



Deutsche Reihenhaus

**BV Fürth
Am Weidiggraben / Hans-Bornkessel-Straße /
Oststraße**

Bericht zur geotechnischen und umwelttechnischen Untersuchung

Projekt-Nr.: **113090**

Bericht-Nr.: **01**

Erstellt im Auftrag von:
Deutsche Reihenhaus AG

**Poller Kirchweg 99
51105 Köln**

M.Sc. Hassan Alkayyal
Dipl. Ing. Ralf Geißler
Dipl. Geol. Martin Dornheim

Nürnberg, 2016-07-09

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	ZUSAMMENFASSUNG 6
2	VORBEMERKUNG 7
3	SITUATION UND BAUMAßNAHME 7
3.1	Aktuelle Situation, geologischer Überblick und Beschreibung der Baumaßnahme 7
3.2	Historische Recherche und Altlastenverdachtsbereiche 8
4	ART UND UMFANG DER DURCHGEFÜHRTEN UNTERSUCHUNGEN..... 12
4.1	Feldarbeiten 12
4.2	Umwelttechnische Erkundungen 14
4.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen..... 15
4.4	Umweltchemische Analysen von Bodenproben..... 16
5	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE 17
5.1	Schichtenaufbau..... 17
5.2	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche 20
5.3	Geotechnische Klassifikation und Kennwerte der Baugrundsichten..... 21
5.4	Erdbeben..... 22
5.5	Ergebnisse umwelttechnischen Analysen..... 22
6	GRUNDWASSER 24
6.1	Wassersstände, Bemessungsgrundwasserspiegel 24
7	GRÜNDUNG 25
7.1	Randbedingungen 25
7.2	Weitere Hinweise zur Gründung..... 27
7.3	Bauwerksabdichtung 27
7.4	Verkehrsflächen 28
7.5	Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser..... 28
7.6	Geotechnische Kategorie 28
8	HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG 29
8.1	Baugruben..... 29
8.2	Behandlung der Aushub- und Gründungssohlen 29
8.3	Wasserhaltung 30
8.4	Frostsicherheit..... 30
8.5	Erdarbeiten..... 30
8.6	Arbeitsraumverfüllungen..... 31
8.7	Wiederverwendbarkeit und Entsorgung der Aushubmaterialien..... 31
8.8	Qualitätssicherung Erdbau 31

9	ALTLASTEN- UND ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG	31
9.1	Bewertungsgrundlagen.....	31
9.2	Gefährdungsabschätzung	33
9.3	Abfallrechtliche Bewertung	33
9.4	Empfehlungen	34
10	SCHLUSSBEMERKUNG	35

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 3.1	Historische Entwicklung des Untersuchungsgeländes..... 9
Tabelle 3.2	Identifizierte Altlastenverdachtsbereiche 11
Tabelle 4.1	Lage und Höhe der Kleinrammbohrungen..... 12
Tabelle 4.2	Lage und Höhe der Sondierungen 13
Tabelle 4.3	untersuchte Altlastenverdachtsbereiche..... 15
Tabelle 5.1:	Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der angetroffenen Baugrundsichten 17
Tabelle 5.2:	Ansatzhöhe und Endteufe der Rammsondierungen 18
Tabelle 5.3:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche 21
Tabelle 5.4:	Charakteristische Kennwerte und Einstufung der Baugrundsichten.... 22
Tabelle 5.5	Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung (Bodenluftproben: LHKW, BTXE) 22
Tabelle 5.6	Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung (Bodenproben: MKW) 23
Tabelle 5.7	Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung (Bodenproben: LAGA) 23
Tabelle 7.1:	Gründungsangaben 25
Tabelle 7.2	Charakteristika der standardisierten Fundamenttypen aus [U5] 26
Tabelle 8.1:	Homogenbereiche (DIN 18300-2015) und Bodenklassen (DIN 18300- 2009 alt)..... 30

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Lagepläne**

- Anlage 1.1 Topographischer Übersichtslageplan, M 1:25.000
- Anlage 1.2 Lage der Baugrundaufschlüsse, M 1:1.000
- Anlage 1.3 Auszüge aus dem Bauarchiv

Anlage 2 **Ergebnisse Feldarbeiten**

- Anlage 2.1 Schichtenverzeichnisse der Aufschlussbohrungen
- Anlage 2.2 Bohrprofile
- Anlage 2.3 Rammdiagramme

Anlage 3 **Geotechnische Schnitte**

- Anlage 3.1 Geotechnischer Schnitt 1-1
- Anlage 3.2 Geotechnischer Schnitt 2-2
- Anlage 3.3 Geotechnischer Schnitt 3-3
- Anlage 3.4 Geotechnischer Schnitt 4-4
- Anlage 3.5 Geotechnischer Schnitt 5-5
- Anlage 3.6 Geotechnischer Schnitt 6-6

Anlage 4 **Probenahmeprotokolle**

- Anlage 4.1 Bodenluftprobenahmeprotokolle

Anlage 5 **Bodenmechanische Laborversuche**

- Anlage 5.1 Zusammenfassung Laborergebnisse FeBoLab
- Anlage 5.2 Kornverteilungen nach DIN 18123
- Anlage 5.3 Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen nach DIN 18122

Anlage 6 **Analysenergebnisse**

- Anlage 6.1 Prüfberichte Eurofins

UNTERLAGEN

- [U1] Geologische Übersichtskarte Nürnberg-Fürth-Erlangen und Umgebung M 1:50.000, Bayerisches Geologisches Landesamt, 1977
- [U2] Bayerisches Landesamt für Umwelt, 06.07.2016: Hydrogeologische Übersichtskarte M 1:100.000 Fürth und Umgebung, GeoFachdatenAtlas (BIS-BY), Stand 14. Oktober 2015
- [U3] Stadt Fürth, Amt für Umwelt, Ordnung und Verbraucherschutz, 28.08.2014: Auskunft aus zu Altlasten
- [U4] Regierung von Oberfranken, Bergamt Nordbayern, 29.08.2014: Auskunft zu Bergschäden
- [U5] Deutsche Reihenhaus AG; Köln 27.11.2012, 13.12.2012 : Regelfundamente Endhaus Typ 81, 116 und 141B, sowie Detail Ausbildung Außenbereich
- [U6] Deutsche Reihenhaus AG, Köln, 29.01.2016: 1484 Bebauungskonzept Variante V
- [U7] Deutsche Reihenhaus AG, Kaiserslautern, 06.07.2016: aktuelle Höhenplanung, 1484-OKFFB.dwg

Weiterhin kommen die gegenwärtig gültigen, geotechnisch relevanten Normen, Vorschriften, Merkblätter und Richtlinien des Erd- und Grundbaus sowie des Straßen- und Verkehrswesens sowie die bodenschutz- und abfallrechtlich Weiterhin kommen die gegenwärtig gültigen, geotechnisch relevanten Normen, Vorschriften, Merkblätter und Richtlinien des Erd- und Grundbaus sowie des Straßen- und Verkehrswesens sowie relevanten bodenschutz- und abfallrechtlich relevanten Gesetze und Regelungen zur Anwendung.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Deutsche Reihenhäuser AG plant in Fürth (Oststraße) den Neubau einer Wohnanlage mit insgesamt 49 nicht unterkellerten Reihenhäusern in 12 Reihenhäuserzeilen. Vorgesehen sind 10 Einzelhäuser des Haustyps 81 m², 18 Einzelhäuser des Haustyps 116 m² und 21 Einzelhäuser des Haustyps 141 m². Weiterhin ist der Bau von Park- und Verkehrsflächen geplant.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden 17 Aufschlussbohrungen und 26 Sondierungen mit der schweren Rammsonde bis in max. 3,10 m Tiefe unter Geländeoberkante abgeteufelt.

Es wurden drei Baugrundsichten bestehend aus 0,3 bis 2,7 m mächtiger Auffüllungen (BGS 1), 1,0 bis 2,1 m mächtigem quartären Sanden (BGS 2) und dem darunter liegenden Verwitterungshorizont des Blasensandsteins (BGS 3) bis in eine Endteufe von max. 4,10 m angetroffen.

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurde kein Grundwasser angetroffen.

Die Gründungssohlen der geplanten Häuser liegen überwiegend innerhalb der BGS1 (Auffüllung und Mutterboden). Eine Flachgründung innerhalb der BGS 1 ist nicht möglich, daher ist die Baugrundsicht 2 bzw. 3 als Gründungsniveau heranzuziehen. Der Mutterboden ist in jedem Fall zu entfernen bzw. durch ein für eine Flachgründung geeignetes Material zu ersetzen. Die Flachgründung mit Streifenfundamenten ist prinzipiell durchführbar. Die Einbringung eines Gründungspolsters ist zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit und Reduzierung der zu erwartenden Setzungen notwendig.

Die umwelttechnischen Untersuchungen ergaben keine Hinweise auf potentielle Gefährdungen in bodenschutzrechtlicher Hinsicht.

Aus abfallrechtlicher Sicht ist das potentielle Aushubmaterial in die Zuordnungsklassen Z 0 und Z1.1 einzustufen. Ein uneingeschränkter (Z0) oder eingeschränkter (Z1.2) Einbau des Materials ist gem. den Vorgaben der LAGA M20 Boden (1997) möglich.

2 VORBEMERKUNG

Die Deutsche Reihenhäuser AG plant in Fürth (Am Weidiggraben / Hans-Bornkessel-Straße / Oststraße) den Neubau einer Wohnanlage mit insgesamt 49 Reihenhäusern in 12 nicht unterkellerten Reihenhäuserzeilen. Vorgesehen sind 10 Einzelhäuser des Haustyps 81 m², 18 Einzelhäuser des Haustyps 116 m² und 21 Einzelhäuser des Haustyps 141 m². Weiterhin ist der Bau eines Parkhauses sowie von Verkehrsflächen geplant.

Die CDM Smith Consult GmbH wurde von der Deutschen Reihenhäuser AG, Köln, beauftragt im Baufeld eine Baugrunderkundung durchzuführen und eine Bewertung der Baugrundverhältnisse in Hinblick auf die vorgesehene Bebauung vorzunehmen.

Mit dem vorliegenden geotechnischen Bericht werden die Ergebnisse der Baugrunderkundung beschrieben und zusammenfassend dargestellt. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse, der Laboruntersuchungen und den bei CDM Smith vorliegenden Erfahrungen zum Baugrund im Untersuchungsgebiet werden den angetroffenen Schichten Bodenkennwerte zugeordnet und es werden Bemessungskennwerte für die vorgesehene Gründung und Hinweise zu Bauausführung mitgeteilt.

Zur bodenschutz- und abfallrechtlichen Einschätzung wurde zusätzlich eine umwelttechnische Untersuchung des Untergrundes beauftragt. Ergänzend wurde eine Historische Recherche hinsichtlich möglicher altlastenrelevanter Vornutzungen beauftragt.

3 SITUATION UND BAUMAßNAHME

3.1 Aktuelle Situation, geologischer Überblick und Beschreibung der Baumaßnahme

Das geplante Baufeld mit einer Fläche von ca. 11.777 m² liegt im Süden der Stadt Fürth zwischen der Oststraße, der Hans-Bornkessel-Straße und der Straße Am Weidiggraben auf einer Höhe von im Mittel 298,60 mNN. Die Lage des Untersuchungsgeländes kann der Anlage 1.1 entnommen werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß [U1] im Bereich von quartären Terrassensanden- und schottern mit Flugsandüberdeckung die von den Gesteines des Blasensandsteins unterlagert werden. Oberflächennah liegt der als Sand- und untergeordnet als Tonstein ausgeprägte Blasensandstein verwittert als Lockergestein in Form von Sanden und Tone vor.

Das Grundwasser wird für das Planungsgebiet gemäß [U2] bei 290 mNN entsprechend ca. 8,60 m unter derzeitiger Geländeoberkante angegeben.

Entsprechend dem vorliegenden Bebauungskonzept [U6] weist die geplante Wohnanlage insgesamt 49 Reihenhäusern in 12 Reihenhäuserzeilen (141_a, 141_b, 141_c, 141_d, 141_g, 141_h,

81_e, 81_i, 116_f, 116_j, 116_k und 116_l) auf. Vorgesehen sind 10 Einzelhäuser des Haustyps 81 m², 18 Einzelhäuser des Haustyps 116 m² und 21 Einzelhäuser des Haustyps 141 m². Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen. Weiterhin sind ein Parkhaus und Verkehrsflächen geplant.

Die Gründung der Reihenhäuser soll flach auf 0,3 bis 0,55 m breiten Streifenfundamenten erfolgen. Die Fundamentlasten betragen nach [U5] für den Haustyp 81 zwischen 68 kN/m² und 170 kN/m², für den Haustyp 116 zwischen 224,6 kN/m² und 250,2 kN/m² und für den Haustyp 141 zwischen 142,5 kN/m² und 296,0 kN/m². Die Spanne ergibt sich in Abhängigkeit der Einbindetiefe und der Fundamentbreite für den jeweiligen Haustyp.

Gemäß der vorliegenden Höhenlagen des Baunulls der einzelnen Häuser bzw. Hausgruppen [U7] werden die Gründungssohlen demnach zwischen 297,60 mNN und 298,58 mNN angenommen.

Für das Parkhaus liegen keine Höhen- und Lastangaben vor.

3.2 Historische Recherche und Altlastenverdachtsbereiche

Zur Festlegung des Untersuchungsprogramms für die orientierende Altlastenuntersuchung wurden am 22.02.2016 und am 13.04.2016 die zugehörigen Unterlagen im Fürther Bauarchiv gesichtet. Zudem erfolgte eine Abfrage bezüglich Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen für das Gelände beim Amt für Umwelt, Ordnung und Verbraucherschutz der Stadt Fürth. Hier sind ein 25 m³ Heizöllagertank und ein hydraulischer Lastenaufzug gemeldet. Das Altlastenkataster der Stadt Fürth wurde bereits im August 2014 durch die Deutsche Reihenhäuser AG abgefragt. Hier liegen keine Erkenntnisse über etwaige Untergrundverunreinigungen vor [U3]. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Grundstücke laut digitaler Stadtrundkarte Fürth in einem Belastungsgebiet für Kampfmittel liegen. Außerdem fand eine Sichtung der vorhandenen Bestandspläne statt. Betriebsinterne Leitungspläne standen nicht zur Verfügung.

Am 30.05.2016 fand ein Ortstermin zur Begehung des Trolli Geländes und der Bestandsgebäude im Planumgriff der DRH sowie zur Festlegung der Bohransatzpunkte statt. Die Begehung erfolgte im Beisein zweier Mitarbeiter der CDM Consult GmbH sowie des standortkundigen Betriebsangehörigen der Fa. Mederer GmbH Herrn Kassubek, dem Architekten der Mederer GmbH Herrn Holzer und dessen Kollegen.

Die historische Entwicklung des Untersuchungsgeländes gemäß den Unterlagen aus dem Bauarchiv ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3.1 Historische Entwicklung des Untersuchungsgeländes

vor 1963	Unbekannt, wahrscheinlich landwirtschaftliche Nutzung, Schrebergärten oder Brachfläche
1963 / 1964	Errichtung eines Büro- und Lagergebäudes Fl. 1953/1952 der Fa. Willy Mederer
1966 / 67	Errichtung einer Feuerungsanlage mit flüssigen Brennstoffen. Ölfeuerung, Ölbrenner, Druckzerstäuber, Öllagerung unterirdisch, doppelwandiger Öltank, 30.000 l
Aug 1967	Fertigstellung Neubau Büro und Lagergebäude
1967	Im Plan ist z.T. unterhalb des 1968 fertiggestellten Traforaumes ein 20.000 l Heizöltank eingezeichnet (s. Anlage 1.3)
1967/68	Aufstellung eines ortsfesten Flüssiggas-Lagerbehälters (Fl. 1953, 1952)
1968	Genehmigung Aufstockung des Kopfbaues
6. Juni 1968	Feststehende Kesselanlage fertig (Abnahme: nicht abgenommen). Genehmigung des baulichen Teils der Trafostation verbleibt jedoch beim Baurecht.
1973/1974	Verlängerung der Lager- und Fabrikationshalle
1974	Antrag auf Bau eines überdachten Ladeplatzes
1974	Heizkessel (Erweiterung Heizanlage Ölfeuerung): 2000 kg/h Dampf, Öl, Hochdruckdampfheizung (3. Kessel)
1974	Errichtung Altöltank, 1000 l, unterirdisch , Lage unbekannt
1974/75	Errichtung einer Eigenbedarfs-Tankanlage . Zapfsäulen für Dieselkraftstoff und Vergaserkraftstoff, Einlagerung eines unterirdischen Doppelkammertanks (4.600 l Diesel) und 2.400 l Super-Benzin (s. Anlage 1.3).
1979 /1980	Umbau Heizungsanlage: neuer Öl-Gasbrenner.
1985	Stilllegung unterirdischer Heizöltank Bj. 1974, 1.000 l Altölbehälter entleert und gereinigt, von Leitungen getrennt, Tank mit Sand eingeschlämmt (s. Anlage 1.3)
1985	Lagerhallenanbau
1985 /1986	Lagerhallenanbau, Kantinenerweiterung und Aufstellung eines Edelstahlbehälters, Fl. 1953
1987	Einbau einer Zwischendecke-Stahlbühne (Gerätebühne), Fl. 1953
1989	Errichtung feststehende Dampfkesselanlage
1992	Anfrage Amt wegen Stilllegung Tank (Tankstelle): von Fa. Quast gereinigter Vergaser-/Dieselkraftstoffbehälter, mit Sand verfüllt, Zapfanlage komplett demontiert
1993	Anbau für Klimaanlage
1995	Brandschadenbeseitigung Klimaanlage
1996	Errichtung von 2 großen Lagerzelten zur Warenlagerung
1996	Demontage eines Lastenaufzuges
2000/2001	Neubau eines Vertriebsgebäudes (Fl. 1951/1), Änderung des Eingangsbereiches (Fl. 1953); Verlängerung Vertriebsgebäude 2 auf 32,99 m (Fl. 1951/1, 1953)
2001	Aufstockung und Einhausung der Klimageräte
2002	Neubau einer Kläranlage (Fl. 1951/7, 1951/8)
2003	Nutzungsänderung von Recyclingplatz zu Batterieladestation Stapler
2009	Prüfung 30.000 l Heizöltank Bj 66, unterirdisch, Behälter-Nr. 32455: erhebliche Mängel
2012	Stilllegung Tank, unterirdisch
2015	Hydraulischer Lastenaufzug bei Prüfung erhebliche Mängel

Auf Grundlage der Geländebegehung sowie der Erkenntnisse aus den zusätzlichen Recherchen wurden für das Untersuchungsgelände folgende Altlastenverdachtsbereiche identifiziert und beurteilt.

ehem. Werkstatthalle im südlichen Teil des Geländes

In der Werkstatthalle wurden Betriebsfahrzeuge (kleinere LKW) gewartet. Noch vorhanden ist eine ehemalige Werkstattgrube mit Bodenablauf. Die Halle ist inzwischen mit zwei je 49 m³ fassenden Edelstahltanks zur Bevorratung von Glukosesirup bestückt. Dadurch sind die ehemaligen Werkstatteinrichtungen wie z.B. die Arbeitsgrube weitgehend überbaut und aktuell nicht zugänglich.

Produktionshallen im westlichen Teil des Geländes

Bei einer Begehung und Inaugenscheinnahme der zum Rückbau vorgesehenen Produktionsgebäude im westlichen Teil des Planungsgebietes ergaben sich – mit Ausnahme der ehemaligen Werkstattgrube (siehe oben) - keine Anhaltspunkte für potenzielle Eintragsstellen für nutzungsbedingte Verunreinigungen innerhalb der Bestandsgebäude. Der im Gebäude befindliche hydraulische Lastenaufzug wurde nicht in Augenschein genommen, da der Rückbau des Gebäudes gemäß Aussage Herrn Holzers der Mederer GmbH obliegt und Arbeiten im Gebäudebestand nicht erwünscht sind.

Anlagen zu Lagerung und Umschlag wassergefährdender Stoffe

Tankstelle

Im Bereich der ehemaligen, 1974 errichteten Betriebstankstelle ist unterirdisch ein im Jahre 1992 stillgelegter und zugeschlämmter 2-Kammer-Tank (Vergaserkraftstoff und Dieselmotorkraftstoff) eingelagert. Die beiden Zapfsäulen sind zurückgebaut. Die mit einer Betondecke versiegelte Abfüllfläche ist noch vorhanden.

Abscheider (Hinweis auf Existenz ohne Lagebezeichnung aus Archivplan zu Einlauf auf Abfüllfläche/Tankstelle)

Das Vorhandensein bzw. die Lage des Abscheiders konnten beim Ortstermin weder visuell noch unter Einbeziehung der ortskundigen Personen verifiziert werden.

Altöltank, 1.000 l, stillgelegt (Hinweis aus Archivunterlagen, Stilllegebescheinigung aus 1985, Behälter stillgelegt und zugeschlämmt)

Das Vorhandensein bzw. die Lage des Tanks konnten beim OT weder visuell noch unter Einbeziehung der ortskundigen Personen verifiziert werden.

Heizöltank 20.000 l, in Planunterlagen aus Archiv verzeichnet

Von einem unterirdischen Heizöltank, teilüberbaut vom Betriebsgebäude, war den ortskundigen Personen nichts bekannt. Auch nach Augenschein ergaben sich keine Hinweise auf das Vorhandensein eines Tanks an der verzeichneten Stelle. Allem Anschein nach wurde die Planung nicht umgesetzt.

Geländeauffüllungen

Der westliche Bereich des Planungsumgriffes der DRH wird von einer landwirtschaftlich genutzten Fläche eingenommen. Bei der Geländebegehung ergaben sich Hinweise auf Fremdbestandteile (Bauschuttreste, Beton, Ziegel, Asphalt, Glasscherben und Plastikfolie), die auf eine anthropogene Überprägung bzw. auf anthropogene Auffüllungen der Fläche hinweisen.

Tabelle 3.2 Identifizierte Altlastenverdachtsbereiche

Altlastenverdachtsbereiche	Schadstoffe
ehemalige Werkstatt mit Wartungsgrube	Mineralölkohlenwasserstoffe, Reinigungs- und Lösungsmittel
Hydraulischer Lastenaufzug Tankstelle:	Mineralölkohlenwasserstoffe
2-Kammer-Tank mit VK und DK	Mineralölkohlenwasserstoffe, Reinigungs- und Lösungsmittel
Benzinabscheider	Mineralölkohlenwasserstoffe, Reinigungs- und Lösungsmittel
Altöltank, 1.000 l, Lage unbekannt	Mineralölkohlenwasserstoffe
Heizöltank, 20.000 l (wahrscheinlich nur Planung)	Mineralölkohlenwasserstoffe
Geländeauffüllungen	auffüllungstypische Schadstoffe, Leitparameter: Mineralölkohlenwasserstoffe, PAK, Schwermetalle

Die Lage altlastenverdächtiger Bereiche ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt.

4 ART UND UMFANG DER DURCHGEFÜHRTEN UNTERSUCHUNGEN

4.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse und Entnahme von Boden- und Bodenluftproben wurden vom 06.06.2016 bis 08.06.2016 17 Kleinrammbohrungen (BS 1-13 und RKS 1-4) und zur Erkundung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz 26 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH1-1 bis DPH13-2) unter gutachterlicher Begleitung der CDM Consult GmbH abgeteuft. Die Aufschlusstiefe der Kleinrammbohrungen war auf Grund des hohen Bohrwiderstandes mit dem Erreichen des Übergangs zum Festgestein auf max. 3,10 m unter Geländeoberkante begrenzt. Die maximale Tiefe der Sondierungen mit der schweren Rammsonde (Abbruch bei Schlagzahlen $N_{10} > 100$) lag bei 4,10 m.

Die Lage der Aufschlüsse BS1 bis BS13 orientierte sich an dem Umgriff der geplanten Baukörper und die Lage der Aufschlüsse RKS1 bis RKS4 wurde anhand den in Kapitel 0 beschriebenen Altlastverdachtsbereichen festgelegt. Es wurde jeweils die Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen sowie die Örtlichkeit berücksichtigt.

Die Ansatzpunkte wurden mittels ferromagnetischer Oberflächensondierung durch die Süddeutsche Kampfmittelräumung (Fachfirma nach §7 und § 20 SprengG) auf Kampfmittel untersucht. Hierbei ergaben sich an den Bohransatzpunkten keine Hinweise auf Kampfmittel.

Die Lage der Ansatzpunkte kann in Anlage 1.2 eingesehen werden. Die Höhe der Aufschlusspunkte und die Zuordnung zu den einzelnen Hausgruppen und Altlastenverdachtspunkten sind in Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2 dargestellt.

Tabelle 4.1 Lage und Höhe der Kleinrammbohrungen

Kleinrammbohrung	Position Z in [mNN]	Hausgruppe / Bauwerk
BS1	298,42	141_a
BS2	298,1	141_b
BS3	298,17	141_c
BS4	298,09	141_d
BS5	298,3	81_e
BS6	299,07	116_f
BS7	298,22	141_g
BS8	298,24	141_h
BS9	298,47	81_i
BS10	299,06	116_l
BS11	298,89	116_i
BS12	298,98	116_k
BS13	298,8	Parkhaus

Tabelle 4.2 Lage und Höhe der Sondierungen

Sondierung-	Position Z in [mNN]	Hausgruppe / Bauwerk
DPH1-1	298,4	141_a
DPH1-2	298,34	141_a
DPH2-1	298,07	141_b
DPH2-2	298,22	141_b
DPH3-1	298,19	141_c
DPH3-2	298,23	141_c
DPH4-1	298,09	141_d
DPH4-2	298,19	141_d
DPH5-1	298,32	81_e
DPH5-2	298,21	81_e
DPH6-1	299,07	116_f
DPH6-2	299,09	116_f
DPH7-1	298,21	141_g
DPH7-2	298,42	141_g
DPH8-1	298,2	141_h
DPH8-2	298,24	141_h
DPH9-1	298,5	81_i
DPH9-2	298,38	81_i
DPH10-1	299,06	116_l
DPH10-2	299,04	116_l
DPH11-1	298,89	116_i
DPH11-2	298,62	116_i
DPH12-1	298,98	116_k
DPH12-2	298,47	116_k
DPH13-1	298,8	Parkhaus
DPH13-2	299,01	Parkhaus
RKS1	299,04	Eigenverbrauchstankstelle
RKS2	299,06	Eigenverbrauchstankstelle
RKS3	299,06	Eigenverbrauchstankstelle
RKS4	298,99	Schacht Werkstatthalle

Der durch die Kleinrammbohrungen erkundete Untergrund wurde in Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688 dokumentiert.

Für bodenmechanische und umwelttechnische Laboruntersuchungen wurden aus den o. g. Aufschlüssen insgesamt 57 gestörte Proben der Güteklasse 3 entnommen.

Die Anlage 2.1 enthält die Schichtenverzeichnisse der Aufschlussbohrungen (BS) und die Anlage 2.2 die zugehörigen Bohrprofile nach DIN 4023. In der Anlage 2.3 sind die Ergebnisse der Rammsondierungen als Rammdiagramme dargestellt. Des Weiteren sind die Aufschlüsse in 6 geotechnischen Schnitten dargestellt (siehe Anlage 3).

4.2 Umwelttechnische Erkundungen

Zur umwelttechnischen Erkundung des Untergrundes wurden die vorgenannten Baugrundaufschlüsse BS1 bis BS13 verwendet und zusätzlich die Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 4 abgeteuft. Eine Zuordnung der Bohrungen zu den einzelnen Verdachtsbereichen ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Nicht bzw. nicht unmittelbar untersuchte Altlastenverdachtsbereiche:

Werkstatthalle

In der Werkstatthalle befinden sich in der Halle 2 Edelstahl tanks zur Bevorratung von Glukosesirup für die Produktion. Die Tanks (Hochtanks) werden nach Auskunft von Herrn Holzer in ca. 2-3 Wochen rückgebaut (Stand 30.05.2016). Die Werkstattgrube war aufgrund der Überbauung mit den Hochtanks für eine technische Erkundung mittels Bohrsondierungen nicht zugänglich. Es wurde eine Bohrung in Richtung des wahrscheinlichen Abflusses der Wartungsgrube außerhalb des Gebäudes durchgeführt (RKS 4).

Hydraulischer Lastenaufzug

Da gemäß Herrn Holzer keine Arbeiten im Bestandsgebäude durchgeführt werden sollen, wurde der hydraulische Lastenaufzug bei den Untersuchungen ausgenommen.

Abscheider

Die Existenz und Lage des Abscheiders konnte nicht verifiziert werden. Sofern ein Abscheider existent war, ist seine Lage entlang des von der Abfüllfläche der Tankstelle wegführenden Abwasserstrangs zu vermuten. Der in Frage kommende Bereich wird von der Bohrung RKS 4 erfasst, die auch dem Verdachtsbereich „Werkstatthalle“ zuzuordnen ist (siehe oben).

Altöltank, 1.000 l

Die Lage des stillgelegten Altöltanks ist unbekannt.

Heizöltank 20.000 l (wahrscheinlich nur Planung)

Eine Bohrung zur abschließenden Abklärung im Nahbereich des Verdachtspunktes konnte aufgrund der Spartensituation und nicht möglicher Freigabe des Bohrpunktes hinsichtlich Kampfmitteln (Störkörper) nicht durchgeführt werden.

Tabelle 4.3 untersuchte Altlastenverdachtsbereiche

Altlastenverdachtsbereich	Aufschlussbohrung	Bodenluftprobe
Freifläche (Acker, Grünfläche), westlich des Bestandsgebäudes – Geländeauffüllungen	BS1, BS2, BS3, BS4, BS5, BS7, BS8, BS9	nein
Parkplatz, westlich, versiegelt – Geländeauffüllungen	BS 11	nein
Parkplatz, südlich, versiegelt – Geländeauffüllungen	BS 12	nein
Ehem. Kläranlage, südlich, versiegelt - Geländeauffüllung	BS13	nein
Anfahrt, östlich des Bestandsgebäudes - Geländeauffüllungen	BS6, BS10	nein
Tankstelle – unterirdischer 2-Kammer-Tank	RKS1, RKS2, RKS3	ja
Tankstelle – Abscheider	RKS 4	ja
Werkstatthalle – vermuteter Ablauf aus Wartungsgrube		

Aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrungen wurden neben den Proben für bodenmechanische Laborversuche Bodenproben in Braungläsern zu umweltchemischen Analyse entnommen. Die Entnahme der Bodenproben erfolgte als Mischprobe bei Schichtwechsel und organoleptischen Auffälligkeiten.

An den Ansatzpunkten RKS 1 – RKS 4 wurden Bodenluftprobennahmen in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2, Variante 1, durchgeführt. Die Bohransatzpunkte, an denen eine Beprobung der Bodenluft durchgeführt wurde, sind im Lageplan der Anlage 1.2 gekennzeichnet. Weitere Angaben zur Bodenluftprobenahme sind in den Probenahmeprotokollen der Anlage 4 enthalten.

Bis zur Laboruntersuchung wurden alle Proben kühl und lichtgeschützt gelagert.

4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Festlegung bodenmechanischer Kennwerte und zur Klassifizierung der aufgeschlossenen Böden wurden im geotechnischen Labor der FeboLab GmbH Westheim folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 20 Stück Wassergehalt nach DIN 18121
- 16 Stück Kornverteilung nach DIN 18123-5 (Siebung)
- 1 Stück Glühverlust nach DIN 18128
- 5 Stück Zustandsgrenzen (Atterberg'sche Grenze) nach DIN 18122-1

Die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Versuche sind in der Anlage 5 dargestellt.

4.4 Umweltchemische Analysen von Bodenproben

Einzelproben aus dem Bereich um die ehemalige Tankstelle, den Benzinabscheider und im Ablaufbereich der ehemaligen Werkstattgrube wurden verdachtsspezifisch in unterschiedlichen Tiefen auf MKW (im Feststoff) sowie auf BTEX und LHKW (in der Bodenluft) untersucht.

Außerdem wurden der Auffüllhorizont in drei Teilbereiche differenziert (Acker Nord, Acker Süd, Verkehrsflächen) und entsprechende Mischproben gebildet, die jeweils auf die Parameter nach LAGA untersucht wurden, da hier durch potentielle Erdarbeiten neben dem allgemeinen Schadstoffverdacht auch eine abfallrechtliche Betrachtung zu berücksichtigen ist.

Der Umfang der Laboranalytik an den einzelnen Proben wurde anhand der in Tabelle 3.2 aufgeführten Verdachtsmomente festgelegt und berücksichtigt spezifische Leitparameter.

Die chemischen Analysen der Boden- und Bodenluftproben wurden von dem akkreditierten Labor der Eurofins AUA GmbH, Halsbrücker Str. 34, 09599 Freiberg durchgeführt.

5 BAUGRUNDVERHÄLTNISSSE

5.1 Schichtenaufbau

In den durchgeführten Aufschlussbohrungen wurden ab der vorhandenen Geländeoberfläche die folgenden Baugrundsichten (BGS) angetroffen:

- BGS 1: Auffüllungen und Mutterboden, tw. Oberflächenbefestigung
- BGS 2: Quartär
- BGS 3: Verwitterungshorizont des Blasensandsteins

Die Tabelle 5.1 gibt eine Übersicht über die Lage der Oberkanten und Mächtigkeiten der aufgeschlossenen Baugrundsichten. Die

Tabelle 5.2 stellt die Ansatzhöhen und die Endteufen der durchgeführten Rammsondierungen dar.

Tabelle 5.1: Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der angetroffenen Baugrundsichten

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	BGS1				BGS2				BGS3				Endtiefe	
		Oberflächenbefestigung, Auffüllung und Mutterboden				Quartär				Verwitterungshorizont Blasensandstein					
		[mNN]	[m u GOK]	[mNN]	[m]	[m u GOK]	[mNN]	[m]	[m u GOK]	[mNN]	[m]	[m u GOK]	[mNN]	[m]	
BS1	298,42	0	298,42	0,7	0,7	297,72	1,4	2,1	296,32	> 0,30	2,4	296,02			
BS2	298,10	0	298,10	0,3	0,3	297,80	1,8	2,1	296,00	> 0,40	2,5	295,60			
BS3	298,17	0	298,17	0,4	0,4	297,77	1,1	1,5	296,67	> 0,80	2,3	295,87			
BS4	298,09	0	298,09	0,4	0,4	297,69	1,6	2	296,09	> 0,10	2,1	295,99			
BS5	298,30	0	298,30	0,3	0,3	298,00	2,1	2,4	295,90	> 0,20	2,6	295,70			
BS6	299,07	0	299,07	1,5	1,5	297,57	1	2,5	296,57	> 0,50	3	296,07			
BS7	298,22	0	298,22	0,4		n.a.		0,4	297,82	> 1,90	2,3	295,92			
BS8	298,24	0	298,24	0,4		n.a.		0,4	297,84	> 1,80	2,2	296,04			
BS9	298,47	0	298,47	0,5	0,5	297,97	1,3	1,8	296,67	> 0,20	2	296,47			
BS10	299,06	0	299,06	2,7		n.a.		2,7	296,36	> 0,40	3,1	295,96			
BS11	298,89	0	298,89	0,7		n.a.		0,7	298,19	> 1,40	2,1	296,79			
BS12	298,98	0	298,98	0,9		n.a.		0,9	298,08	> 1,80	2,7	296,28			
BS13	298,80	0	298,80	0,8		n.a.		0,8	298,00	> 1,40	2,2	296,60			
RKS1	299,04	0	299,04	1,6		n.a.		1,6	297,44	> 1,10	2,7	296,34			
RKS2	299,06	0	299,06	2,7		n.a.		2,7	296,36	> 0,20	2,9	296,16			
RKS3	299,06	0	299,06	2,6		n.a.		2,6	296,46	> 0,30	2,9	296,16			
RKS4	298,99	0	298,99	1,7		n.a.		1,7	297,29	> 0,80	2,5	296,49			

[muGOK]: Schichtoberkante in m unter Geländeoberkante, [mNN]: Schichtoberkante in m Normal Null, [m]: Mächtigkeit in Meter, n.a.: Schicht wurde nicht angetroffen

Tabelle 5.2: Ansatzhöhe und Endteufe der Rammsondierungen

Sondierung	Ansatzhöhe	Endteufe	
	[mNN]	m u GOK	[mNN]
DPH1-1	298,40	2,70	295,70
DPH1-2	298,34	2,50	295,84
DPH2-1	298,07	2,70	295,37
DPH2-2	298,22	2,60	295,62
DPH3-1	298,19	2,50	295,69
DPH3-2	298,23	2,20	296,03
DPH4-1	298,09	2,90	295,19
DPH4-2	298,19	2,50	295,69
DPH5-1	298,32	2,90	295,42
DPH5-2	298,21	3,10	295,11
DPH6-1	299,01	3,30	295,71
DPH6-2	299,09	4,00	295,09
DPH7-1	298,21	3,00	295,21
DPH7-2	298,42	2,70	295,72
DPH8-1	298,20	3,00	295,20
DPH8-2	298,24	2,50	295,74
DPH9-1	298,50	2,30	296,20
DPH9-2	298,38	2,50	295,88
DPH10-1	299,06	2,50	296,56
DPH10-2	299,04	4,40	294,64
DPH11-1	298,89	2,50	296,39
DPH11-2	298,62	2,50	296,12
DPH12-1	298,98	3,00	295,98
DPH12-2	298,47	2,30	296,17
DPH13-1	298,80	2,50	296,30
DPH13-2	299,01	2,90	296,11

BGS 1: Oberflächenbefestigung, Auffüllungen und Mutterboden

Eine Oberflächenbefestigung liegt bei RKS 1-4, BS 6 und BS10 bis BS13 wie folgt vor:

RKS1, 2, und 3: Bereich der Eigenverbrauchsstankstelle: Beton, Mächtigkeit 23-29 cm
 BS6, 10 bis 13, RKS 4: Sonstige versiegelte Flächen: Asphalt, Mächtigkeit 13-17 cm

Die Oberflächen der Bohrungen BS 1 bis 5 und BS 7 bis 9 sind unversiegelt (Acker, bzw. Grasnarbe).

Auffüllungen

Mit Ausnahme der Bohrungen BS 2 und BS 7, welche im Bereich eines Grünstreifen liegen, wurde an allen Ansatzpunkten eine Geländeauffüllung erkundet.

Die mit Asphalt versiegelten Flächen werden von einer Kalkschotterlage von etwa 25-37 cm Mächtigkeit unterlagert.

Um den 2-Kammer-Tank, im Bereich des Schachtes der Werksathalle und der östlichen Verkehrsfläche (RKS 1-4, BS6, BS10) liegen die Auffüllungen bis zu Tiefen von 1,6 bis 2,7 m u. GOK. Auf den übrigen, südlichen, versiegelten Flächen reicht die Auffüllung lediglich zwischen 0,7 - 0,9 m u. GOK. In allen Fällen setzt sich der Auffüllungshorizont aus leicht bis stark schluffig-tonigem, oftmals steinigem Sand verschiedenster Braun- und Grautöne zusammen.

Auf dem Acker (BS1, BS3-BS5, BS8-9) erreichen die Auffüllungen Mächtigkeiten von 0,3 bis 0,7 m und bestehen aus leicht schluffigem, leicht tonigem Sand von dunkelbrauner Färbung mit anthropogenen Beimengungen (Bauschuttreste, Beton, Ziegel, Asphalt, Glasscherben und Plastikfolie bis etwa 5% Mengenanteil).

Mutterboden

Die in BS2 und BS7 erkundeten Mutterböden bestehen aus 0,25 – 0,35 mächtigem, schwach schluffigem, schwach tonigem, organischen dunkelbraunem Sand.

Entsprechend den Schlagzahlen der Sondierungen mit der schweren Rammsonde weisen die Auffüllungen bzw. der Mutterboden zumeist lockere bis sehr lockere Lagerungen auf. Die Auffüllungen im Bereich der Fahrflächen (Kalkschotter) weisen lockere bis mitteldichte Lagerungen auf.

BGS 2: Quartäre Sande

Im Liegenden der BGS 1 wurden bei 7 (BS1-BS6 und BS9) der 17 Aufschlussbohrungen das Quartär mit teilweise leicht schluffigen, leicht tonigen, schwach kiesigen, hellbraunen bis braunen Sanden bis in Tiefen von 1,5-2,5 m u. GOK angetroffen. Die laborativ ermittelten Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 ergaben Feinkornanteile ($T/U < 0,06$ mm) von überwiegende $< 5\%$. Der Boden der BGS 2 ist nach DIN 18196 demnach überwiegend in die Bodengruppe SE einzustufen. Bei der Probe (BS9 / 0,50-1,30 m) wurde der Feinkornanteil mit 12 % ermittelt entsprechend einer Einstufung als SU/ST nach DIN 18196. Die Schlagzahlen der Rammsondierungen liegen innerhalb der BGS2 überwiegend um N_{10} ca. 1 bis $N_{10} = 14$, entsprechend einer lockeren bis mitteldichten Lagerung.

BGS 3: Verwitterungshorizont des Blasensandsteines

Der Verwitterungshorizont des Blasensandsteins wurde bei allen 17 Aufschlussbohrungen bis zur jeweiligen Endteufe erbohrt. Es handelt sich hierbei um einen tonigen, schluffigen Sand von hellgrauer, hellbrauner, oder graubrauner Färbung, bzw. um ein sandiges, rotbraunes Ton/Schluff-Gemisch. Die Oberkante des Verwitterungshorizontes variiert in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der überlagernden Schichten stark und liegt zwischen 0,4 bis 2,7 m u. GOK.

Entsprechend der Ergebnisse der laborativ ermittelten Korngrößenverteilungen weist der Boden der BGS3 Feinkornanteile ($T/U < 0,06$ mm) von 8% bis 32% auf. Der Boden dieser Schicht ist nach DIN 18196 in Bodengruppe SU/ST bzw. SU*/ST* einzustufen.

Die Linsen bzw. dünne Schichten des Sand/Schluff/Ton-Gemischs, die sich in der Verwitterungszone des Blasensandsteins befinden, sind auf Grundlage der laborativ festgestellten Untersuchungen nach DIN 18196 als TM / TA zu klassifizieren. Die Konsistenzahlen der untersuchten Bodenproben liegen bei $I_c = 0,64$ bis $I_c = 1,03$, entsprechend einer weichen bis halbfesten Konsistenz.

Die Schlagzahlen der durchgeführten Rammsondierungen innerhalb der BGS3 ergaben eine mitteldichte bis dichte Lagerung ($N_{10} = 8$ bis $N_{10} > 30$) bzw. eine weiche bis steife Konsistenzen der o.g. bindigen Schichten. Der zumeist sprunghafte Anstieg der Schlagzahlen bis zu Rammbarkeitsgrenze $N_{10} > 100$ weist auf eine sehr dichte Lagerung der Sande bzw. auf den Übergang zum entfestigten, sehr mürben Sandstein bzw. Tonstein hin.

Das Festgestein des Blasensandsteins wurde mit den Kleinrammbohrungen nicht direkt abgeschlossen.

Die Schichtoberkante kann näherungsweise anhand der genannten Rammbarkeitsgrenze der Sondierungen mit der schweren Rammsonde, entsprechend ca. 294,6 mNN bis 296,6 mNN abgeschätzt werden.

Das Festgestein des Blasensandsteins wird erfahrungsgemäß aus sehr mürben und mit zunehmender Tiefe aus mäßig mürben Sandsteinen mit gering mächtigen Tonsteinlagen gebildet, die eine geringe bis außerordentlich geringe Druckfestigkeit aufweisen.

5.2 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in der Tabelle 5.3 zusammengefasst. Die Versuchsauswertungen sind in der Anlage 5 dokumentiert.

Tabelle 5.3: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Probe / Entnahmetiefe [m u. GOK]	BGS Nr.	Wassergehalt [%]	Feinkornanteil Ø < 0,06 mm [%]	Glühverlust [%]	Konsistenzzahl I _c	Bodenart DIN 4022	Boden- gruppe DIN 18196
BS1 0,70-2,10	BGS2	4,1	2	--	--	S,g'	SE
BS2 0,80-2,10	BGS2	8,7	2	--	--	S,g'	SE
BS3 0,40-1,50	BGS2	6,5	4	--	--	S,g'	SE
BS4 0,40-2,00	BGS2	4,8	2	--	--	S,g'	SE
BS5 0,60-2,00	BGS2	3,4	1	--	--	S	SE
BS9 0,50-1,30	BGS2	7,6	12	--	--	S,u/t',g'	SU / ST
BS9 1,30-1,80	BGS2	2,3	1	--	--	S,g'	SE
BS1 0,70-2,10	BGS2	4,1	2	--	--	S,g'	SE
BS1 2,10-2,40	BGS3	13,1	8	--	--	S,u/t'	SU / ST
BS2 2,10-2,50	BGS3	17,3	27	--	--	S,u/t	SU* / ST*
BS3 1,50-2,30	BGS3	15,9	11	--	--	S,u/t'	SU / ST
BS6 2,50-3,00	BGS3	17,1	32	--	0,69	S,u/t*	ST*
BS7 0,40-1,40	BGS3	8,1	21	1,3	--	S,u/t,o'	SU* / ST*
BS7 1,40-2,30	BGS3	10,1	20	--	--	S,u/t,g'	SU* / ST*
BS8 0,60-2,10	BGS3	6,2	12	--	--	S,g',u/t'	SU / ST
BS10 2,70-3,10	BGS3	14,8	--	--	1,03	T/U,s	TM
BS11 0,70-1,10	BGS3	20,7	--	--	0,64	T/U,s,g'	TM
BS11 1,10-2,10	BGS3	10,2	--	--	--	S,u/t',g'	SU / ST
BS12 0,90-1,50	BGS3	18,8	29	--	--	S,u/t,g'	ST*
BS13 0,80-1,20	BGS3	22,4	--	--	0,83	T,s	TA
BS13 1,20-2,00	BGS3	6,6	10	--	--	S,u/t',g'	SU / ST

-- nicht durchgeführt

5.3 Geotechnische Klassifikation und Kennwerte der Baugrundschichten

Den für eine Gründung relevanten Baugrundschichten werden die in Tabelle 5.4 zusammengestellten charakteristischen Berechnungskennwerte zugewiesen. Die Festlegung der Werte erfolgte auf der Grundlage der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, der durchgeführten Laborversuche sowie anhand der bei CDM Smith vorliegenden Erfahrungen mit vergleichbaren Böden. Die Werte gelten für die beschriebenen Hauptbodenschichten im ungestörten Lagerungsverband, d. h. ohne z.B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Tabelle 5.4: Charakteristische Kennwerte und Einstufung der Baugrundsichten

Baugrund- schicht	Bodengruppe	Wichte γ	Wichte γ' unter Auftrieb	Reibungs- winkel ϕ'	Kohäsion c'	Steife- modul E_s	Frostempfind- lichkeit
	DIN 18196	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	ZTVE-StB 09
BGS1	OH, SU/ST, SU*/ST*, SW GW, GU	17 - 21	8 - 11	10 – 27,5	0 - 1	1 - 30	F1 - F3
BGS2	SE - SU/ST	18 - 21	8,5 - 10,5	25 - 30	0 - 5	10 - 20	F1 – F2
BGS3	SU/ST	20 - 22	10 - 12	30 - 35	5 - 10	50 - 75	F2

Grundsätzlich weisen wir darauf hin, dass die Baugrundaufschlüsse nur punktförmig über Bau- grund Aufschluss geben können. Schichtverlauf und Schichtmächtigkeit können naturgemäß variieren. Der genaue Umfang von Massen und dazugehörigen Baugrundsichten ergibt sich erst im Zuge der Erdarbeiten.

5.4 Erdbeben

Nach DIN EN 1998-1/NA gehört der Projektstandort Fürth zu keiner Erdbebenzone. Eine Berücksichtigung der weiteren Festlegungen der geltenden Norm ist daher nicht erforderlich.

5.5 Ergebnisse umwelttechnischen Analysen

Die Ergebnisse der chemischen Analysen der entnommenen Proben sind in den folgenden Ta- bellen mit den im Kapitel 9.1 erläuterten, zur Bewertung herangezogenen Prüf-, Hilfs- bzw. Stu- fewerten gemäß BBodSchV / LfW-Merkblatt 3.8/1 sowie den Zuordnungswerten gemäß LAGA zusammengefasst dargestellt. Überschreitungen von Hilfs-, Stufe-, Prüf- oder Zuordnungswer- ten sind **fettgedruckt**. Die Einzelanalysenergebnisse, Analysenmethoden und Bestimmungsg- renzen sind in den Prüfberichten der Anlage 6 enthalten.

Tabelle 5.5 Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung (Bodenluftproben: LHKW, BTXE)

Parameter	BTXE	Benzol	LHKW
Einheit	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]
RKS 2-BL	n.n.	<0,4	n.n.
RKS 4-BL	n.n.	<0,4	n.n.
LfW-Hilfswerte	HW1	10	5
	HW2	100	50

n.n.: alle Einzelparameter unter der Nachweisgrenze

--: nicht untersucht

Tabelle 5.6 Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung (Bodenproben: MKW)

Parameter	MKW	
Einheit	[mg/kg TS]	
RKS 1 (0,5-1,6)	<40	
RKS 1 (1,6-2,7)	<40	
RKS 2 (0,26-0,5)	<40	
RKS 2 (1,7-2,7)	<40	
RKS 3 (1,5-2,6)	<40	
RKS 4 (1,7-2,5)	<40	
<i>Prüfwert BBodSchV Boden-Mensch</i>		
LfW-Hilfswerte	HW1	100
	HW2	100
	Z1	100
LAGA Zuordnungswerte	Z1.1	300
	Z1.2	500
	Z2	1.000

--: keine Angabe

--: nicht untersucht

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Tabelle 5.7 Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchung (Bodenproben: LAGA)

Parameter	Dim.	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Acker Nord	Acker Süd	Verkehrsflächen
						MP BP 1 [BS1+BS3+BS4]	MP BP 1 [BS5+BS8+BS9]	MP BP 1 [BS6+BS10+BS11+BS12+BS13+RKS3]
pH (CaCl ₂) ¹⁾	[-]	5,5 - 8	5,5 - 8	5,5 - 9	---	6,9	6,7	7,3
EOX	[mg/kg]	1	3	10	15	<1	<1	<1
MKW	[mg/kg]	100	300	500	1.000	<40	<40	<40
Σ BTEX	[mg/kg]	< 1	1	3	5	n.n.	n.n.	n.n.
Σ LHKW	[mg/kg]	< 1	1	3	5	n.n.	n.n.	n.n.
Σ PAK nach EPA	[mg/kg]	1	5	15	20	0,89	1,21	n.n.
Σ PCB	[mg/kg]	0,02	0,1	0,5	1	n.n.	0,01	0,05
Arsen	[mg/kg]	20	30	50	150	8,8	6,9	3,5
Blei	[mg/kg]	100	200	300	1.000	40	41	39
Cadmium	[mg/kg]	0,6	1	3	10	0,2	0,8	<0,2
Chrom, ges.	[mg/kg]	50	100	200	600	10	18	4
Kupfer	[mg/kg]	40	100	200	600	29	40	18
Nickel	[mg/kg]	40	100	200	600	7	9	5
Quecksilber	[mg/kg]	0,3	1	3	10	0,23	0,53	0,08
Thallium	[mg/kg]	0,5	1	3	10	<0,2	<0,2	<0,2
Zink	[mg/kg]	120	300	500	1.500	71	110	42
Cyanide, ges.	[mg/kg]	1	10	30	100	0,7	0,8	<0,5

Parameter	Dim.	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Acker Nord	Acker Süd	Verkehrsflächen
						MP BP 1 [BS1+BS3+BS4]	MP BP 1 [BS5+BS8+BS9]	MP BP 1 [BS6+BS10+BS11+BS12+BS13+RKS3]
pH ¹⁾	[-]	6,5 - 9	6,5 - 9	6,0 - 12	5,5 - 12	74	7,6	8,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	500	500	1.000	1.500	130	128	101
Chlorid	[mg/l]	10	10	20	30	1,5	<1	3,0
Sulfat	[mg/l]	50	50	100	150	<1	<1	6,0
Cyanide, ges.	[µg/l]	< 10	10	50	100	<5	<5	<5
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	50	100	<10	<10	<10
Arsen	[µg/l]	10	10	40	60	2	3	4
Blei	[µg/l]	20	40	100	200	2	<1	<1
Cadmium	[µg/l]	2	2	5	10	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom, ges.	[µg/l]	15	30	75	150	<1	<1	<1
Kupfer	[µg/l]	50	50	150	300	15	13	5
Nickel	[µg/l]	40	50	150	200	<1	1	<1
Quecksilber	[µg/l]	0,2	0,2	1	2	<0,2	<0,2	<0,2
Thallium	[µg/l]	< 1	1	3	5	<0,2	<0,2	<0,2
Zink	[µg/l]	100	100	300	600	20	<10	<10

Bei der untersuchten Bodenluft sowie bei den Bodenprobenuntersuchungen auf MKW liegen die Schadstoffparameter unterhalb der jeweiligen Richtwerte bzw. waren nicht nachweisbar.

Gemäß LAGA ist die Bodenprobe Acker Nord der Klasse Z0, die übrigen beiden untersuchten Proben Acker Süd und Verkehrsflächen der Klasse Z1.1 zuzuordnen. Grund hierfür sind in Acker Süd ermittelte PAK-Gehalte von 1,21 mg/kg, Cadmiumgehalte von 0,8 mg/kg sowie Quecksilbergehalte von 0,53 mg/kg und in Verkehrsflächen ermittelten PCB-Gehalte von 0,005 mg/kg.

6 GRUNDWASSER

6.1 Wasserstände, Bemessungsgrundwasserspiegel

In den Aufschlüssen ergaben sich bis zur erreichten Endteufe keine Hinweise auf einen Wasserzutritt. Entsprechend des in Kapitel 3.1 genannten zu erwartenden Grundwasserstand von ca. 8 m ist eine Berücksichtigung eines Bemessungsgrundwasserspiegels bei der Bemessung der Gründungen und bei der Ausführung der für die Bauarbeiten vorgesehenen Baumaßnahmen nicht erforderlich.

7 GRÜNDUNG

7.1 Randbedingungen

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen [U5] sollen die Gebäude auf Streifenfundamenten flach gegründet werden. Unterkellerungen sind nicht vorgesehen. Baunull ($\pm 0,00$ m) entspricht der Kote an OK FFB (Fertigfußboden). Die Kote OK RFB (Rohfußboden) liegt auf $-0,25$ m und UK RFB auf $-0,37$ m. Die Fundamentunterkanten liegen auf $-0,62$ m (Innenfundamente) und auf $-0,81$ m (Außenfundamente).

Die Tabelle 7.1 gibt eine Übersicht über die aus den angegebenen OK FFB resultierenden Gründungsniveaus in Abhängigkeit der nivellierten Aufschlusspunkte sowie zu den Tiefenunterschieden zwischen der Oberkante der Baugrundsichten 2 bzw. 3 und der Gründungssohle gemäß [U7].

Tabelle 7.1: Gründungsangaben

Hausgruppe Bzw. Bauwerk	Geplante OK FFB	Gründungssohle Innenfundamente (OK FFB - 0,62 m)	Gründungssohle Außenfundamente (OK FFB - 0,81 m)	OK BGS 2 bzw. OK BGS 3	Tiefenunterschied**	Tiefenunterschied**
					GS (-0,62) - OK BGS 2/3	GS (-0,81) - OK BGS 2/3
	mNN	mNN	mNN	mNN	m	m
81_e (BS5)*	298,88	298,26	298,07	298,00	0,26	0,07
81_i (BS9)*	298,74	298,12	297,93	297,97	0,15	-0,04
116_f (BS6)*	298,90	298,28	298,09	297,57	0,71	0,52
116_j (BS11)	299,20	298,58	298,39	298,19	0,39	0,20
116_k (BS12)	298,87	298,25	298,06	298,08	0,17	-0,02
116_l (BS10)	298,90	298,28	298,09	296,36	1,92	1,73
141_a (BS1)*	298,56	297,94	297,75	297,72	0,22	0,03
141_b (BS2)*	298,48	297,86	297,67	297,80	0,06	-0,13
141_c (BS3)*	299,00	298,38	298,19	297,77	0,61	0,42
141_d (BS4)*	298,41	297,79	297,60	297,69	0,10	-0,09
141_g (BS7)	299,20	298,58	298,39	297,82	0,76	0,57
141_h (BS8)	298,58	297,96	297,77	297,84	0,12	-0,07
Parkhaus (BS13)	keine Angaben	keine Angaben zum Gründungstyp sowie Gründungslasten		298,00	-	-
Min	-	297,79	297,60	-	0,06	-0,13
Max	-	298,58	298,39	-	1,92	1,73

* Schicht BGS 2 wurde angetroffen

** (+) bedeutet, dass die Gründungssohle oberhalb der OK BGS 2/3 (bzw. innerhalb der BGS 1) liegt.

(-) weist darauf hin, dass die Gründungssohle unterhalb der OK BGS 2/3 (bzw. innerhalb der BGS 2/3) liegt.

Gemäß Tabelle 7.1 liegt die Gründungssohle der außen- bzw. innenliegenden Fundamente zum großen Teil in den Baugrundsichten 1 und nur teilweise in der Baugrundsicht 2 bzw. 3.

Die Baugrundsicht BGS1 stellt die Oberflächenbefestigungen, die Auffüllungen und den Mutterboden dar und ist als Gründungshorizont nicht geeignet und in jedem Fall zu entnehmen und durch einen geeigneten Boden im Sinne eines Bodenpolsters zu ersetzen. Die Baugrundsicht BGS 2 besteht im Wesentlichen aus schwach schluffigen, schwach tonigen Sanden in lockerer bis mitteldichter Lagerung. Die Baugrundsicht 3 setzt sich aus schwach schluffigen, schwach tonigen Sanden (Verwitterungshorizont des Blasensandstein) in mitteldichter bis dichter Lagerung zusammen. Dementsprechend sind die BGS 2 und BGS 3 als Gründungshorizont geeignet.

Sollten wider Erwarten auf der geplanten Gründungsebene gering tragfähige Böden z.B. Auffüllungen oder bindige, aufgeweichte Schluff- / Tonlinsen angetroffen werden bzw. sollte die Gründungsebene oberhalb der BGS 2 / BGS 3 liegen, so empfehlen wir einen Bodenaustausch bis zum Erreichen der BGS 2 / BGS 3 vorzunehmen.

Flachgründungen in Form von Einzel- oder Streifenfundamenten sind generell möglich.

In der nachstehenden Tabelle 7.2 sind die Charakteristika der standardisierten Fundamenttypen für die vorgesehenen Haustypen 116 und 141 aus [U5] zusammengefasst.

Tabelle 7.2 Charakteristika der standardisierten Fundamenttypen aus [U5]

Haustyp	Fundamentbreite [cm]	Einbindetiefe [cm ab OK FFB (RFB)]	Streifenlast [kN/m]	Sohlspannung [kN/m ²]
81	30	81 (56)	37	123,4
	40	62 (37)	68	170
	40	81 (56)	34	85
	50	62 (37)	34	68
	50	81 (56)	68	136
116	30	81 (56)	74,76	249,2
	35	62 (37)	78,60	224,6
	55	62 (37)	137,6	250,2
141B	30	81 (56)	47	156,7
	30	81 (56)	61	203,4
	30	81 (56)	63	210
	40	62 (37)	57	142,5
	40	62 (37)	63	157,5
	40	62 (37)	75,3	188,3
	50	62 (37)	111	222
	50	62 (37)	126	252
	50	62 (37)	148	296

Neben den Vorgaben zu den aufzunehmenden Sohlspannungen besteht durch die Deutsche Reihenhaus AG die zusätzliche Vorgabe, dass die rechnerischen Setzungen der Fundamente nicht größer als $s = 1,5 \text{ cm}$ betragen dürfen.

Unter Berücksichtigung der untersten Grenzen der charakteristischen Kennwerten der Baugrundsichten und unter Beachtung der in Tabelle 7.2 angegebenen Sohlspannungen wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchgeführt. Hierbei wurde vorausgesetzt, dass zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit gegen Grundbruch die außen liegenden Fundamente ausreichend tief in den Untergrund einbinden (0,8 m). Das heißt, dass das Gelände, so wie vorgesehen ([U5], Detail Ausbildung Außenbereich), bis auf Höhe OK FFB EG aufgefüllt wird.

Im Ergebnis der o. g. Berechnungen ist eine Bodenpolsterschicht von mind. 50 cm zur Gewährleistung eines ausreichenden Sohlwiderstandes und zur Reduzierung der zu erwartenden Setzungen auf ein Maß von 1,5 cm erforderlich.

Wegen der wechselnden Untergrundverhältnisse wird empfohlen, für die einzelnen Hausgruppen getrennte Berechnungen durchzuführen.

7.2 Weitere Hinweise zur Gründung

Alternativ ist eine Gründung auf einer Fundamentplatte möglich. Die Dicke der Fundamentplatte ist mittels Setzungsberechnungen festzulegen. Auf der Grundlage der Setzungsberechnungen ist eine Bettungsmodulverteilung für die Bemessung der Fundamentplatte zu ermitteln.

Verbleiben nach dem Rückbau der Bestandsgebäude und anderer baulicher Anlagen ggf. Keller- und Fundamentgruben o.Ä. im Bereich der geplanten Hausgruppen sind diese ebenfalls mit einer Bodenpolsterschicht gemäß Abschnitt 8.2 auszugleichen. Gleiches gilt beim Verfüllen eventuell vorhandener Geländevertiefungen und Mulden. Es ist geotechnisch geeignetes Material mit einem Feinkornanteil $< 15\%$ zu verwenden. Der Einbau hat lagenweise (max. 30cm) mit einer Proctordichte von $D_{pr} \geq 98\%$ zu erfolgen. Es sind Verdichtungskontrollen nach ZTVE durchzuführen.

7.3 Bauwerksabdichtung

Aufgrund der vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse ist es in Verbindung mit entsprechenden Dränagemaßnahmen gemäß DIN 18195-1 ausreichend, die erdberührten Bauteile der Wohnhäuser gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser nach DIN 18195-4 abzudichten. Andernfalls wird empfohlen, die Bauwerksabdichtung auf den Lastfall aufstauendes Sickerwasser gemäß DIN 18195-6, Abschnitt 9 auszulegen.

Weitere Hinweise zur Bauwerksabdichtung nennen die DIN 18195 sowie die DIN 4095. Im Übrigen sind die Abdichtungsmaßnahmen auf mögliche besondere Erfordernisse im Hinblick auf die geplanten Nutzungen abzustimmen. Die Abdichtungsmaßnahmen sind im Einzelnen zu planen und zu bemessen.

7.4 Verkehrsflächen

Das Planum für Verkehrsflächen liegt je nach Höhenlage innerhalb der BGS1 bzw. Gemäß ZTV E-StB 09 sind diese Baugrundsichten in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 – F3 einzuordnen. Empfehlungen für den Oberbau von Verkehrsflächen unter Berücksichtigung der im Bereich des Erdplanums vorhandenen Frostempfindlichkeitsklasse gibt die RStO 12. Dementsprechend ist bei frostempfindlichem Untergrund (F2-F3) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dieser Wert kann in den anstehenden Böden der Bodengruppen SE und SU/ST je nach tatsächlichem Feinkornanteil und Wassergehalt voraussichtlich ohne weitere Maßnahmen erreicht werden. Sollte der geforderte E_{v2} -Wert bei höheren Feinkornanteilen und nicht optimalen Wassergehalt nicht erreicht werden, so ist ein zusätzlichen Bodenaustausch in einer Stärke von voraussichtlich ca. 30 cm bis 50 cm erforderlich. Das Material ist auszuräumen und durch geeignetes Austauschmaterial zu ersetzen. Alternativ kann eine Bodenverbesserung mittels Kalk / Zement - Stabilisierung durchgeführt werden.

7.5 Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

Sofern eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser realisiert werden soll, kann für die Braugrundsichten BGS2 und BGS3 der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f anhand der Kornverteilungskurven der untersuchten Bodenproben vorläufig mit 4×10^{-4} – bis $4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ angesetzt werden. Für die lokal auftretenden bindigen Schichten innerhalb der BGS3 sind die Durchlässigkeitsbeiwerte mit $k_f < 1 \times 10^{-7}$ anzusetzen.

Gemäß Arbeitsblatt DWA – A 138 sind Böden für eine Versickerung von Niederschlagswasser als geeignet anzusehen, die eine Wasserdurchlässigkeit zwischen $k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ aufweisen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Sohlen der Versickerungsanlagen grundsätzlich mindestens 1 m über dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) liegen sollten. Die Voraussetzungen für eine Versickerung im Baufeld sind demnach prinzipiell gegeben.

Im Bereich von geplanten Versickerungseinrichtung sind ergänzenden Versickerungsversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit und zu Lokalisierung der genannten bindigen gering bis nicht durchlässigen Schichten z empfehlen

7.6 Geotechnische Kategorie

Für die vorliegende Gründungssituation und die geplanten Bauwerke ist die Geotechnische Kategorie 2 nach DIN 1054-2010 anzuwenden.

8 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

8.1 Baugruben

Für die Herstellung der Fundamente sind einzelne Baugruben bis zu einer Tiefe von ca. 1 bis 1,80 m unter der jeweiligen Geländeoberkante notwendig. Baugruben bis 1,25 m Tiefe können nach DIN 4124 senkrecht ausgehoben werden. Tiefere Baugruben z.B. für Entwässerungsleitungen oder -schächte müssen geböscht oder verbaut werden. Unbelastete Böschungen bis 5,0 m Höhe können nach DIN 4124 über Grundwasser in den anstehenden nichtbindigen oder weichen bindigen Böden (Auffüllungen, schluffige Sande) unter 45 Grad ohne besonderen Nachweis hergestellt werden. Ferner ist darauf zu achten, dass vorhandene Gebäude, Leitungen, andere bauliche Anlagen oder Verkehrsflächen nicht gefährdet sind.

Für die Herstellung der Baugruben sind die weitergehenden Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 zu beachten. Die Baugrubenböschungen sind vor Durchfeuchtung, Erosion und Frost zu schützen. Als Witterungs-/ Erosionsschutz wird eine Abdeckung der Böschungen mit Folie empfohlen.

Es wird empfohlen, die Fläche der Böschungskronen in einem Abstand von 2 m zur Böschungskante für den Zeitraum der Bauausführung lastfrei zu halten. Die Breite des lastfreien Schutzstreifens bezieht sich auf das verwendete Baugerät und ist im Einzelfall zu prüfen.

Etwaige baubedingte Auflockerung der Fundamentsohlen sind durch geeignetes Gerät nachzuverdichten.

8.2 Behandlung der Aushub- und Gründungssohlen

Die genannten Bemessungskennwerte gelten unter der Voraussetzung, dass die Baugrubensohle einwandfrei hergerichtet und vom geotechnischen Sachverständigen abgenommen wurde. Ggf. aufgeweichte oder gestörte Bodenzonen sind vollständig auszuräumen und durch geeignetes Material zu ersetzen.

Für ggf. erforderliche Bodenaustauschmaßnahmen oder für die Herstellung von Polsterschichten ist ein geeignetes Material zu verwenden. Als geeignet anzusehen sind neben Magerbeton weitgestufte Kiessand-Gemische der Bodengruppen GW, GI oder GU gemäß DIN 18196. Bei Verwendung von GU-Boden sollte dessen Feinkornanteil max. 10 % betragen. Gebrochenem Material ist der Vorzug zu geben. Das Material sollte verdichtet eine möglichst geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Die Herstellung der Polsterschichten hat lagenweise (Schichtdicke 0,3 m) und qualifiziert zu erfolgen, die erzielte Verdichtung ($D_{PR} \geq 100\%$) ist nachzuweisen. Sollte RC-Material eingebaut werden, sind Eignungsnachweise (Umwelt und Geotechnik) vorzulegen bzw. einzufordern.

Der Bodenaustausch ist mit seitlichem Überstand zu den Fundamentaußenkanten herzustellen, der der Polster- bzw. Austauschdicke entspricht (Neigung: 1:1).

8.3 Wasserhaltung

Mit den derzeit gegebenen Grundwasserständen und in Anbetracht des Bemessungswasserstands werden voraussichtlich keine nennenswerten Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Zutretende Tag- und Schichtwässer sind, sofern sie nicht zeitnah versickern, in Drainagegräben und Pumpensümpfen zu sammeln und in eine geeignete Vorflut oder in den Kanal abzuleiten.

Für die Einleitung von Wässern in eine Vorflut ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Die Einleitung in den Kanal ist bei den zuständigen Entwässerungsbetrieben zu beantragen.

8.4 Frostsicherheit

Das Planungsgebiet befindet sich nach RStO 01 in der Frosteinwirkungszone 2. In Anlehnung an das Grundbautaschenbuch Teil 3 ist bei den anstehenden frostveränderlichen Böden (F2-F3) die Mindestgründtiefe von 0,80 m einzuhalten.

Die Fundamente sind, sofern witterungsbedingt eine Frosteinwirkung nicht ausgeschlossen werden kann, in allen Bauzuständen frostfrei auszubilden. Entsprechend der geplanten Gründungstiefen der Außenfundamente bei 0,8 m unter dem Niveau an OK FFB EG ist daher eine Anschüttung bis auf dieses Niveau vorzunehmen.

Weiterhin kann die Frostsicherheit bei Ausführung einer Bodenplatte durch Anschüttungen oder umlaufende Frostschrüzen gewährleistet werden.

8.5 Erdarbeiten

Bei den Erdarbeiten fallen die Lockergesteine der Baugrundsichten BGS1 bis BGS3 als Bodenaushub an. Für eine Ausschreibung der Erdarbeiten nach DIN 18300-2015 wird empfohlen, die Homogenbereiche (H) wie folgt zu definieren. Alternativ sind in der nachfolgenden Tabelle 8.1 die Bodenklassen nach DIN 18300-2009 (alt) angegeben.

Tabelle 8.1: Homogenbereiche (DIN 18300-2015) und Bodenklassen (DIN 18300-2009 alt)

Baugrundsicht	Homogenbereich	Bodenklasse
BGS 1:	H1a (Acker-/ Mutterboden)	1
	H1b (Auffüllung)	3-4
BGS2/3:	H2 (Lockergestein)	3,4 (5) ⁽¹⁾

⁽¹⁾ linsenförmiges Auftreten von Böden der Bodengruppe TA

Die Bodenklassen nach DIN 18300-2009 sind mit der Einführung der neuen VOB im September 2015 formal nicht mehr gültig. Die Angaben wurden gleichwohl vorgenommen, da die Umstellung in das Konzept der Homogenbereiche aktuell in der Praxis nicht abgeschlossen ist.

Weitere, für die Anwendung der Homogenbereiche erforderliche Angaben von Kennwerten werden zum jetzigen Stand der Planungen nicht gemacht. Diese können jedoch, sollten Ausschreibungen nach DIN 18300-2015 vorgesehen sein, in Abstimmung mit dem Auftraggeber in einem gesonderten Bericht nachgereicht werden.

8.6 Arbeitsraumverfüllungen

Unter geotechnischen Gesichtspunkten sind die Arbeitsräume unter Einhaltung der Bestimmungen der ZTVE-StB 94 für Baugruben und Leitungsgräben lagenweise fachgerecht zu verfüllen und zu verdichten. Der erforderliche Verdichtungsgrad beträgt in Leitungsgräben $DPr \geq 97 \%$ und in Baugruben $DPr \geq 100 \%$. Die Verdichtung kann durch Plattendruckversuche oder Rammsondierungen nachgewiesen werden.

Zur Verfüllung der Arbeitsräume sind ferner die Angaben der DIN 18195 / 4095 zu beachten.

8.7 Wiederverwendbarkeit und Entsorgung der Aushubmaterialien

Aus geotechnischer Sicht sind die angetroffenen Bodenschichten mit Ausnahme des Mutterbodens und der Auffüllungen für einen qualifizierten Einbau geeignet. Bei einer Entsorgung von Böden der BGS1 sind die abfallrechtlichen Einstufungen gemäß Kapitel 9.3 zu berücksichtigen

8.8 Qualitätssicherung Erdbau

Zusätzlich zur Eigenüberwachung durch die bauausführenden Unternehmen wird zur Sicherstellung der Ausführungsqualität und zur Kontrolle von Nachtragsforderungen empfohlen, die Arbeiten zur Baugrubenherstellung / Aushub, die Herstellung der Gründungssohlen, Bodenaustauschmaßnahmen, Verfüllung der Arbeitsräume usw. durch eine Sachverständigen für Geotechnik zu überwachen.

9 ALTLASTEN- UND ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG

9.1 Bewertungsgrundlagen

Für die Beurteilung einer von Schadstoffbelastungen im Boden ausgehenden Gefährdung von Schutzgütern existieren in der Bundesrepublik Deutschland seit 1999 gesetzlich vorgegebene Prüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [BBodSchV]. Die BBodSchV unterscheidet hierbei zwischen drei verschiedenen Wirkungspfaden: Boden - Mensch, Boden - Nutzpflanze und Boden - Grundwasser. Für die Nutzung als Wohnbebauung sind die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser bewertungsrelevant. In Hinblick auf einen Bodenabtrag nach dem Abriss des Baubestands auf dem untersuchten Gelände ist auch eine

Beurteilung von Schadstoffbelastungen im Boden unter abfalltechnischen Gesichtspunkten relevant.

Wirkungspfad Boden-Mensch

Für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) weist die Bundesbodenschutzverordnung für verschiedene Schadstoffe bzw. –stoffgruppen eine Reihe von Prüf- bzw.- Maßnahmewerten aus, die zwischenzeitlich durch ergänzende Veröffentlichung des Umweltbundesamtes erheblich erweitert wurden. Wesentlich für die Bewertung ist die nutzungsabhängige Definition zulässiger Schadstoffkonzentrationen, deren Szenarien von sensibler Nutzung bis zu gewerblicher Nutzung reichen, im Rahmen derer höhere Schadstoffbelastungen tolerabel sind. Bei der Nutzung durch Wohnbebauung mit Gärten ist grundsätzlich das sensibelste Nutzungsszenario „Kinderspielflächen“ zu unterstellen.

Für dieses Nutzungsszenario ist zum einen der unmittelbar zugänglich Mutterbodenhorizont bis 0,1 m u. GOK, zum anderen aber auch unterlagernde Bodenhorizonte bis zu einer maximal von Kindern zu erreichenden Tiefe von 0,35 m u. GOK in die Betrachtungen einzubeziehen.

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Die BBodSchV sieht zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser die Bewertung anhand von Prüfwerten vor. Da das untersuchte Gelände weiterhin industriell genutzt werden soll, beschränkt sich die Bewertung der Schadstoffkonzentration auf die Prüfwerte des Wirkungspfades Boden-Grundwasser. Liegt der Gehalt eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes, ist der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung ausgeräumt. Bei einer Überschreitung des Prüfwertes zur Bewertung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser ist im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration am Ort der Beurteilung (Übergangsbereich von der wasserungesättigten in die wassergesättigte Bodenzone) den Prüfwert überschreitet.

Für die untersuchten Feststoff- und Bodenluftgehalte existieren in der BBodSchV z.T. keine Prüfwerte. Hierzu werden ergänzend die im LfW-Merkblatt 3.8/1 aufgeführten Bewertungskriterien in die Betrachtung einbezogen. Das LfW-Merkblatt benennt Hilfwerte für die Beurteilung von Emissionen ausgehend von Gesamtstoffgehalten des Boden-Feststoffes und der Bodenluft.

Gemäß LfW-Merkblatt besteht die Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung i.a. nicht, wenn die untersuchten Gesamtstoffgehalte an der Stelle, an der eine Emission entsteht, den Hilfwert 1 unterschreitet. Bei einer Überschreitung des Hilfwertes 1 ist von einer Überschreitung des Prüfwertes im Sickerwasser am Ort der Probenahme auszugehen und es ist eine Emissionsabschätzung mit einer Sickerwasserprognose durchzuführen.

Die Bewertung eine Grundwasserverunreinigung erfolgt anhand der im LfW-Merkblatt 3.8/1 aufgeführten Stufen-Werten. Demnach ist bei einer Unterschreitung des Stufe-1-Wertes keine bzw. eine geringfügige Grundwasserverunreinigung vorhanden. Bei einer Überschreitung des Stufe-1-Wertes ist eine Detailuntersuchung erforderlich.

Abfallrechtliche Bewertung

Für die Verwertung von Bodenmaterial ist von der LAGA eine Anforderungsliste an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen erarbeitet worden. In dieser Liste werden sogenannte Zuordnungswerte (Z0 bis Z2) aufgeführt, die bei einer Verwertung die Zuordnung von belastetem Material für relevante Schadstoffparameter regeln. Die Zuordnungswerte stellen die Obergrenze für die einzelnen Einbauklassen dar. Der Zuordnungswert Z0 ermöglicht einen uneingeschränkten Einbau des Bodens. Der Zuordnungswert Z1 (Z1.1 oder Z1.2) lässt nur eingeschränkt einen offenen Einbau zu und der Zuordnungswert Z2 erfordert definierte technische Sicherungsmaßnahmen bei Einbau des Materials. Bei Überschreitung des Zuordnungswertes Z2 ist eine Beseitigung der mineralischen Abfälle unter Berücksichtigung der Vorgaben der Deponieverordnung erforderlich.

Die oben benannten, schadstoffspezifischen Prüf-, Hilfs- Stufe- und Zuordnungswerte sind zum Abgleich mit den ermittelten Schadstoffkonzentrationen in Tabelle 5.5 bis Tabelle 5.7 aufgeführt.

9.2 Gefährdungsabschätzung

Die in den untersuchten Bodenproben ermittelten Schadstoffgehalte liegen im Bereich einer ubiquitären Hintergrundbelastung und stellen keine Überschreitung der für die Wirkungspfade Boden - Mensch und Boden – Grundwasser heranzuziehenden Richtwerte dar.

Eine von dem Gelände ausgehende Gefährdung für den Menschen und die Umwelt kann auf Grundlage der durchgeführten Recherchen zur Nutzungshistorie sowie den vorliegenden Untersuchungen aus gutachterlicher Sicht ausgeschlossen werden. Ein weiterer Handlungsbedarf ist nicht gegeben.

Es wird darauf hingewiesen, dass sich die dargestellten Ergebnisse und Folgerungen auf punktuell im Gelände gewonnene Daten beziehen, die naturgemäß kleinräumige Abweichung im Bodenaufbau sowie im Schadstoffinventar und -gehalt nicht wiedergeben können. Insbesondere in den vorliegenden künstlichen Ablagerungen ist von einer heterogenen Schadstoffverteilung auszugehen. Weitere oder in ihrer Konzentration abweichende Schadstoffe als im vorliegenden Gutachten dargestellt, können letztlich nicht völlig ausgeschlossen werden. Die ermittelten Resultate besitzen damit einen orientierenden, indikativen Charakter.

9.3 Abfallrechtliche Bewertung

Die im Auffüllungshorizont bzw. Boden ermittelten Schadstoffbelastungen sind im Hinblick auf eine Umnutzung und damit verbundenen Erdarbeiten auch unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten zu betrachten.

Gemäß den vorliegenden Untersuchungsbefunden ist das bei eventuell zukünftigen Erdarbeiten auf dem Gelände anfallende Abtragsmaterial der Geländeauffüllungen zum überwiegenden Teil den LAGA Zuordnungsklassen Z0 und Z1.1 zuzuweisen. Nach den Vorgaben der LAGA kann

das Material demnach im Rahmen eines uneingeschränkten (Z0) oder eingeschränkten (Z1.1) offenen Einbaus einer Wiederverwertung zugeführt werden.

9.4 Empfehlungen

Wir empfehlen im Zuge der Umnutzung der Fläche bisher nicht verifizierbare Verdachtsmomente abzuklären. Hierzu zählen die zum Zeitpunkt der Untersuchungen nicht zugängliche ehemalige Werkstatthalle, die Aufstandsfläche des hydraulischen Lastenaufzuges in der Produktionshalle, ein im Plan verzeichneter aber vermutlich nicht realisierten 20.000 l Tanks sowie ein von 1974 bis 1985 genutzter, stillgelegter 1.000 l Altöltank unbekannter Lage.

Die amtlicherseits ausgewiesene potenzielle Kampfmittelbelastung für die Fläche ist bei zukünftigen Baumaßnahmen zu beachten. Der negative Befund der durchgeführten Kampfmitteluntersuchung im Bereich der Aufschlusspunkte kann nicht auf die gesamte Fläche übertragen werden.

10 SCHLUSSBEMERKUNG

Sämtliche baugrundtechnischen Empfehlungen dieses Gutachtens basieren auf den lokalen Baugrundaufschlüssen sowie einer Realisierung der geplanten Baulichkeiten unter Einhaltung der in diesem Bericht getroffenen Annahmen. Dies gilt insbesondere für die Annahmen zu den geplanten Gründungstiefen. Sollten von den Annahmen abweichende Varianten zur Ausführung kommen, sind die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse und Empfehlungen erneut zu überprüfen. Sollten während der Bauarbeiten sich abweichend verhaltende oder weniger tragfähige Baugrundbereiche angetroffen werden, ist der geotechnische Sachverständige zur Festlegung eventuell notwendiger Anpassungsmaßnahmen erneut und rechtzeitig einzuschalten.

Es wird eine Begleitung des Bauvorhabens durch einen geo- und umwelttechnischen Sachverständigen empfohlen.

CDM Smith Consult GmbH
Nürnberg, 2016-07-09

erstellt:



Dipl. Geol Martin Dornheim



M.Sc. Hassan Alkayyal



Dipl. Ing Ralf Geißler