	1.90	24.1 *	0.00	19.42	13.80	3.78	1.74	5.3
10.00	0.85	141.2	120.0	101.1	85.9	2.01	24.0 *	0.00	19.40	13.80	3.90	1.80	5.0
10.00	0.90	142.1	127.9	101.8	91.6	2.13	23.9 *	0.00	19.38	13.80	4.02	1.86	4.8
10.00	0.95	143.1	135.9	102.5	97.3	2.24	23.8 *	0.00	19.36	13.80	4.13	1.92	4.6
10.00	1.00	144.5	144.5	103.5	103.5	2.37	23.7 *	0.00	19.35	13.80	4.25	1.98	4.4



* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{0f,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

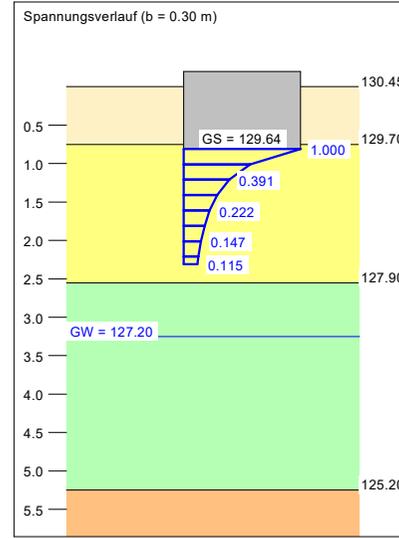
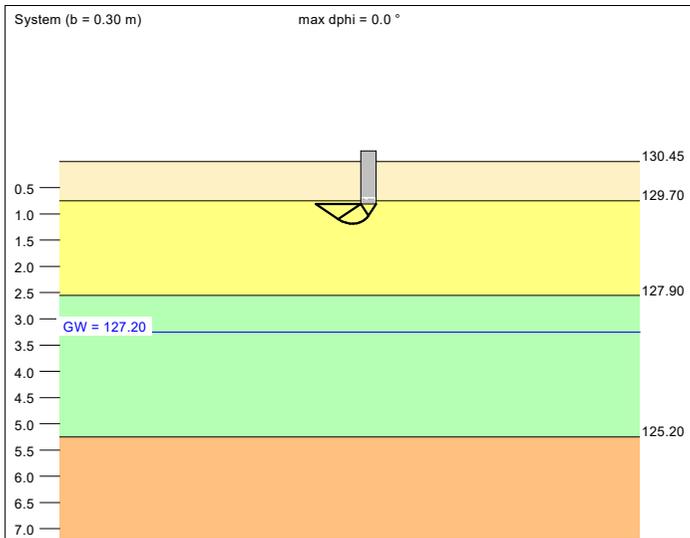
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: $t = 0,81$ m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.23

ohne Sondermaßnahmen

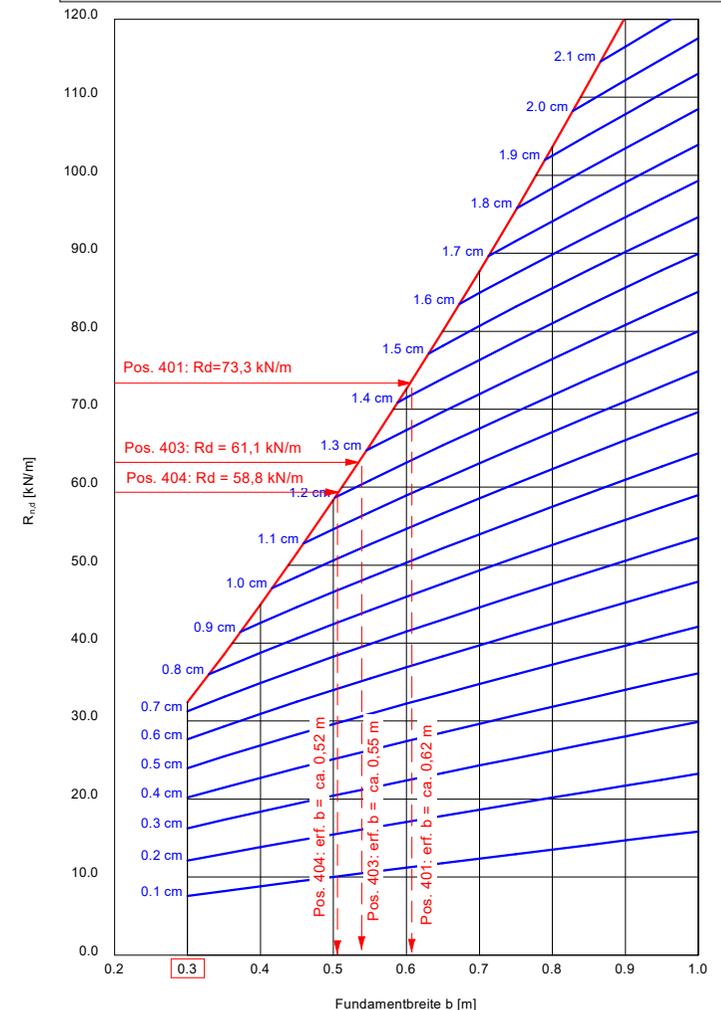
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 145_d: Pos. 401, 403 und 404



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 ²]
10.00	0.30	108.0	32.4	77.4	23.2	0.73	22.5	0.00	19.00	16.14	2.31	1.18	10.6
10.00	0.35	110.2	38.6	78.9	27.6	0.85	22.5	0.00	19.00	16.14	2.46	1.25	9.3
10.00	0.40	112.4	45.0	80.5	32.2	0.96	22.5	0.00	19.00	16.14	2.59	1.31	8.4
10.00	0.45	114.5	51.5	82.0	36.9	1.08	22.5	0.00	19.00	16.14	2.72	1.37	7.6
10.00	0.50	116.7	58.4	83.6	41.8	1.19	22.5	0.00	19.00	16.14	2.85	1.43	7.0
10.00	0.55	118.9	65.4	85.1	46.8	1.31	22.5	0.00	19.00	16.14	2.97	1.50	6.5
10.00	0.60	121.0	72.6	86.7	52.0	1.43	22.5	0.00	19.00	16.14	3.08	1.56	6.1
10.00	0.65	123.1	80.0	88.2	57.3	1.55	22.5	0.00	19.00	16.14	3.19	1.62	5.7
10.00	0.70	125.3	87.7	89.7	62.8	1.67	22.5	0.00	19.00	16.14	3.32	1.68	5.4
10.00	0.75	127.4	95.5	91.2	68.4	1.80	22.5	0.00	19.00	16.14	3.45	1.75	5.1
10.00	0.80	129.5	103.6	92.8	74.2	1.93	22.5	0.00	19.00	16.14	3.58	1.81	4.8
10.00	0.85	131.6	111.9	94.3	80.1	2.06	22.5	0.00	19.00	16.14	3.71	1.87	4.6
10.00	0.90	133.7	120.4	95.8	86.2	2.19	22.5	0.00	19.00	16.14	3.84	1.93	4.4
10.00	0.95	135.8	129.0	97.3	92.4	2.32	22.5	0.00	19.00	16.14	3.96	2.00	4.2
10.00	1.00	137.9	137.9	98.8	98.8	2.46	22.5	0.00	19.00	16.14	4.09	2.06	4.0

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungsohle = 129.64 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,40 m
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

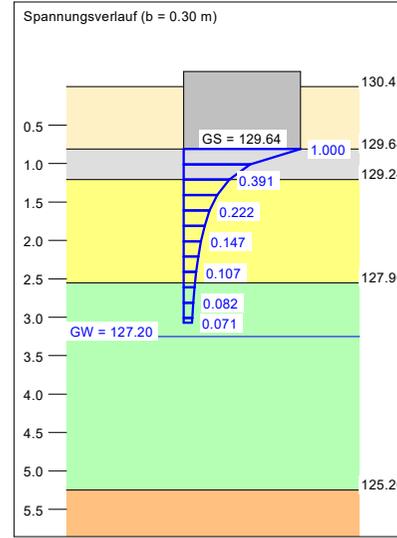
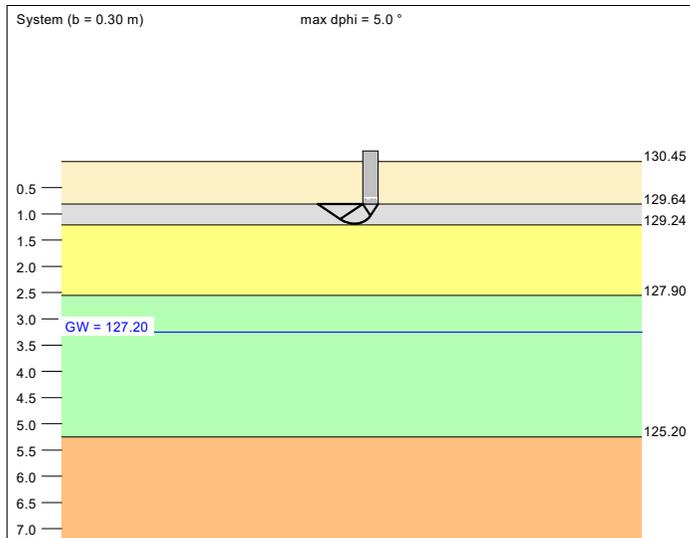
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.24

mit Bodenverbesserung d = 0,40 m ab UK Fundament

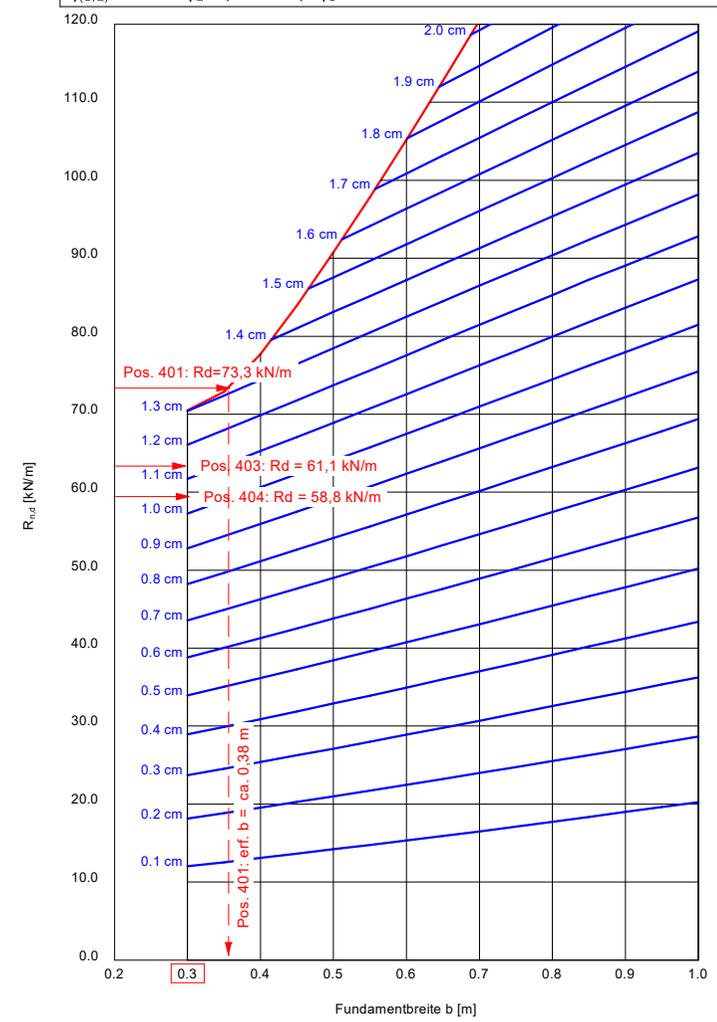
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außenfundamente
 HG 145_d: Pos. 401, 403 und 404



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungssohle = 129.64 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	$V_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	σ_0	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
10.00	0.30	235.0	70.5	168.3	50.5	1.30	22.5 *	10.00	19.50	16.20	3.07	1.18	12.9
10.00	0.35	208.3	72.9	149.2	52.2	1.31	22.5 *	7.69	19.49	16.20	3.11	1.25	11.4
10.00	0.40	194.2	77.7	139.1	55.6	1.37	22.5 *	6.40	19.46	16.20	3.18	1.31	10.1
10.00	0.45	186.6	84.0	133.6	60.1	1.47	22.5 *	5.61	19.42	16.20	3.27	1.37	9.1
10.00	0.50	181.5	90.8	130.0	65.0	1.57	22.5 *	5.03	19.39	16.20	3.39	1.43	8.3
10.00	0.55	177.9	97.8	127.4	70.1	1.68	22.5 *	4.56	19.37	16.20	3.51	1.50	7.6
10.00	0.60	175.3	105.2	125.6	75.3	1.80	22.5 *	4.18	19.34	16.20	3.63	1.56	7.0
10.00	0.65	173.4	112.7	124.2	80.7	1.91	22.5 *	3.86	19.32	16.20	3.75	1.62	6.5
10.00	0.70	172.1	120.5	123.3	86.3	2.03	22.5 *	3.59	19.30	16.20	3.86	1.68	6.1
10.00	0.75	171.3	128.5	122.7	92.0	2.14	22.5 *	3.35	19.29	16.20	3.98	1.75	5.7
10.00	0.80	170.8	136.6	122.3	97.9	2.26	22.5 *	3.14	19.27	16.20	4.09	1.81	5.4
10.00	0.85	170.6	145.0	122.2	103.9	2.38	22.5 *	2.95	19.26	16.20	4.20	1.87	5.1
10.00	0.90	170.7	153.6	122.2	110.0	2.51	22.5 *	2.79	19.25	16.20	4.32	1.93	4.9
10.00	0.95	171.0	162.4	122.4	116.3	2.63	22.5 *	2.64	19.24	16.20	4.43	2.00	4.7
10.00	1.00	171.4	171.4	122.8	122.8	2.76	22.5 *	2.51	19.23	16.20	4.54	2.06	4.5



* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

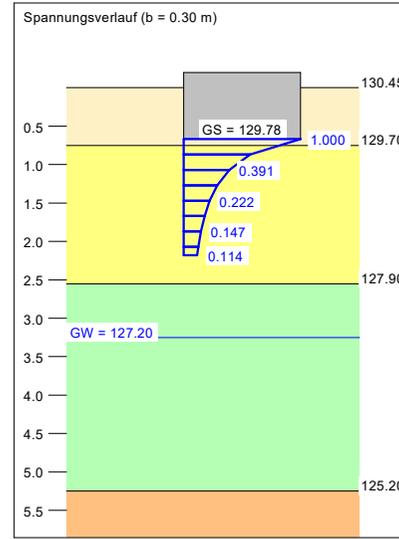
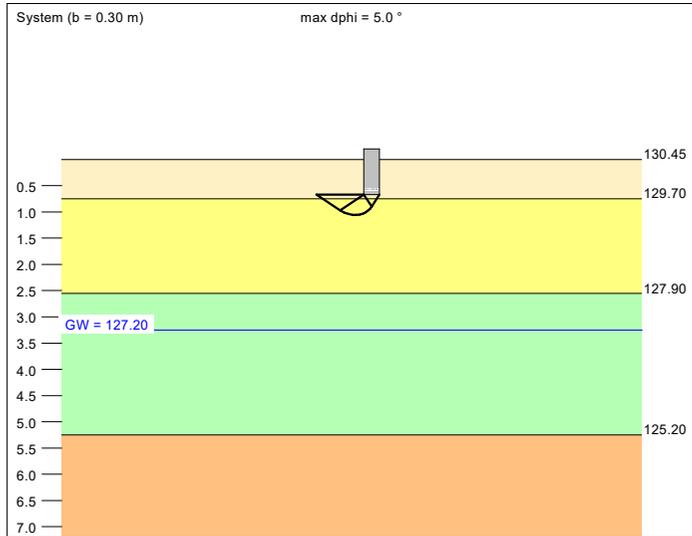
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.25

ohne Sondermaßnahmen

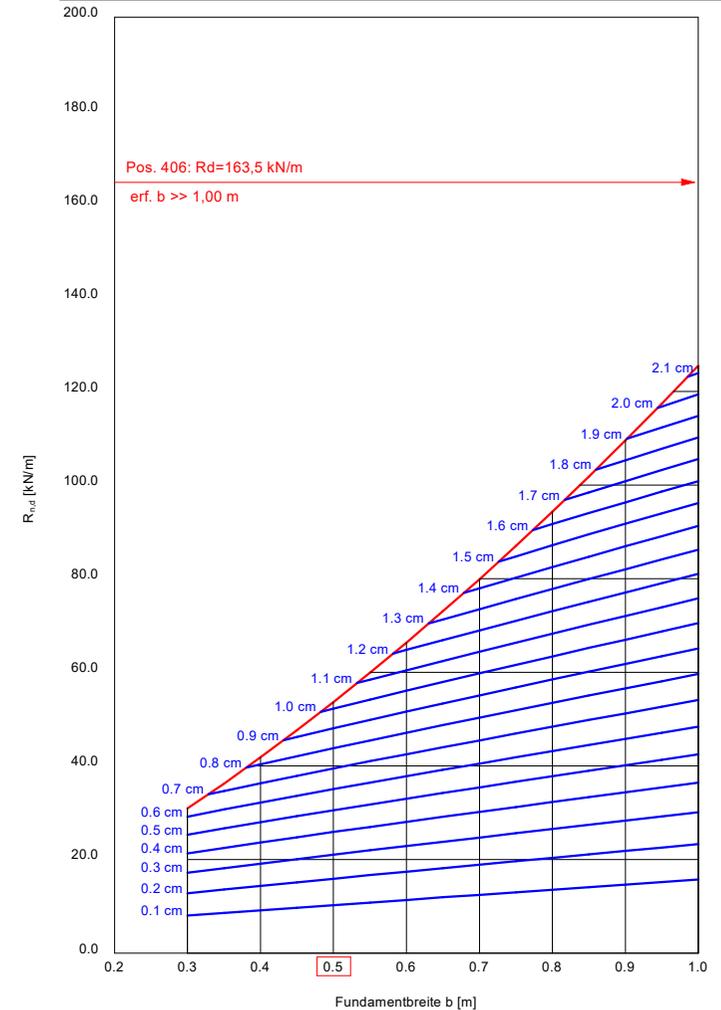
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_d: Pos. 406



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungssohle = 129.78 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast
 — Setzungen



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 ²]
10.00	0.30	102.9	30.9	73.7	22.1	0.65	23.5 *	0.00	19.30	13.40	2.18	1.06	11.4
10.00	0.35	103.5	36.2	74.1	25.9	0.74	23.3 *	0.00	19.26	13.40	2.31	1.12	10.0
10.00	0.40	104.5	41.8	74.9	29.9	0.84	23.2 *	0.00	19.23	13.40	2.44	1.18	8.9
10.00	0.45	105.8	47.6	75.8	34.1	0.94	23.1 *	0.00	19.21	13.40	2.56	1.24	8.1
10.00	0.50	107.3	53.6	76.8	38.4	1.03	23.1 *	0.00	19.19	13.40	2.67	1.31	7.4
10.00	0.55	109.0	59.9	78.0	42.9	1.14	23.0 *	0.00	19.17	13.40	2.78	1.37	6.9
10.00	0.60	110.6	66.4	79.2	47.5	1.24	23.0 *	0.00	19.16	13.40	2.89	1.43	6.4
10.00	0.65	112.4	73.1	80.5	52.3	1.34	22.9 *	0.00	19.15	13.40	3.00	1.49	6.0
10.00	0.70	114.1	79.9	81.7	57.2	1.44	22.9 *	0.00	19.14	13.40	3.10	1.55	5.7
10.00	0.75	116.0	87.0	83.1	62.3	1.55	22.9 *	0.00	19.13	13.40	3.20	1.62	5.4
10.00	0.80	117.9	94.3	84.4	67.6	1.66	22.8 *	0.00	19.12	13.40	3.31	1.68	5.1
10.00	0.85	119.8	101.8	85.8	72.9	1.78	22.8 *	0.00	19.12	13.40	3.44	1.74	4.8
10.00	0.90	121.7	109.6	87.2	78.5	1.89	22.8 *	0.00	19.11	13.40	3.56	1.80	4.6
10.00	0.95	123.6	117.4	88.5	84.1	2.01	22.8 *	0.00	19.10	13.40	3.68	1.87	4.4
10.00	1.00	125.5	125.5	89.9	89.9	2.13	22.8 *	0.00	19.10	13.40	3.80	1.93	4.2

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

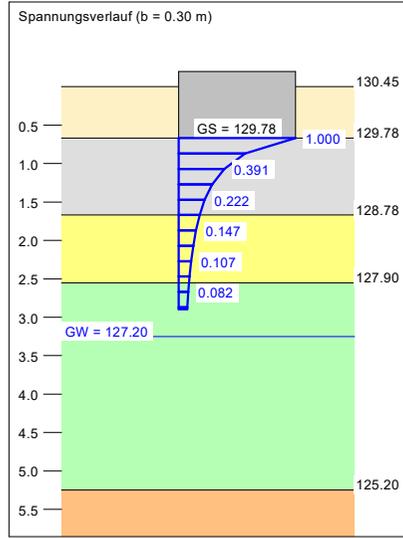
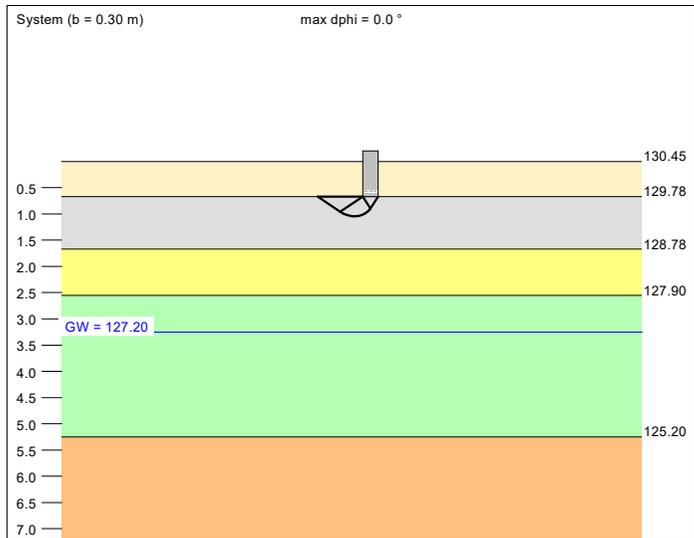
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,67 m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.26

mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

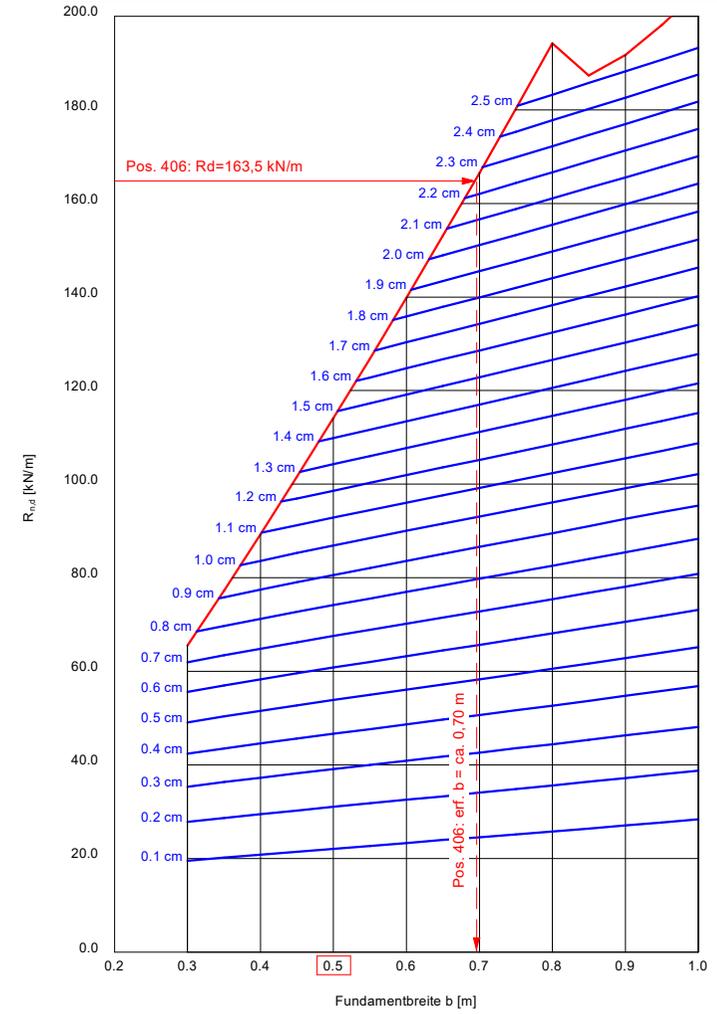
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_d: Pos. 406



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 ²]
10.00	0.30	218.4	65.5	156.4	46.9	0.76	22.5	10.00	19.50	13.40	2.90	1.04	20.6
10.00	0.35	220.8	77.3	158.2	55.4	0.92	22.5	10.00	19.50	13.40	3.09	1.11	17.1
10.00	0.40	223.3	89.3	159.9	64.0	1.10	22.5	10.00	19.50	13.40	3.26	1.17	14.6
10.00	0.45	225.7	101.6	161.7	72.8	1.28	22.5	10.00	19.50	13.40	3.47	1.23	12.6
10.00	0.50	228.2	114.1	163.4	81.7	1.48	22.5	10.00	19.50	13.40	3.67	1.29	11.1
10.00	0.55	230.6	126.8	165.2	90.9	1.67	22.5	10.00	19.50	13.40	3.86	1.36	9.9
10.00	0.60	233.1	139.8	166.9	100.2	1.87	22.5	10.00	19.50	13.40	4.05	1.42	8.9
10.00	0.65	235.5	153.1	168.7	109.6	2.08	22.5	10.00	19.50	13.40	4.23	1.48	8.1
10.00	0.70	237.9	166.5	170.4	119.3	2.28	22.5	10.00	19.50	13.40	4.40	1.54	7.5
10.00	0.75	240.3	180.3	172.1	129.1	2.49	22.5	10.00	19.50	13.40	4.57	1.61	6.9
10.00	0.80	242.8	194.2	173.9	139.1	2.70	22.5	10.00	19.50	13.40	4.74	1.67	6.4
10.00	0.85	220.4	187.3	157.8	134.2	2.53	22.5	8.09	19.49	13.40	4.65	1.73	6.2
10.00	0.90	213.1	191.7	152.6	137.3	2.56	22.5	7.34	19.48	13.40	4.70	1.79	6.0
10.00	0.95	208.6	198.2	149.4	141.9	2.63	22.5	6.82	19.47	13.40	4.77	1.86	5.7
10.00	1.00	205.3	205.3	147.1	147.1	2.71	22.5	6.40	19.46	13.40	4.85	1.92	5.4

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungssohle = 129.78 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

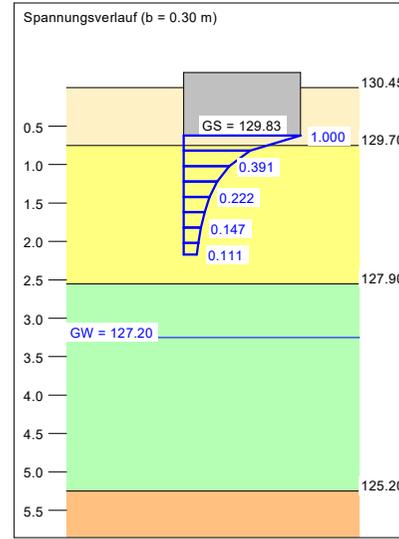
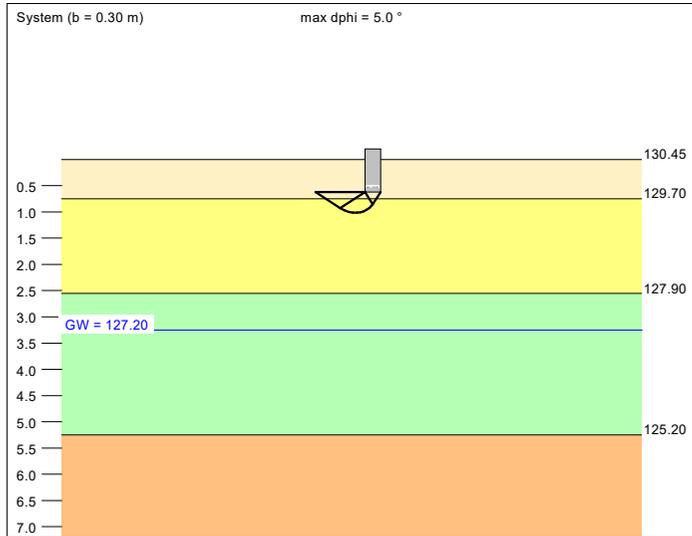
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,62 m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.27

ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_d: Pos. 402, 405 und 407

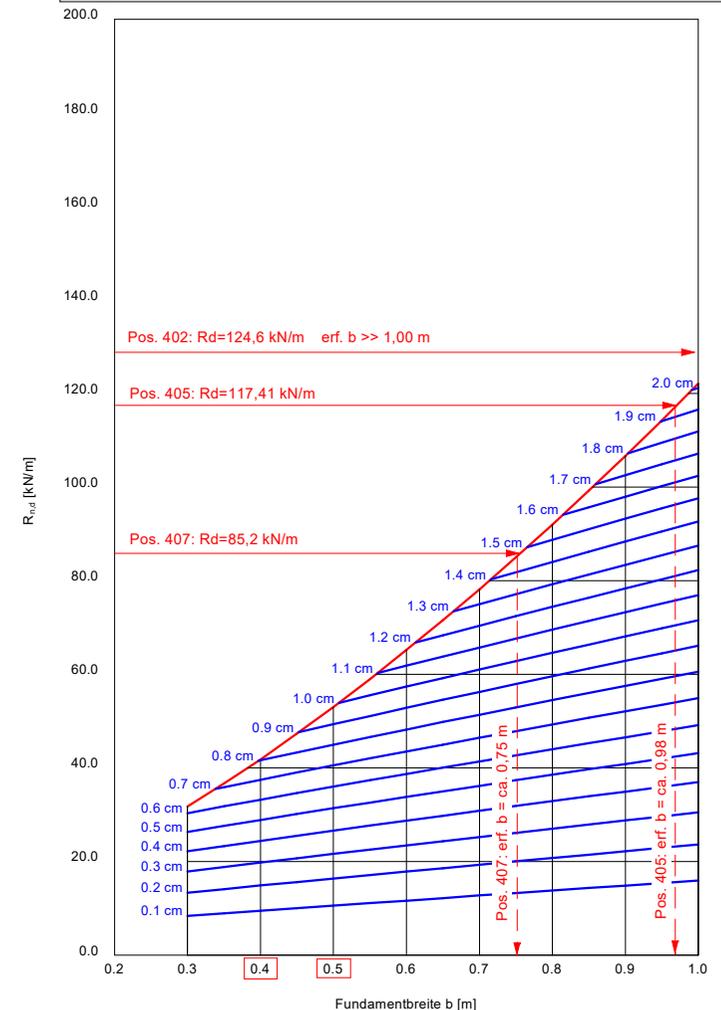


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungssohle = 129.83 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	105.7	31.7	75.7	22.7	0.64	24.3 *	0.00	19.46	12.40	2.17	1.02	11.9
10.00	0.35	104.7	36.7	75.0	26.3	0.72	24.0 *	0.00	19.40	12.40	2.29	1.08	10.4
10.00	0.40	104.5	41.8	74.8	29.9	0.80	23.8 *	0.00	19.36	12.40	2.41	1.14	9.3
10.00	0.45	105.2	47.3	75.4	33.9	0.90	23.6 *	0.00	19.33	12.40	2.52	1.20	8.4
10.00	0.50	106.0	53.0	75.9	38.0	0.99	23.5 *	0.00	19.30	12.40	2.63	1.26	7.7
10.00	0.55	107.2	58.9	76.8	42.2	1.08	23.4 *	0.00	19.27	12.40	2.74	1.32	7.1
10.00	0.60	108.7	65.2	77.8	46.7	1.18	23.3 *	0.00	19.25	12.40	2.84	1.39	6.6
10.00	0.65	110.1	71.6	78.9	51.3	1.27	23.2 *	0.00	19.23	12.40	2.94	1.45	6.2
10.00	0.70	111.6	78.1	79.9	56.0	1.37	23.2 *	0.00	19.22	12.40	3.04	1.51	5.8
10.00	0.75	113.3	85.0	81.2	60.9	1.47	23.1 *	0.00	19.21	12.40	3.14	1.57	5.5
10.00	0.80	114.9	92.0	82.3	65.9	1.57	23.1 *	0.00	19.19	12.40	3.24	1.64	5.2
10.00	0.85	116.7	99.2	83.6	71.1	1.68	23.0 *	0.00	19.18	12.40	3.35	1.70	5.0
10.00	0.90	118.6	106.7	84.9	76.4	1.79	23.0 *	0.00	19.17	12.40	3.47	1.76	4.7
10.00	0.95	120.3	114.3	86.1	81.8	1.90	23.0 *	0.00	19.16	12.40	3.59	1.82	4.5
10.00	1.00	122.1	122.1	87.5	87.5	2.02	23.0 *	0.00	19.16	12.40	3.71	1.89	4.3

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{0f,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 1,00 m
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

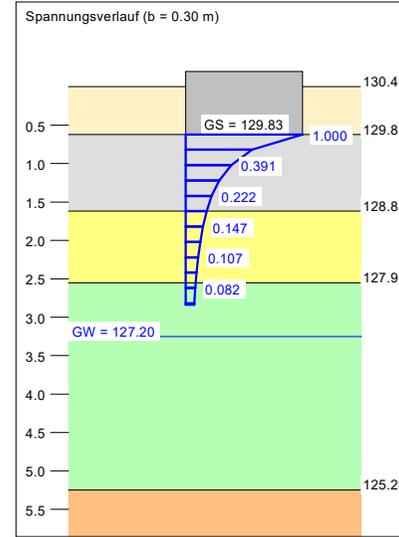
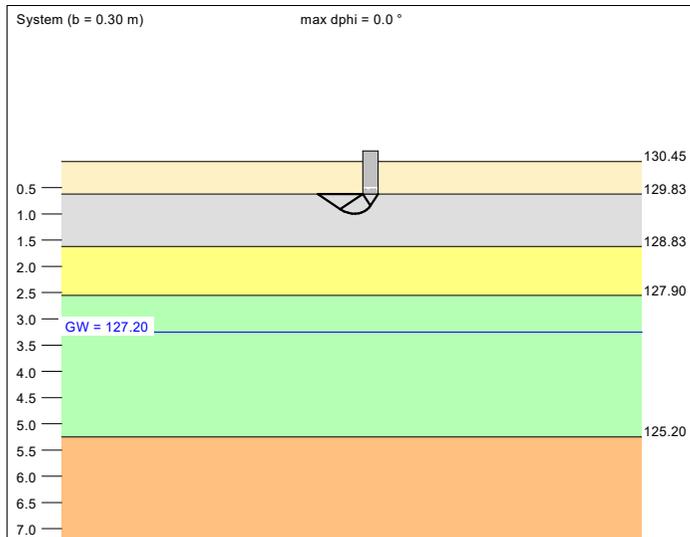
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,62 m



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.28

mit Bodenverbesserung d = 1,00 m ab UK Fundament

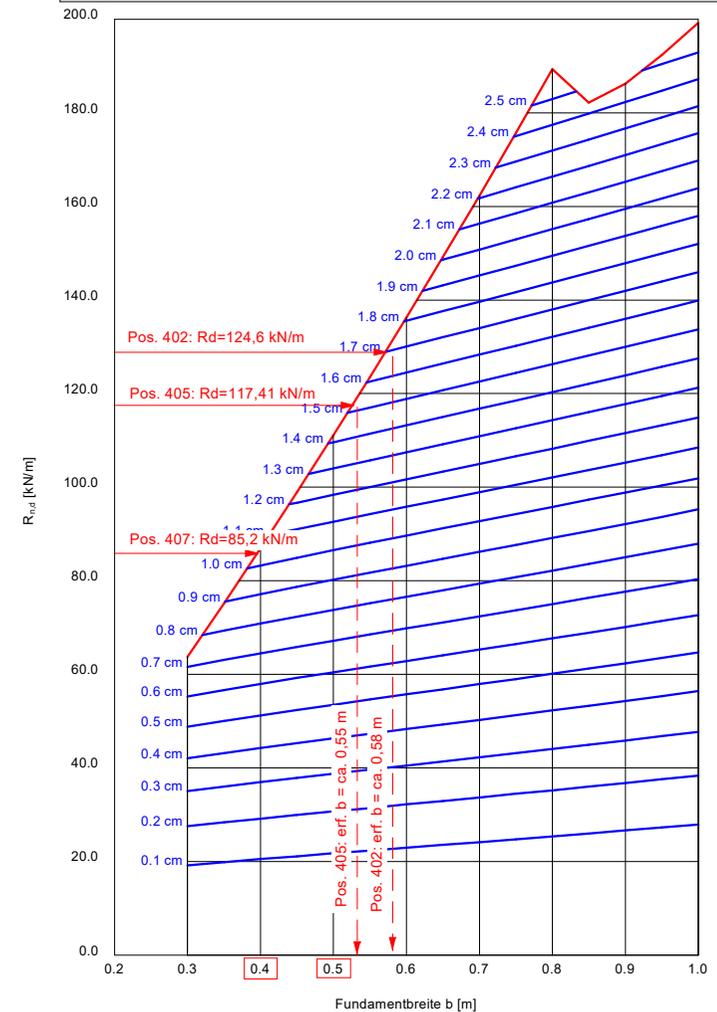
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Innenfundamente
 HG 145_d: Pos. 402, 405 und 407



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 ²]
10.00	0.30	212.4	63.7	152.1	45.6	0.73	22.5	10.00	19.50	12.40	2.84	0.99	20.7
10.00	0.35	214.9	75.2	153.9	53.9	0.90	22.5	10.00	19.50	12.40	3.02	1.06	17.2
10.00	0.40	217.3	86.9	155.7	62.3	1.06	22.5	10.00	19.50	12.40	3.20	1.12	14.7
10.00	0.45	219.8	98.9	157.4	70.8	1.24	22.5	10.00	19.50	12.40	3.39	1.18	12.7
10.00	0.50	222.2	111.1	159.1	79.6	1.43	22.5	10.00	19.50	12.40	3.59	1.24	11.2
10.00	0.55	224.6	123.5	160.9	88.5	1.62	22.5	10.00	19.50	12.40	3.78	1.31	9.9
10.00	0.60	227.1	136.2	162.6	97.6	1.81	22.5	10.00	19.50	12.40	3.96	1.37	9.0
10.00	0.65	229.5	149.2	164.4	106.8	2.01	22.5	10.00	19.50	12.40	4.14	1.43	8.2
10.00	0.70	231.9	162.3	166.1	116.3	2.21	22.5	10.00	19.50	12.40	4.31	1.49	7.5
10.00	0.75	234.3	175.7	167.8	125.9	2.41	22.5	10.00	19.50	12.40	4.48	1.56	7.0
10.00	0.80	236.7	189.4	169.5	135.6	2.62	22.5	10.00	19.50	12.40	4.65	1.62	6.5
10.00	0.85	214.3	182.2	153.5	130.5	2.44	22.5	8.09	19.49	12.40	4.55	1.68	6.3
10.00	0.90	207.0	186.3	148.2	133.4	2.47	22.5	7.34	19.48	12.40	4.60	1.74	6.0
10.00	0.95	202.5	192.4	145.0	137.8	2.53	22.5	6.82	19.47	12.40	4.67	1.81	5.7
10.00	1.00	199.2	199.2	142.7	142.7	2.61	22.5	6.40	19.46	12.40	4.74	1.87	5.5

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungssohle = 129.83 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

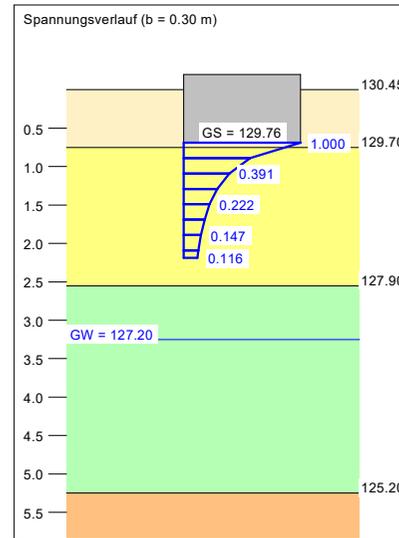
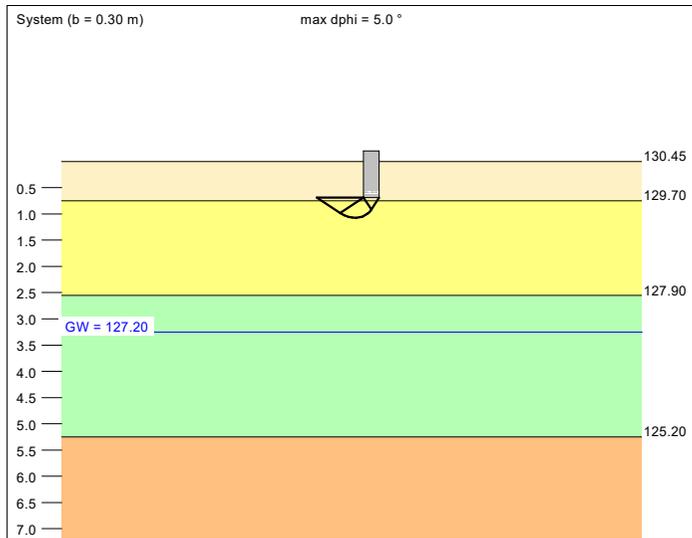
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.29

ohne Sondermaßnahmen

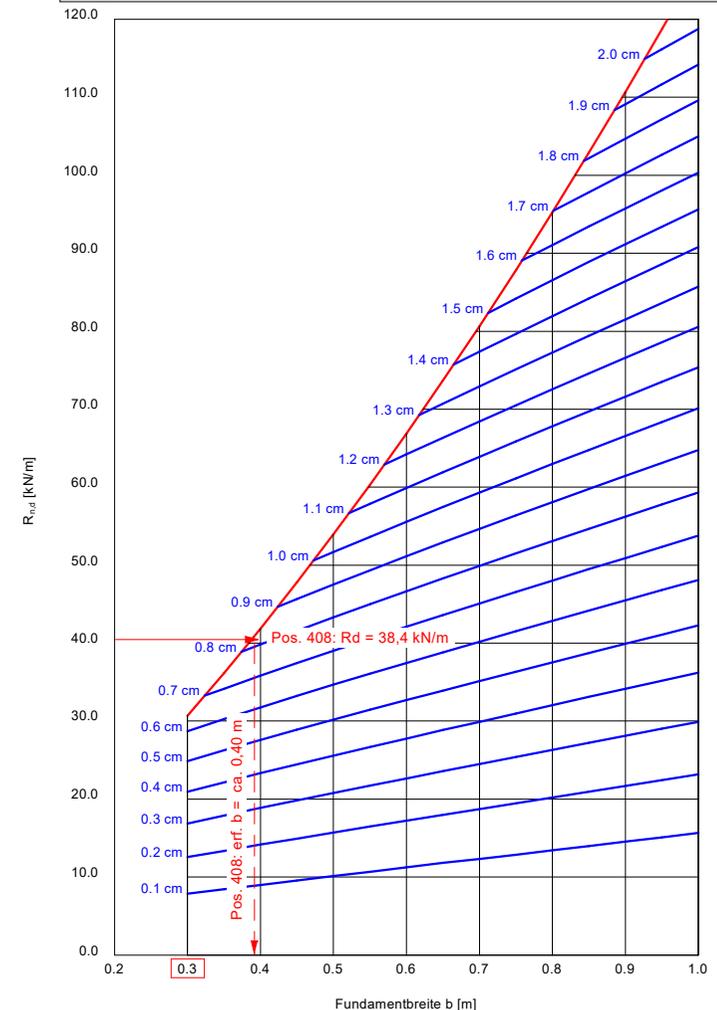
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank
 HG 145_d: Pos. 408



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 ²]
10.00	0.30	102.2	30.7	73.2	22.0	0.65	23.2 *	0.00	19.23	13.80	2.19	1.07	11.2
10.00	0.35	103.3	36.2	74.0	25.9	0.75	23.1 *	0.00	19.20	13.80	2.32	1.14	9.8
10.00	0.40	104.7	41.9	75.0	30.0	0.85	23.0 *	0.00	19.18	13.80	2.45	1.20	8.8
10.00	0.45	106.2	47.8	76.1	34.2	0.95	23.0 *	0.00	19.16	13.80	2.57	1.26	8.0
10.00	0.50	107.9	54.0	77.3	38.6	1.06	22.9 *	0.00	19.15	13.80	2.69	1.32	7.3
10.00	0.55	109.6	60.3	78.5	43.2	1.16	22.9 *	0.00	19.13	13.80	2.80	1.38	6.8
10.00	0.60	111.5	66.9	79.8	47.9	1.26	22.8 *	0.00	19.12	13.80	2.91	1.45	6.3
10.00	0.65	113.3	73.7	81.2	52.8	1.37	22.8 *	0.00	19.11	13.80	3.02	1.51	5.9
10.00	0.70	115.2	80.6	82.5	57.7	1.47	22.8 *	0.00	19.11	13.80	3.12	1.57	5.6
10.00	0.75	117.1	87.8	83.9	62.9	1.58	22.8 *	0.00	19.10	13.80	3.23	1.63	5.3
10.00	0.80	119.1	95.2	85.3	68.2	1.70	22.8 *	0.00	19.09	13.80	3.35	1.70	5.0
10.00	0.85	121.0	102.9	86.7	73.7	1.82	22.7 *	0.00	19.09	13.80	3.47	1.76	4.8
10.00	0.90	123.0	110.7	88.1	79.3	1.94	22.7 *	0.00	19.08	13.80	3.59	1.82	4.6
10.00	0.95	125.0	118.7	89.5	85.0	2.06	22.7 *	0.00	19.08	13.80	3.71	1.88	4.4
10.00	1.00	126.9	126.9	90.9	90.9	2.18	22.7 *	0.00	19.07	13.80	3.83	1.95	4.2

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungsohle = 129.76 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen



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
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	erf. Geländeauffüllung
	19.5	9.5	22.5	10.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,20 m
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TM weich
	19.0	9.0	22.5	1.0	8.0	3.7	0.40	Tone TM weich-steif
	19.5	9.5	22.5	5.0	15.0	7.0	0.40	Tone TM steif

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

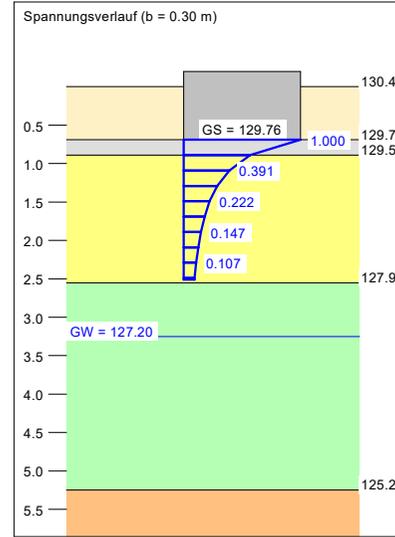
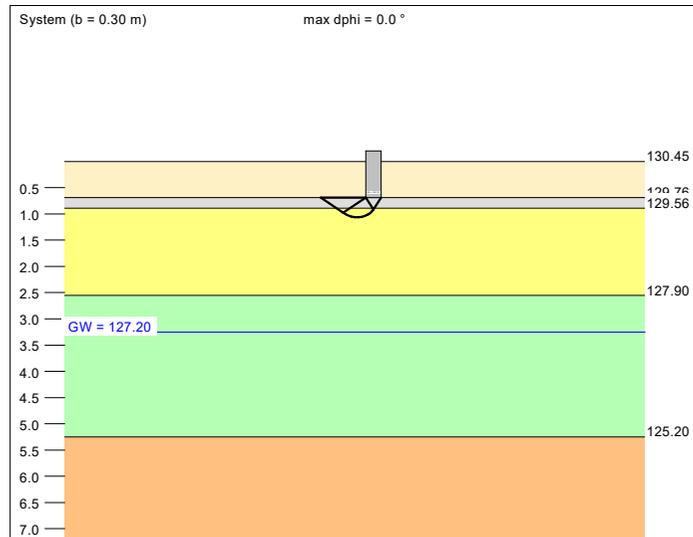
Deutsche Reihenhaus AG
 2126 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)
 Berechnungsgrundlagen: RB 7, RB 8 und DPH 4
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 130,45 m ü NN



Bericht Nr. B19015
 Anlage 6.30

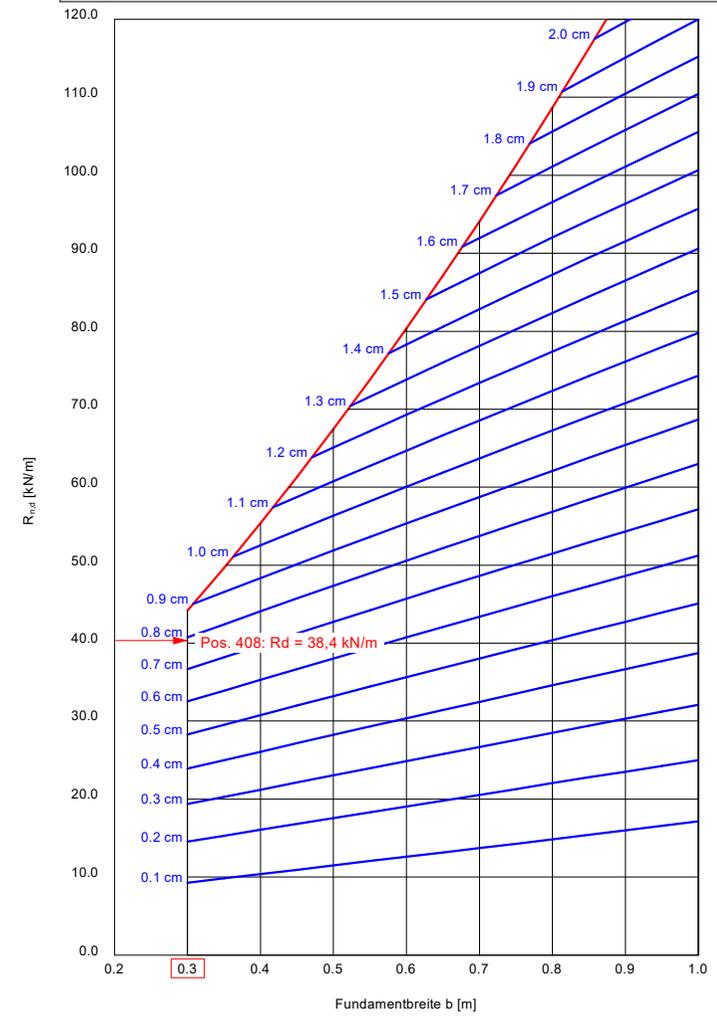
mit Bodenverbesserung d = 0,20 m ab UK Fundament

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank
 HG 145_d: Pos. 408



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 = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 130.45 m
 Gründungssohle = 129.76 m
 Grundwasser = 127.20 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

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 ²]
10.00	0.30	147.2	44.2	105.4	31.6	0.89	22.5	4.18	19.34	13.80	2.51	1.06	11.9
10.00	0.35	141.9	49.7	101.6	35.6	0.98	22.5	3.59	19.30	13.80	2.62	1.13	10.4
10.00	0.40	138.4	55.4	99.2	39.7	1.07	22.5	3.14	19.27	13.80	2.73	1.19	9.3
10.00	0.45	136.2	61.3	97.6	43.9	1.16	22.5	2.79	19.25	13.80	2.83	1.25	8.4
10.00	0.50	134.9	67.4	96.6	48.3	1.25	22.5	2.51	19.23	13.80	2.93	1.31	7.7
10.00	0.55	134.2	73.8	96.1	52.9	1.35	22.5	2.28	19.21	13.80	3.03	1.38	7.1
10.00	0.60	133.9	80.4	95.9	57.6	1.45	22.5	2.09	19.19	13.80	3.13	1.44	6.6
10.00	0.65	134.0	87.1	96.0	62.4	1.54	22.5	1.93	19.18	13.80	3.23	1.50	6.2
10.00	0.70	134.4	94.1	96.3	67.4	1.65	22.5	1.79	19.17	13.80	3.34	1.56	5.8
10.00	0.75	135.0	101.3	96.7	72.5	1.76	22.5	1.67	19.16	13.80	3.46	1.63	5.5
10.00	0.80	135.8	108.7	97.3	77.8	1.87	22.5	1.57	19.15	13.80	3.57	1.69	5.2
10.00	0.85	136.8	116.2	97.9	83.3	1.98	22.5	1.48	19.14	13.80	3.69	1.75	4.9
10.00	0.90	137.8	124.0	98.7	88.8	2.10	22.5	1.39	19.13	13.80	3.80	1.81	4.7
10.00	0.95	139.0	132.0	99.5	94.6	2.21	22.5	1.32	19.13	13.80	3.92	1.88	4.5
10.00	1.00	140.2	140.2	100.4	100.4	2.33	22.5	1.26	19.12	13.80	4.03	1.94	4.3



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.31

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

ICP - Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Prüfbericht 4250043
Auftrags Nr. 4917206
Kunden Nr. 10040865

Vanessa Kullik
Telefon +49 6128-744-335
Fax +49 6128-744-9499
Vanessa.Kullik@sgs.com

Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein



Taunusstein, den 08.04.2019

Ihr Auftrag/Projekt: DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
Ihr Bestellzeichen: B19015
Ihr Bestelldatum: 01.04.2019

Untersuchungsumfang:
Hessisches Baumerkblatt Tab. 1.1 bis 1.3
PAK
Ergänzung BBodSchV Tab. 1.4

Prüfzeitraum von 02.04.2019 bis 05.04.2019
erste laufende Probennummer 190191401
Probeneingang am 02.04.2019

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A. Vanessa Kullik
Kundenbetreuung

Seite 1 von 12

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Probe 190191401					
MP1				Probenmatrix Boden	
Eingangsdatum:	02.04.2019	Eingangsart	durch IF-Kurier abgeholt		
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	86,2	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	0,5	0,1	DIN EN 13137	HE
Metalle im Feststoff :					
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	10	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	20	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	64	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	28	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	58	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	0,3	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	87	1	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE
LHKW Headspace :					
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-			HE

DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
B19015

Prüfbericht Nr. 4250043
Auftrag 4917206 Probe 190191401

Seite 3 von 12
08.04.2019

Probe MP1
Fortsetzung

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

BTEX Headspace :

Benzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-		DIN EN ISO 22155	HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg TR	-			HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE

Chlorpestizide n. DEV F2 :

Hexachlorbenzol	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
alpha-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
beta-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
gamma-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
delta-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
epsilon-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
Summe HCH	mg/kg TR	-		DIN 38407-2	HE
Aldrin	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
o,p'-DDT	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
p,p'-DDT	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE

Chlor-/Alkylphenole :

Pentachlorphenol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	ISO 8165-2	HE
------------------	----------	--------	------	------------	----

DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
B19015

Prüfbericht Nr. 4250043
Auftrag 4917206 Probe 190191401

Seite 4 von 12
08.04.2019

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Probe		MP1			
Fortsetzung					
PCB :					
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-			HE
Eluatuntersuchungen :					
Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		8,3		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	69	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	< 5	5	DIN ISO 15923-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE
Metalle im Eluat :					
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/l	< 0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Probe 190191402

MP2

Eingangsdatum: 02.04.2019 Eingangsart: durch IF-Kurier abgeholt

Probenmatrix: Boden

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	80,1	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	0,4	0,1	DIN EN 13137	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	17	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	17	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	48	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	21	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	39	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	0,7	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	130	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE

LHKW Headspace :

cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-			HE

DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
B19015

Prüfbericht Nr. 4250043
Auftrag 4917206 Probe 190191402

Seite 6 von 12
08.04.2019

Probe MP2
Fortsetzung

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

BTEX Headspace :

Benzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-		DIN EN ISO 22155	HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg TR	-			HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE

PCB :

PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-			HE

DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
B19015

Prüfbericht Nr. 4250043
Auftrag 4917206 Probe 190191402

Seite 7 von 12
08.04.2019

Probe MP2
Fortsetzung

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		8,0		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	90	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	< 5	5	DIN ISO 15923-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

Metalle im Eluat :

Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/l	< 0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Probe 190191403					
MP3				Probenmatrix Boden	
Eingangsdatum:	02.04.2019	Eingangsart	durch IF-Kurier abgeholt		
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	80,8	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	0,6	0,1	DIN EN 13137	HE
Metalle im Feststoff :					
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	17	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	19	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,3	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	40	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	22	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	37	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	1,3	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	320	1	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE
LHKW Headspace :					
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-			HE

DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
B19015

Prüfbericht Nr. 4250043
Auftrag 4917206 Probe 190191403

 Seite 9 von 12
08.04.2019

 Probe MP3
Fortsetzung

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

BTEX Headspace :

Benzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-		DIN EN ISO 22155	HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg TR	-			HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE

Chlorpestizide n. DEV F2 :

Hexachlorbenzol	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
alpha-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
beta-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
gamma-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
delta-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
epsilon-HCH	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
Summe HCH	mg/kg TR	-		DIN 38407-2	HE
Aldrin	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
o,p'-DDT	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE
p,p'-DDT	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN 38407-2	HE

Chlor-/Alkylphenole :

Pentachlorphenol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	ISO 8165-2	HE
------------------	----------	--------	------	------------	----

DRH - 2126 Neubau Wohnanlage Friedberg
B19015

Prüfbericht Nr. 4250043
Auftrag 4917206 Probe 190191403

Seite 10 von 12
08.04.2019

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
PCB :					
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-			HE
Eluatuntersuchungen :					
Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		7,7		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	73	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	< 5	5	DIN ISO 15923-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE
Metalle im Eluat :					
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/l	< 0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Probe 190191404

RB2 BK1

Eingangsdatum:

02.04.2019

Eingangsart

Probenmatrix

Straßenaufbruch

durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg	0,09	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg	0,09	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg	0,06	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	0,11	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,06	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK gesamt	mg/kg	0,73		DIN ISO 18287	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

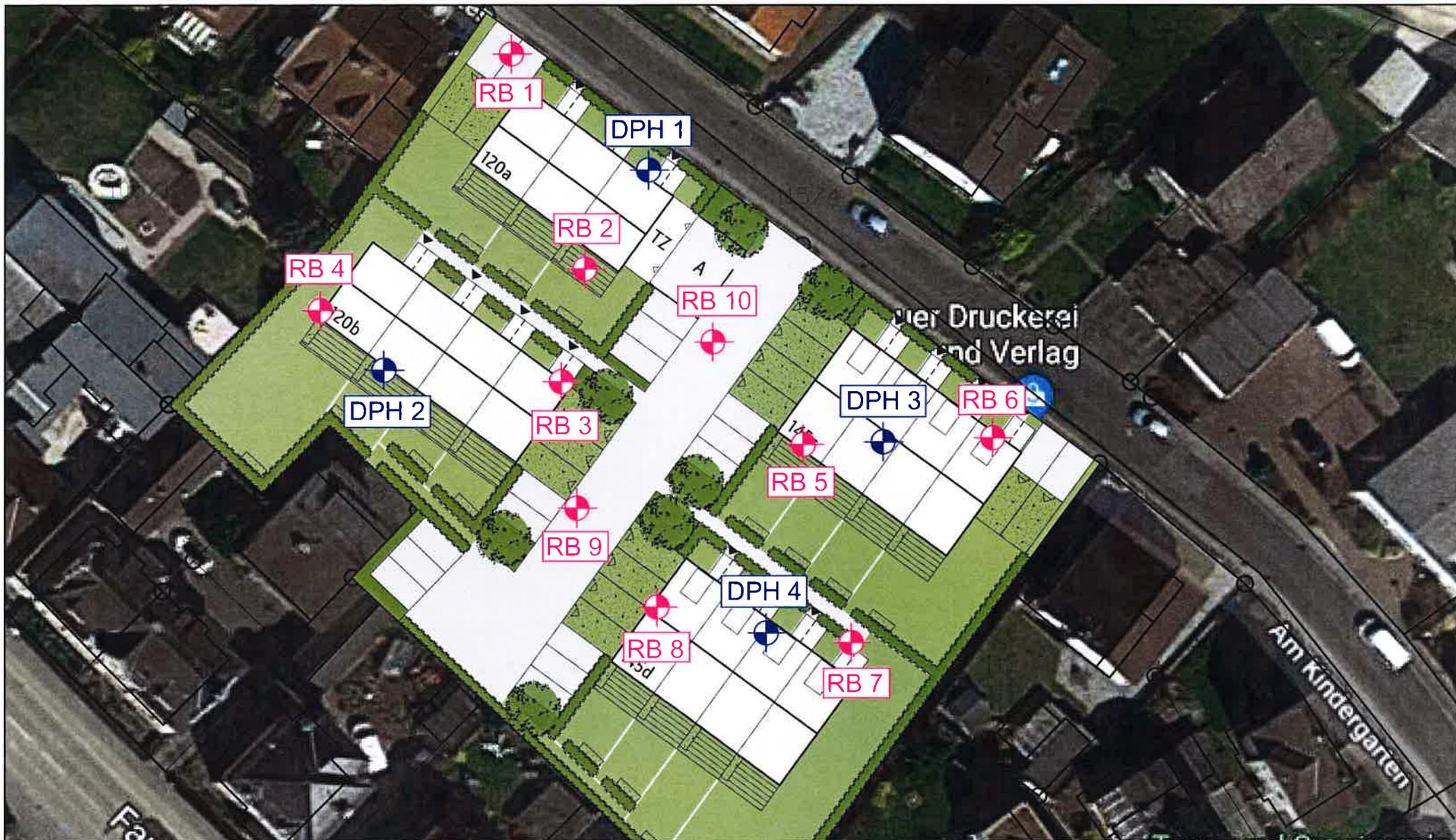
DIN 38404-5	2009-07
DIN 38407-2	1993-02
DIN 38414-17	1981-05
DIN 38414-20	1996-01
DIN EN 12457-4	2003-01
DIN EN 13137	2001-12
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 14402	1999-12
DIN EN ISO 14403-2	2012-02
DIN EN ISO 17294-2	2014-12
DIN EN ISO 17380	2013-10
DIN EN ISO 22155	2016-07
DIN ISO 15923-1	2014-07
DIN ISO 18287	2006-05
ISO 8165-2	1999-07

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrage des Kunden handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).



Legende:

-  RB Kleinrammbohrung DN 80/60/50
-  DPH Schwere Rammsondierung



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

Objekt:
Deutsche Reihenhäuser AG
2126 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
Am Kindergarten, 61169 Friedberg (Hessen)

Umwelt- und geotechnische Untersuchungen

Lageplan

Maßstab: 1 : 500

Anlage: 8

zu Bericht Nr.:
B19015

Dat.: 27./28.03.2019

Bearb.: Fail