



**GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo-
und Umwelttechnik mbH & Co. KG**

GEOTECHNISCHES UND UMWELTTECHNISCHES GUTACHTEN

BAUVORHABEN Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

AUFTRAGGEBER Bechtle Immobilien GmbH
Bechtle Platz 1
74172 Neckarsulm

AUFTRAG-NR. 21-0252

DATUM 11.10.2021
we / pl

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	5
2	Unterlagen	5
3	Projektstandort	7
3.1	Lage und aktuelle Geländesituation	7
3.2	Altlasten	8
3.3	Erdbeben	9
3.4	Wasserschutzgebiet	9
3.5	Hochwasserrisiko	9
3.6	Kampfmittel	9
4	Geplante Baumaßnahme und geotechnische Kategorie	10
5	Untersuchungsprogramm	10
5.1	Baugrundaufschlüsse	10
5.2	Geotechnische Laboruntersuchungen	11
5.3	Chemisch-analytische Laborversuche	12
6	Baugrund	12
6.1	Allgemeine Baugrundverhältnisse	12
6.2	Untergrundaufbau	13
6.3	Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte	15
6.4	Grundwasser	17
7	Umwelttechnische Untersuchungen	19
7.1	Baugrundaufschlüsse aus umwelttechnischer Sicht	19
7.2	Probenahme und Untersuchungsumfang	20
7.3	Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen	21
7.4	Umwelttechnische Bewertung	22
7.5	Baubetriebliche Hinweise aus umwelttechnischer Sicht	26
8	Gründung	27
8.1	Allgemeines, Höhen, Lasten	27
8.2	Schichtmodell, charakteristische Bodenkennwerte	29
8.3	Einzelfundamente (Brunnengründung) auf Albschotter	29

8.4	Einzelfundamente auf Untergrundverbesserung	31
8.5	Tiefgründung	31
8.6	Arbeitsplanum für Spezialtiefbaugeräte	36
8.7	Bodenplatte	37
9	Versickerung von Niederschlagswasser	38
10	Geothermische Nutzung	40
11	Weitere Hinweise und Empfehlungen	41
12	Zusammenfassung	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte	16
Tabelle 2	Grundwasserstände (Beobachtungszeitraum 07.09.2021. – 23.09.2021)	17
Tabelle 3	Zusammenstellung der chemisch analysierten Proben	21
Tabelle 4	Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Proben	25
Tabelle 5	Sohlwiderstände für Einzelfundamente (Brunnen) auf dem Albschotter, EG: OK FFB EG 120,1 m NHN, Mindesteinbindetiefe 1,8 m	30
Tabelle 6	Sohlwiderstände für Einzelfundamente (Brunnen) auf dem Albschotter, UG (Split-Level): OK FFB UG 118,7 m NHN, Mindesteinbindetiefe 1,5 m	30
Tabelle 7	Mantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand für Vollverdrängungsbohrpfähle (Bruchwerte)	33
Tabelle 8	Pfahltragfähigkeiten (Druckbelastung) für Vollverdrängungspfähle mit 46/56 cm Durchmesser	33
Tabelle 9	Mantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand für Bohrpfähle (Bruchwerte)	34
Tabelle 10	Pfahltragfähigkeiten (Druckbelastung) für Bohrpfähle mit 0,6 m Durchmesser	35

Verteiler: 1-fach: KREOR Südwest GmbH, Herrn Huss
Bahnhofplatz 2, 74172 Neckarsulm
sowie als PDF an: steffen.huss@kreor.de

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000

Anlage 1.2 Luftbild mit Projektstandort, M 1 : 1.000

Anlage 1.3 Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 500

Anlage 2 Altlastenauskunft des Landratsamt Karlsruhe,
Amt für Umwelt und Arbeitsschutz

Anlage 3 Auskunft aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG)
des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Freiburg

Anlage 4 Bohrprofile, Rammdiagramme

Anlage 5 Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 5.1 Körnungskurven

Anlage 5.2 Plastizitätsdiagramm, Konsistenzgrenzen

Anlage 5.3 Zusammenstellung Laborversuche

Anlage 6 Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell

1 Auftrag

Die Bechtle Immobilien GmbH, Neckarsulm, plant auf dem Grundstück am nördlichen Ende der Straße „Am Erlengraben“ in Ettlingen die Errichtung eines Bürogebäudes mit einem Parkhaus.

Unser Büro wurde mit der Baugrunderkundung sowie der geotechnischen und umwelttechnischen Beratung beauftragt.

2 Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- [2.1] Freiflächenplan, M 1 : 500, Stand: 09.08.2021, KREOR Südwest GmbH, Neckarsulm
- [2.2] Grundrisse, Schnitte, Ansichten, M 1 : 200, Stand: 06.08.2021, KREOR Südwest GmbH, Neckarsulm
- [2.3] Kanal- und Leitungspläne, Stadtwerke Ettlingen, Stadtbauamt Ettlingen und sonstige Versorgungsträger
- [2.4] Historische Erkundung Ettlingen „Rückenwiesen“, Altablagerung Nr. 1 (WWA Nr. 567), Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH, Karlsruhe, 19.01.1991
- [2.5] Altablagerung „Rückenwiesen“ Ettlingen, Nähere Technische Erkundung Schutzgut Boden, Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH, Karlsruhe, 21.12.1998
- [2.6] Erweiterung des Gewerbegebietes Erlengraben in Ettlingen, Baugrundgutachten, ELS Genius, Ettlingen, 30.05.2003
- [2.7] Altablagerung Rückenwiesen (Obj.-Nr. 1430-000) Ettlingen, Ergänzende Maßnahmen zur Detailuntersuchung Schutzgut Mensch / Boden / Nutzpflanze, Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH, Karlsruhe, 17.04.2008

- [2.8] Stellungnahme Baugrund auf Grundlage vorhandener Unterlagen, GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Karlsruhe, 17.08.2021
- [2.9] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25.000, Blatt 7016 Karlsruhe-Süd, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br., 1985
- [2.10] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer, Fortschreibung 1986 – 2005, Umweltministerium Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, 2007
- [2.11] Auszug aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG, online), Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg, 2021
- [2.12] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Innenministerium Baden-Württemberg, 2005
- [2.13] Überflutungsflächen und Wasserschutzgebiete, Daten- und Kartendienst (online), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2021
- [2.14] Hochwasserrisikomanagement-Abfrage (online), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2021
- [2.15] Karte der Grundwasserhöhengleichen für hohe (April 1988), mittlere (Oktober 1986) und niedrige (September 1991) Grundwasserverhältnisse, Raum-Karlsruhe-Speyer, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2000
- [2.16] Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung Stadtgebiet Ettlingen, Dr. K. Hinkelbein, Filderstadt, Karte der Kampfmittelverdachtspunkte vom 19.01.2004
- [2.17] Auskunft aus dem Bodenschutz- und Altlastenkataster über die Flst.Nr. 5428, 5428/16, 5428/23 und 5428/29 in Ettlingen, OT Ettlingen, Landratsamt Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, 27.08.2021
- [2.18] Auskünfte zur Genehmigungsfähigkeit und zu den genehmigungstechnischen Rahmenbedingungen von Geothermieranlagen; Landratsamt Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, August 2021

- [2.19] Grundwasserdaten der GW-Pegel Rückenwiesen / Bulacher Straße (Pegel 29 und 30), Stadt Ettlingen, Stadtbauamt, September 2021
- [2.20] Angaben der maximalen Stützenlasten, Stand: 27.09.2021, IB Lachenmayer, Stuttgart
- [2.21] Angaben zum Entwässerungskonzept, Stand 28.09.2021, IB Herrenbauer & Kurz, Heilbronn
- [2.22] Ergebnisse von 11 Kleinrammbohrungen und 4 Rammsondierungen, ausgeführt durch die GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Karlsruhe, 03. – 07.09.2021
- [2.23] Ergebnisse von bodenmechanischen Laborversuchen, ausgeführt durch die GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
- [2.24] Ergebnisse von chemischen Laboruntersuchungen von Boden, Prüfbericht Nr. 5464174, ausgeführt durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, 22.09.2021
- [2.25] E-Mails und Telefonate

3 Projektstandort

3.1 Lage und aktuelle Geländesituation

Der Projektstandort befindet sich am nordwestlichen Stadtrand von Ettlingen. Die Lage ist in **Anlage 1.1** in einem Ausschnitt aus der topografischen Karte markiert.

Das Grundstück umfasst Teilflächen der Flurstück-Nr. 5428, 5428/16, 5428/23 und 5428/29. Im Westen wird das Grundstück durch die Bulacher Straße mit einem flankierenden Radweg, im Südwesten durch das Gewässer „Erlengraben“, im Süden durch den Wendehammer der Straße „Am Erlengraben“ und im Osten durch den Flusslauf der „Alb“ begrenzt. Im Norden schließt eine Kleingartenanlage an, auf der West- und Ostseite wird das Grundstück jeweils von Baum- bzw. Heckenbestand eingerahmt.

Das Baufeld liegt derzeit brach, auf einer unbefestigten Wiesenfläche ist ein lichter Einzelbaumbestand vorhanden. Das Gelände ist weitgehend eben und liegt auf einem Niveau von ca. 119,3 m NHN bis 120,5 m NHN. In der Südost-Ecke befindet sich eine leichte wallartige Erhebung mit einer daran angrenzenden Geländemulde.

Die aktuelle Geländesituation geht aus dem Luftbildausschnitt in **Anlage 1.2** und dem Lageplan in der **Anlage 1.3** hervor.

3.2 Altlasten

Im Rahmen der vorbereitenden Maßnahmen wurde beim Landratsamt Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, eine aktuelle Auskunft aus dem Bodenschutz- und Altlastenkataster über das Baugrundstück eingeholt. Diese ist als **Anlage 2** dem Gutachten beigelegt.

Demnach befindet sich der Projektstandort auf einer Fläche, die beim Landratsamt Karlsruhe unter der Bezeichnung Altablagerung „AA Rückenwiesen“ erfasst ist.

Auf dem Gebiet der o. g. Altablagerung wurde von 1918 bis 1955 eine Müllkippe betrieben. Nach einer technischen Untersuchung wurde 1999 die Altablagerung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser mit „B-Neubewertung bei Nutzungsänderung“ (B = Belassen zur Wiedervorlage) eingestuft. Die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze wurden 2008 für die Gesamtfläche aufgrund nur lokal auftretender Auffälligkeiten mit „B-Entsorgungsrelevanz“ eingestuft. Für die Unterparzelle 16 I, welche sich im geplanten Baubereich befindet, wurde auf Grund von Auffälligkeiten und Prüfwertüberschreitungen eine Einstufung mit „B-Neubewertung bei Nutzungsänderung“ vorgenommen.

Der Altlastenverdacht gilt nach den Untersuchungen als ausgeräumt, eine Altlast bzw. schädliche Bodenveränderung im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) besteht demnach in der aktuellen Situation nicht.

Nach den Ergebnissen der uns vorliegenden durchgeführten Erkundungsmaßnahmen [2.4], [2.5] und [2.7] erwiesen sich im Boden vor allem Schwermetalle, insbesondere Blei und Cadmium, untergeordnet auch Quecksilber, Kupfer, Zink und das Halbmetall Arsen, sowie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als auffällig. Die erhöhten Schadstoffgehalte waren dabei überwiegend im Feststoff vorhanden und erwiesen sich

als wenig eluierbar. Anhand einer Beurteilung dieser Parameter waren abfallrechtliche Einstufungen zwischen Z1.1 und > Z2 nach VwV Boden zu erwarten. Bei Grundwasseranalysen wurden 1993 und 1994 teils Prüfwertüberschreitungen für Einzelparameter (Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, KW-Index) festgestellt, welche sich jedoch in weiteren Analysen 1996 und 1998 nicht bestätigen.

3.3 Erdbeben

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg [2.12] liegt der Standort in der Erdbebenzone 1 und im Bereich der Untergrundklasse R. Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist von der Baugrundklasse B auszugehen.

3.4 Wasserschutzgebiet

Das Baufeld befindet sich nach [2.13] in der Wasserschutzgebietszone IIIB des seit dem 02.11.1966 rechtskräftig festgesetzten Wasserschutzgebietes Ettlingen, Grundwasserkwerk (WSG-Nr. Amt 215-035).

3.5 Hochwasserrisiko

Das Baufeld liegt nach der aktuellen Hochwassergefahrenkarte [2.13] außerhalb von Überschwemmungsgebieten.

Bei Hochwasser werden nach [2.14] für die östlich an das Baufeld angrenzende Alb Wasserstände zwischen 118,8 m NHN (HQ₁₀) und 119,9 m NHN (HQ_{EXTREM}) angegeben. Das bedeutet, dass der HQ_{EXTREM}-Wert etwa auf bzw. knapp über dem aktuellen Geländeniveau liegt.

3.6 Kampfmittel

Nach der Luftbildauswertung des Büros Dr. K. Hinkelbein, Filderstadt, aus dem Jahr 2004 [2.16] liegt der Projektstandort außerhalb von Kampfmittelverdachtsflächen.

Da zwischenzeitlich jedoch neuere Datengrundlagen verfügbar sind, sollte für die Durchführung von Tiefgründungsarbeiten eine aktuelle Luftbilddauswertung durchgeführt werden.

4 Geplante Baumaßnahme und geotechnische Kategorie

Das geplante Bürogebäude umfasst 4 aufgehende Geschosse (EG, 1. – 3. OG). Daneben soll ein Parkhaus (EG, 1. – 3. OG, Split-Level) errichtet werden. Das Parkhaus bindet etwa 1,5 m in den Untergrund ein; die übrigen Gebäudebereiche sind ohne Unterkellerung geplant. Der Grundriss des Erdgeschosses ist in dem Luftbild in **Anlage 1.2** und dem Lageplan in **Anlage 1.3** eingezeichnet.

Auf der Außenfläche ist die Anlage von weiteren Parkplätzen vorgesehen.

Das Bauvorhaben ist aufgrund seiner konventionellen Gründung und der einheitlich zu erfassenden Baugrund- und Belastungsverhältnisse in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

5 Untersuchungsprogramm

5.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Baugrunderkundung wurden durch die GHJ Ingenieurgesellschaft folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 11 Kleinrammbohrungen (BS 1 bis BS 11) bis in Tiefen zwischen 3,1 m und 6,0 m
- 4 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 (DPH 1, DPH 3, DPH 7 und DPH 11) bis in Tiefen von jeweils ca. 12 m

Die Lage der Ansatzpunkte ist in **Anlage 1.3** dargestellt.

Die Koordinaten und Höhen der Aufschlusspunkte wurden durch unser Büro mittels GNSS eingemessen. Bei einzelnen Punkten (BS 10 und BS 11) war, bedingt durch den dichten Baumbewuchs, keine Vermessung mittels GNSS möglich. Die Lage dieser Punkte wurde mittels Bandmaß eingemessen, die Ansatzhöhen wurden mit einem optischen Nivelliergerät bestimmt. Als Höhenbezug wurde ein Kanaldeckel in der Straße „Am

Erlengraben“ verwendet, dessen Höhe nach [2.3] bei KD = 120,57 m NN (Angabe ohne Gewähr) liegt, die Einmessung mittels GNSS ergab eine Höhe von KD = 120,511 m NHN 2016. Der Höhenbezugspunkt ist im Lageplan in der **Anlage 1.3** eingezeichnet. Das Höhenniveau der Aufschlusspunkte liegt danach zwischen ca. 119,3 m NHN 2016 (BS 1 und BS 5) und ca. 120,5 m NHN 2016 (BS 3).

Zusätzlich wurden drei bestehende Grundwassermessstellen (P 1, P 3, P 4) mittels GNSS neu eingemessen, diese sind ebenfalls in dem Lageplan in **Anlage 1.3** eingezeichnet. Die in den Unterlagen [2.5] aufgeführte Messstelle P 2 konnte nicht aufgefunden werden, sie wurde vermutlich durch Baumaßnahmen in diesem Bereich beseitigt.

In der **Anlage 4** sind die Ergebnisse der Aufschlüsse als Bohrprofile nach DIN 4023 bzw. als Rammdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2 dargestellt. In den Rammdiagrammen ist die erforderliche Anzahl an Schlägen N_{10} für das Eindringen der Sonde um jeweils 10 cm über der Tiefe aufgetragen.

5.2 Geotechnische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Ansprache und Klassifizierung der angetroffenen Böden wurden folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 11 x Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- 1 x Plastizitätsversuch (Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG) nach DIN 18122
- 1 x Glühverlust (organischer Gehalt) nach DIN 18128 GL
- 1 x Kalkgehalt nach DIN 18128
- 6 x Wassergehalt (durch Ofentrocknung)

Die Ergebnisse der Korngrößenbestimmungen sind in **Anlage 5.1** als Körnungskurven dargestellt. Die Ergebnisse des Plastizitätsversuchs (Konsistenzgrenzen, Plastizitätsdiagramm) sind der **Anlage 5.2** zu entnehmen.

Eine Zusammenstellung der Laborversuche mit zusätzlich ermittelten Wassergehalten und Glühverlusten ist als **Anlage 5.3** beigelegt.

5.3 Chemisch-analytische Laborversuche

Zur orientierenden Überprüfung des Baugrundes auf Schadstoffbelastungen wurden folgende chemisch-analytische Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 4 Mischproben aus den fremdstoffhaltigen Auffüllungen (MP 1 bis MP 4) auf die Parameter der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Landes Baden-Württemberg vom 14.03.2007 (VwV Boden), Tab. 6-1, ergänzt um die Parameter der Deponieverordnung (DepV) des Bundes vom 27.04.2009, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5

Weitere Details zu den Untersuchungen sowie zur Probenzusammensetzung sind im **Kapitel 7** enthalten. Die Analyseergebnisse, die angewandten Analyseverfahren und die jeweiligen Bestimmungsgrenzen sind in den Prüfberichten der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, in der **Anlage 6** aufgeführt.

6 Baugrund

6.1 Allgemeine Baugrundverhältnisse

Nach der geologischen und hydrogeologischen Karte [2.9] und [2.10] liegt der Projektstandort am östlichen Rand des Oberrheingrabens auf einer im Untergrund verborgenen Randscholle. Die allgemeinen Baugrundverhältnisse sind oberflächennah durch holozäne Auensedimente der sog. Kinzig-Murg-Rinne sowie jungquartäre Ablagerungen des Albschuttkegels gekennzeichnet. Im Schwemmfächer der Alb ist mit Sanden sowie kiesig-steinigen Geröllen (Albschottern) zu rechnen.

Die Albschotter sind nach Westen hin mit quartären Kiesen und Sanden verzahnt, welche der Oberen kiesig-sandigen Abfolge (OksA) zuzuordnen sind. Ab einer Tiefe von geschätzt ca. 20 m unter GOK folgt eine schluffig-sandige Schichtenfolge des Pliozän, darunter alttertiäre Tone.

6.2 Untergrundaufbau

In den durchgeführten Aufschlüssen wurden zunächst flächendeckend deutlich fremdstoffhaltige Auffüllungen mit Mächtigkeiten von 1,6 m bis ca. 2,4 m angetroffen. Die Auffüllungen setzen sich zusammen aus grob- bzw. gemischtkörnigen Böden, die Kies-Sand-Gemische sind dabei unterschiedlich stark schluffig durchsetzt. Bei den bodenfremden Beimengungen überwiegen Beton-, Ziegel-, Asche- und Schlackenanteile, untergeordnet sind u. a. Porzellan-, Glas-, (Holz)kohle- und Metallreste vorhanden. Bei der Bohrung BS 3 setzt sich die Auffüllung bis 3,2 m Tiefe fort, weist in diesem Tiefenbereich aber keine erkennbaren künstlichen Beimengungen mehr auf.

An der Oberfläche sind die Auffüllungen meist stärker bindig ausgeprägt und durchwurzelt (Vegetationszone). Der Bohrpunkt BS 10 war an der Oberfläche mit einem Pflasterbelag versiegelt.

Unterhalb der Auffüllungen wurden in allen Bohrungen mit Ausnahme von BS 5 und BS 8 unterschiedlich stark fein-mittelsandig und teils kiesig durchsetzte Schluffe mit Mächtigkeiten von ca. 0,05 m bis 1,2 m erbohrt. Die untersuchten Proben (4 Stck.) zeigen nach den Körnungskurven (**Anlage 5.1**) Rohtongehalte von $< 10\%$ und Schluffgehalte von etwa 35 % bis 60 % auf. Der Sandanteil lag zwischen ca. 25 % und 40 %, der Kiesanteil war bei den meisten Proben gering ($< 10\%$), bei einer Probe lag er hingegen bei ca. 30 %. Die Konsistenz der Böden wurde überwiegend als steif bis halbfest, bei BS 9 als weich-steif angesprochen. Diese Böden sind der bindigen Deckschicht zuzuordnen.

Zur Beurteilung der Plastizität wurde an einer der Bodenproben (BS 9, 2,0 – 3,0 m) die Fließ- und die Ausrollgrenze nach Atterberg bestimmt. Das Plastizitätsdiagramm ist als **Anlage 5.2** beigelegt. Die Plastizitätszahl liegt bei $I_p = 4,11\%$ bei einer Fließgrenze von $w_L = 24,67\%$ und einer Ausrollgrenze von $w_p = 20,56\%$. Der Plastizitätsversuch ergab einen leichtplastischen Schluff (Bodengruppe UL) und eine breiige Konsistenz (Konsistenzzahl $I_c = 0,12$). Bei den hier vorliegenden leichtplastischen Schluffen sind jedoch erfahrungsgemäß die Konsistenzbestimmungen nach visuellen und sensorischen Kriterien (insbesondere der Knetbarkeit) aussagekräftiger, hierbei wurde eine weich-steife Konsistenz angesprochen.

Der organische Anteil dieser Probe wurde im Glühverlust zu $V_{GI} = 1,9\%$ und der Kalkgehalt mit $V_{Ca} = 0,2\%$ bestimmt. Der Boden wird danach als nicht organisch und nicht kalkhaltig eingestuft. Es wurden an den bindigen Proben Wassergehalte zwischen ca. 11 % und ca. 23 % ermittelt. Die Versuchsergebnisse sind in der **Anlage 5.3** zusammengestellt.

Unterhalb der bindigen Böden folgen bei der Mehrzahl der Aufschlüsse Sandlagen mit einer Schichtdicke von max. 0,5 m. Nach den Kornverteilungslinien (3 Stck.) liegen die Sandanteile zwischen ca. 70 % und ca. 90 %, die bindigen Anteile betragen ca. 3 % bis ca. 23 %. Bei einer Probe waren Kiesbeimengungen von ca. 25 % vorhanden. Die Sande sind enggestuft und werden den Bodengruppen SE, SU und SU* zugeordnet.

Darunter, bzw. teilweise direkt unterhalb der Deckschicht, wurden bis zum Bohrtiefsten in einer Tiefe von max. 6 m sandige Kiese erbohrt, welche den „Albschottern“ zuzuordnen sind. Teilweise waren schluffige Beimengungen vorhanden. Die geplante Endteufe von 6 m konnte nur bei der Bohrung BS 3 realisiert werden, die restlichen Bohrungen mussten auf Grund hoher Eindringwiderstände davor abgebrochen werden.

Bei den untersuchten Proben (3 Stck.) überwiegen die Kiesanteile mit ca. 65 % bis 75 % deutlich, die Sandanteile liegen zwischen ca. 23 % und knapp 30 %, es sind bindige Anteile < 7 % vorhanden. Bei einer Probe im Hangenden der Albschotter (BS 8; 2,4 – 2,7 m) wurde davon abweichend ein geringerer Kiesanteil (ca. 55 %) sowie bindige Beimengungen von ca. 18 % festgestellt. Die Kornabstufung ist weit oder intermittierend, es handelt sich um die Bodengruppen GW, GI, GU, lokal auch GU*.

Bei den Bohrungen BS 1 und BS 7 war in den „Albschottern“ eine 0,4 m bzw. 0,6 m mächtige Schlufflage mit weicher Konsistenz zwischengeschaltet.

In den Bohrungen sind die Böden ab Tiefen zwischen 3,4 m (BS 1) und 5,2 m (BS 3) als nass angesprochen. Dies entspricht einer geodätischen Höhe von ca. 115,3 – 115,9 m NHN 2016.

Die vier Rammsondierungen (DPH 1, DPH 3, DPH 7 und DPH 11) weisen im Bereich der künstlichen Auffüllungen auf eine geringe Verdichtung der Böden hin. Überwiegend wurde mit Schlagzahlen $N_{10} < 7$ eine lockere Lagerung festgestellt. Bei DPH 7 wurden über einen Tiefenbereich von mehr als 1 m für 10 cm Eindringung nur Schlagzahlen von $N_{10} \leq 2$ registriert, was auf eine sehr lockere Lagerung schließen lässt. Die Rammsondierung DPH 3 zeigt einen lokalen Anstieg der Schlagzahlen, was vermutlich auf die dort angetroffenen groben Sandsteinanteile zurückzuführen ist.

In den darunter folgenden Schluff- sowie Sandlagen wurden bei den Sondierungen erwartungsgemäß ebenfalls überwiegend nur geringe Schlagzahlen ($N_{10} < 7$) ermittelt.

Mit dem Erreichen der natürlichen, nichtbindigen Albschotter ist ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen zu verzeichnen. Bei den Sondierungen DPH 1, DPH 7 und DPH 11 steigen die Schlagzahlen auf Werte von $N_{10} \geq 10$, lagenweise sogar bis $N_{10} > 50$ an. Daraus kann eine mindestens mitteldichte Lagerung der Böden abgeleitet werden. Schichtweise sind jedoch geringere Schlagzahlen von $N_{10} = 6 - 10$ zu verzeichnen, was teilweise mit den angetroffenen bindigen Zwischenlagen korreliert werden kann.

Ab einer Tiefe zwischen 5 – 6 m, bei DHP 3 bereits ab 3,8 m unter GOK, steigen die Schlagzahlen auf zumeist $N_{10} \geq 20$ an, was auf eine dichte bis sehr dichte Lagerung der Böden schließen lässt. Bei den Sondierungen wurde zwischen ca. 5,5 m (DPH 1) und 7,5 m (DPH 11) Tiefe jeweils für einige Dezimeter ein markanter Abfall der Schlagzahlen auf vergleichsweise geringe Werte von $N_{10} < 10$ gemessen. Bohrerergebnisse liegen für diesen Tiefenbereich nicht vor. Die Ursache für dieses Ergebnis kann nicht angegeben werden; diese Einschnürung in den Sondierprofilen kann z. B. von lokal auftretenden eng gestuften Sanden oder von einer weiteren bindigen Zwischenschicht verursacht sein.

Die aktuellen Erkundungsergebnisse bestätigen weitgehend die Befunde vorangegangener Untersuchungen [2.8].

6.3 Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte

Aus den durchgeführten Untersuchungen wurde das in **Tabelle 1** angegebene Baugrundmodell (ohne durchwurzelte Bodenzone) abgeleitet, in dem der Baugrund in Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten), VOB Teil C, 2019, unterteilt ist.

Die angegebenen Bandbreiten der Kennwerte sind als Orientierungswerte zu verstehen. In den durchgeführten Nachweisen werden für den jeweiligen Fall zutreffende Rechenwerte ausgewählt und in den Berechnungen angesetzt.

Tabelle 1 Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte

Homogenbereich		1	2	3
Bezeichnung nach DIN 4023		Auffüllung: Kies-Sand, teils schluffig / Schluff, sandig, kiesig	Schluffe, sandig, teils kiesig ^c (auch als Zwischenschicht in 3 angetroffen)	Kiese und Sande, teils schluffig („Albschotter“)
Bezeichnung nach DIN 14688 (nur Hauptbodenarten)		Gr, Sa, Si	Si	Gr, Sa
Bodengruppen nach DIN 18196		A [GU, GU*, SU, SU*, UL]	UL, SU*, GU*	GW, GI, GU, GU*, SE, SU, SU*
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17		F2, F3	F3	F1, F2, z. T. F3
Schichtunterkante	[m NHN]	≈ 117 – 118	≈ 116,5 – 117,5	--
Schichtmächtigkeit	[m]	≈ 1,6 – 3,2	≈ 0,05 – 1,2	> 1,0
Konsistenz / Lagerung	[-]	(sehr) locker ^a steif, halbfest ^b	steif, halbfest lokal weich-steif	mitteldicht bis sehr dicht
Korngrößenverteilung obere Kornkennzahl:	[-]	25/70/5/0	25/70/5/0	-/25/75/0
untere Kornkennzahl	[-]	-/10/40/50	-/15/35/50	0/0/20/80
Steine d = 63 – 200 mm	[Gew.-%]	< 20	< 5	< 30
Blöcke d = 200 – 630 mm	[Gew.-%]	< 10	< 5	< 15
Dichte ρ	[t/m ³]	1,6 – 2,2	1,8 – 2,0	1,9 – 2,2
Wassergehalt w	[Gew.-%]	5 – 20	5 – 25	5 – 15
Plastizitätszahl I_p	[%]	0 – 10 ^b	2 – 10	--
Konsistenzzahl I_c	[-]	0,75 – 1,5 ^b	0,75 – 1,5	--
Lagerungsdichte I_D	[%]	0 – 0,35 ^a	--	35 – 1,0
undrÄnierte Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	15 – 30 ^b	15 – 30	--
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC)	[g/t]	250 – 500 (abrasiv)	50 – 100 (kaum abrasiv)	500 – 1250 (stark abrasiv)
organischer Anteil	[Gew.-%]	< 20	< 2	< 2
Reibungswinkel φ	[°]	25 – 30	25 – 30	32,5 – 40
Kohäsion c	[kN/m ²]	2 – 10 ^b	2 – 15	0
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	3 – 20	5 – 25	40 – 200
Wichte γ	[kN/m ³]	16 – 22	18 – 20	19 – 22
Wichte u. Auftrieb γ'	[kN/m ³]	6 – 12	8 – 10	10 – 13
Durchlässigkeit k	[m/s]	--	ca. 5×10^{-8} – 10^{-6}	ca. 10^{-6} – 10^{-4}

a = gilt für grobkörnige Böden b = gilt für bindige Böden c = nicht in allen Aufschlüssen angetroffen

6.4 Grundwasser

Der Projektstandort liegt nach [2.9] am östlichen Rand des Oberrheingrabens. Die quartären Kiese und Sande, die im Bereich des Projektstandortes mit den Albtalschottern verzahnt sind und gemeinsam mit diesen eine wasserdurchlässige Schicht, den Oberen Grundwasserleiter, bilden, stellen den regionalen Hauptgrundwasserleiter dar. Die generelle Grundwasserströmung ist nach Nordwesten gerichtet.

Während der Erkundung Anfang September 2021 waren die angetroffenen Böden ab einer Tiefe von 3,4 m bis 5,2 m nass. Dies entspricht einer geodätischen Höhe zwischen ca. 115,9 m NHN 2016 und 115,3 m NHN 2016.

Zusätzlich wurden die Wasserstände an den bestehenden Messstellen P 1 bis P 3 sowie die Oberflächen der beiden angrenzenden Gewässer Alb und Erlengraben gemessen. Die ermittelten Daten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 2 Grundwasserstände (Beobachtungszeitraum 07.09.2021. – 23.09.2021)

Messstelle	Datum Messung	POK [m NHN]	Abstich [m] u. POK	GOK [m NN]	Abstich [m] u. GOK	Wasser- stand [m NN]
P 1	07.09.2021	120,61	5,03	119,67	4,09	115,58
	23.09.2021		5,05		4,11	115,56
P 3 GW-Pegel 30	07.09.2021	119,19	5,86	119,35	6,02	113,33
	23.09.2021		5,98		6,14	113,21
P4 GW-Pegel 29	07.09.2021	120,82	7,27	120,04	6,49	113,55
	23.09.2021		7,38		6,60	113,44
Alb	23.09.2021	-	-	-	-	ca. 116,8
Erlengraben	23.09.2021	-	-	-	-	ca. 117,4

Den o. g. Daten zufolge ist aktuell von einem örtlichen Grundwasserabstrom in südwestliche Richtung mit einem relativ hohen Grundwassergefälle von $i = 26,4 \text{ ‰}$ auszugehen. Dies weicht von der allgemein vorherrschenden Grundwasserfließrichtung ab, korrespondiert aber mit den Erkenntnissen aus der Altlastenerkundung [2.5]. Die Ursache für diese Abweichung könnte in Inhomogenitäten im Untergrundaufbau zu finden sein. Unter Umständen werden die Grundwasserverhältnisse lokal auch durch die Lage zwischen den beiden Vorfluten Alb und Erlengraben beeinflusst. Diese Gerinne sind den Wasserstandsdaten zufolge zwar durch Kolmatationseffekte im Wesentlichen vom

Grundwasser entkoppelt, doch könnte es bei Hochwasserereignissen zu einer temporär verstärkten Infiltration mit entsprechenden lokalen Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel kommen.

Nach den ermittelten Daten kann davon ausgegangen werden, dass der Grundwasserstand im Baufeld auf einen Grundwasserhorizont in den Albschottern zurückzuführen ist. Bei der bestehenden Grundwassermessstelle P 1 im Norden des Baufeldes, die mit einer Tiefe von ca. 6 m unter GOK innerhalb der Albschotter abgesetzt ist, wurden vergleichbare Wasserstände wie in den durchgeführten Kleinrammbohrungen gemessen.

Auf Grund der Datenlage kann ein maximaler Grundwasserstand nur grob abgeschätzt werden:

maximaler Grundwasserstand (geschätzt)	maxGW	117,5 m NHN 2016
--	-------	------------------

Für die Bemessung des Gebäudes empfehlen wir einen Sicherheitszuschlag von 0,5 m vorzusehen. Daraus ergibt sich ein Bemessungsgrundwasserstand von

Bemessungsgrundwasserstand	HGW	118,0 m NHN 2016
----------------------------	-----	------------------

Die Gründungssohle für das in den Untergrund einbindende Halbgeschoss der Tiefgarage kommt nach dem Planentwurf [2.2] auf einer Höhe von ca. 118,5 m NHN zu liegen, d. h. etwa 0,5 m oberhalb des angesetzten Bemessungswasserstandes. Weitere Bauteile werden nach aktueller Planung nicht unterkellert.

Bei Hochwasser werden nach [2.14] für die östlich an das Baufeld angrenzende Alb Wasserstände zwischen 118,8 m NHN (HQ₁₀) und 119,9 m NHN (HQ_{EXTREM}) angegeben.

In den anstehenden, teils schluffigen Auffüllungen sowie in den unterlagernden Böden der bindigen Deckschicht ist zudem mit dem Aufstau von infiltriertem Niederschlagswasser sowie mit dem Auftreten von Schichtwasser zu rechnen (z. B. in verfüllten Arbeitsräumen).

Wir empfehlen deshalb, die erdberührten Bauteile auf die Beanspruchung für aufstauendes Sickerwasser auszulegen. Eine im Freispiegelgefälle entwässernde Drainage als Alternative zur Herstellung eines wasserdichten Untergeschosses scheidet bei der o. g. Höhenlage im Hochwasserfall scheidet nach unserer Auffassung aus.

Hinweise:

Bei der historischen Erkundung [2.4] wird ein Grundwasserflurabstand von ca. 2 m mit einem möglichen Anstieg auf etwa 1 m erwähnt, allerdings lassen sich die Daten hierbei nach den uns vorliegenden Unterlagen nur bedingt nachvollziehen. Bei späteren Untersuchungen [2.5], [2.6] und [2.7] wird ein Grundwasserstand zwischen ca. 3,5 m und ca. 6 m unter GOK angegeben was in etwa den Ergebnissen der aktuellen Erkundung entspricht. Es wurden dabei Grundwasserfließrichtungen in westliche bis südwestliche Richtung ermittelt.

Nach den seit 1990 bzw. 2003 erfassten Daten der beiden westlich des Baufeldes gelegenen mehr als 15 m tiefen Messstellen P3 (GW-Pegel 30 der Stadt Ettlingen) und P4 (GW-Pegel 29 der Stadt Ettlingen) wurden Wasserstände zwischen ca. 112,8 m NHN und 115,2 m NHN gemessen. Dies deckt sich gut mit den vorliegenden Grundwassergleichenplänen [2.15], aus denen für diesen Bereich näherungsweise Wasserstände zwischen ca. 113 m NHN und ca. 115,5 m NHN abgeschätzt werden können.

7 Umwelttechnische Untersuchungen

7.1 Baugrundaufschlüsse aus umwelttechnischer Sicht

In Ergänzung zu den geotechnischen Untersuchungsmaßnahmen wurde das Bohrgut aus den durchgeführten Kleinrammbohrungen auch aus umwelttechnischer Sicht begutachtet. Bei den stark fremdstoffhaltigen Auffüllungen war auf Grund ihrer Zusammensetzung sowie den Ergebnissen vorangegangener Untersuchungen davon auszugehen, dass diese umwelttechnisch relevante Schadstoffbelastungen aufweisen. Die Mächtigkeit der Auffüllungen mit bodenfremden Bestandteilen schwankt zwischen ca. 1,6 m und ca. 2,4 m.

Bei den unterlagernden natürlichen Böden waren keine Anhaltspunkte für Belastungen zu erkennen. Da diese nach derzeitigem Kenntnisstand ohnehin nicht von Aushubmaßnahmen betroffen sind, wurde auf eine analytische Untersuchung der Proben verzichtet.

Grundwasser wurde in den Kleinrammbohrungen in einer Tiefe zwischen 3,4 m und 5,2 m unter Geländeoberkante (115,3 – 115,9 m NHN 2016) und damit unterhalb der Auffüllungsbasis festgestellt. Auf Grundlage der vorliegenden Grundwasserstandsdaten

(siehe Kapitel 6.4) ist auch in Zeiten hoher Grundwasserstände keine relevante Durchströmung der schadstoffverdächtigen Materialien mit Grundwasser zu erwarten.

Eine Durchsickerung der schadstoffverdächtigen Auffüllungen ist aktuell noch möglich, wird aber durch die geplante Baumaßnahme deutlich verringert. Gleiches gilt für die Expositionssituation im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch. Einwirkungen der schadstoffverdächtigen Materialien auf Nutzpflanzen sind unter Berücksichtigung der aktuellen und geplanten Grundstücksnutzung nicht zu erwarten.

7.2 Probenahme und Untersuchungsumfang

Zur Überprüfung der flächigen Auffüllungen auf ihre Schadstoffbelastungen wurden aus dem gewonnenen Probenmaterial abschnittsweise die nachfolgend aufgeführten Bodenmischproben (MP 1 bis MP 4) gebildet und auf den Parameterumfang der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (VwV Boden), Tab. 6-1, und die Parameter nach Deponieverordnung (DepV), Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5, untersucht.

Wie dem Prüfbericht zu entnehmen ist, wurde Folgendes festgestellt:

- In allen untersuchten Proben wurden geringfügig bis stark erhöhte Gehalte an diversen Schwermetallen im Feststoff nachgewiesen. Besonders auffällig waren dabei die Blei-, Kupfer- und Zinkgehalte.
- Im Eluat waren hingegen nur untergeordnet erhöhte Schwermetallgehalte festzustellen, bei einer Probe (MP 1) ergab sich ein leicht auffälliger Chromgehalt, bei einer weiteren Probe (MP 2) wurde Antimon im Eluat nachgewiesen.
- Des Weiteren wurden bei allen Proben moderat bis stark erhöhte Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie Benzo(a)pyren (B(a)P) festgestellt.
- Bei allen Analysebefunden sind die Kohlenwasserstoff-Gehalte (KW-Indices) ebenfalls unterschiedlich stark auffällig.
- Die organischen Anteile, gemessen als Glühverlust und TOC, sind bei den untersuchten Proben durchgehend erhöht.
- Eine Mischprobe (MP 4) weist einen erhöhten Gehalt an schwerflüchtigen lipophilen Stoffen auf.
- Zudem haben sich bei den Eluaten leicht auffällige Einzelbefunde für die Parameter pH-Wert (MP 1), elektrische Leitfähigkeit (MP 1 und MP 4), Cyanide (MP 3) und Sulfat (MP 4) ergeben.

7.4 Umwelttechnische Bewertung

Die Bewertung umwelttechnischer Baugrunduntersuchungen erfolgt grundsätzlich unter zwei Gesichtspunkten. Zum einen ist das mit einer eventuellen Belastung einhergehende Gefährdungspotential abzuschätzen (schutzgutbezogene bzw. altlastenrechtliche Bewertung), zum anderen ist bei Baumaßnahmen gegebenenfalls anfallender Aushub im Hinblick auf dessen Entsorgung zu beurteilen (abfallrechtliche Bewertung).

Anhand der altlastenrechtlichen Bewertung ist zu entscheiden, ob weitere Erkundungsmaßnahmen oder eine Sanierung erforderlich sind. Die abfallrechtliche Bewertung erfolgt im Hinblick auf die ordnungsgemäße und wirtschaftliche Entsorgung von bei Baumaßnahmen anfallendem Aushub.

7.4.1 Altlastenrechtliche Bewertung

Bei der schutzgutbezogenen bzw. altlastenrechtlichen Bewertung eines mit Schadstoffen belasteten Bodens ist das mit der Kontamination über Aufnahmepfade bzw. Wirkungspfade einhergehende Gefährdungspotential für die betroffenen Schutzgüter (i. d. R. Mensch, Pflanzen, Grundwasser) abzuschätzen. Hierbei wird durch den Vergleich der festgestellten Schadstoffbefunde mit entsprechenden Prüfwerten geprüft, ob von einer Gefahr für die Schutzgüter Mensch, Pflanze und/oder Grundwasser auszugehen ist. Für die Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser gelten die Prüfwerte der Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Für Schadstoffe, für die in der BBodSchV keine Prüfwerte definiert sind, wird in Baden-Württemberg in der Regel die „Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen“ (VwV Orientierungswerte) des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung sowie des Umweltministeriums Baden-Württemberg angewandt.

Im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch sind oberflächlich zugängliche Materialien zu betrachten, was auf die künstlichen Auffüllungen (eingeschränkt) zutrifft. Sofern der Projektstandort nicht als Brachfläche angesehen wird, ist hier von einer Nutzung als Park- und Freizeitanlage auszugehen. Für diese Nutzungsform ergaben sich keine Überschreitungen der Prüfwerte aus der BBodSchV. Durch die geplante Umnutzung werden die Auffüllungen überbaut bzw. oberflächlich abgedeckt, so dass eine mögliche spätere Gefährdung für diesen Wirkungspfad entfällt. Ein weiterer altlastenrechtlicher Handlungsbedarf besteht damit u. E. für den Wirkungspfad Boden-Mensch nicht.

Dies entspricht der bereits im Jahr 2008 vom Landratsamt Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, vorgenommenen Einschätzung für die Gesamtfläche (siehe[2.17]). Für eine separate Untersuchung der im Baufeld liegenden Unterparzelle 16 I (s. Plan in **Anlage 2**; aktuell: „B-Neubewertung bei Nutzungsänderung“) lässt sich u. E. auf Grund der geplanten Umnutzung keine Veranlassung erkennen.

Der Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze ist am Projektstandort ohne Bedeutung, da auf der untersuchten Fläche findet aktuell keine landwirtschaftliche oder gartenbauliche Nutzung mehr stattfindet und auch nach der geplanten Umnutzung keine entsprechende Nutzung vorgesehen ist.

Bezüglich des Wirkungspfades Boden-Grundwasser ist festzustellen, dass auf Grundlage der vorliegenden Grundwasserstandsdaten (siehe **Kapitel 6.4**) auch in Zeiten hoher

Grundwasserstände keine relevante Durchströmung der schadstoffverdächtigen Materialien mit Grundwasser zu erwarten ist. Eine Durchsickerung der schadstoffverdächtigen Auffüllungen ist aktuell auf Grund der unbefestigten Oberfläche nahezu vollflächig möglich. Durch die geplante Baumaßnahme wird ein Großteil der Fläche überbaut bzw. durch Asphalt und Pflasterbeläge versiegelt, wodurch die Durchsickerung teils unterbunden, teils deutlich reduziert wird.

Zu betrachten sind für diesen Wirkungspfad v. a. die erhöhten Schwermetallgehalte, welche bei den Proben durchgehend festgestellt wurden. Für die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser sind jedoch nur die Schwermetallgehalte im Eluat maßgeblich, welche bei den untersuchten Proben weitgehend unauffällig sind. Die Schwermetalle liegen in den fremdstoffhaltigen Auffüllungen also überwiegend in nicht mobilisierbarer Form vor. Bei der Probe MP 1 sind die Gehalte an Chrom und Kupfer im Eluat erhöht und liegen im Fall von Kupfer ($110\mu\text{g/l}$) über dem entsprechenden Prüfwert der BBodSchV (Prüfwert = $50\mu\text{g/l}$). Eine weitere Prüfwert-Überschreitung für den Parameter Antimon im Eluat ergab sich bei der Probe (MP 2) mit einem Wert von $25\mu\text{g/l}$ (Prüfwert = $10\mu\text{g/l}$). Aus den Einzelbefunden lässt sich aber u. E. keine Gefährdung für das Grundwasser erkennen, zumal die unter den Auffüllungen nahezu vollflächig vorhandene bindige Deckschicht als natürliche hydrogeologische Sperre und als natürliche Schadstoffbarriere fungiert.

Analytisch auffällig erwies sich außerdem der Parameter PAK im Feststoff, Eluatuntersuchungen wurden für diesen Parameter nicht gesondert durchgeführt. Aufgrund der im Allgemeinen geringen Wasserlöslichkeit der PAK und der o. g. hydrogeologisch günstigen Situation gehen wir davon aus, dass kein relevanter PAK-Eintrag ins Grundwasser erfolgt.

Aus altlastenrechtlicher Sicht ist u. E. aus den Untersuchungsbefunden für die aktuelle und auch für die zukünftige Nutzung insgesamt kein weiterer Handlungsbedarf abzuleiten. Gegen einen Verbleib der untersuchten Böden vor Ort bestehen keine Einwände.

Durch eine (teilweise) Überbauung der Auffüllungen wird u. E. insgesamt eine Verbesserung der aktuellen Situation herbeigeführt.

7.4.2 Abfallrechtliche Bewertung

Die abfallrechtliche Bewertung von Böden und bodenähnlichen Auffüllungen erfolgt in Baden-Württemberg anhand der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Landes Baden-Württemberg vom 14.03.2007 (VwV Boden), der Deponieverordnung (DepV) des Bundes vom 27.04.2009 und der „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen“ des Landes Baden-Württemberg vom Mai 2012.

Material mit Schadstoffkonzentrationen oberhalb der Zuordnungswerte Z2 kann in der Regel nur noch einer Deponie zugeführt werden, wobei die unterschiedlichen Deponie- klassen entsprechend den Zuordnungskriterien der DepV zu beachten sind (Deponien der Deponieklassen DK I, DK II, DK III und DK IV).

Aus abfallrechtlicher Sicht sind die untersuchten Mischroben aus den fremdstoffhaltigen Auffüllungen wie folgt einzustufen. Für die Bewertung der organischen Anteile wurde dabei der Parameter TOC verwendet.

Tabelle 4 Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Proben

Probe	abfallrechtliche Zuordnung		maßgebliche(r) Parameter und Analysewert	überschrittener Zuordnungswert
	n. VwV Boden	n. DepV		
MP 1	> Z2	DK II (ggf. DK I ¹)	Kupfer i. E. = 110 µg/l TOC = 2,3 %	Z2 = 100 µg/l DK I = 1 %
MP 2	(Z2)	DK II (ggf. DK I ¹)	(Blei = 300 mg/kg) (Zink = 560 mg/kg) PAK = 18,27 mg/kg B(a)P = 1,5 mg/kg Antimon i. E. = 25 µg/l TOC = 2,2 %	(Z1.2 = 210 mg/kg) (Z1.2 = 450 mg/kg) Z1.2 = 90 mg/kg Z1.2 = 0,9 mg/kg DK 0 = 6 µg/l DK I = 1 %
MP 3	> Z2	DK III (ggf. DK I ¹)	PAK = 87,58 mg/kg B(a)P = 7,2 mg/kg TOC = 5,5 %	Z2 = 30 mg/kg Z2 = 3 mg/kg DK II = 3 %
MP 4	> Z2	DK III (ggf. DK I ¹)	PAK = 81,53 mg/kg B(a)P = 7,9 mg/kg lipophile Stoffe = 0,16 % TOC = 5,4 %	Z2 = 30 mg/kg Z2 = 3 mg/kg DK 0 = 0,1 % DK II = 3 %

¹ Bei einem Nachweis, dass die organischen Anteile überwiegend als nicht verrottbarer Kohlenstoff vorliegen, kann gegebenenfalls eine Einstufung in die Deponieklasse DK I bewirkt werden (Erläuterungen im Text).

In den untersuchten Bodenproben aus den Auffüllungen (MP 1 bis MP 4) schwankt der Belastungsgrad zwischen den Einbauklasse Z2 und > Z2 nach VwV Boden. Betrachtet man rein diese Einstufung, könnten die Teilcharge MP 2 noch einer bautechnischen Verwertung zugeführt werden. Auf Grund des festgestellten Antimon-Gehaltes im Eluat der Probe (MP 2) muss diese Charge jedoch auf eine Deponie entsorgt und somit nach der DepV bewertet werden. Ohnehin dürfte bei der Materialzusammensetzung mit einem großen Anteil an Fremdstoffen eine bautechnische Verwertung vergleichsweise schwierig sein.

Bei der Bewertung nach den Kriterien der DepV ist zu beachten, dass die hohe Einstufung in die Deponieklasse DK II (Proben MP 1 und MP 2) bzw. DK III (Proben MP 3 und MP 4) ausschließlich aus den organischen Beimengungen, gemessen als Glühverlust und TOC, resultiert. Nach den Kriterien der DepV ist es mit Zustimmung der Deponie bzw. der dafür zuständigen Überwachungsbehörde prinzipiell möglich, die Parameter TOC und Glühverlust im Einzelfall zu vernachlässigen, was eine Einstufung als DK I-Material zur Folge hätte. Voraussetzung hierfür ist, dass die organischen Anteile aus weitestgehend nicht verrottbaren Substanzen resultieren. In der Regel wird dies, je nach Annahmestelle, durch eine zusätzliche Analyse auf die Parameter Atmungsaktivität (AT4) bzw. Gasbildungsrate (GB21), Brennwert und ggf. Restkohlenstoff überprüft. Dies ist bei einer eventuellen Materialentsorgung zu berücksichtigen.

Auf Grundlage der vorliegenden Analyseergebnisse sind keine gefährlichen Abfälle zu erwarten, sodass das gesamte Aushubmaterial dem AVV-Abfallschlüssel 170504 „*Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503* fallen*“ zuzuordnen ist.

7.5 Baubetriebliche Hinweise aus umwelttechnischer Sicht

Aus umwelttechnischer Sicht ist bei der Planung, Ausschreibung und Durchführung von Erdarbeiten zu beachten, dass die vorhandenen Auffüllungen zwar prinzipiell vor Ort belassen werden können, aber bei einer eventuellen Abfuhr von Bodenmaterialien aus abfallrechtlicher Sicht nicht frei verwertbar sind bzw. auf eine Deponie entsorgt werden müssen (siehe auch **Kapitel 7.4**).

Sollte ein Wiedereinbau von Teilchargen vorgesehen sein, so weisen wir darauf hin, dass grundsätzlich eine Materialumlagerung vor Ort aus umwelttechnischer Sicht keine Verschlechterung des bisherigen Grundstückzustandes zur Folge haben darf. Aushubmaterial darf daher nur in Bereichen mit einer vergleichbaren Belastung und in gleicher

Höhenlage wie der Ausbauort oder höher eingebaut werden. Die Rahmenbedingungen für eine eventuellen Umlagerung von Aushubmaterial ist in Anbetracht der teils hohen Belastungsgrade im Detail mit dem Landratsamt Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, abzustimmen. Daneben muss auch die geotechnische Eignung des Materials berücksichtigt werden.

Aushubmaterial aus den natürlich anstehenden Böden ist nach der aktuellen Planung nicht zu erwarten. Sollten diese dennoch (lokal) anfallen, so ist auf eine sorgfältige Separierung von den fremdstoffhaltigen Auffüllungen zu achten. Auf Grund der festgestellten Belastungsgrade kommt diesem Punkt dann eine besondere Bedeutung zu.

Bei einer Abfuhr von Bodenmaterialien ist davon auszugehen, dass dieses entsprechend der derzeitigen, von allen Entsorgungsstellen akzeptierten Vorgehensweise in Abhängigkeit der Materialzusammensetzung chargenweise innerhalb des Baugeländes in Haufwerken bereitgestellt werden muss. Die Haufwerke sind dann zur abschließenden, rechtlich verbindlichen Deklaration entsprechend den Richtlinien der LAGA PN98 zu beproben und chemisch-analytisch zu untersuchen. Die Entsorgung des Aushubmaterials erfolgt auf Basis der daraus resultierenden Klassifizierung.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass zwischen den Aufschlusspunkten auch Material mit bislang nicht festgestellten Belastungsklassen anstehen kann. Wir empfehlen daher, in die Ausschreibung von Erdarbeiten neben Positionen für die Separierung und Bereitstellung von Aushubmaterial auch Positionen für die Entsorgung von Aushubmaterial mit allen gängigen Belastungsklassen aufzunehmen (Einbauklassen Z0, Z0*IIIA, Z0*, Z1.1, Z1.2 und Z2 nach VwV Boden sowie Deponieklassen DK 0, DK I, DK II und DK III nach Deponieverordnung).

8 Gründung

8.1 Allgemeines, Höhen, Lasten

Der Neubau des Bürogebäudes ist ohne Unterkellerung geplant. Das Parkhaus bindet mit einem halben Untergeschoss (Split-Level) in den Untergrund ein. Aus den vorliegenden Planunterlagen [2.2] sind folgende Bauhöhen zu entnehmen:

OK FFB EG	= ± 0,00 m	120,10 m NN
OK FFB UG halb	= – 1,38 m	118,72 m NN

Demnach liegt das EG-Niveau überwiegend etwas oberhalb des aktuellen Geländes, lediglich in der südöstlichen Grundstücksecke (Bereich Wall) etwas darunter. An der Geländeoberkante sowie auf dem Gründungsniveau des Parkhauses stehen die locker gelagerten, fremdstoffhaltigen Auffüllungen an. Die tragfähigen Albschotter stehen ab einem Niveau von ca. 116,5m m NHN bis 117,5 m NHN an, also etwa 2,5 m bis 3,5 m unter dem EG-Niveau.

Eine Flachgründung der Gebäude auf den inhomogenen und locker gelagerten Auffüllungen sowie den in wechselnder Mächtigkeit anstehenden bindigen Böden ist geotechnisch nicht möglich, ohne weitere Maßnahmen zu ergreifen. Eine bis auf die tragfähigen Albschotter tiefer geführte Flachgründung (Brunnengründung) ist dagegen geotechnisch möglich. Dabei ist allerdings zu beachten, dass bei der Entsorgung des Aushubs aufgrund hoher Belastungen mit hohen Entsorgungskosten zu rechnen ist (siehe **Kapitel 7**).

Bei diesen Randbedingungen empfehlen wir alternativ zu einer Brunnengründung eine Flachgründung mit Untergrundverbesserung. Hierfür sind wegen der belasteten Auffüllungen Verfahren möglichst mit vollständiger Verdrängung vorteilhaft. Hier kommen z. B. Rüttelstopfverfahren oder pfahlartige Elemente in Frage (z. B. gerüttelte oder gebohrte Betonsäulen).

Alternativ kann auch eine Pfahlgründung ebenfalls mit möglichst vollständiger Verdrängung wirtschaftlich sein.

Nach [2.20] ist von folgenden charakteristischen Lasten auszugehen.

Punktlasten (Stützen)	$G_k = 2.240 \text{ kN}$
	$Q_k = 930 \text{ kN}$
	$S_k = 60 \text{ kN}$

Nachfolgend werden verschieden Gründungsvarianten untersucht.

8.2 Schichtmodell, charakteristische Bodenkennwerte

Für den Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 sowie die Setzungsberechnungen nach DIN 4019 werden folgende bodenmechanischen Kennwerte angesetzt:

Auffüllungen sowie bindige Deckschicht	GOK bis ca. 116,5 – 117,5 m NHN
	$\gamma_k / \gamma'_k = 19 / 9 \text{ kN/m}^3$
	$\phi'_k = 25^\circ$
	$c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$
	$E_s = 8 \text{ MN/m}^2$
Albschotter:	bis ca. 108 m NHN
Kiese und Sande	$\gamma_k / \gamma'_k = 21 / 12 \text{ kN/m}^3$
mit bindigen	$\phi'_k = 35^\circ$
Zwischenschichten	$c'_k = 0$
	$E_s = 60 \text{ MN/m}^2$

8.3 Einzelfundamente (Brunnengründung) auf Albschotter

Zunächst wird eine Gründung über Einzelfundamente untersucht, die auf dem Albschotter tiefer geführt werden (Brunnengründung). Dabei wird für den nicht unterkellerten Bereich rechnerisch eine Mindesteinbindetiefe der (Brunnen-) Gründungselemente von 1,8 m vorausgesetzt. Nach der Höhenlage des Albschotters wird die Gründungssohle allerdings eher 2,5 m bis 3,5 m unter dem Niveau OK FFB EG liegen. Die Fundamente können unmittelbar auf dem Albschottern aufgelagert werden. Eine Einbindung in den Albschotter ist nicht erforderlich.

Der unterkellerte Bereich liegt nach aktueller Planung 1,38 m tiefer. Hier wird deshalb rechnerisch nur von einer Mindesteinbindetiefe von 1,5 m angesetzt. Hier muss zur Gewährleistung dieser Mindesteinbindetiefe evtl. in den Albschotter eingegriffen werden. Durch die im Verhältnis ungünstigere Lage des Bemessungsgrundwasserspiegels ergeben sich hier dennoch etwas ungünstigere Sohldrücke.

Nach den Grundbruch- und Setzungsberechnungen empfehlen wir für die Dimensionierung von quadratischen Einzelfundamenten den Ansatz folgender aufnehm-

barer Sohldrücke $\sigma_{E,k}$ (für charakteristische Lasten, Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,0$, globale Sicherheit $\eta \geq 2,0$) bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (Bemessungssituation BS-P, Abminderung des Bruchwerts mit $\gamma_{R,V} = 1,40$). In den Tabellen sind zudem die rechnerisch zu erwartenden Setzungen aufgeführt.

Tabelle 5 Sohlwiderstände für Einzelfundamente (Brunnen) auf dem Albschotter,
EG: OK FFB EG 120,10 m NHN, Mindesteinbindetiefe 1,8 m

	Abmessungen [m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	Setzung s [cm]
quadratische Einzelfundamente	a = b = 0,8	850	1.200	0,9
	a = b = 1,2			1,3
	a = b = 1,6			1,7
	a = b = 2,0			2,1

Tabelle 6 Sohlwiderstände für Einzelfundamente (Brunnen) auf dem Albschotter,
UG (Split-Level): OK FFB UG 118,72 m NHN, Mindesteinbindetiefe 1,5 m

	Abmessungen [m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	Setzung s [cm]
quadratische Einzelfundamente	a = b = 0,8	635	900	0,6
	a = b = 1,2			0,9
	a = b = 1,6			1,2
	a = b = 2,0			1,5

Die angegebenen Werte gelten für lotrechten, zentrischen Lastangriff. Bei außermittigem oder nicht senkrechtem Lastangriff darf nur derjenige Teil der Sohlfläche angesetzt werden, für den die Resultierende der Einwirkungen im Schwerpunkt steht ($b' = b - 2 \cdot e$).

Die Werte in den oben stehenden Tabellen gelten auch für flächengleiche Kreisfundamente.

Das vertretbare Maß an Setzungen, Setzungsdifferenzen und Verdrehungen ist von der jeweiligen Konstruktion des Bauwerkes abhängig. Setzungen in der o. g. Größenordnung dürften für die Konstruktion unproblematisch sein.

8.4 Einzelfundamente auf Untergrundverbesserung

Zur Untergrundverbesserung kommen hier mehrere Verfahren in Frage. Wie bereits erwähnt sind wegen der belasteten Auffüllungen Verfahren mit vollständiger Verdrängung der Auffüllungen und der bindigen Böden über dem Albschotter vorteilhaft.

Bei allen diesen Verfahren kann die Aufstandsfläche für die einzelnen Fundamente durch die Untergrundverbesserung in einem Raster soweit verbessert werden, dass eine Flachgründung möglich wird. Die „Säulen“ müssen dabei jeweils in den Albschotter einbinden. Die erforderliche Einbindetiefe ist dabei vom Verfahren abhängig. Bei den hier anstehenden meist dicht gelagerten Böden mit Schlagzahlen von $N_{10} = 10$ bis > 30) wird die Fußebene der Säulen voraussichtlich bei etwa 115 m NHN bis 116 m NHN liegen.

Am Beispiel Betonrüttelsäulen wird eine mögliche Konfiguration erläutert. Über Betonrüttelsäulen mit einem Schaftdurchmesser von 40 cm und einem ausgerammten Fuß mit einem Durchmesser von 70 cm können Lasten von ca. 600 kN bis 750 kN (charakteristisch) abgetragen werden. Mit einer Gruppe von 4 Säulen mit einem Achsabstand von 1,5 m kann somit eine Last von ca. 2.400 kN abgetragen werden. Mit dieser Art der Untergrundverbesserung kann auf dem Niveau UK Fundament ein aufnehmbarer Sohldruck von ca. $\sigma_{E,k} = 450 \text{ kN/m}^2$ bzw. ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 630 \text{ kN/m}^2$ erreicht werden. Die Setzungen liegen bei voller Ausnutzung der Bodenpressungen bei etwa 1 cm bis 2 cm.

Beim Rüttelstopfverfahren wird der aufnehmbare Sohldruck wegen der geringeren aufnehmbaren Last je Säulen und bei etwa 25 % geringer ausfallen.

8.5 Tiefgründung

Für den Standort sind Bohrpfähle sowie Fertigteilrammpfähle oder Ortbetonrammpfähle grundsätzlich geeignet. Im Rahmen der weiteren Planung ist aber zu prüfen, ob alle Verfahren zulässig sind. Fertigteilrammpfähle und Ortbetonrammpfähle werden wegen den zu erwartenden großen Erschütterungen nicht weiter behandelt.

Die Pfähle müssen in den mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen und Sanden ab etwa 116,5 m NHN bis 117,5 m NHN abgesetzt werden. Die oberflächennahen bindigen Böden und die Auffüllungen dürfen nach den Protokollen der Rammsondierungen nicht zum Lastabtrag herangezogen werden.

Grundsätzlich muss zwischen erschütterungsarmen Varianten (Bohrpfahl, Schraubpfahl) sowie Varianten mit hohem Erschütterungspotential (Fertigteilrammpfähle, Ortbetonrammpfähle, etc.) unterschieden werden.

Die Wahl des Verfahrens ist zum einen abhängig von der Erschütterungsanfälligkeit der benachbarten Bauwerke aber auch von weiteren Faktoren wie der Entsorgung von anfallendem Aushubmaterial und letztendlich auch den abzutragenden Lasten.

Aufgrund der bereichsweise hohen Belastungen in den Auffüllungen und den damit verbundenen erhöhten Entsorgungskosten des bei der Bohrpfahlherstellung anfallenden Aushubmaterials können alternativ auch Schraubpfähle (Vollverdrängungsbohrpfähle nach DIN EN 12699) verwendet werden. Deren Herstellung ist im Vergleich zu Rammpfählen ebenfalls erschütterungs- und geräuscharm.

Für den Lastabtrag unter hochbelasteten Einzelstützen sind Pfahlgruppen von mehreren Einzelpfählen erforderlich. Alternativ kann ein Pfahlrost ausgebildet werden, der eine Vergleichmäßigung der Lasten bewirkt.

Als Ausgangspunkt für die nachfolgenden Höhenangaben wird eine Pfahloberkante von 119,0 m NHN angenommen (Annahme für UK Pfahlkopfbalken EG).

Nachfolgend werden Angaben für Vollverdrängungsbohrpfählen und für Bohrpfähle gemacht.

8.5.1 Vollverdrängungsbohrpfähle nach DIN EN 12699

Bei der Herstellung von Vollverdrängungsbohrpfählen wird ein Stahlrohr drehend in den Untergrund eingedrückt. Der Boden wird dabei von einer wasserdicht angeschlossenen Pfahlspitze, die am Fuß des Vortriebsrohrs befestigt ist, verdrängt. Nach Erreichen der Solltiefe wird die Pfahlspitze vom Rohr gelöst und der Bewehrungskorb in das Bohrloch eingestellt. Anschließend wird der Pfahl unter gleichzeitigem Ziehen des Rohres ausbetoniert. Im Folgenden wird als Vollverdrängungsbohrpfahl beispielhaft ein Atlaspfahl mit Durchmesser 46/56 cm gewählt. Dabei beziehen sich die beiden Durchmesser auf den wendelförmigen (schraubenartigen) Pfahlschaft, der durch die Schraubenflügel entsteht.

Für die Ermittlung der äußeren Tragfähigkeit eines Einzelpfahls können die in der **Tabelle 7** angegebenen Kennwerte (regionale Erfahrungswerte) angesetzt werden.

Tabelle 7 Mantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand für Vollverdrängungsbohrpfähle (Bruchwerte)

		Kies / Sand mitteldicht 116,5 – 114,0 m NHN	Kies / Sand dicht 114,0 – 109,0 m NHN
charakt. Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]		0,110	0,180
charakt. Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²] infolge bezogener Pfahlkopfsetzung s/D	s/D		
	0,02	1,183	2,150
	0,03	1,517	2,750
	0,1	3,417	5,375

Die äußere Tragfähigkeit (charakteristische axiale Pfahlwiderstandskraft) der Pfähle wird nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$R_k = q_{b,k} \cdot A_b + \sum_i q_{s,k,i} \cdot A_{s,i}$$

mit $q_{b,k}$ charakteristischer Wert des Pfahlsitzendruckes
 A_b Nennwert der Pfahlfußfläche
 $q_{s,k,i}$ charakteristischer Wert des Pfahlmantelreibung in der Schicht i
 $A_{s,i}$ Nennwert der Pfahlmantelfläche in der Schicht i

In der **Tabelle 8** sind die Ergebnisse der Tragfähigkeiten bei verschiedenen Pfahllängen zusammengestellt:

Tabelle 8 Pfahltragfähigkeiten (Druckbelastung) für Vollverdrängungspfähle mit 46/56 cm Durchmesser

Pfahllänge L	[m]	6	7	8	9	10
Pfahlfußebene	[m NHN]	113,0	112,0	111,0	110,0	109,0
R_k	[kN]	2.124	2.441	2.758	3.074	3.391
R_d ($\gamma_t = 1,4$ / EC7)	[kN]	1.517	1.744	1.970	2.196	2.411
zul. V_k ($\eta = 2,0$ / global)	[kN]	1.062	1.221	1.379	1.537	1.696
Setzung s bei zul. V_k	[mm]	ca. 7	ca. 8	ca. 8	ca. 9	ca. 9

Weitere Angaben zu den Bemessungsmodellen bzw. der Bemessung der Pfahlgruppen können unter Vorlage der geplanten Anzahl und Anordnung der Pfähle erarbeitet werden.

Nach unseren Erfahrungen im Albschotter und anderen dicht gelagerten Böden ist bei Vollverdrängungspfählen darauf hinzuweisen, dass Probleme beim Durchfahren dicht gelagerter Schichten, wie sie teilweise am Projektstandort vorkommen, nicht ausgeschlossen werden können. In diesem Fall können Lockerungsbohrungen erforderlich werden.

Weiter ist zu beachten, dass sich das Planum wegen der vollständigen Bodenverdrängung insbesondere um die Verdrängungspfähle herum heben wird.

8.5.2 Bohrpfähle nach DIN EN 1536

Bei Bohrpfählen entstehen aufgrund der anfallenden Aushubmengen Entsorgungskosten, die diese Variante voraussichtlich unwirtschaftlich machen. Zum Schutz der Bestandsgründung können diese in Achse A aber dennoch erforderlich sein.

Für die Ermittlung der äußeren Tragfähigkeit eines einzelnen Bohrpfahls können die in der **Tabelle 9** angegebenen Kennwerte (regionale Erfahrungswerte) angesetzt werden.

Tabelle 9 Mantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand für Bohrpfähle (Bruchwerte)

		Kies / Sand mitteldicht 116,5 – 114,0 m NHN	Kies / Sand dicht 114,0 – 109,0 m NHN
charakt. Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]		0,072	0,120
charakt. Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²] infolge bezogener Pfahlkopfsetzung s/D	s/D		
	0,02	0,717	1,400
	0,03	0,917	1,800
	0,1	2,067	3,500

Für einen Bohrpfahl mit 0,6 m Durchmesser ergeben sich dann folgende Tragfähigkeiten:

Tabelle 10 Pfahltragfähigkeiten (Druckbelastung) für Bohrpfähle mit 0,6 m Durchmesser

Pfahllänge L	[m]	6	7	8	9	10
Pfahlfußebene	[m NHN]	113,0	112,0	111,0	110,0	109,0
R_k	[kN]	1.555	1.781	2.007	2.234	2.460
R_d ($\gamma_t = 1,4$ / EC7)	[kN]	1.111	1.272	1.434	1.595	1.757
zul. V_k ($\eta = 2,0$ / global)	[kN]	778	891	1.004	1.117	1.230
Setzung s bei zul. V_k	[mm]	ca. 7	ca. 7	ca. 8	ca. 8	ca. 8

8.5.3 Horizontale Bettung

Für die Bemessung von biegebeanspruchten Pfählen nach dem Bettungsmodulverfahren dürfen schichtenweise folgende konstante charakteristische Bettungsmoduln angesetzt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,i,k} / D$$

mit $E_{s,i}$ = Steifemodul je Bodenschicht

D = Pfahldurchmesser $0,3 \text{ m} < D < 1,0 \text{ m}$

Für die Auffüllungen sowie die bindigen Böden wird der Ansatz des folgenden mittleren Steifemoduls empfohlen:

$$E_{s,k} = 10 \text{ MN/m}^2 \quad \text{bis } 116,5 \text{ m NHN}$$

Darunter kann nach TERZAGHI ein linear mit der Tiefe zunehmender Bettungsmodul wie folgt angesetzt werden:

$$k_{s,k} = k_R \cdot z/D$$

mit k_R = Faktor nach TERZAGHI

z = Tiefe unter Geländeoberkante [m]

$k_R = 7 \text{ MN/m}^2$ von 116,5 m NHN bis 114,0 m NHN

$k_R = 18 \text{ MN/m}^2$ von 114,0 m NHN bis 109,0 m NHN

Die Anwendung des Bettungsmodulverfahrens setzt einen ausreichenden Abstand vom Bruchzustand des Bodens voraus. Daher ist ergänzend zu überprüfen, ob die Bettungsspannungen mindestens um den Faktor 2 unterhalb des mobilisierten Erdwiderstandes liegen. Dabei dürfen folgende charakteristische Kennwerte angesetzt werden:

	Wichte γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]
Oberkante Pfahl			
bis 116,5 m NHN	9	25	2
bis 114,0 m NHN	12	35	0
bis 109,0 m NHN	12	35	0

8.6 Arbeitsplanum für Spezialtiefbaugeräte

Für die Herstellung von Pfählen oder anderen Arbeiten mit entsprechend schweren Baugeräten ist ein ausreichend tragfähiges Arbeitsplanum erforderlich. Die hier anstehenden Böden sind im aktuellen Zustand nicht ausreichend tragfähig. Das Arbeitsplanum sollte so angelegt werden, dass es auch nach der Herstellung der Pfähle bzw. der Untergrundverbesserung verbleiben kann und als Tragschicht für die EG-Bodenplatte dient. Bei der Festlegung der Höhenlage ist zu berücksichtigen, dass die voll verdrängenden Verfahren der Untergrundverbesserung zu einer leichten Anhebung des Niveaus führen können.

Es wird vorgeschlagen, nach dem Abtrag (und der Entsorgung) der durchwurzelten Bodenschicht (ca. 20 cm, lokal bis 90 cm ein ebenes Planum herzustellen und die anstehenden Böden intensiv mit einer Vibrationswalze zu verdichten. Darüber wird zur Schaffung des Arbeitsplanum für die schweren Ramm- oder Rüttelgeräte eine etwa 40 cm bis 60 cm starke Tragschicht aus grobkörnigen Böden erforderlich sein (genaue Anforderung vom eingesetzten Gerät und den Witterungsverhältnissen abhängig). Besonders geeignet sind gebrochene Materialien z. B. Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm.

Die Tragschichtstärke kann auf ca. 30 cm reduziert werden, wenn das Planum mit einem Bindemittel vergütet wird (z. B. Kalk-Zement-Gemisch, Frästiefe ca. 50 cm, Bindemittelmenge ca. Gew.- 5 %). Dadurch kann die Aushubmenge reduziert werden. Diese Maßnahme muss allerdings mit dem Spezialtiefbauer abgestimmt werden, da die vergütete Schicht ein Bohr- und Rammhindernis darstellt.

8.7 Bodenplatte

Die Bodenplatte liegt durchweg im Bereich der Auffüllungen. Bodenplatten mit üblichen Belastungen (ca. 20 kN/m²) und Verformungsanforderungen können auf einer Tragschicht auf den anstehenden Böden abgesetzt werden.

Es wird vorgeschlagen, die in **Kapitel 8.6** beschriebene Vorgehensweise zu wählen und so ein tragfähiges Planum für die Bodenplatte zu schaffen. Falls wegen bauphysikalischer Anforderungen der Einbau einer kapillarbrechenden Schicht erforderlich ist, ist diese auf frischem Material herzustellen, da das Arbeitsplanum durch die Spezialtiefbauarbeiten mit Feinteilen durchsetzt sein kann und nicht mehr kapillarbrechend wirkt.

Es wird empfohlen, eine mindestens 50 cm starke Tragschicht (ggf. einschl. kapillarbrechender Schicht) einzubauen. Als Tragschichtmaterialien sind gebrochene, grobkörnige Materialien besonders geeignet (z. B. Mineralgemische der Körnung 0/32 mm oder 0/45 mm, Feinkornanteil max. 5 %, Verdichtungsanforderung $D_{Pr} \geq 100 \%$). Auf dem Erdplanum ist bei günstigen Witterungsbedingungen im Plattendruckversuch ein Verformungsmodul von etwa $E_{v2} = 15 \text{ MN/m}^2$ bis $E_{v2} = 25 \text{ MN/m}^2$ erreichbar (ohne Vergütung mit Bindemittel). Das bedeutet, dass auf der Oberkante einer 50 cm starken Tragschicht ein Verformungsmodul von etwa $E_{v2} = 75 \text{ MN/m}^2$ bis $E_{v2} = 110 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden kann.

Bei der Bemessung der Bodenplatte zwischen den Fundamenten mit elastischer Bettung kann dann für begrenzte Lastflächen von z. B. 1,0 m x 1,0 m ein Bettungsmodul von $k_s = 34 \text{ MN/m}^3$ und von 2,5 m x 2,5 m von $k_s = 16 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Dagegen muss für ausgedehnte Lastflächen mit einem deutlich reduzierten Bettungsmodul von $k_s = 8,5 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

Je nach Bauweise der Bodenplatte können vom Hersteller auch höhere Anforderungen an die Tragschicht gestellt werden. So wird für Bodenplatten aus Stahlfaserbeton in der Regel ein Verformungsmodul von etwa $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ bis 120 MN/m^2 gefordert. In diesem Fall muss die Tragschicht evtl. verstärkt werden.

Unter Flächen mit sehr setzungs- und verdrehungsempfindlichen Einrichtungen (Maschinen, Regalsystemen usw.) kann eine Untergrundverbesserung oder die Ausbildung der Bodenplatte als Geschossdecke und die Auflagerung auf den Fundamenten erforderlich werden. Derartige Bereiche sind im Einzelfall gesondert zu überprüfen.

9 Versickerung von Niederschlagswasser

Es ist geplant, anfallendes Niederschlagswasser über eine Retentionsfläche in der süd-westlichen Grundstücksecke neben dem Parkhaus zu versickern, Überschusswasser soll mittels einem Notüberlauf in die Vorflut „Am Erlengraben“ eingeleitet werden [2.21]. Nach aktuellem Kenntnisstand ist dafür eine flache Mulde (Ausbautiefe 40 cm) mit einer Fläche von ca. 160 m^2 vorgesehen.

Bei der Planung einer Versickerungsanlage sind für den Projektstandort folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Vorhandensein von fremdstoffhaltigen Auffüllungen
- Versickerungsfähigkeit der natürlich anstehenden Böden
- Grundwasserverhältnisse (mittlere Höchstgrundwasserstand MHGW)

Nach den Ergebnissen der aktuellen Baugrunderkundung sind am Projektstandort deutlich fremdstoffdurchsetzte Auffüllungen flächig vorhanden, die Mächtigkeit beträgt ca. 1,6 – 2,4 m. Es konnte kein Teilbereich ohne künstliche Auffüllungen bzw. mit einer

markant geringeren Schichtmächtigkeit ausgemacht werden. Dies bestätigt sich auch durch vorangegangene Untersuchungen [2.8].

In den flächig vorhandenen Auffüllungen ist eine Versickerung von Niederschlagswasser auf Grund der vorliegenden Schadstoffbelastung nicht bzw. nur mit dem Nachweis der Unbedenklichkeit möglich. Die darunter folgenden überwiegend bindigen Böden der natürlichen Deckschicht sind nur gering wasserdurchlässig ($k_f < 10^{-6}$ m/s) und dadurch aus hydraulischer Sicht für eine Versickerung nicht nutzbar. Nach den Ergebnissen der Bohrungen sind unmittelbar unterhalb der bindigen Deckschicht natürliche Sande und Kiese zu erwarten, die keine bzw. nur untergeordnet bindige Beimengungen aufweisen.

Erfahrungsgemäß schwankt die Durchlässigkeit in den „Abschottern“ in Abhängigkeit von bindigen Beimengungen sowie der Lagerungsdichte stark. Es kann von einer Durchlässigkeit von $k_f \approx 10^{-4} - 10^{-6}$ m/s ausgegangen werden. Dies liegt in dem nach Arbeitsblatt DWA-A 138 (2005) der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich liegt von 1×10^{-3} m/s $< k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s. Sollte für die Planung der Versickerung eine genauere Kenntnis der Durchlässigkeit notwendig sein, empfehlen wir im Bedarfsfall zur näheren Bestimmung der tatsächlichen Bodendurchlässigkeit bzw. einer Infiltrationsrate und des Durchlässigkeitsbeiwertes bei den vorliegenden Bodenverhältnissen die Durchführung von Doppel-Ring-Infiltrometer-Versuchen im Bereich der geplanten Versickerungsanlage.

Laut den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A soll der Sickerraum oberhalb des mittleren Höchstgrundwasserstandes MHGW eine Mächtigkeit von mindestens 1 m aufweisen. Nach den vorliegenden Daten wird der Wert zu MHGW = 117 m NHN 2016 abgeschätzt, d. h. die Versickerungsanlagen dürfen nicht tiefer als 118 m NHN 2016 (2 m unter geplanter GOK) reichen.

In dieser Tiefenlage ist am Projektstandort teils mit Resten der fremdstoffhaltigen Auffüllungen bzw. überwiegend mit der bindigen Deckschicht zu rechnen. Bei den Bohrungen BS 9 bis BS 11 in der Nähe der geplanten Retentionsfläche wurden die versickerungsfähigen Kies-Sande erst in einer Tiefe von ca. 116,8 - 117,2 m NHN 2016 angetroffen.

Soll eine (Teil-)versickerung von Niederschlagswasser über Versickerungsmulden oder ein Rigolen-System erfolgen, so muss ein entsprechender Bodenaustausch bis auf die natürlich anstehenden Kies-Sande (mit seitlichem Überstand) durchgeführt werden. Für einen entsprechenden Bodenaustausch sind natürliche, unbelastete Materialien mit

grobkörniger Zusammensetzung (Bodengruppe GW, GI) und mit einer guten Versickerungsfähigkeit geeignet.

Wir weisen darauf hin, dass für die Herstellung von Versickerungsanlagen eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich ist.

Bei der Planung der Grundstücksentwässerung ist zu prüfen bzw. sicherzustellen, dass auch außergewöhnliche Niederschlagsereignisse / Starkregenereignisse keine Gefahr für das Gebäude mit sich bringen (Retentionsvolumen, Geländeprofilierung, Vorflut).

10 Geothermische Nutzung

Nach Auskunft des Landratsamtes Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz [2.18], sind der Bau und der Betrieb von Geothermieranlagen am Projektstandort prinzipiell erlaubnisfähig.

Wie dem Auszug aus dem ISONG in **Anlage 3** zu entnehmen ist, dürfen Bohrungen zum Schutz genutzter / nutzbarer Grundwasservorkommen nur bis zu einer Tiefe von maximal 21 m hergestellt werden. Da das Baugrundstück im Einzugsgebiet einer Grundwassernutzung liegt (s. **Kapitel 3.4**), wird bei Grundwasserbrunnen der Einbau eines Zwischenwärmetauschers erforderlich, welcher nur mit Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit betrieben werden darf. Bei Erdwärmesonden wird ebenfalls die Verwendung von Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit vorgeschrieben.

Hinsichtlich der Altablagerung wird darauf verwiesen, dass bei den Bohrarbeiten keine Materialverschleppung aus den Auffüllungen in die unterlagernden natürlichen Böden erfolgen darf, Wegsamkeiten für Sickerwasser sind ebenfalls zu unterbinden. Anfallendes Bohrgut ist einer ordnungsgemäßen Verwertung bzw. Entsorgung zuzuführen.

Durch die Begrenzung der Bohrtiefe auf die Grundwasser führenden Schichten des Oberen Grundwasserleiters besteht nur ein sehr geringes Bohrrisiko. Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten infolge von Hohlräumen, Gasaustritten, quelfähigen Schichten oder sonstigen Baugrundrisiken sind in diesen Horizonten nicht zu erwarten.

Eine geothermische Nutzung des Grundwassers mit Hilfe einer Brunnenanlage erfordert einen ausreichend ergiebigen Grundwasserleiter und eine günstige hydrochemische Grundwasserbeschaffenheit. Auf Grundlage der vorliegenden Daten können die

Bedingungen für eine zuverlässige Entnahme von Grundwasser aber nicht hinreichend abgeschätzt werden. Zur Ermittlung der möglichen Entnahmemengen, der Fließrichtung und -geschwindigkeit des Grundwassers sowie der chemischen Grundwasserzusammensetzung sind weitere Untersuchungen erforderlich. Hierfür wird eine Durchführung von Pumpversuchen mit einer zusätzlichen Entnahme von Wasserproben erforderlich. Da nach aktuellem Kenntnisstand keine oberstromige Grundwassermessstelle vorhanden ist (GWM P 2 vermutlich durch Bautätigkeit beseitigt), muss hierfür zunächst eine entsprechende Grundwassermessstelle errichtet werden. Als abstromige Messstellen können, das Einverständnis der Stadt Ettlingen, Stadtbauamt, vorausgesetzt, die vorhandenen Pegel P 3 und P 4 (GW-Pegel 30 und 29) verwendet werden.

Eine geothermische Nutzung des Baugrunds mit Hilfe von Erdwärmekollektoren kann praktisch ausgeschlossen werden, da für diese vergleichsweise große, unversiegelte Flächen zur Verfügung stehen müssen, was im vorliegenden Fall nicht gegeben ist.

Eine thermische Nutzung des Untergrundes mit Hilfe von Erdwärmesonden stellt u. E. eine vergleichsweise einfach zu realisierende Alternative dar. Wir weisen jedoch darauf hin, dass ein Betrieb mit reinem Wasser (s. o.) eine größere Dimensionierung einer entsprechenden Anlage mit sich zieht. Des Weiteren ist die Bohrtiefenbegrenzung zu beachten, wodurch eine vergleichsweise große Anzahl an Erdwärmesonden erforderlich wäre. Sollten Erdwärmesonden in Betracht gezogen werden, so wäre anhand des zu erwartenden Energiebedarfs zunächst zu prüfen, ob das Platzangebot zum Bau eines ausreichend großen Erdwärmesondenfeldes gegeben ist.

11 Weitere Hinweise und Empfehlungen

Herstellung der Baugrube

Die Böschungen der etwa 1,5 m tiefen Baugrube (UG Parkhaus) kann in den anstehenden Böden unter maximal 45° hergestellt werden.

Entlang der Böschungsschulter ist ein mindestens 1 m breiter Streifen lastfrei zu halten.

Abdichtung, Verfüllung der Arbeitsräume

Die künstlichen Auffüllungen sowie unterlagernden bindigen Böden weisen eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f \leq 10^{-4}$ m/s auf, so dass je nach Jahreszeit und Niederschlags-situation mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen ist. Das halbe Untergeschoss des Parkhauses ist nach den Kriterien der DIN 18533-1 („Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“) abzudichten und entsprechend zu drainieren.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume empfehlen wir aus geotechnischer Sicht Sand-Kies-Gemische zu verwenden. Es wird empfohlen, für die Arbeitsraumverfüllung einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % zu fordern.

Verkehrsflächen

Unter den Verkehrsflächen außerhalb der Gebäude (Stellplätze, Fahrgassen) wird der Einbau einer mindestens 60 cm starken Frostschutz-/Tragschicht empfohlen. Vor Einbau der Tragschichtmaterialien sind die vorhandenen Auffüllungen intensiv nachzuverdichten. Wir empfehlen den Einbau von Tragschichtmaterialien nach TL SoB-StB 04 der Körnung 0/32 mm oder 0/45 mm (Verdichtungsanforderung $D_{Pr} \geq 100$ %). Die Tragschicht ist zur Vermeidung von Wasseraufstau zu entwässern.

Die in **Kapitel 8.6** beschriebene Vorgehensweise zur Herstellung des Arbeitsplanums mit einer Vergütung der anstehenden Böden kann sinngemäß auch im Bereich der Verkehrsflächen angewendet werden. Auf dem vergüteten Planum ist dann ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 60$ MN/m² erforderlich. Da die vergüteten Böden allerdings nur gering wasserdurchlässig sind, eignet sich diese Bauweise besonders unter Asphalt- oder Betonflächen. Unter Pflasterflächen ist für eine Entwässerung der Tragschicht zu sorgen, um Wasseranstau und Frost zu vermeiden (Gefälle auf Planum, Entwässerung des Planums).

In diesem Fall halten wir eine Reduzierung des frostsicheren Aufbaus auf insgesamt für 50 cm für vertretbar.

Wasserhaltung, Eingriffe ins Grundwasser

Die Gründungselemente werden ins Grundwasser einbinden. Für diese Bauteile ist eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der Unteren Wasserbehörde einzuholen.

Wasserhaltungsmaßnahmen sind bei den geplanten Bauhöhen nicht erforderlich. Beim Aushub für das Parkgeschoss kann Schichtwasser auftreten. Dieses kann durch lokale mit einer offenen Wasserhaltung gefasst werden.

Baubegleitende Maßnahmen

Das Baugrundmodell resultiert aus punktuellen Aufschlüssen im Baufeld. Die Baugrundverhältnisse sind natürlichen Schwankungen unterworfen und können deshalb lokal von den Aufschlussergebnissen abweichen.

Im Zuge der Bauausführung ist deshalb die Überprüfung der getroffenen Annahmen erforderlich.

12 Zusammenfassung

Die Bechtle Immobilien GmbH, Neckarsum, plant auf dem Grundstück am nördlichen Ende der Straße „Am Erlengraben“ in Ettlingen den Neubau eines Bürogebäudes nebst einem Parkhaus. Das Parkhaus bindet mit einem halben Untergeschoss (Split-Level) in den Untergrund ein, das Bürogebäude ist ohne Unterkellerung geplant. Die Gebäude umfassen jeweils 4 aufgehende Geschosse.

Der Baugrund wurde durch 11 Kleinrammbohrungen bis maximal 6 m Tiefe sowie 4 Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde bis in 12 m Tiefe erkundet. Die Bohransatzpunkthöhen liegen zwischen 119,3 m NHN 2016 (BS 1 und BS 5) und 120,5 m NHN 2016 (BS 3), das Gelände ist weitgehend eben. Zum Zeitpunkt der Erkundung lag das die Fläche brach.

In den Aufschlussbohrungen wurden zunächst fremdstoffhaltige Auffüllungen mit Mächtigkeiten von 1,6 m bis 2,4 m erbohrt. Die Kies-Sand-Gemische sind dabei unterschiedlich stark schluffig durchsetzt. Es sind Fremdstoffbeimengungen wie Beton-, Ziegel-, Asche- und Schlackenreste, untergeordnet auch Porzellan-, Glas-, (Holz)kohle- und

Metallreste enthalten. Darunter folgen mehrheitlich Böden der bindigen Deckschicht in einer Stärke von bis zu 1,2 m, deren Konsistenz als steif und halbfest, lokal als weich-steif einzuordnen ist. Diese werden teilweise von Sandlagen mit einer Mächtigkeit bis ca. 0,5m unterlagert. Bis zum Bohrtiefsten folgen bei allen Bohrungen kiesige Ablagerungen („Albschotter“) mit vereinzelt bindigen Zwischenschichten. Die geplante Endteufe von 6 m konnte nur bei einem Aufschluss realisiert werden, die restlichen Bohrungen mussten auf Grund hoher Eindringwiderstände davor abgebrochen werden.

Während der Erkundung Anfang September 2021 waren die angetroffenen Böden ab einer Tiefe von 3,4 m bis 5,2 m (ca. 115,9 m NHN 2016 und 115,3 m NHN 2016) nass.

In den Rammsondierungen wurden in den künstlichen Auffüllungen nur geringe Schlagzahlen festgestellt, was auf eine lockere Lagerung schließen lässt. Die Schluff- und Sandlagen weisen materialbedingt ebenfalls überwiegend geringe Schlagzahlen auf. Mit dem Erreichen der Albschotter zeigt ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen eine mindestens mitteldichte Lagerung der Böden an. Schichtweise geringere Schlagzahlen lassen sich mit bindigen Zwischenlagen korrelieren. Ab einer Tiefe von max. 6 m unter GOK ist nach den Ergebnissen der Rammsondierungen überwiegend von einer dichten bis sehr dichten Lagerung der Böden auszugehen.

Der Standort liegt im Bereich der Altablagerung „AA Rückenwiesen“. Nach Auskunft des Landratsamtes Karlsruhe, Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, ist die Altlast (Gesamtfläche) für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser mit „B-Neubewertung bei Nutzungsänderung“, für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze mit „B-Entsorgungsrelevanz“ eingestuft.

Zur Überprüfung des Belastungsgrades wurden insgesamt 4 Mischproben (MP 1 bis MP 4) aus den fremdstoffhaltigen Auffüllungen untersucht. Neben erhöhten Schwermetallgehalten wurden bei den Proben unterschiedlich stark auffällige PAK-Gehalte und KW-Indices festgestellt. Zudem war der organische Gehalt, gemessen als Glühverlust und TOC, bei allen Proben erhöht. Im Eluat waren nur vereinzelte analytische Auffälligkeiten, u. a. bei einer Probe ein erhöhter Antimon-Wert, zu verzeichnen. Für die Proben ergeben sich abfallrechtliche Einstufungen zwischen Z1.2 und > Z2 nach VwV Boden bzw. DK II / DK III nach DepV.

Aus altlastenrechtlicher Sicht lässt sich u. E. kein weiterer bzw. neuer Handlungsbedarf ableiten. Insgesamt ist durch die Umnutzung diesbezüglich von einer Verbesserung der Situation auszugehen.

Im Hinblick auf die umwelttechnischen Untersuchungen weisen wir darauf hin, dass lokal begrenzte Verunreinigungen, die durch die Beprobungen nicht erfasst wurden, nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Ferner sind die im vorliegenden Gutachten durchgeführten abfallrechtlichen Bewertungen als vorläufig zu betrachten, da die endgültige, rechtlich verbindliche Entscheidung der zuständigen Behörde obliegt.

Der Standort liegt in der Erdbebenzone 1.

Das Baufeld liegt außerhalb von Überschwemmungsgebieten. Auf Grundlage der vorliegenden Daten wird ein Bemessungswasserstand von cal HGW = 117 m NHN 2016 angesetzt. Grundwasser spielt somit bei der Baumaßnahme eine nur untergeordnete Rolle.

Die geplante Gründungsebene liegt im Bereich der inhomogenen und locker gelagerten Auffüllungen und bindigen Böden. Eine Flachgründung der Gebäude ist hier aus geotechnischer Sicht nicht möglich.

Die Gründung kann über eine Brunnengründung bis auf die in etwa 2,5 m bis 3,5 m unter EG-Niveau anstehenden tragfähigen Albschotter tiefergeführt werden. Alternativ kann nach vorheriger Untergrundverbesserung (z. B. Rüttelstopfverdichtung oder pfahlartige Elemente) auch eine Flachgründung durchgeführt werden.

Eine weitere Option stellt eine Tiefgründung über Pfähle (Vollverdrängungsbohrpfähle, Bohrpfähle) dar, wobei Vollverdrängungsbohrpfähle, bei deren Herstellung kein Aushub anfällt, aufgrund der hohen Belastung der Auffüllungen und den damit verbundenen hohen Entsorgungskosten zu bevorzugen sind.

Für die Spezialtiefbauarbeiten mit entsprechend schweren Baugeräten ist ein ausreichend tragfähiges Arbeitsplanum erforderlich. Es wird empfohlen die durchwuzelte Bodenschicht abzutragen, die anstehenden Böden intensiv nachzuverdichten und eine ca. 40 cm bis 60 cm starke Tragschicht aufzubringen. Diese kann im weiteren Verlauf als tragfähiges Planum für die Bodenplatte im Bereich zwischen den Fundamenten genutzt werden.

Eine angedachte Versickerung über eine Mulde oder alternativ ein Rigolen-System ist oberhalb der Höhenkote 118 m NHN 2016 (entspricht ca. 2 m unter geplanter GOK) prinzipiell möglich. Die auf diesem Niveau anstehenden Reste fremdstoffhaltiger Auffüllungen sowie die darunter folgenden Böden der bindigen Deckschicht sind für eine

Versickerung jedoch nicht geeignet. Für die Errichtung einer Versickerungsanlage müssen diese Schichten bis auf die unterlagernden, versickerungsfähigen Sande und Kiese gegen geeignetes Material ausgetauscht werden.

Die Nutzung geothermischer Ressourcen ist am Projektstandort grundsätzlich möglich. Es besteht allerdings zum einen eine generelle Bohrtiefenbegrenzung auf max. 21 m, zum anderen gelten auf Grund der Lage in einem Wasserschutzgebiet sowie innerhalb einer Altablagerung weitere Auflagen. Hinsichtlich der Planung einer angestrebten geothermischen Nutzung von Grundwasser besteht erweiterter Erkundungsbedarf.

Eventuell auftretende Fragen können in einem Nachtrag zum Gutachten oder im Rahmen von Besprechungen geklärt werden.



Dipl.-Ing. K. Wehrle
(Geschäftsführer)



i. A. Dipl.-Geol. U. Plattner
(Sachbearbeiterin)

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 1

Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

Lagepläne

- | | |
|------------|---|
| Anlage 1.1 | Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000 |
| Anlage 1.2 | Luftbild mit Projektstandort, M 1 : 1.000 |
| Anlage 1.3 | Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 500 |



Bauvorhaben:	Neubau Bürogebäude und Parkhaus, Am Erlengraben in Ettlingen
--------------	--

Planbezeichnung:	Topografische Karte mit Projektstandort
------------------	--

... G H J ...

Maßstab:	1:25.000
----------	----------

Auftrag-Nr.:	21-0252
--------------	---------

Bearbeiter: pl

Datum:	08.09.21
--------	----------

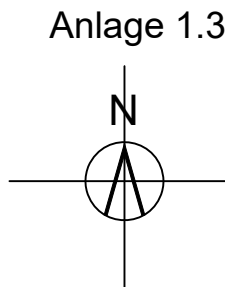
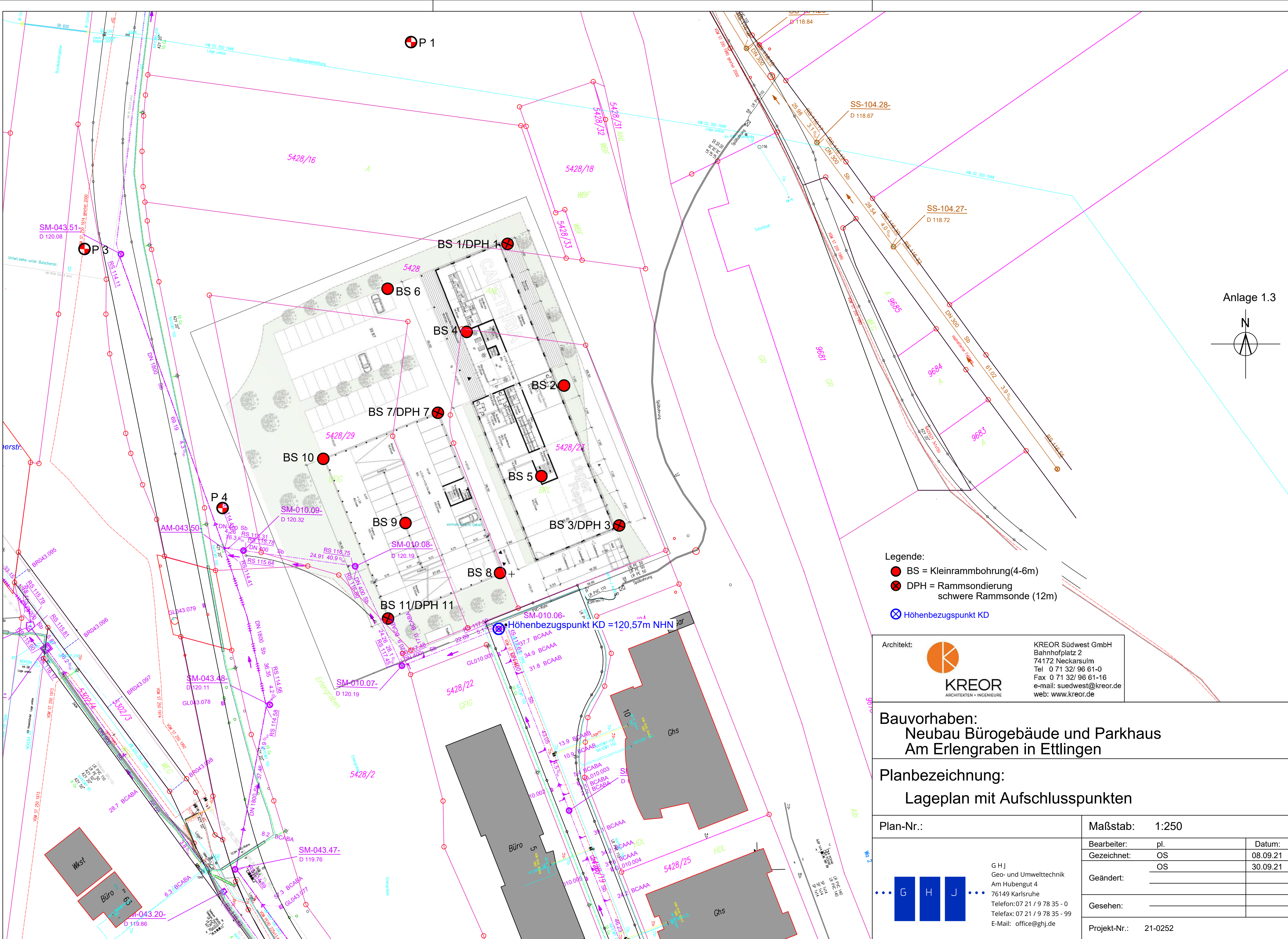


Grundlage:
- Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW
- Amtliche Geobasisdaten © LGL (www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19)
und © BKG (www.bkg.bund.de)

Bauvorhaben:
Neubau Bürogebäude und Parkhaus,
Am Erlengraben in Ettlingen

Planbezeichnung:
Luftbild mit Projektstandort

Plan-Nr.:	Maßstab: 1:1.000	
<div><div></div><div>G</div><div>H</div><div>J</div><div></div></div> <div>G H J Geo- und Umwelttechnik Am Hubengut 4 76149 Karlsruhe Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0 Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99 E-Mail: office@ghj.de</div>	Bearbeiter: pl.	Datum:
	Gezeichnet: Be.	11.08.21
	Geändert: OS	30.09.21
	Gesehen:	
Projekt-Nr.: 21-0252		



- Legende:
- BS = Kleinrammbohrung(4-6m)
 - ⊗ DPH = Rammsondierung schwere Rammsonde (12m)
 - ⊗ Höhenbezugspunkt KD

Architekt:




KREOR
ARCHITEKTEN + INGENIEURE

KREOR Südwest GmbH
Bahnhofplatz 2
74172 Neckarsulm
Tel. 0 71 32/ 96 61-0
Fax 0 71 32/ 96 61-16
e-mail: suedwest@kreor.de
web: www.kreor.de

Bauvorhaben:
Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben in Ettlingen

Planbezeichnung:
Lageplan mit Aufschlusspunkten

Plan-Nr.:	Maßstab: 1:250	
 <p>G H J Geo- und Umwelttechnik Am Hubengut 4 76149 Karlsruhe Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0 Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99 E-Mail: office@ghj.de</p>	Bearbeiter: pl.	Datum:
	Gezeichnet: OS	08.09.21
	Geändert: OS	30.09.21
	Gesehen:	
Projekt-Nr.:	21-0252	

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

Anlage 2

**Altlastenauskunft des Landratsamt Karlsruhe,
Amt für Umwelt und Arbeitsschutz**



Landratsamt Karlsruhe, 76126 Karlsruhe

GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo-
und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe

Landratsamt Karlsruhe**Amt für Umwelt und
Arbeitsschutz**

Beiertheimer Allee 2
76137 Karlsruhe

☎ 0721 936-50

Fax 0721 936-53199

Öffnungszeiten

Mo. Mi. - Fr. 8:00 - 12:00 Uhr

Do. 14:00 - 17:00 Uhr

Dienstag keine Öffnungszeiten

Abteilung
Wasser und Boden

Ansprechpartner/in
Elisa Scharlach

Kontakt
Telefon 0721 936-87960
Fax 0721 936-87961
E-Mail bodenschutz@
landratsamt-karlsruhe.de

Aktenzeichen

51.21007-109.84-6632252
(Bei Antwortschreiben bitte angeben)

Karlsruhe, 27.08.2021

Auskunft aus dem Bodenschutz- und Altlastenkataster
Ettlingen, OT Ettlingen, Flst.Nr. 5428, 5428/16, 5428/23, 5428/29

Ihre Mail vom 26.08.2021

Sehr geehrte Damen und Herren,

für die oben aufgeführten Grundstücke liegen folgende Eintragungen im Bodenschutz- und Altlastenkataster vor:

Flurstück	Bezeichnung der Eintragung
5428	AA Rückenwiesen - Gesamtfläche
	AA Rückenwiesen Parzelle 16 I
	AS Nahrungsmittelfabrik ETO (außerhalb des markierten Projektbereichs)
5428/16	AA Rückenwiesen - Gesamtfläche
	AA Rückenwiesen Parzelle 20
	AA Rückenwiesen Parzelle 20a
	AA Rückenwiesen Parzelle 1
5428/23	AA Rückenwiesen - Gesamtfläche
5428/29	AA Rückenwiesen - Gesamtfläche

Nähere Beschreibung der einzelnen Eintragungen:

AS Nahrungsmittelfabrik ETO (außerhalb des markierten Projektbereichs):

Das Grundstück mit der Flst.Nr. 5428 wird im südlichen Bereich vom Altstandort „AS Nahrungsmittelfabrik ETO“ überlagert, auf dem sich von 1923 bis 1985 ein Lebensmittelgewerbe und von 1956 bis 1985 eine Tankstelle befand. Dieser Bereich wurde am 23.08.2005 mit „**B-Entsorgungsrelevanz**“ bewertet.

AA Rückenwiesen – Gesamtfläche:

Auf dem Gebiet der Alttablagerung „AA Rückenwiesen“, sowohl der Gesamtfläche als auch seiner zugehörigen Teilflächen, wurde von 1918 bis 1955 eine Müllkippe betrieben. Die Alttablagerung wurde am 15.09.1999 nach einer technischen Untersuchung im Rahmen einer Detailuntersuchung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser mit „**B-Neubewertung bei Nutzungsänderung**“ bewertet. Die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze wurden nach einer Feststellung des Bewertungsausschusses am 29.05.2008 aufgrund nur noch lokal auftretender Auffälligkeiten mit „**B-Entsorgungsrelevanz**“ bewertet.

Unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen bzw. ortsüblichen Nutzung ist der Altlastenverdacht ausgeräumt, **eine Altlast bzw. schädliche Bodenveränderung liegt nicht vor**. Aufgrund der Erkenntnisse aus der technischen Erkundung können sich bei einer sensibleren Nutzung (z. B. Wohnbebauung bei gewerblicher Vornutzung, Einrichten von Kinderspielflächen) Prüfwertüberschreitungen ergeben. Eine uneingeschränkte Nutzung ist daher nicht gegeben. Umnutzungen des Grundstückes sind dem Landratsamt Karlsruhe -Amt für Umwelt und Arbeitsschutz- anzuzeigen und bodenschutzrechtlich durch einen Gutachter zu bewerten.

AA Rückenwiesen Parzelle 1, Parzelle 16 I, Parzelle 20, Parzelle 20a:

Diese Parzellen sind, nach der Empfehlung des Bewertungsausschusses, gesondert ausgewiesene Bereiche der Alttablagerung Rückenwiesen, da es nur noch innerhalb dieser Unterparzellen zu Auffälligkeiten und Prüfwertüberschreitungen gekommen ist.

Die Unterparzellen 16 I und 20 wurden für den Wirkungspfad Boden-Mensch mit „**B-Neubewertung bei Nutzungsänderung**“ bewertet. Für die Unterparzelle 1 wurden Empfehlungen zu Bewirtschaftungsauflagen ausgesprochen. Sie wurde demnach für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze mit „**B-Empfehlung zu Bewirtschaftungsauflagen**“ bewertet. Die Unterparzelle 20a wurde für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze mit „**B-Entsorgungsrelevanz**“ bewertet.

Für den uns entstandenen Verwaltungsaufwand wird gemäß § 4 Abs. 3 Landesgebührengesetz i. Verbindung mit § 1 Gebührenverordnung des Landratsamtes Karlsruhe vom 01.10.2019, in der jeweils geltenden Fassung, in Verbindung mit Ziff. 56.10.01.6 des Gebührenverzeichnisses eine Verwaltungsgebühr von 46,50 € erhoben.

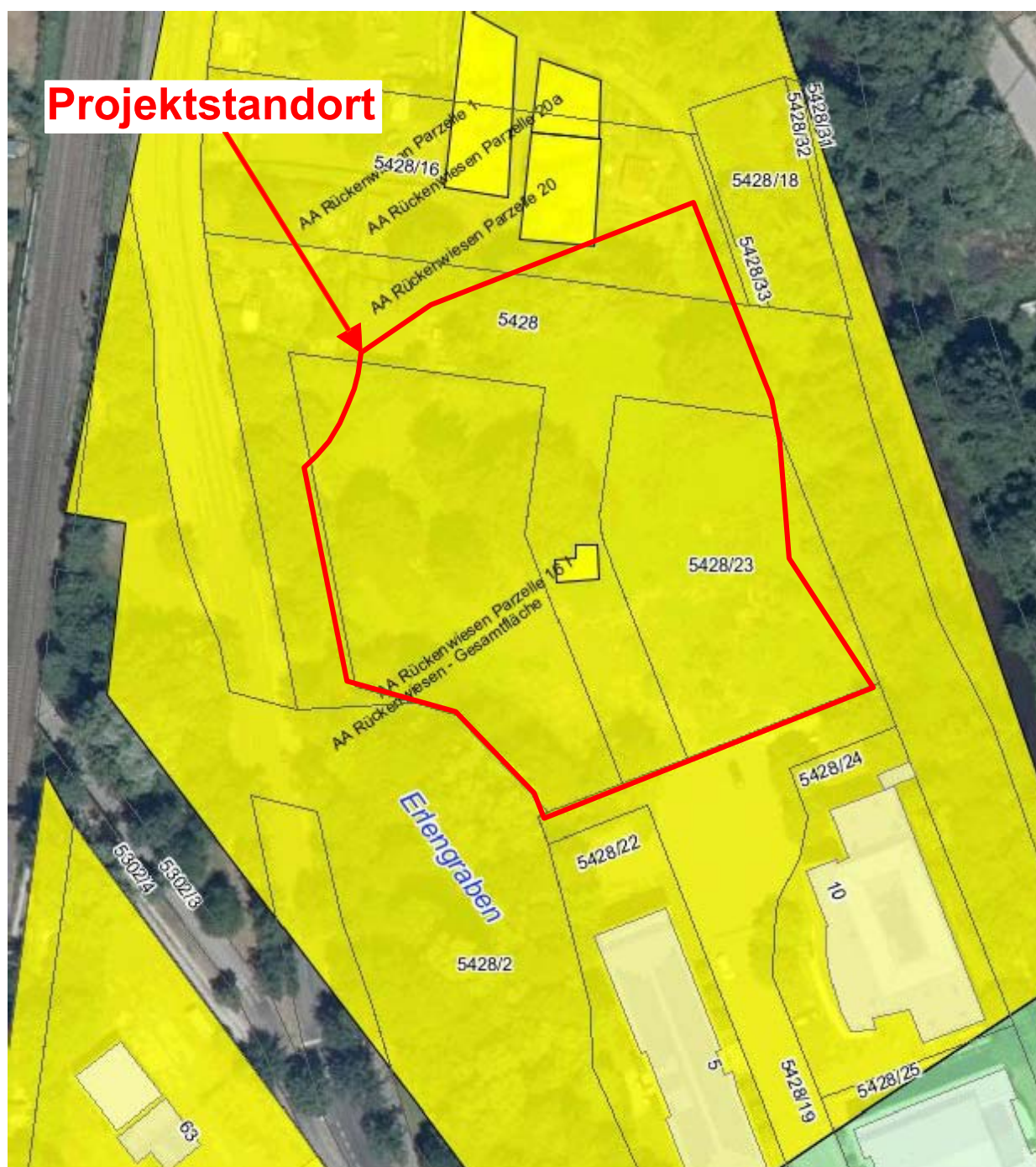
Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Elisa Scharlach

Anlage
Abgabenbescheid



Bauvorhaben: Neubau Bürogebäude und Parkhaus,
Am Erlengraben in Ettlingen
Planbezeichnung: Projektstandort mit Altablagerung



G H J
Geo- und Umwelttechnik
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe
Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0
Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99
E-Mail: office@ghj.de

Plan-Nr.:

Maßstab: 1:500

Bearbeiter: pl

Datum: 30.09.21

Gezeichnet: OS

Projekt-Nr.: 21-0252

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 3

Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

**Auskunft aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie
(ISONG) des Landesamtes für Geologie,
Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Freiburg**

Allgemeine Hinweise

Die folgenden Hinweise sind automatisch generiert und ungeprüft. Sie dienen der Information des Bauherren bzw. gegebenenfalls dessen Planungsbüros und der Bohrfirma. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass neben den aufgeführten auch bisher nicht bekannte Bohrrisiken im Zusammenhang mit dem Bau von Erdwärmesonden auftreten. Die aufgeführten Risiken und Schwierigkeiten sind bei Einhaltung der Auflagenempfehlungen, Beachtung der "Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (<http://www.um.baden-wuerttemberg.de>) und bei Ausführung der Bohrarbeiten nach dem Stand der Technik grundsätzlich beherrschbar.

Die Hinweise können eine sorgfältige Planung von Einzelvorhaben nicht ersetzen. Weitere Hinweise zum Bau von Erdwärmesonden sind im "Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden", 4. Auflage 2005 des UM zu finden (http://www.lgrb-bw.de/download_pool/Leitfaden_-_Nutzung_von_Erdwaerme.pdf). Das RPF/LGRB ist bestrebt, dieses Informationssystem fortlaufend zu aktualisieren. Hierbei ist es auf Ihre Mithilfe angewiesen. Deshalb sind die Ergebnisse einer Erdwärmesondenbohrung (Bohrprofil, Grundwasserstand) an das RP Freiburg, Abt. 9, LGRB, Albertstr. 5, 79104 Freiburg zu schicken.

I Lage der geplanten Bohrung(en) hinsichtlich Grundwassernutzungen

Der gewählte Bohrpunkt liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015, ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) INNERHALB eines rechtskräftigen oder geplanten Wasserschutzgebietes oder Schutzgebietes für eine staatlich anerkannte Heilquelle. Aus hydrogeologischer Sicht ist der Bau einer Erdwärmesonde an diesem Standort nur möglich, wenn als Wärmeträgerflüssigkeit nur Wasser verwendet wird. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes und eine verbindliche Auskunft über wasserwirtschaftliche Einschränkungen gibt das zuständige Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises.

II Prognostisches Bohrprofil:

Siehe Anhang.

Aufgrund der komplexen tektonischen Situation im Oberrheingraben kann die Gesteinsabfolge erheblich vom prognostischen Bohrprofil abweichen.

III Schutzziele und standortbezogene Bohrrisiken

III.1 ☒ Schutz genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen

- ☒ Beschränkung der Bohrtiefe auf 21 m

Erläuterungen:

Der Schutz tiefer genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen dient der langfristigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung.

- ☐ Beschränkung der Bohrtiefe auf m (Top Haßmersheim-Schichten + Sicherheitszuschlag) oder bei Betreuung der Bohrung(en) bis zum Top Haßmersheim-Schichten, der vor Ort durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) erkannt werden muss. Die Haßmersheim-Schichten dürfen nicht durchbohrt werden, solange nicht eine Beurteilung der lokalen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) nachweist, dass die hydraulische Trennwirkung der Haßmersheim-Schichten im Planungsbereich aufgehoben ist.

Erläuterungen:

Die Haßmersheim-Schichten können am gewählten Bohrpunkt aufgrund ihrer faziellen Ausprägung den Oberen Muschelkalk in unterschiedliche Grundwasserstockwerke unterteilen.

- ☐ Beschränkung der Bohrtiefe aufgrund des Vorkommens leichtlöslicher Gesteine (Salz) auf m

Erläuterungen:

Die Lösung von Salz kann im Umfeld von Bohrungen zu Auswirkungen auf das Gebirge und darüber liegende genutzte/nutzbare Grundwasservorkommen führen.

III.2 ☐ Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen möglicher Karsthohlräume und/oder größerer Spalten im Untergrund (siehe prognostisches Bohrprofil)

- ☐ Abbruch der Bohrung(en) bei deutlichem Spülungsverlust (mehr als 2 l/s) sowie beim Anbohren von Hohlräumen größer 2 m Tiefe

Erläuterungen:

Ein Abbruch der Bohrung(en) kann erforderlich werden, da die Gefahr besteht, dass das Bohrloch nicht mehr wirksam abgedichtet oder durch einen unzureichenden Gebirgsanschluss die Effizienz der Erdwärmesonde herabgesetzt werden kann. Liegt die Verkarstung weniger als 50 m unter Geländeoberfläche, sind bohrbedingte Verbrüche mit Setzungen an der Erdoberfläche nicht auszuschließen.

III.3 ☐ Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen sulfathaltigen Gesteins im Untergrund möglich (siehe prognostisches Bohrprofil)

- ☐ Abbruch der Bohrung(en) beim ersten Auftreten von Gips oder Anhydrit im Bohrgut (= Gips- bzw. Anhydritspiegel). Die fachtechnische Vor-Ort-Betreuung der Bohrung(en) durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) ist daher erforderlich. Wenn in sulfathaltiges Gestein gebohrt wurde, müssen die Bohrung(en) von der Endtiefe bis 1 m über die Oberkante des sulfathaltigen Gesteins dauerhaft abgedichtet werden. Darüber können sie mit Erdwärmesonden ausgebaut werden.

Erläuterungen:

Beim Auftreten anhydrithaltiger Gesteine kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Funktionsfähigkeit der Erdwärmesonde(n) als Folge der Umwandlung von Anhydrit in Gips (Volumenzunahme) im Laufe der Zeit eingeschränkt wird bzw. verloren geht. In diesem Falle sind Geländehebungen durch Volumenzunahme bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips und hieraus resultierende Schäden, die auch über die unmittelbare Umgebung des Bohransatzpunktes hinaus reichen können, nicht auszuschließen. Die Tiefenlage des Gips-/Anhydritspiegels kann engräumig stark variieren bzw. die Sulfatgesteine können lokal vollständig ausgelaugt sein.

III.4 ☐ Zementangreifendes Grundwasser wegen sulfathaltigen Gesteins zu erwarten (siehe prognostisches Bohrprofil)

- ☐ Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand (nach DIN EN197-1) erforderlich

Erläuterungen:

Zementangreifende Wässer können eine aus herkömmlichem Zement hergestellte Abdichtung schädigen.

III.5 ☐ Gasaustritte während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sowie nach Sondeneinbau möglich

☐ Kohlendioxid

☐ Erdgas

- ☐ Die Möglichkeit des Auftretens von Gasen und Gefährdungen durch Gasaustritte sind vor Aufnahme der Bohrarbeiten ordnungsgemäß durch den Bohrunternehmer oder die von ihm mit der Gefährdungsbeurteilung Beauftragten zu ermitteln und zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sind Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen (z. B. Lüftung, gefahrlose Ableitung, Maßnahmen der Bohrlochbeherrschung, u.a., bei Erdgas auch Bohrlochverschlusseinrichtung und Explosionsschutz) vorzusehen und geeignete Arbeitsmittel bereitzustellen. Gegebenenfalls technisch nicht weiter zu vermindern Gasaustritte aus den fertig zementierten Bohrlöchern dürfen nicht zu Gefährdungen führen. Auf die zementangreifende Eigenschaft von freiem Kohlendioxid wird verwiesen.

Erläuterungen:

Bereits bei der Vorbereitung und Planung der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten bestehen gesetzlich (u. a. nach dem Arbeitsschutzgesetz) begründete Anforderungen, gegebenenfalls zu erwartende gefährliche Gaskonzentrationen zu vermeiden. Im späteren Betrieb der Sonde muss durch die technische Bauausführung der Anlage gewährleistet sein, dass schleichend austretende Gase (Migration) sich nicht in gefährlichen Konzentrationen ansammeln können; erforderlichenfalls sind sie gefahrlos ins Freie abzuführen.

III.6 ☐ Artesisch gespanntes Grundwasser möglich

- ☐ Beim Antreffen von artesisch gespanntem Grundwasser ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen, ob und wie eine Erdwärmesonde eingebaut werden kann oder ob das Bohrloch ohne Sondeneinbau dauerhaft abgedichtet werden muss.

Erläuterungen:

Beim Erbohren von artesisch gespanntem Grundwasser besteht die Gefahr unkontrollierter Austritte von Grundwasser an der Erdoberfläche. Außerdem kann es beim Anbohren von Artesern infolge Druckabbau und/oder Ausschwemmung von Feinmaterial aus dem Untergrund zu Setzungen im Umfeld der Bohrung(en) kommen.

IV Weitere Hinweise auf geotechnische Risiken:

Organische Böden: Sind organische Böden, z. B. Torf, verbreitet und werden diese durch die Bohrmaßnahme entwässert, kann dies zu Geländesetzungen führen.

Ölschiefer im Untergrund: Steht Ölschiefer der Posidonienschiefer-Formation (Unterjura) oberflächennah (< 20 m unter Gelände) an, neigt dieser bei Austrocknung (z. B. nach Überbauung, Drainage, Wärmeeintrag) zu teils erheblichen Baugrundhebungen in Folge von Gipskristallisation. Es ist daher sicherzustellen, dass weder die Bohrung(en) noch die Leitungsgräben der Erdwärmesonde(n) zu einer dauerhaften Veränderung des Bodenwasserhaushalts (Austrocknung) führen.

Rutschgefährdete Gebiete:

Befindet sich der Bohrplatz auf rutschanfälligem Untergrund, kann die Hangstabilität durch die Einrichtung des Bohrplatzes sowie durch die Bohrausführung, z. B. durch Bohrspülung, vermindert werden. Eine Beschädigung der Erdwärmesonde(n) durch Abscheren infolge von Kriechbewegungen ist nicht auszuschließen

V Gliederung des Untergrundes in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter

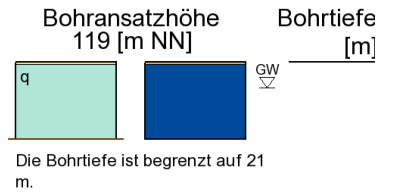
Die Gliederung des Untergrundes in Grundwasserleiter und -geringleiter ist dem prognostischen Bohrprofil im Anhang zu entnehmen. Die Kenntnis darüber dient dazu, schon bei der Planung die erforderlichen Maßnahmen vorzusehen, die beim Bau der Erdwärmesonde einen unkontrollierten artesischen oder einen stockwerksübergreifenden Grundwasserfluss ausschließen und eine dauerhaft dichte Ringraumhinterfüllung sicherstellen (siehe "Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft). Dies ist zum Schutz des Grundwassers, aber auch des Bauherrn notwendig und vermeidet spätere Schäden.

Aufgrund der regional unterschiedlichen Eigenschaften der Gesteine können einige Gesteine als Grundwasserleiter oder als Grundwassergeringleiter ausgebildet sein. Da auch die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen regional unterschiedlich sein kann, ist ihre Darstellung nur stark vereinfacht möglich. Bei Festgesteinsgrundwasserleitern nimmt sie in der Regel mit größerer Tiefe ab, bei tektonischer Beanspruchung oft zu und an Talhängen und in Tälern ist die Ergiebigkeit in der Regel erhöht.








Aufgrund der komplexen tektonischen Situation im Oberrheingraben kann die Gesteinsabfolge erheblich vom prognostischen Bohrprofil abweichen.

Prognostisches Bohrprofil

Schluff, Sand, tonig, bereichsweise humos; Quartär q (Deckschichten) (Mächtigkeit zwischen 0-2m)
Kies, sandig, schwach schluffig, bereichsweise steinig, bereichsweise mit Ton-/Schlufflagen; Quartär q



Gliederung in Grundwasserleiter und -geringleiter

	Grundwassergeringleiter		je nach Region Grundwassergeringleiter oder Grundwasserleiter		Grundwassergeringleiter mit Grundwasser führenden Einschaltungen
	Grundwasserleiter (geringe bis mittlere potenzielle Ergiebigkeit)		schichtig gegliederter Grundwasserleiter	-----	Grenze schematisch
	Grundwasserleiter (hohe potenzielle Ergiebigkeit)		überwiegend Grundwassergeringleiter mit Grundwasser führenden Bänken	(1) unverwittert	(2) verwittert

Aufgrund der komplexen tektonischen Situation im Oberrheingraben kann die Gesteinsabfolge erheblich vom prognostischen Bohrprofil abweichen.

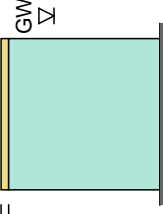
Prognostisches Bohrprofil

Schluff, Sand, tonig, Bereichsweise humos; Quartär q (Deckschichten) (Mächtigkeit zwischen 0-2m)

Kies, sandig, schwach schluffig, Bereichsweise steinig, Bereichsweise mit Ton-/Schlufflagen; Quartär q

Bohransatzhöhe

119 [m NN]



Die Bohrtiefe ist begrenzt auf 21 m

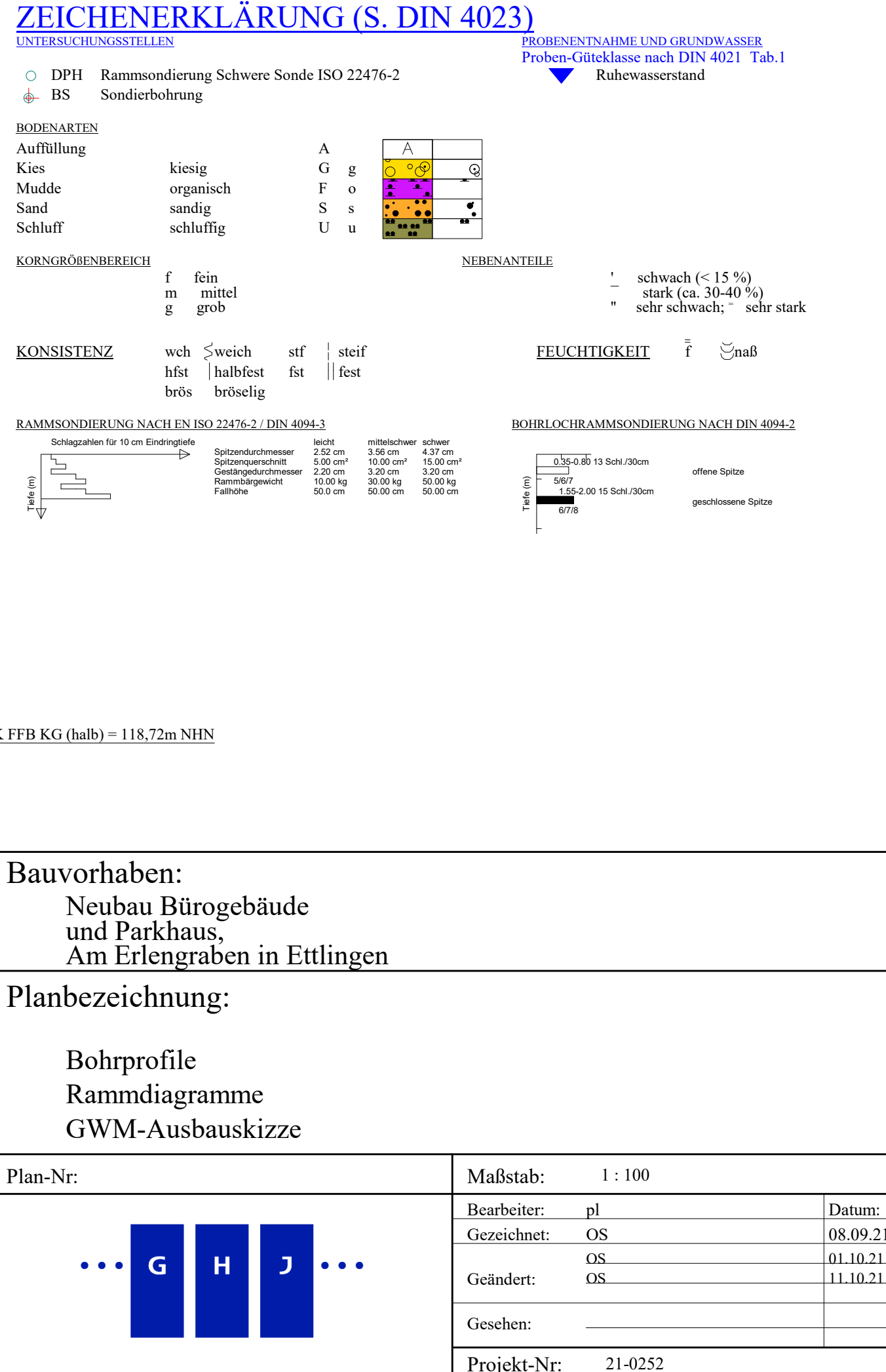
Wärmeentzugsleistungen in Anlehnung an die Angaben der VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 können erst ab Bohrtiefen ≥ 40 m angegeben werden.

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

Anlage 4

Bohrprofile, Rammdiagramme



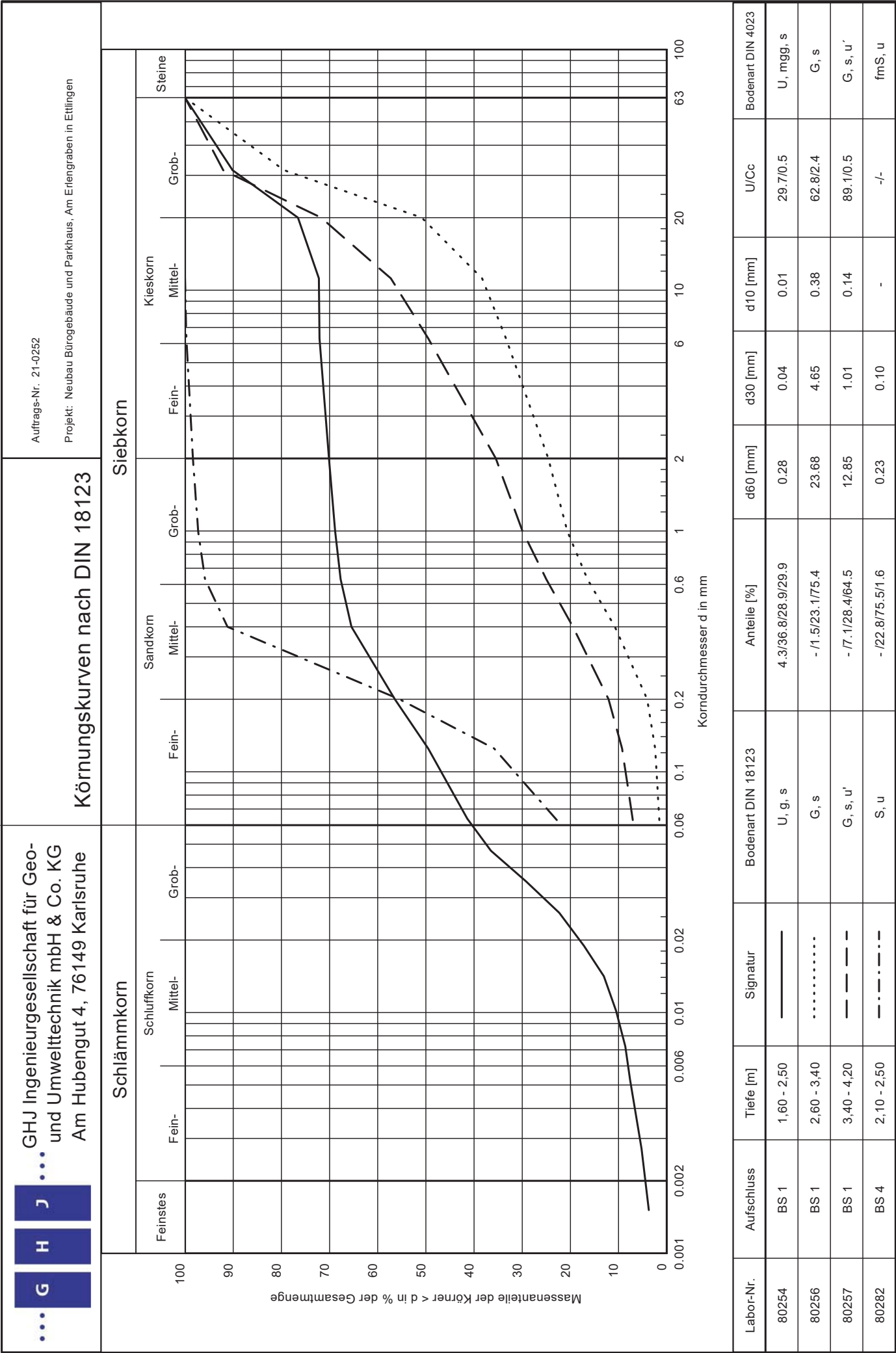
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

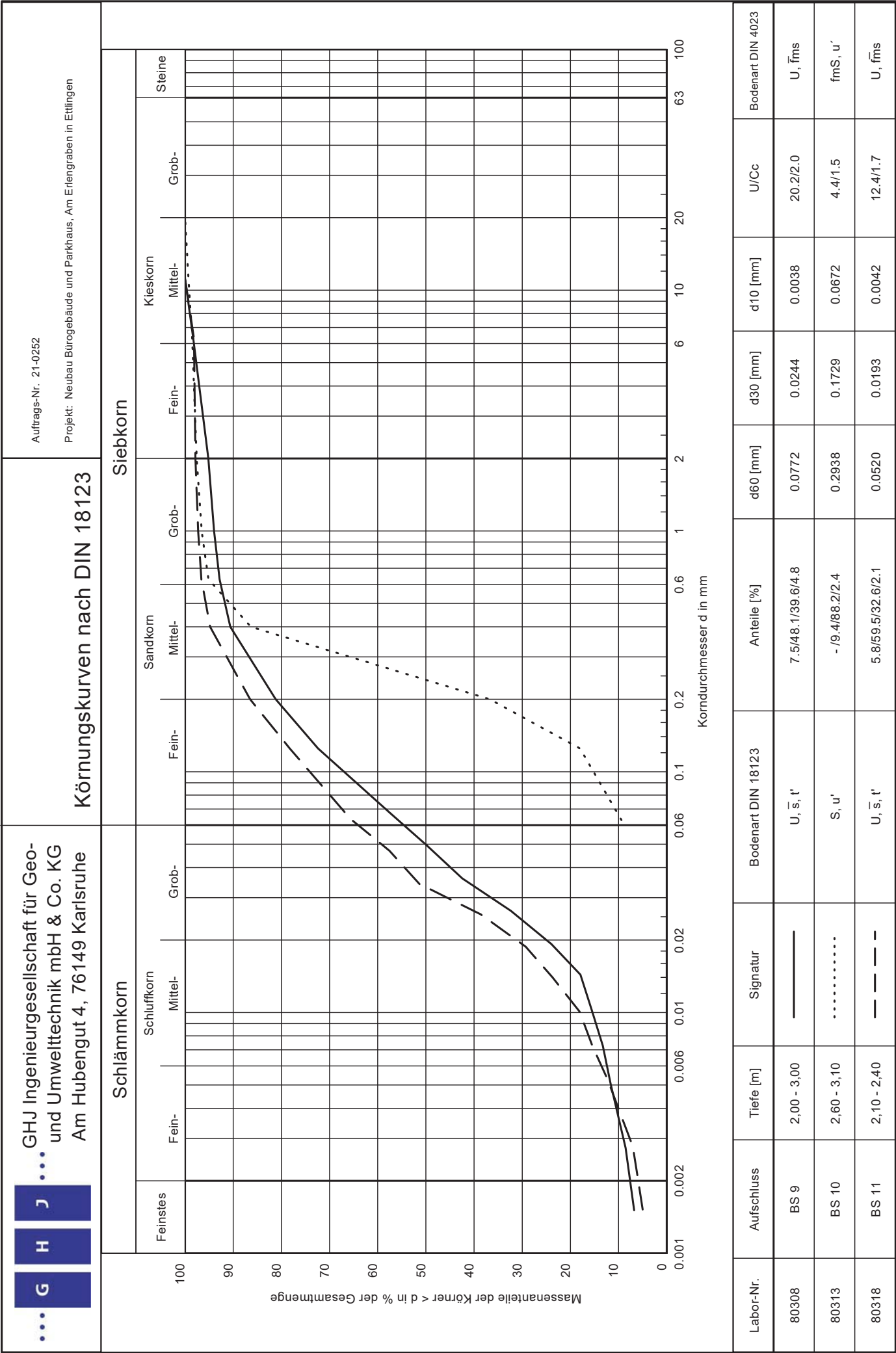
Anlage 5

Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

Bodenmechanische Laborversuche

- Anlage 5.1 Körnungskurven
- Anlage 5.2 Plastizitätsdiagramm, Konsistenzgrenzen
- Anlage 5.3 Zusammenstellung Laborversuche





Projekt: Ettlingen, Erlengraben

Auftrag-Nr.: 21-0252

Labornummer: 80308 A

ausgeführt durch: JH

Datum: 24.09.2021

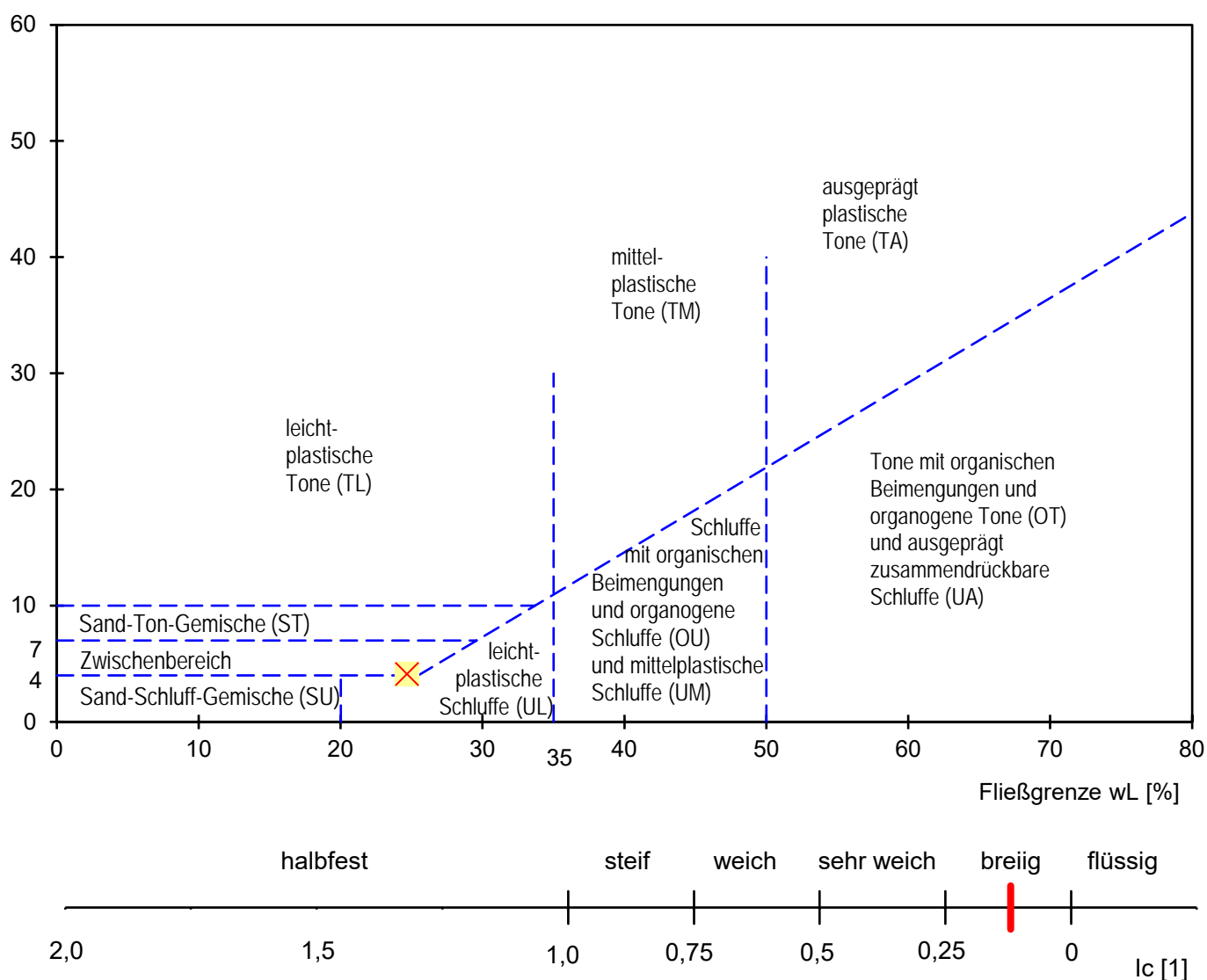
Entnahmestelle: BS 9

Entnahmetiefe: 2,0 - 3,0 m

Entnahmeart: GP

entnommen am: 06. u. 07.09.2021

entnommen durch: Pio

Ip [%] Plastizitätsdiagramm / Atterbergsche Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Wassergehalt 23,30 [%]

Kornanteil > 0,4mm 4,56 [%]

Wassergehalt (Anteil >0,4mm) 5,00 [%]

Wassergehalt (Anteil <0,4mm) 24,17 [%]

Die Bodenart ist: Leicht plast. Schluff (UL)**Die Konsistenz ist: breiig**Fließgrenze w_L 24,67 [%]Ausrollgrenze w_p 20,56 [%]Plastizitätszahl I_p 4,11 [%]Konsistenzzahl I_c 0,12 [1]

[illegible]

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Bürogebäude und Parkhaus
Am Erlengraben
76275 Ettlingen

Anlage 6

Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell



INSTITUT FRESENIUS

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

GHJ Ingenieurgesellschaft für
Geo- u. Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe

Prüfbericht 5464174

Auftrags Nr. 5907595

Kunden Nr. 10032817

Herr Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/12504064090-90
peter.breig@sgs.com

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell



Radolfzell, den 22.09.2021

Ihr Auftrag/Projekt: Ettlingen, Am Erlengraben
Ihr Bestellzeichen: 21-0252 pl
Ihr Bestelldatum: 13.09.2021

Prüfzeitraum von 14.09.2021 bis 17.09.2021
erste laufende Probenummer 211053411
Probeneingang am 14.09.2021

Die Probenvorbereitung erfolgte nach DIN 19747.
Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden im eigenen Labor nach den im Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt (Stand Juli 2020).
Unser Institut ist nach DIN EN ISO/EC 17025 akkreditiert.
Ein Probenahmeprotokoll lag nicht vor.

Dieser (e)Prüfbericht annulliert und ersetzt den von SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH ausgefertigten (e)Prüfbericht Nr. 5457299 vom 17.09.2021.

Begründung: Änderung Ergebnis nach Überprüfung

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.A. Melanie Heidenberger
Customer Service

Seite 1 von 8

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Im Maisel 14 D-65232 Taunusstein t +49 6128 744-0 f +49 6128 744-130 www.institut-fresenius.sgsgroup.de

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.
Geschäftsführerin: Alida Scholtz, Aufsichtsratsvorsitzender: Wim van Loon, Sitz der Gesellschaft: Taunusstein, HRB 21543 Amtsgericht Wiesbaden



Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

Seite 2 von 8
22.09.2021

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		211053411	211053412	211053413			
Bezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3			
Eingangsdatum:		14.09.2021	14.09.2021	14.09.2021			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	
					-grenze		
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	88,7	84,4	88,1	0,1	DIN EN 14346	HE
Glühverlust 550°C	Masse-% TR	5,1	5,6	9,0	0,1	DIN EN 15169	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	0,1	0,2	0,5	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	2,3	2,2	5,5	0,1	DIN EN 15936	HE
Metalle im Feststoff :							
Königswasseraufschluß						DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	21	17	26	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	180	300	340	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,4	0,8	0,9	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	26	48	65	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	85	99	200	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	27	30	37	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,2	0,7	0,4	0,1	DIN EN ISO 12846	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	0,3	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	210	560	600	1	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	210	380	2000	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	25	61	370	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Masse-% TR	0,003	0,019	0,098	0,003	LAGA KW 04	HE



Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

Seite 3 von 8
22.09.2021

Probennummer	211053411	211053412	211053413
Bezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3

LHKW Headspace :

Chlorethen	mg/kg TR	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-	-	-			HE

BTEX Headspace :

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

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	0,20	0,11	0,21	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,57	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,20	0,39	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,22	0,71	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,70	2,1	7,5	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,16	0,53	1,7	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	1,1	2,9	16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,97	2,5	14	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,51	1,3	8,6	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,70	1,9	8,6	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,78	2,0	9,9	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,45	0,92	3,6	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,56	1,5	7,2	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,23	1,2	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	0,38	0,97	3,8	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,35	0,89	3,6	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	6,86	18,27	87,58		DIN ISO 18287	HE


 Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

 Seite 4 von 8
22.09.2021

Probennummer	211053411	211053412	211053413
Bezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3

PCB :

PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,006	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,005	0,004	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,006	0,006	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,004	0,003	DIN EN 15308	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-	0,017	0,014		DIN EN 15308	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-	0,017	0,014			HE

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz						DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		10,8	8,8	9,4		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		361	140	190	1	DIN EN 27888	HE
DOC	mg/l	8,6	4,8	6,1	0,5	DIN EN 1484	HE
Chlorid	mg/l	2,5	< 0,5	4,3	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	33	12	26	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Fluorid	mg/l	0,6	0,6	0,7	0,2	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	0,003	< 0,002	0,006	0,002	DIN EN ISO 14403-2	HE
Cyanide, l.f.	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE
Gesamtgehalt gelöster Stoffe	mg/l	190	94	130	10	DIN EN 15216	HE

Metalle im Eluat :

Antimon	mg/l	0,004	0,025	0,004	0,001	DIN EN ISO 17294-2	HE
Arsen	mg/l	0,007	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Barium	mg/l	0,029	0,035	0,027	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	0,022	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,11	0,006	0,020	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	0,01	< 0,01	0,03	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE



Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

Seite 5 von 8
22.09.2021

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

Probennummer 211053414
Bezeichnung MP 4

Eingangsdatum: 14.09.2021

Parameter	Einheit		Bestimmungs -grenze	Methode	Lab
-----------	---------	--	------------------------	---------	-----

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	85,3	0,1	DIN EN 14346	HE
Glühverlust 550°C	Masse-% TR	7,7	0,1	DIN EN 15169	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	5,4	0,1	DIN EN 15936	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	19	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	170	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,5	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	46	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	260	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	33	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,2	0,1	DIN EN ISO 12846	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	480	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	840	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	160	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Masse-% TR	0,16	0,003	LAGA KW 04	HE



Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

Seite 6 von 8
22.09.2021

Probennummer 211053414
Bezeichnung MP 4

LHKW Headspace :

Chlorethen	mg/kg TR	< 0,010	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
trans-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	0,008	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	0,011	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	0,019			HE

BTEX Headspace :

Benzol	mg/kg TR	0,12	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	0,02	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	0,06	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	0,08	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	0,19	0,02	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	0,47			HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	0,18	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	0,28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	0,87	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	1,1	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	8,1	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	2,7	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	12	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	9,2	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	6,0	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	8,7	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	4,1	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	7,9	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	1,5	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	4,4	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	4,5	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	81,53		DIN ISO 18287	HE



Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

Seite 7 von 8
22.09.2021

Probennummer 211053414
Bezeichnung MP 4

PCB :

PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN EN 15308	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-			HE

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		9,2		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	309	1	DIN EN 27888	HE
DOC	mg/l	3,3	0,5	DIN EN 1484	HE
Chlorid	mg/l	5,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	83	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Fluorid	mg/l	0,5	0,2	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 14403-2	HE
Cyanide, l.f.	mg/l	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE
Gesamtgehalt gelöster Stoffe	mg/l	110	10	DIN EN 15216	HE

Metalle im Eluat :

Antimon	mg/l	0,004	0,001	DIN EN ISO 17294-2	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Barium	mg/l	0,058	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	0,017	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846	HE
Selen	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38414-17	2017-01
DIN EN 12457-4	2003-01
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1484	2019-04



Ettlingen, Am Erlengraben
21-0252 pl

Prüfbericht Nr. 5464174
Auftrag Nr. 5907595

Seite 8 von 8
22.09.2021

DIN EN 15169	2007-05
DIN EN 15216	2008-01
DIN EN 15308	2016-12
DIN EN 15936	2012-11
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 10523	2012-04
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 12846	2012-08, Einsatz des Verfahrens ohne Verwendung des für Wasserproben eingesetzten Konservierungsmittels Bromat.
DIN EN ISO 12846	2012-08
DIN EN ISO 14402	1999-12
DIN EN ISO 14403-2	2012-10
DIN EN ISO 17294-2	2014-12
DIN EN ISO 17380	2013-10
DIN EN ISO 22155	2016-07
DIN ISO 18287	2006-05
LAGA KW 04	2019-09

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter
<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

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

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