

Geotechnischer Bericht
zum Bauvorhaben Kraupner
Rohrhofer Straße 9
in 68782 Brühl

In der Mörschgewanne 16
67065 Ludwigshafen
Telefon 0621/5 49 60 - 70
Telefax 0621/5 49 60 - 99
E-Mail: info@clayton.de
Web: www.clayton.de

Firmensitz: 67065 Ludwigshafen
bundesweite Standorte

Projekt Nr.: 31580-2005/2987

Ludwigshafen/Rh., 25.04.2019

Auftraggeber: Oliver Kraupner
Hardtwaldring 132
68723 Oftersheim

Bearbeitung: Dipl.-Geol. Matthias Stremme (Projektleiter)
Dipl.-Geol. Alexander Klug (Prokurist)

Kontakt: 0621/54960-70

1. Bauvorhaben und Geländebeschreibung

Die Bauherrschaft Kraupner die Errichtung eines Wohngebäudes in der Rohrhofer Straße 9 in 68782 Brühl auf dem Flurstück 233. Das Baugrundstück weist eine Fläche von ca. 482 m² auf und liegt in annähernd ebenem Gelände. Es unterlag nach unserer Kenntnis zuletzt wohnbaulicher Nutzung. Das Areal weist derzeit keine Bebauung mehr auf. Die Geländeoberfläche ist unversiegelt und flächenhaft sowie tiefgründig aufgefüllt sowie sehr stark anthropogen beeinflusst (vgl. Anl. 2 und 4).

Geplant ist die Errichtung einer Doppelhaushälfte mit eingeschossiger Vollunterkellerung und zwei Vollgeschossen. Der Keller soll volleingebunden ausgeführt werden. Es sind uns keine geplanten Lasteinträge aus Verkehrslasten bekannt, die über die übliche wohnbauliche Nutzung hinausgehen.

Die nördlich angrenzend unterkellerte Doppelhaushälfte war zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung bereits errichtet (vgl. Anl. 4).

Mit dem Schreiben vom 19.03.2019 (Eingang) wurde clayton Umwelt-Consult GmbH mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines geotechnischen Berichtes beauftragt¹. Der vorliegende Bericht dokumentiert und bewertet die Untersuchungsergebnisse.

¹ Die Baugrunduntersuchung erfolgte unter Berücksichtigung der Vorgaben des Eurocode 7 (EC 7)

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundsituation auf dem künftigen Baugelände wurden vereinbarungsgemäß 2 Kleinrammbohrungen (BS) gemäß DIN EN ISO 22475-1 ausgeführt. Diese wurden bis in Tiefen von 8,0 m unter Geländeoberkante (GOK) geführt. (vgl. Anl. 2). Das Bohrgut wurde schichtbezogen beprobt. Die Lage der Sondieransatzpunkte ist im Lageplan in Anl. 1 dargestellt.

Abgesehen von in den Auffüllungen enthaltenem Glas- und Ziegelbruch waren bei der Ausführung am Boden keine weiteren organoleptischen (visuelle und/oder geruchliche) Auffälligkeiten festzustellen. Informationen über ein mögliches Schadstoffinventar aufgefüllter Massen liegen uns nicht vor.

Eine abfallrechtliche und/oder alllastenspezifische Untersuchung und Bewertung war nicht Gegenstand der aktuellen Beauftragung und muss bei Bedarf in einer gesonderten Untersuchung erfolgen. Hierdurch entstehen weitere Kosten.

3. Geologische und hydrogeologische Situation

Das Untersuchungsgelände liegt regionalgeologisch im Verbreitungsgebiet quartärer Sedimente limnischer und fluviatiler Bildung (Torf, Sand, Kies). Die maximal erschlossene Mächtigkeit der Lockersedimente beträgt 8,0 m.

In Bohrung BS 1 wurden Auffüllungen aus schwach schluffigem Sand ([SU]) und schwach schluffigem Kies ([GU]) jeweils mitteldichter Lagerung sowie stark schluffigem Sand ([SU*]) steifer-halbfester Konsistenz erbohrt. Im Inventar finden sich Glas- und Ziegelbruch. Unter den Auffüllungen folgt leichtplastischer Ton (TL) steifer Konsistenz, der von zersetztem Torf (HZ) unterlagert wird.

Darunter steht weitgestufter Kies (GW) mitteldichter Lagerung an, der von enggestuften Sanden (SE) mitteldichter Lagerung unterlagert wird, in die eine Lage von weitgestuftem Sand (SW) mitteldichter Lagerung eingeschaltet ist.

In Bohrung BS 2 wurden unter umgelagertem sandigem Oberboden ([OH]) Auffüllungen aus schwach schluffigem Kies ([GU]) mitteldichter Lagerung und stark schluffigem Sand ([SU*]) steifer Konsistenz erbohrt. Im Inventar der Auffüllungen findet sich Ziegelbruch. Unter den Auffüllungen steht zersetzter Torf (HZ) an, der von weitgestuftem Sand (SW) und darunter von weitgestuftem Kies (GW) jeweils mitteldichter Lagerung unterlagert wird. Es folgt stark schluffiger Sand (SU*) weicher Konsistenz, der von organogenem Sand (OH) mitteldichter Lagerung unterlagert wird. Darunter folgt weitgestufter Sand (SW) mitteldichter Lagerung und bis zur Erkundungstiefe enggestufter Sand (SE) mitteldichter Lagerung.

Eine detaillierte Darstellung der Schichtenfolge geht aus Anl.2 hervor. Erkenntnisse über die geotechnische Beschaffenheit tieferer Lagen liegen nicht vor. Zu erwarten sind weitere sandige Sedimentabfolgen mit wechselnden Kies- und Schlämmkornanteilen über kiesigen Terrassensedimenten des Rheins.

Nach dem Bohrvorgang konnte aufgrund von Bohrlochverstürzen kein freier Grundwasserspiegel eingemessen werden. Angesichts der Vernässungen des Bohrgutes in den Kiesen (GW) bzw. Sanden (SW) ab rd. 4,0 m (BS 1, ca. 5,6 m lok. Höhe) bzw. rd. 4,2 m (BS 2, ca. 5,8 m lok. Höhe) Tiefe konnte jedoch der Grundwasserspiegel in diesen Tiefen indirekt lokalisiert werden.

Nach Starkniederschlägen und/oder nassen Witterungsperioden muss jedoch mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels gerechnet werden.

Entsprechend der Ganglinie der ca. 400 m südöstlich gelegenen, amtlichen Grundwassermessstelle "1473063 – Brühl F" wurde der höchste Grundwasserstand örtlich bei 94,47 mNN gemessen. Gemäß der hydrogeologischen Karte Rhein-Neckar-Raum² liegt der mittlere Grundwasserspiegel örtlich auf einem Niveau zwischen ca. 92 mNN und ca. 93 mNN.

Der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) im Bereich des Baugeländes ist unter Berücksichtigung der hydrologischen Situation am Bauwerksstandort auf vorläufig auf 8,0 m lok. Höhe festzulegen und nach Vorliegen absoluter Höhen zu verifizieren. Dies hat in Abstimmung mit dem Unterzeichner zu erfolgen.

Die Kiese (GW) sind als stark durchlässig im Sinne der DIN 18130-1 einzustufen. Entsprechend ist von einem sehr starken Wasserandrang bei Eingriffen in die wassergesättigte Bodenzone auszugehen.

Die regionale Vorflut wird durch den „Rhein“ gebildet, der rund 2,4 km westlich des Baugeländes in nördliche Richtung entwässert.

4. Bodenmechanische Eigenschaften der Böden

Die in der nachfolgenden Tab.1 angegebenen Bodenkenngößen und bodenspezifischen Parameter wurden auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und unter Bezugnahme auf DIN 1055:2010-11, Teil 2, Tab. 1 bis 4, sowie auf Literaturangaben festgelegt. Die Ausbildung der einzelnen Schichten kann den Bohrprofilen in Anl. 2 entnommen werden.

² Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, 3. Bericht, Fortschreibung 1983-1998, Höhengleichen des Oberen Grundwassers am 01. Oktober 1990 und hydrologisches Messnetz, 1999.

Tab. 1: Geotechnische Eigenschaften der Böden und Bodenkenngrößen

| Material | Konsistenz / Lagerungsdichte | Bodengruppe DIN 18196 | Bodenklasse DIN 18 300 ²⁾ | Reibungswinkel φ (°) | Kohäsion c' (kN/m ²) | Steifemodul E_s (MN/m ²) | Wichte γ (kN/m ³) | Durchlässigkeitsbeiwert k_f (m/s) |
|----------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Sand | mitteldicht | [SU] | 3 | 32,5 | 0,5 | 35 - 45 | 17,0 - 17,5 (9,0 - 9,5) ¹⁾ | 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵ |
| Kies | mitteldicht | [GU] | 3 | 32,5 | 0,5 | 45 - 55 | 17,0 (10,0) ¹⁾ | 10 ⁻³ - 10 ⁻⁵ |
| Sand | steif | [SU*] | 4 | 27,5 | 3 - 4 | 10 - 15 | 18,0 - 18,5 (9,0 - 9,5) ¹⁾ | 10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶ |
| Ton | steif | TL | 4 | 22,5 | 5 | 8 - 12 | 20,0 (10,0) ¹⁾ | 10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁹ |
| Torf | - | HZ | 2/3 | 12 | 5 | 2 | 12,0 (2,0) ¹⁾ | 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁸ |
| Sand | mitteldicht | OH | 3 | 32,5 | - | 30 - 40 | 17,0 (9,0) ¹⁾ | 10 ⁻³ - 10 ⁻⁵ |
| Sand | weich | SU* | 4 | 27,5 | 2 - 3 | 5 - 10 | 17,5 (8,5) ¹⁾ | 10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶ |
| Kies | mitteldicht | GW | 3 | 32,5 | - | 60 - 80 | 18,0 (10,5) ¹⁾ | 10 ⁻³ - 10 ⁻⁴ |
| Sand | mitteldicht | SW | 3 | 32,5 | - | 50 - 60 | 18,0 (10,5) ¹⁾ | 10 ⁻³ - 10 ⁻⁴ |
| Sand | mitteldicht | SE | 3 | 32,5 | - | 40 - 50 | 17,0 (9,5) ¹⁾ | 10 ⁻³ - 10 ⁻⁴ |

¹⁾ in Klammern: Wichte unter Auftrieb (γ')

²⁾ Die Angabe von Bodenklassen (BKL) erfolgt auf Grundlage der alten DIN 18300 in der Fassung von 09/2012

Die Angaben des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f) entstammen dem Arbeitsblatt DWA-A 138 und beziehen sich streng genommen nur auf die gewonnene Probe. Die Werte geben eine näherungsweise festgelegte Wasserdurchlässigkeit des beschriebenen Bodens wieder. Inhomogenitäten können jedoch zu z. T. deutlichen Abweichungen der angegebenen Werte führen.

5. Gründung

Dem Unterzeichner liegen keine Angaben zur absoluten Höhe des Geländes, des Gründungsniveaus oder von Höhenbezugspunkten vor. Als Höhenbezugspunkt wurde die OK Gehweg mit einer lokalen Höhe von 10,00 m lokaler Höhe gewählt. Der südöstlich des Grundstücks in der „Rohrhofer Straße“ gelegener Kanaldeckel (KD) hat entsprechend dem Nivellement eine lokale Höhe von 10,07 m.

Entsprechend den uns vorliegenden Informationen (fernmündliche Mitteilung des Auftraggebers vom 23.04.2019) sowie Planunterlagen soll die Oberkante Rohfußboden (RFB) Erdgeschoss ca. 0,1 m über dem Bezugspunkt, also auf ca. 10,10 m lok. Höhe, die Unterkante Bodenplatte (UK BP) auf ca. 7,02 m lok. Höhe zu liegen kommen. Die derzeitige Geländeoberkante im Baufeld liegt zwischen etwa 9,6 m und rd. 10,1 m lok. Höhe.

Änderungen des Gründungsniveaus haben Auswirkungen auf die nachfolgenden Aussagen und bedingen u. U. eine Neubeurteilung der Situation, wodurch zusätzliche Kosten entstehen.

Entsprechend den Vorgaben sowie unter Berücksichtigung der örtlichen geologischen und morphologischen Situation ist davon auszugehen, dass das Gründungsniveau in organischen Böden (Torf, HZ) zu liegen käme.

Entsprechend Eurocode 7 (EC 7) DIN EN 1997-1 / NA: DIN 1054 müssen Bauwerkslasten in Bodenschichten eingeleitet werden, die eine ausreichende Festigkeit aufweisen. Diese Voraussetzung erfüllen die organischen Böden (HZ) im vorliegenden Fall nicht. Daher müssen diese Böden vollständig durchgründet oder ausgetauscht werden. Hierzu ist im vorliegenden Fall eine Tiefgründung (Pfähle, Brunnenringe) bzw. ein Bodenaustausch erforderlich.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Untersuchungsergebnisse sind aufgrund der anstehenden organischen Böden (HZ) sowie kleinräumig wechselnder Baugrundverhältnisse und zur Bemessung einer Tiefgründung weitere Untersuchungen erforderlich. Hierdurch entstehen zusätzliche Kosten. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich in Folge dieser Untersuchungen neue Erkenntnisse ergeben können, die planerisch, bautechnisch und kalkulatorisch zu Änderungen bzw. Abweichungen führen.

Die nachfolgenden Aussagen gelten ausschließlich vorbehaltlich der Ergebnisse weiterer geotechnischer Untersuchungen!

Unter Berücksichtigung der Baugrundbeschaffenheit kann im aktuellen Fall die Gründung mit **Pfählen** erfolgen. Die Pfähle sind unter Berücksichtigung der Tragwerksplanung zu dimensionieren und mind. 2,5 m in ausreichend tragfähigen Baugrund zu führen.

Zur Ableitung gründungsrelevanter Parameter wie des Bruchwertes der Pfahlmantelreibung ($q_{sl,k}$) sowie des Bruchwertes des Pfahlsitzenwiderstandes ($q_{bl,k}$) sind weitere Erkundungen vor Ort erforderlich, wodurch zusätzliche Kosten entstehen.

Vorbehaltlich der Ergebnisse der noch auszuführenden ergänzenden Untersuchungen sind die lokal ab 3,5 m bzw. 4,2 m Tiefe anstehenden Sande (SW/SE) und Kiese (GW) als ausreichend tragfähig anzusehen.

Die Festlegung der Art der Pfahlgründung hat unter Berücksichtigung der Baugrundbeschaffenheit und der Tragwerksplanung zu erfolgen. Die Lastabtragung muss in bindigen Böden vor allem über Mantelreibung und in nichtbindigen Böden vor allem über Spitzendruck erfolgen. Aus geotechnischer Sicht sind folgende Pfahlgründungen möglich: Bohrpfähle, Mikropfähle.

Die Dimensionierung von Pfählen hat auf Grundlage der Vorgaben nach Eurocode 7 (EC 7) DIN EN 1997-1:2014-03 / NA: DIN 1054:2010-12 Abschn. 7 sowie Anhang A bis G zu erfolgen.

Tab. 2: Angaben zur Ausführung von Pfählen

| Art der Pfähle | Herstellungsnorm* |
|---|--|
| Bohrpfähle (Ortbeton-Pfähle) | DIN EN 1536:1999-06 (alt: DIN 4019) |
| Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle) | DIN EN 14199:2001-08 E DIN 18539 |

* Ergänzend sind die Ausführungen und Vorgaben der EA Pfähle³ zu berücksichtigen.

Es wird ergänzend auf die Notwendigkeit bauartspezifischer Untersuchungen nach DIN EN 1536, DIN EN 1538, DIN EN12699, E DIN EN 12794, E DIN EN 14199 hingewiesen.

Abhängig von Art- und Dimensionierung der Pfähle ist in bindigen (SU*) organischen (HZ) Böden bei einer undränierten Scherfestigkeit von $c_u \leq 15 \text{ kN/m}^2$ der Nachweis der Knicksicherheit zu führen.

Bei der Wahl des Herstellungsverfahrens ist der Zustand und die Lage bestehender baulicher Anlagen, insbesondere hinsichtlich Verformungs- und Erschütterungsempfindlichkeit, zu beachten. Es wird in diesem Zusammenhang auf DIN 4150-1 bis -3 verwiesen. Sofern nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass Schäden und/oder Beeinträchtigung am Bauwerksbestand entstehen, ist ein Beweissicherungsverfahren vorzusehen.

³ Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle der deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. DGGT, Kassel, 2012, 2. Auflage



Bei der Festlegung der Betongüte für die Pfähle ist die Betonaggressivität des Grundwassers am Ausführungsstandort nach DIN 4030 zu berücksichtigen. Hierzu sind chemische Analysen der Grundwasserbeschaffenheit notwendig.

Die Bodenplatte ist den Pfahlköpfen biegesteif aufzulagern und zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit mittels einer Anschlussbewehrung mit den Pfahlköpfen zu verbinden. Diese ist entsprechend den statischen Erfordernissen herzustellen.

Die Gründung kann alternativ mit **Brunnenringen** erfolgen. Diese sind geotechnisch wie Einzelfundamente zu betrachten. Die Gründungselemente sind mind. 0,2 m in ausreichend tragfähigen Boden zu führen und unter Zugrundelegung des Teilsicherheitskonzeptes nach DIN 1054 zu bemessen. Hierbei sind aufnehmbarer Sohlruck sowie das Setzungsverhalten unter Berücksichtigung der Angaben aus der Tragwerksplanung rechnerisch zu ermitteln.

Entsprechend den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen sind die unter der tiefsten Torfschicht (HZ) anstehenden enggestuften Sande (SW) bzw. Kiese (GW) ab rd. 1,1 m bis ca. 1,3 m ab Unterkante Bodenplatte als ausreichend tragfähig anzusehen.

Die Bodenplatte ist biegesteif aufzulagern und zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit mittels einer Anschlussbewehrung mit den Brunnenringen zu verbinden. Diese ist entsprechend den statischen Anforderungen herzustellen.

Es wird darauf hingewiesen, dass zur Ausführung von Brunnenringen in Abhängigkeit von der Art der Ausführung ggf. eine Bauwasserhaltung erforderlich wird. Hierdurch entstehen weitere Kosten. Das Grundwasser ist jeweils bis mind. 0,5 m unter Einbausohle abzusenken. Im Falle einer Pfahlgründung entfällt die Notwendigkeit von Wasserhaltungsmaßnahmen.

Alternativ ist eine **Gründung auf einer lastverteilenden Bodenplatte** auf einem Gesamtbodenaustausch bis auf tragfähige Böden möglich, wobei hier aufwändige Wasserhaltungsmaßnahmen und ein sehr kostenintensiver Baugrubenverbau sowie umfangreiche Unterfanungsmaßnahmen am angrenzenden Baubestand notwendig werden (Anl. 3).

Die Bodenplatte ist druckwasserdicht herzustellen und nach DIN 18 533-1 Abschn. 8.6.6 bzw. in WU-Bauweise der Beanspruchungsklasse 1 nach WU-Richtlinie (DAfStb-Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton) auszuführen. Die planerischen sowie bautechnischen Vorgaben der o.g. Norm bzw. Richtlinie sind hierbei uneingeschränkt umzusetzen.

Auf dem Sohlplanum ist zum Erreichen ausreichend tragfähigen Bodens der Einbau einer Bodenaustauschschicht vorzusehen. Die Mächtigkeit dieser Schicht wird nach Austausch des organischen Bodens (HZ) 0,9 m nicht unterschreiten und bis ca. 1,1 m betragen. Für den Bodenaustausch ist in Abschnitten ohne angrenzende Bebauung ein Überstand von $\geq 0,9$ m über Plattenaußenkante herzustellen, wobei der Überstand mind. der Auffüllmächtigkeit entsprechen muss.

Der Einbau der Bodenaustauschschicht hat mit güteüberwachtem Material der Bodengruppe GW (DIN 18196) und der Verdichtbarkeitsklasse V 1 (ZTV A-StB 97/06) zu erfolgen. Zu verwenden sind kornabgestufte Massengemische des Sand- und Kieskornspektrums, deren Schlämmkornanteil 5 % nicht überschreiten darf. Das Größtkorn ist auf 56 mm zu begrenzen.

Folgende bodenmechanische Eigenschaften sind für den Bodenaustausch zu fordern:

Tab. 2: Werte und Anforderungen an den Bodenaustausch

| Boden- gruppe (DIN 18196) | k_f -Wert [m/s] | Stärke [m] | E_s [MN/m ²] | E_{v2}^* [MN/m ²] | φ' [°] | $cal \gamma$ [kN/m ³] | D_{PR} [%] | Frost- empfindlich- keit** |
|---------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| GW | $\geq 10^{-4}$ | $\geq 0,9$ bis ca. 1,1*** | 80 | 80 | 35 | 19 | 98 | F1 |

* Die Einhaltung dieser Anforderungen ist vor Ort zu prüfen (vgl. Kap. 15).

** gemäß ZTVE-StB 17

*** abhängig von der Verbreitung und Stärke des organischen Bodens (Torf)

Das Material ist lagenweise unter dynamischer Verdichtung einzubauen, wobei die Lagenstärke auf $\leq 0,2$ m zu begrenzen ist. Dabei ist unter Außenkante Bodenplatte ein Lastausbreitungswinkel von 45° anzusetzen und bei der Planung und erdbaulichen Ausführung zu berücksichtigen.

Für die Bauwerksgründung Bodenaustausch ist bei einer Sohlnormalspannung von 150 kN/m^2 ein abgeleiteter Bettungsmodul anzusetzen von:

$$k_s = 35.000 \text{ kN/m}^3$$

Überschlägig leiten sich hieraus Setzungsbeträge von rd. $0,4 \text{ cm}$ und Setzungsdifferenzen von ca. $0,2 \text{ cm}$ ab.

Die Setzungen und Setzungsdifferenzen sind unter Berücksichtigung der Tragwerksplanung auf ihre Unschädlichkeit zu prüfen.

Die Steifemoduln sind gemäß den Angaben der Tab. 1 anzusetzen.

Es ist unter Zugrundelegung des maßgebenden Bemessungswasserstandes der rechnerische Nachweis der Auftriebssicherheit zu führen.

Zur Festlegung der Art der auszuführenden Tiefgründung bzw. Bodenaustausch wird gutachterlicherseits eine Wirtschaftlichkeits-Betrachtung empfohlen. Hierbei sind auch ggf. erforderliche Nebenleistungen (Beweissicherungsverfahren am Bestand, Baustellen- und Transportkosten, Wasserhaltung sowie terminliche Besonderheiten und Kosten für zusätzliche Planungs- und Ingenieurleistungen) zu berücksichtigen.

Zur Dimensionierung bzw. Ausführung einer Tiefgründung sind weitere ergänzende Untersuchungen des Baugrundes notwendig wodurch zusätzliche Kosten entstehen.

Wir weisen darauf hin, dass örtlich Grundwasser in baurelevanter Tiefe ansteht und dass im Falle einer Tiefgründung eine Einbringung von Fremdstoffen in das Grundwasser erfolgt. Dies bedingt auf Grundlage des §9 Abs. 1, Satz 4 WHG (Wasserhaushaltsgesetz) die Einholung einer wasserrechtlichen Erlaubnis entsprechend §8 WHG.

Wir weisen darauf hin, dass entlang der östlich angrenzenden „Rohrdorfer Straße“ bei notwendigem Aushub im Bereich des Fahrbahnoberbaus dieser gegen Nachbrechen zu sichern ist (vgl. Kapitel 15). Durch erforderliche bauliche Sicherungsmaßnahmen entstehen zusätzlichen Kosten. Die notwendigen Maßnahmen sind im Vorfeld mit dem Baulastträger der Straße abzustimmen.

Aus dem ehem. Altbestand evtl. noch vorhandene Bauwerksteile und/oder Gründungselemente dürfen keinesfalls in die Neubebauung integriert werden, sondern sind vollständig rückzubauen. Entstehende Vertiefungen und/oder Fehlhöhen sind mit Material der Verdichtbarkeitsklasse V 1 nach ZTV A StB. 97/06 lagenweise verdichtet auszugleichen. Durch die Entsorgung von Baureststoffen entstehen zusätzliche Kosten.

Abweichungen von den oben dargestellten Gründungsvorgaben sind mit dem Unterzeichner vor Abschluss der Planung abzustimmen. Ebenso sind wesentliche Abweichungen von den ermittelten Baugrundverhältnissen, die während der Bauausführung auftreten, dem Gutachter umgehend anzuzeigen. Bei Nichtbeachtung der o. g. Vorgaben kann die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks nachteilig beeinflusst werden bzw. können Schäden am Gelände, an Infrastruktur oder einzelnen Bauwerksteilen bzw. Bestandsbebauung auftreten.

6. Wassereinwirkung/Bauwerksabdichtung/Grundwasserbeschaffenheit

6.1 Allgemeines

Entsprechend DIN 18 533-1:2017-07 Abschn. 5.1.1 ist zur Festlegung der Wassereinwirkung auf Bauwerksabdichtungen der Bemessungswasserstand am Bauwerksstandort zu ermitteln. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen dem Bemessungsgrundwasserstand (HGW), der sich aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten einstellen kann und dem Bemessungshochwasserstand (HHW), der lokale Hochwasserprognosen berücksichtigt. Der jeweils höhere Wert ist für die Festlegung der Wassereinwirkung und somit für die Wahl der Bauwerksabdichtung maßgebend.

6.2 Wassereinwirkung

Das Bauvorhaben liegt nicht in einem festgesetzten oder ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet. Die Festlegung eines Bemessungshochwasserstandes (HHW) nach DIN 18 533-1 ist hiernach nicht erforderlich.

Auf Grundlage der vorliegenden Daten ist der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) für das Baugelände (vorläufig) festzulegen auf 8 m lok. Höhe.

Angesichts einer Lage der untersten Abdichtungsebene unterhalb des Bemessungsgrundwasserstandes (HGW) ist die Bauwerksabdichtung für eine Wassereinwirkung aus ständig drückendem Wasser (Grundwasser) auszulegen.

Es wird an dieser Stelle nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Bemessungswasserstand nach vorliegen absoluter Höhen durch den Unterzeichner zu verifizieren ist.

Für das Bauwerk ist aufgrund einer Eintauchtiefe⁴⁾ ≤ 3 m die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18 533-1 Abschn. 5.1.3.2 anzusetzen.

6.3 Bauwerksabdichtung

Aufgrund der Lage der untersten Abdichtungsebene unterhalb des Bemessungsgrundwasserstandes (HGW) ist eine Bauwerksabdichtung gegen ständig drückendes Wasser (Grundwasser) vorzusehen.

Aufgrund der baulichen Gegebenheiten ist die Ausführung einer Schwarzabdichtung nicht realisierbar.

Es ist ein Stahlbetonkeller aus wu-Beton gemäß WU-Richtlinie (DAfStb-Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton) vorzusehen. Hierbei ist die Beanspruchungsklasse 1 (zeitweise drückendes Wasser) nach Abschn. 5.2 (2) sowie bei hochwertiger Nutzung die Nutzungsklasse A nach Abschn. 5.3 (2) anzusetzen. Die Festlegung der Betongüte und -art ist hierauf abzustimmen.

⁴ Die Eintauchtiefe bezieht sich auf die Einbindetiefe des Bauwerks gemessen vom Bemessungswasserstand bis zur Bauwerkssohle.

Der Bemessungswasserstand (für Stauwasser) ist auf Grundlage von DIN 18 533-1 Abschn. 5.1.3.2 auf das Niveau der Geländeoberkante im Endzustand festzulegen. Es kann auf alle erdberührten Bauteile (Stau)Wassereinwirkung und ein hydrostatischer Druck wirksam werden. Dies ist bei der Bemessung und Ausführung dieser Bauteile, von Durchdringungen sowie der Lichtschächte zu berücksichtigen. Kellerlichtschächte sind druckwasserdicht auszulegen.

6.4 Hinweise

Die Nutzungsklasse ist in Abhängigkeit an die Anforderungen zur Trockenhaltung der Räume vom Planer festzulegen. Im Falle einer hochwertigen Nutzung ist nach WU-Richtlinie die Nutzungsklasse A nach Abschn. 5.3 (2) der WU-Richtlinie vorzusehen. Bei Anwendung von DIN 18 533-1 Abschn. 5.5 ist die Raumnutzungsklasse RN1-E bei geringen Anforderungen, die Raumnutzungsklasse RN2-E bei üblichen Anforderungen und die Raumnutzungsklasse RN3-E bei hohen Anforderungen anzusetzen.

Im Falle einer Nichteinhaltung der Vorgaben nach DIN 18 533-1 und/oder WU-Richtlinie können Schäden an Bauwerk, Bauteilen, Gebäudeinventar und an der Abdichtung selbst entstehen, die erhebliche Kosten zur Folge haben können. Daher ist eine uneingeschränkte Umsetzung der Vorgaben nach DIN 18 533-1 und/oder WU-Richtlinie obligatorisch!

Allseitig um das Bauwerk ist dauerhaft für eine ausreichende Oberflächenentwässerung zu sorgen.

6.5. Grundwasserbeschaffenheit

Erkenntnisse über betonangreifende Eigenschaften des lokalen Grundwassers liegen nicht vor. Diese müssen im Falle einer Tiefgründung durch entsprechende Untersuchungen nach DIN 4030 ermittelt werden. Erfolgt dies nicht, sind potentiell grundwasserexponierte Betonbauteile resistent gegen stark betonangreifendes Grundwasser auszubilden. Eine entsprechende Betongüte ist für alle potentiell betroffenen Bauteile zu wählen.

7. Frosteinwirkung

Die Gründung von Bauwerken hat entsprechend DIN EN 1997-1:2014-03, Abschn. 6.4, frostsicher zu erfolgen. Hierfür ist gemäß DIN 1054:2010-12, S. 40, eine frostsichere Gründungstiefe von mind. 0,8 m vorzusehen. Da der Baugrund jedoch grundsätzlich vor nachteiligen Witterungseinflüssen zu schützen ist, die zu einer Herabsetzung der Festigkeit führen können, sind lokale Einflussgrößen zu berücksichtigen. So hat sich eine frostsichere Gründung an der örtlichen Frosteindringtiefe sowie an der geologischen Situation zu orientieren.

Das aktuelle Bauvorhaben liegt entsprechend dem Kommentar zur ZTVE-StB 94/97, Abschn. 2.3.3, in der Frosteinwirkungszone I, Gebiet 2. Hiernach ist die Frosteindringtiefe mit max. 0,95 m anzugeben. Die frostsichere Gründungstiefe entspricht demnach dieser Tiefe. Ab einer Einbindetiefe des Kellers von $\geq 0,95$ m erfolgt die Gründung frostsicher.

Die im Frosteinwirkungsbereich vorliegenden Böden (SW/GW) entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse F1 nach ZTVE-StB 17, Abschn. 3.1.5.1, und sind damit als nicht frostempfindlich einzustufen. Die Erdbau- und Gründungsarbeiten haben ungeachtet dessen in einer stabilen, frostfreien Witterungsperiode zu erfolgen.

Die Einhaltung der Vorgaben hinsichtlich einer frostsicheren Gründung sowie der Bauausführung ist obligatorisch, da andernfalls nachteilige Auswirkungen auf die Baugrundbeschaffenheit zu erwarten sind, die zu Schäden am Bauwerk und zu Erschwernissen bei der Bauausführung und damit zu Mehrkosten führen können.

8. Erdbau

Auszuhebendes bindiges und/oder organisches Bodenmaterial ist ausschließlich zur Geländemodellierung außerhalb des Baufeldes zu verwenden oder abzufahren. Eine bautechnische Verwendung von bindigen Massen und Oberboden darf nicht erfolgen. Durchwurzelter und/oder humoser Boden bzw. Oberboden ist abzuschleppen und getrennt von den übrigen Aushubmassen zu verwerten.

Aufgrund des einstigen Altbestandes muss u.U. im Baufeld mit Bauhindernissen (Fundamentreste, unterirdische Infrastruktur, u. ä.) gerechnet werden.

Beim Aushub sind im Hinblick auf die Wiederverwendbarkeit bindige und nichtbindige Böden gesondert zu erfassen und getrennt zu halten.

Natürliches Bodenmaterial und Auffüllungsböden sind ebenso getrennt zu halten und gesondert zu entsorgen wie Boden und Baureststoffe. Im Falle einer Vermischung können Mehrkosten bei der Verwertung / Entsorgung entstehen. Die Verwertung / Entsorgung von Bodenmaterial hat sich nach den Vorgaben der VwV Boden⁵ zu richten.

⁵ Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 06. Dezember 2011

Das herzustellende Erdplanum ist im Falle einer Gründung auf Bodenaustausch vor einer Überschüttung bei trockenen und frostfreien Witterungsverhältnissen dynamisch erdfeucht in mehreren Übergängen vorzuverdichten und nachhaltig vor Vernässung, Austrocknung und Frost zu schützen.

Die Übergänge sind senkrecht zueinander auszuführen. Das vorverdichtete Planum darf mit Radfahrzeugen nicht befahren werden.

Die Verfüllung von Gruben und Gräben sowie des Arbeitsraumes hat mit Material der Verdichtbarkeitsklasse V 1 nach ZTV A-StB 97/06 zu erfolgen. Dieses kommt vor Ort in begrenztem Umfang in Form von schwach schluffigem Kies ([GU]) zum Aushub. Das Material ist lagenweise verdichtet einzubauen. Die Lagenstärke darf beim Einbau 0,3 m nicht überschreiten. Der Einbau erfolgt erdfeucht. Bindiges Aushubmaterial ist zum Wiedereinbau nicht geeignet. Vernässstes, organisches und/oder bindiges Material darf grundsätzlich nicht eingebaut werden.

Der Wasserzutritt zum (verfüllten) Arbeitsraum ist zu minimieren. Die Arbeitsraumverfüllung erfolgt kraftschlüssig gegen den anstehenden Boden und die Bauwerksaußenseite. Eine mechanische Überbeanspruchung bzw. Beschädigung erdberührter Bauteile sowie der Bauwerksabdichtung darf keinesfalls erfolgen. Ein geeigneter Anfüllschutz ist vorzusehen.

Im Falle einer Überbauung der Arbeitsraumverfüllung ist für diese eine mindestens mitteldichte Lagerung des Verfüllmaterials herzustellen ($D_{PR} \geq 98\%$) und durch Kontrollprüfungen nachzuweisen. Dies ist bei der Dimensionierung der Kelleraußenwände zu berücksichtigen.

Sämtliche unterirdischen Infrastruktureinrichtungen, die bis unter den maßgebenden Bemessungsgrundwasserstand (HGW) einbinden, sind in allen Betriebs- und Befüllungszuständen auftriebssicher herzustellen.

Der Einsatz von Recyclingbaustoffen in oder weniger als 1 m über dem Grundwasserschwankungsbereich bzw. wasserführenden Bodenzonen ist gemäß Dihlmann-Erlass⁶ nicht zulässig.

Zur Festlegung der nach VOB sowie DIN 18300:2016-09 Abschn. 2.3 geforderten Ausweisung von Homogenbereichen von Boden und Fels werden zusätzliche kosten- und zeitintensive Untersuchungen notwendig. Dies ist für die Ausschreibung von Leistungen des Grund- und Erdbaus zu berücksichtigen sofern Ausschreibung und Vergabe nach VOB erfolgen soll.

9. Gruben und (Leitungs-) Gräben

Die Standsicherheit von Baugrubenwänden, Böschungen, Gruben und Gräben ist in allen Bauzuständen und unter allen Witterungsbedingungen zu gewährleisten. Hierfür sind die nachfolgenden Vorgaben uneingeschränkt zu beachten:

Gruben und Gräben, die begangen oder befahren werden sollen, sind uneingeschränkt gemäß DIN 4124 auszuführen. Parallel zu den Gruben- und Grabenwänden ist ein mind. 0,6 m breiter, waagrechter Schutzstreifen vorzusehen. Dieser ist während des gesamten Offenstandes von Aushub, Maschinen, Fahrzeugen und Baumaterial lastfrei zu halten.

⁶ Erlass des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ vom 13.04.2004

Gruben- und Grabenwände bis maximal 1,25 m Tiefe dürfen senkrecht hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nichtbindigen Böden geringer als 1:10 geneigt ist. Wände mit Höhen zwischen 1,25 m und 1,75 m können bis 1,25 m senkrecht ausgeführt werden, zwischen 1,25 m und 1,75 m sind sie mit 45° Neigung anzulegen. Gruben und Gräben, die tiefer als 1,25 m sind, dürfen nur über geeignete Einrichtungen (Leiter, Treppe) betreten werden.

Nicht verbaute Gruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,75 m müssen vollständig mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit darf eine Böschungsneigung von 45° (nichtbindiger Boden) nicht überschritten werden.

Ist die o. g. Neigung unter Berücksichtigung der geforderten Arbeitsraumbreite nicht einzuhalten, ohne in bestehende Infrastruktur (Leitungen, Verkehrsflächen, Baubestand) einzugreifen, so ist die betreffende Baugruben- bzw. Grabenwand zu verbauen. Durch die Ausführung von baulichen Sicherungsmaßnahmen (Verbau) entstehen zusätzliche Kosten. Die Standsicherheit von Böschungen, Gräben und Gruben mit Höhen > 5 m ist grundsätzlich rechnerisch nachzuweisen. Ebenfalls rechnerisch nachzuweisen ist die Standsicherheit, wenn das der Böschungskrone anschließende Gelände mit mehr als 1:10 ansteigt oder eine der Voraussetzungen nach DIN 4124:2012-01 Abschn. 4.2.8 vorliegt.

Entlang der östlichen, südlichen und westlichen Grundstücksgrenze steht nicht ausreichend Raum zur Verfügung, um die Baugrube unter Einhaltung der Vorgaben der DIN 4124 sowie der notwendigen Arbeitsraumbreite frei abgeböschert herzustellen. Somit ist in diesen Abschnitten der Baugrube ein Verbau erforderlich. Hierdurch entstehen relevante zusätzliche Kosten. Die Notwendigkeit eines Verbaus ist kalkulatorisch, planerisch und bautechnisch zu berücksichtigen.

Gemäß DIN 4124 frei abtöschbare Graben- und Grubenwände sind vollflächig und überlappend mit witterungsbeständigen Planen/Folien während des gesamten Offenstandes gegen nachteilige Witterungseinflüsse (Niederschlag, Austrocknung, Frost) zu schützen.

Fahrzeuge mit bis zu 12 t zul. Gesamtgewicht haben einen Sicherheitsabstand von mind. 1 m zwischen der Außenkante Aufstandsfläche und der Böschungskante einzuhalten, für Fahrzeuge von mehr als 12 t bis max. 40 t gilt ein Abstand von ≥ 2 m.

Im Falle nicht normgerecht ausgeführter Gruben, Gräben und/oder Böschungen können erhebliche Schäden an Bausubstanz, Gelände und/oder Infrastruktur des eigenen Grundstückes bzw. an Grundstücken Dritter entstehen. Nicht normgerecht hergestellte bzw. gesicherte Gräben und Gruben dürfen nicht begangen werden! Die gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften gelten uneingeschränkt.

Die Erdbauarbeiten zur Herstellung der Baugrube sowie von Gruben und Gräben dürfen keinesfalls während oder kurz nach Niederschlagsereignissen ausgeführt werden, da hierdurch Rutschungen begünstigt oder ausgelöst werden können.

10. Wasserhaltung

Entsprechend den angetroffenen Baugrundverhältnissen ist jahreszeit- bzw. witterungsabhängig mit Grundwasser in aushubrelevanter Tiefe zu rechnen. Die Grundwasseroberfläche wurde ab rd. 4,0 m unter GOK (ca. 5,8 m lok. Höhe) indirekt lokalisiert. Das lokale Grundwasserniveau unterliegt (jahreszeitlichen) Schwankungen. Der Bemessungsgrundwasserstand ist vorläufig auf ein Niveau von 8 m lok. Höhe festgelegt. Unmittelbar vor Bauausführung sind die lokalen Grundwasserstände zu prüfen.

Der Grundwasserspiegel muss vor Beginn und während der gesamten Dauer der Erdbauarbeiten mind. 0,5 m unter tiefster Aushubsohle liegen. Aufgrund der örtlichen baulichen und geologischen Gegebenheiten ist die Einrichtung einer geschlossenen Wasserhaltung (beispielsweise mittels eingespülter Sauglanzen mit angeschlossener Vakuumpumpe) notwendig. Hierdurch entstehen erhebliche Kosten. Die Dimensionierung der Wasserhaltung ist auf den tatsächlichen Wasserandrang abzustimmen. Dazu ist der jeweils höchste Durchlässigkeitsbeiwert zugrunde zu legen.

Die Wasserhaltung ist vor Beginn von Aushubarbeiten zu installieren und bis zum Abschluss aller Erdbauarbeiten zu betreiben bzw. vorzuhalten. Die Erdbauarbeiten sind als abgeschlossen zu betrachten, sobald die Auftriebssicherheit des Bauwerkes gewährleistet und die Arbeitsraumverfüllung ausgeführt ist. Beim Betrieb der Bauwasserhaltung haben schädigende Einflüsse auf die Bestandsbebauung zu unterbleiben. Hierfür ist der Absenktrichter klein zu halten. Die Wasserentnahme hat gezielt und wenig raumgreifend zu erfolgen. Dimensionierung, Installation und Betrieb von Wasserhaltungsmaßnahmen haben durch hierfür qualifizierte Fachbetriebe zu erfolgen. Der vorliegende Bericht beinhaltet nicht die Dimensionierung einer Bauwasserhaltung.

Der Unterzeichner weist ausdrücklich darauf hin, dass die Entnahme von Grundwasser nach § 8, § 9 Abs. 1 Nr. 5 und Abs. 2 Nr. 1 WHG (Wasserhaushaltsgesetz) genehmigungspflichtig ist. Eine entsprechende wasserrechtliche Erlaubnis ist im Bedarfsfall rechtzeitig vor Baubeginn bei der zuständigen Wasserrechtsbehörde einzuholen.

Die Installation und der Betrieb einer Bauwasserhaltung verursachen Zusatzkosten und sind daher gesondert auszuschreiben.

Zur Vermeidung einer kostenverursachenden Wasserhaltung ist im Falle von baulichen Eingriffen in den Grundwasserschwankungsbereich zu einer Ausführung während einer trockenen, stabilen Witterungsperiode außerhalb von Hochwasserereignissen geraten.

11. Versickerung

Im Bereich aufgefüllter Massen (vgl. Kap. 3 und Anl. 2) darf eine gezielte Versickerung nicht erfolgen. Eine gezielte Versickerung in anthropogenen Auffüllungen ist aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes in der Regel nicht zulässig.

Aufgrund der örtlichen Situation (temporär hoher Grundwasserstand, vgl. Kap. 3 und Anl. 2) kann eine gezielte Versickerung in den geogenen Böden nicht dauerhaft wirksam erfolgen. Es ist zu prüfen, ob eine Niederschlagswassernutzung (Zisterne mit Entlastungsüberlauf), eine Einleitung in den Schmutz- oder Regenwasserkanal bzw. die Zuleitung zu einer zentralen Versickerungsanlage oder einer geeigneten Vorflut erfolgen kann.

U.U. kann in anderen hier nicht untersuchten Grundstücksbereichen oberflächennah versickert werden. Hierfür sind weitere Untersuchungen notwendig.

Es dürfen ausschließlich nicht schädlich verunreinigte Tagwässer versickert werden. Dabei ist eine Bodenpassage der Sickerwässer ausgehend vom höchsten Grundwasserstand durch filterfähiges Material von ≥ 1 m zu gewährleisten.

Alternativ zu einer gezielten Versickerung ist zu prüfen, ob eine Niederschlagswassernutzung (Zisterne mit Entlastungsüberlauf), eine Einleitung in den Schmutz- oder Regenwasserkanal bzw. die Zuleitung zu einer zentralen Versickerungsanlage oder einer geeigneten Vorflut erfolgen kann.

Die Einleitung in künstliche oder natürliche Vorfluter bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

12. Erdbebenzone

Das Bauvorhaben liegt gemäß DIN EN 1998-1 / NA:2011-01, Bild NA.1, in der Erdbebenzone 1⁷.

Der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung ist rechnerisch mit $a_{GR} = 0,4 \text{ m/s}^2$ anzusetzen. Das geplante Bauwerk ist nach Tab. NA.6, der Bedeutungskategorie II zuzuordnen. Hiernach ist der Bedeutungsbeiwert für die Bedeutungskategorie II $\gamma = 1,0$. Entsprechend DIN EN 1998-1:2010-12, Abschn. 3.2.1 (3), ist die Bemessungs-Bodenbeschleunigung mit $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$ anzusetzen. Der Standort ist der Untergrundklasse S zuzuordnen. Ausgehend von der Bodenansprache ist entsprechend DIN EN 1998:2010-12, Abschn. 3.1.2 Tab. 3.1., die Baugrundklasse C anzusetzen. Dies ist bei der Planung und Bauausführung unter Berücksichtigung der Vorgaben nach DIN EN 1998-1:2010-12 hinsichtlich der Bauwiderstandsfähigkeit zu berücksichtigen.

⁷ Die Zuordnung der einzelnen Verwaltungseinheiten erfolgt auf Grundlage der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ 1:350.000 des Innenministeriums Baden-Württemberg, 2005.

13. Kampfmittelsituation

Die Untersuchung der lokalen Kampfmittelsituation war nicht Gegenstand der aktuellen Beauftragung. Die Abklärung eines entsprechenden Verdachtes darf ausschließlich durch den staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienst oder einen autorisierten Feuerwerker nach § 7, § 20 Sprengstoffgesetz erfolgen.

Es liegen clayton keine Erkenntnisse über eine mögliche Lage des Baugrundstückes in einem ehemaligen Kampfmittleinwirkungsgebiet vor. Dies darf nicht als Nachweis der Kampfmittelfreiheit gewertet werden!

14. Bergbauliche Einflüsse

Das Bauvorhaben liegt nicht in bekannten Bergschadensgebieten oder einem Gebiet, in dem untertägiger Bergbau aktenkundig ist. Hinweise auf (historische) bergbauliche Aktivitäten liegen uns nicht vor.

15. Hinweise

Wir weisen darauf hin, dass im Rahmen der Baugrunderkundung Daten aus zwei punktuellen Sondierungen zur Verfügung standen. Der Schichtenverlauf wurde ausgehend von den erschlossenen Bodenprofilen extrapoliert. Es ist jedoch nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen, dass kleinräumig Abweichungen von den dargestellten Untergrundverhältnissen vorliegen können.

Dies betrifft insbesondere Auffüllungsböden und organischen Böden (HZ) sowie organogenen Böden (OH), die sowohl hinsichtlich ihrer lateralen und vertikalen Ausdehnung und im Falle der Auffüllungen auch hinsichtlich des Inventars und der Beschaffenheit von den hier dargestellten Verhältnissen abweichen können.

Es ist **zwingend** erforderlich, zur Planung und Ausführung einer Tiefgründung und zur Bemessung von Pfählen, Brunnenringen sowie Bodenaustausch zusätzliche Untersuchungen auszuführen. Hierdurch entstehen weitere Kosten. Im Falle eines Verzichtes auf weitere Untersuchungen ist eine fachgerechte Planung nicht bzw. nur stark eingeschränkt möglich, wodurch Nachteile, Verzug und/oder Schäden und somit Mehrkosten entstehen können.

Die Aussagen zur Gründung etc. wurden unter Zugrundelegung der Höhenangaben des Auftraggebers getroffen. Aus einer hiervon ggf. abweichenden Sohltiefe der Gründung können sich Änderungen ergeben, die während der Planung und Bauausführung zu berücksichtigen sind. Dies ist mit dem Gutachter vor Abschluss der Planung abzustimmen.

Vor Baubeginn ist die exakte Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen aus dem Bau-/Altbestand zu ermitteln. Im Baufeld ggf. vorhandene Leitungen sind fachgerecht stillzulegen. Hierzu ist der Leitungsbetreiber hinzuzuziehen.

Im Bereich der ggf. zu überbauenden Arbeitsraumverfüllung wird zur Durchführung von Kontrollprüfungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 geraten. Nachzuweisen sind jeweils mindestens 5 Schläge je dm ($M_{10} \geq 5$). Die Sondierungen sind bis mindestens 0,5 m unter Schüttkörperbasis zu führen.

Bei dem geplanten Bauwerk handelt es sich um eine Doppelhaushälfte. Bei notwendigem Aushub unmittelbar seitlich des bestehenden Bauwerkes oder unterhalb von dessen Gründungsniveau sind die Vorgaben der DIN 4123 zu beachten. Eine Freilegung unmittelbar am Bestandsgebäude hat abschnittsweise unter Berücksichtigung der Aushubgrenzen gemäß DIN 4123 Abschn. 7 und unter Aufsicht eines fachkundigen Bauleiters zu erfolgen.



Die statischen und baulichen Gegebenheiten sind vor Abschluss der Planung zu prüfen und planerisch und bautechnisch zu berücksichtigen. Sofern Auffüllungen gegen bestehende Bauwerke angefüllt werden, sind bauliche Maßnahmen vorzusehen, um eine Erdruckbelastung am Bestand zu vermeiden. Wir weisen darauf hin, dass notwendige Sicherungs- und/oder Unterfangungsmaßnahmen zu zusätzlichen Kosten führen.

Der Unterzeichner weist ausdrücklich darauf hin, dass das geplante Bauwerk im östlichen Bereich unmittelbar an die „Rohrhofer Straße“ grenzt. Bei notwendigem Aushub unmittelbar seitlich von öffentlichen Verkehrsflächen sind bauliche Maßnahmen im Vorfeld mit dem Baulastträger abzustimmen. Die baulichen und geotechnischen Gegebenheiten sind vor Abschluss der Planung zu prüfen und planerisch und bautechnisch zu berücksichtigen. Wir weisen darauf hin, dass notwendige Sicherungsmaßnahmen zu zusätzlichen Kosten führen.

Das geplante Bauvorhaben ist nach DIN 4020 in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen.

Zum Beleg der fachgerechten Umsetzung der Gründungsvorgaben sind im Falle einer Gründung auf Bodenaustausch vier Kontrollprüfungen in Fremdüberwachung mit der dynamischen Lastplatte nach TP BF-StB, Teil B 8.3, auf der Oberkante Bodenaustausch auszuführen, um die erreichte Verdichtungsleistung sowie die Tragfähigkeit zu prüfen. Als Mindestanforderung ist an allen Stellen ein dynamischer Verformungsmodul $E_{VD} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Kontrollprüfungen dürfen weder auf gefrorenem noch auf vernässtem Planum ausgeführt werden.

Angesichts der erheblichen Mächtigkeit des Bodenaustausches wird zusätzlich die Ausführung von vier Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 für erforderlich gehalten. Nachzuweisen sind jeweils mindestens 8 Schläge je dm ($N_{10} \geq 8$). Die Sondierungen sind bis mindestens 0,5 m unter Schüttkörperbasis zu führen.

Des Weiteren ist zur Abnahme der Aushubsohle vor Einbau des Bodenaustausches zur Verifizierung der Untersuchungsergebnisse durch den Unterzeichner geraten. Hierdurch entstehen zusätzliche Kosten. Die Ergebnisse der Abnahme (sowie der Kontrollprüfungen) sind zu dokumentieren. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich in Folge der Abnahme neue Erkenntnisse ergeben können, die planerisch, bautechnisch und kalkulatorisch zu Änderungen bzw. Abweichungen führen.

Im Falle einer Pfahlgründung ist grundsätzlich zu einer Pfahlprobebelastung geraten. Dies dient der Ermittlung der tatsächlichen Tragfähigkeit der ausgeführten Pfähle. Hierdurch entstehen relevante Kosten. Dies ist mit dem ausführenden Spezialtiefbau-Unternehmen abzustimmen.



Dieser geotechnische Bericht ist ungekürzt und mit allen Anlagen rechtzeitig allen Bau- und Planungsbeteiligten zugänglich zu machen.

Anlagen

1. Lageplan Maßstab 1:500 mit Aufschlüssen
2. Bohrprofile
3. Gründungsskizze
4. Fotodokumentation

Ludwigshafen, den 25.04.2019

ppa.

Dipl.-Geol. Alexander Klug

Prokurist

Dipl.-Geol. Matthias Stremme

Projektleiter

Projekt-Nummer: 31580-2005/2987,

Übersicht der Angaben zum Bauvorhaben Kraupner

in: 68782 Brühl, Rohrhofer Straße 9, Flurstück 233

Bauwerksbeschreibung:

Gepl. Bauwerk: Doppelhaushälfte
Unterkellerung: unterkellert
Geschossanzahl: zwei Vollgeschosse

Geländebeschreibung:

Gelände: annähernd eben
Nutzung: ehem. wohnbaulich
Geologie: Quartär (Sande, Kiese)
Grundwasser: indirekt erschlossen ab 5,8 m lok. Höhe
Bemessungsgrundwasserstand (HGW): 8 m lok. Höhe (vorläufig)

Gründung:

Gründungsniveau: ca. 7,02 m lok. Höhe Unterkante Bodenplatte (KG)
Gründungsart: Tiefgründung: Pfähle, Brunnenringe, alternativ lastverteilende Bodenplatte auf Bodenaustausch
Filtervlies erforderlich: nein

Tiefgründung mit Pfählen:

Gründungsboden (DIN 18196): SW/GW/SE (vorbehaltlich weiterer Untersuchungen)
Art der Pfähle: Mikropfähle, Bohrpfähle
Ausführung und Bemessung durch Spezialtiefbauunternehmen

alternativ Gründung mit Brunnenringen (DN 1000):

Gründungsboden (DIN 18196): GW/SW (vorbehaltlich weiterer Untersuchungen)
Gründungsplatte: biegesteife Bodenplatte
Gesamteinbindetiefe Brunnenringe: ca. $\geq 1,1$ m – 1,3 m, davon mind. 0,2 m in SW/GW

alternativ Gründung auf Bodenplatte:

Gründungsboden (DIN 18196): SW/GW (vorbehaltlich weiterer Untersuchungen)
Gründungsplatte: elastisch gebettete wu-Bodenplatte
Bodenaustausch: $\geq 0,9$ m - ca. 1,1 m (vollständiger Austausch der organischen Böden)
Bettungsmodul (ks): 35.000 kN/m³
Sohlnormalspannung: 150 kN/m², Setzungen: ca. 0,4 cm, Setzungsdifferenzen: rd. 0,2 cm

Frosteinwirkung:

Frosteinwirkungszone: I, Gebiet 2
Frostempfindlichkeitsklasse der Böden: FI nach ZTVE-StB 17 (in gründungsrelevanter Tiefe)
Frostsichere Gründungstiefe: 0,95 m unter herzustellender GOK

Wassereinwirkung/Bauwerksabdichtung:

Wassereinwirkung: Grundwasser / ständig drückendes Wasser
Wassereinwirkungsklasse (DIN 18 533-1): W2.1-E (Eintauchtiefe ≤ 3 m)
Bauwerksabdichtung: WU-Richtlinie Beanspruchungsklasse 1 gegen ständig drückendes Wasser (Abschn. 5.2(2))
Nutzungsklasse: Festzulegen in Abhängigkeit von den Anforderungen

Wasserhaltung und Versickerung:

Bauwasserhaltung: jahreszeit- bzw. witterungsabhängig erforderlich
Vorusehen: geschlossene Wasserhaltung abhängig vom Absenkbetrag, Dimensionierung durch Fachbetrieb
Durchlässigkeit des Aquifers: stark durchlässig entsprechend DIN 18130-1
Absenktziel: 0,5 m unter Aushubsohle
Versickerung: in Auffüllungen nicht zulässig; in geogenen Böden nicht dauerhaft wirksam möglich, ggf. in anderen Grundstücksbereichen möglich

Kampfmittelgefährdung:

keine Hinweise

Weitere Einflussfaktoren:

Erdbebenzone: 1 (DIN EN 1998-1 / NA:2011-01 Bild NA.1)
Bedeutungskategorie II (DIN EN 1998-1 / NA:2011-01 Tab.: NA. 6), $a_g = 0,4$ m/s²
Baugrundklasse: C (DIN EN 1998-1 / NA:2011-01 Abs. 3.1.2 (1))
Untergrundklasse: S
Bergbauegefährdungsgebiet: kein Bergbau bekannt

Hinweise:

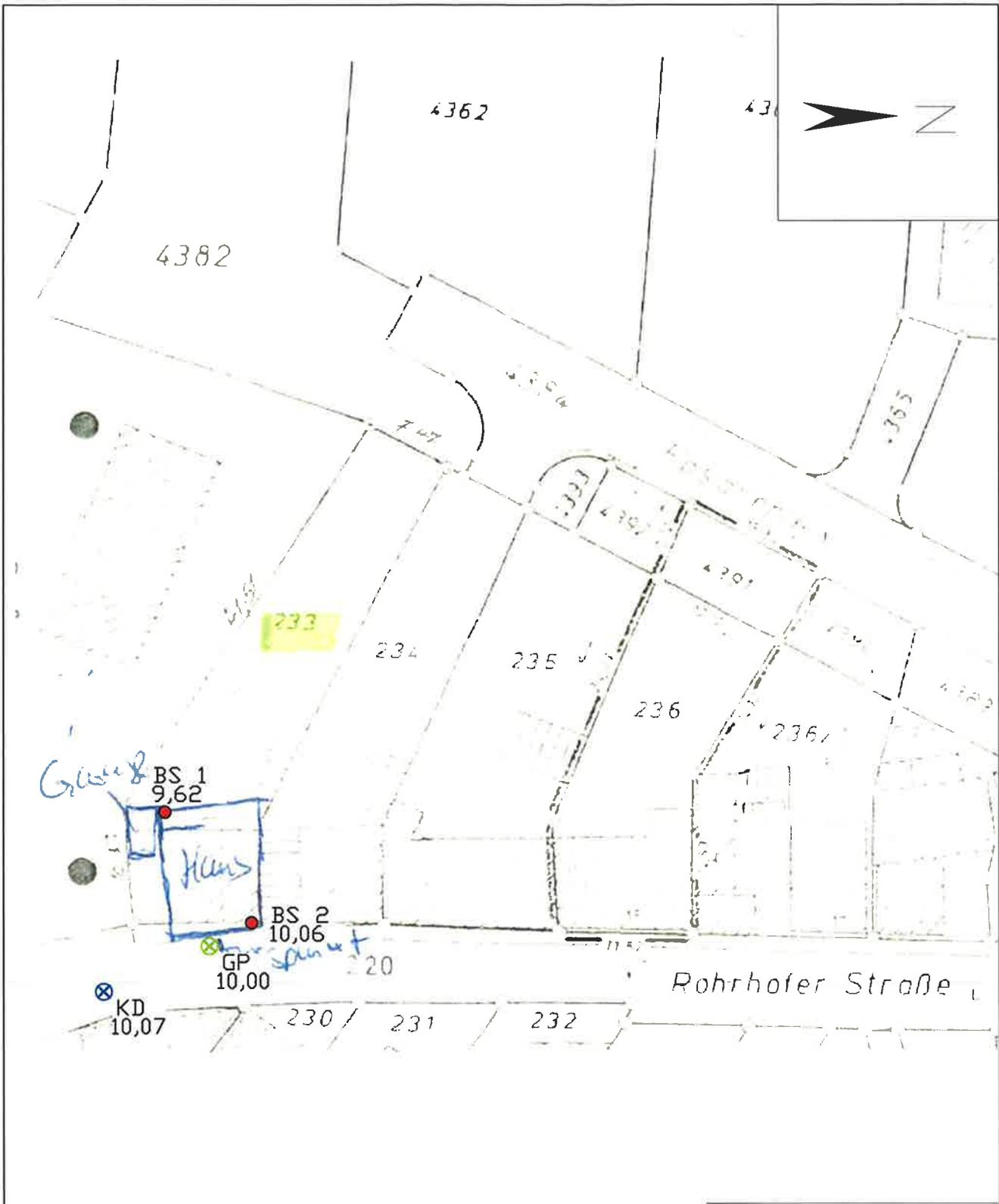
Ergänzende Untersuchungen sind zwingend erforderlich!

Kontrollprüfungen: 4 (dynamische Lastplatte), geforderter Verformungsmodul: $E_{v0} \geq 40$ MN/m² im Falle eines Bodenaustausches
4 Rammsondierungen (Schwere Rammsonde (DPH)), geforderte Schlagzahl $M_{10} \geq 8$ bei Bodenaustausch
Abnahme Aushub-/Gründungssohle
straßenseitige Grenzbebauung: bauliche Sicherung des Fahrbahnoberbaus notwendig
Kontrollprüfung (DPH) im Bereich der zu überbauenden Arbeitsraumverfüllung, $N_{10} \geq 5$

Leitungslagen prüfen / Altbestand im Baufeld vollständig rückbauen
Auffüllmassen abfallrechtlich deklarieren, Auffüllungen/Baurestoffe und Boden getrennt halten
Erdplanum vor Frost und Vernässung schützen
weitere Untersuchungen erforderlich
abschnittsweise nicht ausreichend Raum für Baugrube, Verbau erforderlich
bei Aushub an Baubestand DIN 4123 beachten, Unterfangung erforderlich
unterirdische Infrastruktur unterhalb des maßgebenden Bemessungswasserstandes auftriebssicher
Grundwasser auf betonangreifende Eigenschaften (DIN 4030) untersuchen
Pfahlprobebelastung empfohlen

Wichtiger Hinweis:

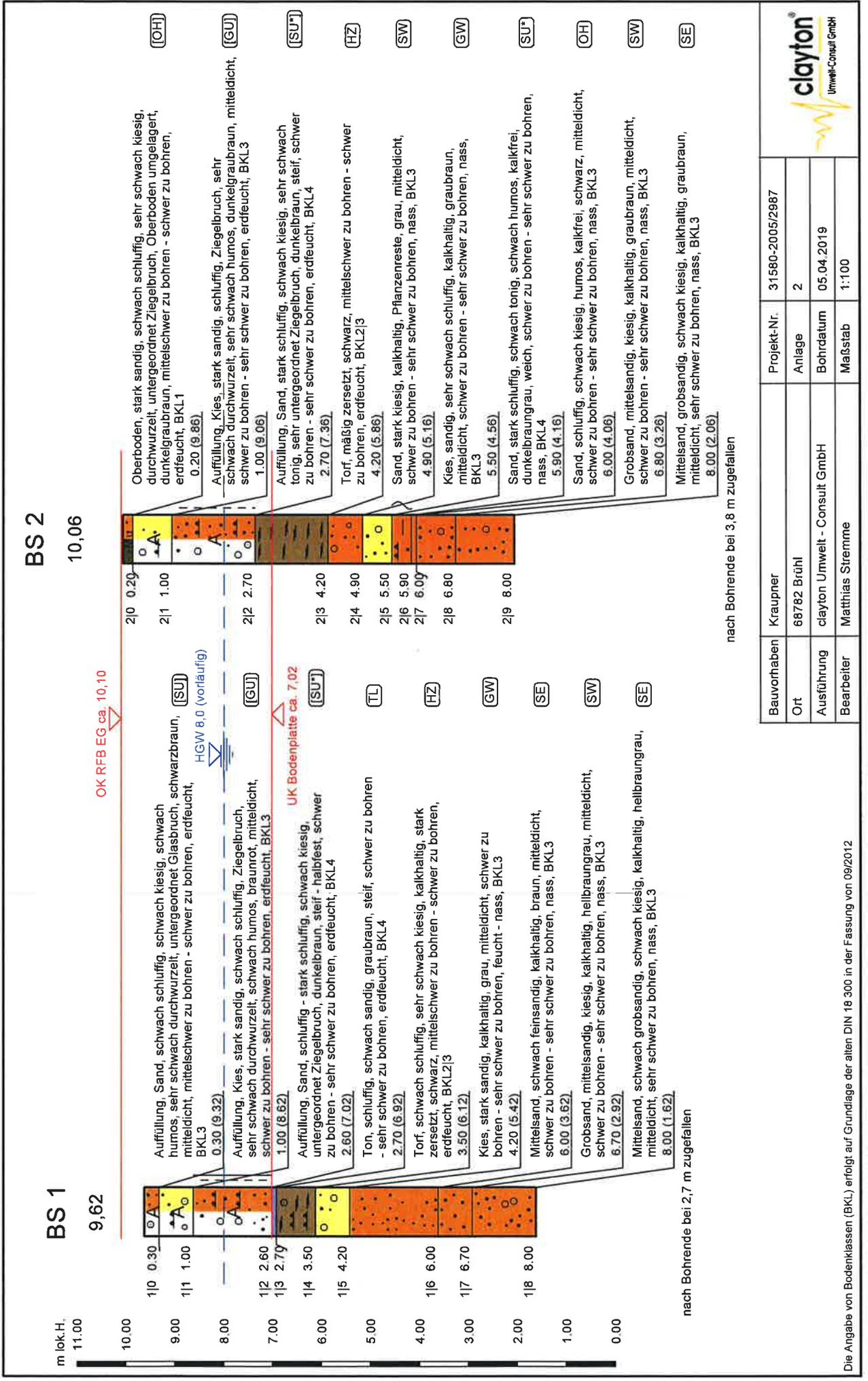
Diese Übersicht ist Bestandteil des geotechnischen Berichtes und darf nicht als Kurzfassung des Gutachtens verstanden werden.
Eine Weitergabe (auch auszugsweise) von einzelnen Bestandteilen des Gutachtens ist unzulässig.
Die Aussagen dieses Berichtes beziehen sich ausschließlich auf den o. g. Untersuchungsstandort und das hier beschriebene Bauobjekt. Eine
Anwendung auf andere Standorte und/oder andere Bauobjekte darf nicht erfolgen.



- BS Kleinrammbohrung
- ⊗ KD Kanaldeckel
- ⊗ GP DK Gehweg (Bezugspunkt)
10,00 lokale Höhe in m

| | | | |
|--------------|------------------|-------------|-----------------|
| Lageplan | | | |
| Bauvorhaben | Krapner | Projekt-Nr. | 31580-2005/2987 |
| Ort | 68782 Brühl | Anlage | 1 |
| Bearbeiter | Matthias Stremme | Datum | 24.04.2019 |
| Auftrags-Nr. | - | Maßstab | 1:500 |





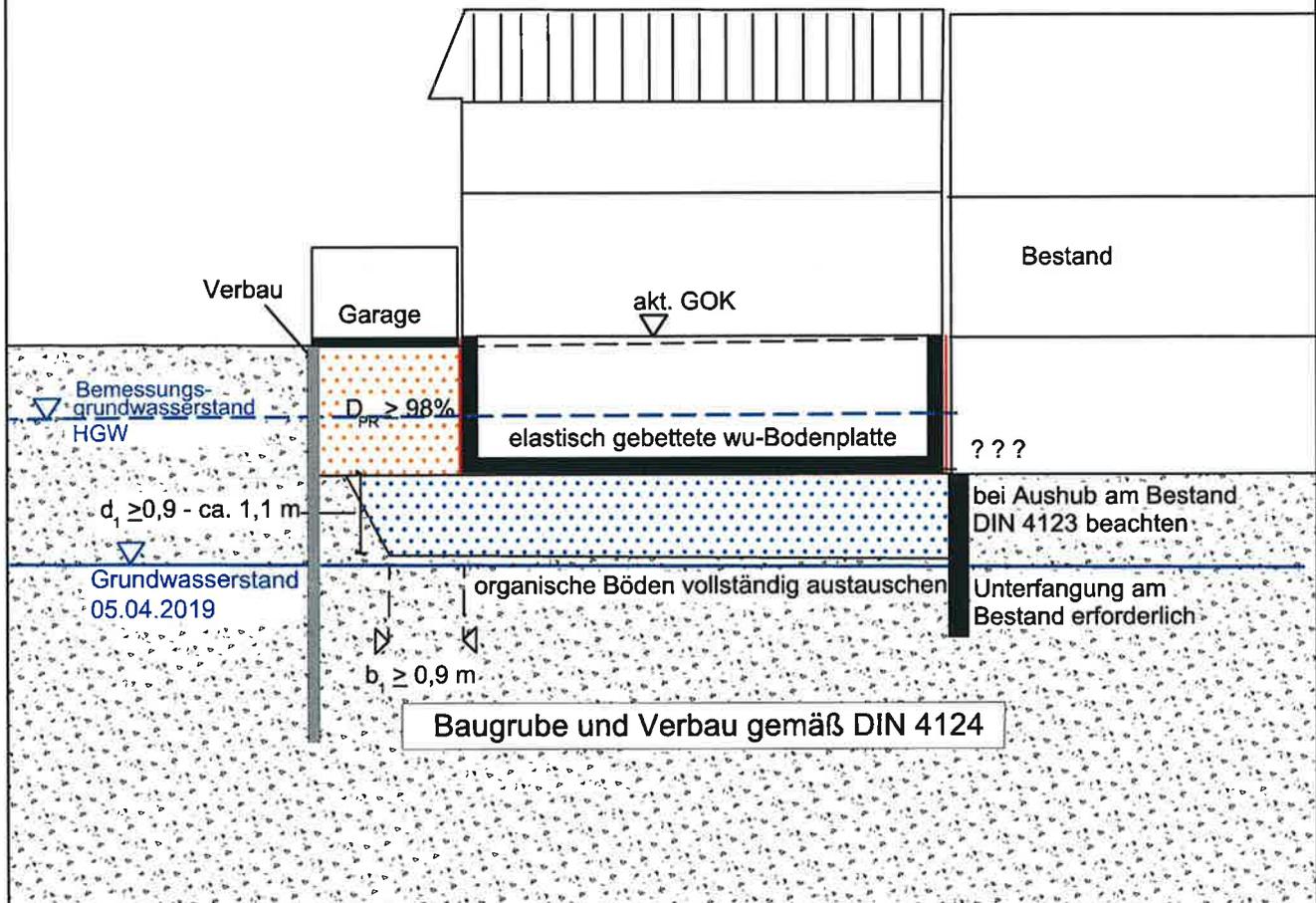
| | | | |
|-------------|-------------------------------|-------------|-----------------|
| Bauvorhaben | Kraupner | Projekt-Nr. | 31580-2005/2987 |
| Ort | 68782 Brühl | Anlage | 2 |
| Ausführung | clayton Umwelt - Consult GmbH | Bohrdatum | 05.04.2019 |
| Bearbeiter | Matthias Stremme | Maßstab | 1:100 |



Die Angabe von Bodenklassen (BKl) erfolgt auf Grundlage der alten DIN 18 300 in der Fassung von 09/2012

-  Betonbauteil
-  orig. Boden
-  Arbeitsraumverfüllung (vgl. Text)
-  Bodenaustausch (vgl. Text)
-  Abdichtung wu-Richtlinie Beanspruchungsklasse 1

Gründungsvorgaben gelten nur vorbehaltlich
der Ergebnisse ergänzender Untersuchungen



| Gründungsskizze - keine Ausführungsplanung | | | |
|---|------------------|-------------------|-----------------|
| Bauvorhaben | Kraupner | Projekt-Nr. | 31580-2005/2987 |
| Ort | 68782 Brühl | Anlage | 3 |
| Bearbeiter | Matthias Stremme | Datum | 25.04.2019 |
| Auftrags-Nr. | - | nicht maßstäblich | |



clayton[®]
Umwelt-Consult GmbH



Abb. 1: Blick auf das Flurstück 233, Blickrichtung Südost



Abb. 2: Blick auf das Flurstück 233, Blickrichtung Nordwest