

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Deutsche Reihenhäuser AG
z.Hd. Herrn Jochen Reh
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

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: B20084
Projekt: Deutsche Reihenhäuser AG
2154 – Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
Fährstraße, 55276 Oppenheim
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Lydia Fail / mm
Datum: 22.06.2020
Verteiler: vorab per e-mail an: Jochen.Reh@Reihenhäuser.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	3
2	Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen	6
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung	11
4	Gebäudegründung	13
4.1	Allgemeines	13
4.2	Gründung mittels Streifenfundamenten ggfls. mit Verbesserung der anstehenden Böden	15
4.3	Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung	21
5	Erdbautechnische Hinweise	22
5.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung	22
5.2	Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden	25
5.3	Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken	26
5.4	Verbesserung der anstehenden Böden	27
6	Hinweise zur Bauwerksabdichtung	28
7	Versickerungseignung der anstehenden Böden	29
7.1	Allgemeines	29
7.2	Abschätzung der charakteristischen Durchlässigkeit	30
8	Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung	31
9	Schlussbemerkung	33

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. Gründung mittels Streifenfundamenten:
Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019
5. Prüfbericht Nr. 4818729 vom 09.06.2020, SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein
6. Lageplan

1 Vorgang und Leistungsumfang

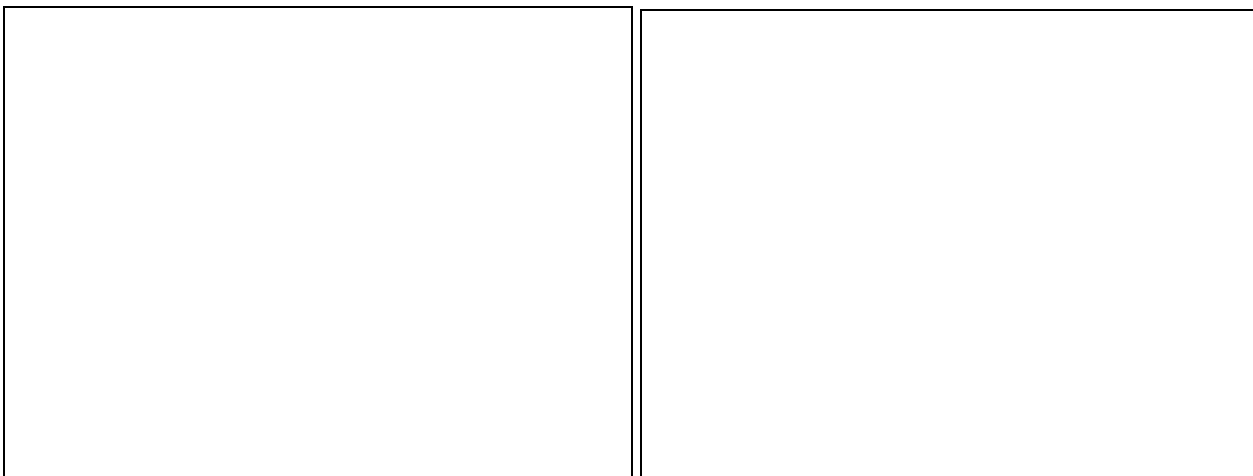
Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach wurde von der Deutsche Reihenhaus AG, Straßburger Alle 67, 67657 Kaiserslautern am 11.05.2020 per e-mail mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichtes mit einem Gründungsvorschlag für das obige Bauvorhaben beauftragt.

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

- [1] 2154 Bebauungskonzept Variante VIII; Maßstab 1 : 750; Stand 05.05.2020;
Deutsche Reihenhaus, Poller Kirchweg 99, 51105 Köln
- [2] Lastenplan und Tabelle mit charakteristischen Fundamentlasten für Regelfundament
Typ 120, Mittel- und Endhaus in Erdbebenzone 1+2; Stand 14.07.2017;
Deutsche Reihenhaus, Poller Kirchweg 99, 51105 Köln
- [3] Bestandsplanauszüge: Wasserversorgung, Gas, Strom, Abwasserbeseitigung,
Trassenauskunft Kabel; Maßstab 500; Stand Jan. / Sept. 2019;
Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH / EWR Netze GmbH / Telekom
- [4] Zeichnungs-Nr. 2019-384: Bestandsplan Bestandsvermessung Oppenheim;
Maßstab 1:250; Stand 12.11.2019; Vermessungsbüro Strauß & Christoffel, Lehnstraße 16,
66869 Kusel
- [5] Skizze zur Grenzniederschrift; unmaßstäblich; Stand 07.11.2019;
Vermessungsbüro Strauß & Christoffel, Lehnstraße 16, 66869 Kusel
- [6] Gutachterliche Stellungnahme; Projekt-Nr. 6116-540/247-184256; insgesamt 40 Seiten;
Stand 26.04.2018;
Baugrundinstitut Dr.-Ing. Westhaus GmbH, An der Helling 32, 55252 Mainz-Kastel
- [7] Bodengutachten; Projekt-Nr. 021-12; insgesamt 18 Seiten; Stand 20.03.2012;
Ingenieurbüro für Geotechnik,
Dipl.-Ing. H.-P. Frech & Dipl.-Geol. J. Hönle GbR, Belzgasse 8, 67550 Worms
- [8] Kampfmittelvorerkundung „Oppenheim Fährstraße“; insgesamt 13 Seiten;
Stand 07.08.2019; Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH, Sieboldstraße 10, 97230 Estenfeld
- [9] Kampfmittelvorerkundung „Oppenheim Fährstraße“; insgesamt 13 Seiten;
Stand 07.08.2019; Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH, Sieboldstraße 10, 97230 Estenfeld

Die geplanten Neubauten von -2- Hausgruppen mit insgesamt 15 Reihenhäusern kommen auf einem Grundstück in 55276 Oppenheim, Fährstraße zu liegen (s. Bilder 1 und 2).

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten standen auf dem Grundstück bereits Gebäude des ehemaligen Getränkehändlers mit Nebengebäuden und Gebäude der Kutscherstube, die vor Baubeginn abgerissen werden. Der Großteil der verbleibenden Freiflächen ist mit Betonplatten versiegelt.



Bilder 1 und 2: Grundstück mit Bestandsgebäuden am 27.05.2020

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 20.05.2020 und am 27.05.2020 im Baufeldbereich der geplanten Reihenhäuser insgesamt **-6-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 6 (DN 80/60/50) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 5,00 m und 9,00 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) der bestehenden Geländeoberkante abgeteuft.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt **-3-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen endeten in Tiefen von 6,80 m uAP und 10,50 m uAP in den anstehenden Lehmen bzw. schluffigen Feinsanden und waren nicht ausgerammt (Sondierabbruch).

Die Aufschlussresultate 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 2.3).

Zum Niederbringen der Bohrungen RB 2 bis RB 6 und der Sondierungen DPH 1 bis DPH 3 wurde die teilweise vorhandene Oberflächenbefestigung in Form einer Betondecke mittels Kernbohrgerät (DN 150) aufgebrochen und nach Beendigung der Erkundungsarbeiten wieder verschlossen. Die Stärke der teilweise entnommenen Betonbohrkerne wurde in Anlage 3 dokumentiert.

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurden **-2-** Mischproben MP 1 und MP 2 der aufgeschlossenen Auffüllungen erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung nach nach LAGA¹ (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) übergeben. Der Prüfbericht Nr. 4818729 vom 09.06.2020 ist als Anlage 5 beigelegt.

¹ Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

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 18300:2019-09 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 6).

Tabelle 1: Höhen- und Koordinatenangaben

Höhen- und Koordinatenangaben					
Projekt:	Deutsche Reihenhaus AG 2154 – Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Fährstraße, 55276 Oppenheim				
Datum:	20.05.2020, 27.05.2020				
Beobachter:	E. Schnell				
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 453933,537	5522945,653	88,480	5,00	83,480
RB 2	32U 453945,606	5522915,708	88,517	9,00	79,517
DPH 1	32U 453938,645	5522930,399	88,489	10,50	77,989
Hausgruppe Typ 120_b					
RB 3	32U 453958,437	5522909,146	88,526	5,00	83,526
RB 4	32U 453969,766	5522889,737	88,443	5,00	83,443
RB 5	32U 453981,078	5522888,856	88,444	5,00	83,444
RB 6	32U 453978,895	5522869,553	88,323	5,00	83,323
DPH 2	32U 453966,884	5522900,552	88,417	6,80	81,617
DPH 3	32U 453978,613	5522881,458	88,411	7,70	80,711

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

2 Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Gemäß der geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz (Maßstab 1:300000; herausgegeben vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Mainz) liegt das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich der aus sandigen Lehmen bis kiesigen, z. T. tonigen, humosen Sanden bestehenden Rheinaue mit alten Mäandersystemen (Rha; Quartär) und der aus kiesigen Sanden bis sandigen, z. T. lehmigen bis tonigen Kiesen aufgebauten Rheinaue mit rezenten bis subrezentem Mäandersystemen (Rhr; Quartär) zum sog. „Kalktertiär“ (KT; Tertiär) und „Mergelteriär“ (MT; Tertiär).

Die Gesteinssuite des sog. „Kalktertiär“ setzt sich im Wesentlichen aus weißgrauen Kalksteinen mit tonig-mergeligen, lokal Quarzsand führenden, Einschaltungen zusammen. Der sog. „Mergelteriär“ besteht hauptsächlich aus überwiegend olivgrauen Tonmergeln und Tonen mit feinsandigen Einschaltungen. Im höheren Teil können lokal dünne Braunkohleflöze und Kalksteinbänke vorkommen.

In den Randbereich des Untersuchungsgebietes ragen Ausläufer der aus Lehmen und z. T. steinigen oder kiesigen, humosen, locker gelagerten Sanden gebildeten Abschwemm-Massen (Zh; Quartär) hinein.

Basierend auf den Aufschlussergebnissen und unter Berücksichtigung der regionalen geologischen Verhältnisse lassen sich hinsichtlich der Baugrundsichtung unterhalb den vorhandenen Oberbaubefestigungen im Form einer Beton- und Pflasterdecke die nachfolgenden Schichtglieder (SG) ableiten:

SG I: Auffüllungen / Kiese / Sande / Schluffe

Kiese, sandig, ± kalkhaltig;

Sande, kiesig bis stark kiesig, teils schwach schluffig, ± kalkhaltig;

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

z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-% (Zement- und Magerbetonreste, Asphaltbruch, Fräsgut, Ziegel- und Betonbruchreste)

Farbe: grau, rot weiß, braun, schwarz

Lagerung: locker bis dicht

Konsistenz: weich bis steif

Bodengruppen: [GW], [SE], [SW], [SU], [SU*], [TL] nach DIN 18196

SG II: Schluffe, Tone und bindige Sande

Schluffe, tonig, feinsandig, kiesig, ± kalkhaltig;

Tone, schluffig, ± kalkhaltig;

Sande / Feinsande, schluffig bis stark schluffig, kiesig, ± kalkhaltig;

Farbe: grau, braun, hellgrau, hellbraun

Konsistenz: weich bis steif

Bodengruppen: UL, TL, TM, SU* nach DIN 18196

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

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

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Auffüllungen / Kiese / Sande / Schluffe	SG II Schluffe, Tone, bindige Sande
Bodengruppe (DIN 18196)	[GW], [SE], [SW], [SU], [SU*], [TL]	UL, TL, TM, SU*
Boden-/Felsklasse (DIN 18300: 2012-09)	[GW], [SE], [SW], [SU]: 3 [SU*], [TL]: 4, 2 ⁺)	4, 2 ⁺)
Homogenbereich ^{*)} (DIN 18300:2019-09)	(1-0), 1-1, (1-2)	(2-0), 2-1, (2-2)
Konsistenz / Lagerungsdichte	weich bis steif locker bis dicht	weich bis steif --
Plastizität	z.T. leicht plastisch	leicht bis mittel plastisch
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³] cal γ cal γ'	[GW], [SE], [SW], [SU]: 17,0 – 22,0 9,0 – 12,0 [SU*], [TL]: 20,0 – 20,5 10,0 – 10,5	20,0 – 21,0 10,0 – 11,0
Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055)	[GW], [SE], [SW], [SU]: 30,0 – 35,0 [SU*], [TL]: 27,5	27,5
Kohäsion (DIN 1055) [kN/m ²] cal c_u cal c'	[GW], [SE], [SW], [SU]: -- [SU*], [TL]: 0 – 15 0 – 2	0 – 40 0 – 50
Steifemodul cal E_s [MN/m ²]	[GW], [SE], [SW], [SU]: 10 – 40 [SU*], [TL]: 5 – 15	10 – 50
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	[GW], [SE], [SW]: F1 [SU]: F2 ⁺⁺⁾ [SU*], [TL]: F3	F3
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	0 - 30 0 0	0 - 30 0 0
Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente nach DIN 1054:2010-12: $\sigma_{R,d}$ kN/m ²	[GW], [SE], [SW], [SU],: 380 ¹⁾ [SU*]: 250 ²⁾ [TL]: 200 ³⁾	UL, SU*: 250 ²⁾ TL, TM: 200 ³⁾
Durchlässigkeit k_f [m/s] gemäß Literatur	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁹	10 ⁻⁶ – 10 ⁻¹¹
Zuordnung nach LAGA (2004) (s. Kap. 8)	MP 1: Z1.2 MP 2: Z2	nicht untersucht

- ¹⁾ Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nicht nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, sondern aufgrund der ausgeführten Analytik nach LAGA (2004) auch in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe, siehe Kapitel 8. Die für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 nach DIN 4020 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.
- ²⁾ Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Aufgeweichte bindige Böden bzw. solche von breiger Konsistenz gehen in Bodenklasse 2 nach DIN 18300: 2012-09 bzw. in den Homogenbereichen 1 nach DIN 18300: 2019-09 über.
- ³⁾ Nur wenn ≥ 5 Gew.-% < 0,063 mm bei $U \geq 15$ oder ≥ 15 Gew.-% < 0,063 mm bei $U \leq 6$, sonst zu F1 gehörend.

- 1) Dieser Wert gilt nur für **Streifenfundamente** mit b bzw. $b' = 0,5$ m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von **1,0 m**, bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds hingewiesen. Für andere Einbindetiefen gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.1. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).
 Bei Anwendung der Werte nach Tabelle A 6.1 ist bei Fundamentbreiten bis **1,5 m mit Setzungen von etwa 2 cm**, bei breiteren Fundamenten mit ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärkeren Setzungen zu rechnen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.
- 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 (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.5 bzw. 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 6.5 bzw. 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.
- 3) Dieser Wert gilt nur für **Streifenfundamente** mit b bzw. $b' = 0,5$ bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von **1,0 m** bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens **steife** Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.7. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).
 Die Anwendung der in DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.7 genannten Werte kann bei mittig belasteten Fundamenten je nach Fundamentbreite zu **Setzungen in der Größenordnung $s \approx 2$ bis 4 cm** führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
(1-0)	Böden der Bodengruppen [SU*] und [TL] in flüssiger bis breiiger Konsistenz, leicht plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z1.2 bzw. Z2 nach LAGA
1-1	Böden der Bodengruppen [GW], [SE], [SW], [SU], [SU*], [TL] in weicher bis halbfester Konsistenz bzw. in lockerer bis sehr dichter Lagerung, z.T. leicht plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z1.2 bzw. Z2 nach LAGA
(1-2)	Böden der Bodengruppen [SU*] und [TL] in fester Konsistenz, leicht plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z1.2 bzw. Z2 nach LAGA
(2-0)	Böden der Bodengruppen UL, TL, TM und SU* in flüssiger bis breiiger Konsistenz, leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, ohne Zuordnung nach LAGA, da keine Analytik
2-1	Böden der Bodengruppen UL, TL, TM und SU* in weicher bis halbfester Konsistenz, leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, ohne Zuordnung nach LAGA, da keine Analytik
(2-2)	Böden der Bodengruppen UL, TL, TM und SU* in fester Konsistenz, leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, ohne Zuordnung nach LAGA, da keine Analytik

Wasserstände

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (20./27.05.2020) bei der Kleinrammbohrung RB 2 in einer Tiefe von 4,10 m uAP (ca. 84,40 m ü NN) angetroffen. Bei den Bohrungen RB 1, RB 3, RB 4, RB 5 und der Sondierung DPH 1 war bis zu Tiefen zwischen 1,10 m und 4,00 m uAP sowie bei der Bohrung RB 6 und den Sondierungen DPH 2 und DPH 3 bis zur jeweiligen Endteufe kein Grund-, Schicht- oder Stauwasser nachweisbar. Für größere Tiefen kann für RB 1, RB 3 bis RB 5 und DPH 2, DPH 3 wegen Zufallens der Bohr- / Sondierlöcher nach dem Ziehen des Bohr- / Sondiergestänges keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen 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.

Außerdem können infolge variierender Rheinwasserstände Änderungen in den Grundwasserständen auftreten.

Diesbezüglich sei auch auf das Auskunftssystem „Geoportal Wasser“ (<http://www.geoportal-wasser.rlp.de>) der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz verwiesen.

Da das Baufeld im Einflussbereichs des Rheins liegt, sollte für die statische Bemessung von Bauwerken und insbesondere für den Nachweis der Auftriebssicherheit mindestens der bei der zuständigen Fachbehörde zu erfragende 100-jährige Hochwasserstand des Rheins zugrunde gelegt werden.

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

Beispielhaft zeigt der nachfolgende Kartenausschnitt (Quelle: Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz) die Überflutungsbereiche bei einem 100-jährigen Hochwasser.

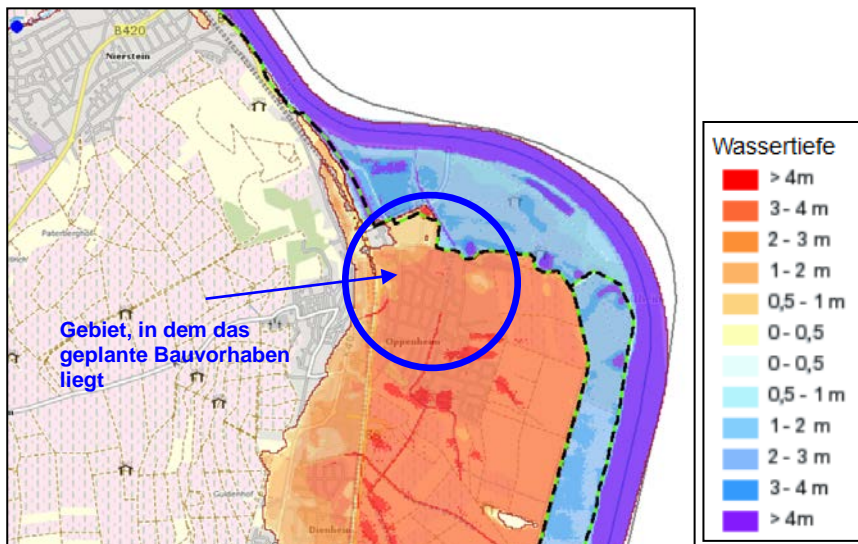


Abbildung 1: Überschwemmungsbereiche bei HQ100

Die nachfolgende Abbildung 2 (Quelle: (<http://www.geoportal-wasser.rlp-umwelt.de>); Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten) zeigt die gemessenen Grundwasserstände der Grundwassermessstelle „2138 Oppenheim“ (ca. 0,60 km Himmelsrichtung südöstlich des Baufeldes) im Zeitraum März 2000 bis März 2020.

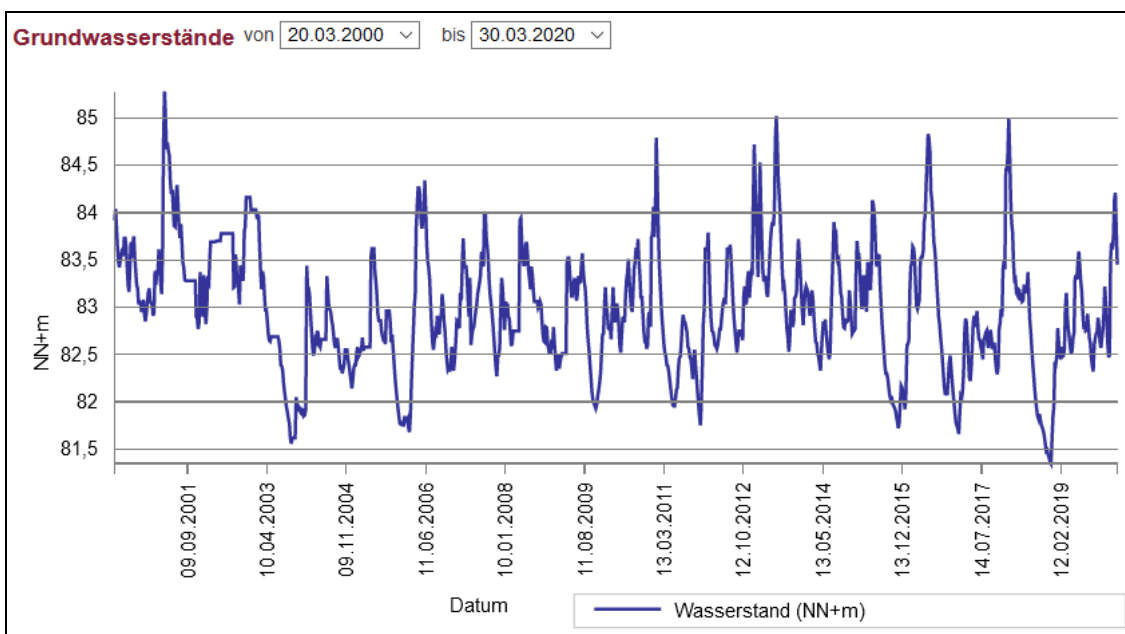


Abb. 2: Grundwasserstand (m ü NN) als Diagramm für Grundwassermessstelle „2138 Oppenheim“ im Zeitraum vom März 2000 bis März 2020

Gemäß der Ganglinie der Grundwassermessstelle „2138 Oppenheim“ liegt der höchste gemessene Grundwasserstand nach der Stichtagsmessung am 26.03.2001 bei **85,28 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.

Dementsprechend schlagen wir gemäß den vorliegenden Daten bzgl. des Grundwasserspiegels bei der Grundwassermessstelle „2138 Oppenheim“ vor, den Bemessungswasserstand für das Baufeld auf **85,60 m ü NN** festzusetzen.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Bezüglich der Erdbebeneinwirkung gehört das Untersuchungsgebiet gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 zur **Erdbebenzone 1** sowie zur **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Die bis in Tiefen zwischen 1,00 m uAP und 3,00 m uAP unterhalb den vorhandenen Oberbaubefestigungen im Form einer Beton- und Pflasterdecke aufgeschlossenen Auffüllungen setzen sich aus Kiesen Sanden und Schluffen der Bodengruppen [GW], [SE], [SW], [SU], [SU*], [TL] nach DIN 18196 des Schichtgliedes I (SG I) zusammen, die z.T. Anteile an Fremdbestandteilen wie Zement- und Magerbetonreste, Asphaltbruch, Fräsgut, Ziegel- und Betonbruchreste enthalten. Die Böden weisen eine weiche bis steife Konsistenz bzw. eine lockere bis dichte Lagerung auf.

Der im Untersuchungsgebiet unterhalb den inhomogenen Auffüllungen aufgeschlossene, natürlich anstehende Untergrund setzt sich im Wesentlichen aus tonigen, feinsandigen, kiesigen Schluffen und Tonen sowie schluffigen bis stark schluffigen, kiesigen Feinsanden des Schichtgliedes II (SG II) zusammen, die den Bodengruppen UL, TL, TM und SU* nach DIN 18196 zuzuordnen sind, und deren Konsistenz anhand der Ergebnisse der Kleinrammbohrungen in Korrelation mit den schweren Rammsondierungen bis zu Tiefen zwischen ca. 6,90 m uAP (bei DPH 1) und 7,50 m uAP (bei DPH 3) als überwiegend weich bis weich-steif zu beurteilen ist. Zur Tiefe gehen die Lehme und schluffigen Sande in eine steife Konsistenz über.

Bindige Böden (Bodengruppen [SU*], [TL], SU*, UL, TL, TM,) 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 und gehören von weicher bis halbfester Konsistenz nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 4.

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

Bindige Böden von 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 unterhalb der Beton- und Pflasterdecke in verschiedenen Mächtigkeiten aufgeschlossenen Auffüllungen aus Kiesen und Sanden der Bodengruppen [GW], [SE], [SW] und [SU] nach DIN 18196 sowie der Asphaltbruch (Fräsgut) des Schichtgliedes SG I stellen ab mindestens mitteldichter Lagerung einen gut tragfähigen, unter statischer Belastung im Allgemeinen nur zu geringen Setzungen neigenden Baugrund dar. Sie sind in die Bodenklasse 3 nach DIN 18300:2012-09 einzuordnen.

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

Schwere Rammsonde: **Steife Konsistenz:** **Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$**
Mitteldichte Lagerung: **Schlagzahlen $N_{10} \geq 4 \pm 1$**

Nach Auswertung der Ergebnisse der niedergebrachten Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3) 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 Sondierung).

Tabelle 4: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung ca. [m ü NN]
DPH 1	6,90	ca. 81,50
DPH 2	>6,80 (Endteufe)	ca. <81,60
DPH 3	7,50	ca. 81,00

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 den geplanten Reihenhäusern der Hausgruppen 120a und 120b handelt es sich um nichtunterkellerte Gebäude.

Gemäß den Angaben von Herrn Dipl.-Ing (FH) Jochen Reh (Deutsche Reihenhaus AG) werden für die nachfolgenden Berechnungen und Betrachtungen die Oberkanten der Fertigfußbodenhöhen der Bodenplatten (OK FFB EG) für die Hausgruppe 120a auf der Höhenkote von 88,80 m ü NN und für die Hausgruppe 120b auf der Höhenkote von 88,70 m ü NN angesetzt.

Belastungen

Die Belastungen wurden gemäß dem o. g. Lastenplan [2] für die Regelfundamente Typ 120 wie folgt angesetzt, dabei handelt es sich um Bemessungslasten (design-Lasten) für Neubauten, die in der Erdbebenzone 1 liegen:

- Belastung durch die Außenwände für Außenfundamente $b/d = 30/44$ cm:
 - Pos. 401 $q_d = 76,7$ kN/m
 - Pos. 403 $q_d = 68,2$ kN/m
 - Pos. 404 $q_d = 58,5$ kN/m

- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 60/44$ cm:
Pos. 406 $q_d = 175,9$ kN/m

- Belastung durch tragende Innenwände für Innenfundamente $b/d = 50/44$ cm:
Pos. 405 $q_d = 142,0$ kN/m
Pos. 402 $q_d = 131,4$ kN/m

- Belastung für Fundamente Vorgartenschrank $b/d/l = 30/69/130$ cm:
Pos. 408 $q_d = 38,4$ kN/m

Gebäudegründung

Basierend auf den Erkundungsergebnissen ist derzeit davon auszugehen, dass die Gründungssohlen bei den o.g. Gründungskoten für die Hausgruppen Typ 120a und 120b in den aufgeschlossenen inhomogenen Auffüllungen von weich-steifer bis steifer Konsistenz bzw. lockerer bis mitteldichter Lagerung zu liegen kommen (s. Anlage 2.1 bis 2.3).

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

Alternativ zum Bodenaustausch ist die Verbesserung der anstehenden Böden unter den Fundamentsohlen möglich, dabei werden wenig tragfähige, bindige Böden (z.B. weiche bis weich-steife Schluffe und bindige Sande) ausgehoben und nach einer qualifizierten Verbesserung mit Mischbinder 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 Eigenschaft grundsätzlich mittels geeigneter Verfahren (z.B. Abnahme der Fundamentsohlen, Bagger-schurf) 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 Hausgruppen 120a und 120b 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).

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

Die Angaben und Hinweise im Abschnitt 5.3 und 5.4 sind für die Terrassierungsarbeiten im Gründungsbereich sowie zur Verbesserung der anstehenden Böden zu beachten. Abtrag und Auftrag sind profilgerecht auszuführen.

Die Gründungssohlen sind generell durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

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

4.2 Gründung mittels Streifenfundamenten ggfls. mit Verbesserung der anstehenden Böden

Untersucht wird die Gründung der Neubauten der Hausgruppen Typ 120a und 120b 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 (s. [2]) 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 [2] 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 120a (DPH 1, RB 1 und RB 2) und Typ 120b (DPH 2, DPH 3, RB 3 bis RB 6).

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

Die Einbindetiefe der Außen- Innenfundamente für HG 120 beträgt gemäß [2] mindestens 0,81 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 4.1 bis 4,6 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 5a / 5b und 6a / 6b 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 Fundamenteposition 401 bis 406 und 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.

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

Streifenfundamente Hausgruppe HG 120a

Tabelle 5a: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; ohne Sondermaßnahmen mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 1, RB 1 und RB 2; Anlagen 4.1 und 4.3

	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]
Innen- und Außenfundamente Anlage 4.1	Pos. 401	0,40 / 0,81	76,7	1,0	202	15
	Pos. 403	0,35 / 0,81	68,5	0,9	197	17
	Pos. 404	0,32 / 0,81	58,5	0,7	195	20
	Pos. 406	0,75 / 0,81	175,9	2,3	245	7
	Pos. 402	0,60 / 0,81	131,4	1,7	222	9
	Pos. 405	0,65 / 0,81	142,0	1,9	227	9
Vorgartenschrank Anlage 4.3	Pos. 408	0,30 / 0,69	38,4	0,5	165	20

*) in der Fundamentsohle

Tabelle 5b: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan;
mit Bodenverbesserung; UK Bodenverbesserung HG 120a ca. 87,19 m ü NN;
 Einbindetiefe $t = 0,81$ m / $0,69$ m; Berechnungsgrundlage DPH 1, RB 1 und RB 2;
 Anlage 4.2

	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]
Innen- und Außenfundamente Anlage 4.2	Pos. 401	0,80	0,30 / 0,81	76,7	0,6	280	28
	Pos. 403			68,5	0,5	280	28
	Pos. 404			58,5	0,4	280	28
	Pos. 406	0,80	0,60 / 0,81	175,9	1,9	295	11
	Pos. 402	0,80	0,50 / 0,81	131,4	1,3	300	16
	Pos. 405			142,0	1,5	305	14

*) in der Fundamentsohle

Streifenfundamente Hausgruppe HG 120b

Tabelle 6a: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan; ohne Sondermaßnahmen mit ggfs. mit erforderlicher Fundamentverbreiterung; Einbindetiefe $t = 0,81 \text{ m} / 0,69 \text{ m}$; Berechnungsgrundlage DPH 2, DPH 3, RB 3 bis RB 6; Anlagen 4.4 und 4.6

	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]
Innen- und Außenfundamente Anlage 4.4	Pos. 401	0,30 / 0,81	76,7	1,0	330	17
	Pos. 403	0,30 / 0,81	68,5	0,9	330	17
	Pos. 404	0,30 / 0,81	58,5	0,7	330	17
	Pos. 406	0,62 / 0,81	175,9	2,5	290	8
	Pos. 402	0,50 / 0,81	131,4	1,8	290	11
	Pos. 405	0,50 / 0,81	142,0	2,0	290	10
Vorgartenschrank Anlage 4.6	Pos. 408	0,30 / 0,69	38,4	0,4	310	19

*) in der Fundamentsohle

Tabelle 6b: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente gem. Lastenplan;
mit Bodenverbesserung; UK Bodenverbesserung HG 120b ca. 87,19 m ü NN;
 Einbindetiefe $t = 0,81$ m / 0,69 m; DPH 2, DPH 3, RB 3 bis RB 6;
 Anlage 4.5

	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]
Innen- und Außenfundamente Anlage 4.5	Pos. 401	0,80	0,30 / 0,81	76,7	0,8	280	23
	Pos. 403			68,5	0,7	280	23
	Pos. 404			58,5	0,5	280	23
	Pos. 406	0,80	0,60 / 0,81	175,9	2,2	295	10
	Pos. 402	0,80	0,50 / 0,81	131,4	1,6	300	13
	Pos. 405			142,0	1,7	305	12

*) in der Fundamentsohle

Hinweis:

Die Fundamentdiagramme sind als Anlagen 4.1 bis 4.6 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.

Bei dem Bodenaustausch (Einbau eines Gründungspolsters) unter den Fundamentsohlen ergeben sich für die untersuchten Hausgruppen (unter Begrenzung der zu erwartenden Setzungen auf 2,5 cm und der maximalen Setzungsdifferenzen auf 1,5 cm und unter Berücksichtigung der rechnerisch zulässigen Bemessungslasten) die gleichen Mächtigkeiten des erforderlichen Gründungspolsters und die gleichen ggf. erforderlichen Vergrößerungen der Fundamentbreiten wie bei Bodenverbesserung der anstehenden Böden.

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.

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

5 Erdbautechnische Hinweise

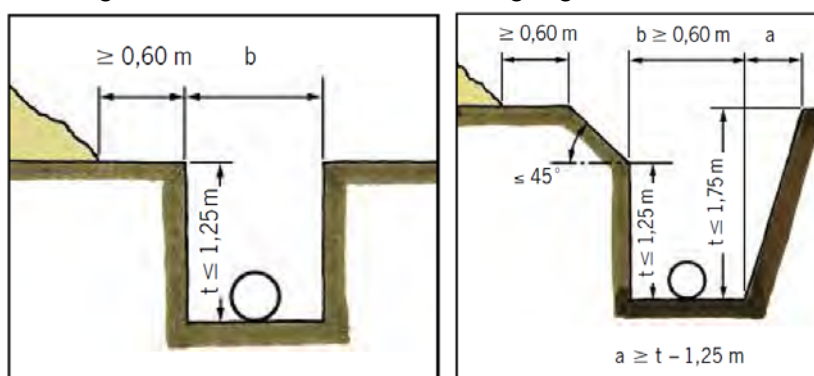
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

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:

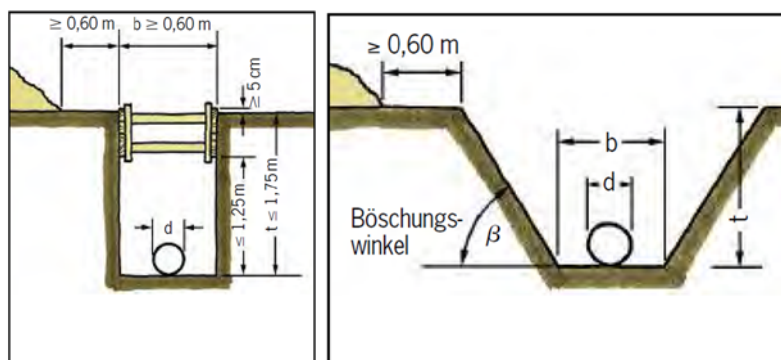
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



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) geböschst 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:

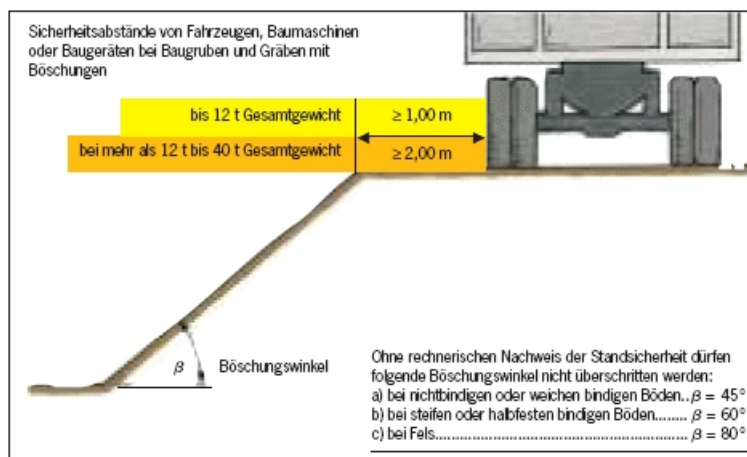
rollige Böden: $\leq 45^\circ$

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

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 Böschungseigungen 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 Aushubsole und des Rückbaus bis zur vollständigen Verfüllung des Grabens bzw. Arbeitsraumes sichergestellt sein.

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

Alle Teile des Verbaus müssen während der Bauausführung regelmäßig überprüft, nötigenfalls 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

Die beim Aushub anfallenden Lockergesteinsböden der Bodengruppen [SE], [SW], [GW], [SU] sind als gut verdichtbar einzustufen und bei geeignetem Wassergehalt (erdfeuchter Zustand) prinzipiell für die lagenweise verdichtete Verfüllung von Arbeitsräumen und Leitungsgräben sowie zur Geländeauffüllung geeignet. Dabei sollten die Schütthöhen nicht größer als 0,3 m sein. In beengten Arbeitsräumen sind gegebenenfalls geringere Schütthöhen vorzusehen, da hier erfahrungsgemäß nur leichtes Verdichtungsgerät zum Einsatz kommen kann.

Erfahrungsgemäß können die beim Aushub gewonnenen Erdstoffe der Bodengruppen [SU*] und SU* nur **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung 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. 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).

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.

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Etwaige Einschränkungen der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden durch eine Deklarationsanalytik (chemische Schadstoffuntersuchung nach nach LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) bestimmt (siehe Kapitel 8).

5.3 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.

Für bindige Erdstoffe ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % im Mittel, mindestens aber 97 % als Untergrenze gefordert.

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.

5.4 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. 0,80 m unter UK Fundamente
- ▶ 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}	≥ 100 %
Erforderlicher Steifemodul E_S Bodenverbesserung:	E_S	≥ 40 MN/m²

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 (Stand Juli 2017) zu beachten. Die neue Norm bietet Hilfestellungen zur Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. Hinweise und detaillierte Erläuterungen zu Wasserbeanspruchungen, Riss- und Nutzungsklassen, Zuordnung verschiedener Abdichtungsbauarten sowie Verarbeitung sind Bestandteil der neuen Normenreihe.

Zur Festlegung der Abdichtungsbauarten ist die Wassereinwirkungsklasse **W 1.2-E** „nicht drückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten“ bei wenig durchlässigen, feinkörnigen, überwiegend aufgeschlossenen Böden der Bodengruppen TL, TM und SU* ($k_f < 10^{-4}$ m/s) mit Dränung nach DIN 4095 anzunehmen.

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

Zur Auswahl der Abdichtungsbauart muss der Planer außerdem die planmäßige Rissaufweitung vorhandener Risse oder die zu erwartende Neurissbildung kennen. Dazu wurden in DIN 18533-1 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.

Zur Ableitung kapillar aufsteigender Wässer ist unter der Bodenplatte eine kapillarbrechende Schicht vorzusehen (z. B. ≥ 15 cm Kies/Schotter 8/16 DIN EN 12620).

Zwischen anstehendem Untergrund und Kapillarschicht bzw. Gründungspolster ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 anzuordnen, falls die Filterstabilität nicht gewährleistet ist.

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.

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

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:

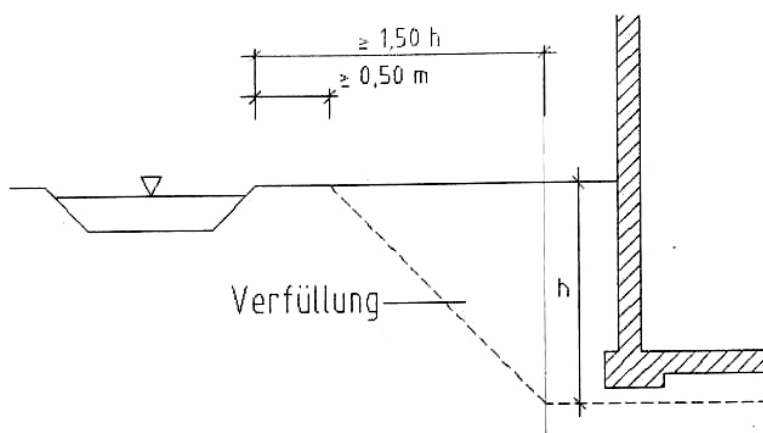


Abb. 3: Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung

7.2 Abschätzung der charakteristischen Durchlässigkeit

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

Es ist davon auszugehen, dass die Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Erdstoffe der Boden- gruppen [SU*], SU*, [TL], UL, TL und TM in der Größenordnung von $k_f \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ sowie die der Bodengruppen [GW], [SE], [SW], [SU] ggf. in der Größenordnung von $k_f \geq 10^{-6} \text{ m/s}$ anzusetzen ist.

Die anstehenden bindigen Böden sind daher nach DWA-A 138 als **nicht geeignet für Versickerungszwecke** und die anstehenden nicht bindigen Sande ggf. als **geeignet für Versickerungszwecke** zu beurteilen.

Generell ist die Versickerung nur in unbelasteten Böden erlaubt. Die im Bereich der geplanten Hausgruppe 120b (Bereich des ehemaligen Getränkehandlers mit Nebengebäuden) aufgeschlossenen mächtigen Auffüllungen sind gemäß den Ergebnissen der orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung der Einbauklasse Z2 zuzuordnen (s. Kapitel 8). Somit ist die Versickerung in aufgeschlossenen Böden in diesem Bereich nicht möglich.

8 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurden **-2-** Mischproben MP 1 und MP 2 der aufgeschlossenen Auffüllungen erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung nach nach LAGA² (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) übergeben.

Der Prüfbericht Nr. 4818729 vom 09.06.2020 ist als Anlage 5 beigefügt.

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

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Boden Mischprobe MP 1 und MP 2

Beschreibung	MP 1	MP 2
Probenart	Boden, aufgefüllt: ±schluffige Kiesen und Sande, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%	Boden, aufgefüllt: ±schluffige Kiesen und Sande, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%
Entnahme durch	E. Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	20. / 27.05.2020	
Entnahmefläche	Hausgruppe 120a	Hausgruppe 120b
Entnahmestelle (Entnahmetiefe [m])	RB 1 / P 2 – P 2 (0,10 m – 1,00 m) RB 2 / P 1 – P 3 (0,10 m – 1,00 m)	RB 3 / P 1 – P 4 (0,22 m – 3,00 m) RB 4 / P 2 – P 5 (0,20 m – 3,00 m) RB 5 / P 1 – P 3 (0,25 m – 2,60 m) RB 6 / P 2 – P 3 (0,30 m – 2,50 m)
Befund	TOC: 1,0 Masse-% TR Blei: 87 mg/kg TR Zink: 170 mg/kg TR Benzo(a)pyren: 0,37 mg/kg TR Summe PAK nach EPA: 4,09 mg/kg TR	TOC: 22,8 Masse-% TR (gem. Nachanalyse: 15,1 Masse-% TR) Blei: 86 mg/kg TR Cadmium: 1,5 mg/kg TR Zink: 1500 mg/kg TR
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5	Z1.2	Z2

² Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

Mischprobe 1

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 1,00 m repräsentierenden Mischprobe MP 1 der aufgeschlossenen Auffüllungen im Baufeld der Hausgruppe 120a wurden erhöhte TOC-, Blei-, Zink-Gehalte und erhöhte Benzo(a)pyren- sowie PAK-Werte gemessen. Demnach ist die Mischprobe MP 1 unter der Abfallschlüsselnummer AVV 17 05 04 der Zuordnungsklasse **Z1.2** (Summe PAK nach EPA) nach LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5 zuzuordnen.

Mischprobe 2

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 2,50 m – 3,00 m repräsentierenden Mischprobe MP 2 der aufgeschlossenen Auffüllungen im Baufeld der Hausgruppe 120b wurden erhöhte TOC-, Blei-, Cadmium- und Zink-Gehalte gemessen. Demnach ist die Mischprobe MP 2 der Zuordnungsklasse **Z2** (Zink) nach LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5 zuzuordnen.

Der hohe TOC-Gehalt ist auf die enthaltenen Asphaltbruchstücke zurückzuführen.

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.

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

9 Schlussbemerkung

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

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

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

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

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

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



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

gez.
Lydia Fail (Dipl.-Ing. (FH))

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 1 / Blatt: 1	Höhe: 88,480 m ü NN	Datum: 20.05.2020
--------------------------------	---------------------	----------------------

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				
0.08	a) Pflasterstein						kP	0.08
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				
0.10	a) Auffüllung, Sand				DN 80; feucht	bp3	P1	0.10
	b) locker gelagert							
	c)		d) leicht zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) [SE]	i)				
0.40	a) Auffüllung, Kies, sandig, kalkhaltig				DN 80; feucht	bp3	P2	0.40
	b) dicht gelagert							
	c)		d) schwer zu bohren	e) rot				
	f)	g)	h) [GW]	i)				
1.00	a) Auffüllung, Sand, kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig				DN 80; feucht	bp3	P3	1.00
	b) dicht gelagert							
	c)		d) schwer zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) [SU]	i)				
2.40	a) Sand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P4	2.40
	b)							
	c) weich - steif		d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) grau				
	f)	g)	h) SU*	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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 1 / Blatt: 2	Höhe: 88,480 m ü NN Datum: 20.05.2020
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt							
3.00	a) Schluff, tonig, kalkhaltig			b)						DN 60; feucht	bp3	P5
c) weich		d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b		e) braun								
f)		g)		h) TM	i)							
4.60	a) Ton, schluffig, kalkhaltig			b)		DN 50; feucht	bp3	P6	4.60			
c) weich - steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) braun								
f)		g)		h) TM	i)							
5.00	a) Ton, schluffig, kalkhaltig			b)						DN 50; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 1,10 m uAP; feucht	bp3	P7
c) weich - steif		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)							

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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 2 / Blatt: 1	Höhe: 88,517 m ü NN Datum: 20.05.2020
--------------------------------	--

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				
0.10	a) Betondecke				DN 150	bp3	BK1	0.10
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.30	a) Auffüllung, Sand, kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig				DN 80; feucht	bp3	P1	0.30
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) [SU]	i)				
0.60	a) Auffüllung, Sand, kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig				DN 80; feucht	bp3	P2	0.60
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) [SU]	i)				
1.00	a) Auffüllung, Sand, stark kiesig, schluffig, Ziegelbruchreste, kalkhaltig				DN 80; feucht	bp3	P3	1.00
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) grau, rot					
	f)	g)	h) [SU*]	i)				
1.50	a) Feinsand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P4	1.50
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU*	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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 2 / Blatt: 2	Datum: 20.05.2020
--------------------------------	----------------------

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				
1.80	a) Sand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P5	1.80
	b)							
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) hellbraun					
	f)	g)	h) SU*	i)				
2.80	a) Sand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P6	2.80
	b)							
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) hellgrau					
	f)	g)	h) SU*	i)				
3.00	a) Sand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P7	3.00
	b)							
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) hellgrau					
	f)	g)	h) SU*	i)				
3.50	a) Sand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 50; sehr feucht	bp3	P8	3.50
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) hellgrau					
	f)	g)	h) SU*	i)				
4.50	a) Sand, schluffig, kiesig, kalkhaltig				DN 50; sehr feucht, GW (4.10)	bp3	P9	4.50
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU*	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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 2 / Blatt: 3	Höhe: 88,517 m ü NN Datum: 20.05.2020
--------------------------------	--

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				
5.20	a) Schluff, feinsandig, kalkhaltig				DN 50; sehr feucht - naß	bp3	P10	5.20
b)								
c) weich	d) leicht zu bohren	e) grau						
f)	g)	h) TL	i)					
6.00	a) Feinsand, schluffig, kalkhaltig				DN 50; sehr feucht - naß	bp3	P11	6.00
b)								
c) breiig	d) leicht zu bohren	e) grau						
f)	g)	h) SU*	i)					
7.00	a) Feinsand, schluffig, kalkhaltig				DN 50; sehr feucht - naß	bp3	P12	7.00
b)								
c) breiig	d) leicht zu bohren	e) grau, braun						
f)	g)	h) SU*	i)					
9.00	a) Feinsand, schluffig, kalkhaltig				DN 50; Bohrabbruch; Wasser bei 4,10 muAP messbar; naß	bp3	P13	9.00
b)								
c) breiig	d) leicht zu bohren	e) grau						
f)	g)	h) SU*	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 gekernteten Proben</p>	Bericht: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 3 / Blatt: 1	Höhe: 88,526 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

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				
0.22	a) Betondecke				DN 150		BK1	0.22
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.00	a) Auffüllung, Kies, sandig, Beton- und Ziegelbruchreste				DN 80; feucht	bp3	P1	1.00
	b) dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) [GW]	i)				
2.00	a) Auffüllung, Sand, stark kiesig, schwach schluffig, Beton- und Ziegelbruchreste, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P2	2.00
	b) dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [SU]	i)				
2.30	a) Auffüllung, Kies, sandig, Magerbeton, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P3	2.30
	b) dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) weiß					
	f)	g)	h) [GW]	i)				
3.00	a) Auffüllung, Schluff, tonig, sandig, kiesig, Ziegelbruchreste, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P4	3.00
	b)							
	c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) braun					
	f)	g)	h) [TL]	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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 3 / Blatt: 2	Höhe: 88,526 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

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				
5.00	a) Schluff, tonig, kalkhaltig				DN 60; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 2,90 m uAP; feucht	bp3	P5	5.00
b)								
c) weich - steif	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	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)				

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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 4 / Blatt: 1	Höhe: 88,443 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

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					
0.12	a) Betondecke				DN 150			BK1	0.12
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
0.20	a) Auffüllung, Sand, kalkhaltig				DN 80; feucht		bp3	P1	0.20
	b) locker gelagert								
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau						
	f)	g)	h) [SE]	i)					
0.60	a) Asphaltbruch, Fräsgut				DN 80; feucht		bp3	P2	0.60
	b) mäßig locker gelagert								
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) schwarz						
	f)	g)	h)	i)					
1.00	a) Auffüllung, Kies, sandig, Beton- und Asphaltbruchreste, kalkhaltig				DN 80; feucht		bp3	P3	1.00
	b) mäßig locker gelagert								
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau						
	f)	g)	h) [GW]	i)					
1.90	a) Auffüllung, Sand, stark kiesig, Zement-, Beton- und Asphaltbruchreste, kalkhaltig				DN 60; feucht		bp3	P4	1.90
	b) locker gelagert								
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarz, braun						
	f)	g)	h) [SW]	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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 4 / Blatt: 2	Höhe: 88,443 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

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) Auffüllung, Sand, stark schluffig, kiesig, Asphaltbruchreste, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P5	3.00
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) [SU*]	i)				
4.50	a) Schluff, feinsandig, kiesig, kalkhaltig				DN 50; sehr feucht - naß	bp3	P6	4.50
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL - TL	i)				
5.00	a) Schluff, feinsandig, kiesig, kalkhaltig				DN 50; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 2,90 m uAP; sehr feucht - naß	bp3	P7	5.00
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL - TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH 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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 5 / Blatt: 1	Höhe: 88,444 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

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				
0.25	a) Betondecke				DN 150		BK1	0.25
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
0.90	a) Asphaltbruch, Fräsgut				DN 80; feucht	bp3	P1	0.90
b) mäßig locker gelagert								
c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) schwarz						
f)	g)	h)	i)					
1.00	a) Auffüllung, Sand, kalkhaltig				DN 80; feucht	bp3	P2	1.00
b) locker gelagert								
c)	d) leicht zu bohren	e) grau						
f)	g)	h) [SE]	i)					
2.60	a) Auffüllung, Sand, stark kiesig, schwach schluffig, Ziegel- und Asphaltbruchreste, kalkhaltig				DN 60; feucht	bp3	P3	2.60
b) mäßig locker gelagert								
c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau, schwarz						
f)	g)	h) [SU]	i)					
4.00	a) Schluff, tonig, schwach kiesig, schwach feinsandig, kalkhaltig				bis 3,00 m: DN 60; ab 3,00 m: DN 50; feucht - sehr feucht	bp3	P4	4.00
b)								
c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun						
f)	g)	h) TL	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: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 5 / Blatt: 2	Höhe: 88,444 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Art	Nr		Tiefe in m (Unter- kante)		
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
5.00	a) Ton, schluffig, kalkhaltig			b)			DN 50; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 4,00 m uAP; feucht	bp3	P5
	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)					
	a)			b)					
	c)			d)					
	e)			f)					
	g)			h)					
	a)			b)					
	c)			d)					
	e)			f)					
	g)			h)					
	a)			b)					
	c)			d)					
	e)			f)					
	g)			h)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: B20084 Anlage: 1
--	---	-------------------------------------

Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 6 / Blatt: 1	Höhe: 88,323 m ü NN	Datum: 27.05.2020
--------------------------------	---------------------	----------------------

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				
0.15	a) Betondecke				DN 150		BK1	0.15
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.30	a) Auffüllung, Sand				DN 80; feucht	bp3	P1	0.30
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) [SE]	i)				
1.00	a) Asphaltbruch, Fräsgut				DN 80; feucht	bp3	P2	1.00
	b) mäßig locker gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
2.50	a) Auffüllung, Sand, kiesig, Asphaltbruch				DN 60; feucht	bp3	P3	2.50
	b) mittel dicht gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau, schwarz					
	f)	g)	h) [SW]	i)				
3.80	a) Ton, schluffig, kalkhaltig				bis 3,00 m: N 60; ab 3,00 m: DN 50; feucht	bp3	P4	3.80
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL - 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: B20084 Anlage: 1
--	---	---------------------------------

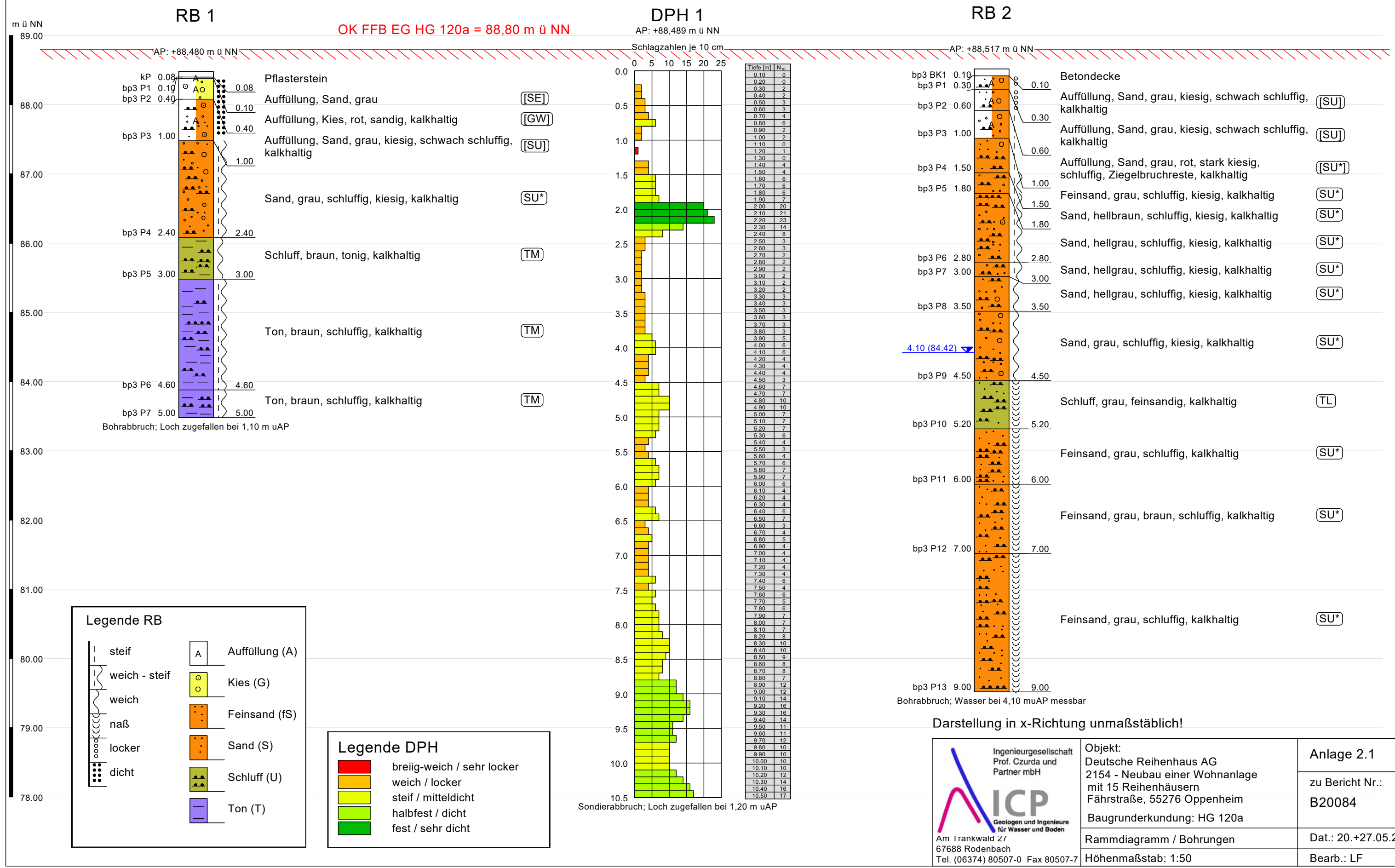
Vorhaben: DRH; 2154 - Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern; Fährstraße, 55276 Oppenheim

Bohrung RB 6 / Blatt: 2	Höhe: 88,323 m ü NN Datum: 27.05.2020
--------------------------------	--

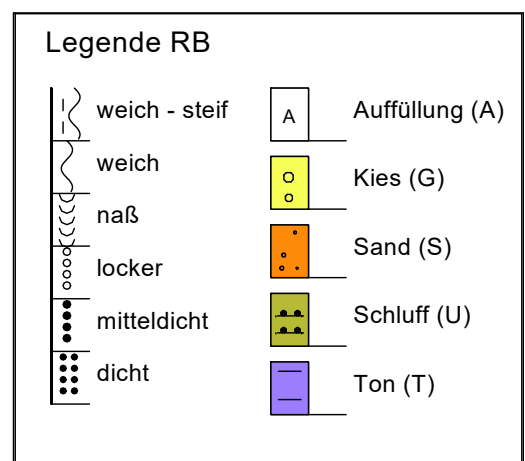
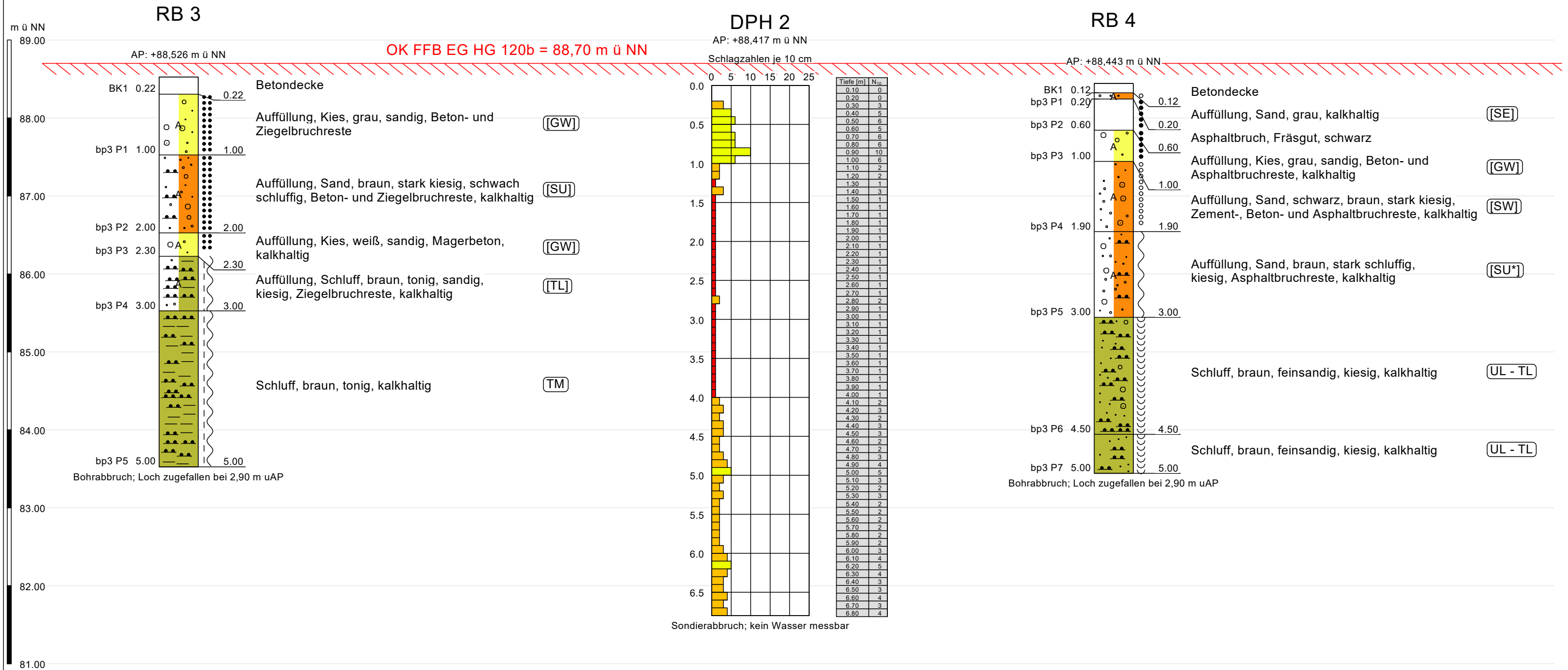
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
5.00	a) Feinsand, stark schluffig, kalkhaltig				DN 50; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; feucht	bp3	P5	5.00
b)								
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau						
f)	g)	h) SU*	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

Hausgruppe 120a



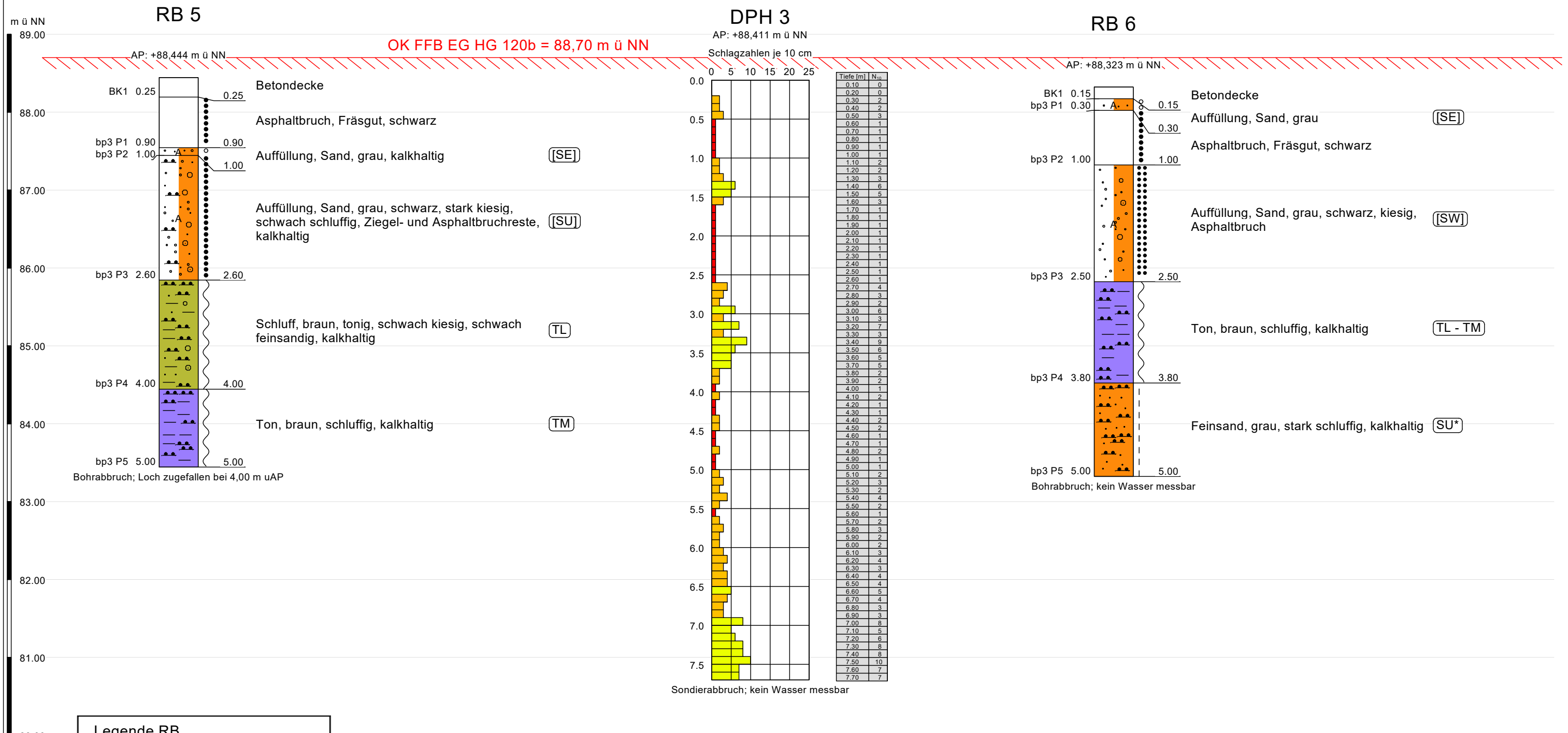
Hausgruppe 120b



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 Reihenhäuser AG 2154 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Fährstraße, 55276 Oppenheim Baugrunderkundung: HG 120b	Anlage 2.2 zu Bericht Nr.: B20084
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:50	Dat.: 20.+27.05.2020 Bearb.: LF

Hausgruppe 120b




Legende RB

— —	steif	A	Auffüllung (A)
— ~ —	weich	FS	Feinsand (fS)
— o —	locker	S	Sand (S)
— • —	mitteldicht	U	Schluff (U)
— •• —	dicht	T	Ton (T)

Legende DPH


■ (rot)	breiig-weich / sehr locker
■ (gelb)	weich / locker
■ (hellgrün)	steif / mitteldicht
■ (dunkelgrün)	halbfest / dicht
■ (grün)	fest / sehr dicht

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>	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 2154 - Neubau einer Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern Fährstraße, 55276 Oppenheim Baugrunderkundung: HG 120b	Anlage 2.3 zu Bericht Nr.: B20084
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:50	Dat.: 20.+27.05.2020 Bearb.: LF


Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 1
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	RB 2 / BK 1		
Entnahme am, durch:	20.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	100 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Beton	100

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 2
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	RB 3 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	220 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	<p>S1 Beton</p>	<p>220</p>

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 3
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	RB 4 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	120 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Beton	10
	S2 Beton	110

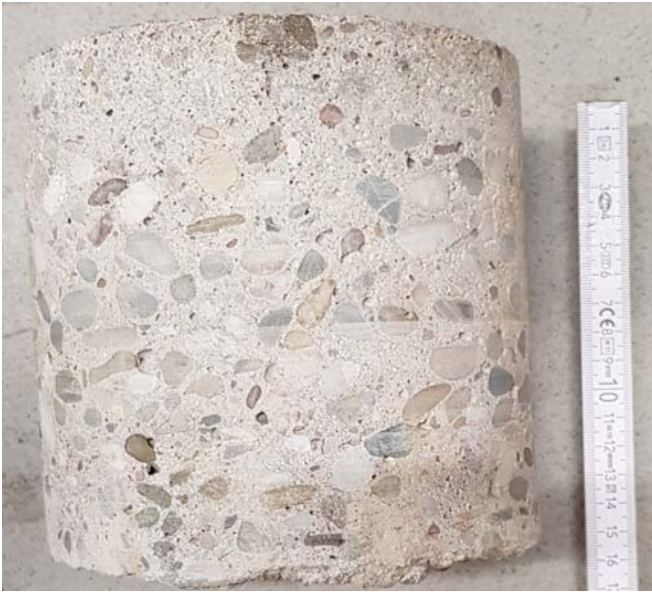
Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 4
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	RB 5 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	250 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Beton	170
	S2 Beton	20
	S3 Asphalt	60


Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 5
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	RB 6 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	150 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	<p>S1 Beton</p>	<p>150</p>

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 6
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	DPH 1 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	150 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	<p>S1 Beton</p>	<p>150</p>

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 7
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	DPH 2 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	140 mm		
Durchmesser:	150 mm		

Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Beton	10
	S2 Beton	130

Schichtdickenmessung

Bauvorhaben:	DRH 2154 Neubau Wohnanlage, Fährstraße, 55276 Oppenheim		
Projektnummer:	B20084	Anlage 3	Seite 8
Ausgeführt am, durch:	03.06.2020	Fail	
Entnahmestelle:	DPH 3 / BK 1		
Entnahme am, durch:	27.05.2020	E. Schnell	
Gesamthöhe:	140 mm		
Durchmesser:	150 mm		

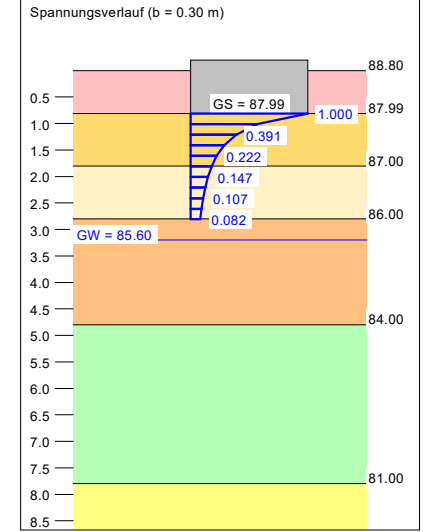
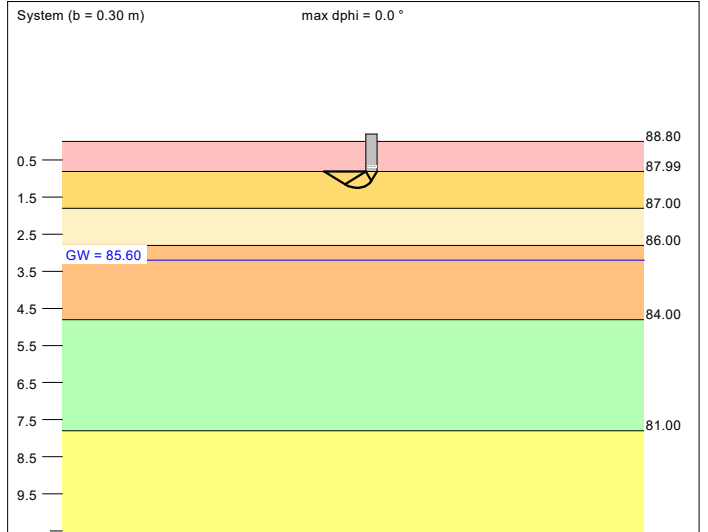
Bild	Schicht	Höhe [mm]
	S1 Beton	10
	S2 Beton	130

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	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	Auffüllung
	20.0	10.0	27.5	0.0	15.0	7.0	0.40	Sande SU* weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	25.0	11.7	0.40	Sande SU* steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Sande/Lehme SU*-TL/TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	10.0	4.7	0.40	Sande/Lehme SU*-TL/TM weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	30.0	14.0	0.40	Feinsande SU* steif

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

Deutsche Reihenhaus AG
 2154 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Fährstraße, 55276 Oppenheim
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 88,80 m ü NN
ohne Sondermaßnahmen

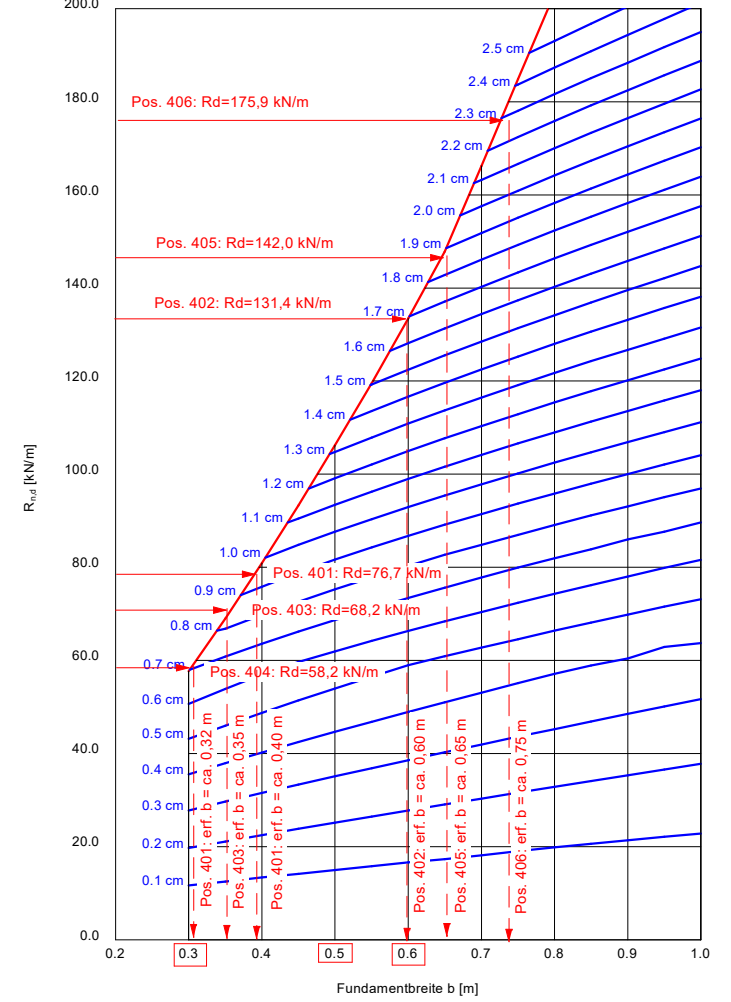
**Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außen- und Innenfundamente
 Hausgruppe 120a: Pos. 401 bis Pos. 406**



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	192.1	57.6	137.6	41.3	0.70	27.5	0.00	20.00	16.20	2.80	1.25	19.8
10.00	0.35	197.2	69.0	141.2	49.4	0.84	27.5	0.00	20.00	16.20	3.00	1.32	16.9
10.00	0.40	202.3	80.9	144.9	57.9	0.98	27.5	0.00	20.00	16.20	3.18	1.39	14.7
10.00	0.45	207.3	93.3	148.5	66.8	1.15	27.5	0.00	20.00	16.20	3.40	1.46	12.9
10.00	0.50	212.4	106.2	152.1	76.0	1.32	27.5	0.00	20.00	16.20	3.61	1.54	11.5
10.00	0.55	217.4	119.6	155.7	85.6	1.51	27.5	0.00	20.00	16.20	3.82	1.61	10.3
10.00	0.60	222.4	133.4	159.3	95.6	1.69	27.5	0.00	20.00	16.20	4.02	1.68	9.4
10.00	0.65	227.4	147.8	162.9	105.9	1.89	27.5	0.00	20.00	16.20	4.22	1.76	8.6
10.00	0.70	237.5	166.2	170.1	119.1	2.15	27.5	0.28	20.00	16.20	4.46	1.83	7.9
10.00	0.75	246.5	184.9	176.6	132.4	2.42	27.5	0.50	20.01	16.20	4.69	1.90	7.3
10.00	0.80	254.0	203.2	181.9	145.5	2.67	27.5	0.63	20.03	16.20	4.90	1.97	6.8
10.00	0.85	260.9	221.8	186.9	158.8	2.91	27.5	0.73	20.05	16.20	5.10	2.05	6.4
10.00	0.90	267.5	240.7	191.6	172.4	3.16	27.5	0.81	20.06	16.20	5.30	2.12	6.1
10.00	0.95	273.8	260.1	196.1	186.3	3.41	27.5	0.88	20.08	16.20	5.50	2.19	5.8
10.00	1.00	279.9	279.9	200.5	200.5	3.66	27.5	0.94	20.09	16.20	5.69	2.26	5.5

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.95$ (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 = 88.80 m
 Gründungssohle = 87.99 m
 Grundwasser = 85.60 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Streifenlast
 — Setzungen

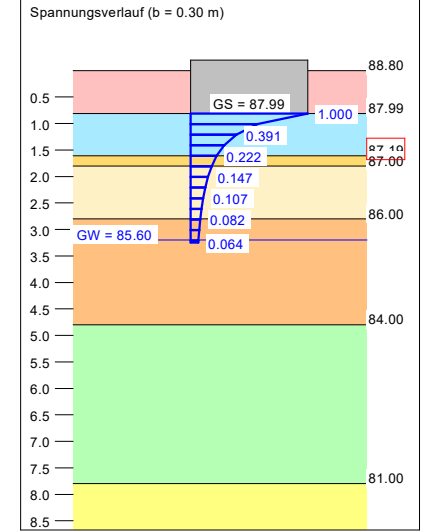
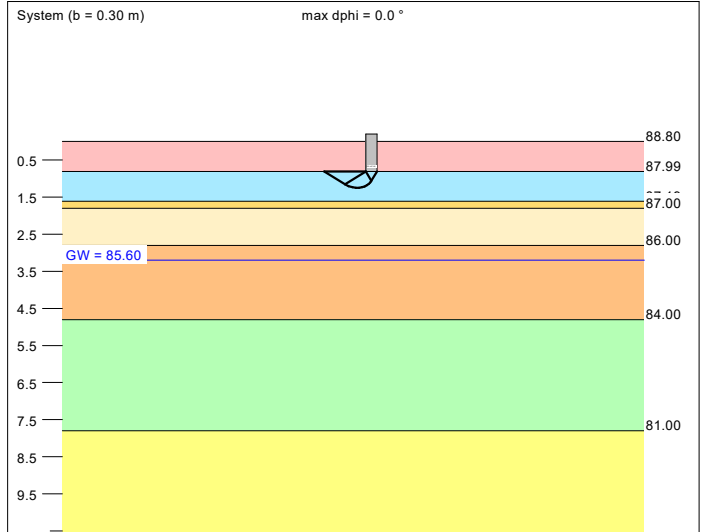


Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	Auffüllung
	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,80 m
	20.0	10.0	27.5	0.0	15.0	7.0	0.40	Sande SU* weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	25.0	11.7	0.40	Sande SU* steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Sande/Lehme SU*-TL/TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	10.0	4.7	0.40	Sande/Lehme SU*-TL/TM weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	30.0	14.0	0.40	Feinsande SU* steif

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

Deutsche Reihenhaus AG
 2154 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Fährstraße, 55276 Oppenheim
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: $t = 0,81$ m
 Angenommene OK FFB: 88,80 m ü NN
Bodenverbesserung $d=0,80$ m ab UK Fundament

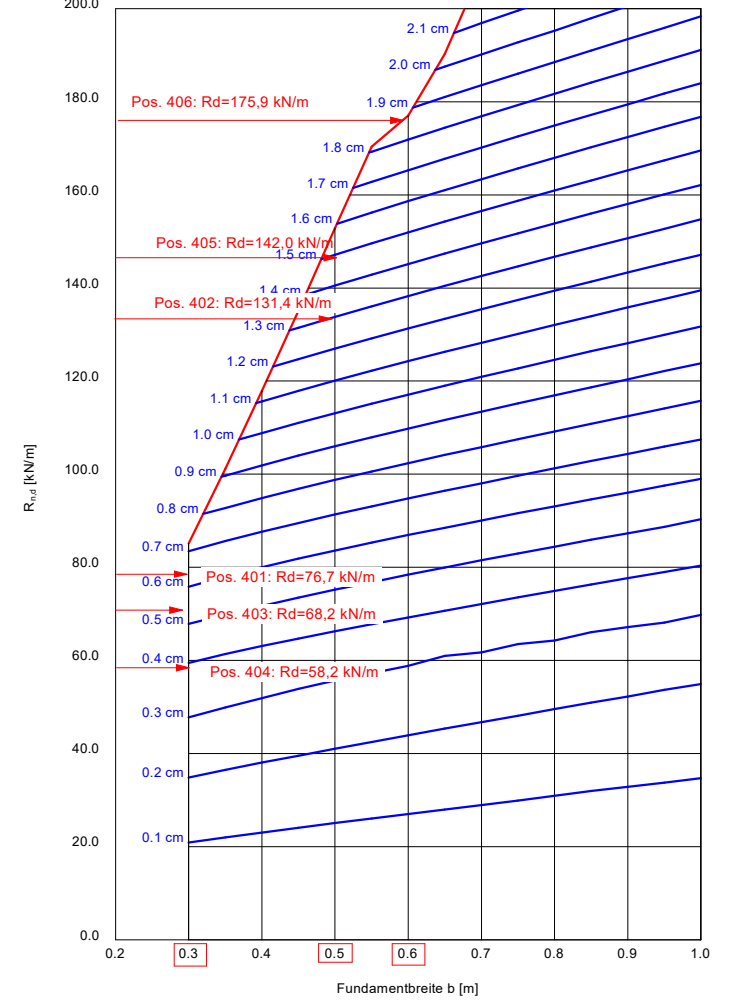
**Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außen- und Innenfundamente
 Hausgruppe 120a: Pos. 401 bis Pos. 406**



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 = 88.80 m
 Gründungssohle = 87.99 m
 Grundwasser = 85.60 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	283.6	85.1	203.1	60.9	0.72	27.5	5.00	21.00	16.20	3.25	1.25	28.1
10.00	0.35	289.1	101.2	207.1	72.5	0.92	27.5	5.00	21.00	16.20	3.52	1.32	22.5
10.00	0.40	294.7	117.9	211.1	84.4	1.13	27.5	5.00	21.00	16.20	3.78	1.39	18.6
10.00	0.45	300.2	135.1	215.0	96.8	1.36	27.5	5.00	21.00	16.20	4.03	1.46	15.9
10.00	0.50	305.7	152.8	218.9	109.5	1.59	27.5	5.00	21.00	16.20	4.28	1.54	13.8
10.00	0.55	309.7	170.4	221.8	122.0	1.82	27.5	4.92	21.00	16.20	4.50	1.61	12.2
10.00	0.60	295.1	177.0	211.3	126.8	1.88	27.5	3.82	20.98	16.20	4.58	1.68	11.2
10.00	0.65	292.7	190.3	209.6	136.3	2.04	27.5	3.41	20.94	16.20	4.74	1.76	10.3
10.00	0.70	297.6	208.3	213.1	149.2	2.27	27.5	3.39	20.90	16.20	4.94	1.83	9.4
10.00	0.75	302.6	226.9	216.7	162.5	2.49	27.5	3.37	20.88	16.20	5.14	1.90	8.7
10.00	0.80	306.7	245.4	219.7	175.7	2.71	27.5	3.31	20.86	16.20	5.34	1.97	8.1
10.00	0.85	310.7	264.1	222.5	189.2	2.94	27.5	3.25	20.84	16.20	5.52	2.05	7.6
10.00	0.90	314.8	283.3	225.5	202.9	3.17	27.5	3.19	20.82	16.20	5.70	2.12	7.1
10.00	0.95	318.8	302.9	228.4	216.9	3.40	27.5	3.13	20.81	16.20	5.88	2.19	6.7
10.00	1.00	323.0	323.0	231.3	231.3	3.64	27.5	3.07	20.79	16.20	6.06	2.26	6.4

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{0,k} / 1.95$ (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	32.5	0.0	30.0	22.3	0.30	Auffüllung
	20.0	10.0	27.5	0.0	15.0	7.0	0.40	Sande SU* weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	25.0	11.7	0.40	Sande SU* steif
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Sande/Lehme SU*-TL/TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	10.0	4.7	0.40	Sande/Lehme SU*-TL/TM weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	30.0	14.0	0.40	Feinsande SU* steif

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

Deutsche Reihenhaus AG
 2154 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Fährstraße, 55276 Oppenheim
 Berechnungsgrundlagen: RB 1, RB 2 und DPH 1
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 88,80 m ü NN
ohne Sondermaßnahmen

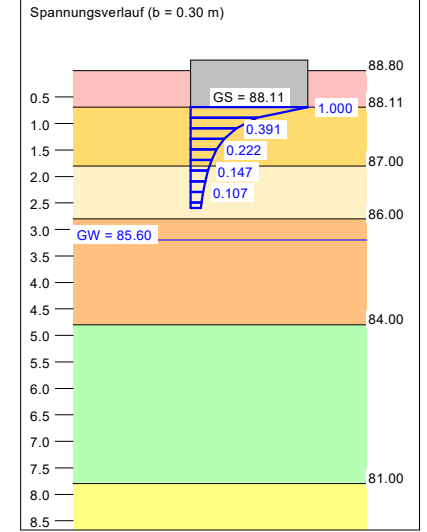
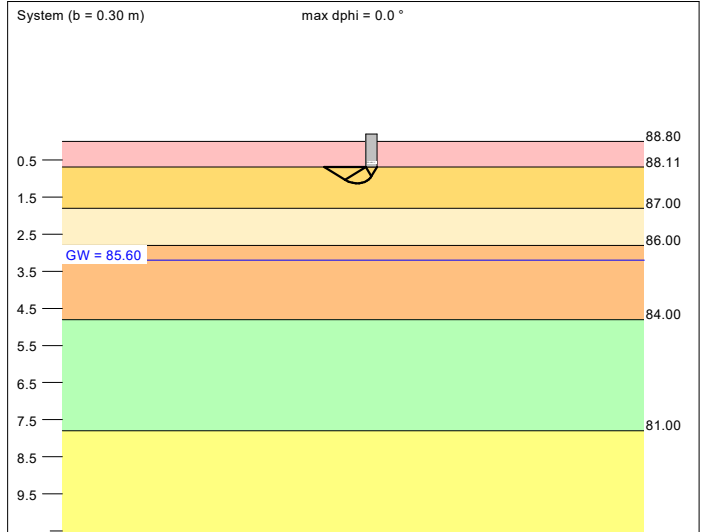
Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und
 Partner mbH



Geologen und Ingenieure
 für Wasser und Boden

Bericht Nr. B20084
 Anlage 4.3

**Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank
 Hausgruppe 120a: Pos. 408**



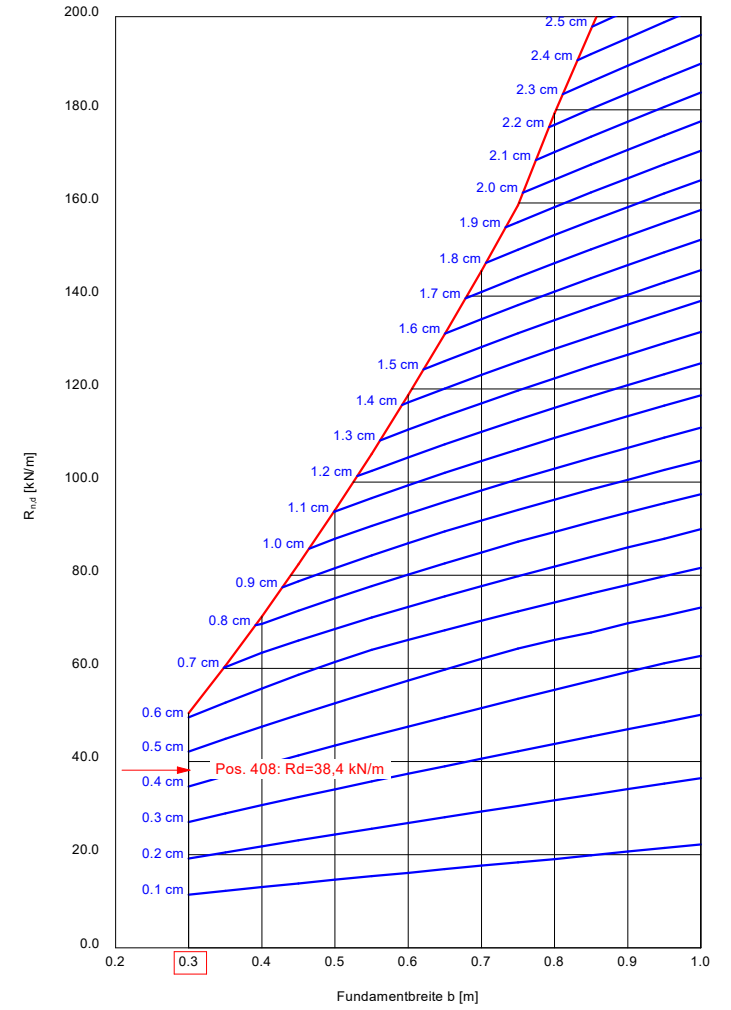
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.30	167.9	50.4	120.2	36.1	0.61	27.5	0.00	20.00	13.80	2.59	1.13	19.6
10.00	0.35	172.9	60.5	123.8	43.3	0.70	27.5	0.00	20.00	13.80	2.78	1.20	17.6
10.00	0.40	177.9	71.2	127.4	51.0	0.83	27.5	0.00	20.00	13.80	2.95	1.27	15.4
10.00	0.45	182.9	82.3	131.0	59.0	0.96	27.5	0.00	20.00	13.80	3.12	1.34	13.7
10.00	0.50	187.9	94.0	134.6	67.3	1.10	27.5	0.00	20.00	13.80	3.31	1.42	12.2
10.00	0.55	192.9	106.1	138.2	76.0	1.26	27.5	0.00	20.00	13.80	3.51	1.49	10.9
10.00	0.60	197.9	118.7	141.7	85.0	1.43	27.5	0.00	20.00	13.80	3.71	1.56	9.9
10.00	0.65	202.8	131.8	145.3	94.4	1.60	27.5	0.00	20.00	13.80	3.90	1.64	9.1
10.00	0.70	207.7	145.4	148.8	104.2	1.78	27.5	0.00	20.00	13.80	4.09	1.71	8.4
10.00	0.75	212.7	159.5	152.3	114.2	1.96	27.5	0.00	20.00	13.80	4.27	1.78	7.8
10.00	0.80	224.0	179.2	160.5	128.4	2.24	27.5	0.35	20.01	13.80	4.52	1.85	7.2
10.00	0.85	232.2	197.3	166.3	141.3	2.49	27.5	0.52	20.02	13.80	4.74	1.93	6.7
10.00	0.90	239.2	215.3	171.3	154.2	2.73	27.5	0.63	20.03	13.80	4.94	2.00	6.3
10.00	0.95	245.8	233.5	176.0	167.2	2.96	27.5	0.72	20.04	13.80	5.13	2.07	6.0
10.00	1.00	252.2	252.2	180.6	180.6	3.19	27.5	0.80	20.06	13.80	5.32	2.14	5.7

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.95$ (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 = 88.80 m
 Gründungssohle = 88.11 m
 Grundwasser = 85.60 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	10.0	32.5	0.0	25.0	18.6	0.30	Auffüllung [SW/GW] mitteldicht
	20.0	10.0	27.5	0.0	12.0	5.6	0.40	Sande [SU*] weich
	20.0	10.0	27.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TL weich
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Lehme TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	10.0	4.7	0.40	Lehme TM weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	30.0	14.0	0.40	Feinsande SU* steif

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

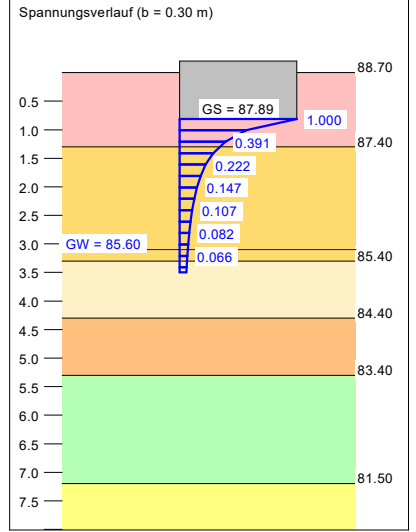
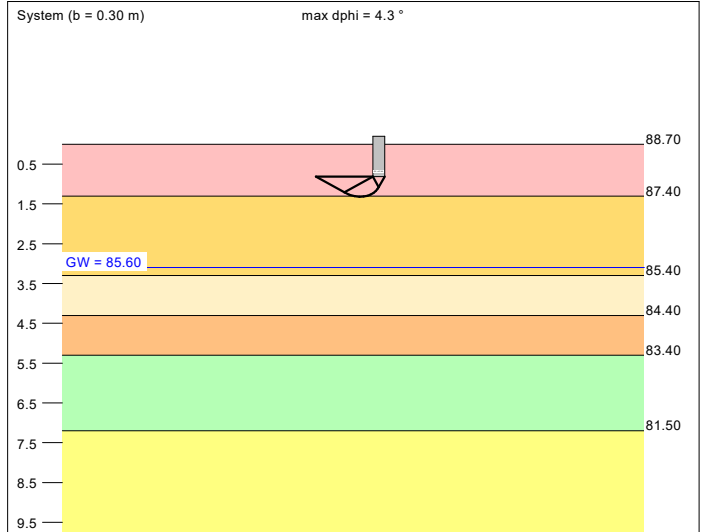
Deutsche Reihenhaus AG
 2154 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Fährstraße, 55276 Oppenheim
 Berechnungsgrundlagen: RB 3-RB 6, DPH 2, DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 88,70 m ü NN



Bericht Nr. B20084
 Anlage 4.4

ohne Sondermaßnahmen

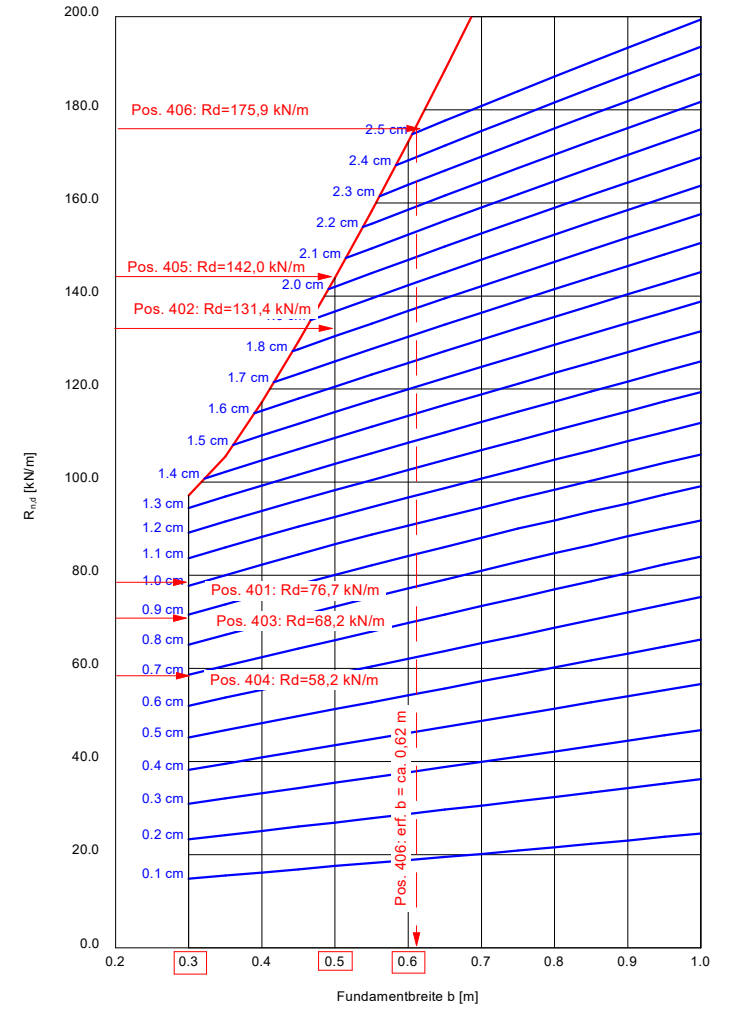
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außen- und Innenfundamente
 Hausgruppe 120b: Pos. 401 bis Pos. 406



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	323.7	97.1	231.9	69.6	1.35	31.8	0.00	20.00	16.20	3.50	1.32	17.2
10.00	0.35	301.4	105.5	215.9	75.6	1.46	31.0	0.00	20.00	16.20	3.63	1.39	14.8
10.00	0.40	293.1	117.2	209.9	84.0	1.64	30.5	0.00	20.00	16.20	3.81	1.46	12.8
10.00	0.45	289.4	130.2	207.3	93.3	1.83	30.2	0.00	20.00	16.20	3.99	1.53	11.3
10.00	0.50	287.8	143.9	206.2	103.1	2.04	30.0	0.00	20.00	16.20	4.18	1.60	10.1
10.00	0.55	287.7	158.2	206.1	113.3	2.25	29.8	0.00	20.00	16.20	4.37	1.68	9.2
10.00	0.60	288.5	173.1	206.6	124.0	2.47	29.6	0.00	20.00	16.20	4.55	1.75	8.3
10.00	0.65	290.0	188.5	207.7	135.0	2.70	29.4	0.00	20.00	16.20	4.74	1.82	7.7
10.00	0.70	291.9	204.4	209.1	146.4	2.94	29.3	0.00	20.00	16.20	4.92	1.89	7.1
10.00	0.75	294.3	220.7	210.8	158.1	3.18	29.2	0.00	20.00	16.20	5.11	1.97	6.6
10.00	0.80	297.0	237.6	212.7	170.2	3.43	29.1	0.00	20.00	16.20	5.29	2.04	6.2
10.00	0.85	300.0	255.0	214.8	182.6	3.67	29.0	0.00	20.00	16.20	5.46	2.11	5.9
10.00	0.90	303.1	272.8	217.1	195.4	3.91	28.9	0.00	20.00	16.20	5.63	2.19	5.5
10.00	0.95	306.4	291.1	219.5	208.5	4.16	28.9	0.00	20.00	16.20	5.81	2.26	5.3
10.00	1.00	309.9	309.9	222.0	222.0	4.41	28.8	0.00	20.00	16.20	5.98	2.33	5.0

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.95$ (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 = 88.70 m
 Gründungssohle = 87.89 m
 Grundwasser = 85.60 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]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	32.5	0.0	25.0	18.6	0.30	Auffüllung [SW/GW] mitteldicht
	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	18.7	0.40	Bodenverbesserung 0,80 m
	20.0	10.0	27.5	0.0	12.0	5.6	0.40	Sande [SU*] weich
	20.0	10.0	27.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TL weich
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Lehme TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	10.0	4.7	0.40	Lehme TM weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	30.0	14.0	0.40	Feinsande SU* steif

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

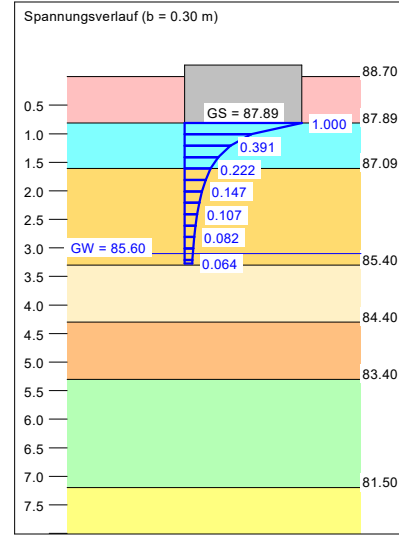
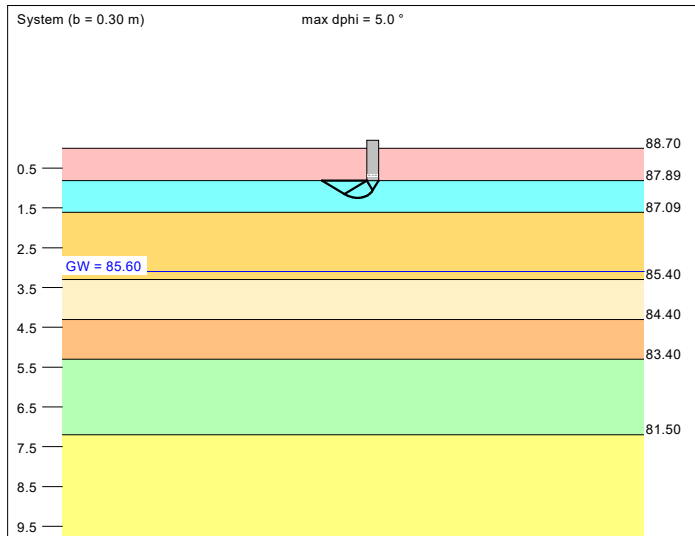
Deutsche Reihenhaus AG
 2154 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Fährstraße, 55276 Oppenheim
 Berechnungsgrundlagen: RB 3-RB 6, DPH 2, DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,81 m
 Angenommene OK FFB: 88,70 m ü NN



Bericht Nr. B20084
 Anlage 4.5

Bodenverbesserung d=0,80 m ab UK Fundament

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Außen- und Innenfundamente
 Hausgruppe 120b: Pos. 401 bis Pos. 406

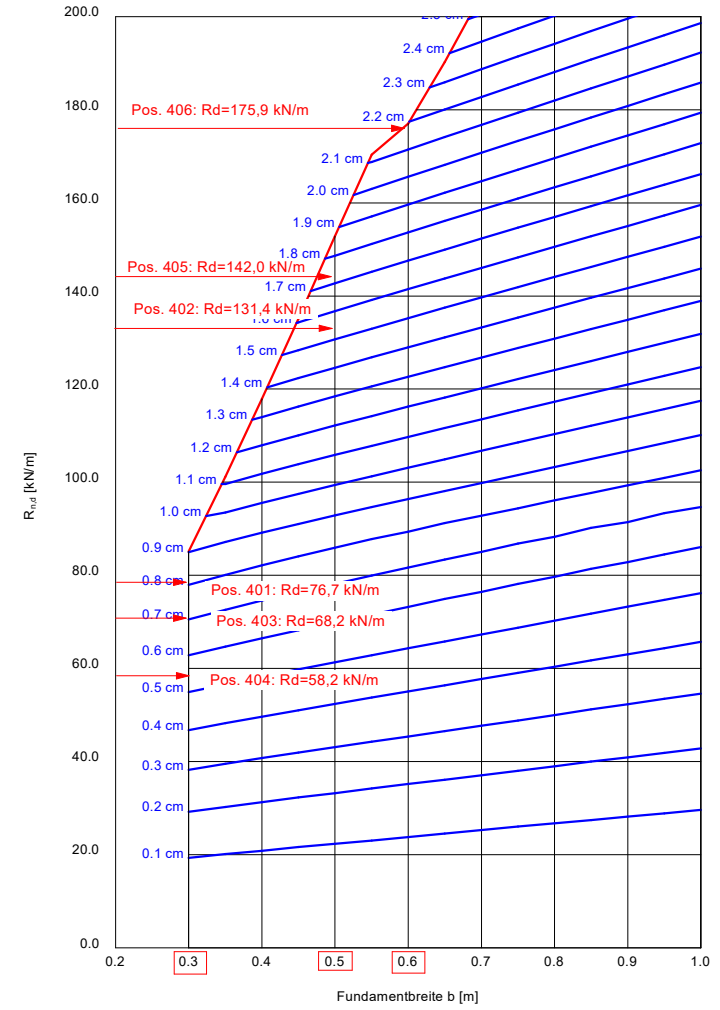


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 88.70 m
 Gründungssohle = 87.89 m
 Grundwasser = 85.60 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	283.6	85.1	203.1	60.9	0.90	27.5	5.00	21.00	16.20	3.27	1.25	22.5
10.00	0.35	289.1	101.2	207.1	72.5	1.13	27.5	5.00	21.00	16.20	3.54	1.32	18.4
10.00	0.40	294.7	117.9	211.1	84.4	1.36	27.5	5.00	21.00	16.20	3.80	1.39	15.5
10.00	0.45	300.2	135.1	215.0	96.8	1.61	27.5	5.00	21.00	16.20	4.04	1.46	13.3
10.00	0.50	305.7	152.8	218.9	109.5	1.87	27.5	5.00	21.00	16.20	4.28	1.54	11.7
10.00	0.55	309.7	170.4	221.8	122.0	2.13	27.5	4.92	21.00	16.20	4.50	1.61	10.4
10.00	0.60	295.1	177.0	211.3	126.8	2.19	27.5	3.82	20.98	16.20	4.58	1.68	9.6
10.00	0.65	292.7	190.3	209.6	136.3	2.37	27.5	3.41	20.94	16.20	4.74	1.76	8.8
10.00	0.70	292.5	204.7	209.5	146.6	2.57	27.5	3.11	20.90	16.20	4.90	1.83	8.1
10.00	0.75	293.4	220.1	210.1	157.6	2.78	27.5	2.88	20.86	16.20	5.07	1.90	7.5
10.00	0.80	295.0	236.0	211.3	169.0	3.00	27.5	2.69	20.83	16.20	5.24	1.97	7.0
10.00	0.85	297.1	252.5	212.8	180.9	3.22	27.5	2.52	20.79	16.20	5.41	2.05	6.6
10.00	0.90	299.5	269.6	214.5	193.1	3.44	27.5	2.38	20.76	16.20	5.58	2.12	6.2
10.00	0.95	302.2	287.1	216.5	205.6	3.66	27.5	2.25	20.73	16.20	5.74	2.19	5.9
10.00	1.00	305.1	305.1	218.5	218.5	3.89	27.5	2.14	20.70	16.20	5.91	2.26	5.6



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{R,k} / 1.95$ (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	32.5	0.0	25.0	18.6	0.30	Auffüllung [SW/GW] mitteldicht
	20.0	10.0	27.5	0.0	12.0	5.6	0.40	Sande [SU*] weich
	20.0	10.0	27.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Schluffe TL weich
	19.0	9.0	22.5	0.0	8.0	3.7	0.40	Lehme TM weich
	19.5	9.5	22.5	5.0	10.0	4.7	0.40	Lehme TM weich-steif
	20.5	10.5	27.5	2.0	30.0	14.0	0.40	Feinsande SU* steif

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

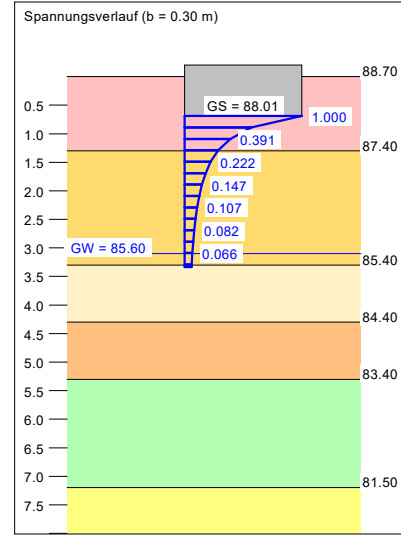
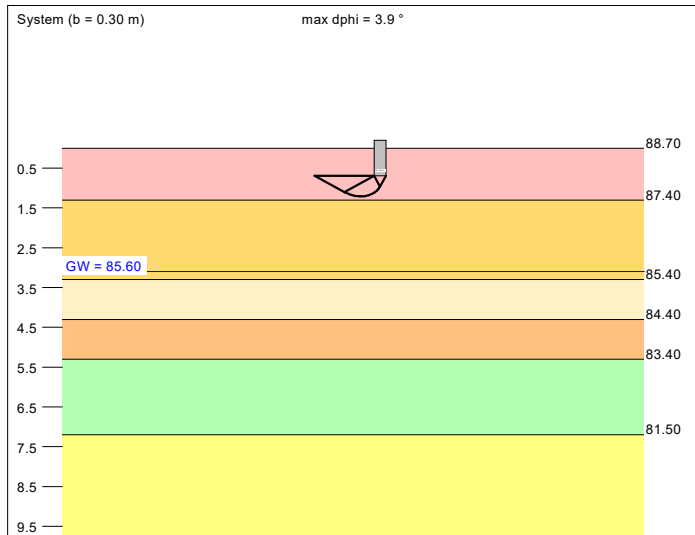
Deutsche Reihenhaus AG
 2154 - Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
 Fährstraße, 55276 Oppenheim
 Berechnungsgrundlagen: RB 3-RB 6, DPH 2, DPH 3
 Einbindetiefe: t = 0,69 m
 Angenommene OK FFB: 88,70 m ü NN



Bericht Nr. B20084
 Anlage 4.6

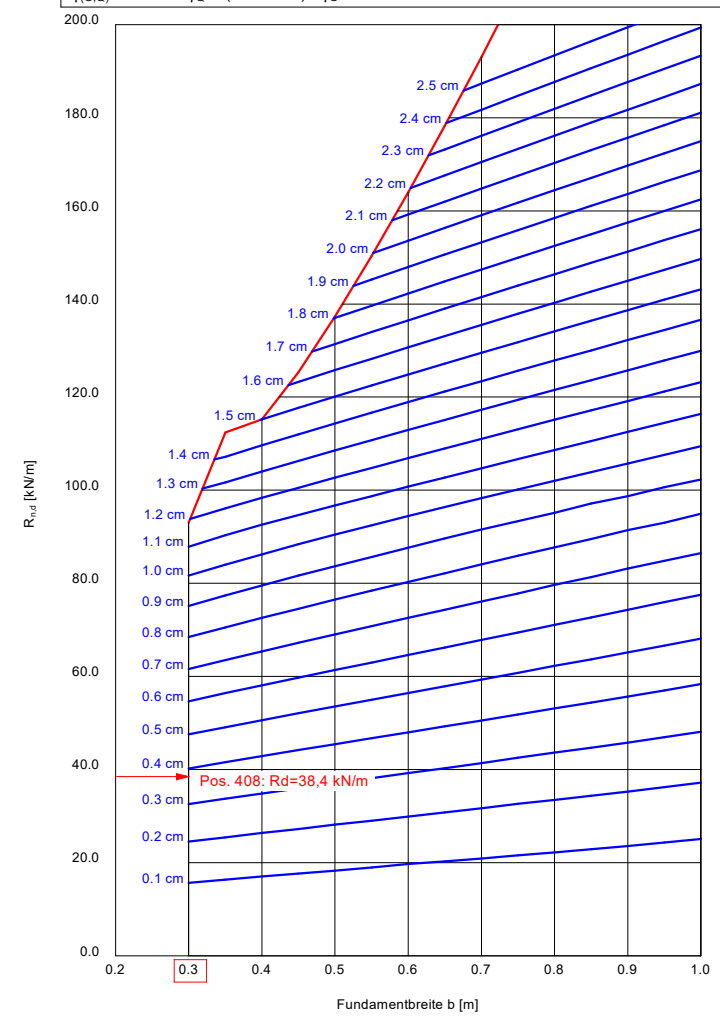
ohne Sondermaßnahmen

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Fundamente Vorgartenschrank Hausgruppe 120b: 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 = 88.70 m
 Gründungssohle = 88.01 m
 Grundwasser = 85.60 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	310.1	93.0	222.1	66.6	1.19	32.5	0.00	20.00	13.80	3.34	1.21	18.7
10.00	0.35	321.2	112.4	230.1	80.5	1.50	32.5	0.00	20.00	13.80	3.65	1.30	15.4
10.00	0.40	288.0	115.2	206.3	82.5	1.50	31.4	0.00	20.00	13.80	3.69	1.36	13.8
10.00	0.45	278.5	125.3	199.5	89.8	1.64	30.9	0.00	20.00	13.80	3.83	1.43	12.2
10.00	0.50	274.6	137.3	196.7	98.4	1.81	30.5	0.00	20.00	13.80	4.00	1.50	10.9
10.00	0.55	273.3	150.3	195.8	107.7	1.99	30.3	0.00	20.00	13.80	4.17	1.57	9.8
10.00	0.60	273.3	164.0	195.7	117.4	2.19	30.1	0.00	20.00	13.80	4.35	1.64	9.0
10.00	0.65	274.2	178.3	196.4	127.7	2.39	29.9	0.00	20.00	13.80	4.53	1.72	8.2
10.00	0.70	275.8	193.0	197.5	138.3	2.60	29.7	0.00	20.00	13.80	4.70	1.79	7.6
10.00	0.75	277.8	208.4	199.0	149.2	2.82	29.6	0.00	20.00	13.80	4.88	1.86	7.1
10.00	0.80	280.2	224.2	200.7	160.6	3.05	29.5	0.00	20.00	13.80	5.05	1.94	6.6
10.00	0.85	282.9	240.5	202.6	172.2	3.28	29.4	0.00	20.00	13.80	5.23	2.01	6.2
10.00	0.90	285.9	257.3	204.7	184.3	3.51	29.3	0.00	20.00	13.80	5.39	2.08	5.8
10.00	0.95	289.0	274.5	207.0	196.6	3.73	29.2	0.00	20.00	13.80	5.56	2.15	5.5
10.00	1.00	292.3	292.3	209.3	209.3	3.96	29.1	0.00	20.00	13.80	5.73	2.23	5.3



zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{B,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{B,k} / (1.40 \cdot 1.396) = \sigma_{B,k} / 1.95$ (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 4818729
Auftrags Nr. 5391813
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 09.06.2020

Ihr Auftrag/Projekt: .
Ihr Bestellzeichen: B20084
Ihr Bestelldatum: 03.06.2020

DRH - 2154 Neubau Wohnanlage in Oppenheim, Fährstraße

Untersuchungsumfang:
LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5

Prüfzeitraum von 04.06.2020 bis 09.06.2020
erste laufende Probenummer 200271722
Probeneingang am 04.06.2020

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A. Vanessa Kullik
Kundenbetreuung

Seite 1 von 8

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Probe 200271722					
MP 1				Probenmatrix	Boden
Eingangsdatum:	04.06.2020	Eingangsart	durch IF-Kurier abgeholt		
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	89,5	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	1,0	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	87	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,3	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	20	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	30	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	21	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,5	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	170	1	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	130	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	20	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

B20084

Prüfbericht Nr. 4818729
Auftrag 5391813 Probe 200271722

Seite 3 von 8
09.06.2020

Probe MP 1
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
Summe BTEX	mg/kg TR	-			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	0,32	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,76	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,63	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,36	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,40	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,53	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,20	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,37	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	0,24	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,20	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	4,09		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

B20084

Prüfbericht Nr. 4818729
Auftrag 5391813 Probe 200271722

Seite 4 von 8
09.06.2020

Probe MP 1
Fortsetzung

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

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		9,2		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	101	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	4	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	10	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	0,011	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 ISO 12846	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Probe 200271723

MP 2

Eingangsdatum: 04.06.2020 Eingangsart

Probenmatrix Boden

durch IF-Kurier abgeholt

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

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	86,0	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	22,8	0,1	DIN EN 13137	HE

Metalle im Feststoff :

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Königswasseraufschluß					
Arsen	mg/kg TR	8	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	86	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	1,5	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	27	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	44	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	38	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,2	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	1500	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	46	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	17	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

B20084

Prüfbericht Nr. 4818729
Auftrag 5391813 Probe 200271723

Seite 6 von 8
09.06.2020

Probe MP 2
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	0,06	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	0,02	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	0,07	0,02	DIN EN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	0,09		DIN EN ISO 22155	HE
Summe BTEX	mg/kg TR	0,16			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	0,16			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	0,16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,24	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,11	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,13	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,11	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	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	1,42		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

B20084

Prüfbericht Nr. 4818729
Auftrag 5391813 Probe 200271723

Seite 7 von 8
09.06.2020

Probe MP 2
Fortsetzung

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Eluatuntersuchungen :					
Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		9,2		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	102	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	14	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 ISO 12846	HE
Zink	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

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 10523	2009-07
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 12846	2012-08
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

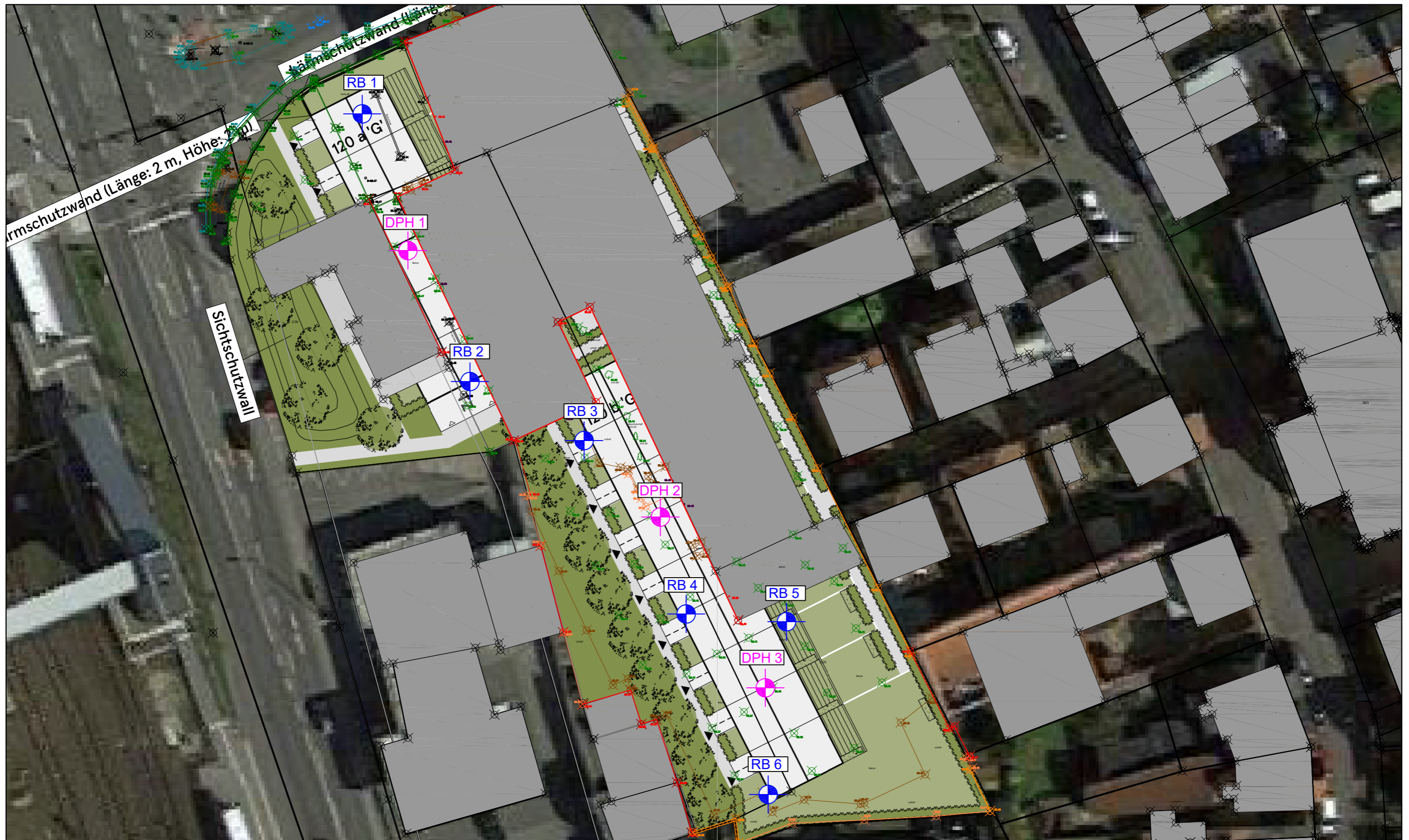
Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

<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 Auftrag 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
-  DPH schwere Rammsondierung



Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH



ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

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

Objekt:
Deutsche Reihenhaus AG
2154- Neubau Wohnanlage mit 15 Reihenhäusern
Fährstraße, 55276 Oppenheim

Baugrunduntersuchung

Lageplan

Maßstab: 1 : 400

Anlage: 6

zu Bericht Nr.:
B20084

Dat.: 20.+27.05.2020

Bearb.: L. Fail