

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

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

67657 Kaiserslautern



Geschäftsführer

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

**Amtsgericht
Kaiserslautern**
HRB2687

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

Umwelt-/Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: B18229
Projekt: Deutsche Reihenhäuser AG
1919 – Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
Betreff: Baugrunderkundung mit kombiniertem umwelt-/geotechnischen Bericht
mit Gefährdungsabschätzung und historischer Erkundung
Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Lydia Fail / Dipl.-Geogr. Christine Brings / mm
Datum: 23.05.2019
Verteiler: vorab per e-mail an: Markus.Karl@reihenhaus.de

ICP, Zentrale

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

www.icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

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

Kreissparkasse Kaiserslautern
Volksbank Kaiserslautern-Nordwestpfalz eG

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

BIC MALA DE 51 KLK
BIC GENO DE 61 KL1

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Vorgang und Leistungsumfang | 4 |
| 2 | Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen | 8 |
| 3 | Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung | 13 |
| 4 | Gebäudegründung | 16 |
| 4.1 | Allgemeines | 16 |
| 4.2 | Gründungsempfehlungen der Geschosswohnungsbauten | 16 |
| 4.2.1 | Geschosswohnungsbauten: Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten | 18 |
| 4.2.2 | Treppenhaus: Gründung mittels tragender Bodenplatte | 20 |
| 4.3 | Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung | 21 |
| 5 | Erdbautechnische Hinweise | 22 |
| 5.1 | Baugruben und Gräben, Wasserhaltung | 22 |
| 5.2 | Verbau | 25 |
| 5.3 | Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden | 27 |
| 5.4 | Langzeitböschungen ohne zusätzliche Lasteinwirkung | 28 |
| 5.5 | Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken | 29 |
| 5.6 | Verbesserung der anstehenden Böden | 30 |
| 6 | Hinweise zur Bauwerksabdichtung | 31 |
| 7 | Versickerungseignung der anstehenden Böden | 32 |
| 7.1 | Allgemeines | 32 |
| 7.2 | Ermittlung des kf-Wertes im Feld | 33 |
| 7.3 | Ermittlung des kf-Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 | 34 |
| 8 | Historische Recherche | 35 |
| 8.1 | Standort und zukünftige Nutzung | 35 |
| 8.2 | Historische Nutzung | 36 |
| 8.3 | Kampfmittelvorerkundung | 37 |
| 8.4 | Untersuchungsprogramm für das Bauvorhaben DRH - 1919 | 38 |
| 9 | Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung | 39 |
| 10 | Chemoanalytische Untersuchungen nach BBodSchV | 41 |
| 10.1 | Untersuchungskonzept und Untersuchungsumfang | 41 |
| 10.2 | Ergebnisse | 46 |
| 10.3.1 | Gesetzliche Grundlagen | 50 |
| 10.3.2 | Beurteilung der Ergebnisse - Gesetzliche Grundlagen Dioxine | 51 |
| 10.3.3 | Zusammenstellung der Schadstoffsituation | 52 |
| 10.3.4 | Gefährdungsabschätzung | 52 |
| 10.3.5 | Hinweise | 53 |
| 11 | Schlussbemerkung | 54 |

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023 und
Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Korngrößenverteilung nach DIN 18123
4. Gründung mittels Streifenfundamenten:
Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019
5. Prüfbericht Nr. 4191793 vom 26.02.2019, 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 10.12.2018 per e-mail mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines kombinierten umwelt-/geotechnischen Berichtes mit einem Gründungsvorschlag sowie mit einer Gefährdungsabschätzung und historischer Erkundung für das obige Bauvorhaben beauftragt.

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

- [1] 1919 Bebauungskonzept Variante VII; Maßstab 1 : 1000; Stand 14.11.2018; Deutsche Reihenhaus, Poller Kirchweg 99, 51105 Köln
- [2] Bestandsplanauszüge: Wasser, Strom, Kanal, Gas, Trassenauskunft Kabel; Maßstab 1 : 1000 / 1 : 500; Stand Nov./Dez. 2017; bayerwerk / Telekom
- [3] Angaben zu max. vorhandenen Bodenpressung aus einem vergleichbaren Projekt B17043-1 (ICP) - 1684/2029 (DRH): Errichtung einer Wohnanlage mit 3 Geschosswohnungsbauten, Werner-von-Siemens-Allee, 90552 Röthenbach a. d. Pegnitz; per e-mail am 14.12.2018, Frau Irina Krawtschenko, IFB Feuerstack + Beyen Ingenieurgesellschaft mbH, Kappeler Straße 126, 40599 Düsseldorf
- [4] Schalplan aus einem vergleichbaren Projekt B17043-1 (ICP) - 1684/2029 (DRH): Errichtung einer Wohnanlage mit 3 Geschosswohnungsbauten, Werner-von-Siemens-Allee, 90552 Röthenbach a. d. Pegnitz; Blatt Nr. P-05.1b: „Positionsplan Gründung Haus A“; Auftrags-Nr. 3944, Maßstab 1:50; Stand 12.12.2018; IFB Feuerstack + Beyen Ingenieurgesellschaft mbH, Kappeler Straße 126, 40599 Düsseldorf
- [5] Gebäudeschnitt aus einem vergleichbaren Projekt B17043-1 (ICP) - 1684/2029 (DRH): Errichtung einer Wohnanlage mit 3 Geschosswohnungsbauten, Werner-von-Siemens-Allee, 90552 Röthenbach a. d. Pegnitz; Blatt-Nr. B-09.1: „Tiefgarage Querschnitt“; Maßstab 1:100; Stand 09.07.2018; Deutsche Reihenhaus AG, Hertelsbrunnenring 22, 67657 Kaiserslautern
- [6] Gebäudeschnitt aus einem vergleichbaren Projekt B17043-1 (ICP) - 1684/2029 (DRH): Errichtung einer Wohnanlage mit 3 Geschosswohnungsbauten, Werner-von-Siemens-Allee, 90552 Röthenbach a. d. Pegnitz; Blatt-Nr. B-09.2: „Tiefgarage Längsschnitt“; Maßstab 1:100; Stand 09.07.2018; Deutsche Reihenhaus AG, Hertelsbrunnenring 22, 67657 Kaiserslautern

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

- [7] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998, zuletzt geändert 23.11.2017
- [8] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, zuletzt geändert 31. August 2015
- [9] Bayrisches Staatsministerium für Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat: Bayern Atlas, <http://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/>; Zugriff am 07.01.2019

- [10] Bayrisches Landesamt für Umwelt: Umweltatlas. Zugriff am 07.01.2019
- [11] Bayrisches Landesamt für Umwelt: LfU-Merkblatt Altlasten 1, Untersuchung und Bewertung von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen - Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt); Bayrisches Landesamt für Umweltschutz. Augsburg. Stand: Juli 2002
- [12] Bayrisches Landesamt für Umwelt: LfU-LfW-Merkblatt, Untersuchungen von Bodenproben und Eluaten bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser. Bayer. Landesamt für Umweltschutz und Bayer; Landesamt für Wasserwirtschaft; Augsburg/München. Stand: Mai 2002
- [13] Bayrisches Landesamt für Umwelt: Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen, Merkblatt Nr. 3.8/1. München; Stand: 31.10.2001
- [14] Sportverein Bubenreuth e.V.: Die Chronik des SV Bubenreuth. www.sv-bubenreuth.de. Zugriff am 12.11.2018
- [15] Erlanger Nachrichten: Sportverein in Bubenreuth verkauft sein Tennisgelände. 20.10.2018. Zugriff am 12.11.2018
- [16] Luftbilddatenbank – Kampfmittelvorerkundung – Auswertungsprotokoll - Ergebniskarte „Bubenreuth, Frankenstraße“; Zeichen: 1812055600. Stand 28.01.2019

Die geplanten Neubauten von -2- Geschosswohnungsbauten mit insgesamt 36 Wohneinheiten samt Tiefgarage kommen auf einem Grundstück in 91088 Bubenreuth, Frankenstraße zu liegen.

Das Grundstück liegt im Westen der Gemeinde Bubenreuth. Momentan befinden sich im Bereich des Grundstücks mehrere Tennisplätze. Das Grundstück grenzt im Norden an die Frankenstraße. Östlich grenzen an den Bereich die Gärten der bestehenden Wohnbebauung an der Frankenstraße. Im Süden befindet sich eine Sporthalle, und im Westen grenzt das Grundstück an die Bahnlinien der Deutschen Bahn (s Bilder 1 und 2).



Bilder 1 und 2: Baufeld mit bestehenden Tennisplätzen am 30./31.01.2019; Blickrichtung Westen

Zur Erkundung des Untergrundes wurden vom 30.01.2019 bis 01.02.2019 insgesamt **-8-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 8 (DN 80/60/50) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 2,00 m und 4,00 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) der bestehenden Geländeoberkante in den Gründungsbereichen der geplanten Geschosswohnungsbauten sowie Im Rahmen des Umweltprogramms abgeteuft.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Lockergesteinsböden sowie zur Erkundung der Tiefenlage der nicht mehr rammbaren Übergangszone zum Festgestein insgesamt **-4-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen DPH 1 bis DPH 4 endeten in Tiefen zwischen 3,30 m und 5,90 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) in den anstehenden dicht gelagerten bzw. festen Sanden und Schluffen und waren ausgerammt (Sondierstillstand).

Zur Beurteilung der Versickerungseignung der anstehenden Sande wurden in den relevanten Versickerungsbereichen **-2-** Kleinrammbohrungen RB 9 und RB 10 (DN 80/60) abgeteuft. Zur Durchlässigkeitsbestimmung der anstehenden Böden wurden **-2-** Absenkversuche / Auffüllversuche VS 1 und VS 2 im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) bei RB 9 und RB 10 ausgeführt. Aufgrund der sehr hohen Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurde die Durchführung der Versuche vorzeitig abgebrochen; die Absenkgeschwindigkeit war so hoch, dass eine Protokollführung nicht möglich war.

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

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 sowie zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes wurden im bodenmechanischen Labor an **-2-** charakteristischen Bodenproben die Körnungslinien mittels Sieb- / Schlämmanalyse nach DIN 18123 bestimmt (Anlagen 3.1 und 3.2).

Eine Mischprobe MP 1 des an der Oberfläche liegenden roten Sandes (Tennenbelag) der bestehenden Tennisplätze wurde erstellt und zur laborchemischen Untersuchung nach LAGA1 (1997) Tab.II.1.2-2/3 (Feststoff und Eluat) sowie zur Bestimmung der spezifischen Schadstoffe Dioxine (PCDD/PCDF) übergeben. Der Prüfbericht Nr. 4191793 vom 26.02.2019 ist als Anlage 5 beigelegt.

Eine Mischprobe MP 2 der organoleptisch auffälligen Bodenproben wurde der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein zur Analytik auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) übergeben. Der Prüfbericht Nr. 4191793 vom 26.02.2019 ist als Anlage 5 beigelegt.

¹ Mitteilungen der Ländergemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln: 1997

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung der aufgeschlossenen Böden wurden **-4-** Mischproben MP 3 bis MP 6 der aufgeschlossenen Auffüllungen bzw. der natürlich anstehenden Böden erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 (Feststoff und Eluat) mit den ergänzenden Parametern nach BBodSchV Tab. 1.4 (Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete) für die Mischproben MP 3 und MP 4 übergeben. Der Prüfbericht Nr. 4191793 vom 26.02.2019 ist als Anlage 5 beigelegt.

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 ermittelt. Weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 gebildet.

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

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem beigelegten Lageplan zu entnehmen (Anlage 6).

Tabelle 1: Nivellement / Höhen- und Koordinatenangaben

| Höhen- und Koordinatenangaben | | | | | |
|---|--|--------------|------------------|----------|----------|
| Projekt: | Deutsche Reihenhaus AG 1919 – Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth | | | | |
| Datum: | 30.01.2019 – 01.02.2019 | | | | |
| Beobachter: | Fritzsche / Stanca | | | | |
| Koordinatensystem: | UTM-Koordinatensystem | | | | |
| Kleinrammbohrung (RB) Schwere Rammsondierung (DPH) | UTM-Koordinaten | | Ansatzpunkt (AP) | Endteufe | |
| | Rechtswert [m] | Hochwert [m] | [m ü NN] | [m u AP] | [m ü NN] |
| Geschosswohnungsbau A | | | | | |
| DPH 1 | 32U 645199,704 | 5499150,924 | 273,330 | 3,30 | 270,030 |
| DPH 2 | 32U 645186,122 | 5499137,707 | 273,297 | 5,90 | 267,397 |
| RB 1 | 32U 645203,336 | 5499148,764 | 273,326 | 3,00 | 270,326 |
| RB 2 | 32U 645190,341 | 5499146,427 | 273,312 | 3,60 | 269,712 |
| RB 3 | 32U 645181,232 | 5499129,251 | 273,357 | 3,60 | 269,757 |
| RB 4 | 32U 645201,514 | 5499113,995 | 273,353 | 2,00 | 271,353 |
| Geschosswohnungsbau B | | | | | |
| DPH 3 | 32U 645218,536 | 5499182,051 | 273,403 | 5,00 | 268,403 |
| DPH 4 | 32U 645207,623 | 5499156,077 | 273,288 | 4,30 | 268,988 |
| RB 5 | 32U 645221,994 | 5499180,035 | 273,324 | 4,00 | 269,324 |
| RB 6 | 32U 645204,103 | 5499158,476 | 273,348 | 4,00 | 269,348 |
| RB 7 | 32U 645204,449 | 5499168,695 | 273,305 | 3,80 | 269,505 |
| RB 8 | 32U 645221,747 | 5499148,055 | 273,318 | 2,00 | 271,318 |
| Versickerungsbereich | | | | | |
| RB 9 | 32U 645175,060 | 5499152,470 | 273,316 | 2,00 | 271,316 |
| RB 10 | 32U 645191,595 | 5499178,780 | 273,334 | 2,00 | 271,334 |

Der vorliegende umwelt-/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 Blatt CC 6326 Bamberg (Onlineversion über geoviewer.bgr.de) befindet sich das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich des Burgsandsteins (kmB; Burgsandstein; Trias, Keuper) und der fluviatilen Niederterrassen (N; Sand und Kies; Quartär, Pleistozän) sowie zu den aus tonigen, humosen Sanden und Kiesen bestehenden fluviatilen Ablagerungen („f; Schutt, Sand, Kies; Quartär, Holozän). Die Gesteinssuite des Burgsandsteins setzt sich im Wesentlichen aus braunen, roten fein- bis grobkörnigen Sandsteinen und Geröllen sowie Chalcedon-Linsen zusammen, die durch Tonsteinlagen (Basisletten) dreigegliedert sind.

Basierend auf den Aufschlussergebnissen und unter Berücksichtigung der regionalen geologischen Verhältnisse lassen sich hinsichtlich der Baugrundsichtung unterhalb des vorhandenen ca. 4 cm – 7 cm mächtigen Tennenbelags der bestehenden Tennisplätze die nachfolgenden Schichtglieder (SG) ableiten:

SG I: Auffüllungen / Kiese / Sande

Kiese, schwach schluffig bis schluffig, sandig, ± kalkhaltig;
Sande, schwach bis stark schluffig, schwach bis stark kiesig, ± kalkhaltig;
z.T. Fremdbestandteile < 10 Vol.-% (Schlacke bzw. schwarze Einschaltungen)
Farbe: rot, dunkelbraun, dunkelgrau, grau, braun, schwarz, grauschwarz
Konsistenz: weich bis steif
Lagerung: mitteldicht
Bodengruppen: [GU*], [GU], [SU*], [SU] nach DIN 18196

in Wechsellagerung:

SG II: Sande

Fein- bis Grobsande, schwach schluffig bis schluffig, schwach bis stark kiesig,
z.T. mit Schlufflinsen, ± kalkhaltig
Farbe: grau, beige, hellgrau, braun, hellbraun
Konsistenz: weich bis halbfest
Lagerung: mitteldicht bis dicht
Bodengruppen: SU*, SU nach DIN 18196

SG III: Schluffe

Schluffe, tonig, fein- bis mittelsandig, teils kiesig
Farbe: braun, rot, schwarz, dunkel- und hellbraun
Konsistenz: weich bis halbfest
Bodengruppen: TL, TM nach DIN 18196

SG IV: Übergangszone / Festgestein

Sandstein, Gerölle und Chalcedon-Linsen mit Tonsteinlagen
Felsklasse 6 bzw. 7 nach DIN 18300: 2012-0

Das im tieferen Untergrund anstehende Festgestein (SG IV) wurde im Rahmen der Erkundungsarbeiten verfahrensbedingt nicht direkt aufgeschlossen und kann somit bei derzeitigem Kenntnisstand nicht weitergehend nach DIN 18300:2012-09 klassifiziert werden. Basierend auf den Ergebnissen der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4 ist die nicht mehr rammbare Übergangszone zum Festgestein erst in einer Tiefe > 6,00 m uAP (bzw. << 267,00 m ü NN) zu erwarten.

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

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

| | SG I Auffüllungen / Kiese / Sande | SG III Sande | SG III Schluffe | SG IV Übergangszone / Festgestein¹⁾ |
|---|--|---|--------------------------------------|---|
| Bodengruppe (DIN 18196) | [GU*], [GU], [SU*], [SU] | SU*, SU | TL, TM | -- |
| Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09) | [GU], [SU]: 3 [GU*], [SU*]: 4, 2 ⁺ | SU: 3 SU*: 4, 2 ⁺ | 4, 2 ⁺ | 6, 7 |
| Homogenbereich** (DIN 18300:2016-09) | (1-0), 1-1, (1-2) | 2-0, 2-1, (2-2) | | -- |
| Konsistenz / Lagerungsdichte | weich bis steif mitteldicht | weich bis halbfest mitteldicht bis dicht | weich bis halbfest -- | -- -- |
| Plastizität | z.T. leicht plastisch | z.T. leicht plastisch | leicht bis mittel plastisch | -- |
| Wichte (DIN 1055) [kN/m ³] cal γ cal γ' | 20,0 – 22,0 10,0 – 12,0 | 20,0 – 24,0 10,0 – 14,0 | 20,0 – 21,0 10,0 – 11,0 | 22,0 – 24,0 12,0 – 14,0 |
| Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055) | [GU], [SU]: 32,5 [GU*], [SU*]: 27,5 | SU*: 27,5 SU: 32,5 – 35,0 | 22,5 – 27,5 | 27,5 – 37,5 |
| Kohäsion (DIN 1055) kN/m ² cal c_u cal c' | [GU], [SU]: -- [GU*], [SU*]: 0 – 15 0 – 2 | SU: -- SU*: 0 – 40 0 – 5 | 0 – 60 0 – 10 | -- -- |
| Steifemodul cal E_s [MN/m ²] | 10 – 40 | 10 – 60 | 5 – 50 | > 60 |
| Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 17 | [GU], [SU]: F2 ⁺⁺ [GU*], [SU*]: F3 | SU: F2 ⁺⁺ SU*: F3 | F3 | -- |
| Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] nach DIN 1054:2010-12 | [GU], [SU]: 380 ¹⁾ [GU*], [SU*]: 250 ²⁾ | SU*: 250 ²⁾ SU: 380 ¹⁾ | 200 ³⁾ | > 380 |
| Durchlässigkeit k_f [m/s] gemäß Literatur | 10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁶ – 10 ⁻¹¹ | kluftabhängig |
| Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke | 0-30 0 0 | 0-30 0 0 | 0-30 0 0 | -- -- -- |
| nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 (s. Kapitel 9 und 10) | VF 1: Z0 (MP 3) VF 2: Z0 (MP 4) | VF 1: Z0 (MP 5) VF 2: Z0 (MP 6) | | -- |

*) Auf Grundlage der regionalgeologischen Situation angenommene Werte

**) Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nicht nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, sondern aufgrund der ausgeführten LAGA-Analytik auch in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe, siehe Kapitel 9 und 10. Die anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.

†) Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Wasserentzug lässt sie rasch austrocknen und schrumpfen, Wasserzufuhr und dynamische Belastung lässt sie in die Bodenklasse 2 nach DIN 18300:2012-09 bzw. in den Homogenbereich 2 nach DIN 18300:2016-09 übergehen.

- ++) 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 6.6. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).
 Die Anwendung der in DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6 genannten Werte kann bei mittig belasteten Fundamenten je nach Fundamentbreite zu **Setzungen in der Größenordnung $s \approx 2$ bis 4 cm** führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.
- 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.
- 4) 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

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

| Homogenbereich | Kennwerte |
|----------------|--|
| 0 | Tennenbelag der Bodengruppe [SU*], Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |
| (1-0) | Böden der Bodengruppen [GU*] und [SU*] in flüssiger bis breiiger Konsistenz, leicht plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |
| 1-1 | Böden der Bodengruppen [GU], [SU] und [GU*], [SU*] in weicher bis halbfester Konsistenz bzw. in sehr lockerer bis sehr dichter Lagerung, z.T. leicht plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |
| (1-2) | Böden der Bodengruppen [GU*] und [SU*] in fester Konsistenz, leicht plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |
| 2-0 | Böden der Bodengruppen SU*, TL und TM in flüssiger bis breiiger Konsistenz, leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |
| 2-1 | Böden der Bodengruppen SU*, TL und TM in weicher bis halbfester Konsistenz bzw. in sehr lockerer bis sehr dichter Lagerung, z.T. leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |
| (2-2) | Böden der Bodengruppen SU*, TL und TM in fester Konsistenz, leicht bis mittel plastisch, Steinanteil 0-30%, Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA |

Wasserstände

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (30.01.2019 – 01.02.2019) bei den Kleinrammbohrungen RB 3, RB 7 und RB 8 sowie der Sondierung DPH 4 in Tiefen zwischen 1,00 m und 1,60 m uAP angetroffen.

Bei den Kleinrammbohrungen RB 1, RB 2, RB 4 bis RB 6 sowie bei den Sondierungen DPH 1 bis DPH 3 konnte kein Grund-, Schicht- oder Stauwasser bis zu Tiefen zwischen 0,40 m uAP und 1,60 m uAP nachgewiesen werden. Für größere Tiefen kann für diese Aufschlüsse wegen Zufallens des Bohr/Sondierloches nach dem Ziehen des Bohr-/Sondiergestänges keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden. Die bei den Bohrungen RB 1, RB 4 bis RB 6 entnommenen Bodenproben waren jedoch ab Tiefen zwischen 0,50 und 2,20 m uAP nass bzw. wassergesättigt, was auf das Vorhandensein von Wasser in diesen Tiefen schließen lässt.

Generell ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte nicht auszuschließen.

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

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

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

Lokal kann der Grundwasserstand mit dem Wasserstand des Vorfluters Regnitz (westlich des Untersuchungsgebiets) korrespondieren.

Gemäß dem Auskunftssystem des Bayerischen Landesamts für Umwelt (<http://www.lfu.bayern.de>) liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb des festgelegten Gefahrenbereiches. Beispielhaft zeigt der nachfolgende Kartenausschnitt (Quelle: Geobasisdaten „Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern“) die Wassertiefen bei einem 100-jährigen Hochwasser.

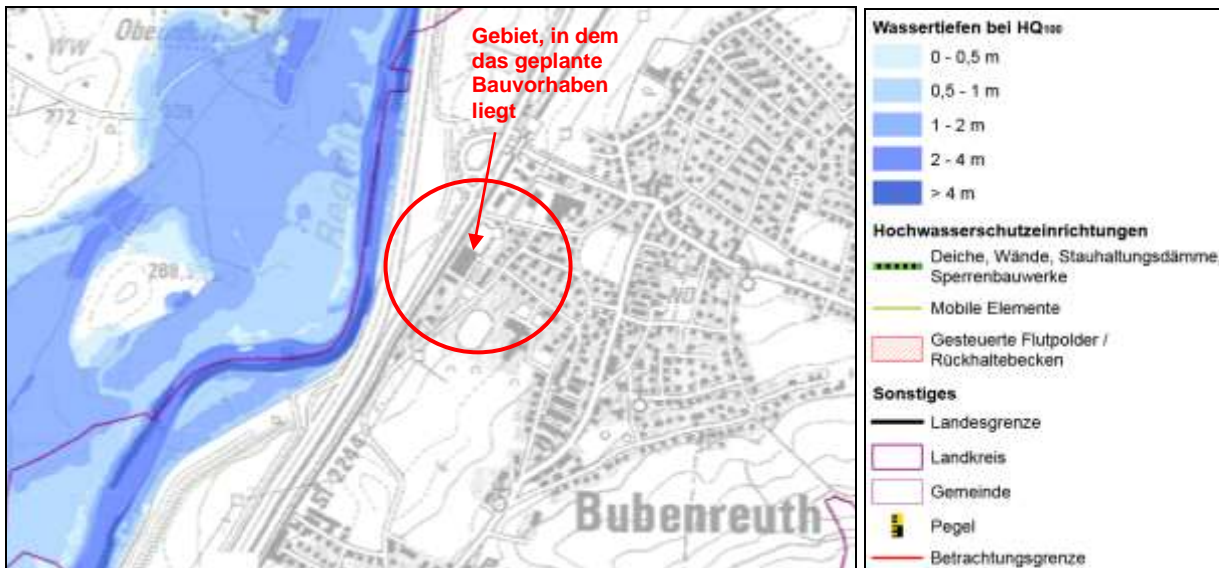


Abb. 1: Hochwassergefahrkarte: Darstellung der Wassertiefe – HQ₁₀₀

In der Nähe zum Untersuchungsbereich befinden sich keine Grundwassermessstellen, die über das Auskunftssystem des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern (<http://www.gkd.bayern.de>) frei zu Verfügung stehen. Somit können wir keine orientierende Aussage über die gemessenen Grundwasserstände zur Festlegung des Bemessungswasserstandes auf dem Baufeld treffen.

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

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

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

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

Die bis in Tiefen zwischen 0,15 m uAP und 0,70 m uAP aufgeschlossenen Auffüllungen unterhalb des vorhandenen ca. 4 cm – 7 cm mächtigen Tennenbelags der bestehenden Tennisplätze setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen und schwach bis stark schluffigen, schwach bis stark kiesigen Sanden der Bodengruppen [GU*], [GU] und [SU*], [SU] nach DIN 18196 des Schichtgliedes I (SG I) zusammen, die z.T. geringe Anteile an Fremdbestandteilen wie schwarze Einschaltungen (vermutlich Schlacke) enthalten. Die Böden weisen überwiegend eine mitteldichte Lagerung bzw. steife Konsistenz auf.

Der unter den Auffüllungen aufgeschlossene Untergrund setzt sich im Wesentlichen aus mittel-dicht bis dicht gelagerten, schwach bis stark kiesigen, schwach schluffigen bis schluffigen Sandschichten des Schichtgliedes SG II der Bodengruppen SU und SU* nach DIN 18196 zusammen. Im Hinblick auf die regionalgeologische Situation und aufgrund der Ergebnisse der Kleinrammbohrungen in Korrelation mit den schweren Rammsondierungen ist davon auszugehen, dass diese mit unterschiedlich mächtigen sandigen, tonigen Schluffschichten des Schichtgliedes SG III der Bodengruppen TL und TM nach DIN 18196 von weicher bis steifer Konsistenz in Wechsellagerung anstehen. Zur Tiefe gehen die Sande und Schluffe in eine halbfeste Konsistenz bzw. dichte Lagerung über.

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

Im Liegenden folgt die Übergangszone zum Festgestein (Schichtglied SG IV), die einen gut tragfähigen, kaum zu Setzungen neigenden Baugrund darstellt. Eine genaue Differenzierung zwischen Bodenklasse 6 und 7 nach DIN 18300:2012-09 ist auf Grundlage der beauftragten Aufschlussverfahren nicht möglich.

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 4) ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 4 dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steifer Konsistenz (bis zur Endteufe der ausgeführten 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 | 2,90 | ca. 270,40 |
| DPH 2 | 2,20 | ca. 271,10 |
| DPH 3 | 2,70 | ca. 270,70 |
| DPH 4 | 3,40 | ca. 269,90 |

Auf Grundlage der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sowie zur Möglichkeit der Begrenzung der zulässigen Setzungen wurde auf die Prüfung zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens verzichtet, stattdessen sind die Angaben in Kapitel 4 zu beachten.

4 Gebäudegründung

4.1 Allgemeines

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

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

Bei der geplanten Wohnanlage handelt es sich um zwei unterkellerte 5-vollgeschossige Geschosswohnungsbauten mit einer gemeinsamen Tiefgarage (UG, EG, 1.OG, 2.OG und 3.OG).

Die geplanten Gründungshöhen der Geschosswohnungsbauten lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor. Das Erdgeschossniveau (OK FFB EG) wurde auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante auf der Höhe ca. 273,30 m ü NN ($\pm 0,00$ m) angenommen. In Anlehnung an die vorliegenden Unterlagen aus einem vergleichbaren Projekt B17043-1(ICP) - 1684/2029 (DRH) [4] bis [6] wurde die Oberkante des Fertigfußbodens des Untergeschosses bzw. der Tiefgarage (OK FFB UG) für die nachfolgenden Betrachtungen und Berechnungen somit auf der Höhe ca. 270,06 m ü NN (-3,24 m) angesetzt.

Da die bestehende Geländeoberkante höher liegt als die Gründungshöhe des Gebäudes, sind Geländeprofilierungsarbeiten erforderlich. Der Abtrag ist profilgerecht auszuführen. Für die Terrassierungsarbeiten im Gründungsbereich sind die Angaben und Hinweise des Abschnitts 5.5 (Anforderung an verdichtete Schüttung) zu beachten.

4.2 Gründungsempfehlungen der Geschosswohnungsbauten

Basierend auf den Aufschlussergebnissen ist davon auszugehen, dass die Gründungssohlen der zwei Geschosswohnungsbauten bei den angenommenen Gründungshöhen der Tiefgarage von ca. 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m unter der vorhandenen Geländeoberkante teilweise in den Schluffen bzw. Sanden von überwiegend steif-halbfester Konsistenz bzw. dichter Lagerung zu liegen kommen (s. Anlagen 2.1 bis 2.4).

Das Gründungskonzept für die geplanten Geschosswohnungsbauten wird analog eines vergleichbaren Projekts [3] bis [6] geplant. Die Gründung der unterkellerten Geschosswohnungsbauten erfolgt jeweils mittels Einzel- und Streifenfundamenten, die in eine konstruktive Bodenplatte integriert werden. In dem Bereich des Treppenhauses ist eine elastisch gebettete Bodenplatte vorgesehen.

Gemäß [3] beträgt die max. vorhandene Bodenpressung σ_d aus einem vergleichbaren Projekt 385 kN/m².

Angaben zur Belastung der Fundamente bzw. der Bodenplatte für die geplanten Geschosswohnungsbauten lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor. Bei Vorliegen der tatsächlichen Wand- und Stützenlasten werden gegebenenfalls ergänzende Grundbruch- und Setzungsrechnungen erforderlich.

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

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

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

Sollte das tatsächliche Gründungsniveau höher oder tiefer als oben angenommen liegen, ist die erforderliche Mächtigkeit der Bodenverbesserung entsprechend anzupassen. Da nur punktuelle Untergrundaufschlüsse erfolgten, können die erforderlichen Mächtigkeiten der Bodenverbesserung variieren.

Die Gründungsaufstandsflächen sind vor dem Einbringen des Fundamentbetons gründlich nachzuverdichten.

Die Angaben und Hinweise zur Verbesserung der anstehenden Böden sind im Abschnitt 5.6 zu beachten.

Die Fundamentsohlen sind zur Überprüfung der zulässigen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes vom Unterzeichner abnehmen zu lassen.

4.2.1 Geschosswohnungsbauten: Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten

Untersucht wird die Gründung der Geschosswohnungsbauten mittels Einzel- und 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 durchgeführt.

Betrachtet werden quadratische Einzelfundamente (Seitenverhältnis $a/b = 1,0$) mit Fundamentbreiten von 1,00 m bis 2,60 m sowie Streifenfundamente mit einer Länge von 10 m und Breiten im Bereich zwischen 0,30 m und 1,00 m. Dabei wurde von einer Einbindetiefe für Einzel- und Streifenfundamente von 0,50 m ausgegangen. Horizontallasten und Momente wurden nicht berücksichtigt. Bei den Berechnungen wurde die Vorbelastung aus Aushub mit $3,00 \text{ m} \times 20,00 \text{ kN/m}^3 = 60,00 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.

Als Berechnungsgrundlage wurde als „worst-case“-Betrachtung exemplarisch für den Geschosswohnungsbau A die schwere Rammsondierung DPH 2 in Verbindung mit der Kleinrammbohrung RB 3 sowie für den Geschosswohnungsbau B die schwere Rammsondierung DPH 3 in Verbindung mit der Kleinrammbohrung RB 5 herangezogen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 zur abschätzenden Dimensionierung der Einzel- und Streifenfundamente aufgeführt. Die Details sind den Anlagen 4.1 bis 4.8 zu entnehmen und zu beachten!

In Abhängigkeit von der maßgebenden Linien-/Einzellast können den Diagrammen die bei der jeweils vorgegebenen Fundamenteinbindetiefe erforderlichen Fundamentabmessungen entnommen werden. Maßgebende Kriterien sind hierbei die Gewährleistung der geforderten Grundbruchsicherheit sowie die Begrenzung der unter der maßgebenden Belastung zu erwartenden Fundamentsetzungen auf ein für die aufgehende Bauwerkskonstruktion als noch verträglich zu beurteilendes Höchstmaß. Neben den Absolutsetzungen der Fundamente sind hierbei insbesondere die zu erwartenden Setzungsdifferenzen benachbarter Fundamente maßgebend.

Die zu erwartenden Setzungen, die rechnerisch zulässigen Bemessungslasten und die rechnerischen zulässigen Bemessungswerte des Sohlwiderstands sind für einige ausgewählte Fundamente den nachfolgenden Tabellen 5 und 6 zu entnehmen. Es wurde dabei eine Begrenzung der Absolutsetzung auf 1,50 cm angenommen.

Einzel- und Streifenfundamente GWB A und GWB B:

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente;
 Einbindetiefe $t = 0,50$ m; Berechnungsgrundlage exemplarisch DPH 2, RB 3 bzw. DPH 3, RB 5;
 ohne / mit Bodenverbesserung; Anlagen 4.1, 4.3, 4.5 und 4.7

| Anlage | Funda- mentbreite b [m] | ggf. erf. Stärke der Bodenver- besserung d [m] | Aufnehmbare Bemes- sungslast*) $R_{n,d}$ ca. [kN/m] | Bemes- sungswert des Sohlwi- derstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²] | Rechneri- sche Setzung s ca. [cm] | Bet- tungs- modul k_s ca. [MN/m ³] |
|--------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| GWB A | | | | | | |
| 4.1 | 0,50 | -- | 69,5 | 139 | 0,2 | 67 |
| | 0,80 | | 124,1 | 155 | 0,3 | 40 |
| 4.3 | 0,50 | 0,40 | 77,7 | 155 | 0,2 | 60 |
| | 0,80 | | 132,8 | 166 | 0,3 | 39 |
| GWB B | | | | | | |
| 4.5 | 0,50 | -- | 69,5 | 139 | 0,1 | 77 |
| | 0,80 | | 117,2 | 147 | 0,2 | 56 |
| 4.7 | 0,50 | 0,40 | 77,7 | 155 | 0,2 | 71 |
| | 0,80 | | 125,5 | 157 | 0,2 | 55 |

*) in der Fundamentsohle

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Einzelfundamente;
 Einbindetiefe $t = 0,50$ m; Berechnungsgrundlage exemplarisch DPH 2, RB 3 bzw. DPH 3, RB 5;
 ohne / mit Bodenverbesserung; Anlagen 4.2, 4.4, 4.6 und 4.8

| Anlage | Fundamen- tabmes- sungen a x b [m] | ggf. erf. Stärke der Bodenver- besserung d [m] | Aufnehmbare Bemes- sungslast*) $R_{n,d}$ ca. [kN] | Bemes- sungswert des Sohlwi- derstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m ²] | Rechneri- sche Setzung s ca. [cm] | Bet- tungs- modul k_s ca. [MN/m ³] |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| GWB A | | | | | | |
| 4.2 | 1,00 x 1,00 | -- | 200 | 200 | 0,3 | 46 |
| | 1,50 x 1,50 | | 490 | 280 | 0,5 | 31 |
| 4.4 | 1,00 x 1,00 | 0,40 | 212 | 212 | 0,3 | 48 |
| | 1,50 x 1,50 | | 509 | 226 | 0,5 | 32 |
| GWB B | | | | | | |
| 4.6 | 1,00 x 1,00 | -- | 180 | 180 | 0,2 | 59 |
| | 1,50 x 1,50 | | 701 | 311 | 0,7 | 33 |
| 4.8 | 1,00 x 1,00 | 0,40 | 191 | 191 | 0,2 | 62 |
| | 1,50 x 1,50 | | 719 | 320 | 0,7 | 35 |

*) in der Fundamentsohle

Hinweis:

Die Fundamentdiagramme sind als Anlagen 4.1 bis 4.8 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.

In Bereichen, in denen sich größere Einbindetiefen der Fundamente ergeben, können die o. g. Werte auf der sicheren Seite liegend näherungsweise zur orientierenden Abschätzung der Bemessungswerte des Sohllwiderstands in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen bzw. der Fundamentbreite auch für diese Fundamente herangezogen werden, vorausgesetzt, sie gründen in entsprechenden Böden.

Die Fundamentsohlen sind vom Unterzeichner abnehmen zu lassen.

4.2.2 Treppenhaus: Gründung mittels tragender Bodenplatte

Zur Homogenisierung des Baugrunds und Vermeidung von Spannungsspitzen empfehlen wir, auch in den Bereichen, in denen keine bzw. nur eine geringe Bodenverbesserung erforderlich ist, generell eine Verbesserung der anstehenden Böden unterhalb der Bodenplatte im Bereich des Treppenhauses in einer Mächtigkeit von mindestens 0,30 m einzubringen.

Bei Wahl einer Gründung mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte und Bodenverbesserung im Bereich des Treppenhauses können für die statische Vorbemessung basierend auf Erfahrungswerten bei vergleichbaren Bauvorhaben bei ähnlicher Baugrundsichtung unter der Platte ansetzbare Bettungsmoduln von etwa **10 – 15 MN/m³** abgeschätzt werden, die jedoch abhängig von den Belastungen der Platte und den zu erwartenden Setzungen sind. Bei genauer Berechnung ergeben sich die ansetzbaren Bettungsmoduln aus der rechnerischen Sohllspannungsverteilung nach der Beziehung $k_s = \sigma/s$.

Hinweis

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

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

4.3 Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung

Bei jeder Art von Gründung sind die Gründungsaufstandsflächen vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons nachzuverdichten. Aufgeweichte bzw. durchnässte Partien von breiig-weicher Konsistenz im Bereich der Gründungssohlen sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen. Generell ist auf ein einheitliches, gegebenenfalls zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

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

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

Die Gründungssohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

5 Erdbautechnische Hinweise

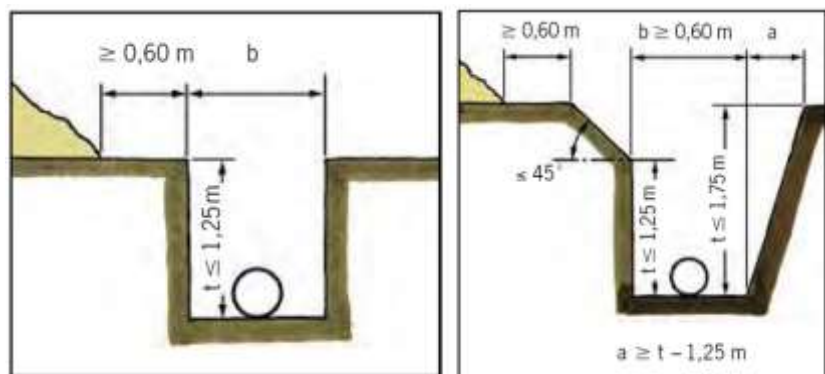
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

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

Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände

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

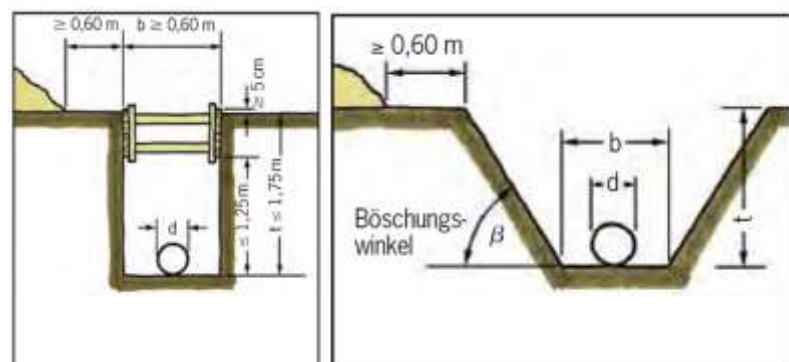
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



In mindestens steifen bindigen Böden über dem Grundwasser sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) 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 Böschungeneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



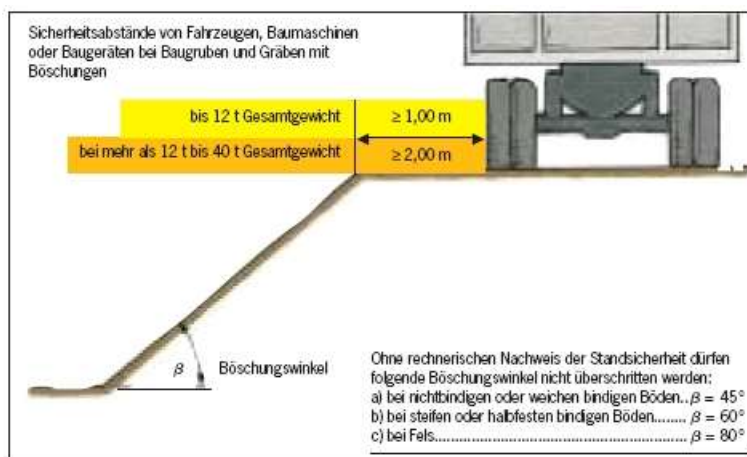
In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

| | |
|----------------------|---|
| nicht bindige Böden: | $\leq 45^\circ$ |
| bindige Böden: | $\leq 45^\circ$ bei weicher Konsistenz $\leq 60^\circ$ bei mindestens steifer Konsistenz |
| Festgestein: | $\leq 80^\circ$ (unter Beachtung des Trennflächengefüges) |

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

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

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



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

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

Die Baugrubensohlen für die zwei Geschosswohnungsbauten liegen unter bei den Sondierungen gemessenen Wasserspiegelhöhen. Sofern das Grundwasser / Schichtwasser hierbei mittels offener Wasserhaltung nicht zu beherrschen ist, ist dieses abzusenken, oder die Baugrube ist durch einen wasserdichten ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern.

Grundsätzlich ist es zur sicheren Gebäudegründung erforderlich, das Grundwasser bis mindestens 0,50 m unter die Gründungssohle abzusenken.

Bei zu erwartenden Grundwasserständen bis zu ca. 1,50 m – 2,00 m über Gründungssohle muss davon ausgegangen werden, dass die anfallenden Wassermengen nicht mehr mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe und angeschlossene Sohlwasserdrainage) abgezogen werden können. Es wird empfohlen eine geschlossene Wasserhaltung (z. B. mit Hilfe von Brunnen oder Vakuumlansen) auszuführen. Die Baugrube kann ggfs. auch bei geschlossener Wasserhaltung frei geböscht oder mit einem wasserdurchlässigen Verbau gestützt sein. Solange bei großen Durchlässigkeiten und großen Absenktiefen die Energie- und Einleitungskosten nicht maßgebend werden, erfordert diese Lösung den geringsten bautechnischen Aufwand. Bei geböschter Baugrube sind abhängig von der Anordnung der Brunnen innerhalb oder außerhalb der Baugrube entsprechende Standsicherheitsnachweise zu führen. Eine Verbau ist ebenso rechnerisch nachzuweisen.

Der exakte Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Arbeiten kann nicht vorhergesagt werden. Auch muss während der gesamten Bauzeit grundsätzlich mit wechselnden Grundwasserständen gerechnet werden.

Im Falle einer Grundwasserabsenkung ist der Einfluss auf die vorhandene Nachbarbebauung zu prüfen. Die zu erwartenden Setzungen infolge Grundwasserabsenkung können mit dem Nomogramm nach Christow (Abb. 2) abgeschätzt werden.

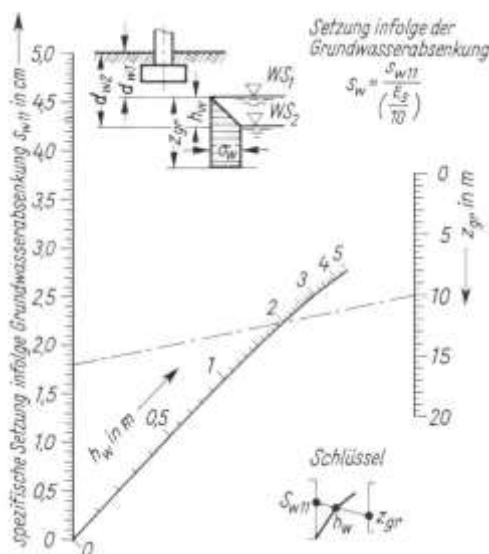


Abb. 2: Nomogramm spezifische Setzungen (n. Christow)

Grundsätzlich sind Wasserhaltungsmaßnahmen genehmigungspflichtig.

5.2 Verbau

Sind die Platzverhältnisse für die Herstellung einer entsprechend den obigen Angaben geböschten Baugrube nicht ausreichend, bzw. liegt die Baugrube im Bereich des Grundwassers / Schichtwassers und ist dieses mittels offener Wasserhaltung nicht zu beherrschen, oder befindet sich die Baugrube im Einflussbereich bestehender Bebauung, so ist die Baugrube durch einen ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern. Bei in das Grundwasser einbindenden Baugruben ist ein wasserdichter Verbau auszuführen.

Basierend auf dem zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten gemessenen Wasserstand im Bereich der geplanten Geschosswohnungsbauten ist davon auszugehen, dass die Baugrube ab einer Tiefe von ca. 1,00 m – 1,60 m u GOK in das Grundwasser einbindet. Die Baugrube muss daher mit einem wasserdichten, statisch ausreichend bemessenen Verbau (z. B. Spundwandkasten) gesichert werden, um einen Wassereintritt und seitliches Ausfließen der Böden zu verhindern.

Die Auftriebssicherheit ($\eta_A \geq 1,1$) der Bauwerke sind nachzuweisen!

Wir weisen auf die Erfordernis einer Objekt- und Tragwerksplanung für den Verbau gemäß VOB/C hin.

Hierbei sind insbesondere folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Im Einflussbereich von bestehenden Bauwerken und Verkehrsflächen ist ein verformungsarmer, statisch nachgewiesener Verbau auszuführen. Der Verbau ist entsprechend Empfindlichkeit, Zustand und Entfernung von den benachbarten baulichen Anlagen für einen erhöhten aktiven Erddruck bzw. für den Erdruhedruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden.
- Die Standsicherheit des Verbaus muss in jedem Bauzustand bis zum Erreichen der endgültigen Baugrubensohle und des Rückbaus bis zur vollständigen Verfüllung des Arbeitsraumes sichergestellt sein.
- Der Verbau muss für die höchsten zu erwartenden Belastungen in ungünstigster Stellung bemessen sein. Hierbei sind insbesondere Verkehrsbelastungen angrenzender Verkehrsflächen zu berücksichtigen sowie zusätzliche Belastungen durch Baustellenfahrzeuge, Bagger, Hebezeuge, Lagerstoffe und dergleichen.
- Alle Teile des Verbaus müssen während der Bauausführung regelmäßig überprüft, nötigenfalls instandgesetzt und verstärkt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regenfällen, bei einsetzendem Tauwetter sowie bei wesentlichen Änderungen der Belastung.

Das Einbringen von Spundbohlen und Kanaldielen erfolgt in der Regel durch Einschlagen (Rammen). Die im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden der Schichtglieder SG II und SG III stellen dem Bohlenvortrieb weitestgehend nur geringe bis mittlere Eindringwiderstände entgegen. Ab einer Tiefe von ca. 1,50 m – 2,50 m u. GOK ist basierend auf dem Ergebnis der schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4 von einem mittleren bis hohen Eindringwiderstand auszugehen.

Wir empfehlen, eine Bemessung der Wasserhaltung für die Baugrube durchzuführen.

Innerhalb des wasserdichten Verbaus ist zusickerndes Grundwasser zusammen mit oberflächlich zufließendem Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe) während der gesamten Bauzeit aus der Baugrube abzuleiten.

Die Wasserhaltung ist in Abhängigkeit vom Wasserzustrom dauerhaft (auch an Sonn- und Feiertagen) zu betreiben. Die Dauer der Wasserhaltungsarbeiten ist auf ein Minimum zu reduzieren.

Grundsätzlich sind Wasserhaltungsmaßnahmen genehmigungspflichtig.

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.

5.3 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Die beim Aushub hauptsächlich anfallenden Lockergesteinsböden der Bodengruppe 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.

Die beim Aushub bereichsweise anfallenden Lockergesteinsböden der Bodengruppen [GU*], [SU*], SU*, TL und TM sind stark wasserempfindlich und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs (steif-halbfeste Konsistenz, $I_c \approx 1$) verdichtbar.

Bindige Böden von breiig-weicher bis weicher Konsistenz sowie aufgeweichte, nicht bindige 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).

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

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

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

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Etwaige Einschränkungen der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden durch eine orientierende Deklarationsanalytik (chemische Schadstoffuntersuchung nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 (Feststoff und Eluat)) bestimmt (siehe Kapitel 9 und 10).

5.4 Langzeitböschungen ohne zusätzliche Lasteinwirkung

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

Grobkörnige Böden:

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

Gemischtkörnige Böden:

schluffig-tonige Böden (GU): 1 : 1,5

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

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

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

Die Böschungen sind durch Ausrundung ihrer Übergangsbereiche gut in das Gelände einzupassen. Neben dem gestalterischen Element wirken ausgerundete Übergänge der Erosion und den Spreizspannungen im Böschungsfußbereich entgegen.
Zum Schutz vor Erosion durch Witterungseinflüsse sind Langzeitböschungen umgehend zu begrünen.

Der Abstand eines Gebäudes von der Böschungskante muss so groß sein, dass die Böschung keine Belastung durch das Gebäude erfährt. Bei einer Böschungshöhe von z. B. ca. 1,00 m wäre das je nach Böschungsmaterial ein Abstand von ca. 1,60 m bis ca. 2,40 m.

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

5.5 Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

5.6 Verbesserung der anstehenden Böden

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

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

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

- ▶ Abtragen der anstehenden Böden:
bis ca. 0,40 m unter UK Fundament im Bereich der Fundamente und
bis ca. 0,30 m unter UK Platte
- ▶ Intensives Nachverdichten des freigelegten Arbeitsplanums mit geeignetem Verdichtungsgerät (statisch)
- ▶ Vermischen des Aushubmaterials mit Kalk-Zement-Mischbindern oder Zement
- ▶ Lagenweise verdichteter Wiedereinbau des verbesserten Aushubmaterials

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

Orientierend kann basierend auf Erfahrungswerten an vergleichbaren Böden von einer erforderlichen Zugabemenge in der Größenordnung von **ca. 2 - 5 M.-%** ausgegangen werden.

Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind jedoch im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen!

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

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

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

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

6 Hinweise zur Bauwerksabdichtung

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

Zur Festlegung der Abdichtungsbauarten ist die Wassereinwirkungsklasse **W 2.1-E** „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe“ anzunehmen.

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.

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

7 Versickerungseignung der anstehenden Böden

7.1 Allgemeines

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der *Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers* und der *Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung)*. Die andere besteht aus Bodeneigenschaften wie dem Zusammenhang zwischen *Wasserspannung* einerseits, *Wasserleitfähigkeit* und *Wassergehalt* andererseits und dazu dem *Infiltrationsvermögen*. Das Infiltrationsvermögen eines Bodens hängt überwiegend von der Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte der aufbauenden Lockergesteine ab und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert k_f ausgedrückt. Des Weiteren spielen die *Tiefe der Grundwasseroberfläche* und die *Topographie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen (Flächenversickerung 2×10^{-5} m/s). Sind die k_f -Werte kleiner als 1×10^{-6} m/s, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen. Eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung ist dann nicht von vornherein gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

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

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

Weiterhin ist nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 hinsichtlich des Abstandes von Versickerungsanlagen zu Gebäuden folgendes zu beachten: Bei Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung sollten Versickerungsanlagen grundsätzlich nicht in Verfüllbereichen in Gebäudenähe, z. B. Baugruben, angeordnet werden. Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt die Kriterien für den Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden:

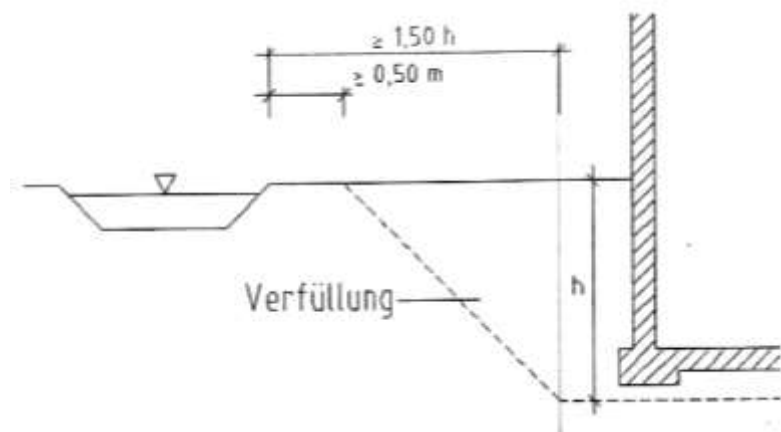


Abb. 3: Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung

7.2 Ermittlung des kf-Wertes im Feld

Zur Beurteilung der Versickerungseignung der anstehenden Sande wurden in den relevanten Versickerungsbereichen -2- Kleinrammbohrungen RB 9 und RB 10 (DN 80/60) abgeteuft. Aufgrund der nicht mehr bzw. schwer rambbaren anstehenden Sande wurden die Bohrungen RB 9 und RB 10 in Tiefen von jeweils 1,20 m uAP verfahrensbedingt ausgerammt (Bohrgutverlust in einer Tiefe von 2,00 m uAP).

Zur Durchlässigkeitsbestimmung der anstehenden Böden wurden -2- Absenkversuche / Auffüllversuche VS 1 und VS 2 im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) bei RB 9 und RB 10 ausgeführt. Aufgrund der sehr hohen Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurde die Durchführung der Versuche vorzeitig abgebrochen; die Absenkgeschwindigkeit war so hoch, dass eine Protokollführung nicht möglich war.

Zur näherungsweisen Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurden daher an zwei Bodenproben aus den Bohrungen RB 2 und RB 5 die Korngrößenverteilungen mittels kombinierter Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123 bestimmt (s. Kapitel 7.3).

Die bei den Bohrungen RB 9 und RB 10 bis in einer Tiefe von jeweils 1,20 m überwiegend anstehenden schwach schluffigen Mittel- bis Grobsande der Bodengruppe SU nach DIN 18196 sind aufgrund der hohen Absenkungsgeschwindigkeit bei der Durchführung der Absenkversuche als „**durchlässig**“ zu klassifizieren. Es ist davon auszugehen, dass die Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Sande der Bodengruppe SU ggf. in der Größenordnung von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s anzusetzen ist. Die anstehenden nicht bindigen Sande sind daher nach DWA-A 138 als **geeignet für Versickerungszwecke** zu beurteilen.

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

Die Bestimmung der k_f -Werte erfolgte näherungsweise anhand der Kornverteilung über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLET/PAQUANT. Zur näherungsweise Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der im relevanten Versickerungsbereichen anstehenden Böden wurden daher an zwei Bodenproben die Korngrößenverteilungen mittels kombinierter Sieb-/Schlamm-Analyse nach DIN 18123 bestimmt (s. Anlage 3.1 und 3.2).

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

Tabelle 7: Gültigkeitsgrenzen

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

Tabelle 8: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung

| Proben-Nr. | Entnahmetiefe [m uGOK] | Berechnungs- methode | k_f - Wert [m/s] | Bemessungs- k_f ¹⁾ [m/s] | Bodengruppe (DIN 18196) |
|-------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--|----------------------------|
| RB 2 / P 10 | 3,20 – 3,60 | MALLET/PAQUANT | $9,5 \cdot 10^{-6}$ | $1,9 \cdot 10^{-6}$ | SU* |
| RB 5 / P 6 | 2,00 – 2,90 | MALLET/PAQUANT | $2,2 \cdot 10^{-5}$ | $4,4 \cdot 10^{-6}$ | SU* |

¹⁾ Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über eine Sieblinienauswertung ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 jedoch noch ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit des empirischen Bestimmungsverfahrens über die Korngrößenverteilung Rechnung zu tragen.

Die untersuchten anstehenden schluffigen, teils tonigen Sande der Bodengruppe SU* nach DIN 18196 sind auf Grundlage der Bestimmung der Durchlässigkeit durch Sieblinienauswertung nach BEYER bzw. MALLET/PAQUANT nach DIN 18130 als „**schwach durchlässig bis durchlässig**“ zu klassifizieren.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen, die anstehenden Böden sind demnach nach DWA-A 138 für **Versickerungszwecke als noch geeignet** zu beurteilen.

Es ist davon auszugehen, dass die Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Schluffe der Bodengruppen TL und TM ggf. in der Größenordnung von $k_f \leq 10^{-6}$ m/s anzusetzen ist. Die anstehenden bindigen Böden sind daher nach DWA-A 138 als **ungeeignet für Versickerungszwecke** zu beurteilen.

8 Historische Recherche

8.1 Standort und zukünftige Nutzung

Das Grundstück, das mit -6- Tennisplätzen bebaut ist, liegt im Westen der Gemeinde Bubenreuth (ca. 4 km nördliche des Zentrums von Erlangen). Die Gemeinde liegt im Landkreis Erlangen-Höchstadt und unterliegt dem Regierungsbezirk Mittelfranken im Bundesland Bayern [9].

In Abbildung 4 ist die betroffene Fläche farblich markiert.



Abb. 4: Luftbild der Untersuchungsfläche. Relevante Fläche ist farblich markiert (Quelle verändert nach: [9])

Westlich wird das Grundstück durch die Bahnlinie der Deutschen Bahn und nördlich durch die Frankenstraße begrenzt. Im Osten schließen die Gärten der bestehenden Wohnbebauung an. Im Süden befindet sich die Sporthalle des Sportvereins. In westlicher Richtung liegt in ca. 220 m Entfernung der nächstgelegene Vorfluter, die Regnitz. Da sich das Überschwemmungsgebiet der Regnitz überwiegend in westlicher Richtung erstreckt, liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb des festgelegten Gefahrenbereiches. Die Gesamtgrundstücksgröße beträgt 5287 m². Die mittlere Höhe der Fläche beträgt 273 m ü. NN.

Zukünftig ist ein Geschosswohnungsbau mit 36 Wohneinheiten und Tiefgarage sowie mit den entsprechenden Flächen zur Ver- und Entsorgung (Stellplätze, Garagen, Technikzentrale, Abfallsammelplätze usw.) geplant.

8.2 Historische Nutzung

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

Die Auswertung der historischen Karten aus den Jahren zwischen 1856 und 1961 [9] zeigen, dass das Untersuchungsgebiet unbebaut war und landwirtschaftlich genutzt wurde (siehe Abbildung 5, 6, 7 und 8). Erst auf der topographischen Karte von 1983 (Abbildung 9) sind die Tennisplätze kartiert.



Abb. 5: Ausschnitt aus der hist. Karte von 1856. Untersuchungsfläche rot markiert [9]



Abb. 6: Ausschnitt aus der hist. Karte von 1908. Untersuchungsfläche rot markiert [9]

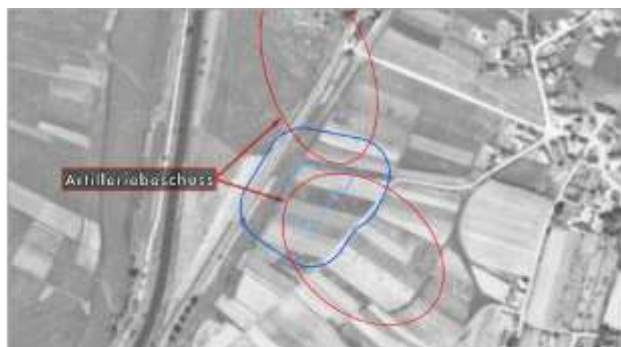


Abb. 7: Ausschnitt eines Luftbildes vom 29.05.1945. [16]



Abb. 8: Ausschnitt aus der hist. Karte von 1961. Untersuchungsfläche rot markiert [9]



Abb. 9: Ausschnitt aus der hist. Karte von 1983. Untersuchungsfläche rot markiert [9]

Laut Chronik des Sportverbandes Bubenreuth [14] wurden die ersten Tennisplätze bereits 1967/1968 errichtet. 1972 folgten -3- weitere Allwetterplätze.

Eine erhöhte Altlastenrelevanz kann durch die Verwendung der sog. „Marsberger Kupferschlacke“ oder auch Kieselrot oder Kieselrotasche genannt, entstehen. Das Kieselrot fiel während des Röstreduktionsverfahrens zur Kupfergewinnung an. Anfang der 1990 wurde bekannt, dass Schlacke erhöhte Schadstoffkonzentrationen an Dioxinen aufweist, wobei die hochchlorierten Dibenzofurane dominieren.

Auch die Tennisplätze in Bubenreuth wurden mit einem Deckschichtbelag aus rotem Sand (Tennenbelag) versehen. Je nach Nutzung wurde neuer Belag aufgetragen und der alte damit überdeckt. Ob es sich dabei auch um dioxinhaltiges Kieselrot handelte, ist unbekannt.

Sonstige Hinweise auf schädliche Bodenveränderungen liegen laut Auftraggeber nicht vor.

Tabelle 9: Objektdaten

| | |
|---|---|
| Gemeinde / Landkreis / Regierungsbezirk / Bundesland: | Bubenreuth / Erlangen-Höchstädt/ Mittelfranken / Bayern |
| Straße: | Frankenstraße |
| Fl.-Nr.: | unbekannt |
| Größe: | 5287 |
| Höhe: | 273 m ü NN |
| Geologie: | Quartär (Pleistozän), Flussschotter, Kies, wechselnd sandig und steinig |
| Ehem. Nutzung: | landwirtschaftliche Nutzung |
| Aktuelle Nutzung: | Tennisplatz |
| Zukünftige Nutzung: | Geschosswohnungsbau |
| Umfeld: | Wohnbebauung, Gewerbe, Sporthalle |
| Naturschutzgebiete: | Keine betroffen |
| vermutete Schadstoffe: | Dioxine |
| Gefährdete Schutzgüter: | Mensch, Grundwasser, Boden |

8.3 Kampfmittelvorerkundung

Der Bericht der Kampfmittelvorerkundung der Luftbild Datenbank (Stufe 1 und Stufe 2) liegt dem Gutachter vor [16].

Demnach konnte im Projektgebiet eine potentielle Kampfmittelbelastung ermittelt werden. Es muss mit blindgegangenen Geschützgranaten gerechnet werden. Gemäß Arbeitshilfen Kampfmittelräumung besteht weiterer Erkundungsbedarf. Das Plangebiet stand im 2. Weltkrieg unter Artilleriebeschuss, und auf den historischen Luftbildern konnten Granateneinschläge identifiziert werden.

Daher wurden die Bohrpunkte zunächst durch eine Fachfirma für die Kampfmittelbeseitigung freigeschrieben.

8.4 Untersuchungsprogramm für das Bauvorhaben DRH - 1919

Auf Grundlage der in den Kapiteln 8.1 und 8.2 beschriebenen Voruntersuchungen wurde folgendes Untersuchungsprogramm für das Bauvorhaben der DRH vorgeschlagen:

Das Bohrprogramm umfasst -6- Bohrungen und -4- Sondierungen im Bereich des Geschosswohnungsbaus. Auf Grundlage der geplanten Tiefe der Tiefgarage werden 8 m als Zieltiefe angesetzt. Im Westen des Grundstückes sind -2- weitere Bohrungen bis in eine Zieltiefe von 2 m angesetzt, bei denen je ein Open-End-Versuch durchgeführt werden soll.

Sollten die Aufschlüsse der Bohrungen einen sehr heterogenen Untergrund zeigen, sind -2- Rammkernsondierungen im Osten der Fläche, im Bereich der Außenflächen, vorgesehen.

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

Die entnommenen Bodenproben werden zu sinnvollen Mischproben vereint und auf die Parameter nach LAGA (1997) Tabelle II 1.2-2/3 mit den ergänzenden Parametern nach BBodSchV analysiert. Aufgrund einer potenziellen Belastung des Kieselrots wird eine Mischprobe erstellt und sowohl auf den Parameterumfang nach LAGA also auch auf die Parameter Dioxine untersucht.

Es erfolgt die abfallrechtliche Einstufung nach den bundeslandspezifischen Werten. Bei der Verwertung von Bodenmaterial sind in Bayern die Zuordnungswerte nach LAGA 1997 heranzuziehen. Zur Beurteilung der Zulässigkeit der Wohnnutzung werden die Beurteilungswerte der BBodSchV herangezogen.

Das Untersuchungskonzept ist mit dem Auftraggeber abgestimmt.

9 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung der aufgeschlossenen Böden wurden **-4-** Mischproben MP 3 bis MP 6 der aufgeschlossenen Auffüllungen bzw. der natürlich anstehenden Böden erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung nach LAGA² (1997) Tab.II.1.2-2/3 (Feststoff und Eluat) mit den ergänzenden Parametern nach BBodSchV Tab. 1.4 (Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete) für die Mischproben MP 3 und MP 4 übergeben.

Der Prüfbericht Nr. 4191793 vom 26.02.2019 ist als Anlage 5 beigelegt.

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

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Boden Mischproben MP 3 bis MP 6

| Beschreibung | MP 3 | MP 5 | MP 4 | MP 6 |
|---------------------------------|--|---|--|---|
| Probenart | Boden, aufgefüllt: ±schluffige Sande und Kiese, z.T. mit Fremd- bestandteilen < 10 Vol.-% | Boden: ±schluffige Sande und Schluffe | Boden, aufgefüllt: ±schluffige Sande und Kiese, z.T. mit Fremd- bestandteilen < 10 Vol.-% | Boden: ±schluffige Sande und Schluffe |
| Entnahme durch | Fritzsche / Stanca (ICP) | | | |
| Entnahmedatum | 30.01.2019 – 01.02.2019 | | | |
| Verdachtsfläche (s. Kap. 10) | VF 1: GWB A | | VF 2: GWB B | |
| Entnahmestelle | RB 1 / P 2 RB 2 / P 2 RB 3 / P 2 – P 3 | RB 1 / P 3 – P 5 RB 2 / P 3 – P 10 RB 3 / P 4 – P 8 | RB 5 / P 3 RB 6 / P 3 RB 7 / P 2 – P 4 RB 8 / P 2 | RB 5 / P 4 – P 8 RB 6 / P 4 – P 8 RB 7 / P 5 – P 10 RB 8 / P 4 – P 7 |
| Entnahmetiefe | von 0,05 m – 0,08 m bis 0,15 m – 0,70 m u AP | von 0,15 m – 0,70 m bis 3,00 m – 3,60 m u AP | von 0,04 m – 0,25 m bis 0,15 m – 0,60 m u AP | von 0,20 m – 0,60 m bis 2,00 m – 4,00 m u AP |
| Befund | -- | -- | -- | -- |
| Beurteilung | | | | |
| AVV | 17 05 04 | 17 05 04 | 17 05 04 | 17 05 04 |
| nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 | Z0 | Z0 | Z0 | Z0 |

² Mitteilungen der Ländergemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln: 1997

Mischprobe 3

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 0,70 m repräsentierenden Mischprobe MP 3 der aufgefüllten Böden im Bereich des geplanten Geschosswohnungsbaus A (Verdachtsfläche VF 1) wurden alle Zuordnungswerte der Zuordnungsklasse **Z0** nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 eingehalten. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

Mischprobe 4

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 0,60 m repräsentierenden Mischprobe MP 4 der aufgefüllten Böden im Bereich des geplanten Geschosswohnungsbaus B (Verdachtsfläche VF 2) wurden alle Zuordnungswerte der Zuordnungsklasse **Z0** nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 eingehalten. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

Mischprobe 5

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 3,60 m repräsentierenden Mischprobe MP 5 der aufgeschlossenen Böden im Bereich des geplanten Geschosswohnungsbaus A (Verdachtsfläche VF 1) wurden alle Zuordnungswerte der Zuordnungsklasse **Z0** nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 eingehalten. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

Mischprobe 6

Bei der den Aushub bis in eine Tiefe von ca. 4,00 m repräsentierenden Mischprobe MP 6 der aufgeschlossenen Böden im Bereich des geplanten Geschosswohnungsbaus B (Verdachtsfläche VF 2) wurden alle Zuordnungswerte der Zuordnungsklasse **Z0** nach LAGA (1997) Tab.II.1.2-2/3 eingehalten. Die Charge kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 als nicht gefährlicher Abfall entsorgt werden.

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

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

10 Chemoanalytische Untersuchungen nach BBodSchV

10.1 Untersuchungskonzept und Untersuchungsumfang

Auf Grundlage der historischen Recherche, der aktuellen Nutzung und der geplanten Bebauung, wurden -3- Verdachtsflächen **VF 1**, **VF 2** und **VF 3** festgelegt (Abbildung 10):

- VF 1 – Geschosswohnungsbau, A (blau)
- VF 2 – Geschosswohnungsbau, B (violett)
- VF 3 – Verkehrsflächen (gelb), bleibt umwelttechnisch unberücksichtigt



Abb. 10: Aufteilung der Untersuchungsfläche in die Verdachtsflächen VF 1 (blau), VF 2 (violett) und VF 3 (gelb)

Zur orientierenden Untersuchung der -3- Verdachtsflächen wurden zwischen dem 30.01.2019 bis 1.02.2019 im Rahmen einer umwelttechnischen und bautechnischen Erkundung -10- Kleinrammbohrungen **RB 1** bis **RB 10** nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft.

Die Auswahl der Lage der Bohrungen RB 1 bis RB 4 wurde auf Grundlage der zukünftigen Bebauung und den aktuellen örtlichen Gegebenheiten getroffen. Da die Tennisplätze zurzeit noch genutzt werden, wurden zur Vermeidung von Schäden, nach Rücksprache mit dem Tennisverein und dem Auftraggeber, keine Bohrungen im eigentlichen Spielfeld abgeteuft.

Die Bohrungen RB 9 und RB 10 liegen im Bereich der geplanten Verkehrsflächen (VF 3) und wurden für die Durchführung von Versickerungsversuchen abgeteuft (Kapitel 7). Der Verdachtsbereich VF 3 bleibt bei den umwelttechnischen Untersuchungen unberücksichtigt, weshalb keine Proben dieser Bohrungen analysiert wurden.

Auf Grundlage der historischen Recherche, dem unspezifischen Schadstoffverdacht im Untergrund und der weitestgehend organoleptischen Unauffälligkeit der entnommenen Proben, wurden in Absprache mit dem Auftraggeber Einzelproben aus Tiefen zwischen 0,00 m und max. 4,00 m uGOK zu **-4-** Mischproben **MP 3** bis **MP 6** zusammengeführt und gem. der Parameter nach **LAGA (1997)** Tabelle II 1.2-2/3 mit den Ergänzungsparameter nach **BBodSchV** Tabelle 1.4 (MP 3 und MP 4) chemoanalytisch untersucht. MP 3 sowie MP 4 setzen sich aus den Auffüllungen und MP 5 sowie MP 6 aus dem gewachsenen Boden der Untersuchungsflächen zusammen (siehe Tabelle 11).

Zusätzlich wurde eine Mischprobe des an der Oberfläche liegenden roten Sandes (**MP 1**) erstellt und auf die spezifischen Schadstoffe Dioxine (PCDD/PCDF) untersucht. Da das Material voraussichtlich entsorgt werden soll, wurde es ebenso auf die Parameter der **LAGA (1997)** Tabelle II 1.2-2/3 analysiert.

Polychlorierten Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und polychlorierten Dibenzofurane (PCDF) entstehen bei der unvollständigen Verbrennung (Benzin, Diesel, Holz und Abfall im Temperaturbereich zwischen 300 und 600°C) und der Pyrolyse chlor- und bromorganischer Stoffe oder anorganischer Chloride oder Bromide in Kombination mit organischem Material (De-Novo-Synthese bei Verbrennungsprozessen), z.B. durch Abbrand von PVC. Des Weiteren sind sie unerwünschte Nebenprodukte zahlreicher industrieller Prozesse (z.B. Herstellung von chlorierten Chemikalien). Die PHDD/F sind in der Regel stark adsorptiv an Ruß- bzw. Brandrückständen gebunden, weshalb die Resorption sehr klein sein dürfte. Jedoch besteht die Gefahr der Auswaschung ins Grund- und oder benachbarte Fließgewässer.

Die toxikologische Bewertung der Substanzgruppe der PCDD und PCDF, die zusammen eine Verbindungsklasse von 210 Einzelverbindungen (75 PCDD und 135 PCDF) bilden, findet üblicherweise unter Zuhilfenahme einer begrenzten Anzahl von PCDD/PCDF-Kongeneren statt. In den 80er Jahren wurden dafür von mehreren Institutionen bzw. Forschergruppen (z.B. WHO, NATO/CCMS) verschiedene Bewertungsmodelle entwickelt. Allen Modellen ist gleich, dass einer ausgewählten Kongenerenzahl sog. Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEFs) zugeordnet werden, die eine dem 2,3,7,8-TCDD (Seveso-Dioxin) äquivalente Belastung ausdrücken sollen. Die gemessenen Konzentrationen dieser Kongenere werden jeweils mit einem kongenerenspezifischen Äquivalenzfaktor multipliziert und dann aus den errechneten Kongenerprodukten ein Summenwert gebildet, das sogenannte Toxizitätsäquivalent (TEQ). Allen Bewertungsmodellen ist gemeinsam, dass den Kongeneren mit Chlorsubstitution in den Positionen 2,3,7 und 8 TEFs zugeordnet wurden. Diese Kongenere sind am stärksten toxisch und persistent und akkumulieren in der Nahrungskette. Insgesamt sind dies sieben Verbindungen bei den polychlorierten Dibenzodioxinen und zehn Verbindungen bei den polychlorierten Dibenzofuranen.

Im Jahr 1990 wurden die TEFs der NATO/CCMS Methode, die sog. internationalen toxischen Äquivalenzfaktoren (I-TEFs), erstmals für die 17 toxischen PCDD/PCDF-Kongenere in ein deutsches Regelwerk übernommen.

Bei den Sondierpunkten RB 5, RB 6 und RB 8 wurde in einer Tiefe zwischen 0,05 m uGOK und 0,25 m uGOK eine Schicht mit einem hohen Anteil an Schlacke aufgeschlossen. Da diese Schicht im Verdacht stand, eine erhöhte PAK-Belastung aufzuweisen, wurde eine Mischprobe (**MP 2**) erstellt und auf die spezifischen Verdachtsparameter PAK nach EPA analysiert.

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

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

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

Tabelle 11: Untersuchungs- und Analyseumfang

| Fläche | Bereich | Mischprobe | Bohrung | Proben | Tiefe [m uGok] | Entnahmebereich | Analytik |
|-------------|---------------------------|------------|-------------|-------------|-----------------|----------------------------|---|
| VF 1 + VF 2 | Geschosswohnungsbau A + B | MP 1 | RB 1 – RB 8 | P1 | Ca. 0,00 – 0,05 | Auffüllungen (Tennenbelag) | LAGA (1997) Tab. II 1.2-2/3 und Dioxine |
| VF 1 | Geschosswohnungsbau A | MP 3 | RB 1 | P2 | 0,06 – 0,70 | Auffüllungen | LAGA (1997) Tab. II 1.2-2/3 durch Parameter nach BBodSchV gem. Tab. 1.4 ergänzt |
| | | | RB 2 | P2 | 0,05 – 0,15 | | |
| | | | RB 3 | P2 | 0,05 – 0,10 | | |
| | | | | P3 | 0,10 – 0,40 | | |
| | | MP 5 | RB 1 | P3 | 0,70 – 1,50 | Gew. Untergrund | LAGA (1997) Tab. II 1.2-2/3 |
| | | | | P4 | 1,50 – 2,20 | | |
| | | | | P5 | 2,20 – 3,00 | | |
| | | | RB 2 | P3 | 0,15 – 0,50 | | |
| | | | | P4 | 0,50 – 0,90 | | |
| | | | | P5 | 0,90 – 1,60 | | |
| | | | | P6 | 1,60 – 2,00 | | |
| | | | | P7 | 2,00 – 2,70 | | |
| | | | | P8 | 2,70 – 2,80 | | |
| | | | | P9 | 2,80 – 3,20 | | |
| | | RB 3 | P10 | 3,20 – 3,60 | | | |
| | | | P4 | 0,40 – 1,00 | | | |
| | | | P5 | 1,00 – 2,00 | | | |
| | | | P6 | 2,00 – 2,90 | | | |
| P7 | 2,90 – 3,40 | | | | | | |
| P8 | 3,40 – 3,60 | | | | | | |
| VF 2 | Geschosswohnungsbau B | MP 4 | RB 5 | P3 | 0,20 – 0,50 | Auffüllungen | LAGA (1997) Tab. II 1.2-2/3 durch Parameter nach BBodSchV gem. Tab. 1.4 ergänzt |
| | | | RB 6 | P3 | 0,25 – 0,50 | | |
| | | | RB 7 | P2 | 0,04 – 0,15 | | |
| | | | | P3 | 0,15 – 0,40 | | |
| | | | | P4 | 0,40 – 0,60 | | |
| | | RB 8 | P2 | 0,07 – 0,15 | | | |
| | | MP 6 | RB 5 | P4 | 0,50 – 1,00 | Gew. Untergrund | LAGA (1997) Tab. II 1.2-2/3 |
| | | | | P5 | 1,00 – 2,00 | | |
| | | | | P6 | 2,00 -2,90 | | |
| | | | | P7 | 2,90 – 3,50 | | |
| P8 | 3,50 – 4,00 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|-------------|----------------------------|--------------|-------------|--|--|
| | | | RB 6 | P4 | 0,50 – 1,00 | Auffüllungen (Schlacke) | PAK nach EPA | | | |
| | | | | P5 | 1,00 – 2,00 | | | | | |
| | | | | P6 | 2,00 – 3,00 | | | | | |
| | | | | P7 | 3,00 – 3,40 | | | | | |
| | | | | P8 | 3,40 – 4,00 | | | | | |
| | | | RB 7 | P5 | 0,60 – 1,00 | | | | | |
| | | | | P6 | 1,00 – 2,00 | | | | | |
| | | | | P7 | 2,00 – 2,90 | | | | | |
| | | | | P8 | 2,90 – 3,00 | | | | | |
| | | | | P9 | 3,00 – 3,60 | | | | | |
| | | | RB 8 | P10 | 3,60 – 3,80 | | | | | |
| | | | | P4 | 0,20 – 0,50 | | | | | |
| | | | | P5 | 0,50 – 1,00 | | | | | |
| | | | | P6 | 1,00 – 1,50 | | | | | |
| | | | MP 2 | RB 8 | P7 | | | 1,50 – 2,00 | | |
| | | RB 5 | | | P2 | | | 0,06 – 0,20 | | |
| | | RB 6 | | | P2 | | | 0,07 – 0,25 | | |
| | | | | RB 8 | P3 | | | 0,15 – 0,20 | | |

Das an die vor-Ort-Gegebenheiten angepasste Untersuchungsprogramm umfasst in Anlehnung an Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) [7], Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 1999) [8]:

- Herstellen von -10- Kleinrammbohrungen in den Verdachtsflächen VF 1 bis VF 3.
- Sensorische Ansprache und Beurteilung des Bohrgutes nach DIN 18196 und DIN 4022; Aufnahme von organoleptischen Auffälligkeiten
- Entnahme von Einzelproben
- Erstellung von -4- Mischproben zur chemoanalytischen Untersuchung auf die Parameter nach LAGA-Boden (1997) (Tabelle. II 1.2-2/3) mit den Ergänzungsparametern nach BBodSchV (Tabelle 1.4)
- Herstellung -1- Mischprobe des roten Sandes und Analyse dieser auf die Parameter nach LAGA-Boden (1997) (Tabelle. II 1.2-2/3) und Dioxine
- Analyse -1- Mischprobe auf PAK nach EPA
- Erstellung von Rückstellproben
- Die Rückstellproben werden für -3- Monate aufbewahrt.

Die Bohrprofile wurden geotechnisch erfasst und umwelttechnisch aufgenommen.

10.2 Ergebnisse

In den Tabellen 12 bis 15 sind die Ergebnisse der chemoanalytischen Untersuchungen dargestellt und anhand der beurteilungsrelevanten Prüfwerte nach BBodSchV und ergänzend mit den länderspezifischen Hilfwerten (Wirkungspfad Boden – Grundwasser, Sickerwasserprognose) beurteilt.

Organoleptisch waren keine besonderen Auffälligkeiten in den Einzelproben bzw. Mischproben feststellbar. Eine Ausnahme stellen die Proben RB 5 P2, RB 6 P2 und RB 8 P3 dar. In ihnen wurden erhöhte Schlackeanteile festgestellt.

Die Ergebnisse aller Proben bestätigen die unauffälligen sensorischen Befunde:

In der Mischprobe **MP 1** (Tabelle 12) wurden keine relevanten Schadstoffgehalte ermittelt. Die analysierte Konzentration an Dioxinen ist ebenfalls sehr gering. Die Schadstoffgehalte aller analysierten Parameter unterschreiten die Prüfwerte/Maßnahmewerte (nach BBodSchV), Hilfwerte/Vorsorgewerte (LfW Merkblatt Nr. 3.8/1) und oder liegen sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Die Mischproben **MP 3** und **MP 5** (Tabelle 13) zeigen keine relevanten Schadstoffkonzentrationen. Die Gehalte der meisten Parameter liegen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Die Prüfwerte bzw. Hilfwerte (nach BbodSchV, LfW Merkblatt Nr. 3.8/1) bleiben für alle analysierten Parameter deutlich unterschritten.

Die Analyseergebnisse der Mischproben **MP 4** und **MP 6** (Tabelle 14) zeigen keine relevanten Schadstoffgehalte. Auch in diesen Proben liegen die Konzentrationen der meisten Parameter unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze und die Prüfwerte bzw. Hilfwerte (nach BbodSchV, LfW Merkblatt Nr. 3.8/1) werden eindeutig unterschritten.

Die Summe der PAK nach EPA ist in der Mischprobe **MP 2** (Tabelle 15) nicht berechenbar, da die Gehalte der Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Die aufgeschlossene Schlacke ist demnach nicht teerhaltig.

Tabelle 12: Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse des roten Sandes der Verdachtsflächen VF 1 und VF 2

| Probenbezeichnung: | | | MP 1 | Beurteilungswerte | | |
|---------------------------------|----------|--------|-------------|--|--|--|
| Verdachtsfläche: | | | VF 1 + VF 2 | | | |
| Tiefe [m uGOK] | | | 0,00 – 0,05 | BBodSchV Boden- Mensch Wohn- gebiete | Hilfswert 1 LfW Merkblatt Nr. 3.8/1 | Hilfswert 2 LfW Merkblatt Nr. 3.8/1 |
| Dimension | BG | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 0,1 | 78,7 | | | |
| Cyanide ges. | mg/kg TR | 0,1 | < 0,1 | 50 | 50 | -- |
| Arsen | mg/kg TR | 2 | 7 | 50 | 10 | 50 |
| Blei | mg/kg TR | 2 | 12 | 400 | 100 | 500 |
| Cadmium | mg/kg TR | 0,2 | < 0,2 | 20 | 10 | 50 |
| Chrom | mg/kg TR | 1 | 28 | 400 | 50 | 1000 |
| Nickel | mg/kg TR | 1 | 14 | 140 | 100 | 500 |
| Quecksilber | mg/kg TR | 0,1 | < 0,1 | 20 | 2 | 10 |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | 10 | 38 | -- | 100 | 1000 |
| LHKW | mg/kg TR | -- | n.b. | -- | 1 | -- |
| BTEX | mg/kg TR | -- | 0,07 | | 10 | 100 |
| PAK nach EPA (1-16) | mg/kg TR | -- | n.b. | -- | 5 | 25 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TR | 0,05 | < 0,05 | 4 | -- | -- |
| Aldrin | mg/kg TR | 0,005 | / | 4 | -- | -- |
| DDT | mg/kg TR | 0,005 | / | 80 | -- | -- |
| Hexchlorbenzol | mg/kg TR | 0,005 | / | 8 | -- | -- |
| Pentachlorphenol | mg/kg TR | 0,01 | / | 100 | -- | -- |
| PCB 6 | mg/kg TR | -- | n.b. | 0,8 | 1 | 10 |
| I-TE NATO (PCDD+PCDF) | ng/kg | 0,298 | 20,1 | 1000 ¹ | 1000 ² | |
| Eluat | | | | BBodSchV Boden-Grundwasser | | |
| pH-Wert | [-] | -- | 8,9 | -- | | |
| Elektr. Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 1 | 154 | -- | | |
| Cyanide, ges. | mg/l | 0,005 | < 0,005 | 0,01 | | |
| Phenol-Index, ges. | mg/l | 0,01 | < 0,01 | 0,02 | | |
| Arsen | mg/l | 0,005 | < 0,005 | 0,01 | | |
| Blei | mg/l | 0,005 | < 0,005 | 0,25 | | |
| Cadmium | mg/l | 0,001 | < 0,001 | 0,005 | | |
| Chrom | mg/l | 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Kupfer | mg/l | 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Nickel | mg/l | 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Quecksilber | mg/l | 0,0002 | < 0,0002 | 0,001 | | |
| Zink | mg/l | 0,01 | < 0,01 | 0,5 | | |

> BBodSchV Wohnbebauung

> Hilfswert 1

¹ Maßnahmewert

> BBodSchV Grundwasser

> Hilfswert 1

² Vorsorgewert Grundwasser, Ersatz für Merkblatt Nr. 3.6/3 (LfU Stand 04/2018)

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

/: nicht analysiert

Tabelle 13: Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse der Bodenproben der Verdachtsfläche VF 1

| Probenbezeichnung: | | | MP 3 | MP 5 | Beurteilungswerte | | |
|--------------------------------|----------------|--------|---------------|-------------|--|--|--|
| Verdachtsfläche | | | VF 1 | | BBodSchV Boden- Mensch Wohn- gebiete | Hilfswert 1 Lfw Merkblatt Nr. 3.8/1 | Hilfswert 2 Lfw Merkblatt Nr. 3.8/1 |
| Tiefe [m uGOK] | | | 0,05 – 0,70 | 0,15 – 3,60 | | | |
| | Dimensi- on | BG | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 0,1 | 95,6 | 90,6 | | | |
| Cyanide ges. | mg/kg TR | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 50 | 50 | -- |
| Arsen | mg/kg TR | 2 | < 2 | < 2 | 50 | 10 | 50 |
| Blei | mg/kg TR | 2 | 2 | 2 | 400 | 100 | 500 |
| Cadmium | mg/kg TR | 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | 20 | 10 | 50 |
| Chrom | mg/kg TR | 1 | 7 | 5 | 400 | 50 | 1000 |
| Nickel | mg/kg TR | 1 | 7 | < 3 | 140 | 100 | 500 |
| Quecksilber | mg/kg TR | 0,1 | 0,3 | < 0,1 | 20 | 2 | 10 |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | 10 | 12 | < 10 | -- | 100 | 1000 |
| LHKW | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | -- | 1 | -- |
| BTEX | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | | 10 | 100 |
| PAK nach EPA (1-16) | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | -- | 5 | 25 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TR | 0,05 | < 0,05 | n.b. | 4 | -- | -- |
| Aldrin | mg/kg TR | 0,005 | < 0,005 | / | 4 | -- | -- |
| DDT | mg/kg TR | 0,005 | < 0,005 | / | 80 | -- | -- |
| Hexchlorbenzol | mg/kg TR | 0,005 | < 0,005 | / | 8 | -- | -- |
| Pentachlorphenol | mg/kg TR | 0,01 | < 0,01 | / | 100 | -- | -- |
| PCB 6 | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | 0,8 | 1 | 10 |
| Eluat | | | | | BBodSchV Boden-Grundwasser | | |
| pH-Wert | [-] | -- | 9,1 | 8,6 | -- | | |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 1 | 53 | 165 | -- | | |
| Cyanide, ges. | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,01 | | |
| Phenol-Index, ges. | mg/l | 0,01 | < 0,01 | / | 0,02 | | |
| Arsen | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,01 | | |
| Blei | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,25 | | |
| Cadmium | mg/l | 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,005 | | |
| Chrom | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Kupfer | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Nickel | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Quecksilber | mg/l | 0,0002 | < 0,0002 | < 0,0002 | 0,001 | | |
| Zink | mg/l | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,5 | | |
| > BBodSchV Wohnbebauung | | | > Hilfswert 1 | | | | |
| > BBodSchV Grundwasser | | | > Hilfswert 1 | | | | |

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

/: nicht analysiert

Tabelle 14: Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse der Bodenproben der Verdachtsfläche VF 2

| Probenbezeichnung: | | | MP 4 | MP 6 | Beurteilungswerte | | |
|--------------------------------|----------------|--------|---------------|-------------|--|--|--|
| Verdachtsfläche | | | VF 2 | | BBodSchV Boden- Mensch Wohn- gebiete | Hilfswert 1 Lfw Merkblatt Nr. 3.8/1 | Hilfswert 2 Lfw Merkblatt Nr. 3.8/1 |
| Tiefe [m uGOK] | | | 0,20 – 0,60 | 0,20 – 4,00 | | | |
| | Dimensi- on | BG | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 0,1 | 93,6 | 88,2 | | | |
| Cyanide ges. | mg/kg TR | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 50 | 50 | -- |
| Arsen | mg/kg TR | 2 | 3 | < 2 | 50 | 10 | 50 |
| Blei | mg/kg TR | 2 | 9 | 3 | 400 | 100 | 500 |
| Cadmium | mg/kg TR | 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | 20 | 10 | 50 |
| Chrom | mg/kg TR | 1 | 8 | 4 | 400 | 50 | 1000 |
| Nickel | mg/kg TR | 1 | 9 | 2 | 140 | 100 | 500 |
| Quecksilber | mg/kg TR | 0,1 | 0,1 | < 0,1 | 20 | 2 | 10 |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | 10 | 15 | < 10 | -- | 100 | 1000 |
| LHKW | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | -- | 1 | -- |
| BTEX | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | | 10 | 100 |
| PAK nach EPA (1-16) | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | -- | 5 | 25 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TR | 0,05 | < 0,05 | n.b. | 4 | -- | -- |
| Aldrin | mg/kg TR | 0,005 | < 0,005 | / | 4 | -- | -- |
| DDT | mg/kg TR | 0,005 | < 0,005 | / | 80 | -- | -- |
| Hexchlorbenzol | mg/kg TR | 0,005 | < 0,005 | / | 8 | -- | -- |
| Pentachlorphenol | mg/kg TR | 0,01 | < 0,01 | / | 100 | -- | -- |
| PCB 6 | mg/kg TR | -- | n.b. | n.b. | 0,8 | 1 | 10 |
| Eluat | | | | | BBodSchV Boden-Grundwasser | | |
| pH-Wert | [-] | -- | 8,5 | 8,3 | -- | | |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 1 | 74 | 44 | -- | | |
| Cyanide, ges. | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,01 | | |
| Phenol-Index, ges. | mg/l | 0,01 | < 0,01 | / | 0,02 | | |
| Arsen | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,01 | | |
| Blei | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,25 | | |
| Cadmium | mg/l | 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,005 | | |
| Chrom | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Kupfer | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Nickel | mg/l | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 | | |
| Quecksilber | mg/l | 0,0002 | < 0,0002 | < 0,0002 | 0,001 | | |
| Zink | mg/l | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,5 | | |
| > BBodSchV Wohnbebauung | | | > Hilfswert 1 | | | | |
| > BBodSchV Grundwasser | | | > Hilfswert 1 | | | | |

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

/: nicht analysiert

Tabelle 15: Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse der Bodenproben der Verdachtsfläche VF 2

| Probenbezeichnung: | | | MP 2 | Beurteilungswerte | | |
|-----------------------------------|-----------|-------------------------|--------------------|---|--|--|
| Verdachtsfläche: | | | VF 2 | | | |
| | Dimension | BG | | BBodSchV Boden- Mensch Wohn- gebiete | Hilfswert 1 LfW Merkblatt Nr. 3.8/1 | Hilfswert 2 LfW Merkblatt Nr. 3.8/1 |
| Tiefe [m uGOK] | | | 0,06 – 0,25 | | | |
| PAK nach EPA (1-16) | mg/kg TR | -- | n.b. | -- | 5 | 25 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TR | 0,05 | < 0,05 | 4 | -- | -- |
| > BBodSchV Wohnbebauung | | > Hilfswert 1 | | | | |
| > BBodSchV Grundwasser | | > Hilfswert 1 | | | | |

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

/: nicht analysiert

10.3 Beurteilung der Ergebnisse

10.3.1 Gesetzliche Grundlagen

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

- Wirkungspfad Boden – Mensch (Direkter Kontakt)
- Wirkungspfad Boden – Mensch (Inhalative Aufnahme)
- Wirkungspfad Boden – Grundwasser
- Wirkungspfad Boden – Pflanze
- Bodenluft

Die Beurteilung erfolgt dabei insbesondere anhand von Prüfwerten, die in der BBodSchV [8] für einige Parameter beziffert sind und durch die für das Land Bayern gültigen Hilfswerte des Merkblattes Nr. 3.8/1 (Wirkungspfad Boden – Grundwasser, Sickerwasserprognose) [13] ergänzt werden.

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

Nach §4 BBodSchV Abs. 2 ist festgesetzt, wenn der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 (der BBodSchV) liegt, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Wird ein Prüfwert nach Anhang 2 Nr. 3 (der BBodSchV) am Ort der Probennahmen überschritten, ist im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert übersteigt.

Maßnahmen im Sinne des § 2 Abs. 7 oder 8 des Bundes-Bodenschutzgesetzes können bereits dann erforderlich sein, wenn im Einzelfall alle bei der Ableitung eines Prüfwertes nach Anhang 2 angenommenen ungünstigen Umstände zusammentreffen und der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes geringfügig oberhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 liegt.

Nach dem Merkblatt Nr. 3.8/1 bildet für die Bewertung analytisch-chemischer Befunde von Boden- und Bodenluftuntersuchungen ein zweistufiges Wertsystem die Grundlage (Hilfswert 1 und Hilfswert 2). Die Hilfswerte für Boden und Bodenluft dienen zur Emissionsabschätzung und damit zur Sickerwasserprognose. Sie werden als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung herangezogen. Bei einigen anorganischen Stoffen haben die Hilfswerte 2 vor allem eine analysensteuernde Funktion für weitergehende Untersuchungen. Anders als bei den Prüf- und Stufenwerten kann die Überschreitung von Hilfswerten keine unmittelbare Grundlage für die Anordnung von Untersuchungen oder Maßnahmen sein.

Bei Unterschreitung der Hilfswerte 1 besteht grundsätzlich keine Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung. Ihre Überschreitung löst dagegen weitere Untersuchungs- und Bewertungsschritte aus. Die Hilfswerte 2 dienen bei anorganischen Stoffen in einigen Fällen als zusätzliches Kriterium für weitergehende Untersuchungen (z. B. pHstat). Für organische lipophile Stoffe, außer PAK, können sie als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung (Sickerwasserprognose) und für das Erfordernis von Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden.

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

10.3.2 Beurteilung der Ergebnisse - Gesetzliche Grundlagen Dioxine

Die akute und chronische Toxizität der Vielzahl an Einzelverbindungen, die meist zusammenfassend als „Dioxine“ bezeichnet werden, ist sehr unterschiedlich und kann bis zu einem Faktor von 10 000 variieren. Zur Bewertung einer möglichen Dioxinbelastung werden die in der BBodSchV festgehaltenen Maßnahmenwerte herangezogen. Das Ergebnis in Toxizitätsäquivalenten angegeben (TE) stellt dann angenähert das Risikopotenzial dar. Der ermittelte und gewichtete Summenparameter I- TE NATO (incl. BG) muss, um eine Untergrundbelastung ausschließen zu können, die festgesetzten Maßnahmenwerte einhalten. In der BBodSchV werden nutzungsspezifische Maßnahmenwerte für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Industrie- und Gewerbegrundstücke unterschieden. Da es sich bei dem geplanten Objekt um Wohnbebauung mit reinem Vorgarten handelt, ist der Maßnahmenwert für Wohngebiete heranzuziehen.

10.3.3 Zusammenstellung der Schadstoffsituation

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

In den Verdachtsflächen **VF 1 und VF 2** liegen **keine** umwelttechnisch relevanten **Schadstoffbelastungen** vor. **Keine Prüfwerte / Hilfwerte / Maßnahmenwerte werden überschritten.**

10.3.4 Gefährdungsabschätzung

Wirkungspfad Boden – Mensch (Direkter Kontakt)

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

Diese Einschätzung beruht auf der Tatsache, dass Analyseergebnisse die Prüfwerte/Hilfwerte (nach BBodSchV bzw. Merkblatt Nr. 3.8/1) aller analysierten Parameter unterschreiten oder sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen.

Wirkungspfad Boden – Mensch (Inhalative Aufnahme)

Für den Wirkungspfad **Boden-Mensch, inhalative Aufnahme** ist für die Verdachtsflächen **VF 1** und **VF 2** nach derzeitigem Kenntnisstand aus gutachtlicher Sicht hinsichtlich der aktuellen Nutzung und der beabsichtigten Folgenutzung **keine Gefahr zu besorgen**, da in den Mischproben keine Konzentrationen an leichtflüchtiger Bestandteile analysiert wurden (siehe LHKW und BTEX im SGS Prüfbericht 4191793 vom 26.02.2019).

Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Eine Gefährdung des Schutzgutes **Grundwasser** ist zum jetzigen Zeitpunkt und auch zukünftig aus Sicht des Gutachters auch bei ggfs. ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen für die Verdachtsflächen VF 1 und VF 2 **nicht abzuleiten**, da die ermittelten Konzentrationen deutlich unterhalb der Prüfwerte / Hilfwerte (nach BBodSchV bzw. Merkblatt Nr. 3.8/1) oder der Bestimmungsgrenze liegen.

Wirkungspfad Boden – Pflanze

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

Bodenluft

Obwohl keine Bodenluftbeprobung durchgeführt wurde, sind aufgrund der fehlenden Auffälligkeiten der Bodenproben und der Tatsache, dass in den Mischproben MP 3 bis MP 6 keine leichtflüchtigen Bestandteile nachgewiesen wurden, **keine Gefährdungen der Bodenluft in den Verdachtsflächen VF 1 und VF 2 zu erwarten.**

10.3.5 Hinweise

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen für die Verdachtsflächen VF 1 (Geschosswohnungsbau A) und VF 2 (Geschosswohnungsbau B) keine relevanten Schadstoffkonzentrationen vor, so dass für die aktuellen Gegebenheiten und für die geplante Nutzung keine Gefahr für die Wirkungspfade Boden – Mensch, Boden – Grundwasser und Bodenluft zu besorgen ist. Die Analyse der Mischprobe des Tennenbelages ergab, dass der rote Sand keine Dioxine enthält.

11 Schlussbemerkung

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

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

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

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

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

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



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

gez.
Lydia Fail (Dipl.-Ing. (FH))
Christine Brings (Dipl.-Geogr.)

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7 | <h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|---|
| Bohrung RB 1 / Blatt: 1 | Höhe: 273,326 m ü NN Datum: 30.01.2019 |
|--------------------------------|---|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|-------------------------|----------------|--|-------------------|----|--------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter-kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk-gehalt | | | | |
| 0.06 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, mittelsandig, Tennenbelag, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | bp3 | P1 | 0.06 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | |
| 0.70 | a) Auffüllung, Feinsand, Mittelsand, kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P2 | 0.70 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU] | i) | | | | |
| 1.50 | a) Feinsand, schwach kiesig, schwach mittelsandig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | bis 1,00 m: DN 80; ab 1,00 m: DN 60; sehr feucht | bp3 | P3 | 1.50 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | |
| 2.20 | a) Feinsand, Mittelsand, kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 60; sehr feucht | bp3 | P4 | 2.20 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | |
| 3.00 | a) Mittelsand, stark kiesig, feinsandig, schwach schluffig - schluffig, mit Schlufflinsen, kalkhaltig | | | | DN 60; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 0,40 m uAP; naß | bp3 | P5 | 3.00 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Bohrung RB 2 / Blatt: 1 | Datum: 30.01.2019 |
|--------------------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---|----------------------------|--|--|----------------------|----|------------------------------------|--------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | | | | | | i) Kalk- gehalt |
| 0.05 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, schwach mittelsandig, Tennenbelag | | | | DN 80; sehr feucht | | | | bp3 |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) rot | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.15 | a) Auffüllung, Feinsand, kiesig, mittelsandig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P2 | 0.15 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) braun | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU] | i) | | | | | |
| 0.50 | a) Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig, schwach schluffig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P3 | 0.50 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau, braun | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | | |
| 0.90 | a) Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig, schwach schluffig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P4 | 0.90 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | e) grau, braun | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | | |
| 1.60 | a) Feinsand, Mittelsand, schwach kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | bis 1,00 m: DN 80; ab 1,00 m: DN 60; sehr feucht | bp3 | P5 | 1.60 | |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) 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 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Bohrung RB 2 / Blatt: 2 | Höhe: 273,312 m ü NN | Datum: 30.01.2019 |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|----------------------------|--------------------|--|-------------------|-----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 2.00 | a) Feinsand, Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig b) dicht gelagert c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) SU i) | | | | DN 60; sehr feucht | bp3 | P6 | 2.00 |
| 2.70 | a) Feinsand, Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig b) dicht gelagert c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) SU i) | | | | DN 60; sehr feucht | bp3 | P7 | 2.70 |
| 2.80 | a) Schluff, tonig, kiesig, sandig b) c) halbfest d) schwer zu bohren e) grau, braun f) g) h) TL i) | | | | DN 60; feucht | bp3 | P8 | 2.80 |
| 3.20 | a) Mittelsand, Grobsand, schluffig, kiesig, mit Schlufflinsen b) c) halbfest d) schwer zu bohren e) grau, beige f) g) h) SU* i) | | | | bis 3,00 m: DN 60; ab 3,00 m: DN 50; sehr feucht | bp3 | P9 | 3.20 |
| 3.60 | a) Sand, schwach tonig, schwach schluffig, mit Schlufflinsen b) c) halbfest d) schwer zu bohren e) grau, beige f) g) h) SU* i) | | | | DN 50; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 0,90 m uAP; sehr feucht | bp3 | P10 | 3.60 |

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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Bohrung RB 3 / Blatt: 1 | Datum: 30.01.2019 |
|--------------------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|--|---|----------------------------|--|-------------------------------------|----------------------|----|------------------------------------|--------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | | | | | | i) Kalk- gehalt |
| 0.05 | a) Auffüllung, Feinsand, schluffig, schwach kiesig, Tennenbelag, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | | | | bp3 |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.10 | a) Auffüllung, Sand, kiesig, schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | bp3 | P2 | 0.10 | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | e) dunkelbraun | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.40 | a) Auffüllung, Sand, stark kiesig, schwach schluffig | | | | DN 80; feucht | bp3 | P3 | 0.40 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | e) dunkelgrau | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU] | i) | | | | | |
| 1.00 | a) Feinsand, Mittelsand, schwach schluffig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P4 | 1.00 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | e) hellgrau | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | | |
| 2.00 | a) Feinsand, Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig | | | | DN 60; sehr feucht, GW (1.60) | bp3 | P5 | 2.00 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|---------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|---|
| Bohrung RB 3 / Blatt: 2 | Höhe: 273,357 m ü NN Datum: 30.01.2019 |
|--------------------------------|---|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|-------------------------|----------------|--|-------------------|----|--------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter-kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk-gehalt | | | | |
| 2.90 | a) Mittelsand, Grobsand, schluffig, schwach kiesig | | | | DN 60; | bp3 | P6 | 2.90 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | i) | | | | |
| 3.40 | a) Schluff, tonig, kiesig, feinsandig, mittelsandig | | | | bis 3,00 m: DN 60; ab 3,00 m: DN 50; | bp3 | P7 | 3.40 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif - halbfest | d) schwer zu bohren | e) grau, braun | | | | | |
| | f) | g) | h) TL | i) | | | | |
| 3.60 | a) Mittelsand, Grobsand, schluffig, kiesig | | | | DN 50; Bohrabbruch; Wasser bei 1,60 m uAP; | bp3 | P8 | 3.60 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | 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 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Bohrung RB 4 / Blatt: 1 | Höhe: 273,353 m ü NN | Datum: 31.01.2019 |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|--|----------------------------|--------------------|--|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 0.06 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, Tennenbelag, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht - sehr feucht | bp3 | P1 | 0.06 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | |
| 0.40 | a) Auffüllung, Kies, sandig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | bp3 | P2 | 0.40 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) [GU] | i) | | | | |
| 1.00 | a) Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach feinsandig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P3 | 1.00 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | |
| 1.80 | a) Mittelsand, schwach kiesig, schwach schluffig | | | | DN 60; sehr feucht - naß | bp3 | P4 | 1.80 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | |
| 2.00 | a) Mittelsand, stark schluffig, stark feinsandig, schwach kiesig, kalkhaltig | | | | DN 60; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 1,60 m uAP; sehr feucht | bp3 | P5 | 2.00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | |
| | 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|---|
| Bohrung RB 5 / Blatt: 1 | Höhe: 273,324 m ü NN Datum: 31.01.2019 |
|--------------------------------|---|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|--|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | |
| 0.06 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, schwach mittelsandig, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | | bp3 | P1 | 0.06 |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.20 | a) Schlacke | | | | DN 80; feucht | | bp3 | P2 | 0.20 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) schwarz, grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | |
| 0.50 | a) Auffüllung, Feinsand, Mittelsand, schwach kiesig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P3 | 0.50 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) dunkelbraun grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU] | i) | | | | | |
| 1.00 | a) Mittelsand, Grobsand, stark kiesig, schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P4 | 1.00 |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) braun, grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | i) | | | | | |
| 2.00 | a) Mittelsand, Grobsand, kiesig, schwach schluffig - schluffig, kalkhaltig | | | | DN 60; naß | | bp3 | P5 | 2.00 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) braun, grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|---------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Bohrung RB 5 / Blatt: 2 | Datum: 31.01.2019 |
|--------------------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|------------------------------|--------------------|---|---|----------------------|----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | |
| 2.90 | a) Mittelsand, grobsandig, schwach schluffig, schwach feinsandig | | | DN 60; naß | | bp3 | P6 | 2.90 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | i) | | | | |
| 3.50 | a) Schluff, tonig, sandig | | | bis 3,00 m: DN 60; ab 3,00 m: DN 50; feucht | | bp3 | P7 | 3.50 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif - halbfest | d) schwer zu bohren | e) grau, braun | | | | | |
| | f) | g) | h) TM | i) | | | | |
| 4.00 | a) Mittelsand, Grobsand, schluffig, mit Schlufflinsen | | | DN 50; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 1,60 m uAP; sehr feucht | | bp3 | P8 | 4.00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Bohrung RB 6 / Blatt: 1 | Datum: 31.01.2019 |
|--------------------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---|----------------------------|--|-----------------------|----------------------|----|------------------------------------|--------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | | | | | | i) Kalk- gehalt |
| 0.07 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, Tennenbelag | | | | DN 80; feucht | | | | bp3 |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.25 | a) Schlacke | | | | DN 80; feucht | bp3 | P2 | 0.25 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) grauschwarz | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | |
| 0.50 | a) Auffüllung, Feinsand, kiesig, schwach schluffig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P3 | 0.50 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) dunkelgrau | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU] | i) | | | | | |
| 1.00 | a) Feinsand, schluffig, schwach kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P4 | 1.00 | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | i) | | | | | |
| 2.00 | a) Feinsand, Mittelsand, schwach schluffig | | | | DN 60; naß | bp3 | P5 | 2.00 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|---|
| Bohrung RB 6 / Blatt: 2 | Höhe: 273,348 m ü NN Datum: 31.01.2019 |
|--------------------------------|---|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|--|------------------------------|--------------------|--|---|----------------------|----|------------------------------------|-----|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | | |
| f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | | |
| 3.00 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig | | | DN 60; naß | | | | | bp3 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | | | i) | | | |
| 3.40 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach kiesig, schwach schluffig - schluffig, mit Schlufflinsen | | | DN 50; naß | | bp3 | P7 | 3.40 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) hellgrau, beige | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-SU* | | | | | | i) |
| 4.00 | a) Schluff, tonig, feinsandig, mittelkiesig | | | DN 50; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 1,10 m uAP; feucht | | bp3 | P8 | 4.00 | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) braun, grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) TL - 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 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Bohrung RB 7 / Blatt: 1 | Höhe: 273,305 m ü NN | Datum: 01.02.2019 |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
|---|---|--|-------------------------|--|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 0.04 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, schwach mittelsandig, Tennenbelag | | | DN 80; feucht | | bp3 | P1 | 0.04 |
| b) | | | | | | | | |
| c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | | |
| f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.15 | a) Auffüllung, Kies, sandig, schluffig, kalkhaltig | | | DN 80; feucht | | bp3 | P2 | 0.15 |
| b) | | | | | | | | |
| c) steif | d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu | e) grau | | | | | | |
| f) | g) | h) [GU*] | i) | | | | | |
| 0.40 | a) Auffüllung, Feinsand, mittelsandig, schluffig, schwach kiesig | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P3 | 0.40 |
| b) | | | | | | | | |
| c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) dunkelgrau braun | | | | | | |
| f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.60 | a) Auffüllung, Feinsand, schluffig, schwach humos | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P4 | 0.60 |
| b) | | | | | | | | |
| c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) dunkelgrau dunkelbraun | | | | | | |
| f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 1.00 | a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelkiesig | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P5 | 1.00 |
| b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| c) | 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|---|
| Bohrung RB 7 / Blatt: 2 | Höhe: 273,305 m ü NN Datum: 01.02.2019 |
|--------------------------------|---|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|--|-------------------|-----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 2.00 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig - schluffig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig | | | | DN 60; naß, GW (1.30) | bp3 | P6 | 2.00 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-SU* | i) | | | | |
| 2.90 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig - schluffig | | | | DN 60; naß | bp3 | P7 | 2.90 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau, hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-SU* | i) | | | | |
| 3.00 | a) Schluff, tonig | | | | DN 60; feucht | bp3 | P8 | 3.00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) graubraun | | | | | |
| | f) | g) | h) TM | i) | | | | |
| 3.60 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig - schluffig, schwach feinkiesig | | | | DN 50; naß | bp3 | P9 | 3.60 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-SU* | i) | | | | |
| 3.80 | a) Schluff, tonig, feinsandig, mittelsandig | | | | DN 50; Bohrstillstand; Wasser bei 1,30 m uAP; feucht | bp3 | P10 | 3.80 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) schwer zu bohren sehr schwer zu bo | e) grau, beige | | | | | |
| | f) | g) | h) TM | i) | | | | |

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7 | <h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|---------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Bohrung RB 8 / Blatt: 1 | Datum: 01.02.2019 |
|--------------------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---|----------------------------|--|-----------------------|----------------------|----|------------------------------------|--------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | | | | | | i) Kalk- gehalt |
| 0.07 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, Tennenbelag | | | | DN 80; feucht | | | | bp3 |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | |
| 0.15 | a) Auffüllung, Kies, sandig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | bp3 | P2 | 0.15 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) [GU] | i) | | | | | |
| 0.20 | a) Schlacke | | | | DN 80; feucht | bp3 | P3 | 0.20 | |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) mäßig schwer zu bohren | e) schwarz | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | |
| 0.50 | a) Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig, schwach schluffig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P4 | 0.50 | |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | | |
| 1.00 | a) Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig, schwach schluffig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P5 | 1.00 | |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau, hellbraun | | | | | | |
| | 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|---------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--------------------------------|---|
| Bohrung RB 8 / Blatt: 2 | Höhe: 273,318 m ü NN Datum: 01.02.2019 |
|--------------------------------|---|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|--|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 1.50 | a) Mittelsand, schwach grobkiesig, schwach schluffig | | | | DN 60; naß, GW (1.00) | bp3 | P6 | 1.50 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | i) | | | | |
| 2.00 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig - schluffig | | | | DN 60; Bohrabbruch; Wasser bei 1,00 m uAP; naß | bp3 | P7 | 2.00 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) beige | | | | | |
| | f) | g) | h) SU-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

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Bohrung RB 9 / VS 1 / Blatt: 1 | Datum: 31.01.2019 |
|---------------------------------------|-----------------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|----------------------------|--------------------|--|--|---|----------------------|----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | |
| b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | | |
| f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | | |
| 0.05 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, schwach mittelsandig, Tennenbelag | | | | DN 80; feucht | | bp3 | P1 | 0.05 |
| b) | | | | | | | | | |
| c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | | | |
| f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | | | |
| 0.30 | a) Auffüllung, Kies, feinsandig, mittelsandig, schwach schluffig, kalkhaltig | | | | DN 80; feucht | | bp3 | P2 | 0.30 |
| b) mäßig locker gelagert | | | | | | | | | |
| c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | | | |
| f) | g) | h) [GU] | i) | | | | | | |
| 0.50 | a) Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P3 | 0.50 |
| b) dicht gelagert | | | | | | | | | |
| c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | | | |
| f) | g) | h) SU | i) | | | | | | |
| 0.90 | a) Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P4 | 0.90 |
| b) dicht gelagert | | | | | | | | | |
| c) | d) schwer zu bohren | e) grau, braun | | | | | | | |
| f) | g) | h) SU | i) | | | | | | |
| 1.00 | a) Mittelsand, schluffig, schwach kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | | bp3 | P5 | 1.00 |
| b) | | | | | | | | | |
| c) halbfest | d) schwer zu bohren | e) schwarzgrau | | | | | | | |
| 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: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|---------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| Bohrung RB 9 / VS 1 / Blatt: 2 | Datum: 31.01.2019 |
|---------------------------------------|----------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|----------------------------|--------------------|--|---|----------------------|----|------------------------------------|-----|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | | |
| f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | | |
| 1.20 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig, schwach kiesig | | | DN 60; sehr feucht | | | | | bp3 |
| | b) dicht gelagert | | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | | |
| | f) | g) | h) SU | | | i) | | | |
| 2.00 | a) Bohrgutverlust | | | DN 60; Bohrabbruch; kein Wasser messbar; | | | | 2.00 | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) | d) | e) | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| | a) | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) | d) | e) | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| | a) | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) | d) | e) | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| | a) | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) | d) | e) | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7 | <h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

| | |
|--|-----------------------------|
| Bohrung RB 10 / VS 2 / Blatt: 1 | Datum: 31.01.2019 |
|--|-----------------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|-------------------------|----------------|--|-------------------|----|--------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter-kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk-gehalt | | | | |
| 0.04 | a) Auffüllung, Feinsand, stark schluffig, schwach mittelsandig, Tennenbelag | | | | DN 80; feucht | bp3 | P1 | 0.04 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) rot | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | |
| 0.20 | a) Schlacke | | | | DN 80; feucht | bp3 | P2 | 0.20 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | |
| | c) | d) schwer zu bohren | e) schwarz, grau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 0.50 | a) Auffüllung, Mittelsand, schluffig, kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P3 | 0.50 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) dunkelgrau | | | | | |
| | f) | g) | h) [SU*] | i) | | | | |
| 0.60 | a) Schluff, feinsandig, schwach kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P4 | 0.60 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mäßig schwer zu bohren | e) grau, schwarz | | | | | |
| | f) | g) | h) TL | i) | | | | |
| 1.00 | a) Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig | | | | DN 80; sehr feucht | bp3 | P5 | 1.00 |
| | b) mäßig locker gelagert | | | | | | | |
| | c) | 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 gekerkerten Proben</p> | Bericht: B18229 Anlage: 1 |
|--|---|-------------------------------------|

Vorhaben: DRH; 1919-Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten; Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

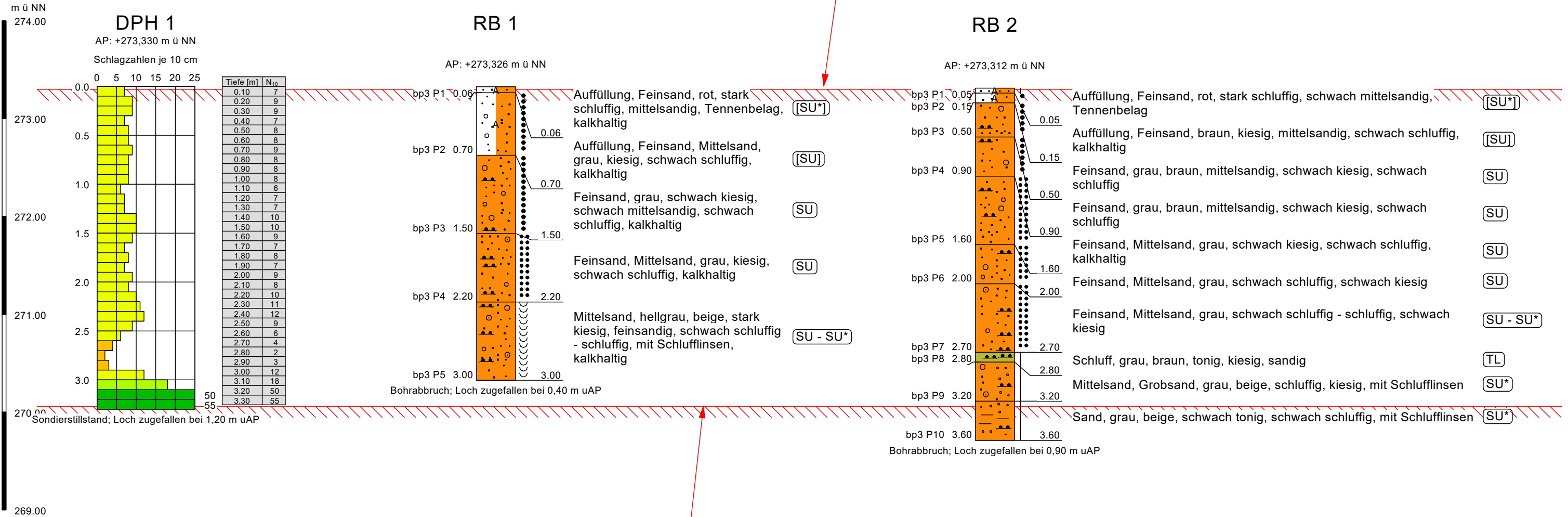
| | |
|--|-------------------|
| Bohrung RB 10 / VS 2 / Blatt: 2 | Datum: 31.01.2019 |
|--|-------------------|

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|-------------------------|--------------------|----|--|-------------------|----|------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung ¹⁾ | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | |
| 1.20 | a) Mittelsand, Grobsand, schwach schluffig, schwach kiesig | | | | DN 60; sehr feucht | bp3 | P6 | 1.20 |
| b) dicht gelagert | | | | | | | | |
| c) | | d) schwer zu bohren | e) grau | | | | | |
| f) | | g) | h) SU | i) | | | | |
| 2.00 | a) Bohrgutverlust | | | | DN 60; Bohrabbruch; Loch zugefallen bei 1,20 m uAP; | | | 2.00 |
| b) | | | | | | | | |
| c) | | d) | e) | | | | | |
| f) | | g) | h) | i) | | | | |
| | a) | | | | | | | |
| b) | | | | | | | | |
| c) | | d) | e) | | | | | |
| f) | | g) | h) | i) | | | | |
| | a) | | | | | | | |
| b) | | | | | | | | |
| c) | | d) | e) | | | | | |
| f) | | g) | h) | i) | | | | |
| | a) | | | | | | | |
| b) | | | | | | | | |
| c) | | d) | e) | | | | | |
| f) | | g) | h) | i) | | | | |

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Geschosswohnungsbau A

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG GWB A: Höhe ca. 273,30 m ü NN
entspricht ca. +/-0,00 m gem. [4]



Angenommene OK Bodenplatte Untergeschoss:
OK FFB UG GWB A: Höhe ca. 270,06 m ü NN
entspricht ca. -3,24 m gem. [4]

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (30.01.2019-01.02.2019) bei den Bohrungen RB 1 und RB 2 sowie bei der Sondierung DPH 1 bis zu Tiefen zwischen 0,40 m und 1,20 m uAP nicht nachweisbar.

Für RB 1, RB 2 und DPH 1 kann für größere Tiefen wegen Zufallens der Bohr-/Sondierlöcher keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.

Legende RB

| | | | | | |
|-------|-------------|---|-----------------|---|-------------|
| — — | halbfest | A | Auffüllung (A) | ■ | Sand (S) |
| - - | steif | ■ | Grobsand (gS) | ■ | Schluff (U) |
| - - - | naß | ■ | Mittelsand (mS) | ■ | Ton (T) |
| ••• | mitteldicht | ■ | Feinsand (fS) | | |
| •••• | dicht | | | | |

Legende DPH

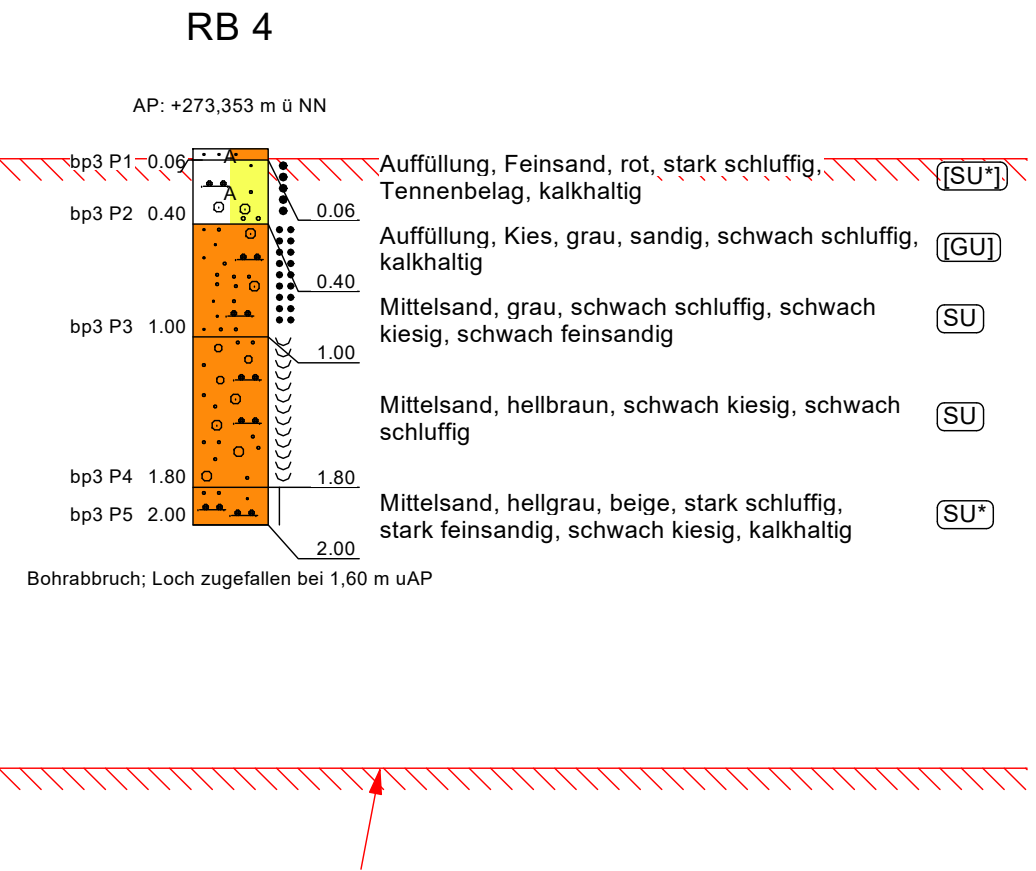
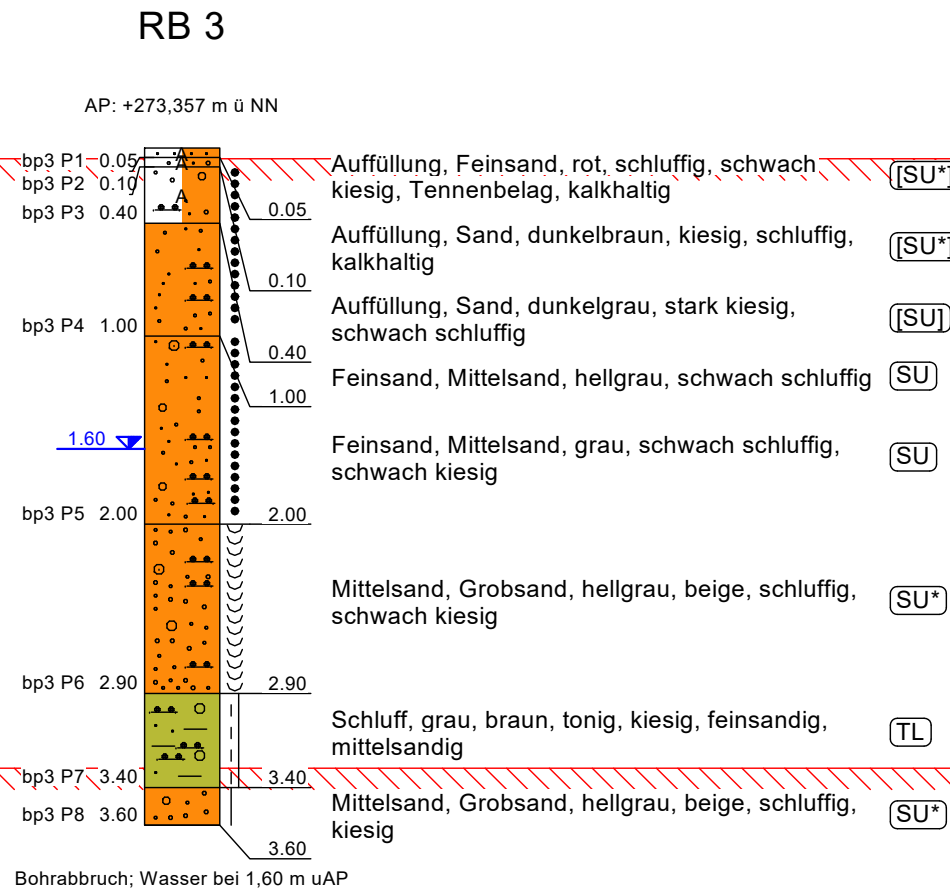
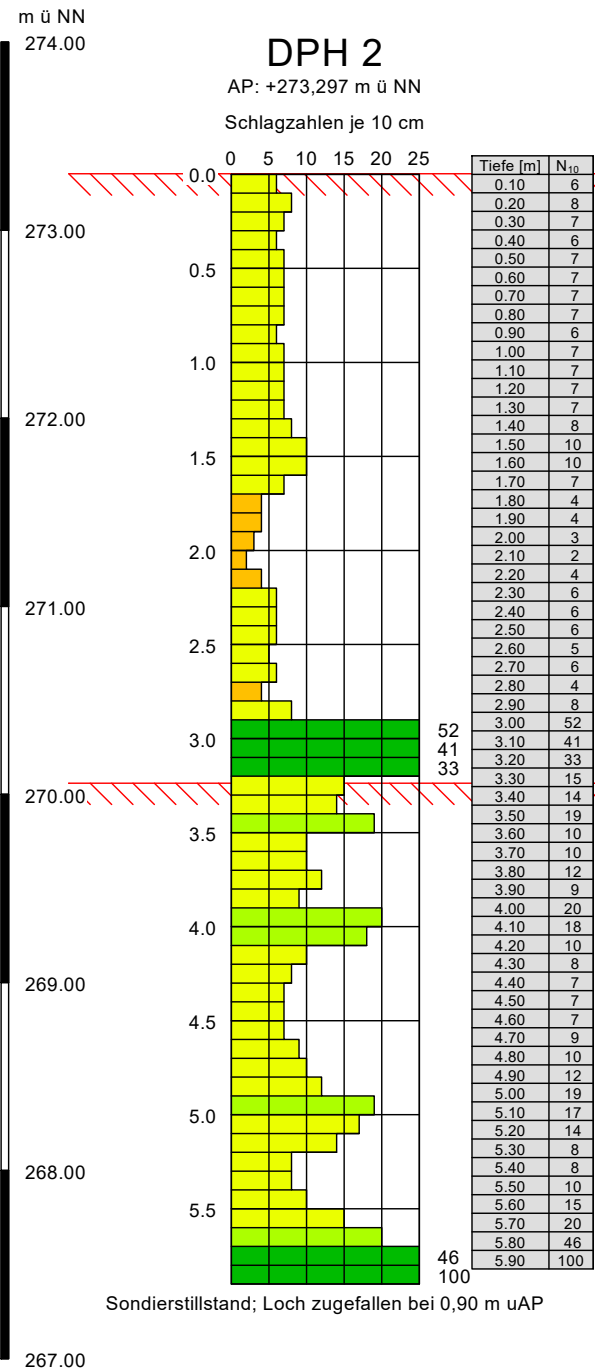
| | |
|---|----------------------------|
| ■ | sehr locker / breiig-weich |
| ■ | locker / weich |
| ■ | mitteldicht / steif |
| ■ | dicht / halbfest |
| ■ | sehr dicht / fest |

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

| | | |
|---|--|---|
| Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7 | Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1919 - Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth Baugrunderkundung: GWB A | Anlage 2.1 zu Bericht Nr.: B18229 |
| | Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:40 | Dat.: 30.01.-01.02.19 Bearb.: LF |

Geschosswohnungsbau A

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG GWB A: Höhe ca. 273,30 m ü NN
entspricht ca. +/-0,00 m gem. [4]



Angenommene OK Bodenplatte Untergeschoss:
OK FFB UG GWB A: Höhe ca. 270,06 m ü NN
entspricht ca. -3,24 m gem. [4]

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (30.01.2019-01.02.2019) bei der Bohrung RB 3 in einer Tiefe von 1,60 m uAP angetroffen. Bei der Bohrung RB 4 und der Sondierung DPH 2 war kein Grund-, Schicht- oder Stauwasser bis zu Tiefen zwischen 0,90 m und 1,60 m uAP nachweisbar. Für RB 4 und DPH 2 kann für größere Tiefen wegen Zufallens der Bohr-/Sondierlöcher keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.

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

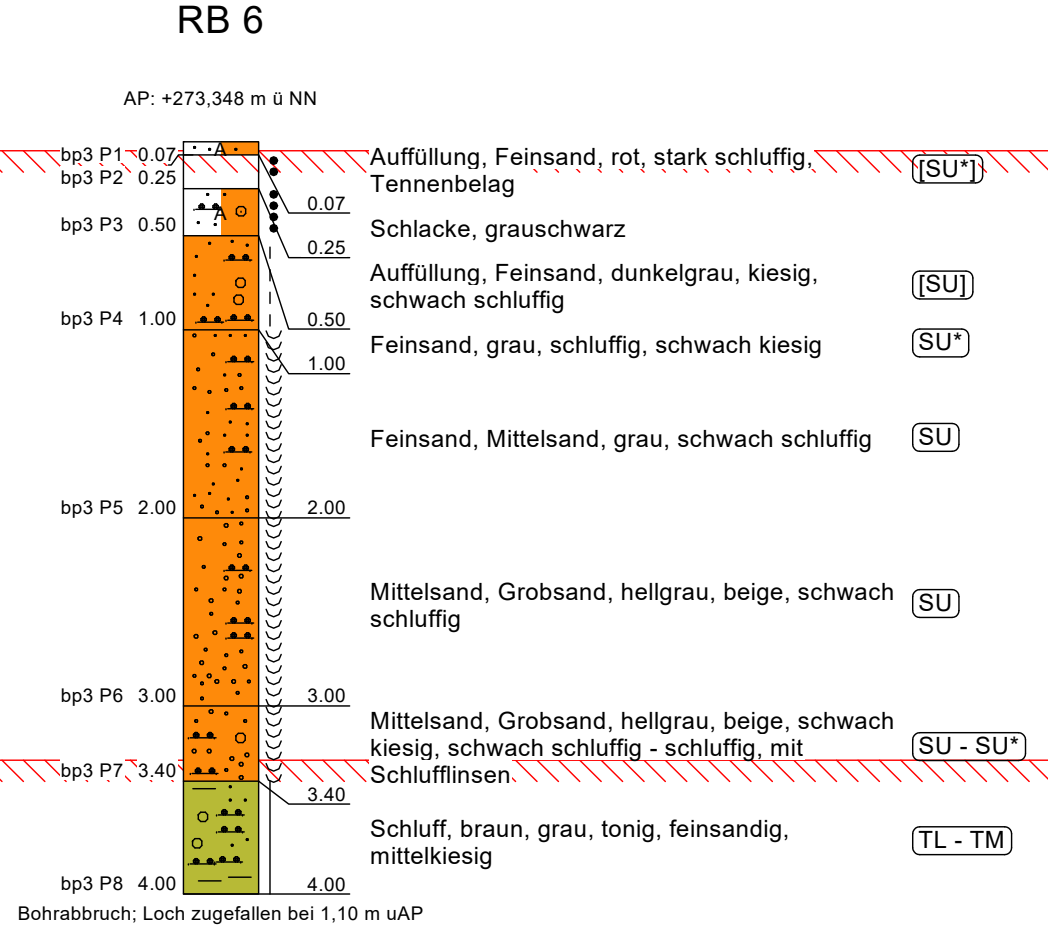
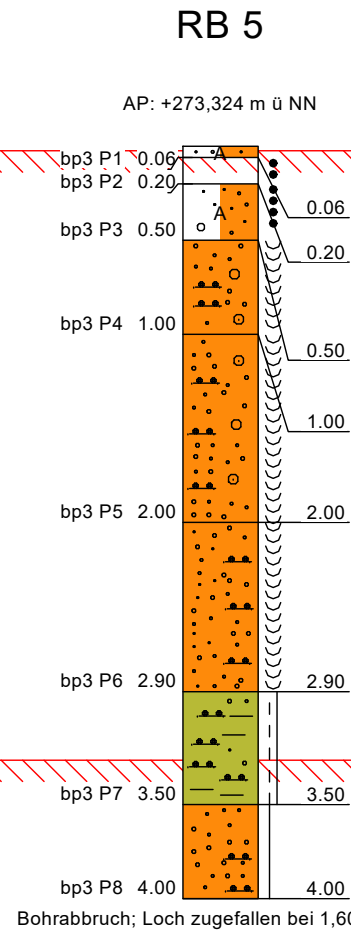
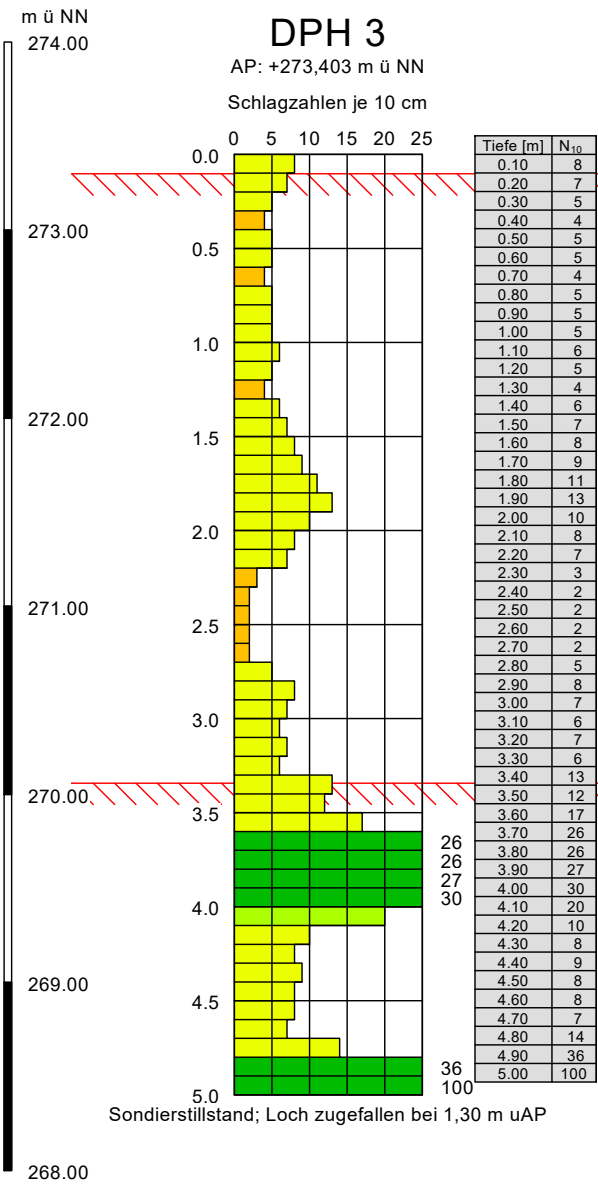
| | | | | | |
|--|------------------|--|-----------------|--|---------------|
| | halbfest | | Auffüllung (A) | | Feinsand (fS) |
| | steif - halbfest | | Kies (G) | | Sand (S) |
| | steif | | Grobsand (gS) | | Schluff (U) |
| | naß | | Mittelsand (mS) | | Ton (T) |
| | mitteldicht | | | | |
| | dicht | | | | |

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

| | | |
|---|---|---|
| Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7 | Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1919 - Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth Baugrunderkundung: GWB A | Anlage 2.2 zu Bericht Nr.: B18229 |
| | Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:40 | Dat.: 30.01.-01.02.19 Bearb.: LF |

Geschosswohnungsbau B

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG GWB A: Höhe ca. 273,30 m ü NN
entspricht ca. +/-0,00 m gem. [4]



Angenommene OK Bodenplatte Untergeschoss:
OK FFB UG GWB A: Höhe ca. 270,06 m ü NN
entspricht ca. -3,24 m gem. [4]

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (30.01.2019-01.02.2019) bei den Bohrungen RB 5 und RB 6 sowie bei der Sondierung DPH 3 bis zu Tiefen zwischen 1,10 m und 1,60 m uAP nicht nachweisbar. Für RB 5, RB 6 und DPH 3 kann für größere Tiefen wegen Zufallens der Bohr-/Sondierlöcher keine Aussage über die Wasserspiegellhöhe getroffen werden.

Legende RB

| | | | | | |
|-----|------------------|---|-----------------|-----|-------------|
| — — | halbfest | A | Auffüllung (A) | — — | Schluff (U) |
| — — | steif - halbfest | o | Grobsand (gS) | — — | Ton (T) |
| — — | steif | o | Mittelsand (mS) | | |
| — — | naß | o | Feinsand (fS) | | |
| — — | mitteldicht | | | | |

Legende DPH

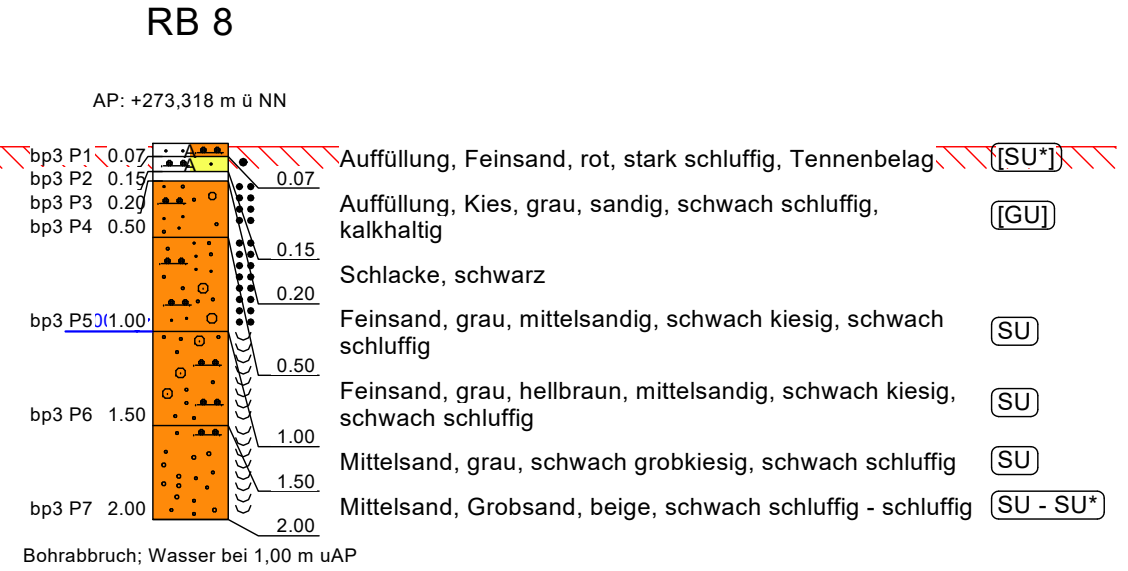
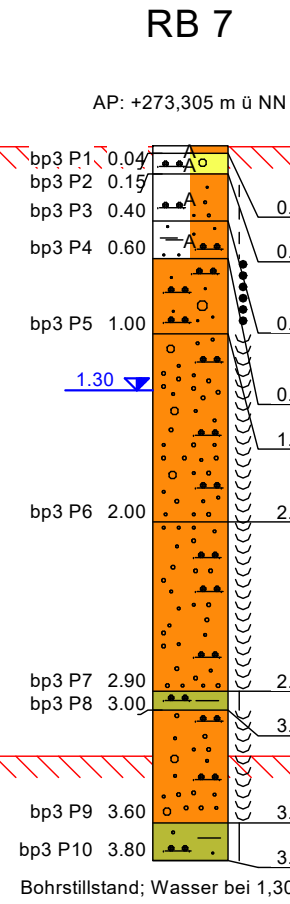
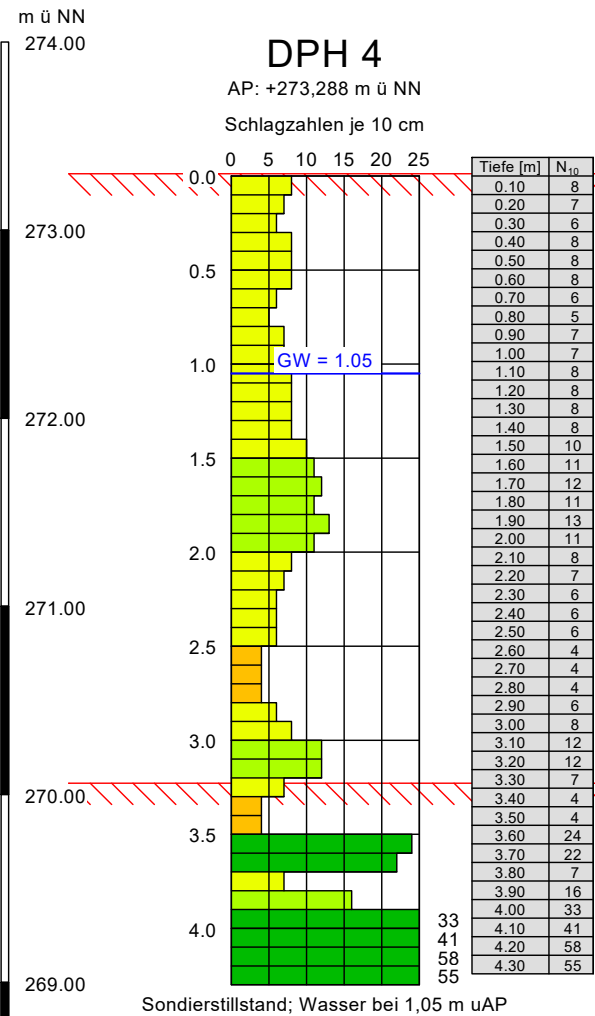
| | |
|---|----------------------------|
| ■ | sehr locker / breiig-weich |
| ■ | locker / weich |
| ■ | mitteldicht / steif |
| ■ | dicht / halbfest |
| ■ | sehr dicht / fest |

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

| | | |
|--|--|---------------------------|
| | Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1919 - Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth Baugrunderkundung: GWB B | Anlage 2.3 |
| | Rammdiagramm / Bohrungen | zu Bericht Nr.: B18229 |
| Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7 | Höhenmaßstab: 1:40 | Dat.: 30.01.-01.02.19 |
| | | Bearb.: LF |

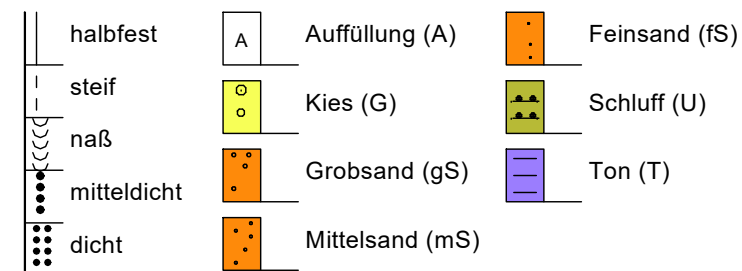
Geschosswohnungsbau B

Angenommene OK Bodenplatte Erdgeschoss:
OK FFB EG GWB A: Höhe ca. 273,30 m ü NN
entspricht ca. +/-0,00 m gem. [4]



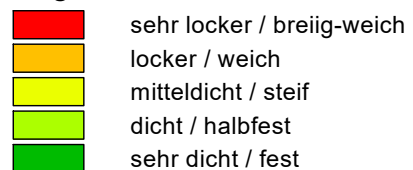
Angenommene OK Bodenplatte Untergeschoss:
OK FFB UG GWB A: Höhe ca. 270,06 m ü NN
entspricht ca. -3,24 m gem. [4]

Legende RB



Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (30.01.2019-01.02.2019) bei den Bohrungen RB 7 und RB 8 sowie bei der Sondierung DPH 4 in Tiefen zwischen 1,00 m und 1,30 m uAP angetroffen.

Legende DPH



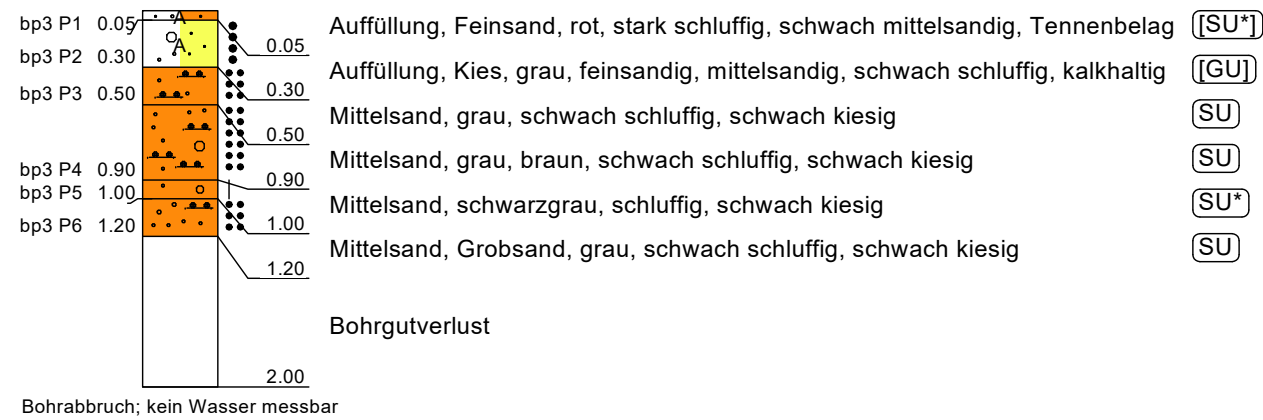
Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

| | | |
|--|--|---------------------------|
| | Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1919 - Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth Baugrunderkundung: GWB B | Anlage 2.4 |
| | Rammdiagramm / Bohrungen | zu Bericht Nr.: B18229 |
| | Dat.: 30.01.-01.02.19 | Bearb.: LF |
| | Höhenmaßstab: 1:40 | |

Versickerungsbereich

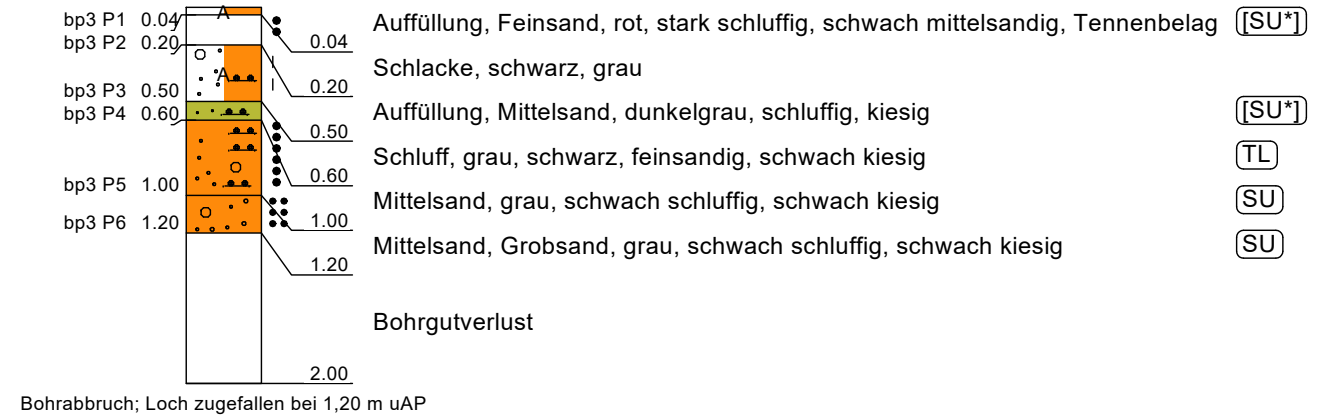
RB 9 / VS 1

AP: +273,316 m ü NN



RB 10 / VS 2

AP: +273,334 m ü NN



Legende RB

| | | | |
|-------------|----|----------------|-----------------|
| halbfest | A | Auffüllung (A) | Mittelsand (mS) |
| steif | G | Kies (G) | Feinsand (fS) |
| mitteldicht | gS | Grobsand (gS) | Schluff (U) |
| dicht | | | |

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

| | | |
|--|---|-----------------------------------|
| <p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH</p> <p>ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden</p> <p>Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7</p> | <p>Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1919 - Neubau einer Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth Baugrunderkundung: Versickerung</p> | <p>Anlage 2.5</p> |
| | <p>Bohrungen</p> | <p>zu Bericht Nr.: B18229</p> |
| <p>Höhenmaßstab: 1:40</p> | <p>Dat.: 30.01.-01.02.19</p> | <p>Bearb.: LF</p> |

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

Körnungslinie

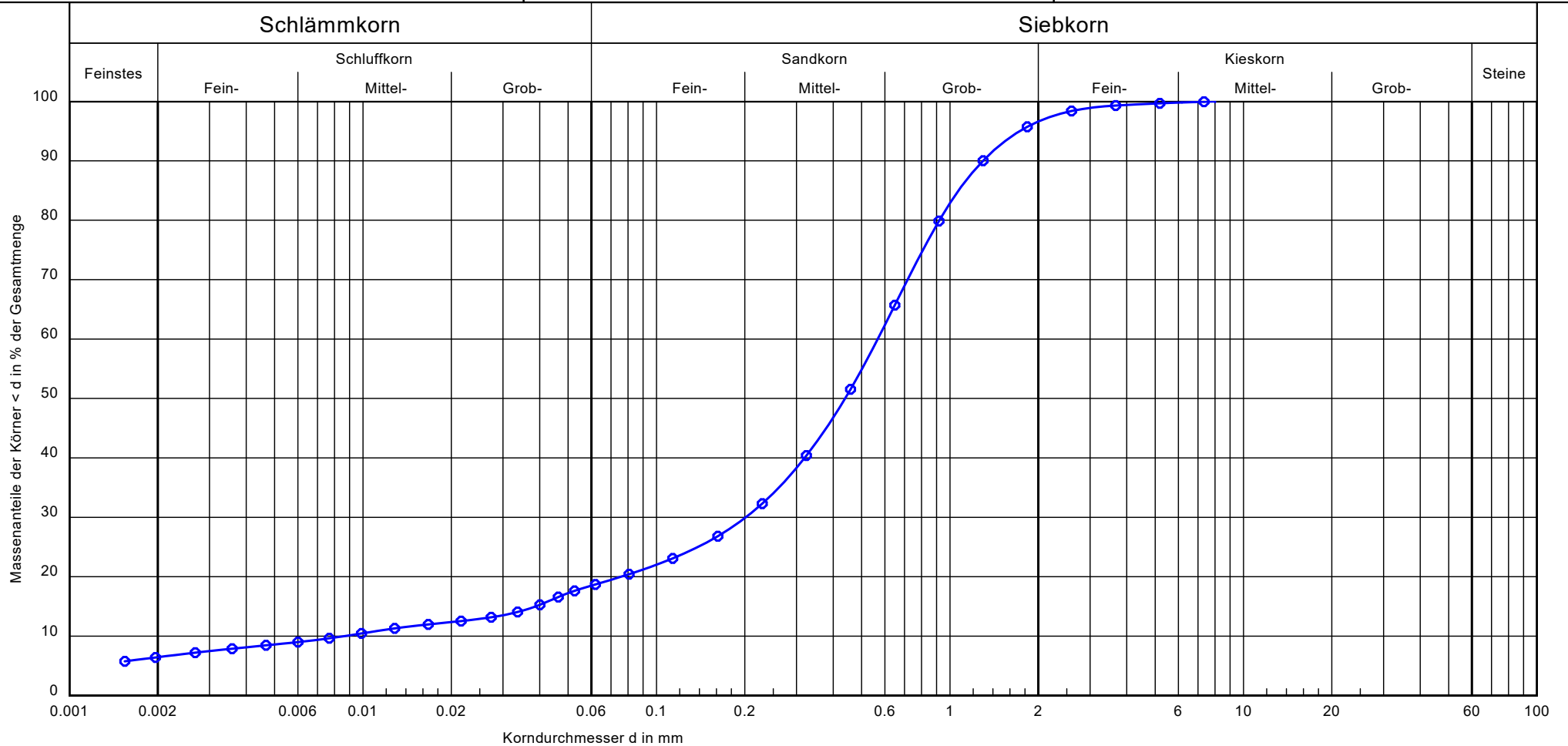
DRH - 1919 Neubau Wohnanlage

Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

Prüfungsnummer: B18229 RB2/P10
 Probe entnommen am: 30.01.2019
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb-Schlammanalyse

Bearbeiter: FN

Datum: 11.02.2019



| | |
|------------------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | RB2/P10 |
| Tiefe: | 3,20 - 3,60 m |
| Bodenart: | S, t', u' |
| kf [m/s] nach Mallet/Paquant | $9.5 \cdot 10^{-6}$ |
| U/Cc: | 65.8/8.3 |
| Bodengruppe: | SU* |
| T/U/S/G [%]: | 6.5/12.0/78.1/3.4 |
| Frostempfindlichkeitsklasse: | F3 |

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 15,3 M.-%
 Feinkornanteil: 18,5 M.-%

Bericht:
 B18229
 Anlage:
 3.1

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

Körnungslinie

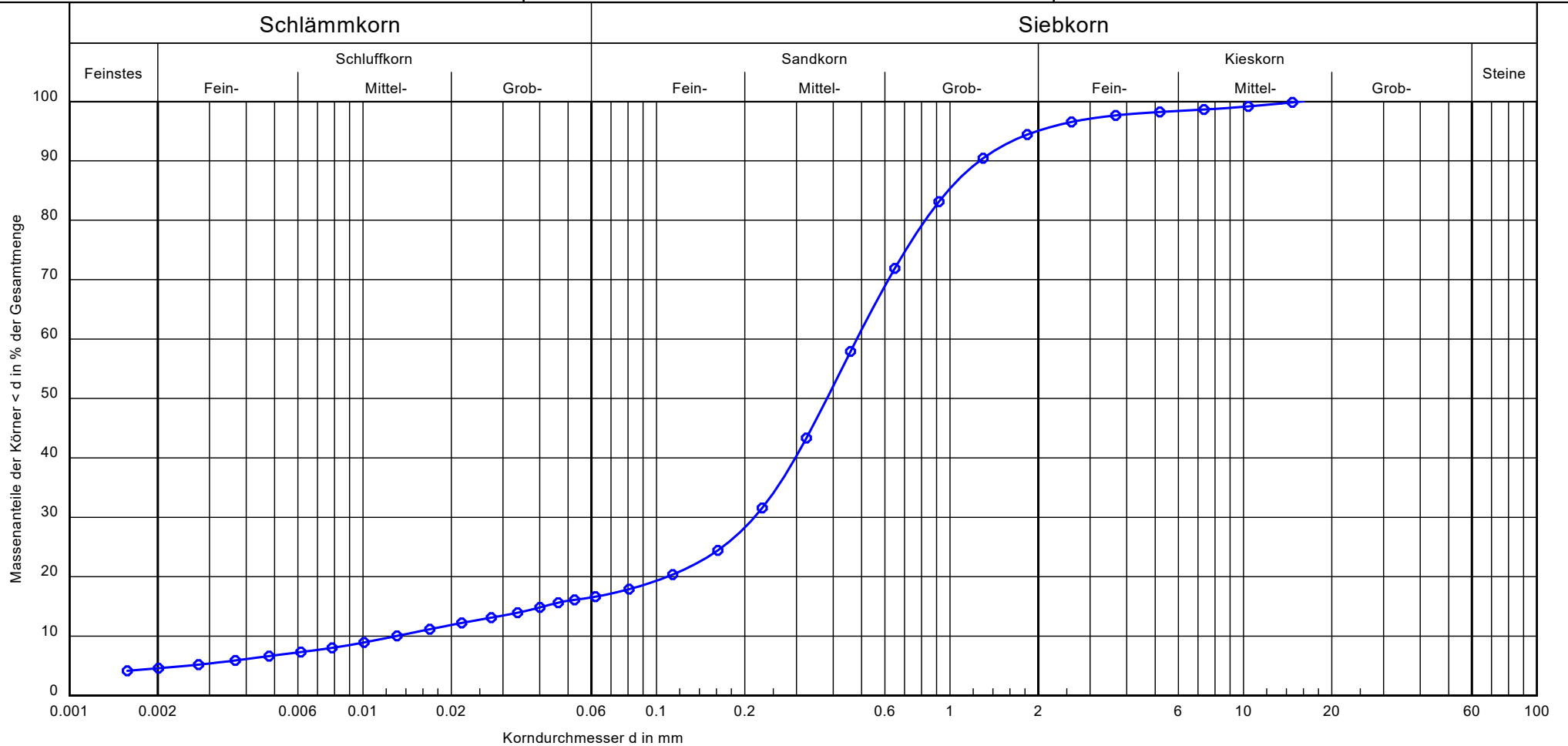
DRH - 1919 Neubau Wohnanlage

Frankenstraße, 91088 Bubenreuth

Prüfungsnummer: B18229 RB5/P6
 Probe entnommen am: 30.01.2019
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb-Schlammanalyse

Bearbeiter: FN

Datum: 11.02.2019



| | |
|------------------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | RB5/P6 |
| Tiefe: | 2,00 - 2,90 m |
| Bodenart: | mS, gs, u', fs' |
| kf [m/s] nach Mallet/Paquant | $2.2 \cdot 10^{-5}$ |
| U/Cc: | 37.2/7.4 |
| Bodengruppe: | SU* |
| T/U/S/G [%]: | 4.6/11.9/78.5/4.9 |
| Frostempfindlichkeitsklasse: | F3 |

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 20,2 M.-%
 Feinkornanteil: 16,5 M.-%

Bericht:
 B18229
 Anlage:
 3.2

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | E [MN/m ²] | ν [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

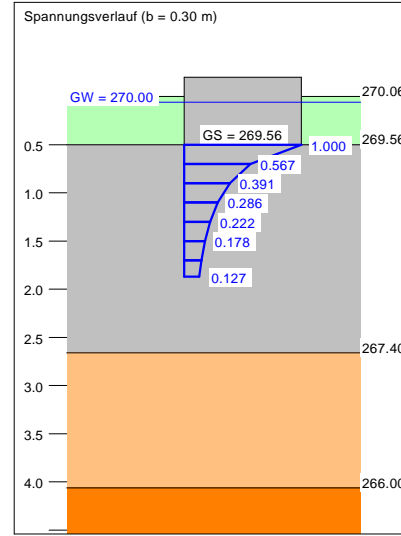
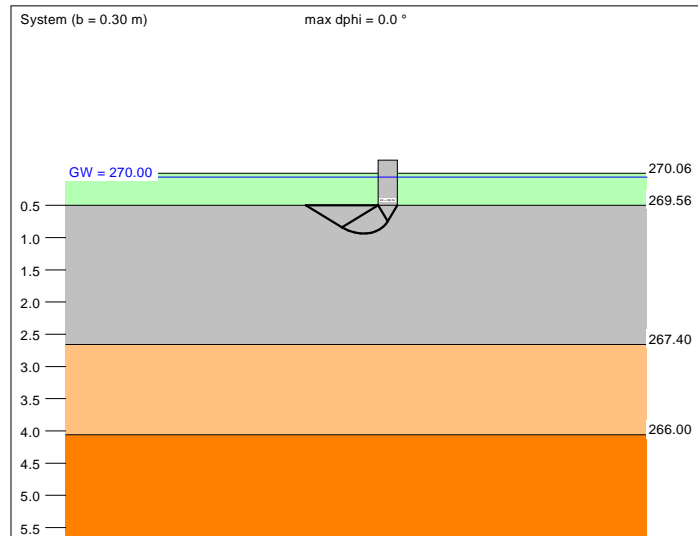
Berechnung erfolgt mit E und ν $[E = (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2) / (1 - \nu) \cdot E_s]$

Deutsche Reihenhaus AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 2 und RB 3
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFU UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.1

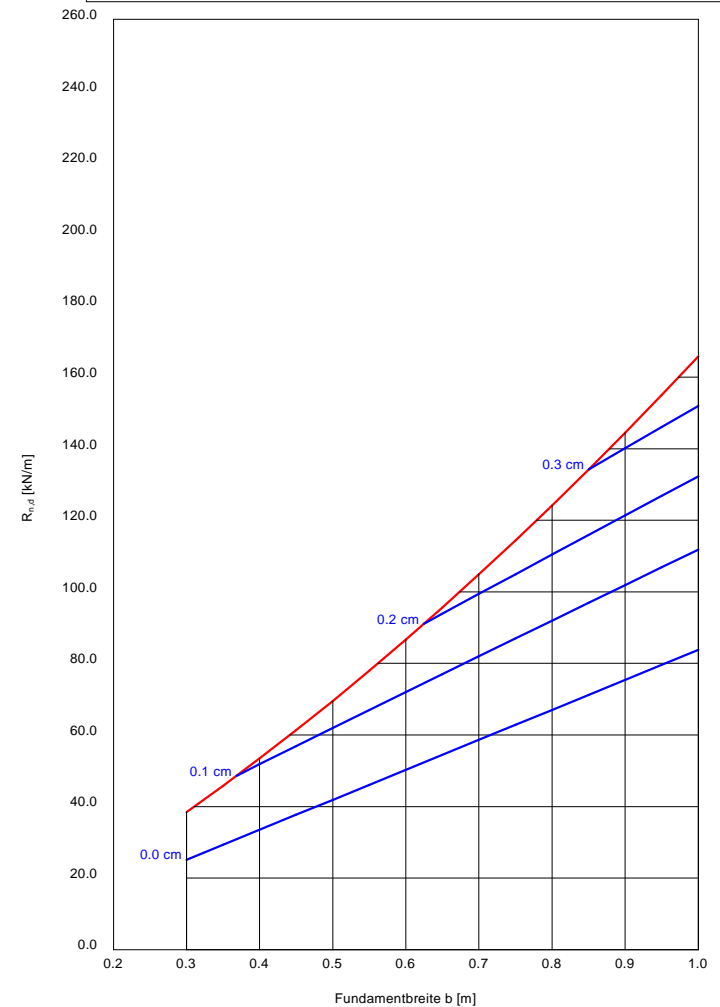
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Streifenfundamente: **GWB A**
 ohne Sondermaßnahmen



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 = 270.06 m
 Gründungssohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 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] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|-------|-------|-------------------------------------|------------------|--|------------------|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|---|-----------|-----------|----------------------------|
| 10.00 | 0.30 | 128.1 | 38.4 | 91.7 | 27.5 | 0.08 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 1.87 | 0.94 | 119.2 |
| 10.00 | 0.35 | 130.8 | 45.8 | 93.7 | 32.8 | 0.09 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.03 | 1.01 | 100.2 |
| 10.00 | 0.40 | 133.6 | 53.4 | 95.7 | 38.3 | 0.11 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.19 | 1.08 | 86.2 |
| 10.00 | 0.45 | 136.3 | 61.3 | 97.6 | 43.9 | 0.13 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.34 | 1.15 | 75.3 |
| 10.00 | 0.50 | 139.0 | 69.5 | 99.6 | 49.8 | 0.15 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.49 | 1.23 | 66.8 |
| 10.00 | 0.55 | 141.7 | 78.0 | 101.5 | 55.8 | 0.17 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.63 | 1.30 | 59.9 |
| 10.00 | 0.60 | 144.4 | 86.7 | 103.5 | 62.1 | 0.19 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.77 | 1.37 | 54.5 |
| 10.00 | 0.65 | 147.1 | 95.6 | 105.4 | 68.5 | 0.21 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.91 | 1.45 | 50.1 |
| 10.00 | 0.70 | 149.8 | 104.9 | 107.3 | 75.1 | 0.23 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.05 | 1.52 | 46.3 |
| 10.00 | 0.75 | 152.5 | 114.4 | 109.2 | 81.9 | 0.25 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.18 | 1.59 | 43.0 |
| 10.00 | 0.80 | 155.2 | 124.1 | 111.1 | 88.9 | 0.28 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.32 | 1.66 | 40.2 |
| 10.00 | 0.85 | 157.9 | 134.2 | 113.1 | 96.1 | 0.30 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.45 | 1.74 | 37.7 |
| 10.00 | 0.90 | 160.5 | 144.5 | 115.0 | 103.5 | 0.32 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.58 | 1.81 | 35.5 |
| 10.00 | 0.95 | 163.2 | 155.0 | 116.9 | 111.0 | 0.35 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.70 | 1.88 | 33.6 |
| 10.00 | 1.00 | 165.8 | 165.8 | 118.8 | 118.8 | 0.37 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.83 | 1.95 | 31.8 |

* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | E [MN/m ²] | ν [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

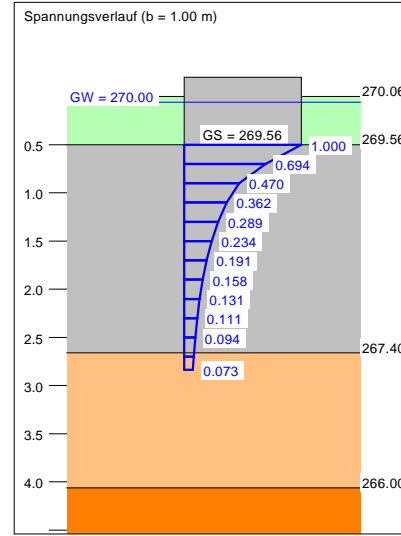
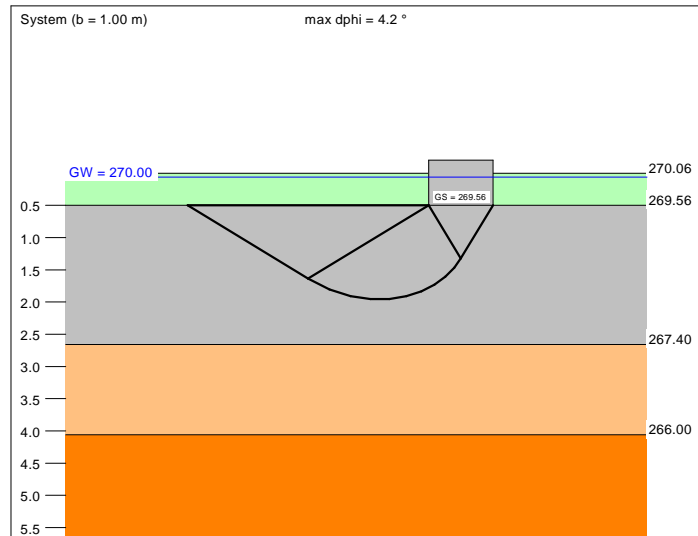
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν · 2 · ν^2) / (1 - ν) · E_s]

Deutsche Reihenhaus AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 2 und RB 3
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFU UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.2

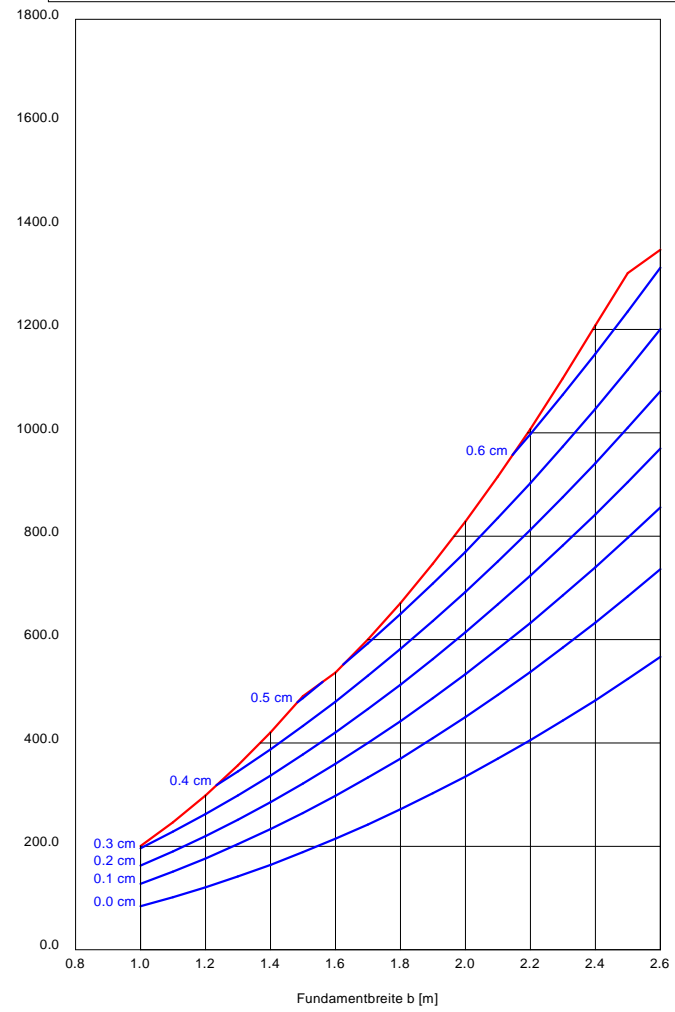
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente: GWB A ohne Sondermaßnahmen



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 270.06 m
 Gründungsohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Einzellast
 — Setzungen



| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | $R_{n,d}$ [kN] | zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | $V_{E,k}$ [kN] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|-------|-------|-------------------------------------|----------------|--|----------------|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|---|-----------|-----------|----------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 200.2 | 200.2 | 143.4 | 143.4 | 0.31 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.84 | 1.95 | 46.1 |
| 1.10 | 1.10 | 203.7 | 246.5 | 145.9 | 176.6 | 0.35 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.02 | 2.10 | 41.9 |
| 1.20 | 1.20 | 207.3 | 298.5 | 148.5 | 213.8 | 0.39 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.20 | 2.25 | 38.5 |
| 1.30 | 1.30 | 210.8 | 356.3 | 151.0 | 255.2 | 0.43 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.38 | 2.39 | 35.5 |
| 1.40 | 1.40 | 214.4 | 420.1 | 153.5 | 300.9 | 0.47 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.56 | 2.54 | 33.0 |
| 1.50 | 1.50 | 217.9 | 490.3 | 156.1 | 351.1 | 0.51 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 3.74 | 2.65 | 30.8 |
| 1.60 | 1.60 | 209.5 | 536.3 | 150.0 | 384.1 | 0.50 * | 26.7 | 3.35 | 10.50 | 5.85 | 3.79 | 2.76 | 30.2 |
| 1.70 | 1.70 | 207.5 | 599.8 | 148.7 | 429.6 | 0.51 * | 26.3 | 3.50 | 10.50 | 5.85 | 3.90 | 2.88 | 29.1 |
| 1.80 | 1.80 | 206.9 | 670.4 | 148.2 | 480.2 | 0.53 * | 26.0 | 3.60 | 10.50 | 5.85 | 4.02 | 3.00 | 27.9 |
| 1.90 | 1.90 | 206.9 | 746.8 | 148.2 | 534.9 | 0.55 * | 25.8 | 3.68 | 10.50 | 5.85 | 4.14 | 3.13 | 26.9 |
| 2.00 | 2.00 | 207.0 | 828.1 | 148.3 | 593.1 | 0.57 * | 25.7 | 3.75 | 10.50 | 5.85 | 4.25 | 3.25 | 26.0 |
| 2.10 | 2.10 | 207.5 | 915.1 | 148.6 | 655.4 | 0.59 * | 25.5 | 3.81 | 10.50 | 5.85 | 4.36 | 3.37 | 25.2 |
| 2.20 | 2.20 | 208.2 | 1007.5 | 149.1 | 721.6 | 0.61 * | 25.4 | 3.87 | 10.50 | 5.85 | 4.47 | 3.50 | 24.4 |
| 2.30 | 2.30 | 208.9 | 1105.0 | 149.6 | 791.4 | 0.63 * | 25.3 | 3.92 | 10.50 | 5.85 | 4.58 | 3.62 | 23.7 |
| 2.40 | 2.40 | 209.7 | 1207.9 | 150.2 | 865.2 | 0.65 * | 25.2 | 3.96 | 10.50 | 5.85 | 4.69 | 3.75 | 23.0 |
| 2.50 | 2.50 | 209.5 | 1309.1 | 150.0 | 937.6 | 0.67 * | 25.0 ** | 4.00 | 10.50 | 5.85 | 4.79 | 3.87 | 22.5 |
| 2.60 | 2.60 | 200.3 | 1353.9 | 143.5 | 969.7 | 0.63 * | 24.5 ** | 4.02 | 10.50 | 5.85 | 4.76 | 3.94 | 22.8 |

* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | E [MN/m ²] | ν [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
| | 21.0 | 11.0 | 27.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Bodenverbesserung 0,40 m |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

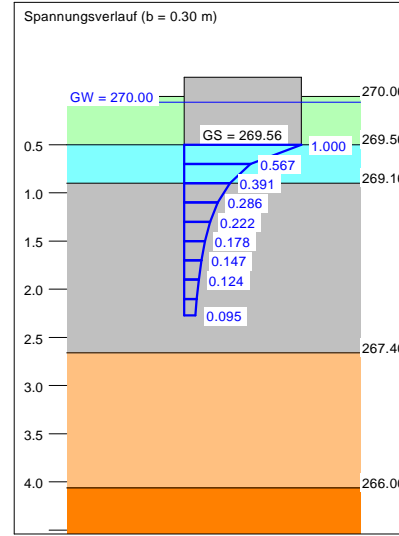
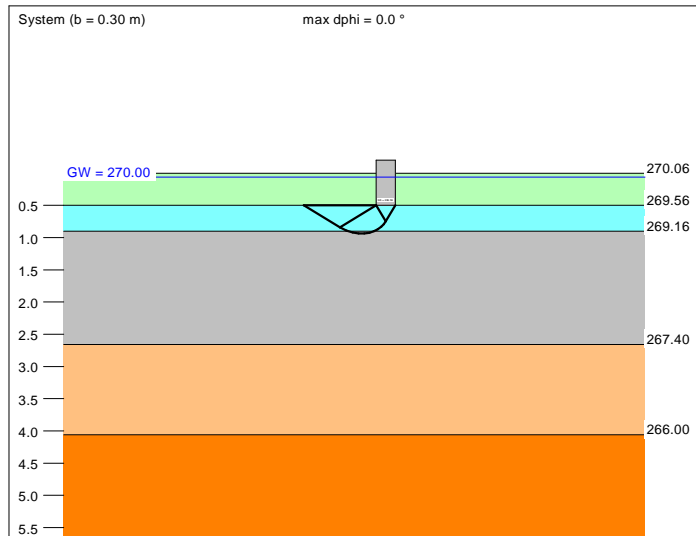
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2 \cdot ν^2) / (1 - ν) · E_s]

Deutsche Reihenhaus AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 2 und RB 3
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFB UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.3

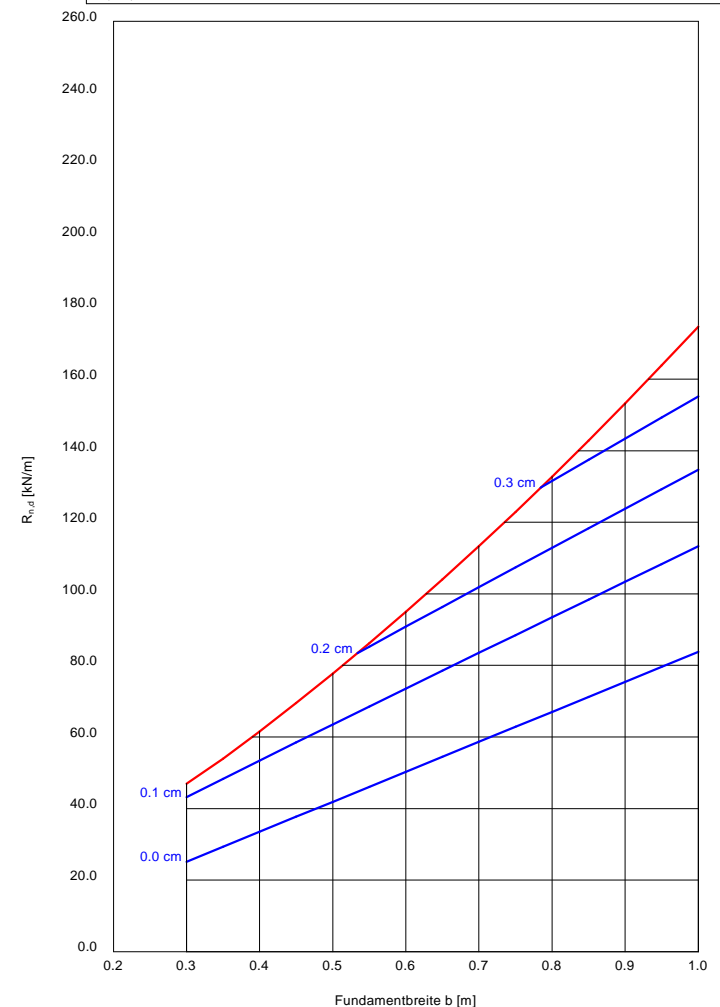
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Streifenfundamente: **GWB A**
 mit Bodenverbesserung d=0,40 m ab UK Fundament



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 = 270.06 m
 Gründungssohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 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] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|--|---------------------|---|---------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------|--------------|-------------------------------|
| 10.00 | 0.30 | 156.4 | 46.9 | 112.0 | 33.6 | 0.13 * | 27.5 | 4.53 | 10.99 | 5.85 | 2.27 | 0.94 | 88.8 |
| 10.00 | 0.35 | 154.0 | 53.9 | 110.3 | 38.6 | 0.14 * | 27.5 | 4.24 | 10.95 | 5.85 | 2.38 | 1.01 | 80.0 |
| 10.00 | 0.40 | 153.8 | 61.5 | 110.2 | 44.1 | 0.15 * | 27.5 | 4.07 | 10.91 | 5.85 | 2.51 | 1.08 | 71.8 |
| 10.00 | 0.45 | 154.4 | 69.5 | 110.6 | 49.8 | 0.17 * | 27.5 | 3.95 | 10.88 | 5.85 | 2.63 | 1.15 | 64.9 |
| 10.00 | 0.50 | 155.4 | 77.7 | 111.3 | 55.7 | 0.19 * | 27.5 | 3.86 | 10.85 | 5.85 | 2.76 | 1.23 | 59.3 |
| 10.00 | 0.55 | 156.8 | 86.2 | 112.3 | 61.8 | 0.21 * | 27.5 | 3.78 | 10.83 | 5.85 | 2.89 | 1.30 | 54.6 |
| 10.00 | 0.60 | 158.3 | 95.0 | 113.4 | 68.0 | 0.22 * | 27.5 | 3.71 | 10.80 | 5.85 | 3.01 | 1.37 | 50.5 |
| 10.00 | 0.65 | 160.1 | 104.0 | 114.6 | 74.5 | 0.24 * | 27.5 | 3.66 | 10.78 | 5.85 | 3.14 | 1.45 | 47.0 |
| 10.00 | 0.70 | 161.9 | 113.4 | 116.0 | 81.2 | 0.26 * | 27.5 | 3.61 | 10.77 | 5.85 | 3.26 | 1.52 | 43.9 |
| 10.00 | 0.75 | 163.9 | 122.9 | 117.4 | 88.0 | 0.29 * | 27.5 | 3.57 | 10.75 | 5.85 | 3.38 | 1.59 | 41.2 |
| 10.00 | 0.80 | 165.9 | 132.8 | 118.9 | 95.1 | 0.31 * | 27.5 | 3.53 | 10.74 | 5.85 | 3.51 | 1.66 | 38.8 |
| 10.00 | 0.85 | 168.1 | 142.9 | 120.4 | 102.3 | 0.33 * | 27.5 | 3.50 | 10.73 | 5.85 | 3.63 | 1.74 | 36.6 |
| 10.00 | 0.90 | 170.2 | 153.2 | 121.9 | 109.7 | 0.35 * | 27.5 | 3.48 | 10.72 | 5.85 | 3.75 | 1.81 | 34.7 |
| 10.00 | 0.95 | 172.4 | 163.8 | 123.5 | 117.3 | 0.38 * | 27.5 | 3.45 | 10.71 | 5.85 | 3.87 | 1.88 | 32.9 |
| 10.00 | 1.00 | 174.7 | 174.7 | 125.1 | 125.1 | 0.40 * | 27.5 | 3.43 | 10.70 | 5.85 | 3.99 | 1.95 | 31.3 |

* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | E [MN/m ²] | ν [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|------------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluflie TL steif |
| | 21.0 | 11.0 | 27.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Bodenverbesserung 0,40 m |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluflie TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

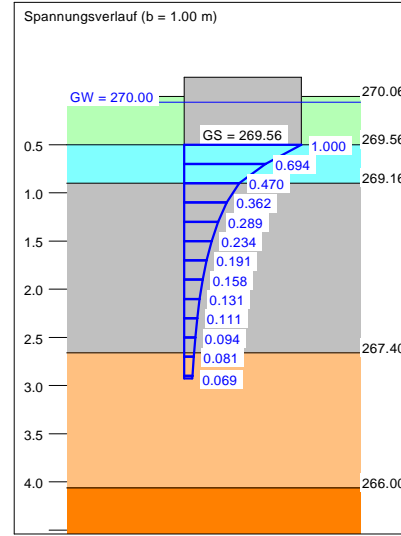
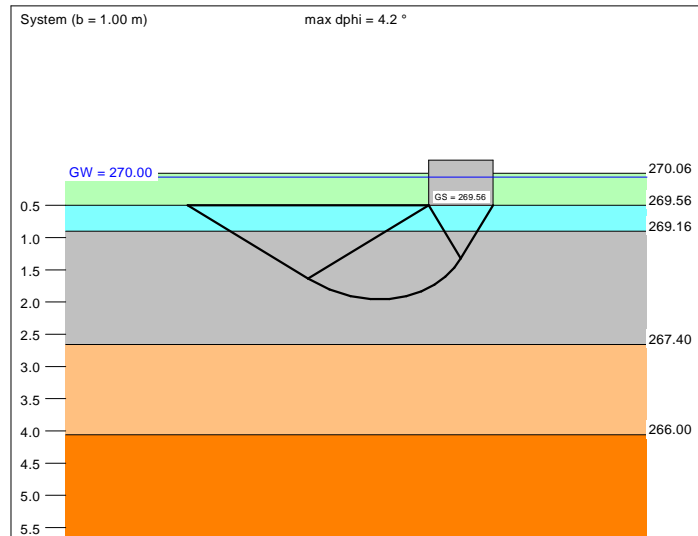
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2 \cdot ν^2) / (1 - ν) \cdot E_s]

Deutsche Reihenhause AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 2 und RB 3
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFB UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.4

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente: GWB A mit Bodenverbesserung d=0,40 m ab UK Fundament

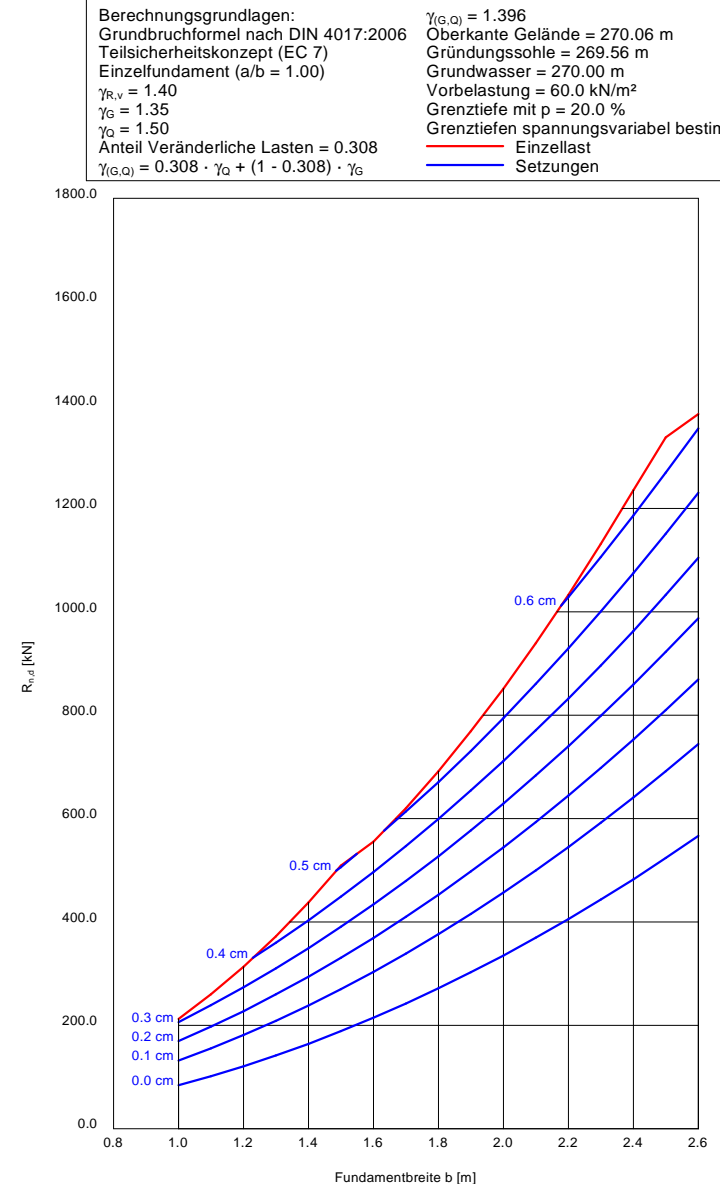


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$





$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 270.06 m
 Gründungssohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Einzellast
 — Setzungen

| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | $R_{n,d}$ [kN] | zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | $V_{E,k}$ [kN] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|-------|-------|-------------------------------------|----------------|--|----------------|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|---|-----------|-----------|----------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 212.2 | 212.2 | 152.0 | 152.0 | 0.32 * | 27.5 | 3.43 | 10.70 | 5.85 | 2.93 | 1.95 | 48.1 |
| 1.10 | 1.10 | 214.7 | 259.8 | 153.8 | 186.1 | 0.35 * | 27.5 | 3.39 | 10.68 | 5.85 | 3.11 | 2.10 | 43.7 |
| 1.20 | 1.20 | 217.4 | 313.1 | 155.7 | 224.2 | 0.39 * | 27.5 | 3.36 | 10.67 | 5.85 | 3.29 | 2.25 | 40.1 |
| 1.30 | 1.30 | 220.2 | 372.2 | 157.7 | 266.6 | 0.43 * | 27.5 | 3.33 | 10.65 | 5.85 | 3.46 | 2.39 | 37.0 |
| 1.40 | 1.40 | 223.2 | 437.4 | 159.8 | 313.3 | 0.46 * | 27.5 | 3.31 | 10.64 | 5.85 | 3.64 | 2.54 | 34.4 |
| 1.50 | 1.50 | 226.3 | 509.1 | 162.1 | 364.6 | 0.51 * | 27.5 | 3.29 | 10.64 | 5.85 | 3.81 | 2.65 | 32.1 |
| 1.60 | 1.60 | 216.9 | 555.3 | 155.4 | 397.7 | 0.49 * | 26.7 | 3.62 | 10.63 | 5.85 | 3.86 | 2.76 | 31.4 |
| 1.70 | 1.70 | 214.4 | 619.7 | 153.6 | 443.9 | 0.51 * | 26.3 | 3.76 | 10.62 | 5.85 | 3.97 | 2.88 | 30.1 |
| 1.80 | 1.80 | 213.4 | 691.3 | 152.8 | 495.1 | 0.53 * | 26.0 | 3.85 | 10.62 | 5.85 | 4.09 | 3.00 | 28.9 |
| 1.90 | 1.90 | 213.0 | 768.8 | 152.5 | 550.6 | 0.55 * | 25.8 | 3.92 | 10.61 | 5.85 | 4.20 | 3.13 | 27.9 |
| 2.00 | 2.00 | 212.8 | 851.1 | 152.4 | 609.6 | 0.57 * | 25.7 | 3.98 | 10.61 | 5.85 | 4.31 | 3.25 | 27.0 |
| 2.10 | 2.10 | 213.0 | 939.1 | 152.5 | 672.6 | 0.58 * | 25.5 | 4.03 | 10.60 | 5.85 | 4.42 | 3.37 | 26.1 |
| 2.20 | 2.20 | 213.3 | 1032.6 | 152.8 | 739.6 | 0.60 * | 25.4 | 4.07 | 10.60 | 5.85 | 4.53 | 3.50 | 25.3 |
| 2.30 | 2.30 | 213.8 | 1131.2 | 153.2 | 810.2 | 0.62 * | 25.3 | 4.12 | 10.60 | 5.85 | 4.64 | 3.62 | 24.5 |
| 2.40 | 2.40 | 214.5 | 1235.3 | 153.6 | 884.7 | 0.64 * | 25.2 | 4.15 | 10.59 | 5.85 | 4.75 | 3.75 | 23.8 |
| 2.50 | 2.50 | 214.0 | 1337.4 | 153.3 | 957.9 | 0.66 * | 25.0 ** | 4.18 | 10.59 | 5.85 | 4.84 | 3.87 | 23.3 |
| 2.60 | 2.60 | 204.6 | 1382.8 | 146.5 | 990.4 | 0.62 * | 24.5 ** | 4.20 | 10.59 | 5.85 | 4.81 | 3.94 | 23.5 |



* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | E [MN/m ²] | ν [-] | Bezeichnung |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
|  | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
|  | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
|  | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
|  | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

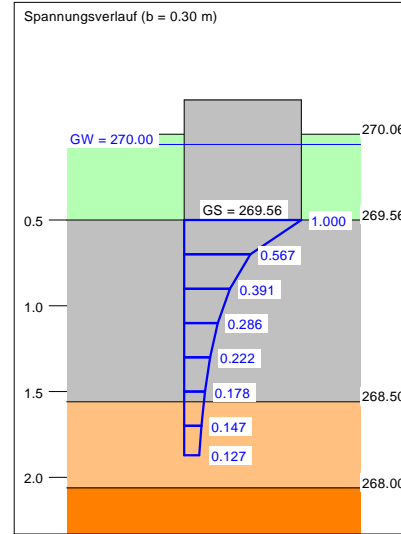
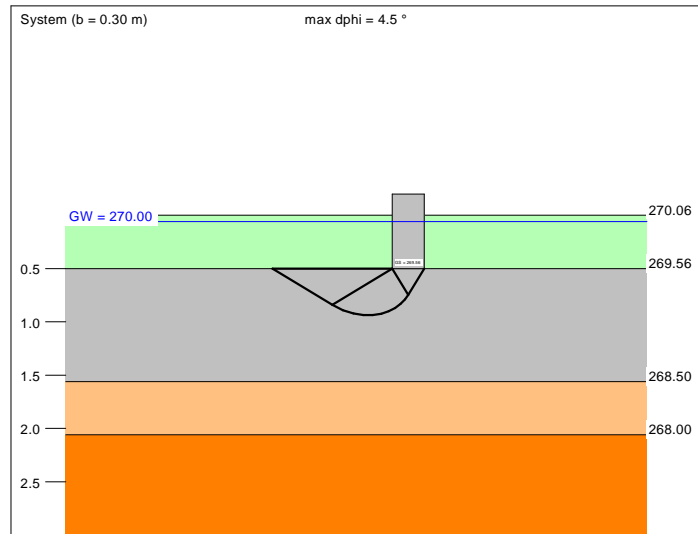
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

Deutsche Reihenhause AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 3 und RB 5
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFB UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.5

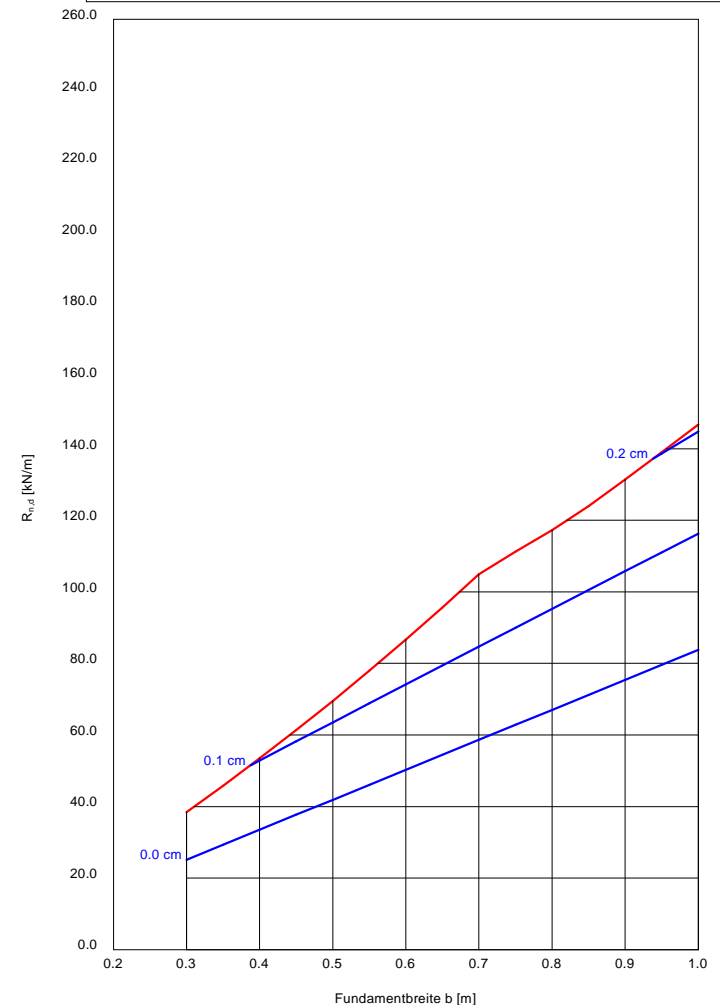
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Streifenfundamente: **GWB B**
 ohne Sondermaßnahmen



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 = 270.06 m
 Gründungsohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 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 $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | $V_{E,k}$ [kN/m] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|-------|-------|-------------------------------------|------------------|---|------------------|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|---|-----------|-----------|----------------------------|
| 10.00 | 0.30 | 128.1 | 38.4 | 91.7 | 27.5 | 0.07 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 1.87 | 0.94 | 122.8 |
| 10.00 | 0.35 | 130.8 | 45.8 | 93.7 | 32.8 | 0.09 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.03 | 1.01 | 104.7 |
| 10.00 | 0.40 | 133.6 | 53.4 | 95.7 | 38.3 | 0.10 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.17 | 1.08 | 92.9 |
| 10.00 | 0.45 | 136.3 | 61.3 | 97.6 | 43.9 | 0.12 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.31 | 1.15 | 83.9 |
| 10.00 | 0.50 | 139.0 | 69.5 | 99.6 | 49.8 | 0.13 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.44 | 1.23 | 76.6 |
| 10.00 | 0.55 | 141.7 | 78.0 | 101.5 | 55.8 | 0.14 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.57 | 1.30 | 70.6 |
| 10.00 | 0.60 | 144.4 | 86.7 | 103.5 | 62.1 | 0.16 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.69 | 1.37 | 65.5 |
| 10.00 | 0.65 | 147.1 | 95.6 | 105.4 | 68.5 | 0.17 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.81 | 1.45 | 61.3 |
| 10.00 | 0.70 | 149.8 | 104.9 | 107.3 | 75.1 | 0.19 * | 27.5 | 3.00 | 10.50 | 5.85 | 2.93 | 1.52 | 57.6 |
| 10.00 | 0.75 | 148.4 | 111.3 | 106.3 | 79.7 | 0.19 * | 27.0 | 3.19 | 10.50 | 5.85 | 2.98 | 1.58 | 56.5 |
| 10.00 | 0.80 | 146.6 | 117.2 | 105.0 | 84.0 | 0.19 * | 26.5 | 3.39 | 10.50 | 5.85 | 3.02 | 1.63 | 55.9 |
| 10.00 | 0.85 | 145.9 | 124.0 | 104.5 | 88.8 | 0.19 * | 26.2 | 3.53 | 10.50 | 5.85 | 3.07 | 1.69 | 54.9 |
| 10.00 | 0.90 | 146.0 | 131.4 | 104.6 | 94.1 | 0.20 * | 26.0 | 3.63 | 10.50 | 5.85 | 3.13 | 1.75 | 53.5 |
| 10.00 | 0.95 | 146.3 | 139.0 | 104.8 | 99.6 | 0.20 * | 25.8 | 3.71 | 10.50 | 5.85 | 3.20 | 1.81 | 52.1 |
| 10.00 | 1.00 | 146.8 | 146.8 | 105.1 | 105.1 | 0.21 * | 25.6 | 3.78 | 10.50 | 5.85 | 3.27 | 1.87 | 50.7 |

* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (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 |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

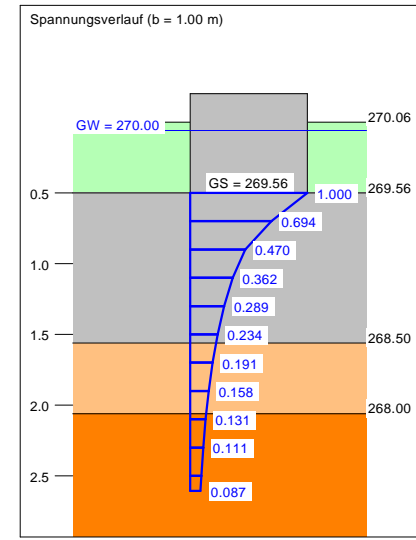
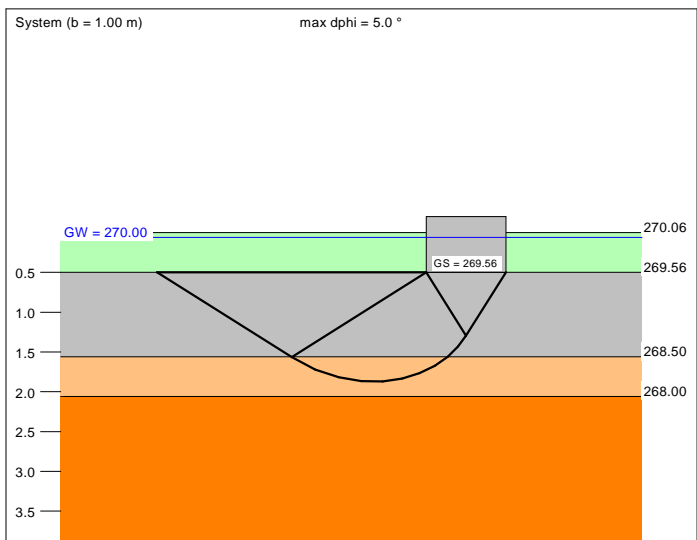
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

Deutsche Reihenhäuser AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 3 und RB 5
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFB UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.6

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente: GWB B ohne Sondermaßnahmen

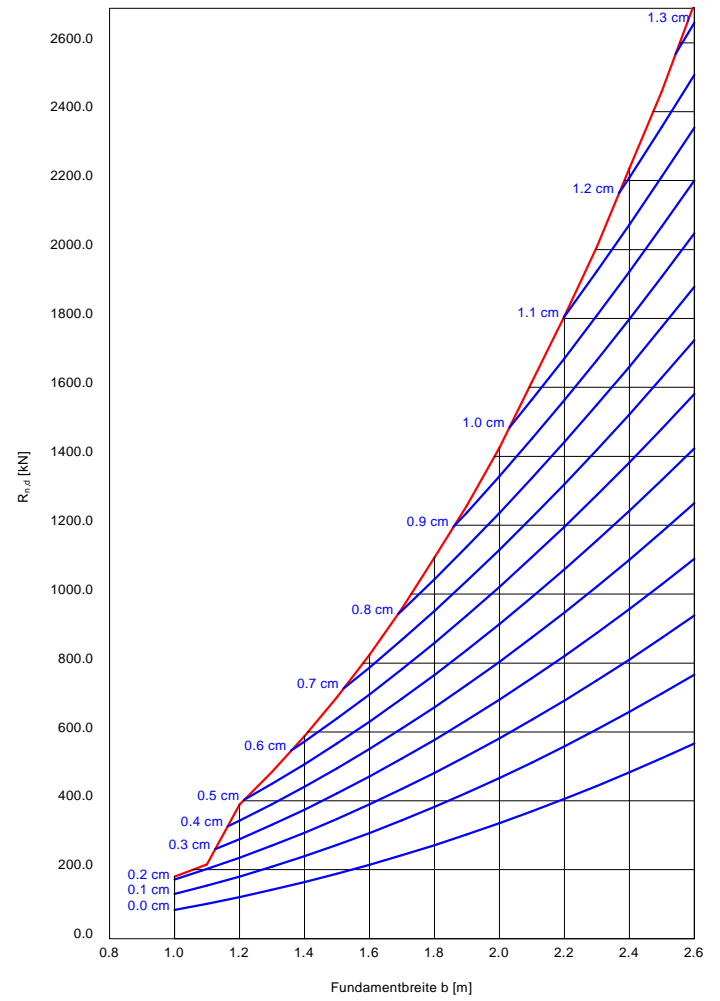


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v}$ = 1.40
 γ_G = 1.35
 γ_Q = 1.50
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)}$ = 0.308 · γ_Q + (1 - 0.308) · γ_G

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 270.06 m
 Gründungssohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Einzellast
 — Setzungen

| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | R _{n,d} [kN] | zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | V _{E,k} [kN] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t _g [m] | UK LS [m] | k _s [MN/m ³] |
|-------|-------|-------------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|---|--------------------|-----------|-------------------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 180.1 | 180.1 | 129.0 | 129.0 | 0.22 * | 25.6 | 3.78 | 10.50 | 5.85 | 2.61 | 1.87 | 58.8 |
| 1.10 | 1.10 | 177.9 | 215.2 | 127.4 | 154.2 | 0.23 * | 25.2 ** | 3.88 | 10.50 | 5.85 | 2.71 | 1.99 | 56.1 |
| 1.20 | 1.20 | 270.4 | 389.4 | 193.7 | 278.9 | 0.49 * | 27.5 ** | 5.39 | 10.63 | 5.85 | 3.53 | 2.25 | 39.6 |
| 1.30 | 1.30 | 286.4 | 484.0 | 205.1 | 346.6 | 0.56 * | 27.5 ** | 5.83 | 10.76 | 5.85 | 3.78 | 2.39 | 36.7 |
| 1.40 | 1.40 | 300.1 | 588.1 | 214.9 | 421.2 | 0.63 * | 27.5 ** | 6.18 | 10.90 | 5.85 | 4.03 | 2.54 | 34.4 |
| 1.50 | 1.50 | 311.4 | 700.6 | 223.0 | 501.8 | 0.69 * | 27.5 ** | 6.45 | 11.03 | 5.85 | 4.25 | 2.68 | 32.5 |
| 1.60 | 1.60 | 321.6 | 823.3 | 230.4 | 589.7 | 0.75 * | 27.5 ** | 6.68 | 11.16 | 5.85 | 4.47 | 2.83 | 30.9 |
| 1.70 | 1.70 | 331.2 | 957.2 | 237.2 | 685.6 | 0.81 * | 27.5 ** | 6.88 | 11.28 | 5.85 | 4.69 | 2.97 | 29.4 |
| 1.80 | 1.80 | 341.3 | 1105.7 | 244.4 | 791.9 | 0.87 * | 27.5 ** | 7.05 | 11.39 | 5.85 | 4.91 | 3.12 | 28.2 |
| 1.90 | 1.90 | 348.1 | 1256.8 | 249.3 | 900.1 | 0.92 * | 27.4 ** | 7.20 | 11.49 | 5.85 | 5.11 | 3.26 | 27.1 |
| 2.00 | 2.00 | 356.3 | 1425.0 | 255.2 | 1020.7 | 0.98 * | 27.4 ** | 7.34 | 11.59 | 5.85 | 5.31 | 3.40 | 26.1 |
| 2.10 | 2.10 | 366.3 | 1615.5 | 262.4 | 1157.1 | 1.05 * | 27.5 ** | 7.48 | 11.68 | 5.85 | 5.53 | 3.56 | 25.1 |
| 2.20 | 2.20 | 373.2 | 1806.1 | 267.3 | 1293.6 | 1.10 * | 27.5 ** | 7.59 | 11.76 | 5.85 | 5.73 | 3.70 | 24.3 |
| 2.30 | 2.30 | 379.4 | 2006.9 | 271.7 | 1437.4 | 1.15 * | 27.5 ** | 7.69 | 11.84 | 5.85 | 5.92 | 3.84 | 23.5 |
| 2.40 | 2.40 | 388.1 | 2235.6 | 278.0 | 1601.2 | 1.22 * | 27.5 ** | 7.79 | 11.91 | 5.85 | 6.12 | 3.99 | 22.8 |
| 2.50 | 2.50 | 393.4 | 2458.7 | 281.8 | 1761.0 | 1.27 * | 27.5 ** | 7.88 | 11.98 | 5.85 | 6.31 | 4.13 | 22.2 |
| 2.60 | 2.60 | 401.5 | 2714.2 | 287.6 | 1944.0 | 1.34 * | 27.5 ** | 7.96 | 12.05 | 5.85 | 6.51 | 4.28 | 21.5 |



* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (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 |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
| | 21.0 | 11.0 | 27.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Bodenverbesserung 0,40 m |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

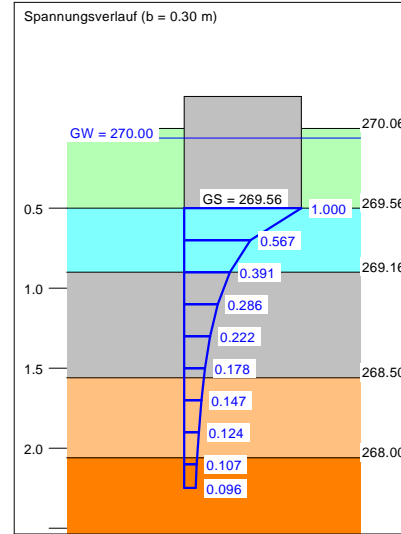
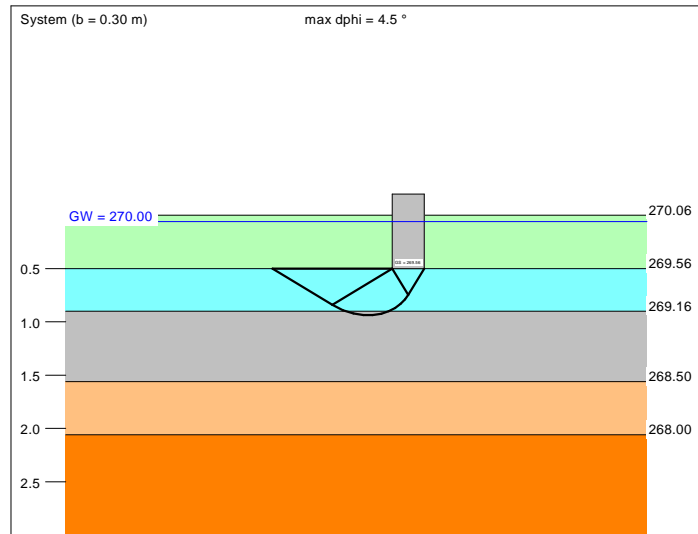
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2 \cdot ν^2) / (1 - ν) · E_s]

Deutsche Reihenhause AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 3 und RB 5
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFB UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.7

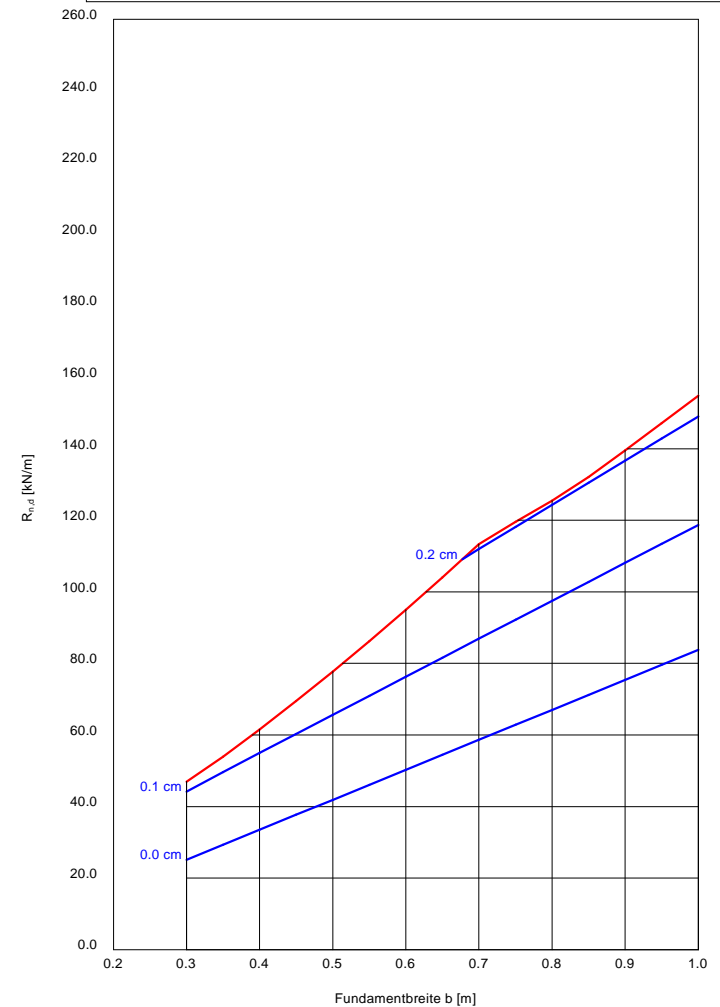
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Streifenfundamente: **GWB B**
 mit Bodenverbesserung d=0,40 m ab UK Fundament



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 = 270.06 m
 Gründungsohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 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] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|--|---------------------|---|---------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------|--------------|-------------------------------|
| 10.00 | 0.30 | 156.4 | 46.9 | 112.0 | 33.6 | 0.12 * | 27.5 | 4.53 | 10.99 | 5.85 | 2.25 | 0.94 | 97.2 |
| 10.00 | 0.35 | 154.0 | 53.9 | 110.3 | 38.6 | 0.12 * | 27.5 | 4.24 | 10.95 | 5.85 | 2.35 | 1.01 | 89.7 |
| 10.00 | 0.40 | 153.8 | 61.5 | 110.2 | 44.1 | 0.13 * | 27.5 | 4.07 | 10.91 | 5.85 | 2.46 | 1.08 | 82.7 |
| 10.00 | 0.45 | 154.4 | 69.5 | 110.6 | 49.8 | 0.14 * | 27.5 | 3.95 | 10.88 | 5.85 | 2.57 | 1.15 | 76.6 |
| 10.00 | 0.50 | 155.4 | 77.7 | 111.3 | 55.7 | 0.16 * | 27.5 | 3.86 | 10.85 | 5.85 | 2.68 | 1.23 | 71.4 |
| 10.00 | 0.55 | 156.8 | 86.2 | 112.3 | 61.8 | 0.17 * | 27.5 | 3.78 | 10.83 | 5.85 | 2.79 | 1.30 | 66.9 |
| 10.00 | 0.60 | 158.3 | 95.0 | 113.4 | 68.0 | 0.18 * | 27.5 | 3.71 | 10.80 | 5.85 | 2.90 | 1.37 | 62.9 |
| 10.00 | 0.65 | 160.1 | 104.0 | 114.6 | 74.5 | 0.19 * | 27.5 | 3.66 | 10.78 | 5.85 | 3.01 | 1.45 | 59.4 |
| 10.00 | 0.70 | 161.9 | 113.4 | 116.0 | 81.2 | 0.21 * | 27.5 | 3.61 | 10.77 | 5.85 | 3.12 | 1.52 | 56.4 |
| 10.00 | 0.75 | 159.5 | 119.6 | 114.2 | 85.7 | 0.21 * | 27.0 | 3.77 | 10.76 | 5.85 | 3.16 | 1.58 | 55.5 |
| 10.00 | 0.80 | 156.8 | 125.5 | 112.3 | 89.9 | 0.20 * | 26.5 | 3.95 | 10.75 | 5.85 | 3.19 | 1.63 | 55.0 |
| 10.00 | 0.85 | 155.4 | 132.1 | 111.3 | 94.6 | 0.21 * | 26.2 | 4.06 | 10.73 | 5.85 | 3.24 | 1.69 | 54.1 |
| 10.00 | 0.90 | 155.0 | 139.5 | 111.0 | 99.9 | 0.21 * | 26.0 | 4.13 | 10.72 | 5.85 | 3.29 | 1.75 | 52.9 |
| 10.00 | 0.95 | 154.9 | 147.1 | 110.9 | 105.4 | 0.21 * | 25.8 | 4.18 | 10.72 | 5.85 | 3.36 | 1.81 | 51.6 |
| 10.00 | 1.00 | 154.9 | 154.9 | 110.9 | 110.9 | 0.22 * | 25.6 | 4.23 | 10.71 | 5.85 | 3.42 | 1.87 | 50.5 |

* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.31

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E _s [MN/m ²] | E [MN/m ²] | ν [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 0.40 | Sande SU*/Schluffe TL steif |
| | 21.0 | 11.0 | 27.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Bodenverbesserung 0,40 m |
| | 20.5 | 10.5 | 27.5 | 3.0 | 30.0 | 14.0 | 0.40 | Sande SU* steif-halbfest |
| | 20.5 | 10.5 | 22.5 | 5.0 | 40.0 | 18.7 | 0.40 | Schluffe TM halbfest |
| | 24.0 | 14.0 | 35.0 | 10.0 | 60.0 | 50.0 | 0.25 | Übergangszone |

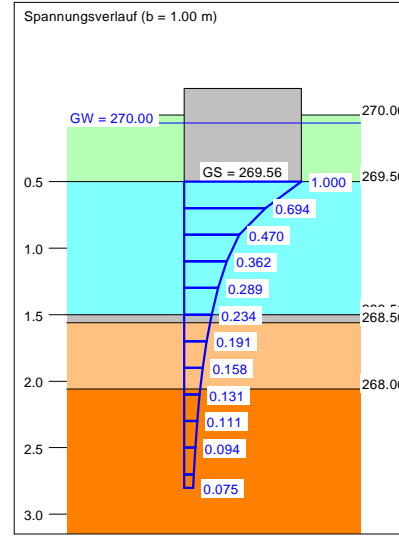
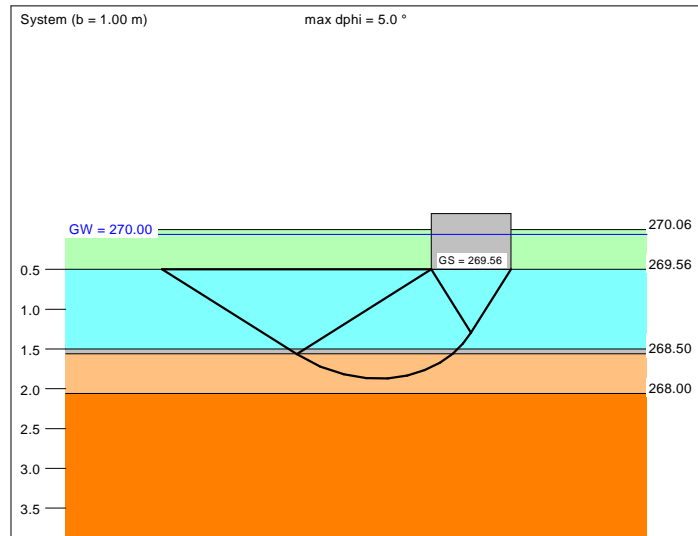
Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2· ν^2) / (1 - ν) · E_s]

Deutsche Reihenhaus AG
 1919 Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten
 Frankenstraße, 91088 Bubenreuth
 Berechnungsgrundlagen: "worst-case"-Betrachtung
 exemplarisch DPH 3 und RB 5
 Einbindetiefe: t = 0,50 m
 Annahme OK FFB UG: 270,06 m ü NN bzw. -3,24 m



Bericht Nr. B18229
 Anlage 4.8

Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente: GWB B mit Bodenverbesserung d=0,40 m ab UK Fundament

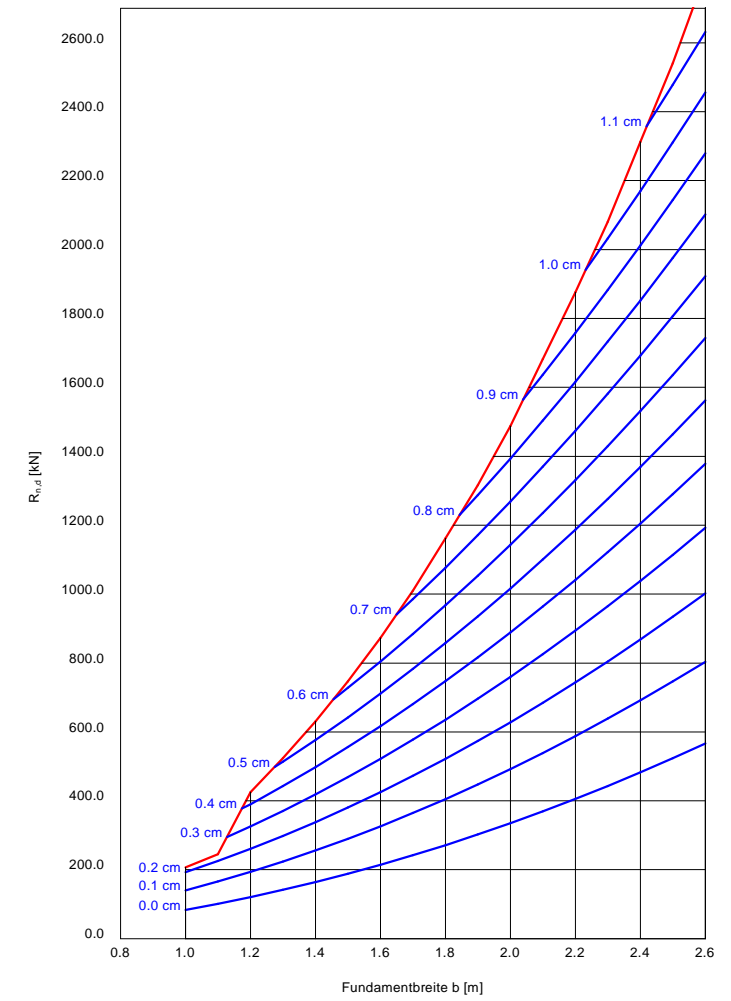


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.308
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.308 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.308) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.396$
 Oberkante Gelände = 270.06 m
 Gründungssohle = 269.56 m
 Grundwasser = 270.00 m
 Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Einzellast
 — Setzungen

| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | R _{n,d} [kN] | zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | V _{E,k} [kN] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t _g [m] | UK LS [m] | k _s [MN/m ³] |
|-------|-------|-------------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|---|--------------------|-----------|-------------------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 207.3 | 207.3 | 148.5 | 148.5 | 0.23 * | 25.6 | 4.93 | 10.93 | 5.85 | 2.80 | 1.87 | 65.0 |
| 1.10 | 1.10 | 202.1 | 244.6 | 144.8 | 175.2 | 0.23 * | 25.2 ** | 4.93 | 10.91 | 5.85 | 2.90 | 1.99 | 62.2 |
| 1.20 | 1.20 | 295.5 | 425.5 | 211.6 | 304.8 | 0.46 * | 27.5 ** | 6.28 | 10.99 | 5.85 | 3.66 | 2.25 | 46.5 |
| 1.30 | 1.30 | 309.6 | 523.3 | 221.8 | 374.8 | 0.51 * | 27.5 ** | 6.65 | 11.10 | 5.85 | 3.91 | 2.39 | 43.2 |
| 1.40 | 1.40 | 321.8 | 630.8 | 230.5 | 451.8 | 0.57 * | 27.5 ** | 6.94 | 11.22 | 5.85 | 4.14 | 2.54 | 40.5 |
| 1.50 | 1.50 | 331.8 | 746.6 | 237.7 | 534.7 | 0.62 * | 27.5 ** | 7.16 | 11.34 | 5.85 | 4.36 | 2.68 | 38.2 |
| 1.60 | 1.60 | 340.9 | 872.6 | 244.1 | 625.0 | 0.67 * | 27.5 ** | 7.35 | 11.45 | 5.85 | 4.58 | 2.83 | 36.2 |
| 1.70 | 1.70 | 349.4 | 1009.8 | 250.3 | 723.3 | 0.72 * | 27.5 ** | 7.51 | 11.55 | 5.85 | 4.79 | 2.97 | 34.5 |
| 1.80 | 1.80 | 358.6 | 1161.9 | 256.8 | 832.2 | 0.78 * | 27.5 ** | 7.65 | 11.65 | 5.85 | 5.00 | 3.12 | 33.0 |
| 1.90 | 1.90 | 364.6 | 1316.3 | 261.2 | 942.8 | 0.82 * | 27.4 ** | 7.77 | 11.74 | 5.85 | 5.20 | 3.26 | 31.7 |
| 2.00 | 2.00 | 372.0 | 1488.1 | 266.5 | 1065.8 | 0.88 * | 27.4 ** | 7.88 | 11.83 | 5.85 | 5.40 | 3.40 | 30.4 |
| 2.10 | 2.10 | 381.5 | 1682.3 | 273.2 | 1204.9 | 0.93 * | 27.5 ** | 7.98 | 11.91 | 5.85 | 5.62 | 3.56 | 29.2 |
| 2.20 | 2.20 | 387.7 | 1876.4 | 277.7 | 1343.9 | 0.98 * | 27.5 ** | 8.07 | 11.98 | 5.85 | 5.81 | 3.70 | 28.2 |
| 2.30 | 2.30 | 393.3 | 2080.7 | 281.7 | 1490.3 | 1.03 * | 27.5 ** | 8.16 | 12.05 | 5.85 | 6.00 | 3.84 | 27.3 |
| 2.40 | 2.40 | 401.6 | 2313.2 | 287.6 | 1656.8 | 1.09 * | 27.5 ** | 8.24 | 12.12 | 5.85 | 6.20 | 3.99 | 26.4 |
| 2.50 | 2.50 | 406.4 | 2539.9 | 291.1 | 1819.1 | 1.14 * | 27.5 ** | 8.30 | 12.18 | 5.85 | 6.38 | 4.13 | 25.6 |
| 2.60 | 2.60 | 414.1 | 2799.2 | 296.6 | 2004.9 | 1.20 * | 27.5 ** | 8.37 | 12.24 | 5.85 | 6.58 | 4.28 | 24.8 |



* Vorbelastung = 60.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{01,k} / 1.95$ (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 4191793
Auftrags Nr. 4852054
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 26.02.2019

Ihr Auftrag/Projekt: DRH - 1919 Bubenreuth
Ihr Bestellzeichen: B18229
Ihr Bestelldatum: 06.02.2019

Prüfzeitraum von 07.02.2019 bis 26.02.2019
erste laufende Probenummer 190033795
Probeneingang am 07.02.2019

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A. Vanessa Kullik
Kundenbetreuung

Probe 190033795

MP1

Eingangsdatum: 07.02.2019 Eingangsart: durch IF-Kurier abgeholt

Probenmatrix: Boden

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

Feststoffuntersuchungen :

| | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|-----|-----------------------------|----|
| Trockensubstanz | Masse-% | 78,7 | 0,1 | DIN EN 14346 | HE |
| Gefriertrocknung | | | | DIN 38414-22 ⁽¹⁾ | TS |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 7,7 | | ISO 10390 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 17380 | HE |
| (1) nicht akkreditiert. | | | | | |

Metalle im Feststoff :

| | | | | | |
|-----------------------|----------|-------|-----|--------------------|----|
| Königswasseraufschluß | | | | DIN EN 13657 | HE |
| Arsen | mg/kg TR | 7 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Blei | mg/kg TR | 12 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Cadmium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Chrom | mg/kg TR | 28 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Kupfer | mg/kg TR | 16 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Nickel | mg/kg TR | 14 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Quecksilber | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN 1483 | HE |
| Thallium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 | HE |
| Zink | mg/kg TR | 66 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |

| | | | | | |
|------------------|----------|-------|-----|--------------|----|
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | 38 | 10 | DIN EN 14039 | HE |
| EOX | mg/kg TR | < 0,5 | 0,5 | DIN 38414-17 | HE |

LHKW Headspace :

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

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033795

Seite 3 von 19
26.02.2019

Probe MP1
Fortsetzung

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

BTEX Headspace :

| | | | | | |
|------------------------------|----------|--------|------|------------------|----|
| Benzol | mg/kg TR | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Toluol | mg/kg TR | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Ethylbenzol | mg/kg TR | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| 1,2-Dimethylbenzol | mg/kg TR | 0,04 | 0,01 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| 1,3+1,4-Dimethylbenzol | mg/kg TR | 0,03 | 0,02 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Summe Xylole | mg/kg TR | 0,07 | | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Styrol | mg/kg TR | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| iso-Propylbenzol | mg/kg TR | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Summe nachgewiesener BTEX | mg/kg TR | 0,07 | | | HE |

PAK (EPA) :

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

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 |

Probe MP1
Fortsetzung

| Parameter | Einheit | Ergebnis | Bestimmungs- grenze | Methode | Lab Grenzwert |
|-----------|---------|----------|------------------------|---------|---------------|
|-----------|---------|----------|------------------------|---------|---------------|

Dioxine/Furane :

| | | | | | |
|----------------------|----------|-------|-------|---|-----|
| 2,3,7,8-TCDD | ng/kg TR | < 1,0 | 1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | ng/kg TR | 4,0 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | ng/kg TR | 4,0 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | ng/kg TR | 11 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | ng/kg TR | 9,0 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | ng/kg TR | 230 | 0,5 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| OCDD | ng/kg TR | 1300 | 1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 2,3,7,8-TCDF | ng/kg TR | 5,0 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | ng/kg TR | 7,0 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | ng/kg TR | 8,0 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | ng/kg TR | 11 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | ng/kg TR | 15 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | ng/kg TR | < 1,0 | 1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | ng/kg TR | 19 | 0,1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | ng/kg TR | 120 | 0,3 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | ng/kg TR | 24 | 0,3 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| OCDF | ng/kg TR | 250 | 1 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| I-TE NATO (excl. BG) | ng/kg TR | 19,0 | 0,298 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |
| I-TE NATO (incl. BG) | ng/kg TR | 20,1 | 0,298 | AbfKlärV Anhang 1, 1.3.3.2 ⁽¹⁾ | ZfD |

(1) Fremdvergabe.

Eluatuntersuchungen :

| | | | | | |
|-----------------------------|-------|---------|-------|--------------------|----|
| Eluatansatz | | | | DIN EN 12457-4 | HE |
| pH-Wert | | 8,9 | | DIN 38404-5 | HE |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 54 | 1 | DIN EN 27888 | HE |
| Chlorid | mg/l | < 2 | 2 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Sulfat | mg/l | < 5 | 5 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/l | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 | HE |
| Phenol-Index, wdf. | mg/l | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 | HE |

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033795

Seite 5 von 19
26.02.2019

Probe MP1
Fortsetzung

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

Metalle im Eluat :

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

Probe 190033796

MP2

Eingangsdatum: 07.02.2019 Eingangsart: durch IF-Kurier abgeholt

Probenmatrix: Boden

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

Feststoffuntersuchungen :

| | | | | | |
|-----------------|---------|------|-----|--------------|----|
| Trockensubstanz | Masse-% | 97,4 | 0,1 | DIN EN 14346 | HE |
|-----------------|---------|------|-----|--------------|----|

PAK (EPA) :

| | | | | | |
|------------------------|----------|--------|------|--------------|----|
| Naphthalin | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Acenaphthylen | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN 38414-23 | HE |
| Acenaphthen | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Fluoren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Phenanthren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Anthracen | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Fluoranthren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Pyren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Benz(a)anthracen | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Chrysen | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Dibenzo(a,h)anthracen | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Benzo(g,h,i)perylene | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyren | mg/kg TR | < 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 | HE |
| Summe PAK nach EPA | mg/kg TR | - | | DIN 38414-23 | HE |

| Parameter | Einheit | Ergebnis | Bestimmungs- grenze | Methode | Lab Beurteilung |
|----------------------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Probe 190033797 | | | | | |
| MP3 | | | | Probenmatrix Boden | |
| Eingangsdatum: | 07.02.2019 | Eingangsart | durch IF-Kurier abgeholt | | |
| Feststoffuntersuchungen : | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 95,6 | 0,1 | DIN EN 14346 | HE |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 8,4 | | ISO 10390 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 17380 | HE |
| Metalle im Feststoff : | | | | | |
| Königswasseraufschluß | | | | DIN EN 13657 | HE |
| Arsen | mg/kg TR | < 2 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Blei | mg/kg TR | 2 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Cadmium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Chrom | mg/kg TR | 7 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Kupfer | mg/kg TR | 7 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Nickel | mg/kg TR | 7 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Quecksilber | mg/kg TR | 0,3 | 0,1 | DIN EN 1483 | HE |
| Thallium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 | HE |
| Zink | mg/kg TR | 14 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | 12 | 10 | DIN EN 14039 | HE |
| EOX | mg/kg TR | < 0,5 | 0,5 | DIN 38414-17 | HE |
| LHKW Headspace : | | | | | |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Dichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Summe nachgewiesener LHKW | mg/kg TR | - | | | HE |

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033797

Seite 8 von 19
26.02.2019

Probe MP3
Fortsetzung

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

BTEX Headspace :

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

PAK (EPA) :

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

Chlorpestizide n. DEV F2 :

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

Chlor-/Alkylphenole :

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

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033797

Seite 9 von 19
26.02.2019

Probe MP3
Fortsetzung

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

PCB :

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

Eluatuntersuchungen :

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|---------|-------|--------------------|----|
| Eluatansatz | | | | DIN EN 12457-4 | HE |
| pH-Wert | | 9,1 | | DIN 38404-5 | HE |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 53 | 1 | DIN EN 27888 | HE |
| Chlorid | mg/l | < 2 | 2 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Sulfat | mg/l | < 5 | 5 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/l | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 | HE |
| Phenol-Index, wdf. | mg/l | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 | HE |

Metalle im Eluat :

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

| Parameter | Einheit | Ergebnis | Bestimmungs- grenze | Methode | Lab Beurteilung |
|----------------------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Probe 190033798 | | | | | |
| MP4 | | | | Probenmatrix Boden | |
| Eingangsdatum: | 07.02.2019 | Eingangsart | durch IF-Kurier abgeholt | | |
| Feststoffuntersuchungen : | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 93,6 | 0,1 | DIN EN 14346 | HE |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 7,8 | | ISO 10390 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 17380 | HE |
| Metalle im Feststoff : | | | | | |
| Königswasseraufschluß | | | | DIN EN 13657 | HE |
| Arsen | mg/kg TR | 3 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Blei | mg/kg TR | 9 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Cadmium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Chrom | mg/kg TR | 8 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Kupfer | mg/kg TR | 10 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Nickel | mg/kg TR | 9 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Quecksilber | mg/kg TR | 0,1 | 0,1 | DIN EN 1483 | HE |
| Thallium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 | HE |
| Zink | mg/kg TR | 16 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | 15 | 10 | DIN EN 14039 | HE |
| EOX | mg/kg TR | < 0,5 | 0,5 | DIN 38414-17 | HE |
| LHKW Headspace : | | | | | |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Dichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Summe nachgewiesener LHKW | mg/kg TR | - | | | HE |

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033798

 Seite 11 von 19
26.02.2019

 Probe MP4
Fortsetzung

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

BTEX Headspace :

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

PAK (EPA) :

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

Chlorpestizide n. DEV F2 :

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

Chlor-/Alkylphenole :

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

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033798

Seite 12 von 19
26.02.2019

Probe MP4
Fortsetzung

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

PCB :

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

Eluatuntersuchungen :

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|---------|-------|--------------------|----|
| Eluatansatz | | | | DIN EN 12457-4 | HE |
| pH-Wert | | 8,5 | | DIN 38404-5 | HE |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 74 | 1 | DIN EN 27888 | HE |
| Chlorid | mg/l | < 2 | 2 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Sulfat | mg/l | < 5 | 5 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/l | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 | HE |
| Phenol-Index, wdf. | mg/l | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 | HE |

Metalle im Eluat :

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

| Parameter | Einheit | Ergebnis | Bestimmungs- grenze | Methode | Lab Beurteilung |
|----------------------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Probe 190033799 | | | | | |
| MP5 | | | | Probenmatrix Boden | |
| Eingangsdatum: | 07.02.2019 | Eingangsart | durch IF-Kurier abgeholt | | |
| Feststoffuntersuchungen : | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 90,6 | 0,1 | DIN EN 14346 | HE |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 7,9 | | ISO 10390 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 17380 | HE |
| Metalle im Feststoff : | | | | | |
| Königswasseraufschluß | | | | DIN EN 13657 | HE |
| Arsen | mg/kg TR | < 2 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Blei | mg/kg TR | 2 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Cadmium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Chrom | mg/kg TR | 5 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Kupfer | mg/kg TR | 4 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Nickel | mg/kg TR | 3 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Quecksilber | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN 1483 | HE |
| Thallium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 | HE |
| Zink | mg/kg TR | 5 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | < 10 | 10 | DIN EN 14039 | HE |
| EOX | mg/kg TR | < 0,5 | 0,5 | DIN 38414-17 | HE |
| LHKW Headspace : | | | | | |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Dichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Summe nachgewiesener LHKW | mg/kg TR | - | | | HE |

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033799

Seite 14 von 19
26.02.2019

Probe MP5
Fortsetzung

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

BTEX Headspace :

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

PAK (EPA) :

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

PCB :

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

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033799

Seite 15 von 19
26.02.2019

Probe MP5
Fortsetzung

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

Eluatuntersuchungen :

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|---------|-------|--------------------|----|
| Eluatansatz | | | | DIN EN 12457-4 | HE |
| pH-Wert | | 8,3 | | DIN 38404-5 | HE |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 44 | 1 | DIN EN 27888 | HE |
| Chlorid | mg/l | < 2 | 2 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Sulfat | mg/l | < 5 | 5 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/l | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 | HE |
| Phenol-Index, wdf. | mg/l | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 | HE |

Metalle im Eluat :

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

| Parameter | Einheit | Ergebnis | Bestimmungs- grenze | Methode | Lab Beurteilung |
|----------------------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Probe 190033800 | | | | | |
| MP6 | | | | Probenmatrix | Boden |
| Eingangsdatum: | 07.02.2019 | Eingangsart | durch IF-Kurier abgeholt | | |
| Feststoffuntersuchungen : | | | | | |
| Trockensubstanz | Masse-% | 88,2 | 0,1 | DIN EN 14346 | HE |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 7,7 | | ISO 10390 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 17380 | HE |
| Metalle im Feststoff : | | | | | |
| Königswasseraufschluß | | | | DIN EN 13657 | HE |
| Arsen | mg/kg TR | < 2 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Blei | mg/kg TR | 3 | 2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Cadmium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Chrom | mg/kg TR | 4 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Kupfer | mg/kg TR | 4 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Nickel | mg/kg TR | 2 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| Quecksilber | mg/kg TR | < 0,1 | 0,1 | DIN EN 1483 | HE |
| Thallium | mg/kg TR | < 0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 | HE |
| Zink | mg/kg TR | 4 | 1 | DIN EN ISO 11885 | HE |
| KW-Index C10-C40 | mg/kg TR | < 10 | 10 | DIN EN 14039 | HE |
| EOX | mg/kg TR | < 0,5 | 0,5 | DIN 38414-17 | HE |
| LHKW Headspace : | | | | | |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Dichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Tetrachlorethen | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Trichlormethan | mg/kg TR | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 22155 | HE |
| Summe nachgewiesener LHKW | mg/kg TR | - | | | HE |

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033800

Seite 17 von 19
26.02.2019

Probe MP6
Fortsetzung

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

BTEX Headspace :

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

PAK (EPA) :

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

PCB :

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

DRH - 1919 Bubenreuth
B18229

Prüfbericht Nr. 4191793
Auftrag 4852054 Probe 190033800

Seite 18 von 19
26.02.2019

Probe MP6
Fortsetzung

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

Eluatuntersuchungen :

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|---------|-------|--------------------|----|
| Eluatansatz | | | | DIN EN 12457-4 | HE |
| pH-Wert | | 8,3 | | DIN 38404-5 | HE |
| Elektr.Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 44 | 1 | DIN EN 27888 | HE |
| Chlorid | mg/l | < 2 | 2 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Sulfat | mg/l | < 5 | 5 | DIN ISO 15923-1 | HE |
| Cyanide, ges. | mg/l | < 0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 | HE |
| Phenol-Index, wdf. | mg/l | < 0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 | HE |

Metalle im Eluat :

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

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

AbfklärV Anhang 1, 1.3.3.2

| | |
|--------------------|---------|
| DIN 38404-5 | 2009-07 |
| DIN 38407-2 | 1993-02 |
| DIN 38414-17 | 1981-05 |
| DIN 38414-20 | 1996-01 |
| DIN 38414-22 | 2009-02 |
| DIN 38414-23 | 2002-02 |
| DIN EN 12457-4 | 2003-01 |
| DIN EN 13657 | 2003-01 |
| DIN EN 14039 | 2005-01 |
| DIN EN 14346 | 2007-03 |
| DIN EN 1483 | 2007-07 |
| DIN EN 27888 | 1993-11 |
| DIN EN ISO 11885 | 2009-09 |
| DIN EN ISO 14402 | 1999-12 |
| DIN EN ISO 14403-2 | 2012-02 |
| DIN EN ISO 17294-2 | 2014-12 |
| DIN EN ISO 17380 | 2013-10 |
| DIN EN ISO 22155 | 2016-07 |
| DIN ISO 15923-1 | 2014-07 |
| DIN ISO 18287 | 2006-05 |
| ISO 10390 | 2005-02 |
| ISO 8165-2 | 1999-07 |

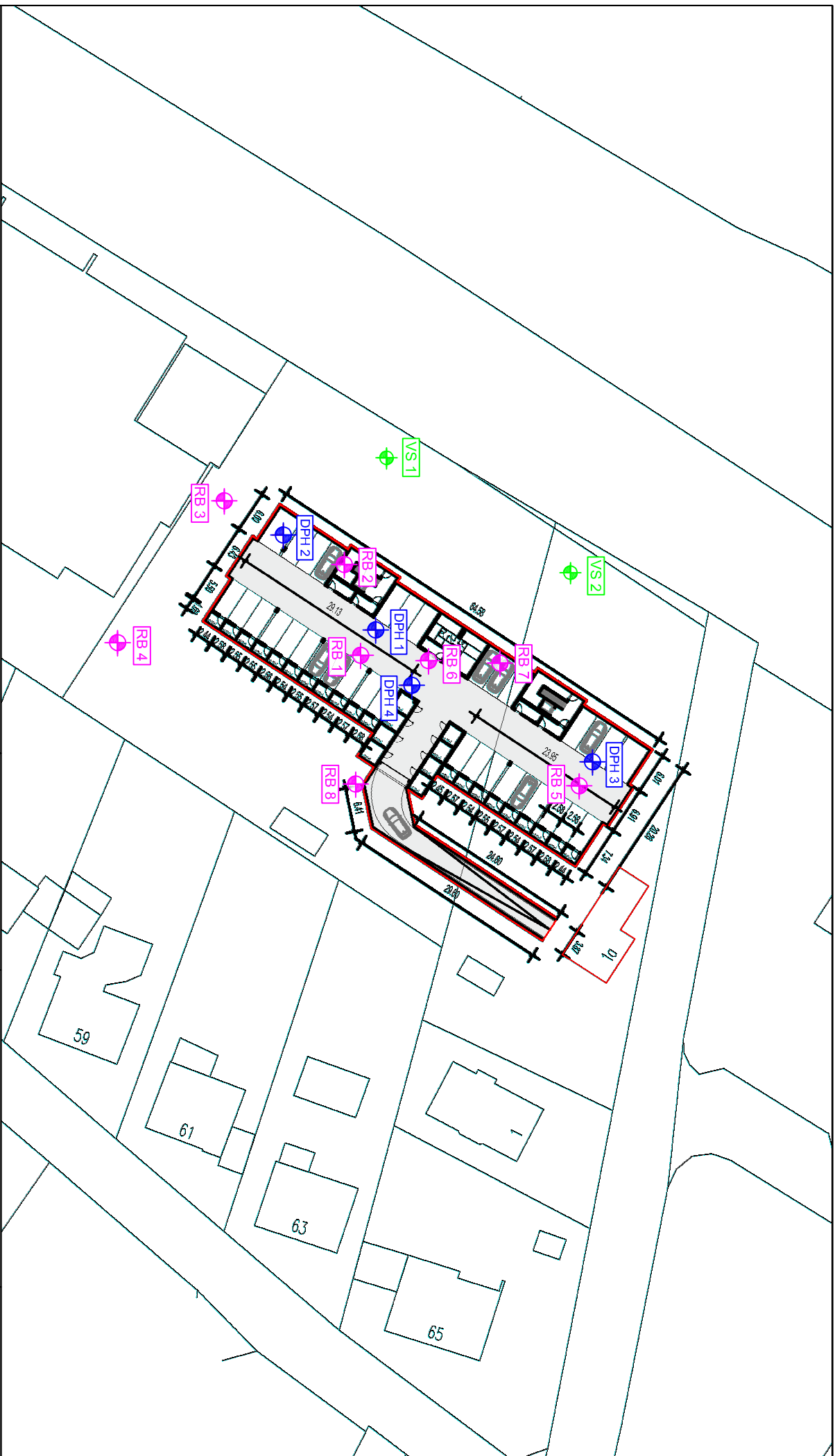
Die Laborstandorte der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

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



- Legende:**
- ◆ RB Kleinrammbohrung DN 80/60/50
 - ◆ DPH Schwere Rammsondierung
 - ◆ VS Versickerung (Open-End-Test)




ICP
 Geologen und Ingenieure
 für Wasser und Boden

Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und
 Partner mbH

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

| | |
|--|--|
| <p>Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1919 - Neubau Wohnanlage mit 36 Wohneinheiten Frankenstraße, 91088 Bubenreuth</p> <p>Umwelt- und geotechnische Untersuchungen</p> | <p>Anlage: 6</p> <p>zu Bericht Nr.: B18229</p> |
| <p>Lageplan</p> <p>Maßstab: 1 : 750</p> | <p>Dat.: 30.01.19-01.02.2019</p> <p>Bearb.: LF / CB</p> |