

Ing.-Büro Voigtmann · Brückenstr. 11/1 · 71364 Winnenden

Stadtverwaltung Steinheim
Marktstr. 29
71711 Steinheim an der Murr

Ort
Winnenden
Datum
12.10.2017

Baugebietsgutachten

Nr. 31915

Auftraggeber Stadtverwaltung Steinheim

Projekt Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar

Bauherr Stadtverwaltung Steinheim

Beurteilung der Baugrundverhältnisse mittels 22 Kleinbohrungen

Bearbeiter Harald Voigtmann, Dipl.-Geologe

Verteiler AG (1x), vorab per E-Mail
ISTW (1x), vorab per E-Mail
Geotek Ingenieure (1x), vorab per E-Mail

| Inhaltsverzeichnis I | Seite |
|---------------------------------------------------------|-------|
| 1. Vorbemerkung | 1 |
| 2. Durchgeführte Untersuchungen | 2 |
| 3. Topografische Situation | 3 |
| 4. Geologische Verhältnisse | 3 |
| 4.1 Allgemeine Geologie | 3 |
| 4.2 Auffüllung (A)..... | 4 |
| 4.3 Löss (L) und Lösslehm (LL)..... | 5 |
| 4.4 Verwitterungslehm (VL)..... | 5 |
| 4.5 Fließerde (FE)..... | 5 |
| 4.6 Auelehm (AL)..... | 6 |
| 4.7 Sumpfton (ST)..... | 6 |
| 4.8 Sandig-kiesige Bachablagerungen (BA)..... | 6 |
| 4.9 Verwitterter Gipskeuper..... | 7 |
| 4.10 Verwitterter Lettenkeuper (kuv)..... | 7 |
| 4.11 Schichtgrenzen..... | 8 |
| 4.12 Bodenklassen nach DIN 18 196 | 10 |
| 5. Hydrogeologische Verhältnisse..... | 11 |
| 6. Sickerversuche | 13 |
| 7. Ergebnis der Laboruntersuchungen | 16 |
| 7.1 Bodenmechanische Kennwerte | 16 |
| 7.2 Wasserdurchlässigkeiten..... | 19 |
| 7.3 Bodenklassen gem. DIN 18 300 | 20 |
| 7.4 Bodenklassen gem. DIN 18 319 und DIN 18 301 | 22 |
| 7.5 Homogenbereiche nach VOB Teil C..... | 23 |
| 7.6 Frostempfindlichkeit, Schrumpfeempfindlichkeit..... | 24 |
| 7.7 Chemische Analyse der Bodenmischproben | 25 |
| 7.7.1 Bewertungsgrundlagen..... | 25 |
| 7.7.2 Analyseergebnisse | 26 |
| 7.7.3 Bewertung der Analyseergebnisse | 30 |

Inhaltsverzeichnis II

Seite

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 8. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Kanal/Straße | 31 |
| 8.1 Kanalbau | 31 |
| 8.1.1 Rohraufleger | 33 |
| 8.1.2 Kanalgrabenböschungen..... | 34 |
| 8.1.3 Verfüllung der Leitungsgräben | 35 |
| 8.1.4 Wasserhaltung..... | 37 |
| 8.2 Straßenbau..... | 38 |
| 9. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Gebäude..... | 41 |
| 9.1 Angaben zu den Bauwerken | 41 |
| 9.1.1 Gründungsmöglichkeiten für nichtunterkellerte Gebäude | 41 |
| 9.1.2 Gründungsmöglichkeiten für unterkellerte Gebäude | 43 |
| 9.1.3 Baugrubenböschungen und -sohlen | 45 |
| 9.1.4 Aufbau unter den Bodenplatten | 46 |
| 9.1.5 Maßnahmen zum Schutz gegen Grundwasser..... | 47 |
| 9.1.6 Aushub der Bodenklasse 6 und 7 | 48 |
| 9.1.7 Erdbebenkräfte | 48 |
| 9.1.8 Entsorgung von Aushubmaterial..... | 48 |
| 9.1.9 Altablagerung "Scheibenäcker"..... | 48 |
| 10. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Versickerung | 51 |
| 11. Schlussbemerkung..... | 52 |

| Anlagenverzeichnis | Anlage |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Lageplan des Untersuchungsgebiets | 1 |
| Lage der Untersuchungspunkte | 2 |
| Kleinbohrungen BS 1 bis BS 22 (Schichtenverzeichnisse, Säulenprofile) | 3-24 |
| Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Angabe der wahrscheinlichen Bodenkennwerte, Auswertung der Proctorversuche | 25-35 |
| Analysenergebnisse Bodenmischproben | 36-42 |
| Analysenergebnisse Grundwasserprobe | 43-44 |
| Klassifikation von Böden nach DIN 18 301 | 45 |
| Daten der Sickerversuche SV 1 und SV 2 | 46 |
| Geologische Schnitte 1 und 2 | 47-48 |

1. Vorbemerkung

Die Stadt Steinheim plant im Ortsteil Kleinbottwar die Erschließung des Baugebiets "Scheibenäcker". Hier sollen Einfamilien- und Mehrfamilienwohnhäuser sowie in einem Teilbereich auch Mischbauten mit Wohnungen und Arbeitsflächen entstehen. In diesem Zusammenhang wurden wir durch die Stadt Steinheim an der Murr, mit Schreiben v. 25.11.2015 damit beauftragt, die notwendigen Untersuchungen zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet durchzuführen und das Ergebnis in einem Gutachten zu dokumentieren.

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurden mir folgende Planunterlagen zur Verfügung gestellt (Unterlage a): Stadt Steinheim an der Murr; Pläne b) bis h): FPZ Zeese Stadtplanung+Architektur, Ludwigstr. 57 in 70176 Stuttgart; Plan i) bis o): ISTW, Franckstr. 4 in 71636 Ludwigsburg; Unterlage p): Landratsamt Ludwigsburg, Fachbereich Umwelt, Hindenburgstr. 40 in 71638 Ludwigsburg).

| | | | | |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| a) | 1 | Auszug aus dem Flächennutzungsplan, Gebietssteckbrief Scheibenäcker | - | Datum: 10.08.2015 |
| b) | 1 | Plan "Städtebauliches Vorkonzept i.R. FNP, Variante C v. 03.12.2010" | Maßstab 1 : 1 000 | Datum: 31.12.2014 |
| c) | 1 | Plan "Entwurfsskizze Variante "Bergstraße"" Baugebiet Scheibenäcker in Kleinbottwar | Maßstab 1 : 1 000 | Datum: 17.12.2015 |
| d) | 1 | Plan "Lageplan Geltungsbereiche" Bebauungsplan Scheibenäcker | Maßstab 1 : 2 000 | Datum: 17.12.2015 |
| e) | 1 | Plan "Entwurfsskizze Variante im "Ortsnetz", Flächenberechnung" Baugebiet Scheibenäcker in Kleinbottwar | Maßstab 1 : 1 000 | Datum: 17.12.2015 |
| f) | 1 | Plan "Entwurfsskizze Variante "Bergstraße", Flächenberechnung" Baugebiet Scheibenäcker in Kleinbottwar | Maßstab 1 : 1 000 | Datum: 17.12.2015 |
| g) | 1 | Plan "Städtebauliches Grundkonzept "Im Ort", Vorabzug" Baugebiet Scheibenäcker in Kleinbottwar | Maßstab 1 : 500 | Datum: 03.06.2016 |
| h) | 1 | Plan "Flächenberechnung Städtebaulicher Entwurf", Baugebiet Scheibenäcker in Kleinbottwar | Maßstab 1 : 500 | Datum: 02.05.2017 |
| i) | 1 | Lageplan mit zusätzlichen Bohrpunkten | ohne Angabe | Datum: 12.02.2016 |
| j) | 1 | Plan "Absteckung Sondierpunkte" Erschließung Neubaugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar | Maßstab 1 : 1000 | Datum: 11.07.2017 |
| k) | 1 | Plan "Absteckung Sondierpunkte" Erschließung Neubaugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar | ohne Angabe | Datum: 13.07.2017 |
| l) | 1 | Plan "Absteckung Sondierpunkte" Erschließung Neubaugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar | ohne Angabe | Datum: 14.07.2017 |

- | | | | | |
|----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|
| m) | 1 | Plan "Absteckung Sondierpunkte" Erschließung Neubaugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar | ohne Angabe | Datum: 07.08.2017 |
| o) | 1 | Plan "Absteckung Sondierpunkte" Erschließung Neubaugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar | ohne Angabe | Datum: 10.08.2017 |
| p) | 1 | Auszug aus der Datenbank BAK "Altablagerung Scheibenäcker Ludwigsburg, Steinheim an der Murr-Kleinbottwar" | ohne Angabe | Datum: 04.12.2015 |

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse wurden am 07.07., 11.07., 12.07., 13.07., 14.08., 15.08., 16.08., 17.08. und 18.08.2017 insgesamt 22 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 22) bis in Tiefen zwischen 7,0 und 13,3 m unter OK Gelände abgeteuft. In den jeweiligen Endtiefen war aufgrund der hohen Festigkeit des anstehenden Bodens oftmals kein weiterer Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Die Bohrlöcher wurden nach der Aufnahme des geologischen Profils und der Entnahme von Bodenproben mit einer abdichtenden Zement-Bentonit-Suspension verschlossen.

Im Vorfeld der Aufschlussarbeiten wurden diese beim LRA Ludwigsburg (Umweltschutzamt) am 01.12.2015 angezeigt und mit Schreiben v. 04.12.2015 genehmigt.

Zur Bestimmung der erforderlichen erdstatischen Kennwerte wurden die entnommenen Bodenproben im Laboratorium beschrieben und ergänzend - sofern möglich - der Penetrometerwiderstand und die Scherfestigkeit mit der Laborflügelsonde bestimmt. An 21 ausgewählten Bodenproben wurde zunächst der natürliche Wassergehalt mittels Ofentrocknung nach DIN 18 121 ermittelt. Des Weiteren erfolgte an diesen Bodenproben zur Bodenansprache bzw. zur Bestimmung der Bodenart und Konsistenz die Konsistenzgrenzenbestimmung nach ATTERBERG nach DIN 18 122. Aus den Laboruntersuchungen wurde auf Rechenwerte für Feuchtdichte, Kohäsion, Reibungswinkel und Steifeziffer rückgeschlossen. An zwei Bodenmischproben wurde, zur Beurteilung der Wiedereinbaubarkeit bzw. zur Abschätzung der erforderlichen Bindemittelzugabe bei Bodenverbesserungsmaßnahmen, jeweils ein Proctorversuch nach DIN 18 127 durchgeführt.

Die Einmessung der Untersuchungsstellen nach ihrer Lage (Gauß-Krüger-Koordinaten) und Höhe erfolgte durch die ISTW Planungsgesellschaft mbH aus Ludwigsburg. Die Höhe der Untersuchungspunkte wurde dann auf Fünfer- bzw. Zehnerzentimeter gerundet.

3. Topografische Situation

Das Baugebiet "Scheibenäcker" befindet sich am nordwestlichen Rand des Stadtteils Kleinbottwar der Stadt Steinheim an der Murr. Der Bebauungsplan reicht im Südwesten bis an die Kelterstraße, wobei das Keltereigebäude und bestehende Wohnhäuser entlang der Kelterstraße miteinbezogen sind. Nach Nordwesten grenzt das Baugebiet an den Feldweg mit der Flst.-Nr. 1775, nach Nordosten an den Feldweg mit der Flst.-Nr. 1540 und im Südosten an die Steinheimer Straße. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite, ungefähr auf Höhe der Kelter, ist zudem ein Regenrückhaltebecken für das Oberflächenwasser des geplanten Baugebiets, mit einer Größe von ca. 4 ha, vorgesehen. Derzeit wird die Fläche zum Ackerbau oder als Wiese mit Obstbaumbestand genutzt. Bereichsweise ist Wildwuchs vorhanden. Morphologisch gesehen handelt es sich um den westlichen Talhang der Bottwar, der im mittleren Bereich ein Gefälle von 7 bis 12° aufweist. Hang- und talseitig flacht dieses Gefälle ab. Der am höchsten gelegene Untersuchungspunkt ist die Kleinbohrung BS 1 in der Südwestecke, mit einer Höhe von 233,50 m NN. Der am tiefsten gelegene Untersuchungspunkt BS 21 befindet sich am südlichen Zipfel, im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens, und weist eine Höhe von 207,80 m NN auf. Somit ergibt sich eine max. Höhendifferenz von 25,70 m innerhalb der Untersuchungspunkte.

4. Geologische Verhältnisse

4.1 Allgemeine Geologie

Im Untersuchungsbereich bzw. im Umfeld der Kleinbohrungen ist nach der geologischen Karte, Blatt "GK 7021 Marbach am Neckar" (Ausschnitt s. Anlage 1/2) mit Löss und Lösslehm über den Schichten des Gipskeupers und in den in der Talauie gelegenen Untersuchungspunkten mit sandig-kiesigen sowie schluffig-tonigen Ablagerungen, teils mit Schlickablagerungen, zu rechnen.

In den Aufschlussbohrungen können die Angaben prinzipiell bestätigt werden. Unter 0,1 bis 0,3 m mächtigem, humosem Oberboden (teilweise aufgefüllt) oder unter aufgefülltem Material wurden Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, Auelehm, Sumpfton, sandig-kiesige Bachablagerungen sowie der verwitterte Gips- bzw. Lettenkeuper angetroffen.

In den Aufschlüssen (BS = Kleinbohrung) wurden die nachfolgend aufgeführten Schichten angetroffen (den verschiedenen Schichten wurden zur besseren Übersicht Schichtkürzel zugeordnet, s. auch geologische Säulenprofile in den Anlagen 3 bis 24; Bodenklassen nach DIN 18 300):

| | | | |
|---|-----------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| - | Quartäre Auffüllung (A) | (Bodenklasse 1, 4, 6 | BS 12, BS 17, BS 19, BS 21 u. BS 22) |
| - | Quartärer Löss (L) | (Bodenklasse 4, 6 | BS 5 bis BS 8, BS 10, BS 11, BS 15, BS 16, BS 18, BS 20) |
| - | Quartärer Lösslehm (LL) | (Bodenklasse 4, 6 | BS 1 bis BS 20) |
| - | Quartärer Verwitterungslehm (VL) | (Bodenklasse 4, 5, 6 | BS 1, BS 2, BS 11, BS 19) |
| - | Quartäre Fließerde (FE) | (Bodenklasse 4, 6 | BS 1, BS 3, BS 4, BS 8, BS 10, BS 11, BS 14, BS 15, BS 17, BS 19) |
| - | Quartärer Auelehm (AL) | (Bodenklasse 2, 4 | BS 12, BS 21, BS 22) |
| - | Quartärer Sumpfton (ST) | (Bodenklasse 4, 5 | BS 13, BS 21, BS 22) |
| - | Quartäre sandig-kiesige Bachablagerungen (BA) | (Bodenklasse 2, 4 | BS 12, BS 21, BS 22) |
| - | Triassischer verwitterter Gipskeuper (km1v) | (Bodenklasse 4, 6 | BS 3, BS 10, BS 15, BS 22) |
| - | Triassischer verwitt. Lettenkeuper (kuv) | (Bodenklasse 4, 6 | BS 14, BS 21) |

4.2 Auffüllung (A)

In den Kleinbohrungen BS 12, BS 17, BS 19, BS 21 und BS 22, also im Bereich der Alttablagerung und der Talaue, wurde zuoberst aufgefülltes Material angetroffen. Hierbei handelt es sich zunächst um 0,10 bis 0,15 m mächtigen, humosen Oberboden. Darunter folgt dann ein bindiger Boden, welcher als schluffiger bis stark schluffiger Ton mit Sand- und/oder Kiesanteilen oder als toniger und feinsandiger Schluff zu beschreiben ist. Die Auffüllung ist braun bis hellbraun gefärbt. Bei einer mäßigen Durchfeuchtung traten zum Untersuchungszeitpunkt steif-halbfeste bis feste Konsistenzen auf. In den Boden waren Reste von Holzkohle, Ziegel, Plastik oder Sandsteinen eingelagert. Organoleptische Auffälligkeiten bezüglich einer möglichen Kontamination waren nicht zu beobachten.

4.3 Löss (L) und Lösslehm (LL)

Mit Ausnahme der Aufschlüsse in der Talaue wurde in den meisten Kleinbohrungen Löss und/oder Lösslehm angetroffen. Der Lösslehm ist durch fortschreitenden Verwitterung und Entkalkung aus dem Löss hervorgegangen. Petrographisch gesehen lässt sich der Lösslehm als schluffiger bis stark schluffiger Ton mit Mittel- bis Feinsandanteilen oder als schwach toniger bis stark toniger Schluff mit den bereits erwähnten Sandanteilen beschreiben. Der Löss ist schluffdominiert und stellt schwach schluffige bis schluffige Tone mit einem mittleren bis hohen Feinsandanteil dar. Insgesamt gesehen zeigen die Ablagerungen braune, hellbraune oder graubraune bis graue Farben. Beim Löss ist bereichsweise auch Rostfleckigkeit zu beobachten. Am Tage meiner Untersuchungen waren Lösslehm und Löss bezüglich ihres natürlichen Wassergehalts oftmals als erdfeucht anzusprechen. Hieraus ergeben sich dann steife bis halbfeste Konsistenzen. Es traten aber auch stärker durchfeuchtete Horizonte auf, welche durchweichte Schichten zur Folge haben. Andererseits dann aber auch leicht ausgetrocknete Schichten mit bis zu fester Konsistenz. Schließlich kann für den Lösslehm noch das Auftreten von Lösskindeln und für den Löss das von Kalkmyceln erwähnt werden.

4.4 Verwitterungslehm (VL)

In wenigen Kleinbohrungen streicht im Liegenden des Lösslehms bzw. der Fließerde ein schwach schluffiger bis schluffiger Ton mit Sand-, teilweise auch Kiesanteilen aus, der als Verwitterungslehm zu interpretieren ist. Bei den Kiesen handelt es sich um Schluffe aus den Keuperschichten. Diese Schichten weisen oftmals hochplastische Eigenschaften auf und sind graubraun, braun, grau, grüngrau oder rotviolett gefärbt. Bei einer mäßigen Durchfeuchtung zeigten sie halbfeste bis feste Konsistenzen.

4.5 Fließerde (FE)

In ungefähr der Hälfte der Untersuchungspunkte steht im Liegenden des Lösslehms oder Verwitterungslehms bzw. auch innerhalb einer Abfolge von Löss und Lösslehm die Fließerde an. Sie setzt sich aus schluffigen bis stark schluffigen, teilweise auch schlufffreien, Tonen mit wechselnden Sand- und Kiesanteilen zusammen. Die rolligen Anteile werden durch Tonsteine, Schluffsteine, Sandsteine oder Quarze aus dem Gips- bzw. Lettenkeuper gebildet. Die in verschiedenen Grau- und Brauntönen, manchmal auch bunt, gefärbte Fließerde zeigte zum Untersuchungszeitpunkt Konsistenzen zwischen steif-weich und fest.

Bezüglich des natürlichen Wassergehalts erfolgte die Ansprache überwiegend als erdfeucht. In den Lagen mit geringer Konsistenz trat eine Durchfeuchtung und in denjenigen mit fester Konsistenz eine Austrocknung auf.

4.6 Auelehm (AL)

In den talseitig gelegenen Kleinbohrungen BS 12, BS 21 und BS 22 ist Auelehm zu beobachten, der entweder oberflächennah, unter geringmächtiger Auffüllung, oder in größerer Tiefe, im Liegenden des Lösslehms, ausstreicht. Er ist von graubrauner, brauner, grauer oder rötlich grauer Farbe. Petrografisch gesehen handelt es sich um schluffige bis stark schluffige Tone mit einem meist geringen Anteil an Fein- bis Mittelsanden. Untergeordnet trat auch ein stark toniger Sand mit Schluff- und Kiesanteilen in Erscheinung. Der Auelehm weist oftmals einen Anteil an feinsten, organischen Partikeln auf. Am Tage meiner Untersuchungen war er stark durchfeuchtet bis durchnässt. Demzufolge traten mit weich bis weich-breiig ausschließlich niedrige Konsistenzen auf.

4.7 Sumpftone (ST)

Auch die Sumpftone sind nur im talseitigen Bereich anzutreffen. Sie stellen ehemalige, ruhende Gewässerbereiche der Bottwar dar. Ihre Zusammensetzung betreffend, kann die Rede von schwach schluffigen bis schluffigen Tonen, bereichsweise mit einem Fein- bis Mittelsandgehalt, sein. Durch den hohen organischen Anteil sind diese Schichten grau, dunkelgrau oder schwarzgrau gefärbt. Zudem können Holzfragmente oder torfige Partien beobachtet werden. Aus bodenmechanischer Sicht ist die oftmals vorhandene, hochplastische Eigenschaft zu erwähnen. Die Konsistenz schwankte zwischen weich und halbfest. Bezüglich des natürlichen Wassergehalts können erdfeuchte bis max. feuchte Ansprachen festgehalten werden.

4.8 Sandig-kiesige Bachablagerungen (BA)

In den talseitigen Kleinbohrungen BS 12, BS 21 und BS 22 folgen unterhalb des Auelehms bzw. des Sumpftons sandig-kiesige Ablagerungen mit variierendem Anteil an Schluffen und Tonen. Es handelt sich hierbei um die sandig-kiesigen Bachablagerungen der Bottwar. Die Schicht kann gemischtkörnig oder überwiegend bindig ausgebildet sein. Farblich gesehen ist sie durch ein Braun, Grau, Hellgrau oder grünliches Grau geprägt. Aus der Durchnässung bis starken Durchfeuchtung resultieren weiche bis breiige Konsistenzen.

4.9 Verwitterter Gipskeuper

In vier Kleinbohrungen wurde zuunterst der Gipskeuper erreicht. Hierbei handelt es sich zunächst um aufgewitterte Ton- und Schluffsteine, welche als schluffiger Ton mit einem wechselnden Sand- und Kiesanteil beschrieben werden können. Die Konsistenz dieses bindigen Bodens schwankte zwischen weich und halbfest, bei einem als erdfeucht, untergeordnet auch als feucht, anzusprechenden, natürlichen Wassergehalt. Meistens konnten darunter dann noch mehr oder weniger unverwitterte, feste Schluff- bis Tonsteine in geringer Mächtigkeit erbohrt werden. In einem Fall standen diese auch gleich direkt unterhalb der quartären Bedeckung an. Diese Gesteine waren trocken bis max. erdfeucht. Der Gipskeuper tritt rotbraun, rotviolett, grau, grüngrau, grünlich braun oder beige gefärbt in Erscheinung.

4.10 Verwitterter Lettenkeuper (kuv)

In den Kleinbohrungen BS 22 und BS 14 steht als triassisches Schichtglied zuunterst der Lettenkeuper an, ungefähr auf Höhenlage des Gipskeupers. Da der Lettenkeuper in einer ungestörten Schichtenfolge unterhalb des Gipskeupers folgt, müssen hier wohl mehrere Verwerfungen durch den südlichen bzw. östlichen Teil des Baugebiets verlaufen. In der geologischen Karte sind südwestlich und nordöstlich des Untersuchungsgebiets Verwerfungen, vermutete und nachgewiesene, eingetragen. Diese Störungen weisen ein hohes erdgeschichtliches Alter auf und zeigen keinerlei aktuelle Aktivitäten. Der Lettenkeuper ist zunächst aufgewittert und liegt als toniger Schluff mit einem Sand- und Kiesanteil vor. Ausgangsgesteine waren Schluffsteine, Dolomitsteine oder Sandsteine. Die Konsistenz dieser Ablagerung war weich oder fest, bei einem als erdfeucht oder feucht-nass anzusprechenden, natürlichen Wassergehalt. Zuunterst wurden dann in geringer Mächtigkeit noch feste und trockene Schluffsteine angetroffen.

4.11 Schichtgrenzen

In den nachfolgend dargestellten Tab. 1.1 und 1.2 sind für die einzelnen geologischen Schichten die Untergrenzen in m unter Gelände, in m NN sowie ihre Mächtigkeiten in den Untersuchungspunkten aufgeführt. In der Endtiefe war, bei zunehmender Festigkeit der Schichten, in vielen Kleinbohrungen kein wesentlicher Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Über die verwendeten Abkürzungen können die Schichten auch den Bohrprofilen in den Anlagen 3 bis 24 zugeordnet werden.

| Punkt | Höhe m NN | Humoser Oberboden, Auffüllung (A) | | | Löss (L), Lösslehm (LL), Verwitterungslehm (VL), Fließerde (FE), Auelehm (AL), Sumpfton (ST), Bachablagerungen (BA) | | | verwitt. Gipskeuper (km1v) und verwitt. Lettenkeuper (kuv) | | | Endtiefe | |
|-------|--------------|-----------------------------------|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|--------|
| | | Untergrenze | | Mächt. | Untergrenze | | Mächt. | Untergrenze | | Mächt. | Bohrsohle | |
| | | m | m NN | m | m | m NN | m | m | m NN | m | m | m NN |
| | | | | | | | | | | | | |
| BS 1 | 233,50 | 0,20 (Mu) | 233,30 | 0,20 | 7,40 (LL) | 226,10 | 7,20 | | | | | |
| | | | | | 8,40 (VL) | 225,10 | 1,00 | | | | | |
| | | | | | 8,60 (FE) | 224,90 | 0,20 | - | - | - | 8,60 | 224,90 |
| BS 2 | 233,45 | - | - | - | 7,70 (LL) | 225,75 | 7,70 | | | | | |
| | | | | | 8,80 (VL) | 224,65 | 1,10 | - | - | - | 8,80 | 224,65 |
| BS 3 | 232,10 | 0,20 (Mu) | 231,90 | 0,20 | 5,70 (LL) | 226,40 | 5,50 | | | | | |
| | | | | | 8,80 (FE) | 223,30 | 3,10 | 9,00 (km1v) | 223,10 | 0,20 | 9,00 | 223,10 |
| BS 4 | 232,10 | 0,20 (Mu) | 231,90 | 0,20 | 5,70 (LL) | 226,40 | 5,50 | | | | | |
| | | | | | 7,00 (FE) | 225,10 | 1,30 | - | - | - | 7,00 | 225,10 |
| BS 5 | 232,25 | 0,20 (Mu) | 232,05 | 0,20 | 2,10 (LL) | 230,15 | 1,90 | | | | | |
| | | | | | 7,00 (L) | 225,25 | 3,90 | - | - | - | 7,00 | 225,25 |
| BS 6 | 228,95 | 0,20 (Mu) | 228,75 | 0,20 | 2,10 (L) | 226,85 | 1,90 | | | | | |
| | | | | | 7,00 (LL) | 221,95 | 3,90 | - | - | - | 7,00 | 221,95 |
| BS 7 | 226,15 | 0,20 (Mu) | 225,95 | 0,20 | 0,50 (LL) | 225,65 | 0,30 | | | | | |
| | | | | | 4,10 (L) | 222,05 | 3,60 | | | | | |
| | | | | | 7,00 (LL) | 219,15 | 2,90 | - | - | - | 7,00 | 219,15 |
| BS 8 | 223,20 | 0,20 (Mu) | 223,00 | 0,20 | 7,30 (L) | 215,90 | 7,10 | | | | | |
| | | | | | 10,80 (LL) | 212,40 | 3,50 | | | | | |
| | | | | | 11,00 (FE) | 212,20 | 0,20 | - | - | - | 1,00 | 212,20 |
| BS 9 | 215,70 | 0,10 (Mu) | 215,60 | 0,10 | 9,00 (LL) | 206,70 | 8,90 | | | | 9,00 | 206,70 |
| BS 10 | 219,35 | 0,10 (Mu) | 219,25 | 0,10 | 1,00 (L) | 218,35 | 0,90 | | | | | |
| | | | | | 4,90 (LL) | 214,45 | 3,90 | | | | | |
| | | | | | 6,10 (FE) | 213,25 | 1,20 | 7,00 (km1v) | 212,35 | 0,90 | 7,00 | 212,35 |

Tab. 1.1 : geologische Schichten

| Punkt | Höhe m NN | Humoser Oberboden, Auffüllung (A) | | | Löss (L), Lösslehm (LL), Verwitterungslehm (VL), Fließerde (FE), Auelehm (AL), Sumpfton (ST), Bachablagerungen (BA) | | | verwitt. Gipskeuper (km1v) und verwitt. Lettenkeuper (kuv) | | | Endtiefe | | |
|-------|--------------|-----------------------------------|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|--------|--|
| | | Untergrenze | | Mächt. | Untergrenze | | Mächt. | Untergrenze | | Mächt. | Bohrsohle | | |
| | | m | m NN | m | m | m NN | m | m | m NN | m | m | m NN | |
| BS 11 | 233,05 | 0,10 (Mu) | 232,95 | 0,10 | 1,70 (L) | 231,35 | 1,60 | | | | | | |
| | | | | | 3,80 (LL) | 229,25 | 2,10 | | | | | | |
| | | | | | 5,30 (FE) | 227,75 | 1,50 | | | | | | |
| | | | | | 7,30 (L) | 225,75 | 2,00 | | | | | | |
| | | | | | 8,50 (LL) | 224,55 | 1,20 | | | | | | |
| | | | | | 10,50 (FE) | 222,55 | 2,00 | | | | | | |
| | | | | | 11,00 (VL) | 222,05 | 0,50 | - | - | - | 11,00 | 222,05 | |
| BS 12 | 213,50 | 1,90 (A) | 211,60 | 1,90 | 8,00 (LL) | 205,50 | 6,10 | | | | | | |
| | | | | | 9,10 (AL) | 204,40 | 1,10 | | | | | | |
| | | | | | 9,20 (BA) | 204,30 | 0,10 | - | - | - | 9,20 | 204,30 | |
| BS 13 | 210,25 | 0,30 (Mu) | 209,95 | 0,30 | 6,30 (LL) | 203,95 | 6,00 | | | | | | |
| | | | | | 7,00 (ST) | 203,25 | 0,70 | - | - | - | 7,00 | 203,25 | |
| BS 14 | 213,35 | 0,10 (Mu) | 213,25 | 0,10 | 7,30 (LL) | 206,05 | 7,20 | | | | | | |
| | | | | | 7,70 (FE) | 205,65 | 0,40 | 8,70 (kuv) | 204,65 | 1,00 | 8,70 | 204,65 | |
| BS 15 | 222,60 | 0,15 (Mu) | 222,45 | 0,15 | 2,60 (L) | 220,00 | 2,45 | | | | | | |
| | | | | | 4,60 (LL) | 218,00 | 2,00 | | | | | | |
| | | | | | 6,30 (FE) | 216,30 | 1,70 | 7,00 (km1v) | 215,60 | 0,70 | 7,00 | 215,60 | |
| BS 16 | 219,60 | 0,10 (Mu) | 219,50 | 0,10 | 0,40 (LL) | 219,20 | 0,30 | | | | | | |
| | | | | | 7,00 (L) | 212,60 | 6,60 | - | - | - | 7,00 | 212,60 | |
| BS 17 | 214,40 | 1,30 (A) | 213,10 | 1,30 | 8,60 (LL) | 205,80 | 7,30 | | | | | | |
| | | | | | 9,00 (FE) | 205,40 | 0,40 | - | - | - | 9,00 | 205,40 | |
| BS 18 | 218,40 | 0,20 (Mu) | 218,20 | 0,20 | 1,00 (LL) | 217,40 | 0,80 | | | | | | |
| | | | | | 7,00 (L) | 211,40 | 6,00 | - | - | - | 7,00 | 211,40 | |
| BS 19 | 213,15 | 1,70 (A) | 211,45 | 1,70 | 7,80 (LL) | 205,35 | 6,10 | | | | | | |
| | | | | | 8,85 (FE) | 204,30 | 1,05 | | | | | | |
| | | | | | 9,00 (VL) | 204,15 | 0,15 | - | - | - | 9,00 | 204,15 | |
| BS 20 | 218,25 | 0,10 (Mu) | 218,15 | 0,10 | 0,30 (LL) | 217,95 | 0,20 | | | | | | |
| | | | | | 7,00 (L) | 211,25 | 6,70 | - | - | - | 7,00 | 211,25 | |
| BS 21 | 207,80 | 0,35 (A) | 207,45 | 0,35 | 3,80 (AL) | 204,00 | 3,45 | | | | | | |
| | | | | | 6,40 (ST) | 201,40 | 2,60 | | | | | | |
| | | | | | 7,10 (BA) | 200,70 | 0,70 | 7,80 (kuv) | 200,00 | 0,70 | 7,80 | 200,00 | |
| BS 22 | 207,90 | 0,30 (A) | 207,60 | 0,30 | 4,20 (AL) | 203,70 | 3,90 | | | | | | |
| | | | | | 5,50 (ST) | 202,40 | 1,30 | | | | | | |
| | | | | | 7,70 (BA) | 200,20 | 2,20 | 13,30 (km1v) | 194,60 | 5,60 | 13,30 | 194,60 | |

Tab. 1.2 : geologische Schichten

Den obigen Tab. 1.1 und 1.2 in Verbindung mit dem Lageplan in Anlage 2 ist zu entnehmen, dass aufgefülltes Material im Bereich der Altablagerung sowie der in der Talaue gelegenen Kleinbohrungen auftritt. Löss und Lösslehm sind im Untersuchungsgebiet, mit

Ausnahme der Talau, weit verbreitet und meistens von großer Mächtigkeit. Fließerde und Verwitterungslehm zeigen geringere Mächtigkeiten und sind nicht flächenhaft verbreitet. Auelehm, Sumpfton und die kiesig-sandigen Bachablagerungen sind naturgemäß nur im Bereich der Talau vorhanden. Der verwitterte Gips- oder Lettenkeuper konnte lediglich in wenigen Untersuchungspunkten aufgeschlossen. Da beide Schichtglieder teilweise auf gleicher Höhe ausstreichen, muss hier von älteren, aktuell nicht mehr aktiven Verwerfungen ausgegangen werden.

4.12 Bodenklassen nach DIN 18 196

Nach der optischen Einschätzung und den ausgeführten Laboruntersuchungen (**Fett-
druck**) handelt es sich gem. DIN 18 196 bei den einzelnen Böden um die in nachfolgender Tabelle 2 dargestellten Bodenarten.

| Schicht | Bodenklasse nach DIN 18 196 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Auffüllung | UM, UM/TM |
| Löss | TL, UL, TL/UL, ST*/UL, UL/UM |
| Lösslehm | TM, UL/UM, UL/TL, TL, ST*/UL, TL/UL, UL/ST*, UM, UM/TM, UL |
| Fließerde | TM, UM/TM, TM/GT* |
| Verwitterungslehm | UM/UA, TA, TM/TA, TM |
| Auelehm | UM/OU, SU*, UM/TM, OU |
| Sumpfton | TM/TA/OT, OT/TA, TA/OT, TA, OT |
| Kiesig-sandige Bachablagerungen | GU/GU*, SU*/ST*, GU*/SU* UM/UL |
| Verwitterter Gipskeuper | ST*/TL, TM, UM, UM/SU* |
| Verwitterter Lettenkeuper | UM |
| SU (schluffiger Sand, bA kl. 0.063 mm 5-15 Gew.%); GU (schluffiger Kies, bA kl. 0.063 mm 5-15 Gew.%); SU* (stark schluffiger Sand, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%); ST* (stark toniger Sand, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%); GU* (stark schluffiger Kies, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%); GT* (stark toniger Kies, bA kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%); UL (leichtplastischer Schluff); TL (leichtplastischer Ton); UM (mittelplastischer Schluff); TM (mittelplastischer Ton); TA (hochplastischer Ton). bA bindige Anteile | |
| Tab. 2 : Bodenklassen nach DIN 18 196 | |

5. Hydrogeologische Verhältnisse

In der nachfolgend dargestellten Tab. 3.1 und 3.2 ist die Grundwassersituation im Untersuchungsgebiet zusammengefasst. In wenigen, in der Talaue oder überwiegend talseitig gelegenen, Kleinbohrungen konnte nach Bohrende ein Grundwasserspiegel festgestellt werden. Die genauen Zutrittsstiefen waren dabei nicht immer genau festzustellen. Stärker durchfeuchtete bis durchnässte Horizonte, aus denen zumindest temporär mit dem Zutritt von Grundwasser gerechnet werden kann, sind in der Tabelle in Klammern dargestellt.

| Punkt | Höhe m NN | Datum | Aquifer - Art des Grundwassers | Grundwasser erbohrt | | Grundwasserstand nach Bohrende (h/d) | |
|-------|--------------|----------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------------|--------|
| | | | | m unter OKG | m NN | m unter OKG | m NN |
| BS 1 | 233,50 | 14.08.17 | - | - | - | - | - |
| BS 2 | 233,45 | 14.08.17 | - | - | - | - | - |
| BS 3 | 232,10 | 14.08.17 | - | - | - | - | - |
| BS 4 | 232,10 | 15.08.17 | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (2,30-3,60) | (229,80-228,50) | - | - |
| BS 5 | 232,25 | 15.08.17 | (Löss-punkt. Grundwasser) | (5,00-7,00) | (227,25-225,25) | - | - |
| BS 6 | 228,95 | 16.08.17 | - | - | - | - | - |
| BS 7 | 226,15 | 16.08.17 | - | - | - | - | - |
| BS 8 | 223,20 | 16.08.17 | (Löss-punkt. Grundwasser) | (1,20-5,00) | (222,00-218,20) | | |
| | | | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (7,30-8,50) | (215,90-214,70) | 11,00 | 212,20 |
| BS 9 | 215,70 | 13.07.17 | - | - | - | - | - |
| BS 10 | 219,35 | 17.08.17 | - | - | - | - | - |
| BS 11 | 233,05 | 15.08.17 | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (3,00-3,80) | (230,05-229,25) | | |
| | | | (Löss-punkt. Grundwasser) | (5,30-7,30) | (227,75-225,75) | - | - |
| BS 12 | 213,50 | 12.07.17 | Auelehm-Schichtenwasser | 8,00-9,10 | 205,50-204,40 | | |
| | | | Sandig-kiesige Bachablagerungen-Aquifer | 9,10-9,20 | 204,40-204,30 | 4,80 | 208,70 |
| BS 13 | 210,25 | 18.08.17 | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (1,50-6,30) | (208,75-203,95) | | |
| | | | (Sumpftou-punkt. Grundwasser) | (6,30-6,90) | (203,95-203,35) | 2,25 | 208,00 |

Tab. 3.1 : Hydrogeologische Situation

| Punkt | Höhe m NN | Datum | Aquifer - Art des Grundwassers | Grundwasser erbohrt | | Grundwasserstand nach Bohrende (h/d) | |
|-------|--------------|----------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------------|--------|
| | | | | m unter OKG | m NN | m unter OKG | m NN |
| BS 14 | 213,35 | 11.07.17 | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (3,00-6,40) | (210,35- 206,95) | | |
| | | | (Fließerde-punkt. Grundwasser) | (7,30-7,70) | (206,05- 205,65) | | |
| | | | Verwitt. Lettenkeuper-Schichten- wasser | 7,70-8,60 | 205,65- 204,75 | 5,70 | 207,65 |
| BS 15 | 222,60 | 17.08.17 | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (3,80-4,60) | (218,80- 218,00) | - | - |
| BS 16 | 219,60 | 17.08.17 | (Löss-punkt. Grundwasser) | (3,60-7,00) | (216,00- 212,60) | - | - |
| BS 17 | 214,40 | 11.07.17 | Lösslehm-punkt. Grundwasser | 3,00-5,50 | 211,40- 208,90 | | |
| | | | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (5,50-7,60) | (208,90- 206,80) | - | - |
| BS 18 | 218,40 | 17.08.17 | (Löss-punkt. Grundwasser) | (6,90-7,00) | (211,50- 211,40) | - | - |
| BS 19 | 213,15 | 11.07.17 | Lösslehm-punkt. Grundwasser | 3,00-5,20 | 210,15- 207,95 | | |
| | | | (Lösslehm-punkt. Grundwasser) | (5,20-7,80) | (207,95- 205,35) | - | - |
| BS 20 | 218,25 | 18.08.17 | (Löss-punkt. Grundwasser) | (6,90-7,00) | (211,35- 211,25) | - | - |
| BS 21 | 207,80 | 12.07.17 | (Auelehm-punkt. Grundwasser) | 0,35-0,90 | (207,45- 206,90) | | |
| | | | Auelehm-punkt. Grundwasser | 0,90-3,80 | 206,90- 204,00 | | |
| | | | Sandig-kiesige Bachablagerungen- Aquifer | 6,40-7,10 | 201,40- 200,70 | 1,12 | 206,68 |
| BS 22 | 207,90 | 07.07.17 | (Auelehm-punkt. Grundwasser) | (0,30-4,20) | (207,60- 203,70) | | |
| | | | (Sumpfton-punkt. Grundwasser) | (4,80-5,50) | (203,10- 202,40) | 0,80 | 207,10 |
| | | | Sandig-kiesige Bachablagerungen- Aquifer | 5,50-7,70 | 202,40- 200,20 | 0,45 (5d) | 207,45 |

OKG = Oberkante Gelände

Tab. 3.2 : Hydrogeologische Situation

Somit ist nach den obigen Tab. 3.1 und 3.2 im Bereich der Untersuchungspunkte BS 8, BS 12 und BS 14 sowie in den talseitigen Punkten BS 13, BS 21 und BS 22 mit dem Zutritt von Grundwasser zu rechnen. Als Grundwasserleiter kommen im Hangbereich Löss und Lösslehm sowie die Fließerde in Frage. Hierbei handelt es sich um punktuell Grundwasser, welches erfahrungsgemäß durch geringe Ergiebigkeit und starke temporäre Schwankungen zu charakterisieren ist. Mit größerer Ergiebigkeit ist im Taluebereich zu rechnen.

Die Grundwasserleiter werden hier durch den Auelehm (punkt. Grundwasser bis Schichtenwasser), den Sumpfton (punkt. Grundwasser) und/oder den sandig-kiesigen Bachablagerungen (Aquifer) gebildet.

Aus der in der Talauelagelegenen Kleinbohrung BS 22 wurde mit Hilfe einer Handsaugpumpe eine Grundwasserprobe entnommen und auf Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die ausführlichen Analysenergebnisse des chemischen Labors befinden sich in den Anlagen 43 und 44. Demnach ist das Grundwasser als **nicht betonangreifend** einzustufen.

6. Sickerversuche

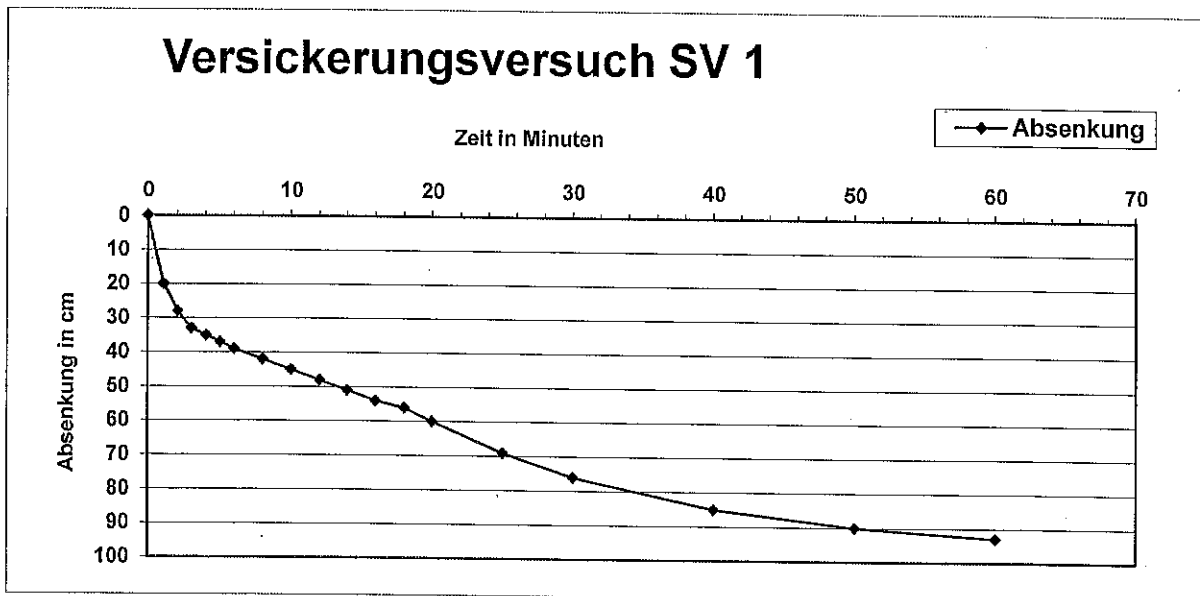
Zur Prüfung der Versickerung anfallenden Oberflächenwassers im Baugebiet wurden in zwei Kleinbohrungen die Sickerversuche SV 1 und SV 2 (Lage s. Lageplan in Anlage 2) ausgeführt. Die ausführlichen Messdaten können der Anlage 46 entnommen werden.

Die Auswertung der Sickerversuche erfolgte nach einem Verfahren, in welchem die Wasserspiegellage zur Beginn des Sickerversuches und die zu späteren Zeitpunkten sich einstellende Spiegellagen ermittelt und unter Berücksichtigung der Zeitdifferenz ausgewertet wird. In diesem Verfahren werden auch Bohrlochdurchmesser und Bohrtiefe mit berücksichtigt. Die Versuche fanden jeweils in 2,0 m unter OK Gelände reichende Kleinbohrungen mit einem Durchmesser von 50 mm statt.

In den auf den nachfolgenden Seiten aufgeführten Tabellen 4 und 5 sind ausgewählte Messergebnisse der Sickerversuche tabellarisch aufgeführt und zusätzlich die Absenkung graphisch dargestellt (Wasserspiegellage in m unter OK Gelände).

| Sickerversuch SV 1 (Tiefe 2 m unter OK Gelände, Ø = 50 mm) | | |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Sickerzeit (min.) | Wasserspiegellage (m unter OK Gelände) | kf-Wert in m/sec |
| 0 | 0,00 | |
| 5 | 0,37 | $8,4 \times 10^{-06}$ |
| 10 | 0,45 | $5,2 \times 10^{-06}$ |
| 20 | 0,60 | $3,6 \times 10^{-06}$ |
| 30 | 0,76 | $3,2 \times 10^{-06}$ |
| 60 | 0,93 | $2,1 \times 10^{-06}$ |

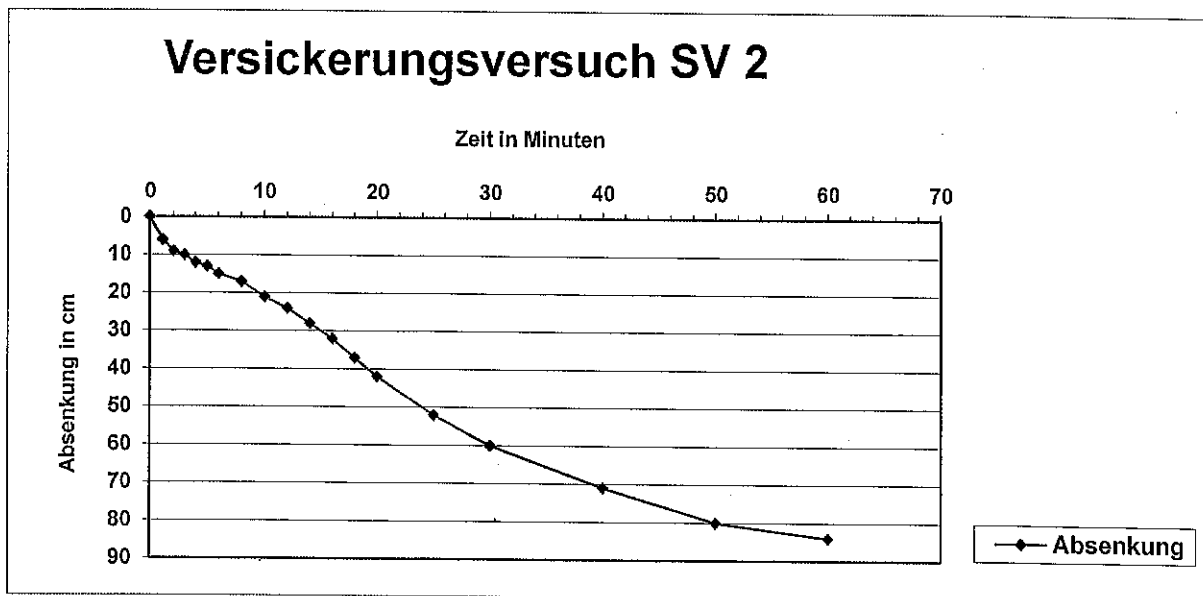
Tabelle 4 : kf-Werte in SV 1



Der Versuch SV 1 zeigt, dass der Boden gem. DIN 18 130 Teil 1 als schwach durchlässig zu bezeichnen ist (Einstufung s. Tabelle 9 auf Seite 20).

| Sickerversuch SV 2 (Tiefe 2 m unter OK Gelände, Ø = 50 mm) | | |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Sickerzeit (min.) | Wasserspiegellage (m unter OK Gelände) | kf-Wert in m/sec |
| 0 | 0,00 | |
| 5 | 0,13 | $2,8 \times 10^{-06}$ |
| 10 | 0,21 | $2,3 \times 10^{-06}$ |
| 20 | 0,42 | $2,4 \times 10^{-06}$ |
| 30 | 0,60 | $2,4 \times 10^{-06}$ |
| 60 | 0,84 | $1,8 \times 10^{-06}$ |

Tabelle 5 : kf-Werte in SV 2



Der Versuch SV 2 in der Schürfgrube Sch 2 zeigt, dass der Boden als schwach durchlässig zu bezeichnen ist (Einstufung s. Tabelle 9 auf Seite 20).

7. Ergebnis der Laboruntersuchungen

7.1 Bodenmechanische Kennwerte

Aus den angetroffenen Schichten wurden Bodenproben entnommen und beschrieben (und der Penetrometerwiderstand und falls möglich auch die Scherfestigkeit bestimmt) um anhand der Beschreibungen und Laboruntersuchungen auf die erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern (Dichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Scherfestigkeit, Steifeziffer) rückzuschließen zu können. Zur Bodenansprache wurden an 21 dieser Proben der natürliche Wassergehalt und anschließend an 21 Proben die Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG nach DIN 18 122 bestimmt.

Die Proben können den folgenden Bereichen zugeordnet werden:

| | | |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Probe | P 5, P 11, P 16, P 18 und P 20 | Löss |
| Probe | P 2, P 3, P 4, P 6, P 7, P 8, P 9, P 10, P 12, P 13, P 14, P 17 und P 19 | Lösslehm |
| Probe | P 1 | Verwitterungslehm |
| Probe | P 21 | Auelehm |
| Probe | P 15 | Verwitt. Gipskeuper |

Erdstatischen Berechnungen können für die einzelnen Bodenschichten die auf den nachfolgenden Seiten in den Tab. 6 und 7 zusammengestellten Kennwerte zugrunde gelegt werden (in Anlehnung an DIN 1055, Blatt 2 sowie Angaben in der Literatur, sowie aufgrund der oben angeführten Laborversuchsergebnisse und eigener Erfahrung mit etwa gleichen Böden).

| Schicht | | LL(w), AL, km1v(w), kuv(w) | LL(s), FE(s), km1v(s) | A(h), LL(h), FE(h), km1v(h) | A(f), LL(f), FE(f), kuv(f) | L(w) | L(s) | L(h) |
|----------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------|------|------|
| Feuchtwichte | kN/m ³ | 19.0 | 19.5 | 20.5 | 21.0 | 20.0 | 20.5 | 21.0 |
| Wichte unter Auf- trieb | kN/m ³ | 9.0 | 9.5 | 10.5 | 11.0 | 10.0 | 10.5 | 11.0 |
| Kohäsion | kN/m ² | 0 | 5 | 10 | 12-15 | 0 | 2 | 5 |
| Reibungswinkel | Grad | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 |
| Ersatzreibungs- winkel | Grad | - | 27.5 | 32.5 | 35.0 | - | 27.5 | 32.5 |
| Steifemodul | MN/m ² | 1 | 4 | 8 | 10-12 | 1-2 | 5 | 15 |

Tabelle 6 : Bodenmechanische Kennwerte

Legende zu vorstehender Tabelle :

(Haupt-)Bodenart :

| | | | |
|---------|---|-------------------------------------------------------------|--------|
| LL(w) | = | Lösslehm, weich; p=35-175 kN/m ² | UM |
| AL | = | Auelehm, weich; p=20-70 kN/m ² | UM, TM |
| km1v(w) | = | Verwitt. Gipskeuper, weich; p=70 kN/m ² | UM, TM |
| kuv(w) | = | Verwitt. Lettenkeuper, weich | UM |
| LL(s) | = | Lösslehm, steif; p=100-275 kN/m ² | UM |
| FE(s) | = | Fließerde, steif; p=100-175 kN/m ² | UM, TM |
| km1v(s) | = | Verwitt. Gipskeuper, steif | UM, TM |
| A(h) | = | Auffüllung, halbfest; p=275 kN/m ² | UM, TM |
| LL(h) | = | Lösslehm, halbfest; p=150-1.600 kN/m ² | UM |
| FE(h) | = | Fließerde, halbfest; p=225-500 kN/m ² | UM, TM |
| km1v(h) | = | Verwitt. Gipskeuper, halbfest; p=200-400 kN/m ² | UM, TM |
| A(f) | = | Auffüllung, fest; p=500-1.600 kN/m ² | UM, TM |
| LL(f) | = | Lösslehm, fest; p=600->1.800 kN/m ² | UM |
| FE(f) | = | Fließerde, fest; p=600 kN/m ² | UM, TM |
| kuv(f) | = | Verwitt. Lettenkeuper, fest; p=900->1.800 kN/m ² | UM |
| L(w) | = | Löss, weich; p=35-175 kN/m ² | UL |
| L(s) | = | Löss, steif; p=100-275 kN/m ² | UL |
| L(h) | = | Löss, halbfest; p=150-1.600 kN/m ² | UL |

| Schicht | | L(f) | VL | ST(w) | ST(s) | ST(h) | BA | km1, ku |
|-----------------------|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| Feuchtwichte | kN/m ³ | 21.5 | 20.5 | 16.0 | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 22.0 |
| Wichte unter Auftrieb | kN/m ³ | 11.5 | 10.5 | 6.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 12.0 |
| Kohäsion | kN/m ² | 7 | 15-20 | 0 | 0-5 | 5-10 | 0 | 20* |
| Reibungswinkel | Grad | 27.5 | 20.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 25.0 | 30.0 |
| Ersatzreibungswinkel | Grad | 35.0 | 35.0 | - | - | 20.0 | - | 40.0 |
| Stiefemodul | MN/m ² | 20 | 5-8 | 0-1 | 3 | 4 | 0-1 | 20-30 |

* repräsentiert die mittlere Gebirgsfestigkeit, da innerhalb der Festgesteinskörper deutlich höhere Kohäsionen wirksam sind, auf Klüften aber auch deutlich geringere Kohäsionswerte bis zu c=0 kN/m²

Tabelle 7 : Bodenmechanische Kennwerte

Legende zu vorstehender Tabelle :

Bodenart :

| | | | |
|-------|---|---------------------------------------------------------------|----------|
| L(f) | = | Löss, fest; p=600->1.800 kN/m ² | UL |
| VL | = | Verwitterungslehm, halbfest-fest; p=375-650 kN/m ² | TM/TA |
| ST(w) | = | Sumpfton, weich; p=50-200 kN/m ² | TA, OT |
| ST(s) | = | Sumpfton, steif; p=100-150 kN/m ² | TA, OT |
| ST(h) | = | Sumpfton, halbfest; p=175-300 kN/m ² | TA, OT |
| BA | = | sandig-kiesige Bachablagerungen, weich-breilig | SU*, GU* |
| km1 | = | Gipskeuper, Schluff- und Tonstein, fest | |
| ku | = | Lettenkeuper, Schluffstein, fest | |

Die Bodenkennwerte können über die verwendeten Abkürzungen den geologischen Profilen in den Anlagen 3 bis 24 zugeordnet werden. Die Einzelergebnisse der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 25 bis 35 tabellarisch und grafisch aufgeführt.

Bei geböschten Wänden sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Bei ausreichend verdichtet eingebautem Boden können die in nachfolgender Tabelle 8 aufgeführten Kennwerte angesetzt werden.

| Material | Feuchtdichte in kN/m ³ | Kohäsion in kN/m ² | Reibungswinkel in Grad |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Schottergemische | 21 | 0 | 35 |
| Siebschutt | 20 | 0-5 | 32,5 |
| Auffüllung, Löss und Lösslehm, Fließerde, Verwitterungslehm, Auelehm, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper Konsistenz jeweils mind. steif | 20 | 2 | 25 |

Tab. 8 : Bodenkennwerte für Hinterfüllgut

7.2 Wasserdurchlässigkeiten

Nach Angaben aus der Literatur kann über die Bodenarten nach DIN 18 196 der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f abgeschätzt werden.

Hierbei ergeben sich für die **bindige Auffüllung** (Bodenart UM, UM/TM) Durchlässigkeiten zwischen 2×10^{-06} und 4×10^{-07} m/s, für den **Löss** (Bodenart UL, TL, UL/TL, ST*/UL, UL/UM) zwischen 1×10^{-05} und 1×10^{-08} , für den **Lösslehm** (Bodenart TM, UL/UM, UL/TL, TL, ST*/UL, TL/UL, UL/ST*, UM, UM/TM, UL) von 5×10^{-08} bis 2×10^{-08} , für den **Verwitterungslehm** (Bodenart UM/UA, TA, TM/TA, TM) von 5×10^{-08} bis 1×10^{-09} m/s, für die **Fließerde** (Bodenart UM/TM, TM, TM/GT*) zwischen 4×10^{-07} und 1×10^{-09} m/s, für den **Auelehm** (Bodenart UM/OU, UM/TM, SU*, OU) zwischen 4×10^{-07} und $3,4 \times 10^{-10}$ m/s, für den **Sumpfton** (Bodenart TA, OT, TM) zwischen 5×10^{-08} m/s und $3,4 \times 10^{-10}$ m/s und für die **sandig-kiesigen Bachablagerungen** (GU*/SU*, SU*/ST*, GU/GU*, UM/UL) zwischen 8×10^{-06} und 1×10^{-07} m/s. Nach DIN 18 130 sind diese quartären Deckschichten als durchlässig bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen. Nach den durchgeführten Sickerversuchen (s. Abschn. 6 auf Seite 13) ist in den quartären Deckschichten in den obersten 2 m unter OK Gelände eine schwache Durchlässigkeit mit 2×10^{-06} m/s vorhanden.

Für den **verwitterten Gipskeuper** (Bodenart ST*/TL, TM, UM, UM/SU*) sind Durchlässigkeiten in der Größenordnung von 2×10^{-06} bis 5×10^{-08} m/s zu erwarten, d.h. nach DIN 18 130 ist dieser Boden als schwach durchlässig zu bezeichnen. Der **unverwitterte Gipskeuper** ist außerhalb von Kluftsystemen generell als schwach bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen. Sollten über Klüfte Grundwasserwegsamkeiten vorhanden sein, so liegt der Durchlässigkeitsbeiwert in der Größenordnung von 10^{-05} bis 10^{-07} m/s.

Für den **verwitterten Lettenkeuper** als Bodenart UM ist von einer Durchlässigkeit mit 2×10^{-06} m/s auszugehen. Auch hier kann also die Rede von schwacher Durchlässigkeit sein. Der **unverwitterte Lettenkeuper** ist außerhalb von Kluftsystemen oder kavernösem Dolomit als schwach bis sehr schwach durchlässig zu bezeichnen. Sollten über Klüfte Grundwasserwegsamkeiten vorhanden sein, so liegt der Durchlässigkeitsbeiwert in der Größenordnung von 10^{-04} bis 10^{-06} m/s.

In der nachfolgenden Tab. 9 sind die Die Durchlässigkeiten nach DIN 18 130 zusammengefasst.

| Bezeichnung | kf-Wert in m/sec | | |
|--------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| sehr schwach durchlässig | unter | 10 ⁻⁰⁸ | |
| schwach durchlässig | | 10 ⁻⁰⁸ | bis 10 ⁻⁰⁶ |
| durchlässig | über | 10 ⁻⁰⁶ | bis 10 ⁻⁰⁴ |
| stark durchlässig | über | 10 ⁻⁰⁴ | bis 10 ⁻⁰² |
| sehr stark durchlässig | über | 10 ⁻⁰² | |

Tab. 9 : Durchlässigkeit gem. DIN 18 130, Teil 1

7.3 Bodenklassen gem. DIN 18 300

Die in den Kleinbohrungen aufgeschlossenen Schichten sind nach DIN 18 300 den in Tab. 10 aufgeführten Bodenklassen zuzuordnen.

| geologische Bezeichnung | Bodenklasse nach DIN 18 300 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Humoser Oberboden, teils aufgefüllt | 1 |
| Auelehm, sandig-kiesige Bachablagerungen, Konsistenz jeweils breiig | 2 |
| Auffüllung, Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, Auelehm, Sumpfton, sandig-kiesige Bachablagerungen, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper Konsistenz jeweils mind. weich | 4 |
| Verwitterungslehm, Sumpfton jeweils hochplastische Eigenschaften | 5 |
| Auffüllung, Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper Konsistenz jeweils fest | 6 |

Tab. 10 : Bodenklassen gem. DIN 18 300

Nachfolgend sind in Tab. 11 die Eingruppierungen in die Bodenklassen (Bkl) gem. DIN 18 300 kurz aufgeführt (Lösen, Laden, Fördern und Verdichten von Boden und Fels).

| Bkl | Bezeichnung | Körnung, Plastizität und Konsistenz | Gruppe nach DIN 18 196 |
|-----|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Oberboden Mutterboden | oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische, auch Humus und Bodenlebewesen enthält | |
| 2 | Fließende Bodenarten | 1) wasserhaltende organische Böden 2) feinkörnige Böden von flüssiger-breitiger Beschaffenheit ($I_c < 0.5$) 3) organogene Böden und Böden mit organischen Beimengungen mit $I_c < 0.5$ 4) gemischtkörnige Böden mit $I_c < 0.5$ Die Zugehörigkeit der Böden 2), 3) und 4) zur Klasse 2 setzt voraus, dass sie beim Lösen ausfließen Das Ausfließen von grobkörnigen Böden der Gruppen SE, SW, SI, GW, GI, GE ist dagegen kein kennzeichnendes Kriterium | 1) HN, HZ, F 2) UL, UM, UA, TL, TM, TA 3) OU, OT, OH, OK 4) SU*, ST*, GU*, GT* |
| 3 | Leicht lösbare Bodenarten | schwach bindige Böden (Anteile kl. 0.063 mm < bzw. = 15 Gew.%) mit max. 30 Gew.% Steinen von 63 mm bis 315 mm Durchmesser (=0.01 m ³ Rauminhalt) und Torfe mit geringem Wassergehalt, sofern sie beim Ausheben standfest bleiben | GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST, HN |
| 4 | Mittelschwer lösbare Bodenarten | leicht bis mittelplastische bindige Böden ($w_l \leq 0.5$), organogene Böden und gemischtkörnige Böden (Anteile kl. 0.063 mm 15-40 Gew.%) von weicher-halffester Konsistenz ($I_c > 0.5$) und max. 30 Gew.% Steine von 63-300 mm Durchmesser | UL, UM, UA, TL, TM, OU, OH, OK, SU*, ST*, GU*, GT* |
| 5 | Schwer lösbare Bodenarten | Bodenarten nach 3+4, jedoch mehr als 30 Gew.% Steine von 63-315 mm Durchmesser und weniger als 30 Gew.% Grobsteine von 315-630 mm Durchmesser. Ausgeprägt plastische Tone ($w_l > 0.5$) von weicher-halffester Konsistenz ($I_c > 0.5$) | wie 3+4, TA, OT |
| 6 | Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten | Bodenarten wie 3+4, jedoch mehr als 30 Gew.% Grobsteine (0.01-0.1 m ³ Volumen = 315-630 mm Durchmesser). Bodenarten wie 4+5 aber feste Konsistenz. Fels (mineralisch gebunden), stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefbrig, weich und verwittert | |
| 7 | Schwer lösbarer Fels | Fels (mineralisch fest gebunden), wenig klüftig und verwittert, Festgelagerter unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, verfestigte Schlackenhalde aus Hüttenwerken, Steinblöcke >0.1 m ³ Volumen | |

Tab. 11 : Bodenklassen nach DIN 18 300

7.4 Bodenklassen gem. DIN 18 319 und DIN 18 301

Die in den Kleinbohrungen erschlossenen natürlich abgelagerten Böden sind den in nachfolgender Tab. 12 aufgeführten Bodenklassen zuzuordnen. Die Erläuterung der Bodenklassen nach DIN 18 301 kann der Anlage 45 entnommen werden.

| geologische Bezeichnung | DIN 18 319 | DIN 18 301 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| Löss und Lösslehm, Fließerde, Auelehm, Sumpfton, sandig-kiesige Bachablagerungen, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper Konsistenz jeweils weich oder breiig | LBM 1 | BB 1, BB 2 |
| Auffüllung, Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, Sumpfton, verwitt. Gipskeuper Konsistenz jeweils zwischen steif und halbfest | LBM 2 | BB 2, BB 3 |
| Auffüllung, Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper Konsistenz jeweils fest | LBM 3 | BB 4 |
| Gipskeuper und Lettenkeuper, Schluff- und Tonstein fest bis hart | FD 2 bzw. FZ 2 | FV 2 bis FV 3, FD 2 |

Tabelle 12 : Bodenklassen der Schichten nach DIN 18 319 und 18 301

Nachfolgend sind in den Tab. 13 bis 15 die Eingruppierungen in die Bodenklassen (Bkl) gem. DIN 18 319 kurz aufgeführt (gilt für Rohrvortriebsarbeiten in Boden und Fels).

| Lagerung | Lockergestein nichtbindig (LN), Korngröße ≤ 63 mm | |
|----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|
| | enggestuft | weit oder intermittierend gestuft |
| | Klasse | Klasse |
| Locker | LNE1 | LNW1 |
| Mitteldicht | LNE2 | LNW2 |
| Dicht | LNE3 | LNW3 |
| Konsistenz | Lockergestein bindig (LB), Korngröße ≤ 63 mm | |
| | mineralisch | organogen |
| | Klasse | Klasse |
| | Breiig-weich | LBM1 |
| Steif-halbfest | LBM2 | LBO2 |
| Fest | LBM3 | LBO3 |

Tab. 13 : Bodenklassen nach DIN 18 319 für Lockergesteine

Kommen in Lockergesteinen (LN und LB) Steine (Korngröße >63 mm) vor, so wird in Abhängigkeit von Größe und Anteil der Steine bis 600 mm Durchmesser zusätzlich zu den Klassen gem. Tab. 13 klassifiziert. Steine >600 mm werden hinsichtlich Größe und Anteil gesondert angegeben. Die auf nachfolgender Seite enthaltene Tab. 14 führt diese Zusatzklassen auf.

| Massenanteil der Steine | Steingröße | |
|-------------------------|------------|------------|
| | bis 300 mm | bis 600 mm |
| | Klasse | Klasse |
| bis 30 % | S 1 | S 3 |
| über 30% | S 2 | S 4 |

Tab. 12 : Zusatzklassen nach DIN 18 319 in Lockergesteine

Festgesteine werden nach DIN 18 319 wie folgt klassifiziert:

| Einaxiale Druckfestigkeit in MN/m ² | Festgestein (Tfa = Trennflächenabstand) | |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| | Tfa im Dezimeterbereich | Tfa im Zentimeterbereich |
| | Klasse | Klasse |
| bis 5 | FD 1 | FZ 1 |
| über 5 bis 50 | FD 2 | FZ 2 |
| über 50 bis 100 | FD 3 | FZ 3 |
| über 100 | FD 4 | FZ 4 |

Tab. 15 : Klasse der Festgesteine nach DIN 18 319

7.5 Homogenbereiche nach VOB Teil C

Nach der VOB Teil C soll der anstehende Boden in sog. Homogenbereiche eingeteilt werden (Definition: „Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist“). Somit bezieht sich die Homogenität allein auf die Bearbeitbarkeit für die verschiedenen Baugeräte. Ziel ist eine Klassifizierung, anhand welcher der Unternehmer entscheidet, welches Gerät er einsetzen kann. Zudem sollen die Homogenbereiche auf der Baustelle leicht unterscheidbar sein. Hier werden für die angebotenen Böden folgende Homogenbereiche vorgeschlagen:

| | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Homogenbereich 1 | Humoser Oberboden, teils aufgefüllt, sandig |
| Homogenbereich 2 | Auffüllung, Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, Auelehm, Sumpfton, sandig-kiesige Bachablagerungen, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper |
| Homogenbereich 3 | Gipskeuper und Lettenkeuper, fester bis harter Schluff- und Tonstein |

Für die einzelnen Homogenbereiche gelten die in Tab. 16 auf nachfolgender Seite aufgeführten Kenndaten (Kenndaten aus Laboruntersuchungen bzw. Feldbeschreibung und aus Tabellen rückgeschlossen). Die Homogenbereiche können anhand der Säulenprofile in den Anlagen 3 bis 24 den einzelnen Schichten zugeordnet werden.

| Homogenbereich | | H 1 | H 2 | H 3 |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Feuchtdichte | kN/m ³ | 17.0 | 16.0-21.5 | 22.0 |
| Dichte unter Auftrieb | kN/m ³ | 7.0 | 6.0-11.5 | 12.0 |
| Kohäsion | kN/m ² | 0 | 0-20 | 20 |
| undrain. Scherfestigkeit | kN/m ² | - | 20-400 | - |
| Konsistenz | | steif bis halbfest | weich-breilig bis fest | - |
| Reibungswinkel | Grad | 20.0 | 16.0-27.5 | 30.0 |
| Steifemodul | MN/m ² | 1-2 | 0-20 | 20-30 |
| Durchlässigkeit kf | m/sec | 10 ⁻⁰⁸ bis 10 ⁻¹⁰ | 10 ⁻⁰⁵ bis 10 ⁻¹⁰ | 10 ⁻⁰⁴ -10 ⁻⁰⁸ |
| Bodenarten nach DIN 18 196 | | OH, OU/OT | UM, TM, UL, TL, ST*, GT*, GU*, SU*, UA, TA, OU, OT | - |
| Bodenklassen nach DIN 18 300 | | 1 | 2, 4, 5, 6 | 6, 7 |
| Bodenklassen nach DIN 18 319 | | - | LBM 1 bis LBM 3 | FD 2 bzw. FZ 2 |
| Bodenklassen nach DIN 18 301-2006 | | BO 1 | BB 1 bis BB 4 | FV 2 bis FV 3, FD 2 |
| Bodengruppe nach ATV-DVWK 2/2001 | | G 4 | G 3 und G 4 | - |
| Frostempfindlichkeitsklassen | | F 3 | F 2 bis F 3 | F 3 |

Tab. 16 : Homogenbereich nach VOB Teil C

7.6 Frostempfindlichkeit, Schrumpfeempfindlichkeit

Die einzelnen Bodengruppen werden nach der in Tabelle 17 aufgeführten Klassifikation gem. ZTVE-StB 09 hinsichtlich ihrer Frostempfindlichkeit unterschieden. Die fett unterlegten Bodenarten stellen während der Bohrarbeiten angetroffene Böden dar.

| | Frostempfindlichkeit | Bodenart n. DIN 18 196 |
|-----|------------------------------------|-------------------------------------------|
| F 1 | nicht frostempfindlich | GW,GI,GE,SW,SI,SE |
| F 2 | gering bis mittel frostempfindlich | TA,OT,OH,OK,ST,GT,SU,GU |
| F 3 | sehr frostempfindlich | TL, TM,UL,UM,UA,OU,ST*,GT*,SU*,GU* |

Tab. 17 : Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten

Geplant sind Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser sowie bereichsweise auch Mischbauten mit Wohnungen und Arbeitsflächen. In der Hauptsache muss wohl von einfachen Unterkellerungen (Einschnitttiefe ca. 3,0 bis 3,5 m unter OK Gelände) ausgegangen werden. Nicht unterkellerte Einfamilienhäuser sollen ebenfalls in Betracht gezogen werden. Auf Planumshöhe werden somit Löss und Lösslehm, untergeordnet auch aufgefülltes, bindiges

Material anstehen. Diese Böden sind einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zu stellen und als sehr frostempfindlich zu bezeichnen.

Die oberflächennah anstehenden, teilweise mittelplastischen bis hochplastischen Böden sind als schrumpfungsgefährdend zu bezeichnen. Es ist grundsätzlich eine Bepflanzung mittels stark wasserziehender Bäume und Sträucher, welche dicht an nicht oder nur gering ins Gelände einschneidende Bauteile (z.B. Terrassen) reicht, im Hinblick auf die Gefahr von späteren Setzungen dieser Bauteile durch Schrumpfung des Bodens zu vermeiden. Der Abstand von Bäumen/Sträuchern zu Gebäuden sollte nach Angaben aus der Literatur mind. das 1,5-fache der Endhöhe der Bepflanzung betragen, wobei erfahrungsgemäß auch bei einem Abstand vom 1,5-fachen des Enddurchmessers der Büsche/Bäume keine wesentliche Beeinflussung auftritt.

7.7 Chemische Analyse der Bodenmischproben

7.7.1 Bewertungsgrundlagen

Die Grundlage zur Bewertung der Analyseergebnisse bilden die Grenzwerte folgender Regelwerke:

- Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007 (Az.: 25-8980.08M20 Land/3).
- Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I Nr. 11, S. 382) geändert worden ist.
- Handlungshilfe des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen vom Mai 2012.

7.7.2 Analysenergebnisse

In Hinblick auf die Verwertung oder Entsorgung anfallenden Aushubmaterials wurden bei den Aufschlussbohrungen die in nachfolgender Tabelle 18 aufgeführten Mischproben entnommen.

| Probe | Bohrpunkt | Tiefe | Zusammensetzung |
|-------|-----------|---------------|-------------------|
| C 39 | BS 12 | 0,10 – 1,90 m | Auffüllung |
| | BS 17 | 0,10 – 1,30 m | Auffüllung |
| | BS 19 | 0,10 – 1,00 m | Auffüllung |
| C 40 | BS 1 | 0,20 – 2,10 m | Lösslehm |
| | BS 2 | 0,00 – 2,10 m | Lösslehm |
| | BS 3 | 0,20 – 3,00 m | Lösslehm |
| | BS 4 | 0,20 – 3,60 m | Lösslehm |
| | BS 5 | 0,20 – 3,00 m | Lösslehm und Löss |
| | BS 6 | 0,20 – 4,00 m | Löss und Lösslehm |
| | BS 7 | 0,20 – 4,10 m | Lösslehm und Löss |
| | BS 8 | 0,20 – 5,00 m | Löss |
| | BS 9 | 0,10 – 3,00 m | Lösslehm |
| | BS 10 | 0,10 – 3,60 m | Löss und Lösslehm |
| | BS 11 | 0,10 – 3,00 m | Löss und Lösslehm |
| | BS 12 | 1,90 – 5,20 m | Lösslehm |
| | BS 13 | 0,30 – 1,50 m | Lösslehm |
| | BS 14 | 0,10 – 3,00 m | Lösslehm |
| | BS 15 | 0,15 – 3,80 m | Löss und Lösslehm |
| | BS 16 | 0,10 – 3,60 m | Lösslehm und Löss |
| | BS 17 | 1,30 – 3,00 m | Lösslehm |
| | BS 18 | 0,20 – 3,00 m | Lösslehm und Löss |
| | BS 19 | 1,70 – 3,00 m | Lösslehm |
| | BS 20 | 0,10 – 3,00 m | Lösslehm und Löss |
| C 41 | BS 21 | 0,35 – 3,80 m | Auelehm |
| | BS 22 | 0,30 – 4,20 m | Auelehm |

Tab. 18: Zusammensetzung der Mischproben

In den nachfolgend aufgeführten Tabellen 19a - 19b sind die Laborergebnisse der in den Bodenmischproben analysierten Parameter nach der Verwaltungsvorschrift in der Originalsubstanz aufgeführt. In den Tabellen 19c - 19d sind die Ergebnisse im Eluat für den Untersuchungsumfang der Verwaltungsvorschrift Boden aufgeführt, in Tabelle 20a - 20d für den Untersuchungsumfang Deponieverordnung enthalten. Die Entnahmetiefen der Einzelproben können auch den Säulenprofilen in den Anlagen 3 bis 23 entnommen werden. Die ausführlichen Analysenergebnisse des chemischen Labors befinden sich in den Anlagen 36 bis 42.

| Parameter | PAK | Benzo (a)pyren | PCB ₆ | LHKW | BTEX | EOX | KW C ₁₀₋₂₂ | KW C ₁₀₋₄₀ | Cyanid |
|-----------------|-------|-------------------|------------------|-------|-------|-------|--------------------------|--------------------------|--------|
| Einheit | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Z0 Lehm/Schluff | 3 | 0.3 | 0.05 | 1 | 1 | 1 | 100 | 100 | - |
| Z0* IIIa | 3 | 0.3 | 0.05 | 1 | 1 | 1 | 100 | 100 | - |
| Z0* | 3 | 0.6 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 200 | 400 | - |
| Z1.1 | 3 | 0.9 | 0.15 | 1 | 1 | 3 | 300 | 600 | 3 |
| Z1.2 | 9 | 0.9 | 0.15 | 1 | 1 | 3 | 300 | 600 | 3 |
| Z2 | 30 | 3 | 0.5 | 1 | 1 | 10 | 1000 | 2000 | 10 |
| Probe "C 39" | < BSG | < 0.05 | < BSG | < BSG | < BSG | < 0.5 | < 50 | < 50 | < 0.3 |
| Probe "C 40" | < BSG | < 0.05 | < BSG | < BSG | < BSG | < 0.5 | < 50 | < 50 | < 0.3 |
| Probe "C 41" | < BSG | < 0.05 | < BSG | < BSG | < BSG | < 0.5 | < 50 | < 50 | < 0.3 |

Tab 19a: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Originalsubstanz – Teil 1

| Parameter | Arsen | Blei | Cadmium | Chrom | Kupfer | Nickel | Queck- silber | Thal- lium | Zink |
|-----------------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|------------------|---------------|-------|
| Einheit | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Z0 Lehm/Schluff | 15 | 70 | 1 | 60 | 40 | 50 | 0.5 | 0.7 | 150 |
| Z0 Ton | 20 | 100 | 1.5 | 100 | 60 | 70 | 1.0 | 1.0 | 200 |
| Z0* IIIa | 15/20 | 100 | 1 | 100 | 60 | 70 | 1 | 0.7 | 200 |
| Z0* | 15/20 | 140 | 1 | 120 | 80 | 100 | 1 | 0.7 | 300 |
| Z1.1 | 45 | 210 | 3 | 180 | 120 | 150 | 1.5 | 2.1 | 450 |
| Z1.2 | 45 | 210 | 3 | 180 | 120 | 150 | 1.5 | 2.1 | 450 |
| Z2 | 150 | 700 | 10 | 600 | 400 | 500 | 5 | 7 | 1500 |
| Probe "C 39" | 8.03 | 22.1 | < 0.3 | 29.5 | 17 | 26.8 | 0.058 | < 0.25 | 56.3 |
| Probe "C 40" | 7.84 | 13.2 | < 0.3 | 30.5 | 13.9 | 26.4 | < 0.05 | < 0.25 | 42.6 |
| Probe "C 41" | 6.14 | 12.5 | < 0.3 | 31.0 | 15.4 | 26.6 | < 0.05 | < 0.25 | 45.4 |

Tab 19b: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Originalsubstanz – Teil 2

| Parameter | pH-W.* | Leitföh.* | Chlorid | Sulfat | Cyanid | Phenol. | Arsen |
|-----------------|---------|------------------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Einheit | | $\mu\text{S/cm}$ | mg/l | mg/l | $\mu\text{g/l}$ | $\mu\text{g/l}$ | $\mu\text{g/l}$ |
| Z0 Lehm/Schluff | 6.5-9.5 | 250 | 30 | 50 | 5 | 20 | - |
| Z0* IIIa | 6.5-9.5 | 250 | 30 | 50 | 5 | 20 | 14 |
| Z0* | 6.5-9.5 | 250 | 30 | 50 | 5 | 20 | 14 |
| Z1.1 | 6.5-9.5 | 250 | 30 | 50 | 5 | 20 | 14 |
| Z1.2 | 6-12 | 1500 | 50 | 100 | 10 | 40 | 20 |
| Z2 | 5.5-12 | 2000 | 100 | 150 | 20 | 100 | 60 |
| Probe "C 39" | 8.1 | 104 | 13 | 0.6 | < 5.0 | < 10 | < 1.0 |
| Probe "C 40" | 8.2 | 79 | 2.06 | 0.7 | < 5.0 | < 10 | < 1.0 |
| Probe "C 41" | 8.1 | 117 | 4.83 | 16.6 | < 5.0 | < 10 | 1.0 |

Tab. 19c: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Eluat – Teil 1

* Anm.: Eine Überschreitung der Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit allein ist kein Ausschlusskriterium

| Parameter Einheit | Blei µg/l | Cadmium µg/l | Chrom µg/l | Kupfer µg/l | Nickel µg/l | Quecksilber µg/l | Zink µg/l |
|----------------------|--------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|--------------|
| Z0 Lehm/Schluff | - | - | - | - | - | - | - |
| Z0* IIIa | 40 | 1.5 | 12.5 | 20 | 15 | 0.5 | 150 |
| Z0* | 40 | 1.5 | 12.5 | 20 | 15 | 0.5 | 150 |
| Z1.1 | 40 | 1.5 | 12.5 | 20 | 15 | 0.5 | 150 |
| Z1.2 | 80 | 3 | 25 | 60 | 20 | 1 | 200 |
| Z2 | 200 | 6 | 60 | 100 | 70 | 2 | 600 |
| Probe "C 39" | < 1 | 0.2 | < 1 | 1 | < 1 | < 0.1 | 11 |
| Probe "C 40" | < 1 | < 0.1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 0.1 | 4 |
| Probe "C 41" | < 1 | 0.2 | < 1 | 1 | < 1 | < 0.1 | 10 |

Tab. 19d: Analysenergebnisse Verwaltungsvorschrift Eluat – Teil 2

| Parameter Einheit | Glühver- lust % | TOC % | lipophile St. % | BTEX mg/kg | PCB ₇ mg/kg | KW C ₁₀₋₄₀ mg/kg | PAK mg/kg |
|----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------|
| DK 0 | ≤ 3 | ≤ 1 | ≤ 0.1 | ≤ 6 | ≤ 1 | ≤ 500 | ≤ 30 |
| DK I | ≤ 3 | ≤ 1 | ≤ 0.4 | ≤ 6 | ≤ 5 | ≤ 4000 | ≤ 500 |
| DK II | ≤ 5 | ≤ 3 | ≤ 0.8 | ≤ 6 | ≤ 10 | ≤ 8000 | ≤ 1000 |
| DK III | ≤ 10 | ≤ 6 | ≤ 4 | kGd | kGd | kGd | kGd |
| Probe "C 39" | 3.6 | 0.8 | < 0.03 | < BSG | < BSG | < 50 | < BSG |
| Probe "C 40" | 3.3 | 0.2 | < 0.03 | < BSG | < BSG | < 50 | < BSG |
| Probe "C 41" | 4.5 | 0.7 | < 0.03 | < BSG | < BSG | < 50 | < BSG |

Tab. 20a: Analysenergebnisse Deponieverordnung – Originalsubstanz.

Anm.: Glühverlust kann gleichwertig zu TOC angewandt werden

| Parameter Einheit | pH-W. | DOC mg/l | Phenol mg/l | Arsen mg/l | Blei mg/l | Cadmium mg/l | Chrom gesamt mg/l |
|----------------------|--------|-------------|----------------|---------------|--------------|-----------------|-------------------------|
| DK 0 | 5.5-13 | ≤ 50 | ≤ 0.1 | ≤ 0.05 | ≤ 0.05 | ≤ 0.004 | ≤ 0.05 |
| DK I | 5.5-13 | ≤ 50 | ≤ 0.2 | ≤ 0.2 | ≤ 0.2 | ≤ 0.05 | ≤ 0.3 |
| DK II | 5.5-13 | ≤ 80 | ≤ 50 | ≤ 0.2 | ≤ 1 | ≤ 0.1 | ≤ 1 |
| DK III | 4-13 | ≤ 100 | ≤ 100 | ≤ 2.5 | ≤ 5 | ≤ 0.5 | ≤ 7 |
| Probe "C 39" | 8.1 | 1.94 | < 0.01 | < 0.001 | < 0.001 | 0.0002 | < 0.001 |
| Probe "C 40" | 8.2 | 1.78 | < 0.01 | < 0.001 | < 0.001 | < 0.0001 | < 0.001 |
| Probe "C 41" | 8.1 | 1.96 | < 0.01 | 0.001 | < 0.001 | 0.0002 | < 0.001 |

Tab. 20b: Analysenergebnisse Deponieverordnung – Eluat – Teil 1

| Parameter Einheit | Kupfer mg/l | Nickel mg/l | Quecksilber mg/l | Zink mg/l | Fluorid mg/l | Cyanid l.f. mg/l | WA * mg/l |
|----------------------|----------------|----------------|---------------------|--------------|-----------------|------------------------|--------------|
| DK 0 | ≤ 0.2 | ≤ 0.04 | ≤ 0.001 | ≤ 0.4 | ≤ 1 | ≤ 0.01 | ≤ 400 |
| DK I | ≤ 1 | ≤ 0.2 | ≤ 0.005 | ≤ 2 | ≤ 5 | ≤ 0.1 | ≤ 3000 |
| DK II | ≤ 5 | ≤ 1 | ≤ 0.02 | ≤ 5 | ≤ 15 | ≤ 0.5 | ≤ 6000 |
| DK III | ≤ 10 | ≤ 4 | ≤ 0.2 | ≤ 20 | ≤ 50 | ≤ 1 | ≤ 10000 |
| Probe "C 39" | 0.001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.011 | 0.1 | < 0.005 | 200 |
| Probe "C 40" | < 0.001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.004 | 0.3 | < 0.005 | 160 |
| Probe "C 41" | 0.001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.010 | 0.1 | < 0.005 | 200 |

Tab. 20c: Analysenergebnisse Deponieverordnung – Eluat – Teil 2

Anm.: WA * = Wasserlösliche Anteile (Abdampfdruckstand, Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen)

| Parameter Einheit | Barium mg/l | Molybdän mg/l | Antimon mg/l | Antimon Co-Wert mg/l | Selen mg/l | Chlorid mg/l | Sulfat mg/l |
|----------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------------|---------------|-----------------|----------------|
| DK 0 | ≤ 2 | ≤ 0.05 | ≤ 0.006 | ≤ 0.1 | ≤ 0.01 | ≤ 80 | ≤ 100 |
| DK I | ≤ 5 | ≤ 0.3 | ≤ 0.03 | ≤ 0.12 | ≤ 0.03 | ≤ 1500 | ≤ 2000 |
| DK II | ≤ 10 | ≤ 1 | ≤ 0.07 | ≤ 0.15 | ≤ 0.05 | ≤ 1500 | ≤ 2000 |
| DK III | ≤ 30 | ≤ 3 | ≤ 0.5 | ≤ 1.0 | ≤ 0.7 | ≤ 2500 | ≤ 5000 |
| Probe "C 39" | 0.058 | 0.001 | < 0.001 | n.a. | < 0.001 | 13 | 0.6 |
| Probe "C 40" | 0.043 | 0.001 | < 0.001 | n.a. | < 0.001 | 2.06 | 0.7 |
| Probe "C 41" | 0.109 | 0.001 | < 0.001 | n.a. | < 0.001 | 4.83 | 16.6 |

Tab. 20d: Analysenergebnisse Deponieverordnung Eluat – Teil 3

Anm.: Statt Chlorid und Sulfat kann der Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen angewandt werden.

Legende zu den vorseitigen Tabellen:

| | | |
|----------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Z0-2 | = | Zuordnungswerte gem. Verwaltungsvorschrift Boden in der Originalsubstanz und im Eluat bei Überschreitung des Z0-Wertes Fettdruck |
| DK 0-III | = | Zuordnungswerte gem. Deponieverordnung in der Originalsubstanz und im Eluat bei Überschreitung des DK 0-Wertes Fettdruck |
| BSG | = | Bestimmungsgrenze des analysierenden Labors |
| n.a. | = | nicht analysiert |
| kGd | = | kein Grenzwert definiert |

7.7.3 Bewertung der Analysenergebnisse

Nach den auf den vorangegangenen Seiten in den Tabellen 19 und 20 aufgeführten Analysergebnissen und Grenzwerten wäre der im Untersuchungsgebiet anstehende Boden hinsichtlich der Verwertung bzw. Entsorgung folgenden Kategorien zuzuordnen.

- *Mischprobe C 39*
(unauffälliger Boden bestehend aus Auffüllung; Tiefen zwischen 0,1 und 1,9 m):

Z 0 nach Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg
DK 0¹⁾ nach Deponieverordnung

- *Mischprobe C 40*
(unauffälliger Boden bestehend aus Löss und Lösslehm; Tiefen zwischen 0,0 und 5,2 m):

Z 0 nach Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg
DK 0¹⁾ nach Deponieverordnung

- *Mischprobe C 41*
(unauffälliger Boden bestehend aus Auelehm; Tiefen zwischen 0,3 und 4,2 m):

Z 0 nach Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg
DK 0¹⁾ nach Deponieverordnung

¹⁾ Erhöhter Glühverlust bei eingehaltenem TOC-Grenzwert

Somit kann der durch die Proben "C 39", "C 40" und "C 41" repräsentierte Boden einer freien Wiederverwertung zugeführt werden, sofern es eine Möglichkeit zur Wiederverwertung gibt. Ist dies nicht der Fall, könnte die Entsorgung von Löss, Lösslehm und Auelehm auf einer Erddeponie erfolgen. Hierbei dürfen keine Fremdanteile in das Aushubmaterial eingemischt werden. Die Auffüllung betreffend ist davon auszugehen, dass durch die Beimengung von Fremdbestandteilen wie Ziegel- und Plastikreste eine Ablagerung auf einer normalen Erddeponie (auch bei Zuordnung zur Verwertungsklasse Z 0) nicht möglich ist. Bei der Ablagerung ist dann die Zuordnung der Deponieklasse DK 0 zugrunde zu legen und es ist mit Mehrkosten zu rechnen. Bei Entsorgung auf einer Deponie ist generell davon auszugehen, dass der Boden in Haufwerken je 500 t gelagert und vor der Entsorgung jedes Haufwerk beprobt werden muss (mind. 2 Analysen je 500 t, bei fehlender Homogenität weitere Untersuchungen auf die Schlüsselparameter notwendig). Hier können sich dann

auch ungünstigere Zuordnungen als DK 0 (aber auch andere Zuordnungen als Z 0) ergeben. Nach Vorlage der Analyseergebnisse können die Haufwerke dann entsorgt werden. Die genaue Vorgehensweise ist im Vorfeld mit dem Deponiebetreiber abzuklären.

8. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Kanal/Straße

8.1 Kanalbau

Zur Ausarbeitung des Gutachtens soll von den im Lageplan Variante 1 enthaltenen Höhen für den Schmutzwasser- bzw. Regenwasserkanal ausgegangen werden. In den nachfolgenden Tab. 21.1 bis 21.3 sind die geologischen Verhältnisse in den im Bereich der Erschließungsstraßen abgeteufte Kleinbohrungen bis max. ca. 3 m unterhalb der jeweiligen Kanalsohlen zusammengefasst (Aufzählung im Verlauf der Erschließungsstraße, beginnend an ihrem nordöstlichen Ende, sowie der angrenzenden Wohnwege).

| Punkt | Höhe m NN | Kanalsohle m NN | Geologische Verhältnisse | Hydrogeologi- sche Verhältnisse | Bemerkung |
|-------|--------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| BS 11 | 233,05 | R 230,98 | Lösslehm, halbfest; ab -0,93 m unter RS weich; ab -1,73 m Fließerde, halbfest; ab -3,23 m Löss, weich ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 229,98 | Lösslehm, weich; ab -0,73 m unter GS Fließerde, halbfest; ab -2,23 m Löss, weich bis -4,23 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 5 | 232,25 | R 229,68 | Löss, halbfest; ab -0,43 m unter RS steif; ab -2,43 m weich bis 4,43 m unter GS | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 228,68 | Löss, steif; ab -1,43 m weich bis 4,43 m unter RS | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 4 | 232,10 | R 229,25 | Lösslehm, weich; ab -0,75 m unter RS steif; ab -2,85 m Fließerde, halbfest bis -4,15 m unter RS | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher, zuunterst nur kurzfristig |
| | | S 228,25 | Lösslehm, steif; ab -1,85 m Fließerde, halbfest bis -3,15 m unter RS | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher, im unteren Drittel nur kurzfristig |

S=Schmutzwasserkanal, R=Regenwasserkanal, RS = Rohrsohle, * interpolierte Höhe, ... Schichtenfolge nicht vollständig aufgeführt

Tab. 21.1 : Verhältnisse beim Kanalbau

| Punkt | Höhe m NN | Kanalsole m NN | Geologische Verhältnisse | Hydrogeologi- sche Verhältnisse | Bemerkung |
|-------|--------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| BS 3 | 232,10 | R 229,86 | Lösslehm, halbfest; ab -0,76 m unter RS steif; ab -3,46 m Fließerde halbfest bis -6,56 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 228,01 | Lösslehm, steif; ab -1,61 m unter RS Fließerde halbfest bis -4,71 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 2 | 233,45 | R 230,52 | Lösslehm, halbfest bis -4,77 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 227,77 | Lösslehm, halbfest; ab -2,02 m unter RS Verwitterungslehm, halbfest bis -3,02 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 1 | 233,50 | R 230,29 | Lösslehm, halbfest; ab -2,79 m steif bis -4,19 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 227,42 | Lösslehm, steif; ab -1,32 m unter RS Verwitterungslehm, halbfest-fest; ab -2,32 m Fließerde, fest bis -2,52 m unter RS | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 6 | 228,95 | R 227,00 | Löss, steif-halbfest; ab -0,15 m unter RS Lösslehm, halbfest; ab -2,05 m steif-halbfest bis -4,95 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 226,00 | Löss, halbfest; ab -1,05 m unter RS steif-halbfest bis -3,95 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 7 | 226,15 | R 223,06* | Löss, steif; ab -1,01 m unter RS Lösslehm, steif bis -3,71 m ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 222,33* | Löss, halbfest; ab -0,28 m unter RS steif bis -2,98 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 8 | 223,20 | R 219,90 | Löss, steif-weich; ab -1,70 m unter RS steif-halbfest bis -4,00 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände nur kurzfristig standsicher |
| | | S 219,00 | Löss, steif-weich; ab -0,80 m unter RS steif-halbfest bis -3,10 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 10 | 219,35 | R 216,66 | Lösslehm, steif-halbfest; ab -0,91 m unter RS steif; ab -2,21 m Fließerde, steif bis -3,41 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 215,70 | Lösslehm, steif; ab -1,25 m unter RS Fließerde, steif, ab -2,45 m verwilt. Gipskeuper, halbfest bis -3,25 m unter RS ... | kein Grundwasserzutritt | Grabenwände standsicher |

Tab. 21.2 : Verhältnisse beim Kanalbau

| Punkt | Höhe m NN | Kanalsole m NN | Geologische Verhältnisse | Hydrogeologi- sche Verhältnisse | Bemerkung |
|-------|--------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| BS 15 | 222,60 | R 220,90 | Löss, halbfest; ab -0,90 m unter RS Lösslehm, halbfest; ab -2,10 m steif- weich; ab -2,90 m Fließerde, halbfest bis -4,60 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 219,90 | Lösslehm, halbfest; ab -1,10 m unter RS steif-weich; ab -1,90 m Fließerde, halbfest bis -3,60 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 17 | 214,40 | R 213,16 | Auffüllung, fest; ab -0,06 m unter RS Lösslehm, steif-halbfest; ab -1,76 m weich bis -6,36 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 210,64 | Lösslehm, weich bis -3,84 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände zuunterst nur kurzfristig standsicher |
| BS 19 | 213,15 | R 212,00 | Auffüllung, halbfest-fest; ab -0,55 m unter RS Lösslehm, steif-halbfest; ab - 1,85 m weich bis -4,05 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände standsicher |
| | | S 211,16 | Lösslehm, steif-halbfest; ab -1,01 m unter RS weich bis -3,21 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände standsicher |
| BS 14 | 213,35 | R 211,00 | Lösslehm, steif-weich; ab -0,65 m unter RS weich bis -4,05 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände nur kurzfris- tig standsicher |
| | | S 209,02 | Lösslehm, weich; ab -2,07 m unter RS steif bis -2,97 m unter RS ... | kein Grundwasser- zutritt | Grabenwände nur kurzfris- tig standsicher |
| BS 13 | 210,25 | R 208,18 | Lösslehm, weich bis -4,23 m unter RS ... | Grundwasserzutritt im Sohlbereich möglich | Grabenwände zuunterst nur kurzfristig standsicher |
| | | S 207,54 | Lösslehm, weich bis -3,59 m unter RS ... | Grundwasserzutritt 0,46 m über Sohl- bereich | Grabenwände in der unte- ren Hälfte nicht standsi- cher |

S=Schmutzwasserkanal, R=Regenwasserkanal, RS = Rohrsohle, * interpolierte Höhe, ... Schichtenfolge nicht vollständig aufgeführt

Tab. 21.3 : Verhältnisse beim Kanalbau

8.1.1 Rohraufleger

Wie den vorangegangenen Tab. 21.1 bis 21.3 entnommen werden kann, befinden sich die Rohrsohlen des Regenwasser- bzw. Schmutzwasserkanals in der Hauptsache in Löss oder Lösslehm mit weicher bis halbfester Konsistenz. Der Regenwasserkanal kann im Bereich der Altablagerung auch in halbfest-fester bis fester Auffüllung zu liegen kommen.

Mit Ausnahme der aufgeweichten Schichten kann von einer geeigneten Auflage für die Abwasser- bzw. Regenwasserrohre ausgegangen werden. Die Ausbildung des Auflagers bzw. der Leitungszone entsprechend DIN 4033 wird hier für ausreichend erachtet. Es sind gute Bedingungen für den Kanalbau vorhanden. In durchweichten Lagen empfiehlt es sich

die Grabensohle tiefer auszuheben und gegen ein Auflager aus verdichtungsfähigem Material, beispielsweise aus Sand, Kiessand mit Größtkorn 20 mm, Brechsand oder Splitt mit Größtkorn 11 mm auszutauschen. Die Mindestaustauschmächtigkeit beträgt in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser $100 \text{ mm} + 1/10 d$. Bei Rohren DN 500 oder größer ist die Austauschmächtigkeit nach der Beziehung $100 \text{ mm} + 1/5 d$ zu ermitteln.

8.1.2 Kanalgrabenböschungen

Zur Vermeidung von größeren Aushubmassen empfiehlt es sich die Kanalgrabenböschungen unter Zuhilfenahme eines konventionellen Kanalgrabenverbau zu sichern. Dieses wandernde Verbauelement kann nach den Erkenntnissen aus den Kleinbohrungen in den meisten Bereichen problemlos nach Beendigung des Aushubs eingesetzt werden, ohne dass in diesem Zeitraum mit Nachbrüchen aus den Böschungswänden zu rechnen wäre. Im Bereich der der Kleinbohrungen BS 4, BS 8, BS 13, BS 14 und BS 17 ist im Ausstrichbereich von aufgeweichten Schichten nur eine unzureichende Standfestigkeit vorhanden. Hier ist ein sogenannter Gleitschienenverbau vorzuhalten, und bei nicht ausreichender Standfestigkeit der Böden einzusetzen, bei dem der Verbau sukzessive mit dem Aushub eingebracht wird.

Bei einer freien Abböschung könnten die im Böschungsbereich anstehenden Schichten mit einer mind. steifen Konsistenz unter einem Böschungswinkel von 60° hergestellt werden. Im Ausstrichbereich von weichen Schichten muss dann auf einen Winkel von 45° abgeflacht werden. Sämtliche Böschungskörper sind mit einer Plastikfolie gegen Oberflächenwasser und Witterungseinflüsse zu schützen. Die einzelnen Bahnen sind unter Zuhilfenahme von Holzlatten und Eisenbügeln ausreichend gegen Windkräfte zu schützen. An der Böschungskrone ist ein mind. 1 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten. Zudem ist hier durch Erdwülste oder Entwässerungsgräben dafür zu sorgen, dass kein Oberflächenwasser unter die Plastikplanen gelangen kann.

Bei der Herstellung der Kanalgräben sind die entsprechenden Vorschriften der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ zu berücksichtigen.

8.1.3 Verfüllung der Leitungsgräben

Sollen Setzungen der Kanalgrabenverfüllung vermieden werden, ist die Verfüllung nach technischen Regelwerken vorzunehmen. Hinsichtlich der Verfüllung von Leitungsgräben gibt die ZTVA-StB 97/06 die nachfolgend in Tabelle 22 zusammengestellten Verdichtungsanforderungen vor.

| Anzustrebende Verdichtungsgrade im Kanalbau | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Grobkörnige Böden | | |
| Bereich | Bodengruppen | D _{Pr} in % |
| bis 0.5 m unter Planum | GW, GI, GE, SW, SI, SE | 100 |
| 0.5 m bis Leitungszone | GW, GI, GE, SW, SI, SE | 98 |
| Leitungszone | generell D _{Pr} = 97 % | |
| Gemischtkörnige und bindige Böden | | |
| Bereich | Bodengruppen | D _{Pr} in % |
| bis 0.5 m unter Planum | GU, GT, SU, ST | 100 |
| | GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM, TL, TM | 97 |
| 0.5 m bis Leitungszone | GU, GT, SU, ST, OH, OK | 97 |
| | GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM, TL, TM | 95 |
| Leitungszone | generell D _{Pr} = 97 % | |
| <i>Luftporenanteil bei Böden der Bodengruppen GU*, GT*, SU*, U, T max. 12 %.</i> | | |

Tab. 22 : Verdichtungsanforderungen

Nachstehend sind die Eingruppierungen der verschiedenen Böden in die Verdichtbarkeitsklassen gem. ZTVE (ZTVE StB 09, Tabelle 81; Kommentar FLOSS) in Tabelle 23 aufgeführt. Die In den Kleinbohrungen angetroffenen Bodenarten wurden hierbei fett unterlegt dargestellt.

| Verdichtbarkeitsklasse | Kurzbeschreibung | Bodenart n. DIN 18 196 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| V 1 (gut verdichtbar) | nichtbindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden | GW,GI,GE,SW,SI,SE, GU,GT,SU,ST |
| V 2 (mittelgut verdichtbar) | bindige, gemischtkörnige Böden | GU*,GT*,SU*,ST* |
| V 3 (weniger gut verdichtbar) | bindige, feinkörnige Böden | TL,TM,UL,UM,(TA,UA) |
| * = gemischtkörnige Böden | | |
| Die in DIN 18 196 aufgeführten Böden der Bodengruppen HN, HZ, F, OU, OT, OK und UA sowie TA sind für das Verfüllen von Leitungsgräben nicht geeignet. | | |

Tab. 23 : Einstufung von Böden in Verdichtbarkeitsklassen

Die Angabe der Verdichtbarkeitsklasse sagt allerdings noch nichts über die generelle Einbaubarkeit aus. So eignen sich z.B. bindige Böden der Klassen V 2 und V 3 bei zu hohen natürlichen Wassergehalten ohne zusätzliche Maßnahmen nicht zum Wiedereinbau.

Im Bereich des Baugebiets werden bei Kanalarbeiten, mit Ausnahme des Bereichs der Altablagerung, ausschließlich Löss und Lösslehm anfallen. Die bindige Auffüllung weist aus bodenmechanischer Sicht ähnliche Eigenschaften auf, jedoch wird hier wegen der zu erwartenden Fremdeinschlüsse evtl. kein Wiedereinbau möglich sein. Beim Löss und Lösslehm handelt sich um bindige Böden, die nach DIN 18 196 in der Hauptsache den Bodenklassen UM und UL zuzuordnen sind. Ihre Konsistenz reicht von weich bis halbfest. Nach der ZTVA-StB 09 sind für die Verfüllzone i.d.R. Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden. Falls nur auf Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 2 und V 3 zurückgegriffen werden kann, so muss bei geforderter 100 %-iger Proctordichte der Einbauwassergehalt etwa dem beim Proctorversuch ermittelten optimalen Wassergehalt entsprechen. Evtl. anfallender hochplastischer Verwitterungslehm oder hochplastischer und organischer Sumpfton können nicht für den Wiedereinbau berücksichtigt werden.

Aus den Kleinbohrungen wurde aus dem obersten Meter (nördl. Untersuchungsgebiet) bzw. aus den dem zweiten und dritten Meter (südl. Untersuchungsgebiet) Probematerial entnommen und in zwei Mischproben zusammengefasst. An diesen Mischproben wurden in meinem Erdlaboratorium Proctorversuche nach DIN 18 127 durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Anlagen 31 bis 33 dargestellt. In der nachfolgenden Tabelle 24 befindet sich eine Zusammenfassung.

| Probe | Bodenart/Verdichtbar- keitsklasse | Bereich/ Tiefe | Wn | 100 % Proctordichte | | 97 % Proctordichte | | 95 % Proctordichte | |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------|---------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | | | | Wn | δPr (g/cm ³) | Wmin, Wmax | δPr (g/cm ³) | Wmin, Wmax | δPr (g/cm ³) |
| Pr 1 | Mischprobe aus Löss und Lösslehm | nördl. Untersu- chungsge- biet/0-1 m | 0,165 | 0,138 | 1,712 | 0,100- 0,175 | 1,661 | 0,090- 0,186 | 1,626 |
| Pr 2 | Mischprobe aus Löss und Lösslehm | südl. Untersu- chungsge- biet/1-3 m | 0,164 | 0,128 | 1,684 | 0,092- 0,172 | 1,633 | 0,083- 0,187 | 1,600 |

Tab. 24

Wn = natürlicher Wassergehalt, Wmin,max = min. bzw. max. Wassergehalt

Die Proctorprobe Pr 1 repräsentiert den nördlichen Untersuchungsbereich. Der natürliche Wassergehalt an dieser Mischprobe betrug 16,5 %. Mit diesem wäre noch eine 97 %-ige Proctordichte zu erzielen. Zum Erreichen eines Verdichtungsgrads von 100 % Proctordichte müsste eine Bodenverbesserung mit einem geeigneten Bindemittel verbessert werden oder es ist geeignetes Fremdmaterial einzubauen. Zur Bodenverbesserung kann sowohl Weißfeinkalk als auch ein anderes Mischbindemittel (Kalk-Zement-Gemisch) wie z.B. Dorosol herangezogen werden. Erfahrungen haben gezeigt, dass bei Verwendung von Dorosol der Boden eine höhere Langzeitfestigkeit aufweist und bei Regen oder Frost nur noch wenige mm tief aufweicht oder auffriert. Der Nachteil ist der etwas höhere Bindemittelverbrauch durch den geringeren Anteil an Weißfeinkalk. Die erforderliche Zugabemenge beträgt ca. 2 Gew.-% bzw. ca. 34 kg/m³.

Die Proctorprobe Pr 2 stammt aus dem südlichen Untersuchungsgebiet. Hier konnte ein ähnlicher, natürlicher Wassergehalt mit 16,4 % festgestellt werden. Mit dem natürlichen Wassergehalt kann eine bis zu 97 %-ige Proctordichte erzielt werden. Zum Erreichen der 100 % Proctordichte muss, wie bereits in vorangegangenem Absatz erwähnt, geeignetes Fremdmaterial zu verwenden oder es muss mit einer Bindemittelzugabe von ca. 2,4 Gew.-% bzw. 40 kg/m³ eine Bodenverbesserung erfolgen.

Im Vorfeld einer Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe empfiehlt sich die neuerliche Bestimmung von natürlichen Wassergehalten und weitere Proctorversuche. Bei einer erforderlichen Zwischenlagerung von Aushubmaterial ist darauf zu achten, dass dieses durch geeignete Maßnahmen vor einer Durchnässung oder Austrocknung geschützt wird.

Im Übrigen verweise ich auf die entsprechenden Abschnitte der ZTVE - StB 09, wo nähere Angaben zum Verfüllen, zu den Baustoffen und zum Einbau und Verdichten (mit Verdichtungsgerät und empfohlenen Übergängen in Abhängigkeit der Bodenart) aufgeführt werden.

8.1.4 Wasserhaltung

Nach den Tab. 21.1 bis 21.3 auf den Seiten 31 bis 33 ist lediglich im Bereich der talseitig gelegenen Kleinbohrung BS 13 bei der Verlegung des Schmutzwasserkanals, evtl. auch schon beim Regenwasserkanal, mit dem Auftreten von Grundwasser im Sohlbereich bzw. bis zu ca. 0,5 m darüber zu rechnen. Hier sind im Bereich der Schächte Sperrriegel entweder aus Beton oder aus sehr gering durchlässigem binden Boden einzubauen, um Grundwasserlängsläufigkeiten zu verhindern. Beim Einbau von Boden muss dessen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f unter 5×10^{-10} m/sec liegen (Einbau in Lagen von 20 cm und Verdichtung auf mind. 97 % Proctordichte, Luftporengehalt <12 %).

Es empfiehlt sich in der Ausschreibung eine Position Wasserhaltung vorzusehen. Diese kann mit einer herkömmlichen Schmutzwasserpumpe, mit einer Förderrate von ca. 5 l/s, bewältigt werden kann. Die Grabensohle muss während der Arbeiten durch geeignete Maßnahmen (ggf. Sickerpackungen oder -leitungen) für die Verlegung wasserfrei gehalten werden. Das den Gräben zutretende Wasser ist in einem Pumpensumpf zu sammeln und dem nächsten Vorfluter zuzuführen.

8.2 Straßenbau

Zunächst einmal soll auf die Frostempfindlichkeit der auf Planumshöhe anstehenden Schichten eingegangen werden. Die verschiedenen Böden werden nach der ZTVE-StB 09 hinsichtlich ihrer Frostempfindlichkeit in verschiedene Frostempfindlichkeitsklassen gestellt (s. hierzu Tab. 17 auf Seite 24). Im geplanten Baugebiet sind die quartären Deckschichten auf Planumshöhe einheitlich der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen, d.h. der Boden ist sehr frostempfindlich.

Bei den zu erstellenden Straßen im Baugebiet handelt es sich nach den Richtlinien der RStO 12 um Bauklasse V, einer Anliegerstraße. Nach der neuen RStO 12 wird aus dieser Bauklasse die Belastungsklasse Bk0,3. Dies entspricht einer jährlichen Beanspruchung (B-Zahl) von max. 300.000 Achsübergängen mit jeweils 10 t. Sollte sich eine B-Zahl nicht ermitteln lassen, so kann in geschlossener Ortslage für eine Wohnstraße (Straßenkategorie ES V) auch eine Belastungsklasse von max. Bk 1,0 Berücksichtigung finden. Das Untersuchungsgebiet befindet sich nach der in der ZTVE-StB 09 aufgeführten Karte der Frosteinwirkungszonen der Bundesrepublik Deutschland in der Zone I. Somit kann unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 und der Belastungsklasse Bk0,3 ein frostsicherer Oberbau in einer Mächtigkeit von mind. 0,50 m ermittelt werden. Käme die Belastungsklasse Bk1,0 in Frage, würde sich der Oberbau auf eine Mächtigkeit von mind. 0,60 m erhöhen.

In der auf nachfolgender Seite dargestellten Tab. 25 sind die geologischen Verhältnisse auf Planumshöhe, ausgehend von einem Oberbau mit 0,5 m Mächtigkeit, dargestellt (Aufzählung im Verlauf der Erschließungsstraße, beginnend an ihrem nordöstlichen Ende, sowie der angrenzenden Wohnwege).

| Punkt | Höhe m NN | Straßen- höhe | Planumshöhe | Geologische Verhältnisse | Konsistenz |
|-------|--------------|---------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| BS 11 | 233,05 | 232,64 | 232,14 | Löss | steif-halbfest |
| BS 5 | 232,25 | 231,78 | 231,28 | Lösslehm | steif |
| BS 4 | 232,10 | 231,25 | 230,75 | Lösslehm | steif |
| BS 3 | 232,10 | 231,85* | 231,35* | Lösslehm | steif |
| BS 2 | 233,45 | 233,11 | 232,61 | Lösslehm | halbfest |
| BS 1 | 233,50 | 232,80 | 232,30 | Lösslehm | halbfest |
| BS 6 | 228,95 | 228,5 ¹⁾ | 228,0 | Löss | fest |
| BS 7 | 226,15 | 224,93* | 224,43* | Löss | steif |
| BS 8 | 223,20 | 222,56* | 222,06* | Löss | Grenzbereich halb- fest/steif-weich |
| BS 10 | 219,35 | 218,63 | 218,13 | Lösslehm | steif-halbfest |
| BS 15 | 222,60 | 222,00 | 221,50 | Löss | halbfest |
| BS 17 | 214,40 | 214,96 | 214,46 | 0,06 m über OK Gelände, nach Abschieben des Oberbodens 0,16 m Auffüllung erforder- lich; Auflage ist feste Auffüllung | - |
| BS 19 | 213,15 | 214,16 | 213,66 | 0,51 m über OK Gelände, nach Abschieben des Oberbodens 0,61 m Auffüllung erforder- lich; Auflage ist halbfest-feste Auffüllung | - |
| BS 14 | 213,35 | 213,70 | 213,20 | Lösslehm | fest |
| BS 13 | 210,25 | 210,19 | 209,69 | Lösslehm | halbfest-fest |

S=Schmutzwasserkanal, R=Regenwasserkanal, RS = Rohrsohle, * interpolierte Höhe, ¹⁾ nicht genau lesbar i. Lageplan

Tab. 25 : Verhältnisse beim Straßenbau

Bei den im Straßenplanum anstehenden Böden handelt es sich nach der vorangegangenen Tab. 25 um Löss und Lösslehm mit steif-weicher bis fester Konsistenz. Im Bereich des Wohnwegs E wird nach Abschieben des humosen Oberbodens eine Auffüllung in einer Mächtigkeit zwischen 0,16 und 0,61 m erforderlich.

Die Tragfähigkeit betreffend ist auf OK Erdplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} > 45$ MPa erforderlich, auf OK Tragschicht bei Belastungsklasse Bk0,3 120 MPa bzw. bei Bk1,0 von 150 MPa. Erfahrungsgemäß ist auf den in Planumshöhe anstehenden, bindigen Böden mit mind. steif-halbfester Konsistenz eine Tragfähigkeit von ca. 10-15 MPa zu erreichen, bei lediglich steifer Konsistenz entsprechend weniger. Folglich müssen hier Bodenverbesserungsmaßnahmen in Form eines Bodenaustausches (z.B. Grobschotter 0/100 oder geringbindiger Siebschutt) oder einer Bodenstabilisierung, in einer Mächtigkeit von ca. 30-40 cm, erfolgen. Bei lediglich steifer oder gar steif-weicher Konsistenz des Planums ist diese

Mächtigkeit auf mind. ca. 0,5 m zu erhöhen. Im Bereich des Wohnwegs E stellt die erforderliche Auffüllung dann einen Teil bzw. den gesamten Anteil des Bodenaustausches dar.

Zur Bestimmung der erforderlichen Bindemittelzugabemenge empfiehlt es sich bei Beginn der Arbeiten neuerliche Wassergehaltsbestimmungen durchzuführen (s. Angaben in Abschn. 8.1.3 auf den Seiten 36 und 37). Um auf OK Planum den geforderten Tragfähigkeitswert von 45 MN/m² zu erreichen, müsste zu Kalkulationszwecken von einer Bindemittelzugabe von mind. 30-40 kg/m³, bei weichen Böden von mind. der doppelten Menge, ausgegangen werden. Bei einem Bodenaustausch ist die Einschaltung eines Geotextils (mind. Robustheitsklasse GRK 3) erforderlich, damit die Einarbeitung des grobkörnigen Materials in den bindigen Untergrund verhindert wird.

Bei einer Bodenverbesserung ist zu beachten, dass während und unmittelbar nach der Maßnahme keine Niederschläge auftreten dürfen, die ein Abbinden des Kalkes verhindern würden, wodurch die erforderliche Festigkeit des Bodens nicht erreicht wird (gilt auch für Bodenverbesserung von Kanalgrabenverfüllung). Nach dem Verdichten von bindigem Boden mit einer Schafffußwalze ist vor Regenereignissen das Planum mit einer Glattmantelwalze so abzuwalzen, dass evtl. zutretendes Oberflächenwasser an der Oberfläche abfließen kann und punktuelle Wasseransammlungen mit damit einhergehenden Aufweichungen ausgeschlossen werden können.

Im Zuge des Kalkauftrags kann dieser bei ungünstigen Windverhältnissen evtl. in Richtung auf die angrenzende Bebauung verweht werden. Dort können dann an den Häusern oder an Fahrzeugen Schäden infolge der ätzenden Wirkung von Weißfeinkalk auftreten. Bei Verwendung eines Kalk-Zement-Gemisches wird das Risiko der Verwehung durch eine höhere Dichte des Materials verringert. Zusätzlich kämen auch geschlossene Systeme für die Vermischung von Bindemittel und Boden in Frage. Generell sind beim Verkalken die ZTVE-StB 09 und das Merkblatt für Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Kalk (Herausgeber: Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V., Ausgabe 2004) zu beachten.

9. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Gebäude

9.1 Angaben zu den Bauwerken

Genauere Angaben zu den Bauwerken liegen noch nicht vor. Zur Ausarbeitung des Gutachtens wird zum einen von nichtunterkellerten Bauwerken ausgegangen mit einer frostfreien Gründungstiefe bei ca. 1 m unter OK Gelände (Abschnitt 8.1.1) und zum anderen von unterkellerten Bauwerken mit Fundamentsohlen bei ca. 3 m unter OK Gelände (Abschnitt 8.1.2). Der südliche Bereich des Baugebiets befindet sich in der Wasserschutzzone III des Wasserschutzgebiets Seeäcker. Hierdurch können sich gesonderte Maßnahmen durch das LRA Ludwigsburg, wie beispielsweise keine Zulassung von Recyclingmaterial bei Verfüllarbeiten, ergeben.

9.1.1 Gründungsmöglichkeiten für nichtunterkellerte Gebäude

Für die nicht unterkellerten Gebäude soll von einer frostfreien Gründung in einer Tiefe von ca. 1 m unter OK Gelände ausgegangen werden. Die geologischen Verhältnisse in der Gründungstiefe und in relevanter Tiefe unterhalb der Gründungsohlen (GS) sind in den nachfolgend dargestellten Tab. 26.1 und 26.2 enthalten (Aufzählung der Untersuchungspunkte von hangseitig nach talseitig sowie West nach Ost).

| Punkt | Höhe m NN | Bereich | GS mNN | in und unter GS anstehender Boden |
|-------|--------------|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BS 1 | 233,50 | W-Ecke | 232,50 | Lösslehm, halbfest; ab -0,50 m unter GS steif; ab -1,10 m halbfest; ab -5,00 m steif; ab -6,40 m Verwitterungslehm, halbfest-fest; ab -7,40 m Fließerde, fest bis -7,60 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 2 | 233,45 | NW-Seite | 232,45 | Lösslehm, halbfest; ab -0,40 m unter GS steif; ab -1,10 m halbfest; ab -6,70 m Verwitterungslehm, halbfest; ab -7,70 m fest bis -7,80 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 3 | 232,10 | NW-Seite | 231,10 | Lösslehm, steif; ab -1,10 m unter GS halbfest; ab -2,00 m steif; ab -4,70 m Fließerde, halbfest; ab -7,80 m Gipskeuper, Schluffstein, fest bis -8,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 5 | 232,25 | N-Ecke | 231,25 | Lösslehm, steif; ab -1,10 m Löss, halbfest; ab -2,00 m steif; ab -4,00 m weich bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 11 | 233,05 | N-Ecke | 232,05 | Löss, steif-halbfest; ab -0,70 m Lösslehm, halbfest; ab -2,00 m weich; ab -2,80 m Fließerde, halbfest; ab -4,30 m Löss, weich; ab -6,30 m Lösslehm, steif; ab -7,50 m Fließerde, halbfest; ab -9,50 m Verwitterungslehm, halbfest-fest bis -10,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 6 | 228,95 | W-Ecke | 227,95 | Löss, fest; ab -0,10 m unter GS steif-halbfest; ab -1,10 m Lösslehm, halbfest; ab -3,00 m steif-halbfest; ab -5,90 m steif bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |

Tab. 26.1 : Bodenverhältnisse in u. unter Fundamentsohle (=GS), nicht unterkellerte Häuser

| Punkt | Höhe m NN | Bereich | GS mNN | in und unter GS anstehender Boden |
|-------|--------------|---------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BS 7 | 226,15 | Mitte | 225,15 | Löss, halbfest-fest; ab -0,60 m unter GS steif; ab -3,10 m Lösslehm, steif; ab -5,80 m steif-halbfest bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 8 | 223,20 | Mitte | 222,20 | Löss, fest; ab -0,20 m unter GS steif-weich; ab -4,00 m steif-halbfest; ab -6,30 m Lösslehm, weich; ab -7,50 m steif; ab -8,00 m halbfest; ab -9,80 m Fließerde, fest bis -10,00 m unter GS; Grundwasser bei -10,00 m unter GS |
| BS 10 | 219,35 | Mitte | 218,35 | Grenzbereich Löss, fest/Lösslehm, steif-halbfest; ab -2,60 m unter GS Lösslehm, steif; ab -3,90 m Fließerde, steif; ab -5,10 m verwitt. Gipskeuper, halbfest; ab -5,90 m Gipskeuper, fest bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 15 | 222,60 | E-Ecke | 221,60 | Löss, halbfest; ab -1,60 m unter GS Lösslehm, halbfest; ab -2,80 m steif-weich; ab -3,60 m Fließerde, halbfest; ab -5,30 m verwitt. Gipskeuper, steif bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 16 | 219,60 | S-Ecke | 218,60 | Grenzbereich Löss, fest/halbfest; ab -2,60 m unter GS weich bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 18 | 218,40 | S-Ecke | 217,40 | Grenzbereich Lösslehm, fest/Löss, halbfest; ab -2,00 m unter GS Löss, steif-weich; ab -5,90 m weich bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 20 | 218,25 | S-Ecke | 217,25 | Löss, fest; ab -0,20 m unter GS steif-halbfest; ab -2,00 m weich bis halbfest; ab -5,90 m weich bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 14 | 213,35 | E-Ecke | 212,35 | Lösslehm, fest; ab -0,10 m unter GS steif-weich; ab -2,00 m weich; ab -5,40 m steif; ab -6,30 m Fließerde, steif-weich; ab -6,70 m verwitt. Lettenkeuper, weich; ab -7,60 m Lettenkeuper, fest bis -7,70 m unter GS; Grundwasser bei -4,70 m unter GS |
| BS 17 | 214,40 | S-Ecke | 213,40 | Auffüllung, fest; ab -0,30 m unter GS Lösslehm, steif-halbfest; ab -2,00 m weich; ab -6,60 m steif; ab -7,60 m Fließerde, halbfest bis -8,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 19 | 213,15 | S-Ecke | 212,15 | Auffüllung, halbfest-fest; ab -0,70 m unter GS Lösslehm, steif-halbfest; ab -2,00 m weich; ab -4,20 m steif-weich; ab -6,80 m Fließerde, steif; ab -7,85 m Verwitterungslehm, fest bis -8,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 12 | 213,50 | S-Ecke | 212,50 | Auffüllung, fest; ab -0,90 m unter GS Lösslehm, steif-halbfest; ab -4,20 m steif; ab -6,70 m steif-halbfest; ab -7,00 m Auelehm, weich-breilig; ab -8,10 m sandig-kiesige Bachablagerungen, breilig bis -8,20 m unter GS; Grundwasser bei -4,80 m unter GS |

Tab. 26.2 : Bodenverhältnisse in u. unter Fundamentsohle (=GS), nicht unterkellerte Häuser

Tab. 26.1 und 26.2 zeigen, dass die Gründungssohlen für nicht unterkellerte Gebäude in Löss und Lösslehm mit steifer bis fester Konsistenz und im Bereich der Altablagerung in bindigem Boden mit halbfest-fester bis fester Konsistenz zu liegen kommen. Für den Löss und Lösslehm können in Abhängigkeit von der Konsistenz des Bodens und von der Bodenklassifikation nach DIN 18 196 Bodenpressungen zwischen 140 und 250 kN/m² in An-

satz gebracht werden. Bei Verwendung entsprechender Programme für die Lastberechnung, bei denen zur Fundamentbemessung keine Teilsicherheitswerte berücksichtigt werden und bei denen die Eingabe von Designlasten erfolgt, kann der Designwert der Bodenpressung mit 200 bis 350 kN/m² angegeben werden. Hierbei sind Setzungen in der Größenordnung von 2-4 cm zu erwarten wobei es sich bei einem Drittel dieses Betrags um während der Bauphase abklingende Sofortsetzungen handelt. Die aufgefüllte Materialien sind in Anbetracht möglicher Inhomogenität bis auf den gewachsenen Boden zu durchgründen oder es ist eine Gründung mittels verstärkter Bodenplatte und eines bestmöglich ausgesteiften EG in Betracht zu ziehen. Zur Bemessung der Bodenplatte kann vorab von einem Bettungsmodul mit 3-5 MN/m³ ausgegangen werden. Die zu erwartenden Setzungen werden hierbei in der Größenordnung von max. 2 cm liegen, wobei es sich bei einem Drittel dieses Betrags wiederum um Sofortsetzungen handelt. Die Gründungssituation ist für die einzelnen Bauvorhaben durch neuerliche Erkundungen im jeweiligen Baufeld zu überprüfen, wodurch sich die detaillierten Gründungsangaben ergeben.

9.1.2 Gründungsmöglichkeiten für unterkellerte Gebäude

Für die unterkellerten Gebäude soll von einer Gründung in einer Tiefe von ca. 3 m unter OK Gelände ausgegangen werden. Die geologischen Verhältnisse in der Gründungstiefe und in relevanter Tiefe unterhalb der Gründungssohlen (GS) sind in den nachfolgend dargestellten Tab. 27.1 und 27.2 enthalten (Aufzählung der Untersuchungspunkte von hangseitig nach talseitig sowie West nach Ost).

| Punkt | Höhe m NN | Bereich | GS mNN | in und unter GS anstehender Boden |
|-------|--------------|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BS 1 | 233,50 | W-Ecke | 230,50 | Lösslehm, halbfest; ab -3,00 m unter GS steif; ab -4,40 m Verwitterungslehm, halbfest-fest; ab -5,40 m Fließerde, fest bis -5,60 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 2 | 233,45 | NW-Seite | 230,45 | Lösslehm, halbfest; ab -4,70 m unter GS Verwitterungslehm, halbfest; ab -5,70 m fest bis -5,80 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 3 | 232,10 | NW-Seite | 229,10 | Grenzbereich Lösslehm, halbfest/steif; ab -2,70 m Fließerde, halbfest; ab -5,80 m Gipskeuper, Schluffstein, fest bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 5 | 232,25 | N-Ecke | 229,25 | Grenzbereich Löss halbfest/steif; ab -2,00 m unter GS weich bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 11 | 233,05 | N-Ecke | 292,05 | Fließerde, halbfest; ab -2,30 m unter GS Löss, weich; ab -4,30 m Lösslehm, steif; ab -5,50 m Fließerde, halbfest; ab -7,50 m Verwitterungslehm, halbfest-fest bis -8,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 6 | 228,95 | W-Ecke | 225,95 | Lösslehm, halbfest; ab -1,00 m unter GS steif-halbfest; ab -3,90 m steif bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |

Tab. 27.1 : Bodenverhältnisse in u. unter Fundamentsohle (=GS), unterkellerte Häuser

| Punkt | Höhe m NN | Bereich | GS mNN | in und unter GS anstehender Boden |
|-------|--------------|---------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BS 7 | 226,15 | Mitte | 223,15 | Löss, steif; ab -1,10 m unter GS Lösslehm, steif; ab -3,80 m steif-halbfest bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 8 | 223,20 | Mitte | 220,20 | Löss, steif-weich; ab -2,00 m unter GS steif-halbfest; ab -4,30 m Lösslehm, weich; ab -5,50 m steif; ab -6,00 m halbfest; ab -7,80 m Fließerde, fest bis -8,00 m unter GS; Grundwasser bei -8,00 m unter GS |
| BS 10 | 219,35 | Mitte | 216,35 | Lösslehm, steif-halbfest; ab -0,60 m unter GS Lösslehm, steif; ab -1,90 m Fließerde, steif; ab -3,10 m verwittert. Gipskeuper, halbfest; ab -3,90 m Gipskeuper, fest bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 15 | 222,60 | E-Ecke | 219,60 | Lösslehm, halbfest; ab -0,80 m unter GS steif-weich; ab -1,60 m Fließerde, halbfest; ab -3,30 m verwittert. Gipskeuper, steif bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 16 | 219,60 | S-Ecke | 216,60 | Löss halbfest; ab -0,60 m unter GS weich bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 18 | 218,40 | S-Ecke | 215,40 | Grenzbereich Löss, halbfest/steif-weich; ab -3,90 m unter GS weich bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 20 | 218,25 | S-Ecke | 215,25 | Grenzbereich Löss, steif-halbfest/steif-weich; ab -3,90 m unter GS weich bis -4,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 14 | 213,35 | E-Ecke | 210,35 | Grenzbereich Lösslehm, steif-weich/weich; ab -3,40 m unter GS steif; ab -4,30 m Fließerde, steif-weich; ab -4,70 m verwittert. Lettenkeuper, weich; ab -5,60 m Lettenkeuper, fest bis -5,70 m unter GS; Grundwasser bei -2,70 m unter GS |
| BS 17 | 214,40 | S-Ecke | 211,40 | Grenzbereich Lösslehm, steif-halbfest/weich; ab -4,60 m unter GS steif; ab -5,60 m Fließerde, halbfest bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 19 | 213,15 | S-Ecke | 210,15 | Grenzbereich Lösslehm, steif-halbfest/weich; ab -2,20 m unter GS steif-weich; ab -4,80 m Fließerde, steif; ab -5,85 m Verwitterungslehm, fest bis -6,00 m unter GS; kein Grundwasser angetroffen |
| BS 12 | 213,50 | S-Ecke | 210,50 | Lösslehm, steif-halbfest; ab -2,20 m unter GS steif; ab -4,70 m steif-halbfest; ab -5,00 m Auelehm, weich-breitig; ab -6,10 m sandig-kiesige Bachablagerungen, breitig bis -6,20 m unter GS; Grundwasser bei -2,80 m unter GS |

Tab. 27.2 : Bodenverhältnisse in u. unter Fundamentsohle (=GS), unterkellerte Häuser

Aus den Tab. 27.1 und 27.2 ist ersichtlich, dass sich die vorgesehenen Gründungssohlen bei einer Unterkellerung überwiegend in Löss oder Lösslehm mit weicher bis halbfester Konsistenz befinden. In der N-Ecke kann auf diesem Niveau auch halbfeste Fließerde austreichen. Für die quartären Deckschichten mit steifer bis halbfester Konsistenz kann bei einer konventionellen Gründung eine Bodenpressung von 140 kN/m² bis 210 kN/m² herangezogen werden. Bei Verwendung entsprechender Programme für die Lastberechnung, bei denen zur Fundamentbemessung keine Teilsicherheitswerte berücksichtigt werden und bei denen die Eingabe von Designlasten erfolgt, kann der Designwert der Bodenpressung mit 200 kN/m² bis 290 kN/m² in Ansatz gebracht werden. Setzungen sind in der Größenordnung von 2-4 cm zu erwarten, abzüglich einem Drittel an Sofortsetzungen. Löss oder

Lösslehm mit weicher Konsistenz sind nicht für die Lastabtragung geeignet. Hier muss entweder bis auf tragfähige Schichten vertieft werden oder es ist eine Plattengründung inkl. einer Polsterschicht vorzusehen. Auch für die unterkellerten Bauvorhaben sind im Einzelfall gezielte Untersuchungen für die genauen Angaben hinsichtlich der Gründungsvariante bzw. der zulässigen Bodenpressung erforderlich.

9.1.3 Baugrubenböschungen und -sohlen

Für die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Schichten können nach DIN 4124 die nachfolgend aufgeführten Böschungswinkel geltend gemacht werden.

| | | | |
|----|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1) | Böschungen bis 1.25 m Höhe: | senkrechte Böschung möglich | |
| 2) | Böschungen bis 1.75 m Höhe: | bis 1.25 m Höhe senkrecht, darüber | 50 Grad |
| 3) | Böschungen bis 3.00 m Höhe: | Auffüllung, Löss und Lösslehm, Verwitterungslehm, Fließerde, Sumpfton, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper, Konsistenz jeweils mind. steif | 60 Grad |
| | | Löss und Lösslehm, Auelehm, Sumpfton, sandig-kiesige Bachablagerungen, verwitt. Gipskeuper und Lettenkeuper Konsistenz jeweils weich | 45 Grad |
| 4) | | Feste Ton- und Schluffsteine des Gips- bzw. Lettenkeupers | 70 Grad |
| 4) | Böschungen bis 5.00 m Höhe: | Böschungswinkel s.o., jedoch bei 3.0 m Einschaltung einer mind. 1.5 m breiten Berme oder generell unter 45 Grad | |
| 5) | Böschungen über 5.00 m Höhe: | rechnerischer Nachweis der Standsicherheit | |

Somit könnten anfallende Baugrubenböschungen im Baugebiet größtenteils mit 60° abgebocht werden. Nur bei den stärker durchfeuchteten Schichten mit einhergehender Aufweichung des Bodens muss der Böschungswinkel auf 45° verringert werden. Sämtliche Böschungskörper sind mit einer Plastikfolie gegen Oberflächenwasser und Witterungseinflüsse zu schützen. Die einzelnen Bahnen sind derart an der Böschungskrone zu befestigen, dass kein Oberflächenwasser unter sie gelangen kann. Ggf. sind hier Entwässerungsrinnen bzw. Beton- oder Asphaltwülste anzulegen. Zudem ist die Plastikfolie unter Zuhilfenahme von Holzlatten und Eisenbügeln ausreichend gegen Windkräfte zu schützen. An den Böschungskronen ist je nach Last ein 1-2 m breiter, lastfreier Schutzstreifen einzuhalten.

Am oberen Böschungsrand ist gem. DIN 4124 je nach Last oberhalb der Böschung ein mindestens 0,6 bis 2 m breiter lastfreier Schutzstreifen vorzusehen.

Der Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4084 wird u.a. erforderlich bei:

- a) Überschreitung der Höhe von 5 m
- b) Überschreitung der angegebenen Böschungswinkel
- c) Gefährdung von Leitungen oder anderen bauwerklichen Anlagen
- d) neben Böschungskante mehr als 1:10 ansteigendes Gelände
- e) Auffüllung unmittelbar neben Schutzstreifen (mind. 0,6 m)
- f) Stapellasten von $>10 \text{ kN/m}^2$ neben dem Schutzstreifen
- g) normale Verkehrslasten näher als 1 m zur Böschungskante
- h) schwere Fahrzeuge näher als 2 m zur Böschungsoberkante

Ist der Nachweis der Standsicherheit nicht möglich, ist die Böschung durch einen Verbau zu sichern.

Generell ist während der Gründungsmaßnahmen zufließendes Sickerwasser oder Grundwasser in Gräben an den Böschungsfüßen zu sammeln, in einen oder zwei Pumpensümpfe zu leiten und von dort dem nächsten Vorfluter zuzuführen, damit z.B. die Böschungsfüße nicht aufweichen können.

In den Baugrubensohlen stehen sowohl bei nicht unterkellerten als auch bei unterkellerten Bauvorhaben ausschließlich bindige Böden an, welche nicht für das Befahren durch schwere Baufahrzeuge geeignet sind und zusätzlich empfindlich auf Durchnässung bzw. Frost reagieren. Es empfiehlt zur Schaffung einer Arbeitsebene ein Schottergemisch 0/56 bzw. 0/45 einzubringen, welches zu einem späteren Zeitpunkt die Funktion der kapillarbrechenden Filterschicht unter der Bodenplatte übernehmen kann (s. auch Angaben in nachfolgendem Abschnitt 9.1.4).

9.1.4 Aufbau unter den Bodenplatten

Im Aushubsohlenniveau steht sowohl bei nicht unterkellerten als auch bei unterkellerten Bauvorhaben bindiger Boden an. Sollten keine erhöhten Anforderungen an die Bodenplatte bestehen, so können Böden mit mind. steifer Konsistenz als ausreichende Auflage erachtet werden. Es ist dann lediglich die mind. 0,15 m mächtige Filterschicht, ausgelegt auf einem Geotextil mind. der Robustheitsklasse GRK 2, zu berücksichtigen. Sollten aufgeweichte Bereiche auf Planumshöhe ausstreichen, ist ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ca. 20-30 cm gegen gut tragfähiges und verdichtbares Material (s.u.) vorzunehmen oder die Steifigkeit der Bodenplatte ist durch einen höheren Eisenanteil entsprechend zu erhöhen. Als Bodenaustausch kann jedes verdichtungsfähige witterungsbeständige Material eingesetzt werden (z.B. geringbindiger Siebschutt mit einem Anteil kl. 0,063 mm unter 15 Gew.-%). Recyclingmaterial wird u.U. wegen der Lage innerhalb der Wasserschutzzone III des Wasserschutzgebiets "Seeäcker" nicht genehmigt werden. Der Bodenaustausch ist lagenweise einzubauen (Schüttstärke max. 20 cm) und auf mind. 100 % Proctordichte zu verdichten.

Erfolgt kein direktes Befahren der Aushubsohle mit schweren Fahrzeugen, wird hier eine 15 cm starke Filterschicht ausreichen. Erfolgt ein Befahren der Aushubsohle mit Baufahrzeugen, werden 15 cm Filterschicht über Geotextil nicht ausreichen. Hier ist unter der Filterschicht je nach Belastung durch den Baubetrieb ein Bodenaustausch von 20-40 cm erforderlich (genaue Stärke kann dann vor Ort festgelegt werden), um die Ausbildung von Spurrinnen zu vermeiden bzw. Spurrinnen zu minimieren. In diesem Fall muss unter dem Bodenaustausch das Geotextil (mind. Robustheitsklasse GRK 3) eingebaut werden. Als Bodenaustausch kann jedes verdichtungsfähige, witterungsbeständige Material (s.o.) eingesetzt werden.

9.1.5 Maßnahmen zum Schutz gegen Grundwasser

Auf die Grundwassersituation wurde bereits im Abschn. 5 auf Seite 11 näher eingegangen. Ferner ist den Tab. 27.1 und 27.2 auf den Seiten 43 und 44 zu entnehmen, dass bei unterkellerten Bauvorhaben kein Grundwasser bis auf das Gründungssohlenniveau aufsteigen wird.

Darf in geringen Mengen anfallendes Sickerwasser in einer Drainage (Ringdrainage mit Spülschächten bzw. gleichwertigen Möglichkeiten zum Spülen der Ringdrainage) gesammelt und dem Abwasserkanal bzw. den Retentionsflächen zugeführt werden, so ist die Ausbildung der unter Gelände liegenden Bauteile als wasserdichte Wanne nicht erforderlich. In diesem Fall genügt bei den angetroffenen Böden eine Abdichtung gemäß DIN 18 195 Teil 4 (Ausgabe 08/2000) gegen nichtstauendes Sickerwasser. In der DIN-Norm 18 195 Ausgabe 08/2000 wurden gegenüber der früheren Normung Teil 4 "Abdichtung gegen Bodenfeuchte" und Teil 5 "Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser" zu einem neuen Teil 4 zusammengefasst. Dieser hat die Bezeichnung "Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden" in Verbindung mit einer Drainage gem. DIN 4095. Die vorgeschlagene Vorgehensweise ist rechtzeitig mit den zuständigen Behörden (Umweltschutzamt im LRA Ludwigsburg, Bauamt der Stadt Steinheim an der Murr) abzuklären.

Die Ringdrainage (Lage mind. 10 cm unter UK Bodenplatte, Durchmesser der Drainage-
rohre mind. 10 cm) muss mit der unter dem Gebäude vorzusehenden Filterschicht in hydraulischer Verbindung stehen (Durchstiche durch Streifenfundamente alle max. 10 m; Einlegen von Plastikrohren DN 100), damit unter der Bodenplatte anfallendes Wasser sich nicht aufstauen kann, sondern abfließt. Innenliegende „Filterschichtfelder“ sind ebenfalls miteinander zu verbinden.

9.1.6 Aushub der Bodenklasse 6 und 7

Bei den Aushubarbeiten kann im Ausstrichbereich von Löss und Lösslehm sowie von aufgefülltem Material lagenweise Boden mit fester Konsistenz auftreten, der in die Bodenklasse 6 zu stellen ist.

9.1.7 Erdbebenkräfte

Nach DIN 4149 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg" (1. Auflage 2005) liegt das Baugelände außerhalb von Erdbebenzonen, d.h. ein rechnerischer Nachweis der Erdbebensicherheit ist nicht erforderlich.

9.1.8 Entsorgung von Aushubmaterial

Die ausführlichen Analysenergebnisse mit Bewertungsrichtlinien befinden sich im Abschn. 7.7 auf Seite 25. Der oberflächennah anstehende Löss und Lösslehm (Probe "C 40") und der Auelehm (Probe "C 41") sowie der im Bereich der Altablagerung anstehende Boden sind nach der Verwaltungsvorschrift als Z 0-Material einzustufen und stehen somit einer freien Wiederverwertung zur Verfügung. Nach der Deponieverordnung sind die Materialien als DK 0-Material einzustufen. Nähere Angaben zu Verwertung bzw. Entsorgung können auch dem Abschn. 6.7.3 auf Seite 30 entnommen werden.

Bei der Ausschreibung sollten dennoch neben Preisen für Z 0 und DK 0 auch Preise bzw. Zuschläge für Z 0*, Z 1.1, Z 1.2 und Z 2 abgefragt werden, sowie für DK I, DK II und DK III.

9.1.9 Altablagerung "Scheibenäcker"

Nach den uns vorliegenden Planungsunterlagen müssten die Kleinbohrungen BS 9 und BS 16 bis BS 20 innerhalb der Altablagerung "Scheibenäcker" liegen. Anhand der Bohrkern konnte nur im Bereich der Kleinbohrungen BS 12, BS 17 und BS 19 Auffüllung identifiziert werden. Die übrigen Kleinbohrungen befinden sich vermutlich schon leicht außerhalb der Altablagerung.

Aus dem aufgefüllten Material wurde die Mischprobe "C 39" entnommen, wie sie bereits in den Tab. 19 bis 20 auf den Seiten 27 bis 29 zusammenfassend dargestellt ist. Gerüchlich waren an den Bohrkernen aus der Auffüllung keinerlei Auffälligkeiten zu beobachten. Als Fremdeinschlüsse traten Holzkohle-, Ziegel- und Plastikreste sowie Sandsteinstücke auf. Vermutlich wurde in der Hauptsache mit dem örtlich anstehenden Löss und Lösslehm ver-

füllt. In den nachfolgenden Tab. 27 und 28 sind die untersuchten Schadstoffparameter zusätzlich dem Orientierungswertkatalog für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen des Ministeriums für Umwelt und Verkehr vom 16. September 1993, in der Fassung vom 01.03.1998, sowie der Bundesbodenschutzverordnung vom 12.07.1999, in der Fassung vom 31.08.2015, gegenübergestellt.

| Parameter | KW-GC C ₁₀₋₂₂ mg/kg | KW-GC C ₁₀₋₄₀ mg/kg | PAK mg/kg | Naptha- lin | Benzo(a) -pyren | AKW mg/kg | Benzol mg/kg | Toluol mg/kg | PCB ₆ mg/kg | Cyanid mg/kg |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| H-B | kGd | 50/100 ¹⁾ | 1.0 | 0.05 | kGd | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | < BSG |
| P-M1 | kGd | kGd | 5 | Efe | 0.5 | 60 | BSG | 9 | 3 | 50 |
| P-M2 | kGd | kGd | 25 | Efe | 2.5 | 60 | BSG | 9 | Efe | 150 |
| P-M3 | kGd | kGd | 100 | Efe | 10 | 60 | BSG | 9 | Efe | 150 |
| P-P | kGd | 400 | 10 | Efe | kGd | Efe | Efe | Efe | 1.5 | Efe |
| Prüfwert BbodSchV | kGd | kGd | | kGd | 2 ¹⁾ 4 ²⁾ 10 ³⁾ 12 ⁴⁾ | kGd | kGd | kGd | 0,4 ¹⁾ 0,8 ²⁾ 2,0 ³⁾ 40,0 ⁴⁾ | 50 ¹⁾ 50 ²⁾ 50 ³⁾ 100 ⁴⁾ |
| Probe "C 39" | < 50 | < 50 | < BSG | < 0.05 | < 0.05 | < BSG | < 0.005 | < 0.005 | < BSG | < 0.3 |

¹⁾ Kinderspielflächen, ²⁾ Wohngebiete, ³⁾ Park- u. Freizeitanlagen, ⁴⁾ Industrie- u. Gewerbegrundstücke
 Hintergrundwertüberschreitungen kursiv, Prüfwertüberschreitungen fett gedruckt

Tab. 27 : Laborergebnisse der Bodenproben – Originalsubstanz

| Parameter Einheit | Schwermetalle (mg/kg) | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------|----------|---------|---------|
| | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Hg | Tl | Zn |
| H-B* | 6-17 | 25-55 | 0.2-1 | 20-90 | 10-60 | 15-100 | 0.05-0.2 | 0.2-0.7 | 35-150 |
| H-B, Tongehaltsgruppe T 1 (0-8%) | 6 | 25 | 0.2 | 20 | 10 | 15 | 0.05 | 0.2 | 35 |
| H-B, Tongehaltsgruppe T 2 (8-17%) | 15 | 35 | 0.3 | 35 | 20 | 25 | 0.10 | 0.4 | 60 |
| H-B, Tongehaltsgruppe T 3 (17-27%) | 17 | 40 | 0.4 | 50 | 30 | 40 | 0.10 | 0.4 | 75 |
| H-B, Tongehaltsgruppe T 4 (27-45%) | 17 | 50 | 0.5 | 60 | 35 | 55 | 0.10 | 0.4 | 95 |
| P-P | 20-40 | 100 | 1-1.5 | 100 | 60 | 50 | 1 | 0.5-1.0 | 150-200 |
| P-M1 | 20 | 100 | 3 | 100 | Efe | 100 | 2 | 1 | Efe |
| P-M2 | 30 | 500 | 15 | 500 | Efe | 100 | 10 | 4 | Efe |
| P-M3 | 130 | 4000 | 60 | Efe | Efe | 300 | 40 | 15 | Efe |
| Prüfwert BbodSchV | 25-140 | 200- 2000 | 10-60 | 200- 1000 | kGd | 70-900 | 10-80 | - | kGd |
| Probe "C 39" | 8.03 | 22.1 | < 0.3 | 29.5 | 17 | 26.8 | 0.058 | < 0.25 | 56.3 |

* für die Tongehaltsgruppen T1 bis T6; Hintergrundwertüberschreitung kursiv, Prüfwertüberschreitungen fett unterlegt

Tab. 28: Ergebnisse der analysierten Bodenproben

Legende zu den Tabellen 25 und 26 auf der vorangegangenen Seite:

| | | |
|------|---|---------------------------------------------------------|
| H-B | = | Hintergrundwert im Boden |
| P-P | = | Prüfwert im Boden zum Schutz von Boden und Pflanzen |
| P-M1 | = | Prüfwert im Boden bei der Nutzung als Kinderspielfläche |
| P-M2 | = | Prüfwert im Boden bei der Nutzung als Siedlungsfläche |
| P-M3 | = | Prüfwert im Boden bei der Nutzung als Gewerbefläche |
| kGd | = | kein Grenzwert definiert |
| Efe | = | Einzelfallentscheidung |
| BSG | = | Bestimmungsgrenze |

Den Tab. 25 und 26 auf der vorangegangenen Seite ist zu entnehmen, dass bezüglich der KW, PAK, AKW, CKW, PCB und Cyanide die gemessenen Gehalte jeweils unterhalb der Bestimmungsgrenze des chemischen Labors befinden. Bei den Schwermetallgehalten werden die Grenzwerte in Abhängigkeit vom Tongehalt angegeben. Die untersuchte Auffüllung weist erfahrungsgemäß einen Tongehalt von mind. 10-20 % auf und wäre somit also mind. in die Tongehaltsgruppe T2, evtl. auch in die Tongehaltsgruppe T 3 zu stellen. Bei Zugehörigkeit zu T 2 wäre bezüglich des Nickels ein leicht überhöhter Hintergrundwertgehalt zu verzeichnen. Der genaue Tonanteil könnte mittels einer Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18 123 ermittelt werden.

Insgesamt gesehen sind in der Altablagerung keine organoleptischen sowie keine relevanten, chemischen Konzentrationen zu verzeichnen. Zur Überprüfung dieses Sachverhalts könnten während der Erschließungsarbeiten an zwei bis drei Stellen mit einem Bagger Schlitze ausgehoben werden und ggf. weitere Beprobungen (Mindestuntersuchungsumfang PAK und KW, zzgl. Verdachtsparameter nach organoleptischer Ansprache) stattfinden. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist aus unserer Sicht keine Gefährdung der Schutzgüter Mensch oder Grundwasser gegeben.

Die Altablagerung "Scheibenäcker" ist im Altlastenkataster mit der Flächen-Nr. 01207-000 enthalten. Es handelt sich demnach um einen Bereich mit Erdaushub- und Bauschutttablagerungen, welche in dem Zeitraum von 1949 bis 1971 erfolgten. Im Zuge der Flurbereinigung wurde die Auffüllungsfläche im Jahre 1975 in eine landwirtschaftliche Nutzfläche umgewandelt. Im Rahmen einer XUMA-Bewertung vom 14.03.2002 wurde für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser auf Beweisniveau BN 1 der Handlungsbedarf B (Belassen zur Wiedervorlage) festgelegt. Bei einer Neubewertung vom 30.03.2005 wurde auf gleichem Beweisniveau der Handlungsbedarf B mit dem Kriterium Entsorgungsrelevanz ergänzt. Diesbezüglich soll auf unsere Mischprobe "C 39" verwiesen werden, die nach der Verwaltungsvorschrift als Z 0-Material und nach der Deponieverordnung als DK 0-Material einzu-stufen ist. Bei den Aushubarbeiten müssten neuerliche Mischproben gebildet und gem. Verwaltungsvorschrift und Deponieverordnung analysiert werden.

10. Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung - Versickerung

Im Bebauungsplan sind in einem im Hanggefälle ausgerichteten, mittleren Streifen Retentionsflächen vorgesehen, welche in ein Regenrückhaltebecken in der Talau der Bottwar entwässern sollen. Die Regenwasserkanäle sollen in diese Retentionsflächen entwässern.

Die Retentionsflächen werden relativ oberflächennah in Löss und Lösslehme zu liegen kommen. Wie bereits im Abschn. 6 auf Seite 13 sowie im Abschn. 7.2 auf Seite 19 aufgeführt, ist in diesen Schichten von einer Wasserdurchlässigkeit mit ca. 2×10^{-06} m/s auszugehen, d.h. sie sind nach DIN 18 130 als schwach durchlässig zu bezeichnen.

Um eine Versickerung von anfallendem Oberflächenwasser durchführen zu können, wird für die im Versickerungsbereich anstehenden Böden gem. Arbeitsblatt A 138, Januar 1990 (ATV) ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von 5×10^{-03} bis 5×10^{-06} m/s vorgegeben. Folglich sind die in obigem Abschnitt aufgezählten, quartären Deckschichten praktisch nicht für die Versickerung von anfallendem Oberflächenwasser geeignet, wenn auch der ermittelte kf-Wert nur knapp unterhalb der Mindestanforderung liegt. Anfallendes Wasser würde also in den Sickerreinrichtungen in diesem Fall überwiegend gepuffert.

Im Bereich des talseitig gelegenen Regenrückhaltebeckens wurden die Kleinbohrungen BS 21 und BS 22 abgeteuft. Hier tritt das Grundwasser der Bottwartalau in Erscheinung. Ab ca. 0,9 m unter OK Gelände ist mit Grundwasserzutritten aus dem Auelehm zu rechnen. Der in BS 22 nach 5 Tagen gemessene, entspannte Grundwasserspiegel bewegt sich bei 0,45 m unter OK Gelände. Das Becken ist mit einem Überlauf, der in die Bottwar führt, versehen.

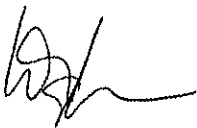
11. Schlussbemerkung

Die Untergrundverhältnisse wurden auf Grundlage der 22 Kleinbohrungen beschrieben und beurteilt, d.h. die Angaben beziehen sich streng genommen nur auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen hiervon können in nicht untersuchten Grundstücksbereichen nicht ausgeschlossen werden.

Sollten im Zuge der weiteren Planung und/oder der Aushubarbeiten Fragen auftreten oder vom Gutachten abweichende Baugrundverhältnisse angetroffen werden, bitte ich um Mitteilung, damit kurzfristig die notwendigen Entscheidungen getroffen und die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können.

Sollte sich die Planung ändern (Änderung Gebäudelage, Gebäudehöhe, Fundamentlasten), bitte ich um Mitteilung, damit erforderlichenfalls das Gutachten aktualisiert werden kann.

Für Rückfragen und weitere Leistungen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.



Harald Voigtmann
Dipl.-Geologe

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar

Kleinbohrung-Nr. 1
 abgeteuft am 14.08.2017

Ansatzpunkt ca. 233.50 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -8.60 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | Bodenklasse |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Ton, schluffig, sandig, gräulich braun, braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | 1 |
| - 1.50 m = 1.30 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; Penetrometerwiderstand p=200-300 kN/m ² , Scherfestigkeit t=130 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 2.10 m = 0.60 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=150 kN/m ² , t=80 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 6.00 m = 3.90 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=200-400 kN/m ² , t=190 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 4 |
| - 7.40 m = 1.40 m | Ton, schluffig, schwach sandig, hellbraun, bräunlich grau, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=125-150 kN/m ² , t=145 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 4 |
| - 8.40 m = 1.00 m | Ton, schwach schluffig, schwach sandig, bräunlich grau, grau, halbfest bis fest, erdfeucht, kalkfrei; p=375-650 kN/m ² ; optisch TA-Boden | 5-6 |
| - 8.60 m = 0.20 m | Ton und Kies (Keupersandstein), stark sandig (Tonstein), beige, graubraun, fest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei; optisch TM/GT*-Boden | 6 |

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 7.40 m Quartär (Lösslehm)
- 8.40 m Quartär (Verwitterungslehm)
- 8.60 m Quartär (Fließerde)

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 1
 abgeteuft am 14.08.2017

Ansatzpunkt ca. 233.50 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -8.60 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
 - 7.40 m Quartär (Lösslehm)
 - 8.40 m Quartär (Verwitterungslehm)
 - 8.60 m Quartär (Fließerde)

Bemerkung:

Probe C 40 aus -0.20 m bis -2.10 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
 Probe P 1 aus -7.40 m bis -7.90 m (Verwitterungslehm)

Bohrfortschritt: bis - 0.50 m mittel (BD 50)
 bis - 0.80 m schwer (BD 50)
 bis - 1.00 m sehr schwer (BD 50)
 bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
 bis - 3.80 m schwer (BD 36)
 bis - 5.00 m sehr schwer (BD 36)
 bis - 5.40 m schwer (BD 36)
 bis - 8.60 m sehr schwer (BD 36)

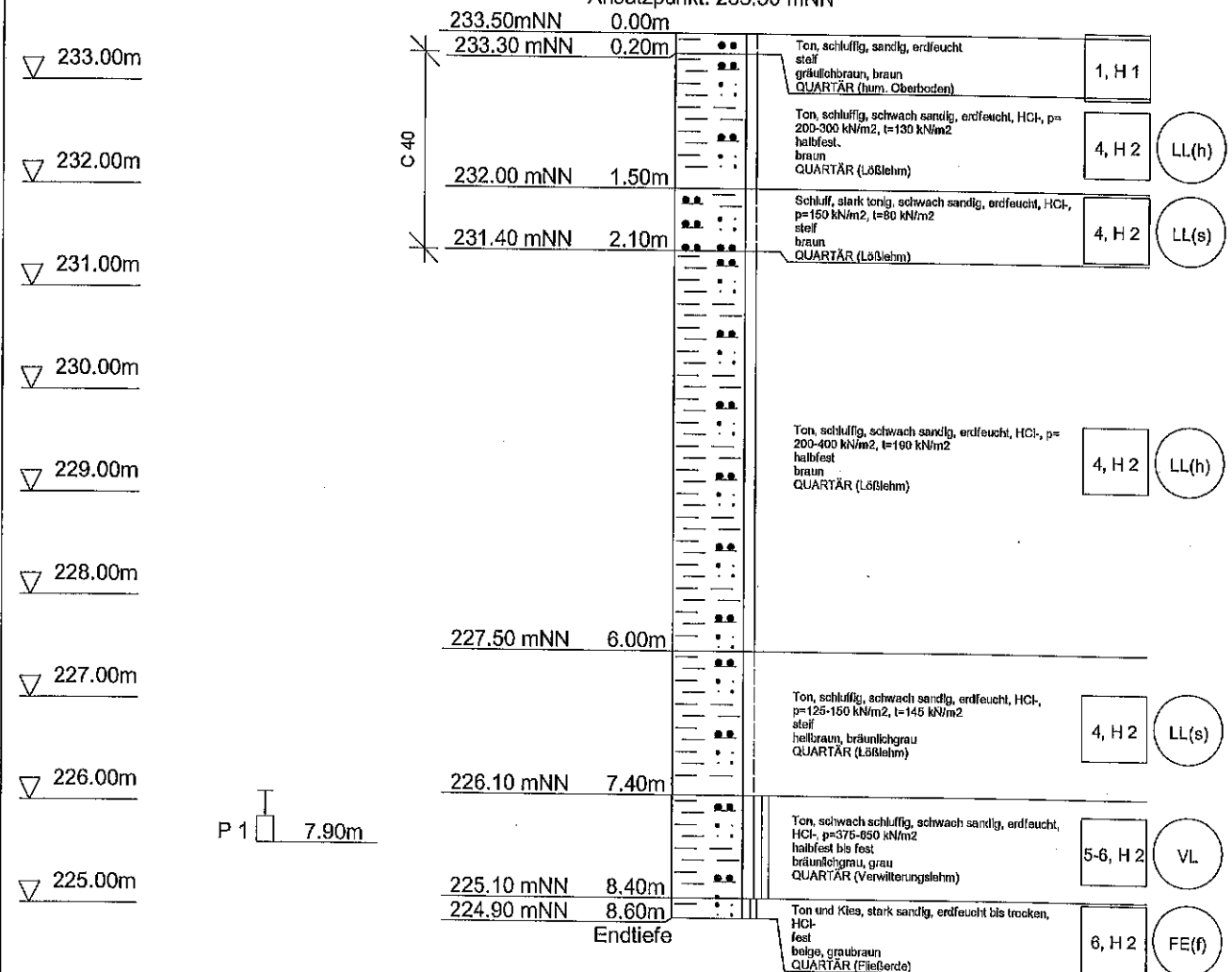
Bem.: BD 50/42/36 = Bohrdurchmesser 50/42/36 mm
 Ab -8.60 m weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 3/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 1

Ansatzpunkt: 233.50 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 2
 abgeteuft am 14.08.2017

Ansatzpunkt ca. 233.45 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -8.80 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 1.40 m = 1.40 m | Ton, stark schluffig, schwach sandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=250-300 kN/m ² , t=125 kN/m ² , optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 2.10 m = 0.70 m | Schluff, tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=150 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 7.70 m = 5.60 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, hellbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=250-450 kN/m ² , t=235 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 8.70 m = 1.00 m | Ton, schluffig, stark sandig, grau, gelblichgrüngrau, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=300-450 kN/m ² , t=295 kN/m ² ; optisch TM/TA-Boden | | 4/5 |
| - 8.80 m = 0.10 m | Ton, schluffig, stark sandig, schwach kiesig (Schluffstein), gelblichgrüngrau, fest, erdfeucht, kalkfrei | | 6 |

Geologische Deutung :

- 7.70 m Quartär (Lösslehm)
- 8.80 m Quartär (Verwitterungslehm)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.00 m bis -2.10 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 2 aus -4.10 m bis -4.60 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 0.30 m mittel (BD 50)
 bis - 1.00 m schwer (BD 50)
 bis - 2.30 m schwer (BD 42)
 bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
 bis - 4.40 m schwer (BD 36)
 bis - 8.80 m sehr schwer (BD 36)

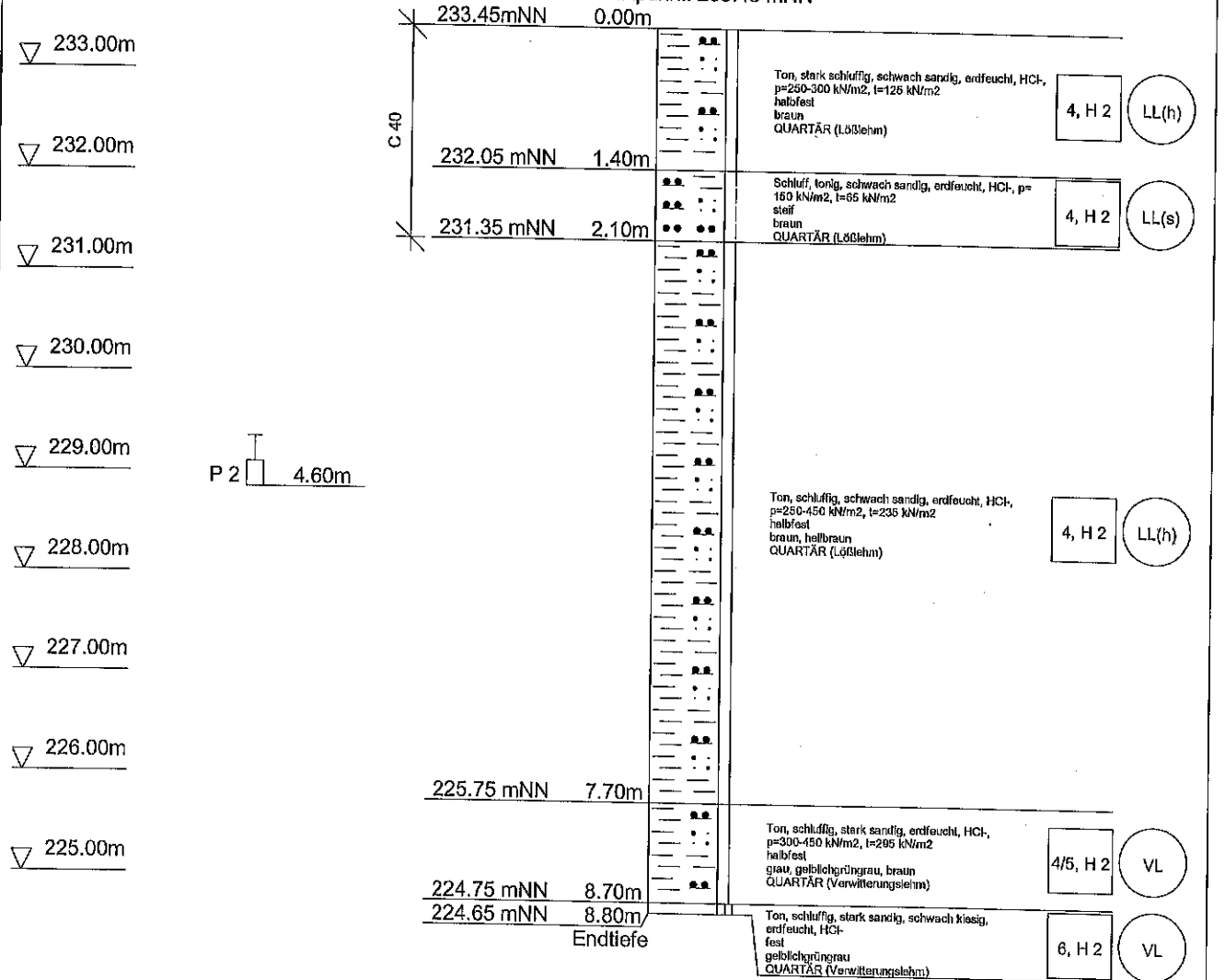
Bem.: Ab -8.80 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 4/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 2

Ansatzpunkt: 233.45 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Schichtenverzeichnis von BS 3

Anlage 5/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 3
abgeteuft am 14.08.2017

Ansatzpunkt ca. 232.10 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -9.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Ton, stark schluffig, sandig, graubraun, braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 1.30 m = 1.10 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=175, t=85 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 2.10 m = 0.80 m | Schluff, tonig, sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=125 kN/m ² , t=40 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 3.00 m = 0.90 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=200-300 kN/m ² , t=95 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 5.70 m = 2.70 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=150 kN/m ² , t=110 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 8.80 m = 3.10 m | Ton, schluffig, stark sandig (Tonstein, Quarz), schwach kiesig (Sandstein), braun, grau, graubraun, rotbraun, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=325-500 kN/m ² , t=355 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 9.00 m = 0.20 m | Schluffstein, verwittert, rotbraun, rotviolett, fest, trocken, kalkhaltig; p>1800 kN/m ² | | 6 |

Geologische Deutung :

| | | |
|----------|---------|--------------------------|
| - 0.20 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - 5.70 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 8.80 m | Quartär | (Fließerde) |
| - 9.00 m | Trias | (Gipskeuper, verwittert) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|---------------------------|
| Probe C 40 | aus | -0.20 m bis -3.00 m | (Mischprobe Löß/Lösslehm) |
| Probe P 3 | aus | -5.20 m bis -5.70 m | (Lösslehm) |

| | | | |
|------------------|-------|--------|---------------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 0.20 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 1.70 m | schwer (BD 50) |
| | bis - | 3.00 m | sehr schwer (BD 50) |
| | bis - | 4.70 m | schwer (BD 36) |
| | bis - | 9.00 m | sehr schwer (BD 36) |

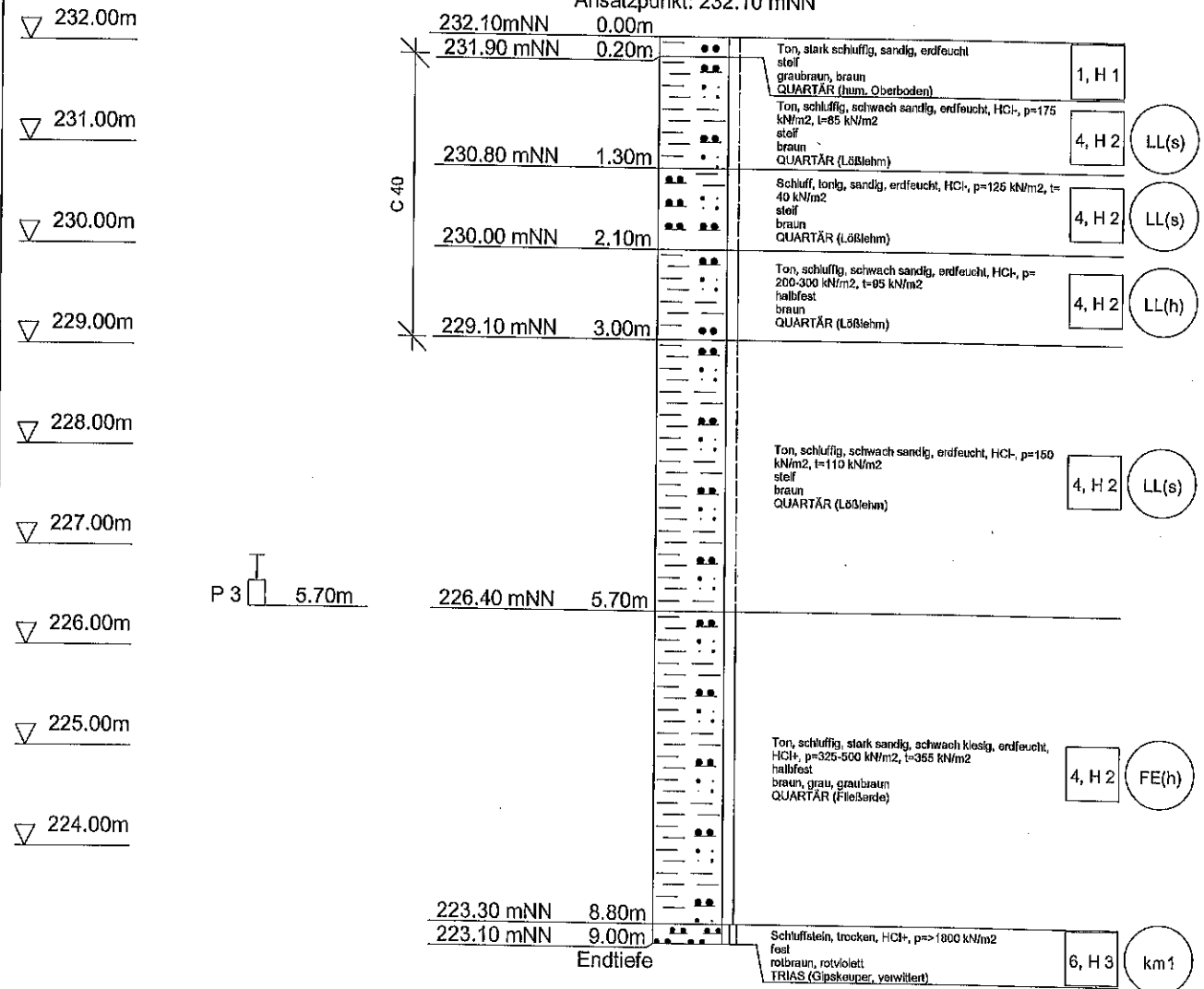
Bem.: Ab -9.00 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 5/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 3

Ansatzpunkt: 232.10 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Schichtenverzeichnis von BS 4

Anlage 6/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 4
abgeteuft am 15.08.2017

Ansatzpunkt ca. 232.10 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt nicht genau feststellbar (Bohrgut nicht nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -6.91 m = ca. 225.19 mNN (Blob -7.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Schluff, tonig, feinsandig, mittel- bis dunkelbraun, halbfest, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 2.30 m = 2.10 m | Schluff, tonig, feinsandig, mittelbraun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=175 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 3.60 m = 1.30 m | Schluff, tonig, stark feinsandig, mittelbraun, weich, feucht, schwach kalkhaltig; p=75-90 kN/m ² , t=40 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | | 4 |
| - 5.70 m = 2.10 m | Schluff, tonig, schwach sandig, mittelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=130 kN/m ² , t=120 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 1.30 m | Ton, schluffig, stark sandig (Tonstein), kiesig (Schluffstein), braun, bunt, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=300 kN/m ² , t=215 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 5.70 m Quartär (Lösslehm)
- 7.00 m Quartär (Fließerde)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.20 m bis -3.60 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 4 aus -3.10 m bis -3.60 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m mittel (BD 50)
bis - 1.80 m mittel (BD 42)
bis - 3.00 m schwer (BD 42)
bis - 5.50 m mittel (BD 36)
bis - 6.70 m schwer (BD 36)
bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)

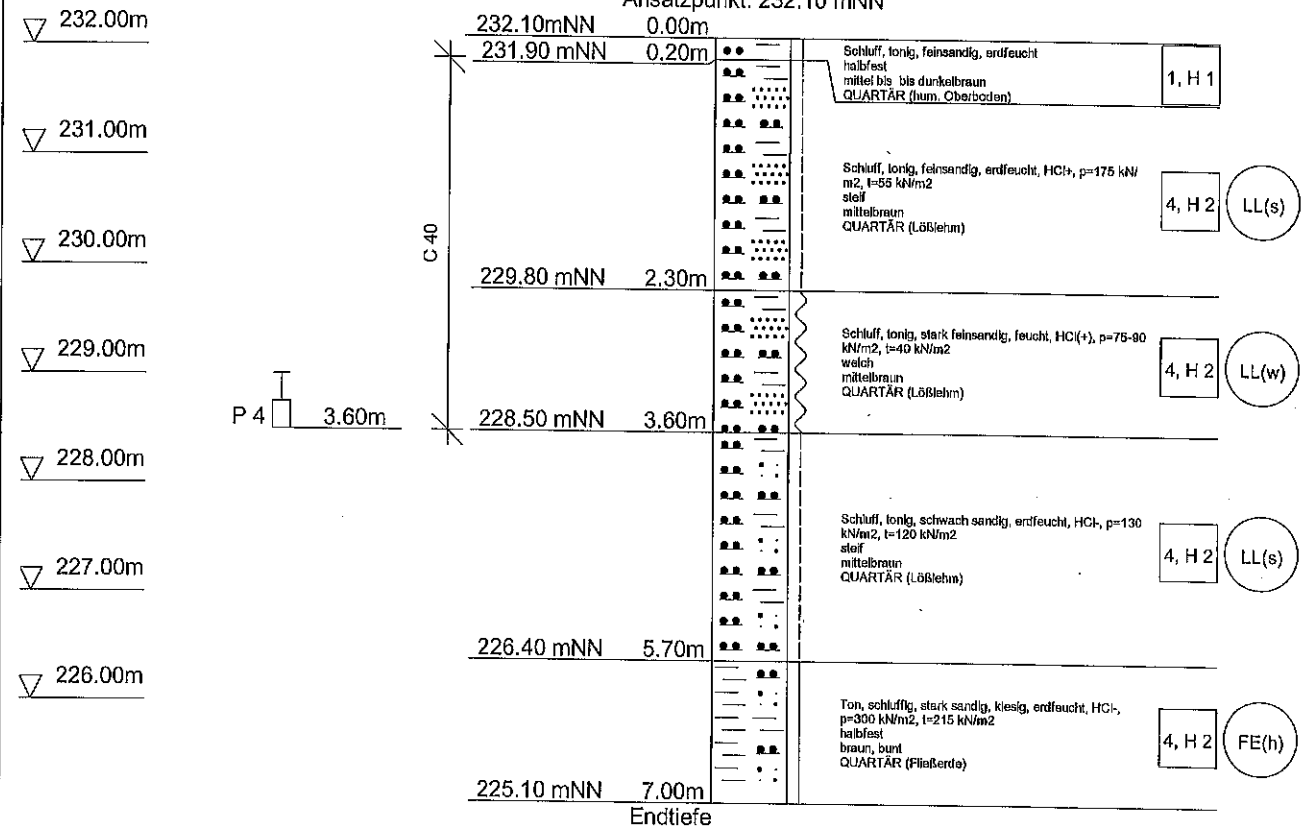
Bem.: Ab -7.00 m nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 6/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 4

Ansatzpunkt: 232.10 mNN



Bemerkung: In Endtiefe nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 5
 abgeteuft am 15.08.2017

Ansatzpunkt ca. 232.25 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -6.90 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Schluff, tonig, feinsandig, mittelbraun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 2.10 m = 1.90 m | Schluff, tonig, schwach sandig, mittelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=120 kN/m ² , t=50 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 3.00 m = 0.90 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=310 kN/m ² , t=75 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 5.00 m = 2.00 m | Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, hellbraun, rostfleckig, steif, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=125-175 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 2.00 m | Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, hellbraun, rostfleckig, weich, feucht, kalkhaltig; p=70 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

| | | |
|----------|---------|---------------------|
| - 0.20 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - 2.10 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 7.00 m | Quartär | (Löß) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|---------------------------|
| Probe C 40 | aus | -0.20 m bis -3.00 m | (Mischprobe Löß/Lösslehm) |
| Probe P 5 | aus | -6.00 m bis -6.50 m | (Löß) |

| | | | |
|------------------|-------|--------|----------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 1.00 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 2.50 m | mittel (BD 42) |
| | bis - | 3.00 m | schwer (BD 42) |
| | bis - | 6.50 m | mittel (BD 36) |
| | bis - | 7.00 m | schwer (BD 36) |

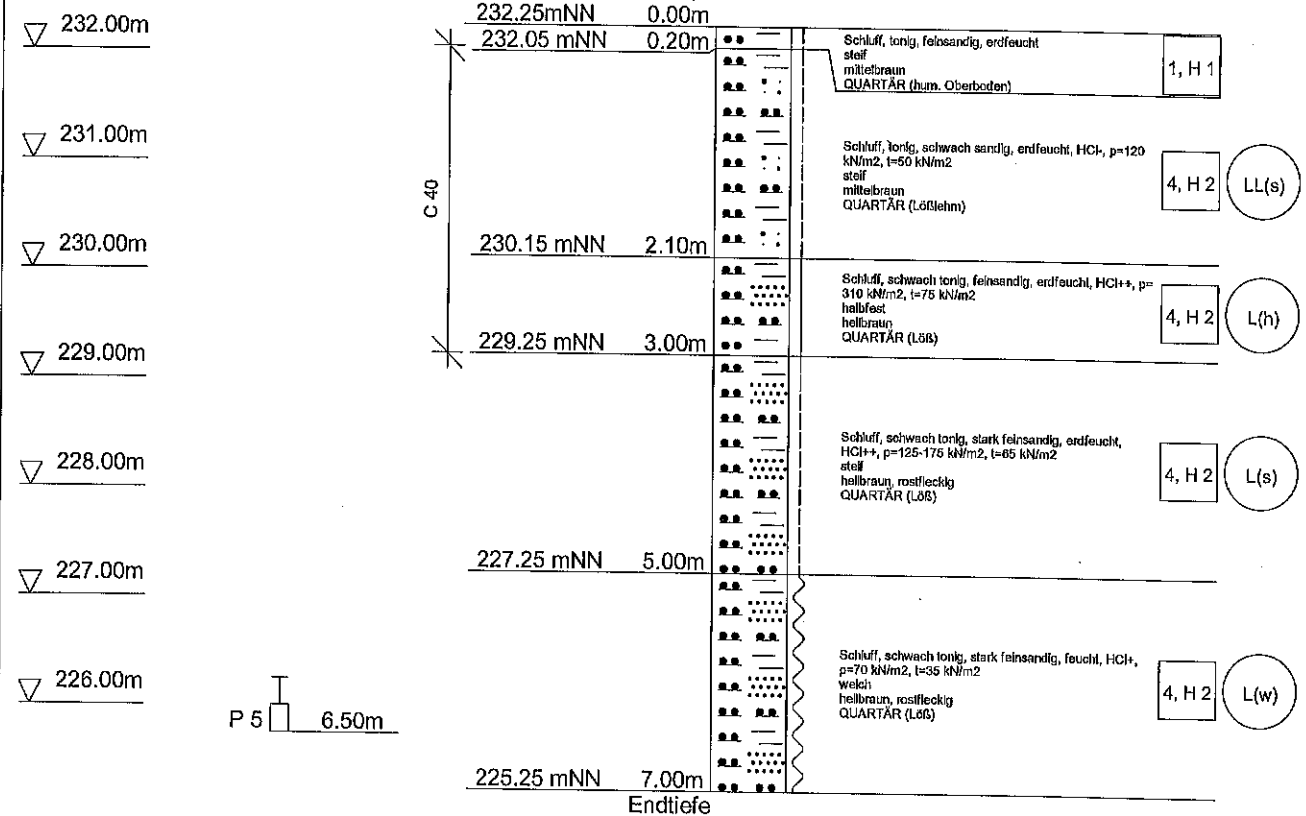
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 7/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 5

Ansatzpunkt: 232.25 mNN



Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 6
abgeteuft am 16.08.2017

Ansatzpunkt ca. 228.95 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -7.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Ton, schluffig, sandig, gräulich braun, braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 0.80 m = 0.60 m | Schluff, tonig, feinsandig, braun, halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=350-500 kN/m ² , t=125 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 1.10 m = 0.30 m | Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, hellbraun, fest, trocken, Kalkmycel, stark kalkhaltig; p=450-1100 kN/m ² , t=110 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 6 |
| - 2.10 m = 1.00 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=150-250 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 4.00 m = 1.90 m | Schluff, stark tonig, sandig, braun, halbfest, erdfeucht, Lösskindl, kalkfrei; p=225 kN/m ² , t=110 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 6.90 m = 2.90 m | Ton, stark schluffig, schwach sandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei bis schwach kalkhaltig; p=150-225 kN/m ² , t=115 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 0.10 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=150 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

| | | |
|----------|---------|---------------------|
| - 0.20 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - 2.10 m | Quartär | (Löß) |
| - 7.00 m | Quartär | (Lösslehm) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|---------------------------|
| Probe C 40 | aus | -0.20 m bis -4.00 m | (Mischprobe Löß/Lösslehm) |
| Probe P 6 | aus | -3.50 m bis -4.00 m | (Lösslehm) |

| | | | |
|------------------|-------|--------|---------------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 0.60 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 1.00 m | schwer (BD 50) |
| | bis - | 2.60 m | mittel (BD 42) |
| | bis - | 3.00 m | schwer (BD 42) |
| | bis - | 3.90 m | schwer (BD 36) |
| | bis - | 7.00 m | sehr schwer (BD 36) |

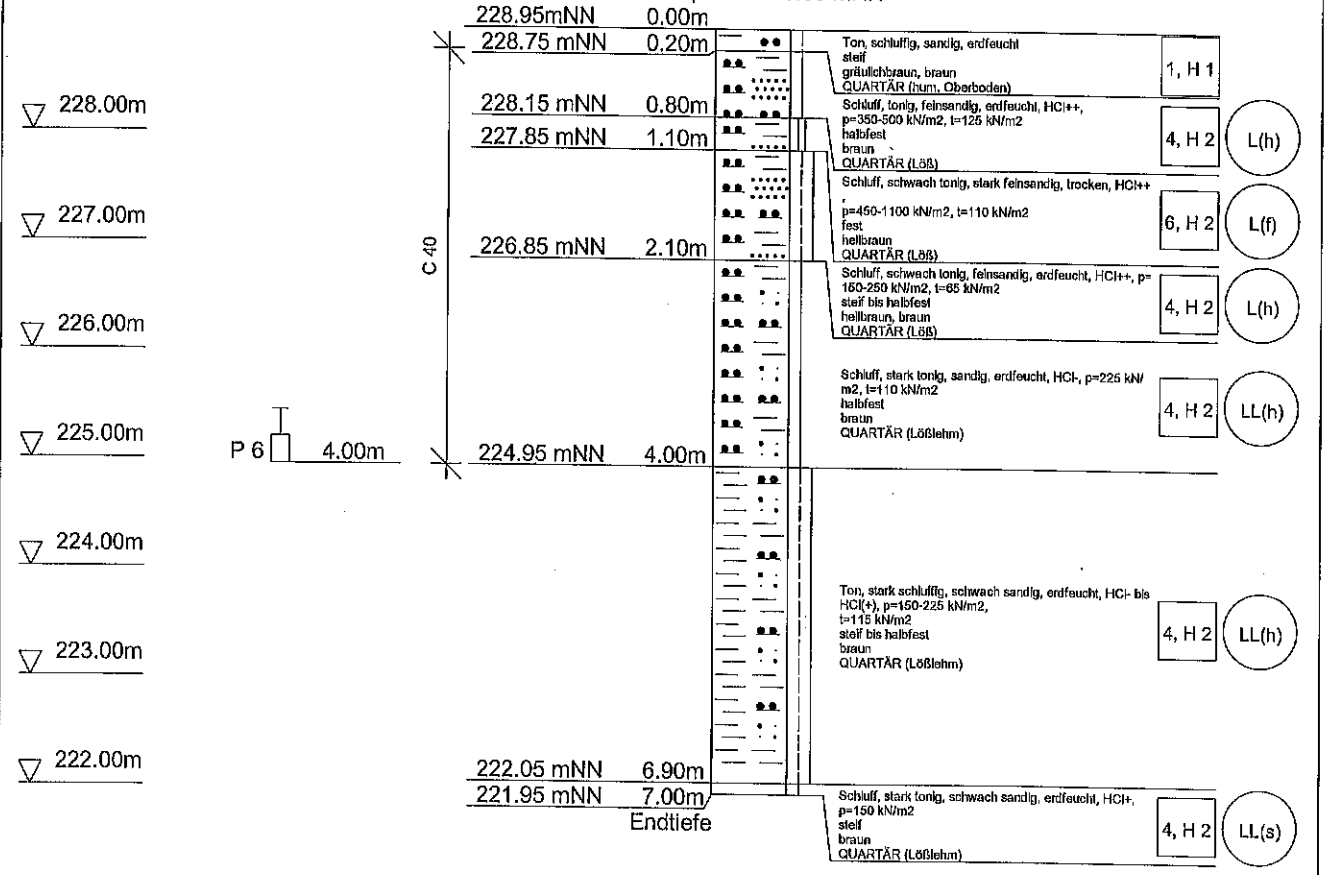
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 8/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 6

Ansatzpunkt: 228.95 mNN



Bemerkung:



Schichtenverzeichnis von BS 7

Anlage 9/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 7
abgeteuft am 16.08.2017

Ansatzpunkt ca. 226.15 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -7.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | Bodenklasse |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, graubraun, steif, erdfeucht, Wurzeln | 1 |
| - 0.50 m = 0.30 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=175 kN/m ² , t=125 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 1.60 m = 1.10 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, halbfest bis fest, erdfeucht bis trocken, stark kalkhaltig; p=325-1000 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UL-Boden | 4/6 |
| - 4.10 m = 2.50 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, steif, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=175 kN/m ² , t=45 kN/m ² ; optisch UL-Boden | 4 |
| - 6.80 m = 2.70 m | Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=100-175 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | 4 |
| - 7.00 m = 0.20 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, hellbraun, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=200 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 0.50 m Quartär (Lösslehm)
- 4.10 m Quartär (LÖß)
- 7.00 m Quartär (Lösslehm)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.20 m bis -4.10 m (Mischprobe LÖß/Lösslehm)
- Probe P 7 aus -5.30 m bis -5.80 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m mittel (BD 50)
bis - 3.00 m mittel (BD 42)
bis - 4.70 m mittel (BD 36)
bis - 6.50 m schwer (BD 36)
bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)

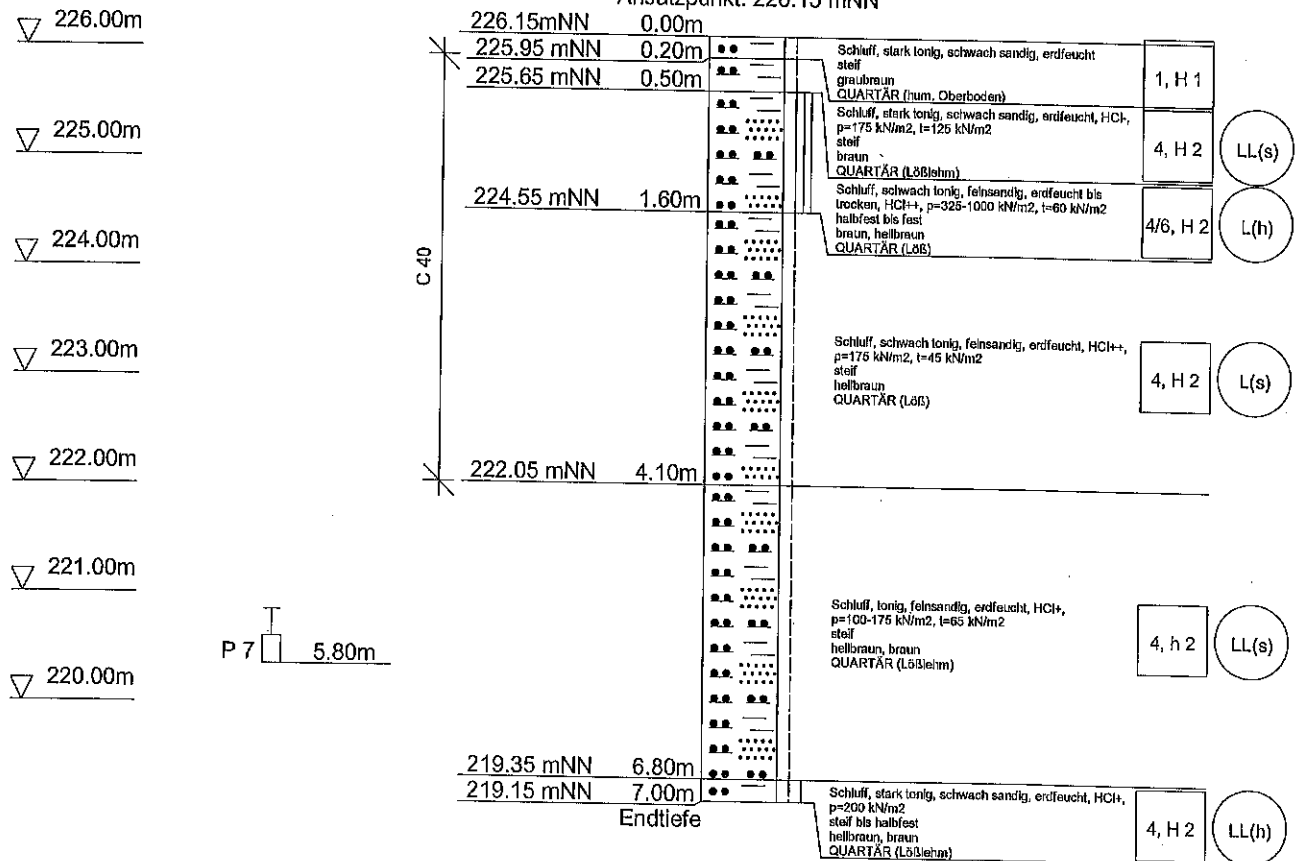
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 9/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1:70 |

BS 7

Ansatzpunkt: 226.15 mNN



Bemerkung:

Schichtenverzeichnis von BS 8

Anlage 10/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 8
 abgeteuft am 16.08.2017

Ansatzpunkt ca. 223.20 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt nicht genau feststellbar (Bohrgut nicht nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -11.00 m = ca. 212.20 mNN (Blob -11.00 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | Bodenklasse |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Schluff, stark tonig, sandig, gräulich braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | 1 |
| - 0.60 m = 0.40 m | Schluff, tonig, feinsandig, braun, steif, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=125-175 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | 4 |
| - 1.20 m = 0.60 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, braun, fest, trocken, stark kalkhaltig; p=1500 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UL-Boden | 6 |
| - 5.00 m = 3.80 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, braun, weich bis steif, feucht, stark kalkhaltig; p=80-100 kN/m ² , t=45 kN/m ² ; optisch UL-Boden | 4 |
| - 7.30 m = 2.30 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=125-200 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UL-Boden | 4 |
| - 8.50 m = 1.20 m | Schluff, tonig, schwach sandig, braun, weich, feucht, kalkhaltig; p=80 kN/m ² , t=70 kN/m ² ; optisch UM-Boden | 4 |
| - 9.00 m = 0.50 m | Ton, stark schluffig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=100-175 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 4 |
| - 10.80 m = 1.80 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=250-400 kN/m ² , t=140 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 4 |
| - 11.00 m = 0.20 m | Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig (Keupersandstein), braun, manganfleckig, fest, erdfeucht, kalkfrei; p=600 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 6 |

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 7.30 m Quartär (Löß)
- 10.80 m Quartär (Lösslehm)
- 11.00 m Quartär (Fließerde)

Schichtenverzeichnis von BS 8

Anlage 10/2

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 8
 abgeteuft am 16.08.2017

Ansatzpunkt ca. 223.20 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt nicht genau feststellbar (Bohrgut nicht nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -11.00 m = ca. 212.20 mNN (Blob -11.00 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

| | | | |
|---|---------|---------|---------------------|
| - | 0.20 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - | 7.30 m | Quartär | (LÖß) |
| - | 10.80 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - | 11.00 m | Quartär | (Fließerde) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|---------------------------|
| Probe C 40 | aus | -0.20 m bis -5.00 m | (Mischprobe Löß/Lösslehm) |
| Probe P 8 | aus | -8.00 m bis -8.50 m | (Lösslehm) |

| | | | |
|------------------|-------|---------|---------------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 1.00 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 3.00 m | mittel (BD 42) |
| | bis - | 6.40 m | mittel (BD 36) |
| | bis - | 8.50 m | schwer (BD 36) |
| | bis - | 11.00 m | sehr schwer (BD 36) |

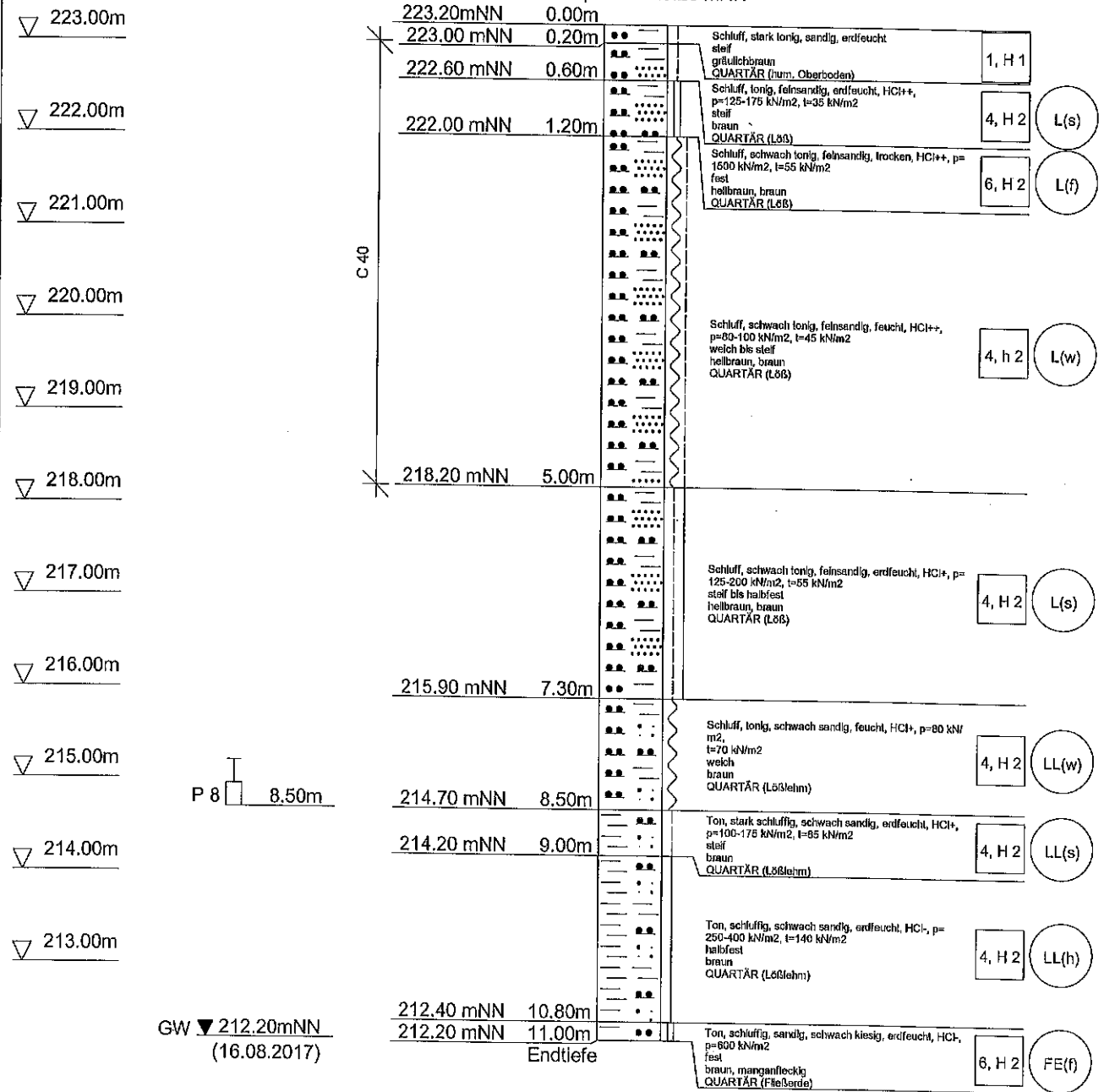
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 10/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 8

Ansatzpunkt: 223.20 mNN



Bemerkung:



Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 9
abgeteuft am 13.07.2017

Ansatzpunkt ca. 215.70 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -8.75 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Gras-/Feldweg, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, graubraun, steif bis halbfest, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 0.40 m = 0.30 m | Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, braun, fest, erdfeucht bis trocken, kalkhaltig; $p > 1800 \text{ kN/m}^2$ | | 6 |
| - 0.70 m = 0.30 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; $p = 200 \text{ kN/m}^2$, $t = 35 \text{ kN/m}^2$; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 3.00 m = 2.30 m | Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, Lösskindl, kalkhaltig; $p = 100-125 \text{ kN/m}^2$, $t = 60 \text{ kN/m}^2$; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 6.10 m = 3.10 m | Ton, schluffig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; $p = 125-150 \text{ kN/m}^2$, $t = 150 \text{ kN/m}^2$; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 7.30 m = 1.20 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; $p = 175-400 \text{ kN/m}^2$, $t = 60-65 \text{ kN/m}^2$; optisch UL/UM-Boden | | 4 |
| - 8.90 m = 1.60 m | Ton, stark schluffig, sandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei; $p = 150-225 \text{ kN/m}^2$, $t = 65-110 \text{ kN/m}^2$; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 9.00 m = 0.10 m | Ton, schluffig, schwach feinsandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; $p = 225-250 \text{ kN/m}^2$ | | 4 |

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 9.00 m Quartär (Lösslehm)

Schichtenverzeichnis von BS 9

Anlage 11/2

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 9
 abgeteuft am 13.07.2017

Ansatzpunkt ca. 215.70 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -8.75 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 9.00 m Quartär (Lösslehm)

Bemerkung:

Probe C 40 aus -0.10 m bis -3.00 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
 Probe P 9 aus -2.50 m bis -3.00 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 0.90 m schwer (BD 50)
 bis - 2.40 m mittel (BD 50)
 bis - 3.00 m schwer (BD 50)
 bis - 3.80 m mittel (BD 36)
 bis - 6.40 m schwer (BD 36)
 bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)
 bis - 7.70 m schwer (BD 36)
 bis - 9.00 m sehr schwer (BD 36)

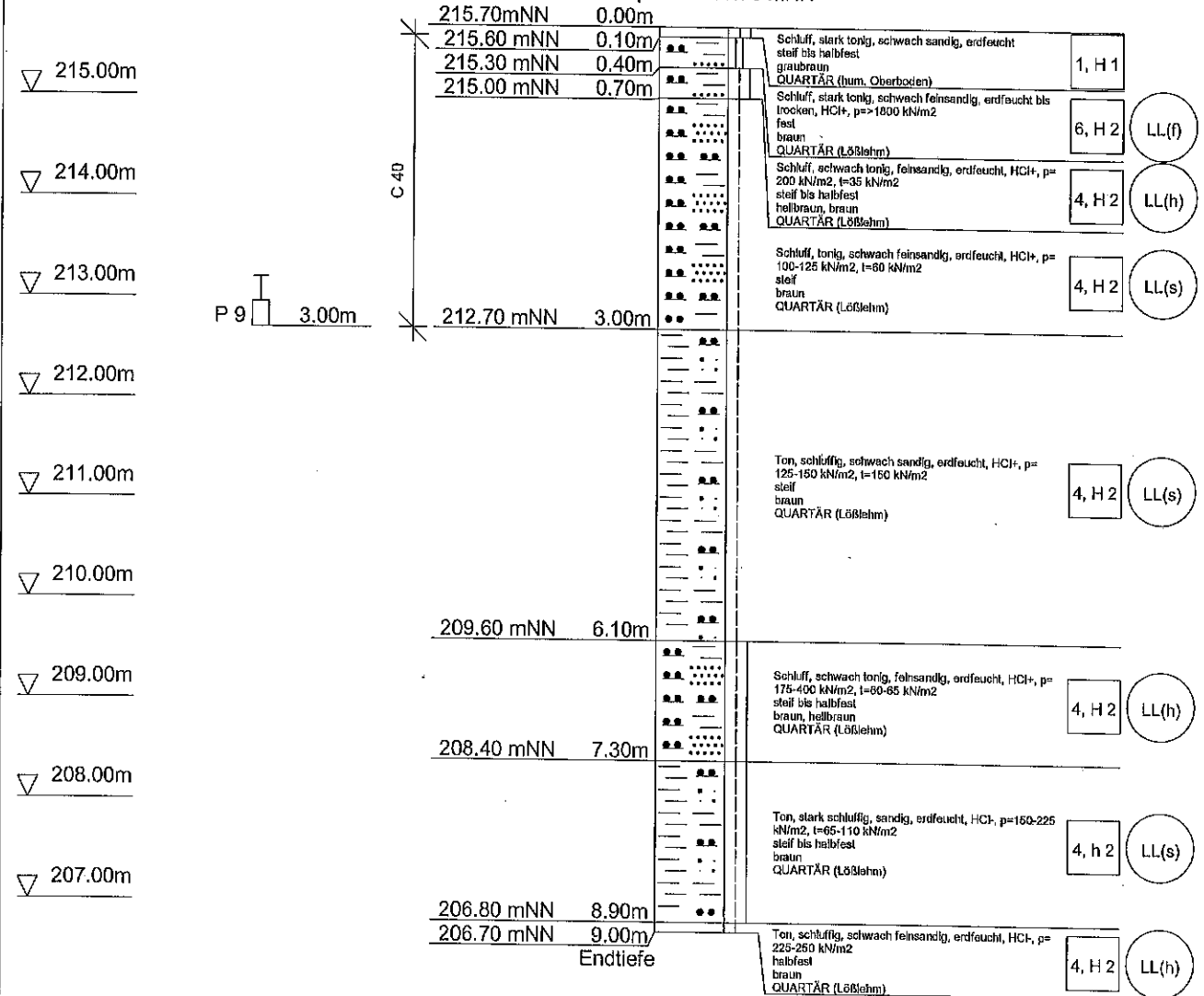
Bem.: Ab -9.00 m nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 11/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 9

Ansatzpunkt: 215.70 mNN



Bemerkung: In Endtiefe nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Schichtenverzeichnis von BS 10

Anlage 12/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 10
abgeteuft am 17.08.2017

Ansatzpunkt ca. 219.35 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -7.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, tonig, sandig, gräulich braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 0.70 m = 0.60 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=300 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 1.00 m = 0.30 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, fest, trocken, stark kalkhaltig; p=1600 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 6 |
| - 3.60 m = 2.60 m | Schluff, tonig, schwach sandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=125-225 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 4.90 m = 1.30 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=125 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 6.10 m = 1.20 m | Ton, schluffig, sandig (Tonstein), schwach kiesig (Keupersandstein), braun, rötlichbraun, grau, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=175 kN/m ² , t=100 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 6.90 m = 0.80 m | Tonstein / Schluffstein, zersetzt, anfallend als Ton, schluffig, stark sandig, kiesig, grau, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=275-400 kN/m ² , t=125 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 0.10 m | Tonstein / Schluffstein, zersetzt, wirr gelagert, grau, teils rotbraun, rotviolett, fest, erdfeucht, kalkhaltig | | 6 |

Geologische Deutung :

| | | |
|----------|---------|--------------------------|
| - 0.10 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - 1.00 m | Quartär | (Löß) |
| - 4.90 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 6.10 m | Quartär | (Fließerde) |
| - 7.00 m | Trias | (Gipskeuper, verwittert) |

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar”

Kleinbohrung-Nr. 10
abgeteuft am 17.08.2017

Ansatzpunkt ca. 219.35 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -7.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 1.00 m Quartär (Löß)
- 4.90 m Quartär (Lösslehm)
- 6.10 m Quartär (Fließerde)
- 7.00 m Trias (Gipskeuper, verwittert)

Bemerkung:

Probe C 40 aus -0.10 m bis -3.60 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
Probe P 10 aus -4.40 m bis -4.90 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 0.70 m mittel (BD 50)
bis - 1.00 m schwer (BD 50)
bis - 1.80 m mittel (BD 42)
bis - 3.00 m schwer (BD 42)
bis - 5.90 m schwer (BD 36)
bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)

Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 12/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 10

Ansatzpunkt: 219.35 mNN

▽ 219.00m

▽ 218.00m

▽ 217.00m

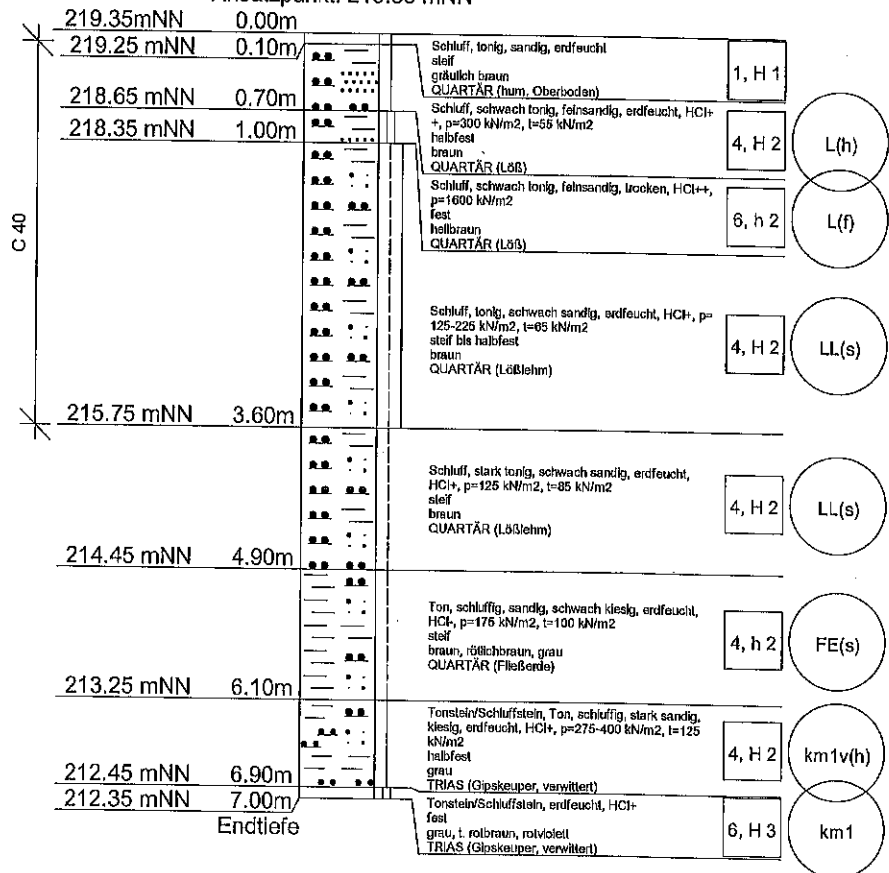
▽ 216.00m

▽ 215.00m

▽ 214.00m

▽ 213.00m

P 10 4.90m



Bemerkung:

Schichtenverzeichnis von BS 11

Anlage 13/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 11
 abgeteuft am 15.08.2017

Ansatzpunkt ca. 233.05 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -11.00 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, tonig, feinsandig, mittel- bis dunkelbraun, halbfest, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 1.70 m = 1.60 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, unten Kalkmycel, stark kalkhaltig; p=200 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 3.00 m = 1.30 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, mittelbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=220-350 kN/m ² , t=125 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 3.80 m = 0.80 m | Schluff, tonig, stark feinsandig, mittelbraun, weich, feucht, kalkfrei; p=75 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 5.30 m = 1.50 m | Ton, schluffig, sandig (Tonstein), mittelbraun, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=250 kN/m ² , t=190 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 7.30 m = 2.00 m | Schluff, tonig, stark feinsandig, hellbraun, weich, feucht, unten Lösskindl, stark kalkhaltig; p=75 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | | 4 |
| - 8.50 m = 1.20 m | Ton, schluffig, schwach sandig, mittelbraun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=175 kN/m ² , t=110 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 10.50 m = 2.00 m | Ton, schluffig, sandig (Tonstein), mittelbraun, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=225 kN/m ² , t=160 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 11.00 m = 0.50 m | Ton, schwach schluffig, schwach sandig, hellgraubraun, grünlich, halbfest bis fest, erdfeucht, kalkfrei; p=450 kN/m ² , t=365 kN/m ² ; optisch TA-Boden | | 4 |
| | | | 5/6 |

Geologische Deutung :

| | | |
|-----------|---------|---------------------|
| - 0.10 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - 1.70 m | Quartär | (LÖß) |
| - 3.80 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 5.30 m | Quartär | (Fließerde) |
| - 7.30 m | Quartär | (LÖß) |
| - 8.50 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 10.50 m | Quartär | (Fließerde) |
| - 11.00 m | Quartär | (Verwitterungslehm) |

Schichtenverzeichnis von BS 11

Anlage 13/2

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 11
abgeteuft am 15.08.2017

Ansatzpunkt ca. 233.05 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -11.00 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

| | | | |
|---|---------|---------|---------------------|
| - | 0.10 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - | 1.70 m | Quartär | (Löß) |
| - | 3.80 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - | 5.30 m | Quartär | (Fließerde) |
| - | 7.30 m | Quartär | (Löß) |
| - | 8.50 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - | 10.50 m | Quartär | (Fließerde) |
| - | 11.00 m | Quartär | (Verwitterungslehm) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|----------------------------|
| Probe C 40 | aus | -0.10 m bis -3.00 m | (Mischprobe Löß-/Lösslehm) |
| Probe P 11 | aus | -6.80 m bis -7.30 m | (Löß) |

| | | | |
|------------------|-------|---------|---------------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 1.00 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 1.70 m | mittel (BD 42) |
| | bis - | 2.30 m | schwer (BD 42) |
| | bis - | 3.00 m | sehr schwer (BD 42) |
| | bis - | 4.30 m | mittel (BD 36) |
| | bis - | 6.70 m | schwer (BD 36) |
| | bis - | 11.00 m | sehr schwer (BD 36) |

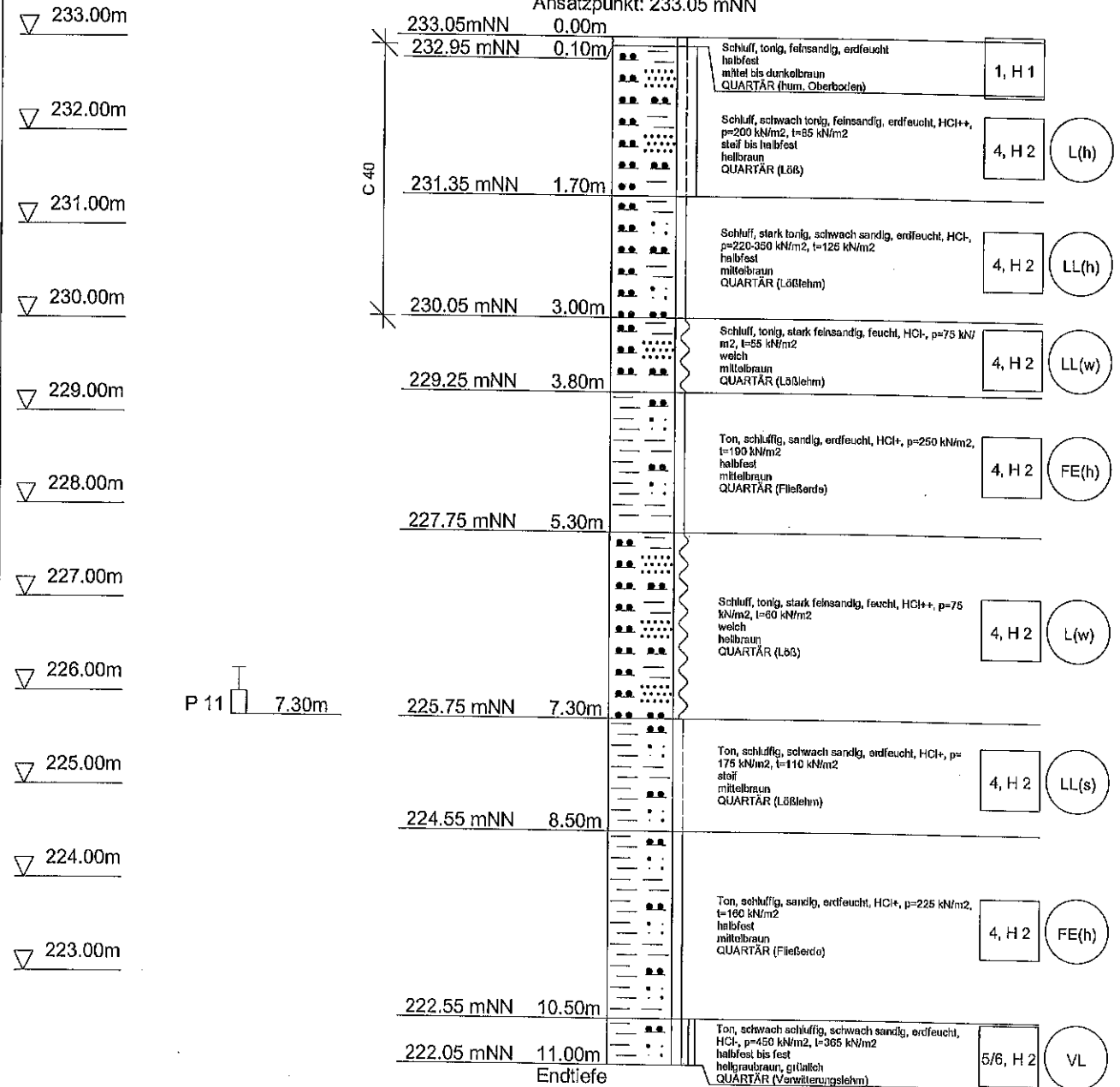
Bem.: Ab -11.00 m nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 13/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 11

Ansatzpunkt: 233.05 mNN



Bemerkung: In Endtiefe nahezu kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 12
 abgeteuft am 12.07.2017

Ansatzpunkt ca. 213.50 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt bei ca. -8.00 m = ca. 205.50 mNN (Bohrgut nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -4.80 m = ca. 208.70 mNN (Blob -8.70 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Wiese, Garten, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, tonig, sandig, humos, graubraun, steif, erdfeucht | | (1) |
| - 1.90 m = 1.80 m | Schluff, tonig, feinsandig, braun, fest, erdfeucht, Lösskindl, Holzkohle, Ziegelfragmente; p=600-1.100 kN/m ² , t=240 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | (6) |
| - 5.20 m = 3.30 m | Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, Lösskindl, kalkhaltig; p=125-275 kN/m ² , t=135 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 7.70 m = 2.50 m | Schluff, stark tonig, feinsandig, gelblichbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=100-125 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | | 4 |
| - 8.00 m = 0.30 m | Ton, schluffig, feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=175-225 kN/m ² , t=110 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 9.10 m = 1.10 m | Sand, stark tonig, schluffig, kiesig, rötlichgrau, graubraun, weich-breig, nass, schwach kalkhaltig; optisch SU*-Boden | | 2/4 |
| - 9.20 m = 0.10 m | Kies, stark sandig, schluffig, braun, bindige Anteile breig, nass ; GU/GU*-Boden | | 3 |

Geologische Deutung :

- 1.90 m (Auffüllung)
- 8.00 m Quartär (Lösslehm)
- 9.10 m Quartär (Auelehm)
- 9.20 m Quartär (kiesig-sandige Bachablagerungen)

Bemerkung:

- Probe C 39 aus -0.10 m bis -1.90 m (Mischprobe Auffüllung)
- Probe C 40 aus -1.90 m bis -5.20 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 12 aus -2.90 m bis -3.40 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 1.90 m schwer (BD 50)
 bis - 3.00 m sehr schwer (BD 50)
 bis - 6.30 m schwer (BD 36)
 bis - 9.20 m sehr schwer (BD 36)

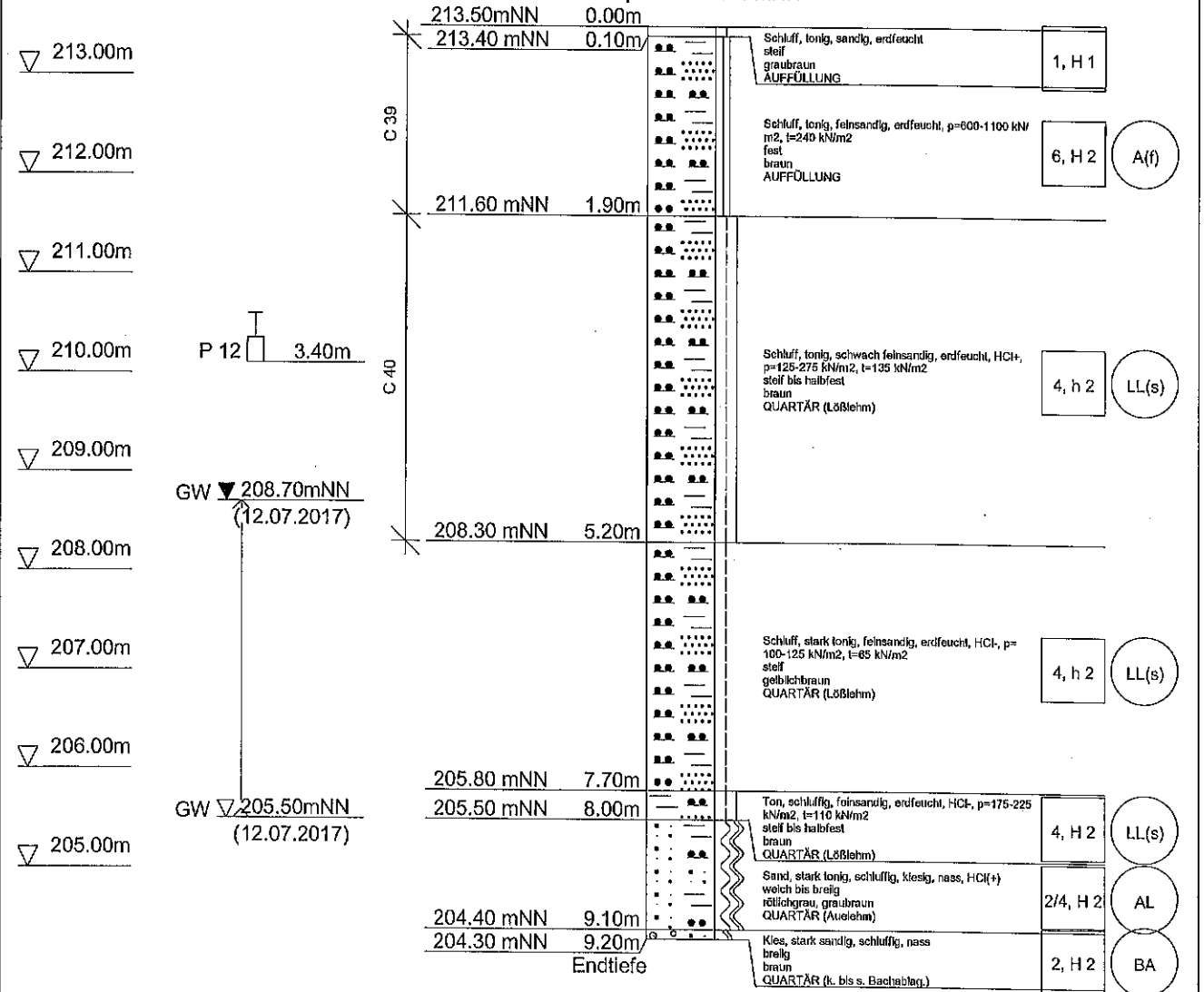
Bem.: Ab -9.20 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 14/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 12

Ansatzpunkt: 213.50 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt möglich



Schichtenverzeichnis von BS 13

Anlage 15/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar

Kleinbohrung-Nr. 13
abgeteuft am 18.08.2017

Ansatzpunkt ca. 210.25 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt nicht genau feststellbar (Bohrgut nicht nass)
Wasserstand (BE = nach BE: -2.25 m = ca. 208.00 mNN (Blob -5.50 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | | |
| - 0.30 m = 0.30 m | Schluff, tonig, schwach sandig, graubraun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 1.50 m = 1.20 m | Schluff, tonig, schwach sandig, braun, halbfest bis fest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei; p=300-1600 kN/m ² , t=110-175 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | | 4/6 |
| - 6.30 m = 4.80 m | Schluff, stark tonig, feinsandig, braun, teils grau, weich, feucht, kalkfrei; p=50 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 6.90 m = 0.60 m | Ton, schluffig, schwach sandig, schwach torfig, grau, weich bis steif, feucht, kalkfrei; p=50-200 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch TM/TA/OT-Boden | | 4/5 |
| - 7.00 m = 0.10 m | Ton, schluffig, schwach sandig, grau, dunkelgrau, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=300 kN/m ² ; optisch OT/TA-Boden | | 5 |

Geologische Deutung :

- 0.30 m Quartär (humoser Oberboden)
- 6.30 m Quartär (Lösslehm)
- 7.00 m Quartär (Sumpfton)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.30 m bis -1.50 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 13 aus -3.50 m bis -4.00 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 0.50 m mittel (BD 50)
bis - 1.00 m schwer (BD 50)
bis - 3.00 m schwer (BD 42)
bis - 6.80 m mittel (BD 36)
bis - 7.00 m schwer (BD 36)

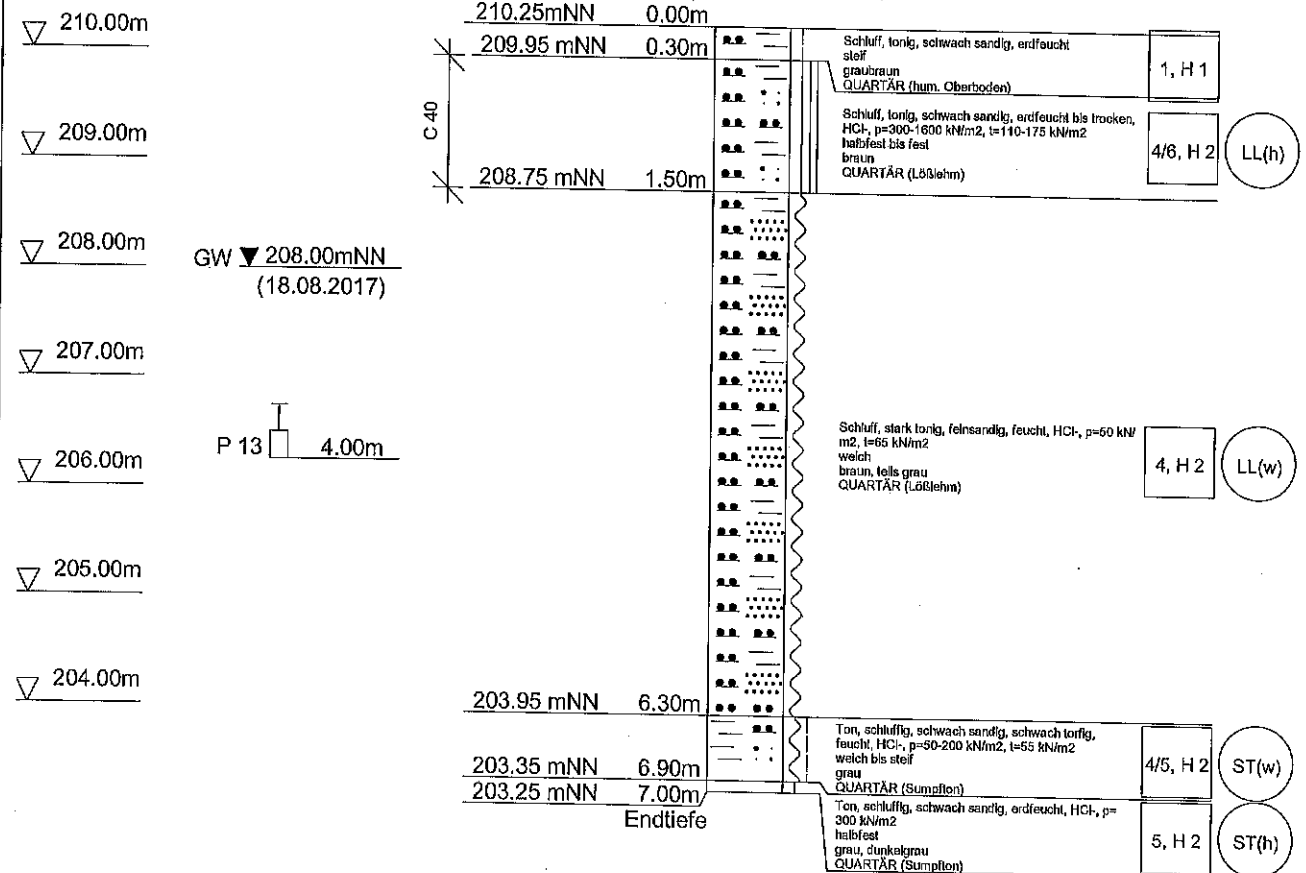
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | ProjektNr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 15/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 13

Ansatzpunkt: 210.25 mNN



Bemerkung:

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 14
 abgeteuft am 11.07.2017

Ansatzpunkt ca. 213.35 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt bei ca. -7.70 m = ca. 205.65 mNN (Bohrgut nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -5.70 m = ca. 207.65 mNN (Blob -8.70 m)
 Bohrende; Blob = Bohrloch offen bis)

| 0.00 m bis | Gelände: Wiese, darunter: | Bodenklasse |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, tonig, sandig, graubraun, steif, erdfeucht | 1 |
| - 1.10 m = 1.00 m | Ton, stark schluffig, schwach feinsandig, braun, fest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei; p=600-1500 kN/m ² , t=260 kN/m ² | 6 |
| - 3.00 m = 1.90 m | Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, hellbraun, weich bis steif, erdfeucht bis feucht, kalkhaltig; p=85-175 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UL-Boden | 4 |
| - 5.50 m = 2.50 m | Schluff, tonig, schwach feinsandig, hellbraun, weich, feucht, kalkfrei; p=55-70 kN/m ² , t=30 kN/m ² ; optisch UM-Boden | 4 |
| - 6.40 m = 0.90 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, hellbraun, weich, feucht, kalkfrei; p=65-70 kN/m ² , t=65 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 4 |
| - 7.30 m = 0.90 m | Ton, stark schluffig, sandig, hellbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=125-150 kN/m ² , t=85 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 7.70 m = 0.40 m | Ton, schluffig, sandig, kiesig (Feinsandstein), rotbraun, braun, steif bis weich, feucht, kalkfrei; p<=100 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 8.60 m = 0.90 m | Feinsandstein / Dolomitstein / Schluffstein, verwittert, anfallend als Schluff, tonig, stark sandig, kiesig, braun, teils grau, weich, feucht bis nass, kalkfrei; optisch UM-Boden | 4 |
| - 8.70 m = 0.10 m | Schluffstein, verwittert, gräulich braun, fest, trocken, kalkfrei | 6 |

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 7.30 m Quartär (Lösslehm)
- 7.70 m Quartär (Fließerde)
- 8.70 m Trias (Lettenkeuper, verwittert)

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 14
 abgeteuft am 11.07.2017

Ansatzpunkt ca. 213.35 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt bei ca. -7.70 m = ca. 205.65 mNN (Bohrgut nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -5.70 m = ca. 207.65 mNN (Blob -8.70 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 7.30 m Quartär (Lösslehm)
- 7.70 m Quartär (Fließerde)
- 8.70 m Trias (Lettenkeuper, verwittert)

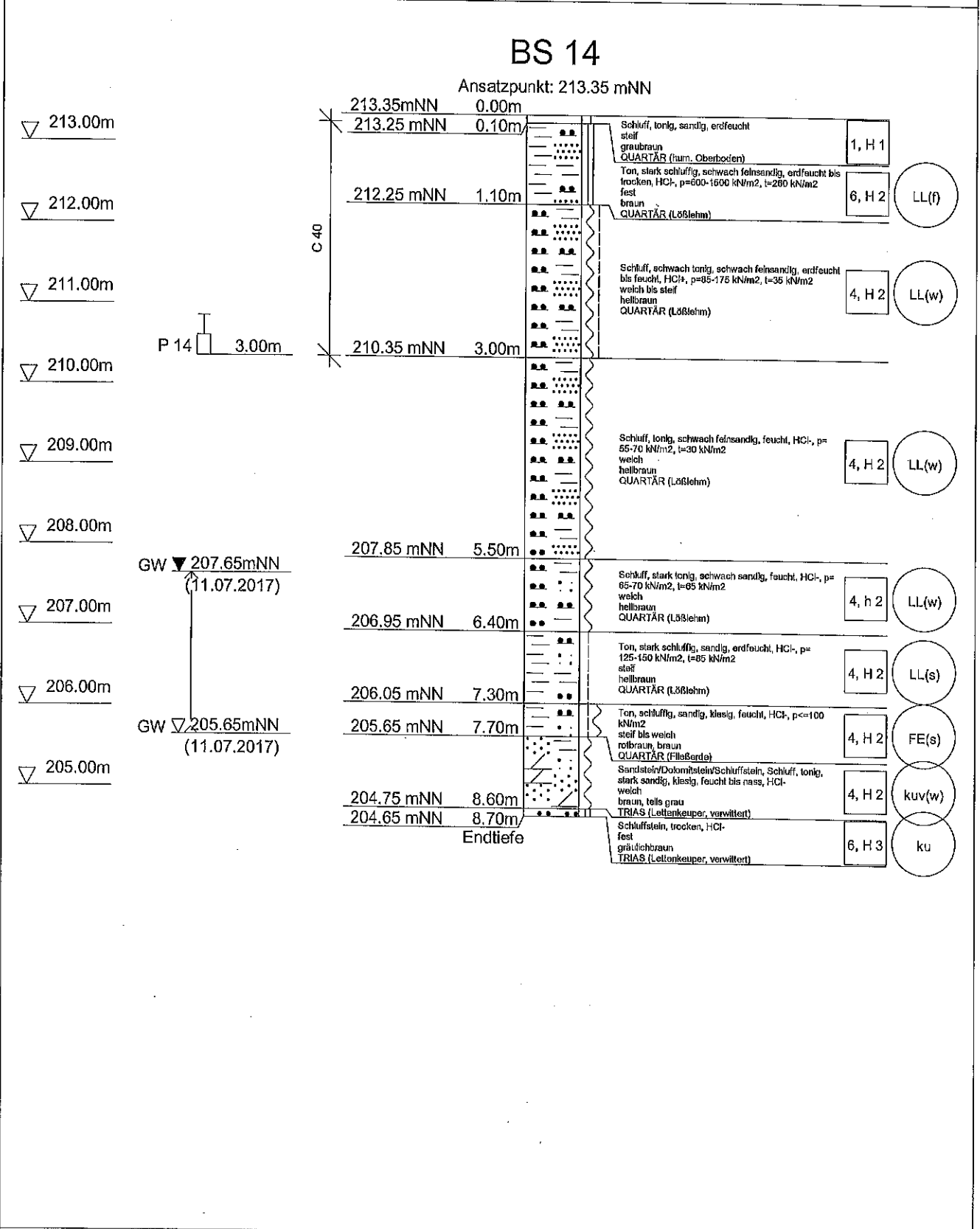
Bemerkung:

Probe C 40 aus -0.10 m bis -3.00 m (Mischprobe LÖß/Lösslehm)
 Probe P 14 aus -2.50 m bis -3.00 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 2.70 m mittel (BD 50)
 bis - 3.00 m schwer (BD 50)
 bis - 5.50 m leicht (BD 36)
 bis - 6.70 m mittel (BD 36)
 bis - 7.00 m schwer (BD 36)
 bis - 7.90 m mittel (BD 36)
 bis - 8.70 m schwer (BD 36)

Bem.: Ab -8.70 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 16/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |



Schichtenverzeichnis von BS 15

Anlage 17/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar

Kleinbohrung-Nr. 15
 abgeteuft am 17.08.2017

Ansatzpunkt ca. 222.60 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -7.00 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | Bodenklasse |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Stoppelfeld, darunter: | |
| - 0.15 m = 0.15 m | Schluff, tonig, sandig, gräulich braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | 1 |
| - 2.60 m = 2.45 m | Schluff, tonig, sandig, hellbraun, braun, halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=225-325 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | 4 |
| - 3.80 m = 1.20 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=425 kN/m ² , t=225 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 4.60 m = 0.80 m | Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, weich bis steif, feucht, kalkhaltig; p=90-100 kN/m ² , t=30 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 6.30 m = 1.70 m | Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, braun, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=225-325 kN/m ² , t=190 kN/m ² ; optisch TM-Boden | 4 |
| - 7.00 m = 0.70 m | Tonstein / Schluffstein, zersetzt, ausgelaugt, wirr gelagert, anfallend als Ton, schluffig, sandig, kiesig, grau, steif, erdfeucht, stark kalkhaltig | 4 |

Geologische Deutung :

| | | |
|----------|---------|--------------------------|
| - 0.15 m | Quartär | (humoser Oberboden) |
| - 2.60 m | Quartär | (Löß) |
| - 4.60 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 6.30 m | Quartär | (Fließerde) |
| - 7.00 m | Trias | (Gipskeuper, verwittert) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|---------------------------|
| Probe C 40 | aus | -0.15 m bis -3.80 m | (Mischprobe Löß/Lösslehm) |
| Probe P 15 | aus | -6.50 m bis -7.00 m | (Gipskeuper, verwittert) |

| | | | |
|------------------|-------|--------|---------------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 0.50 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 1.00 m | schwer (BD 50) |
| | bis - | 2.20 m | mittel (BD 42) |
| | bis - | 3.00 m | schwer (BD 42) |
| | bis - | 3.30 m | mittel (BD 36) |
| | bis - | 3.80 m | schwer (BD 36) |
| | bis - | 7.00 m | sehr schwer (BD 36) |

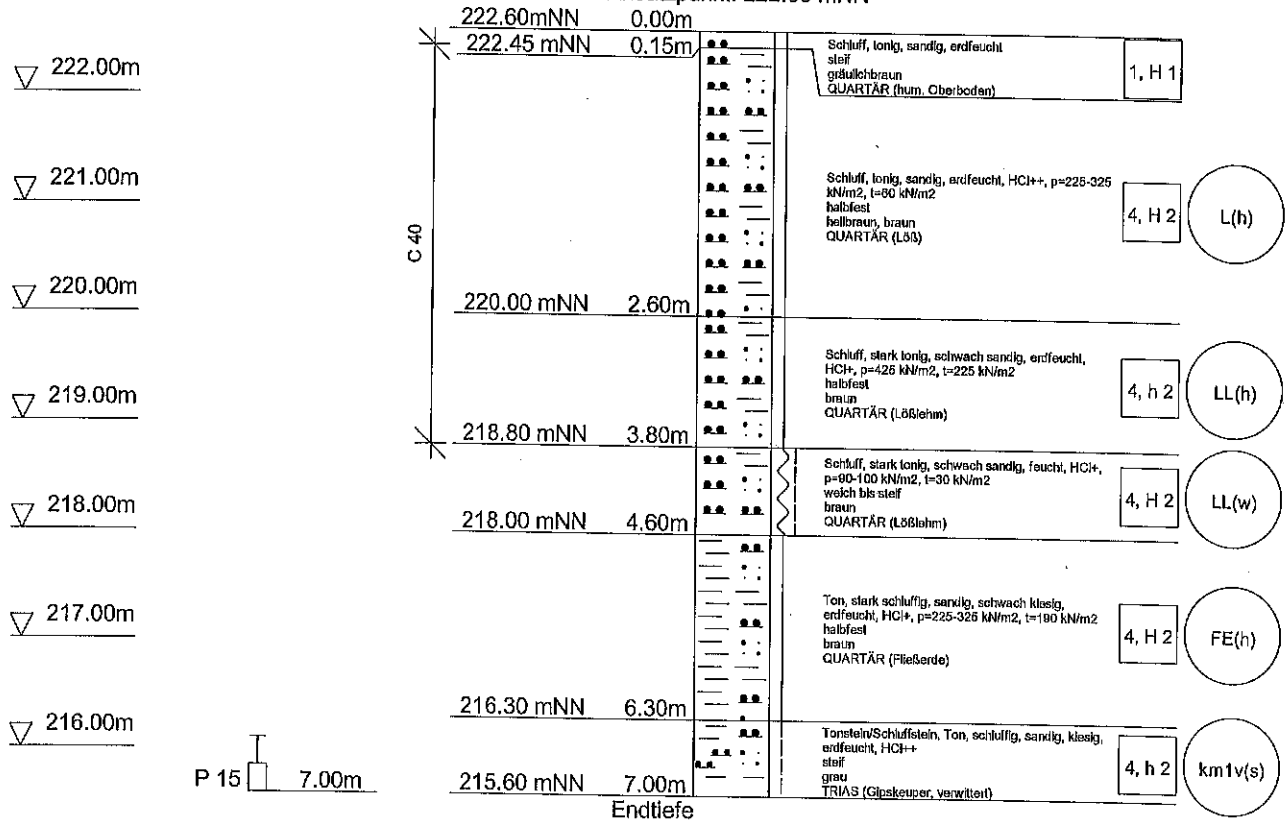
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 17/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 15

Ansatzpunkt: 222.60 mNN



Bemerkung:

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 16
 abgeteuft am 17.08.2017

Ansatzpunkt ca. 219.60 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -6.55 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Rodungsfläche, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, tonig, sandig, graubraun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 0.40 m = 0.30 m | Schluff, tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=175 kN/m ² , t=50 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 0.60 m = 0.20 m | Schluff, tonig, feinsandig, braun, fest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=800 kN/m ² , t=210 kN/m ² | | 6 |
| - 1.00 m = 0.40 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, hellbraun, braun, fest, erdfeucht bis trocken, stark kalkhaltig; p=1300 kN/m ² , t=155 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 6 |
| - 3.60 m = 2.60 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=225-400 kN/m ² , t=85-120 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 6.90 m = 3.30 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, weich, feucht, kalkhaltig; p=85-90 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 0.10 m | Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, weich, feucht, kalkhaltig; p=75 kN/m ² ; optisch UL/UM-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 0.40 m Quartär (Lösslehm)
- 7.00 m Quartär (Löß)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.10 m bis -3.60 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 16 aus -6.40 m bis -6.90 m (Löß)

Bohrfortschritt: bis - 0.50 m mittel (BD 50)
 bis - 1.00 m schwer (BD 50)
 bis - 1.70 m schwer (BD 42)
 bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
 bis - 3.50 m mittel (BD 36)
 bis - 4.40 m schwer (BD 36)
 bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)

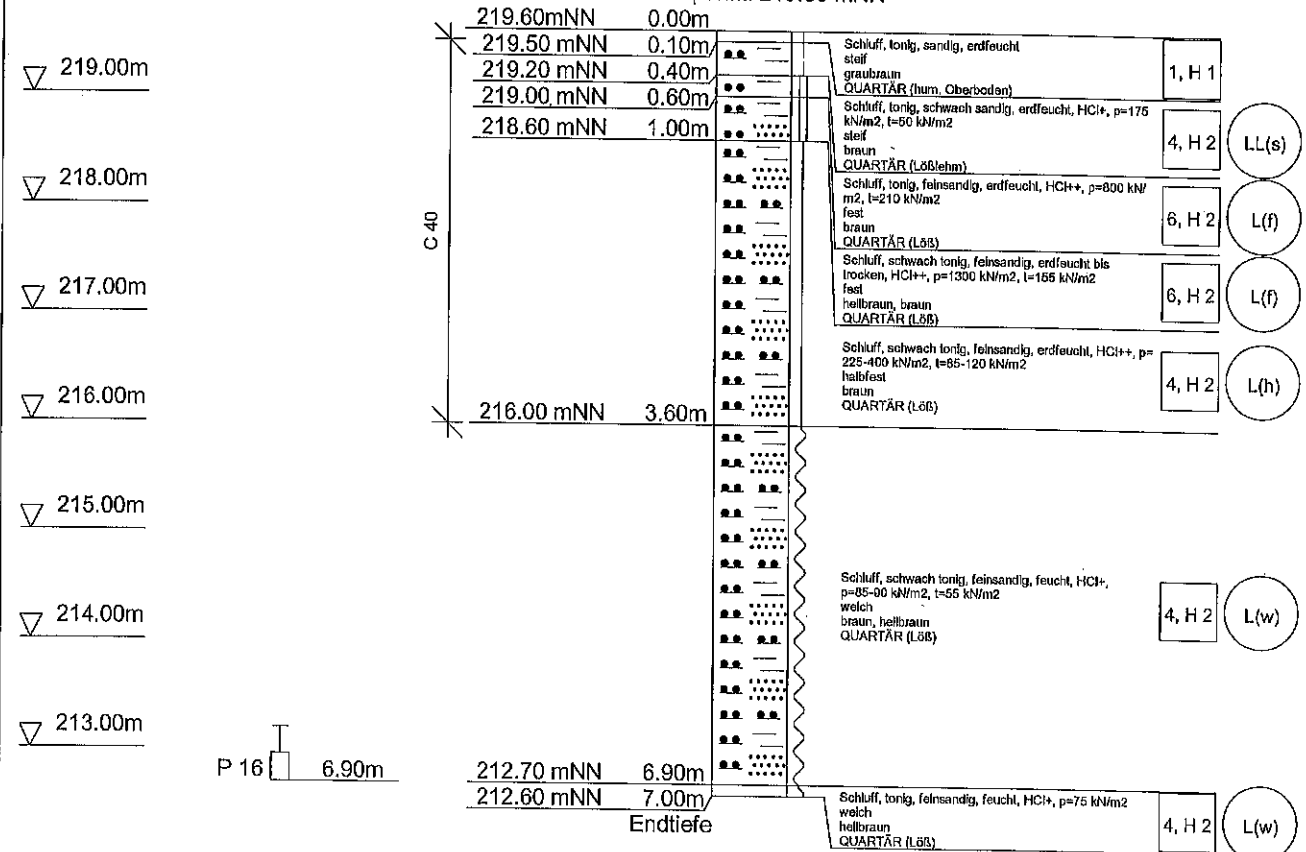
Bem. :



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 18/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 16

Ansatzpunkt: 219.60 mNN



Bemerkung:

Schichtenverzeichnis von BS 17

Anlage 19/1

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 17
 abgeteuft am 11.07.2017

Ansatzpunkt ca. 214.40 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -9.00 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Wiese, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, stark tonig, sandig, graubraun, steif, erdfeucht | | (1) |
| - 1.30 m = 1.20 m | Ton, stark schluffig, sandig, braun, fest, erdfeucht bis trocken, Ziegelfragmente, Plastik; p=1200-1600 kN/m ² , t=400 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | (6) |
| - 3.00 m = 1.70 m | Schluff, tonig, feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, Lösskindl, kalkhaltig; p=125-200 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 5.50 m = 2.50 m | Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, weich, feucht bis nass, kalkhaltig; p=70-75 kN/m ² , t=45 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 7.60 m = 2.10 m | Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, braun, weich, feucht, kalkhaltig; p=75-85 kN/m ² , t=75 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 8.60 m = 1.00 m | Ton, stark schluffig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=125-150 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 9.00 m = 0.40 m | Ton, schluffig, stark sandig, schwach kiesig (Tonstein), gräulich braun, rötlichbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=225-250 kN/m ² , t=175 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

| | | |
|----------|---------|--------------|
| - 1.30 m | | (Auffüllung) |
| - 8.60 m | Quartär | (Lösslehm) |
| - 9.00 m | Quartär | (Fließerde) |

Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|---------------------------|
| Probe C 39 | aus | -0.10 m bis -1.30 m | (Mischprobe Auffüllung) |
| Probe C 40 | aus | -1.30 m bis -3.00 m | (Mischprobe Löß/Lösslehm) |
| Probe P 17 | aus | -5.00 m bis -5.50 m | (Lösslehm) |

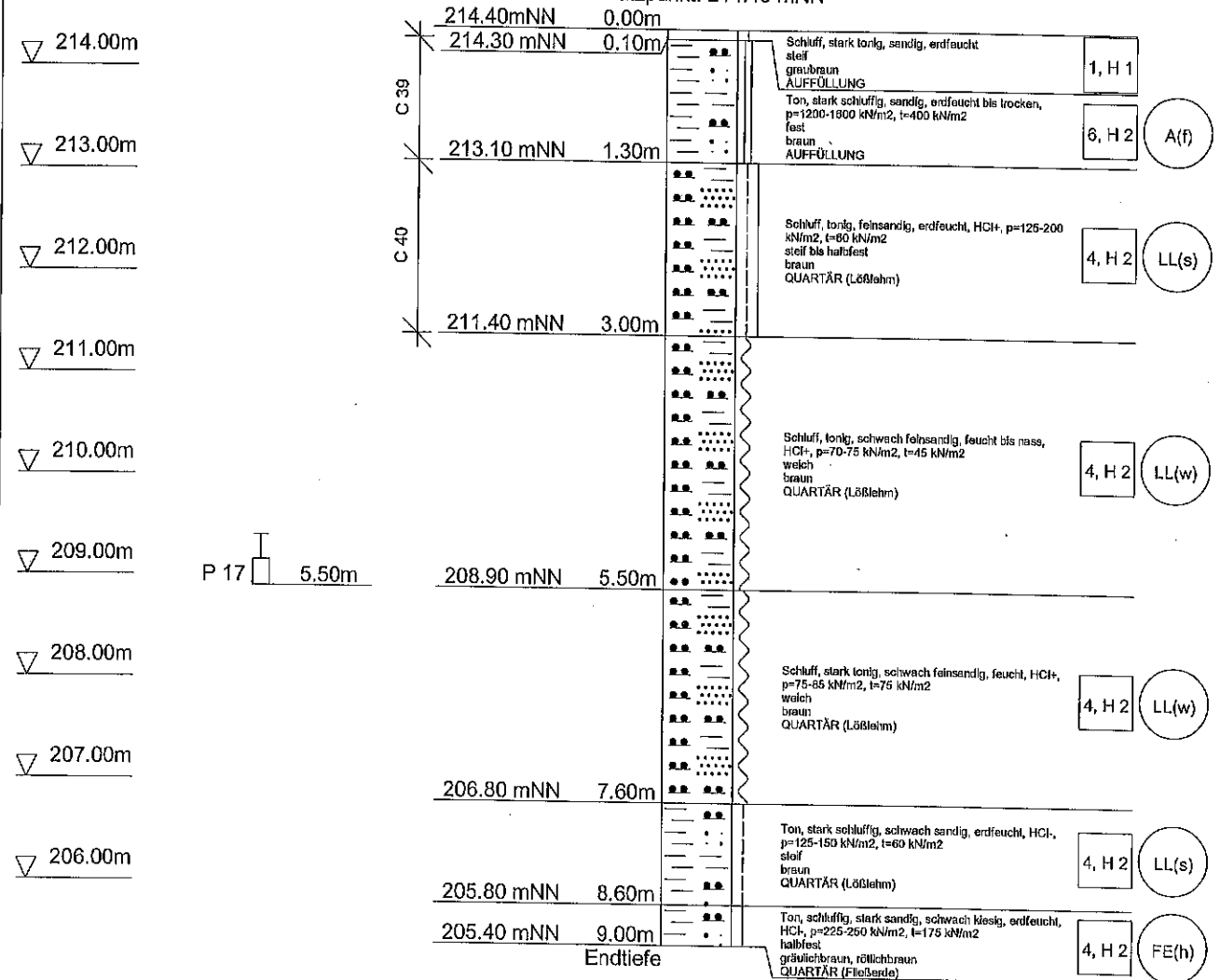
| | | | |
|------------------|-------|--------|----------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 2.00 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 3.00 m | schwer (BD 50) |
| | bis - | 4.70 m | leicht (BD 36) |
| | bis - | 8.50 m | mittel (BD 36) |
| | bis - | 9.00 m | schwer (BD 36) |

Bem.:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 19/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 17

Ansatzpunkt: 214.40 mNN



Bemerkung:

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 18
 abgeteuft am 17.08.2017

Ansatzpunkt ca. 218.40 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -6.40 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Rodungsfläche, darunter: | | |
| - 0.20 m = 0.20 m | Ton, schluffig, sandig, graubraun, braun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 1.00 m = 0.80 m | Ton, stark schluffig, sandig, braun, fest, erdfeucht, kalkfrei; p=1200-1300 kN/m ² , t=325 kN/m ² | | 6 |
| - 3.00 m = 2.00 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=200-275 kN/m ² , t=100-110 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 6.90 m = 3.90 m | Schluff, tonig, stark feinsandig, braun, hellbraun, weich bis steif, erdfeucht bis feucht, stark kalkhaltig; p=55-150 kN/m ² , t=55-65 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 0.10 m | Schluff, tonig, stark feinsandig, hellbraun, weich, feucht, stark kalkhaltig; p=55 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

- 0.20 m Quartär (humoser Oberboden)
- 1.00 m Quartär (Lösslehm)
- 7.00 m Quartär (Löß)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.20 m bis -3.00 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 18 aus -5.00 m bis -5.50 m (Löß)

- Bohrfortschritt:
- bis - 0.30 m mittel (BD 50)
 - bis - 1.00 m schwer (BD 50)
 - bis - 1.80 m schwer (BD 42)
 - bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
 - bis - 6.00 m schwer (BD 36)
 - bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)

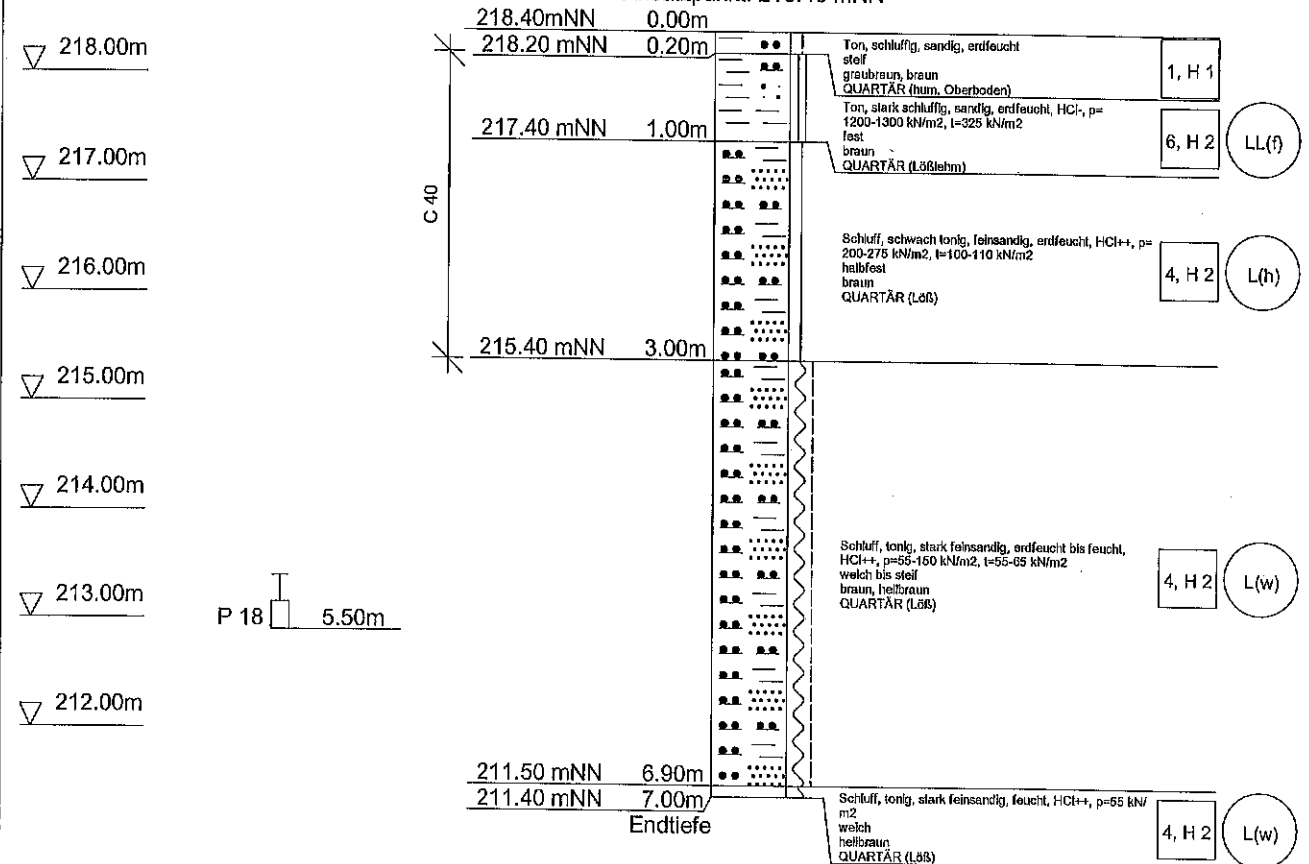
Bem.:



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 20/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 18

Ansatzpunkt: 218.40 mNN



Bemerkung:

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 19
 abgeteuft am 11.07.2017

Ansatzpunkt ca. 213.15 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt -
 Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -5.14 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Wiese, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Schluff, tonig, sandig, kiesig, graubraun, steif, erdfeucht | | (1) |
| - 1.70 m = 1.60 m | Ton; schluffig, sandig, braun, halbfest bis fest, erdfeucht, glasierte Ziegelfragmente; p=500-1200 kN/m ² , t=345 kN/m ² | | (4/6) |
| - 3.00 m = 1.30 m | Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=125-225 kN/m ² , t=35-75 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 5.20 m = 2.20 m | Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, weich, feucht bis nass, kalkhaltig; p=35-50 kN/m ² , t=20 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 6.10 m = 0.90 m | Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, braun, weich bis steif, feucht, kalkhaltig; p=85-100 kN/m ² , t=60 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 7.80 m = 1.70 m | Ton, schluffig, schwach feinsandig, braun, weich bis steif, feucht, Lösskindl, kalkhaltig; p=80 kN/m ² , t=95 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 8.85 m = 1.05 m | Ton, schluffig, stark sandig, schwach kiesig (Keuper-sandstein), gräulich braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; p=100-175 kN/m ² , t=75-85 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 9.00 m = 0.15 m | Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, grau, teils rotviolett, fest, erdfeucht, kalkhaltig; p=650 kN/m ² , t=215 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 6 |

Geologische Deutung :

- 1.70 m (Auffüllung)
- 7.80 m Quartär (Lösslehm)
- 8.85 m Quartär (Fließerde)
- 9.00 m Quartär (Verwitterungslehm)

Schichtenverzeichnis von BS 19

Anlage 21/2

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 19
abgeteuft am 11.07.2017

Ansatzpunkt ca. 213.15 mNN (= OK Gelände)
Wasserzutritt -
Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -5.14 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 1.00 m (Auffüllung)
- 7.80 m Quartär (Lösslehm)
- 8.85 m Quartär (Fließerde)
- 9.00 m Quartär (Verwitterungslehm)

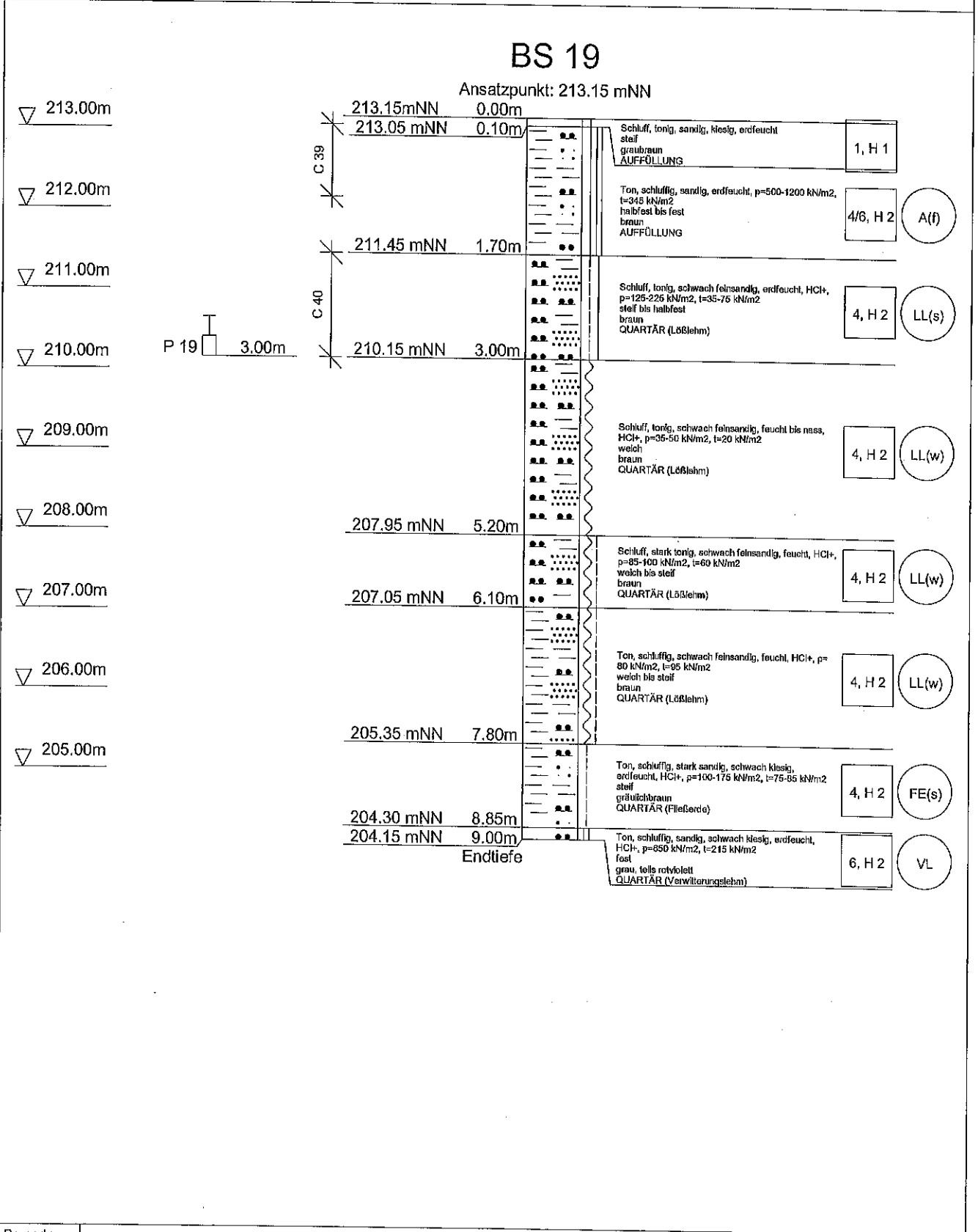
Bemerkung:

Probe C 39 aus -0.10 m bis -1.00 m (Mischprobe Auffüllung)
Probe C 40 aus -1.70 m bis -3.00 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
Probe P 19 aus -2.50 m bis -3.00 m (Lösslehm)

Bohrfortschritt: bis - 3.00 m mittel (BD 50)
bis - 5.40 m leicht (BD 36)
bis - 7.60 m mittel (BD 36)
bis - 8.80 m schwer (BD 36)
bis - 9.00 m sehr schwer (BD 36)

Bem.:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 21/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |



Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 20
abgeteuft am 18.08.2017

Ansatzpunkt ca. 218.25 mNN (= OK Gelände)

Wasserzutritt -

Wasserstand (BE = nach BE: - (Blob -6.90 m)
Bohrende; Blob =
Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Rodungsfläche, darunter: | | |
| - 0.10 m = 0.10 m | Ton, stark schluffig, schwach sandig, graubraun, steif, erdfeucht, Wurzeln | | 1 |
| - 0.30 m = 0.20 m | Ton, schluffig, schwach sandig, gräulich braun, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei; p=200 kN/m ² , t=135 kN/m ² ; optisch TM-Boden | | 4 |
| - 1.20 m = 0.90 m | Schluff, tonig, feinsandig, braun, fest, erdfeucht bis trocken, kalkhaltig; p=1200 kN/m ² , t=225 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 6 |
| - 3.00 m = 1.80 m | Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, stark kalkhaltig; p=175-250 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 6.90 m = 3.90 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, weich bis halbfest, erdfeucht bis feucht, stark kalkhaltig; p=60-225 kN/m ² , t=25 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |
| - 7.00 m = 0.10 m | Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, weich, feucht, stark kalkhaltig; p=55 kN/m ² ; optisch UL-Boden | | 4 |

Geologische Deutung :

- 0.10 m Quartär (humoser Oberboden)
- 0.30 m Quartär (Lösslehm)
- 7.00 m Quartär (Löß)

Bemerkung:

- Probe C 40 aus -0.10 m bis -3.00 m (Mischprobe Löß/Lösslehm)
- Probe P 20 aus -4.00 m bis -4.50 m (Löß)

Bohrfortschritt: bis - 1.00 m schwer (BD 50)
bis - 1.80 m schwer (BD 42)
bis - 3.00 m sehr schwer (BD 42)
bis - 3.50 m mittel (BD 36)
bis - 4.50 m schwer (BD 36)
bis - 5.00 m sehr schwer (BD 36)
bis - 6.40 m schwer (BD 36)
bis - 7.00 m sehr schwer (BD 36)

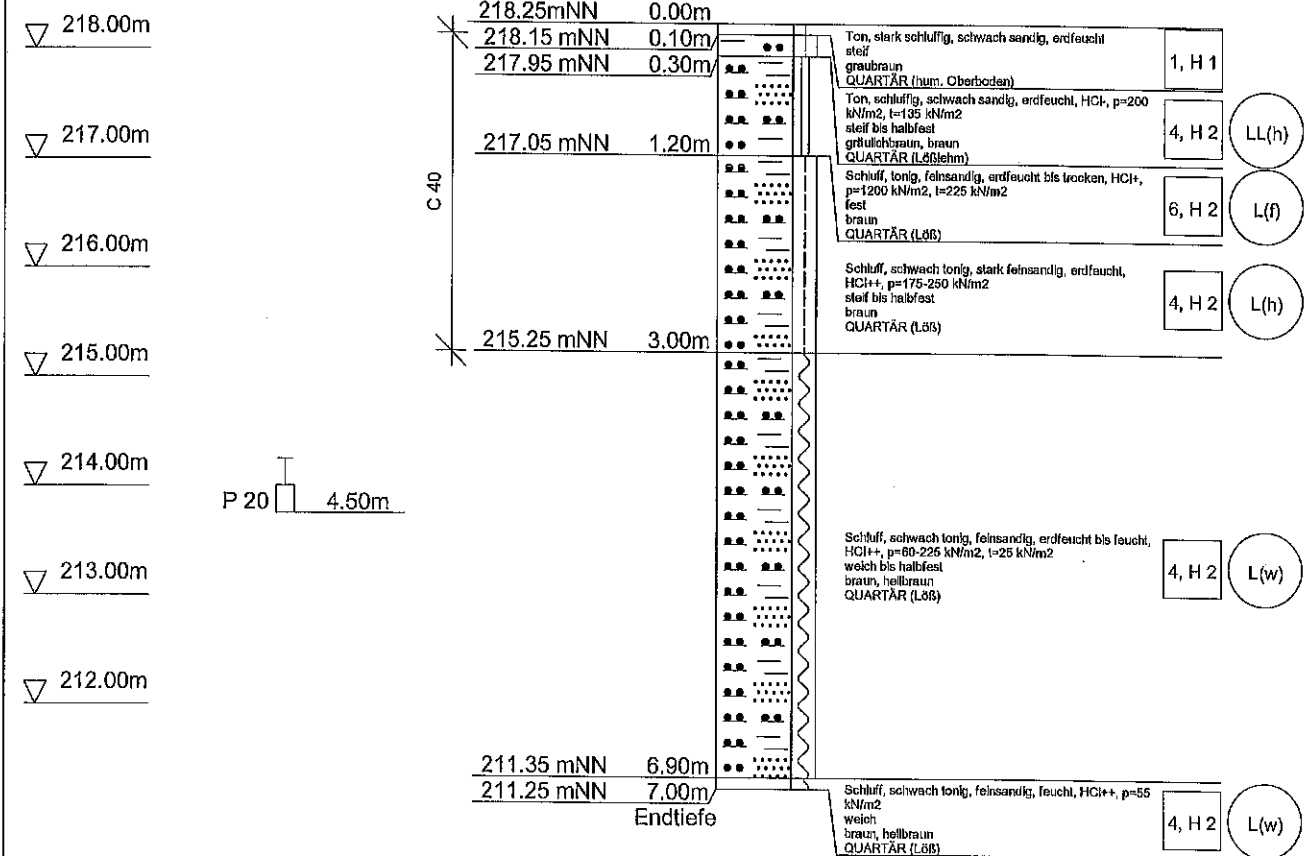
Bem. :



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 22/2 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 20

Ansatzpunkt: 218.25 mNN



Bemerkung:

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Maßnahme | Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“ in 71711 Steinheim-Kleinbottwar" | |
| Kleinbohrung-Nr. abgeteuft am | 21 12.07.2017 | |
| Ansatzpunkt Wasserzutritt Wasserstand (BE = Bohrende; Blob = Bohrloch offen bis) | ca. 207.80 mNN (= OK Gelände) bei ca. -0.90 m = ca. 206.90 mNN (Bohrgut nass) nach BE: -1.12 m = ca. 206.68 mNN (Blob -7.80 m) | |
| | | Bodenklasse |
| 0.00 m bis | Gelände: Wiese, darunter: | |
| - 0.15 m = 0.15 m | Schluff, tonig, sandig, graubraun, schwarzbraun, steif, erdfeucht | (1) |
| - 0.35 m = 0.20 m | Ton, schluffig, schwach feinsandig, braun, halbfest, erdfeucht, Ziegelfragmente, Holzkohle; p=275 kN/m ² , t=80 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | (4) |
| - 0.90 m = 0.55 m | Ton, stark schluffig, schwach sandig, braun, weich, feucht, kalkhaltig; p=70 kN/m ² , t=40 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | 4 |
| - 3.80 m = 2.90 m | Ton, stark schluffig, schwach feinsandig, organisch, grau, weich, feucht bis nass, kalkhaltig; p=20-55 kN/m ² , t=20 kN/m ² ; optisch OU-Boden | 4 |
| - 6.20 m = 2.40 m | Ton, schluffig, schwach feinsandig, organisch, grau, dunkelgrau, steif bis halbfest, erdfeucht, Holzfrag- mente, kalkhaltig; p=175-275 kN/m ² , t=100 kN/m ² ; optisch OT-Boden | 5 |
| - 6.40 m = 0.20 m | Ton, schwach schluffig, schwarzgrau, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=100-125 kN/m ² , t=95 kN/m ² ; optisch OT-Boden | 5 |
| - 7.10 m = 0.70 m | Sand, stark tonig, schluffig, kiesig, grau, teils hell- grau, weich, feucht bis nass, kalkhaltig; optisch SU*/ST*-Boden | 4 |
| - 7.70 m = 0.60 m | Schluffstein, zersetzt, anfallend als Schluff, tonig, sandig, kiesig, grau, bläulich grau, fest, erdfeucht, kalkhaltig; p=900-1600 kN/m ² , t=145 kN/m ² | 6 |
| - 7.80 m = 0.10 m | Schluffstein, verwittert, feinschichtig, grau, fest, trocken, kalkhaltig bis stark kalkhaltig; p>1800 kN/m ² | 6 |

Geologische Deutung :

- 0.35 m Quartär (Auffüllung)
- 3.80 m Quartär (Auelehm)
- 6.40 m Quartär (Sumpfton)
- 7.10 m Quartär (Bachablagerungen)
- 7.80 m Trias (Lettenkeuper, verwittert)

Schichtenverzeichnis von BS 21

Anlage 23/2

Fortsetzung

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 21
 abgeteuft am 12.07.2017

Ansatzpunkt ca. 207.80 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt bei ca. -0.90 m = ca. 206.90 mNN (Bohrgut nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -1.12 m = ca. 206.68 mNN (Blob -7.80 m)
 Bohrende; Blob =
 Bohrloch offen bis)

Geologische Deutung :

- 0.35 m Quartär (Auffüllung)
- 3.80 m Quartär (Auelehm)
- 6.40 m Quartär (Sumpfton)
- 7.10 m Quartär (Bachablagerungen)
- 7.80 m Trias (Lettenkeuper, verwittert)

Bemerkung:

Probe C 42 aus -0.35 m bis -3.80 m (Mischprobe Auelehm)

Bohrfortschritt: bis - 3.00 m mittel (BD 50)
 bis - 3.50 m leicht (BD 36)
 bis - 7.20 m mittel (BD 36)
 bis - 7.60 m schwer (BD 36)
 bis - 7.80 m sehr schwer (BD 36)

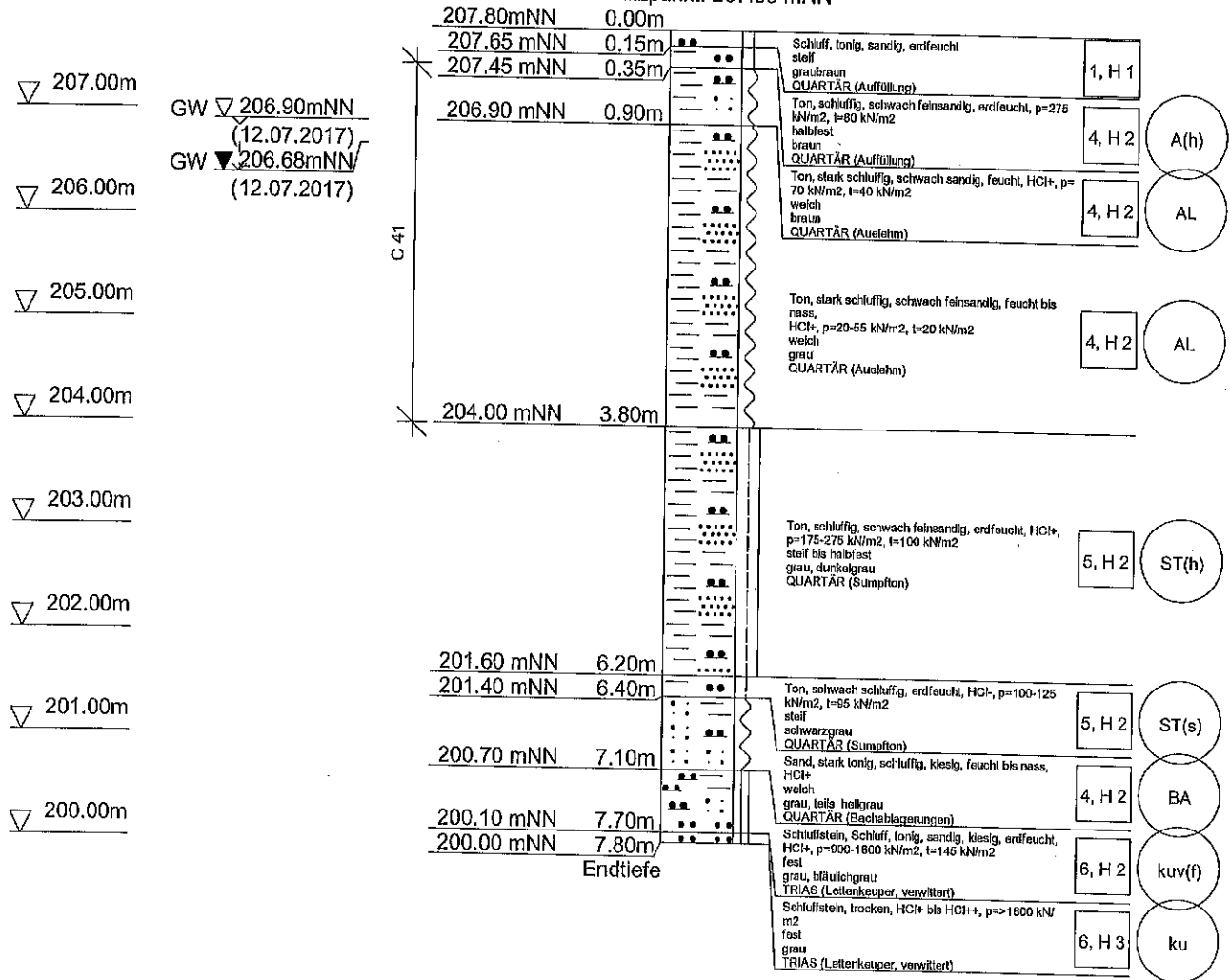
Bem.: Ab -7.80 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.



| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 23/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |

BS 21

Ansatzpunkt: 207.80 mNN



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Maßnahme Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar“

Kleinbohrung-Nr. 22
 abgeteuft am 07.07.2017

Ansatzpunkt ca. 207.90 mNN (= OK Gelände)
 Wasserzutritt bei ca. -5.50 m = ca. 202.40 mNN (Bohrgut nass)
 Wasserstand (BE = nach BE: -0.80 m = ca. 207.10 mNN (Blob -12.40 m)
 Bohrende; Blob = am 12.07.2017: -0.45 m = ca. 207.45 mNN (Blob -6.70 m)
 Bohrloch offen bis)

| | | | Bodenklasse |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|
| 0.00 m bis | Gelände: Wiese, darunter: | | |
| - 0.15 m = 0.15 m | Schluff, tonig, sandig, graubraun, steif, erdfeucht | | (1) |
| - 0.30 m = 0.15 m | Ton, schluffig, sandig, kiesig, braun, hellbraun, steif bis halbfest, erdfeucht, Sandstein, Ziegelfragmente; optisch UM/TM-Boden | | (4) |
| - 1.10 m = 0.80 m | Ton, schluffig, feinsandig, braun, gräulich braun, weich, feucht, kalkhaltig; p=55 kN/m ² , t=25 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 4.20 m = 3.10 m | Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach organisch, grau, weich, feucht, kalkhaltig; p=40-45 kN/m ² , t=35 kN/m ² ; optisch UM/TM-Boden | | 4 |
| - 4.80 m = 0.60 m | Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach organisch, grau, steif, erdfeucht, kalkfrei; p=150 kN/m ² , t=125 kN/m ² ; optisch TA-Boden | | 5 |
| - 5.50 m = 0.70 m | Ton, schluffig, organisch, schwarzgrau, grau, weich, feucht, kalkfrei; p=70 kN/m ² , t=70 kN/m ² ; optisch TA/OT-Boden | | 5 |
| - 5.80 m = 0.30 m | Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, grau, grünlich-grau, weich bis breiig, nass, kalkhaltig; optisch UM/UL-Boden | | 2/4 |
| - 7.70 m = 1.90 m | Kies und Sand stark schluffig, tonig, grau, bindige Anteile weich bis breiig, nass, kalkhaltig; optisch GU*/SU*-Boden | | 2/4 |
| - 9.00 m = 1.30 m | Tonstein / Schluffstein, zersetzt, anfallend als Ton, schluffig, stark sandig, kiesig, grüngrau, teils rotviolett, steif, erdfeucht, kalkhaltig; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 12.30 m = 3.30 m | Tonstein / Schluffstein, zersetzt, anfallen als Ton, stark schluffig, sandig, kiesig, beige, teils grünlich-braun, weich, feucht, kalkhaltig; p=70 kN/m ² , t=55 kN/m ² ; optisch UM-Boden | | 4 |
| - 13.10 m = 0.80 m | Tonstein / Schluffstein, zersetzt, anfallend als Ton, schluffig, stark sandig, schwach kiesig, rotbraun, rotviolett, teils grau, halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; p=200-400 kN/m ² , t=125 kN/m ² ; optisch UM/SU*-Boden | | 4 |
| - 13.30 m = 0.20 m | Schluffstein, verwittert, grünlichbraun, fest, erdfeucht bis trocken, calzitische Ausfällungen, stark kalkhaltig | | 6 |

Schichtenverzeichnis von BS 22

Anlage 24/2

Fortsetzung

| | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maßnahme | Erschließung Baugebiet „Scheibenäcker“ in 71711 Steinheim-Kleinbottwar |
| Kleinbohrung-Nr. abgeteuft am | 22 07.07.2017 |
| Ansatzpunkt | ca. 207.90 mNN (= OK Gelände) |
| Wasserzutritt | bei ca. -5.50 m = ca. 202.40 mNN (Bohrgut nass) |
| Wasserstand (BE = Bohrende; Blob = Bohrloch offen bis) | nach BE: -0.80 m = ca. 207.10 mNN (Blob -12.40 m) am 12.07.2017: -0.45 m = ca. 207.45 mNN (Blob -6.70 m) |

Geologische Deutung :

| | | | |
|---|---------|---------|--------------------------|
| - | 0.30 m | | (Auffüllung) |
| - | 4.20 m | Quartär | (Auelehm) |
| - | 5.50 m | Quartär | (Sumpfton) |
| - | 7.70 m | Quartär | (Bachablagerungen) |
| - | 13.30 m | Trias | (Gipskeuper, verwittert) |

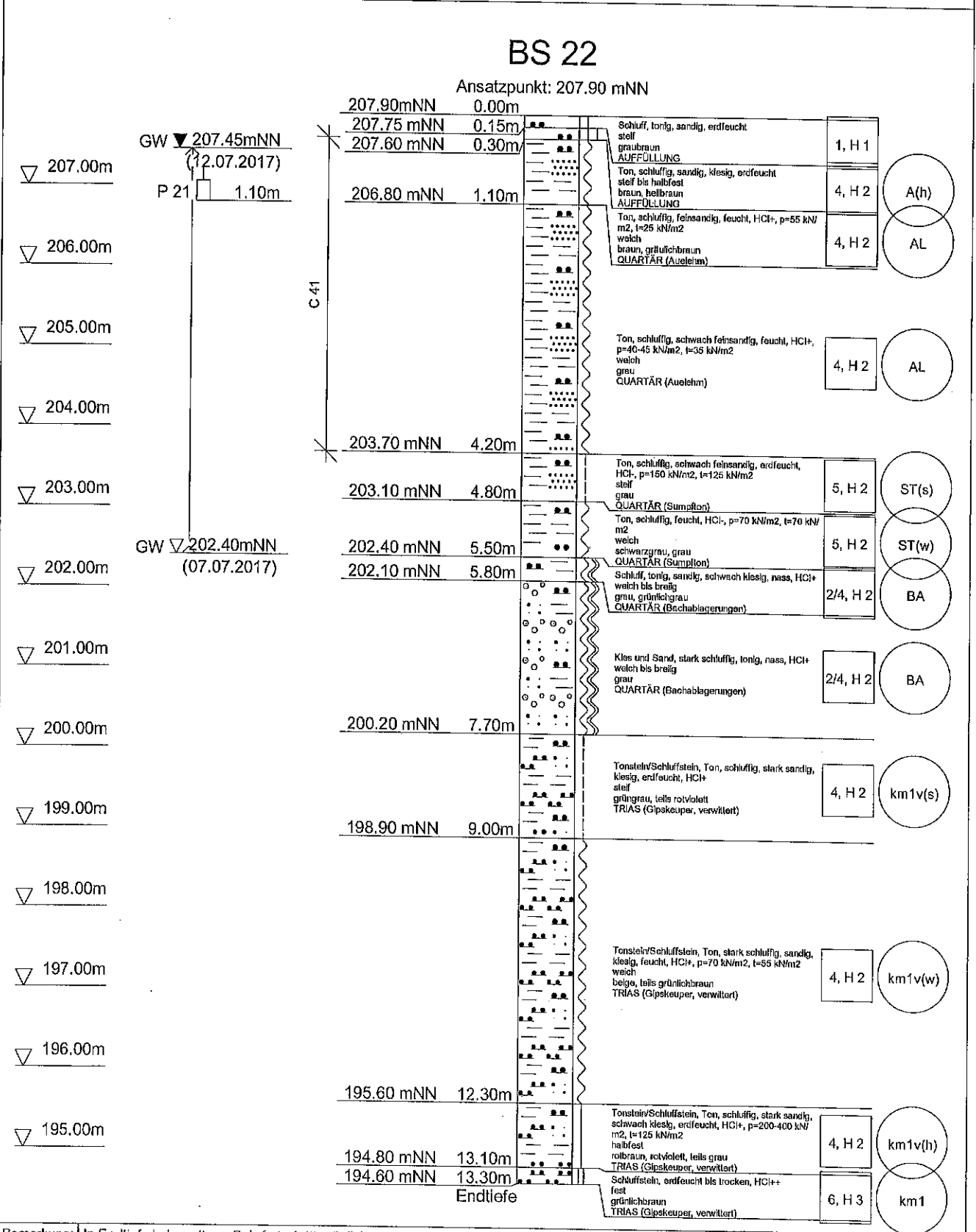
Bemerkung:

| | | | |
|------------|-----|---------------------|----------------------|
| Probe C 42 | aus | -0.30 m bis -4.20 m | (Mischprobe Auelehm) |
| Probe P 21 | aus | -0.60 m bis -1.10 m | (Auelehm) |

| | | | |
|------------------|-------|---------|---------------------|
| Bohrfortschritt: | bis - | 3.00 m | mittel (BD 50) |
| | bis - | 4.00 m | leicht (BD 36) |
| | bis - | 13.20 m | mittel (BD 36) |
| | bis - | 13.30 m | sehr schwer (BD 36) |

Bem.: Ab -13.30 m kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim-Kleinbottwar |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr. : 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 24/3 |
| Tel. 07195-92500/ Fax -2622 | Maßstab : 1: 70 |



Bemerkung: In Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt möglich

Quartär (Auelehm P21):

| | | |
|----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Probe-Nr. | | 21 |
| Kleinbohrung-Nr. | | 22 |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | | 0.6-1.1 |
| natürlicher Wassergehalt | | 0.300 |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | | 0.385 |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | | 0.267 |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | | 0.223 |
| Plastizitätszahl | | 0.118 |
| Konsistenzzahl | | 0.720 |
| Zustandsform | | weich- steif |
| Bodenart nach DIN 18 196 | | UM/OU |
| errechneter kf-Wert | m/sec | 5x10 ⁻⁸ |
| Feuchtdichte | cal kN/m ³ | 17.5 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal kN/m ³ | 7.5 |
| Kohäsion c' | cal kN/m ² | 8 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion cu) | kN/m ² | 25 |
| Restscherfestigkeit τ_r | kN/m ² | |
| Reibungswinkel | cal Grad | 22.5 |
| Penetrometerwiderstand | kN/m ² | 55 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | |
|------------------------|-----------------------|------|
| Proctordichte | cal kN/m ³ | 15.2 |
| optimaler Wassergehalt | cal | 0.24 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew. % | 4.0 |
| | kg/m ³ | 58 |

Beschreibung der Bodenproben:

Probe-Nr. 21 - Ton, schluffig, feinsandig, braun, gräulichbraun, weich, feucht, kalkhaltig; optisch UM/TM-Boden

Quartär (Lößlehm P2+3+4 und LÖß P5):

| Probe-Nr. | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
|--------------------------------------------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Kleinbohrung-Nr. | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | 4.1-4.6 | 5.2-5.7 | 3.1-3.6 | 6.0-6.5 | | |
| natürlicher Wassergehalt | 0.240 | 0.240 | 0.250 | 0.240 | | |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | 0.383 | 0.340 | 0.350 | 0.326 | | |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | 0.224 | 0.252 | 0.262 | 0.224 | | |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | 0.167 | 0.219 | 0.229 | | | |
| Plastizitätszahl | 0.159 | 0.088 | 0.088 | 0.102 | | |
| Konsistenzzahl | 0.899 | 1.136 | 1.136 | 0.843 | | |
| Zustandsform | steif | halbfest | halbfest | steif | | |
| Bodenart nach DIN 18 196 | TM | UL/UM | UL/UM | TL/UL | | |
| errechneter kf-Wert | m/sec | 5x10 ⁻⁸ | 5x10 ⁻⁷ | 5x10 ⁻⁷ | 1x10 ⁻⁷ | |
| Feuchtdichte | cal | kN/m ³ | 19 | 19.5 | 19.5 | 19.5 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal | kN/m ³ | 9 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| Kohäsion c' | cal | kN/m ² | 78 | 37 | 13 | 15 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u) | | kN/m ² | 235 | 110 | 40 | 35 |
| Restscherfestigkeit τ_r | | kN/m ² | | | | |
| Reibungswinkel | cal | Grad | 25 | 27.5 | 27.5 | 28.5 |
| Penetrometerwiderstand | | kN/m ² | 250-450 | 150 | 75-90 | 70 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------|------|------|-------|
| Proctordichte | cal | kN/m ³ | 17.0 | 16.2 | 16.2 | 17.2 |
| optimaler Wassergehalt | cal | | 0.185 | 0.21 | 0.21 | 0.175 |
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew. % | | 3.7 | 2.0 | 2.7 | 4.3 |
| | kg/m ³ | | 60 | 32 | 43 | 71 |

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe-Nr. 2 - Ton, schluffig, schwach sandig, braun, hellbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei; optisch TM-Boden
- Probe-Nr. 3 - Ton, schluffig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei; optisch TM-Boden
- Probe-Nr. 4 - Schluff, tonig, stark feinsandig, mittelbraun, weich, feucht, schwach kalkhaltig; optisch UL/UM-Boden
- Probe-Nr. 5 - Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, hellbraun, rostfleckig, weich, feucht, kalkhaltig; optisch UL-Boden



Quartär (LÖBLEHM P6+7+8+9):

| Probe-Nr. | | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Kleinbohrung-Nr. | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | | 3.5-4.0 | 5.3-5.8 | 8.0-8.5 | 2.5-3.0 |
| natürlicher Wassergehalt | | 0.222 | 0.229 | 0.231 | 0.210 |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | | 0.325 | 0.332 | 0.315 | 0.309 |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | | 0.236 | 0.238 | 0.207 | 0.229 |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | | 0.203 | 0.203 | 0.167 | 0.199 |
| Plastizitätszahl | | 0.089 | 0.094 | 0.108 | 0.080 |
| Konsistenzzahl | | 1.157 | 1.096 | 0.778 | 1.238 |
| Zustandsform | | halbfest | halbfest | steif- weich | halbfest |
| Bodenart nach DIN 18 196 | | UL/TL | UL/TL | TL | UL/TL |
| errechneter kf-Wert | m/sec | 8x10 ⁻⁷ | 8x10 ⁻⁷ | 2x10 ⁻⁸ | 5x10 ⁻⁷ |
| Feuchtdichte | cal kN/m ³ | 20.5 | 20.5 | 19.5 | 20.5 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal kN/m ³ | 10.5 | 10.5 | 9.5 | 10.5 |
| Kohäsion c' | cal kN/m ² | 37 | 22 | 23 | 20 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u) | kN/m ² | 110 | 65 | 70 | 60 |
| Restscherfestigkeit τ_r | kN/m ² | | | | |
| Reibungswinkel | cal Grad | 28.5 | 28.5 | 27.5 | 28.5 |
| Penetrometerwiderstand | kN/m ² | 225 | 100-175 | 80 | 100-125 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Proctordichte | cal kN/m ³ | 17.0 | 17.0 | 17.7 | 17.0 |
| optimaler Wassergehalt | cal | 0.185 | 0.185 | 0.165 | 0.185 |
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew. % | 2.5 | 2.9 | 4.4 | 1.7 |
| | kg/m ³ | 41 | 48 | 75 | 28 |

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe-Nr. 6 - Schluff, stark tonig, sandig, braun, halbfest, erdfeucht, Lößkindl, kalkfrei; optisch UM/TM-Boden
- Probe-Nr. 7 - Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; optisch UL/UM-Boden
- Probe-Nr. 8 - Schluff, tonig, schwach sandig, braun, weich, feucht, kalkhaltig; optisch UM-Boden
- Probe-Nr. 9 - Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, Lößkindl, kalkhaltig; optisch UM-Boden

Quartär (Lößlehm P10+12+13 und Löß P11):

| Probe-Nr. | 10 | 11 | 12 | 13 | |
|----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Kleinbohrung-Nr. | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | 4.4-4.9 | 6.8-7.3 | 2.9-3.4 | 3.5-4.0 | |
| natürlicher Wassergehalt | 0.220 | 0.190 | 0.160 | 0.240 | |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | 0.299 | 0.305 | 0.276 | 0.277 | |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | 0.189 | 0.206 | 0.213 | 0.179 | |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | 0.148 | 0.169 | 0.189 | 0.143 | |
| Plastizitätszahl | 0.110 | 0.099 | 0.063 | 0.098 | |
| Konsistenzzahl | 0.718 | 1.162 | 1.842 | 0.378 | |
| Zustandsform | weich- steif | halbfest | fest | weich | |
| Bodenart nach DIN 18 196 | TL | TL | ST*/UL | TL | |
| errechneter kf-Wert | m/sec | 5x10 ⁻⁸ | 1x10 ⁻⁸ | 8x10 ⁻⁷ | 5x10 ⁻⁸ |
| Feuchtdichte | cal kN/m ³ | 19.5 | 21 | 21 | 18 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal kN/m ³ | 9.5 | 11 | 11 | 8 |
| Kohäsion c' | cal kN/m ² | 28 | 20 | 45 | 18 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion cu) | kN/m ² | 85 | 60 | 135 | 55 |
| Restscherfestigkeit τ_r | kN/m ² | | | | |
| Reibungswinkel | cal Grad | 27.5 | 27.5 | 28.5 | 27.5 |
| Penetrometerwiderstand | kN/m ² | 125 | 75 | 125-275 | 50-200 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|-------|-------|
| Proctordichte | cal kN/m ³ | 18.0 | 18.0 | 17.8 | 18.7 |
| optimaler Wassergehalt | cal | 0.15 | 0.15 | 0.165 | 0.135 |
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew. % | 4.7 | 2.7 | 0 | 7.0 |
| | kg/m ³ | 81 | 47 | 0 | 122 |

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe-Nr. 10 - Schluff, stark tonig, schwach sandig, braun, steif, erdfeucht, kalkhaltig; optisch UM/TM-Boden
- Probe-Nr. 11 - Schluff, tonig, stark feinsandig, hellbraun, weich, feucht, unten Lößkindl, stark kalkhaltig; optisch UL/UM-Boden
- Probe-Nr. 12 - Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, Lößkindl, kalkhaltig; optisch UM-Boden
- Probe-Nr. 13 - Ton, schluffig, schwach sandig, schwach torfig, grau, weich bis steif, feucht, kalkfrei; optisch TM/TA/OT-Boden

Quartär (Lößlehm P14+17 und Löß P16+18):

| Probe-Nr. | 14 | 16 | 17 | 18 | |
|----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Kleinbohrung-Nr. | 14 | 16 | 17 | 18 | |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | 2.5-3.0 | 6.4-6.9 | 5.0-5.5 | 5.0-5.5 | |
| natürlicher Wassergehalt | 0.190 | 0.230 | 0.200 | 0.230 | |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | 0.287 | 0.273 | 0.274 | 0.273 | |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | 0.213 | 0.230 | 0.226 | 0.208 | |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | 0.185 | 0.214 | 0.208 | 0.184 | |
| Plastizitätszahl | 0.074 | 0.043 | 0.048 | 0.065 | |
| Konsistenzzahl | 1.311 | 1.000 | 1.542 | 0.662 | |
| Zustandsform | halbfest | steif- halbfest | fest- halbfest | weich | |
| Bodenart nach DIN 18 196 | TL/UL | UL | UL/ST* | ST*/UL | |
| errechneter kf-Wert | m/sec | 1x10 ⁻⁷ | 1x10 ⁻⁵ | 2x10 ⁻⁶ | 8x10 ⁻⁷ |
| Feuchtdichte | cal kN/m ³ | 20.5 | 19.5 | 21.5 | 18 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal kN/m ³ | 10.5 | 9.5 | 11.5 | 8 |
| Kohäsion c' | cal kN/m ² | 12 | 18 | 15 | 18-22 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion cu) | kN/m ² | 35 | 55 | 45 | 55-65 |
| Restscherfestigkeit τ_r | kN/m ² | | | | |
| Reibungswinkel | cal Grad | 28.5 | 30 | 28.5 | 28.5 |
| Penetrometerwiderstand | kN/m ² | 85-175 | 85-90 | 70-75 | 55-150 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|
| Proctordichte | cal kN/m ³ | 17.6 | 17.0 | 17.4 | 18.0 |
| optimaler Wassergehalt | cal | 0.165 | 0.185 | 0.175 | 0.15 |

| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Gew. % | 1.7 | 3.0 | 1.7 | 5.3 |
| | kg/m ³ | 29 | 50 | 29 | 91 |

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe-Nr. 14 - Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, hellbraun, weich bis steif, erdfeucht bis feucht, kalkhaltig; optisch UL-Boden
- Probe-Nr. 16 - Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, weich, feucht, kalkhaltig; optisch UL-Boden
- Probe-Nr. 17 - Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, weich, feucht bis nass, kalkhaltig; optisch UM-Boden
- Probe-Nr. 18 - Schluff, tonig, stark feinsandig, braun, hellbraun, weich bis steif, erdfeucht bis feucht, stark kalkhaltig; optisch UL-Boden

Quartär (Lößlehm P19 und Löß P20):

| | | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Probe-Nr. | | 19 | 20 |
| Kleinbohrung-Nr. | | 19 | 20 |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | | 2.5-3.0 | 4.0-4.5 |
| natürlicher Wassergehalt | | 0.170 | 0.230 |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | | 0.287 | 0.296 |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | | 0.204 | 0.184 |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | | 0.173 | 0.142 |
| Plastizitätszahl | | 0.083 | 0.112 |
| Konsistenzzahl | | 1.410 | 0.589 |
| Zustandsform | | fest- halbfest | weich |
| Bodenart nach DIN 18 196 | | TL | TL |
| errechneter kf-Wert | m/sec | 8x10 ⁻⁸ | 2x10 ⁻⁸ |
| Feuchtdichte | cal kN/m ³ | 21.5 | 18.5 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal kN/m ³ | 11.5 | 8.5 |
| Kohäsion c' | cal kN/m ² | 15-25 | 8 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u) | kN/m ² | 35-75 | 25 |
| Restscherfestigkeit τ_r | kN/m ² | | |
| Reibungswinkel | cal Grad | 27.5 | 27.5 |
| Penetrometerwiderstand | kN/m ² | 125-225 | 60-225 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|
| Proctordichte | cal kN/m ³ | 17.8 | 18.0 |
| optimaler Wassergehalt | cal | 0.16 | 0.15 |
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew.% | 0.7 | 5.3 |
| | kg/m ³ | 12 | 91 |

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe-Nr. 19 - Schluff, tonig, schwach feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkhaltig; optisch UM-Boden
- Probe-Nr. 20 - Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun, hellbraun, weich bis halbfest, erdfeucht bis feucht, stark kalkhaltig; optisch UL-Boden

Quartär (Lösslehm Pr 1 + Pr 2) :

| Probe-Nr. | Pr 1 + | Pr 2+ |
|--------------------------------------------------------|----------|-------------------|
| Entnahmebereich BS | Nord | Süd |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | 0-1 | 1-3 |
| natürlicher Wassergehalt | 0.165 | 0.164 |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | | |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | | |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | | |
| Plastizitätszahl | | |
| Konsistenzzahl | | |
| Zustandsform | steif | steif |
| Bodenart nach DIN 18 196 | UL/TL/UM | TL/UL/UM |
| errechneter kf-Wert | m/sec | |
| Feuchtdichte | cal | kN/m ³ |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal | kN/m ³ |
| Kohäsion c' | cal | kN/m ² |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u) | | kN/m ² |
| Restscherfestigkeit τ_r | | kN/m ² |
| Reibungswinkel | cal | Grad |
| Penetrometerwiderstand | | kN/m ² |

Auswertung gem. ausgeführtem Proctorversuch :

| | | | | |
|------------------------|-----|-------------------|-------|-------|
| Proctordichte | cal | kN/m ³ | 17.12 | 16.84 |
| optimaler Wassergehalt | cal | | 0.138 | 0.128 |

erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des

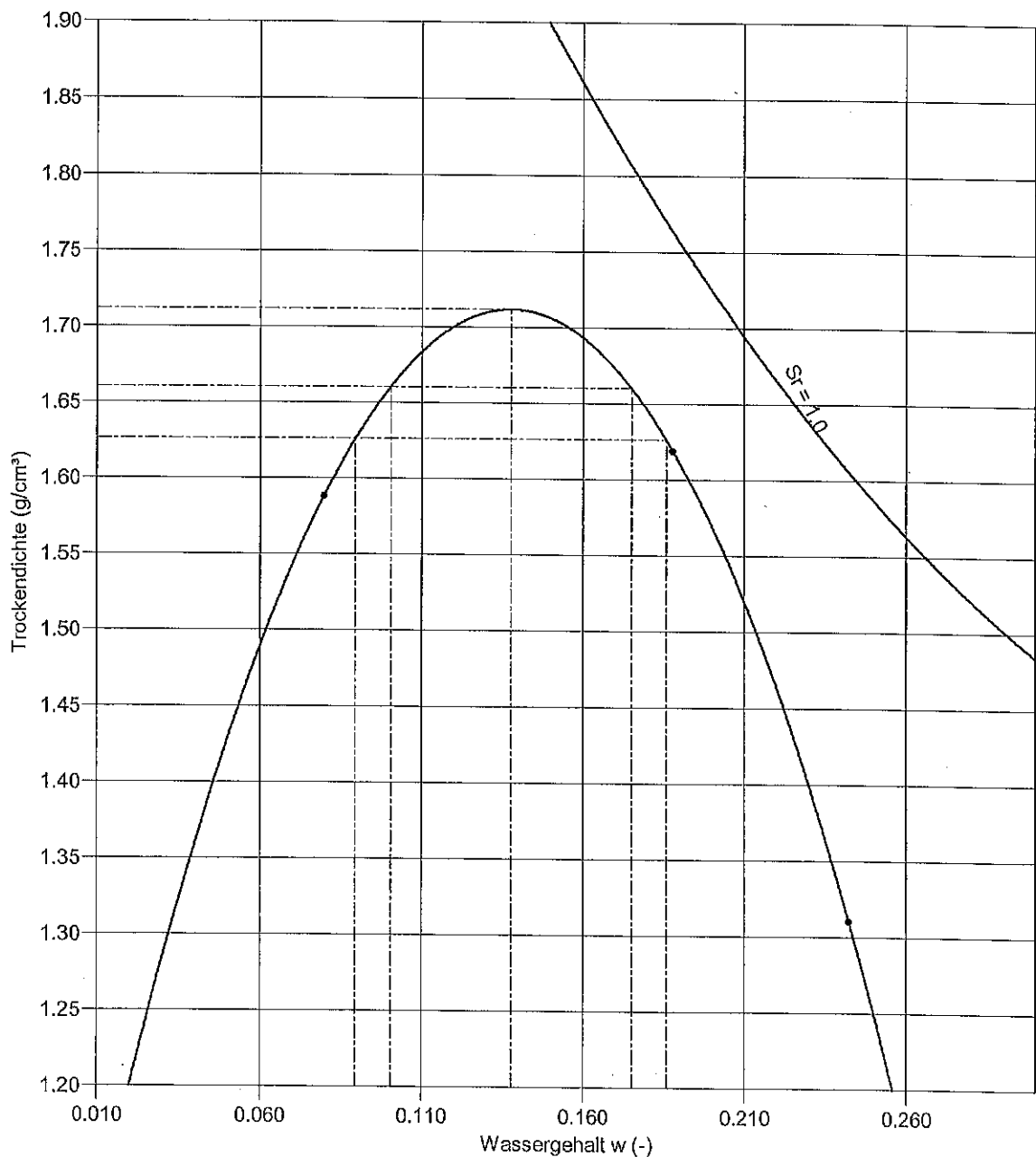
| | | | |
|--------------------------|-------------------|-----|-----|
| optimalen Wassergehaltes | Gew. % | 2.0 | 2.4 |
| | kg/m ³ | 34 | 40 |

Beschreibung der Bodenproben:

- Probe Pr 1 - Löß und Lösslehm, halbfest bis fest ; optisch UL/UM-Boden
 Probe Pr 2 - Löß und Lösslehm, steif bis fest ; optisch UL/UM-Boden

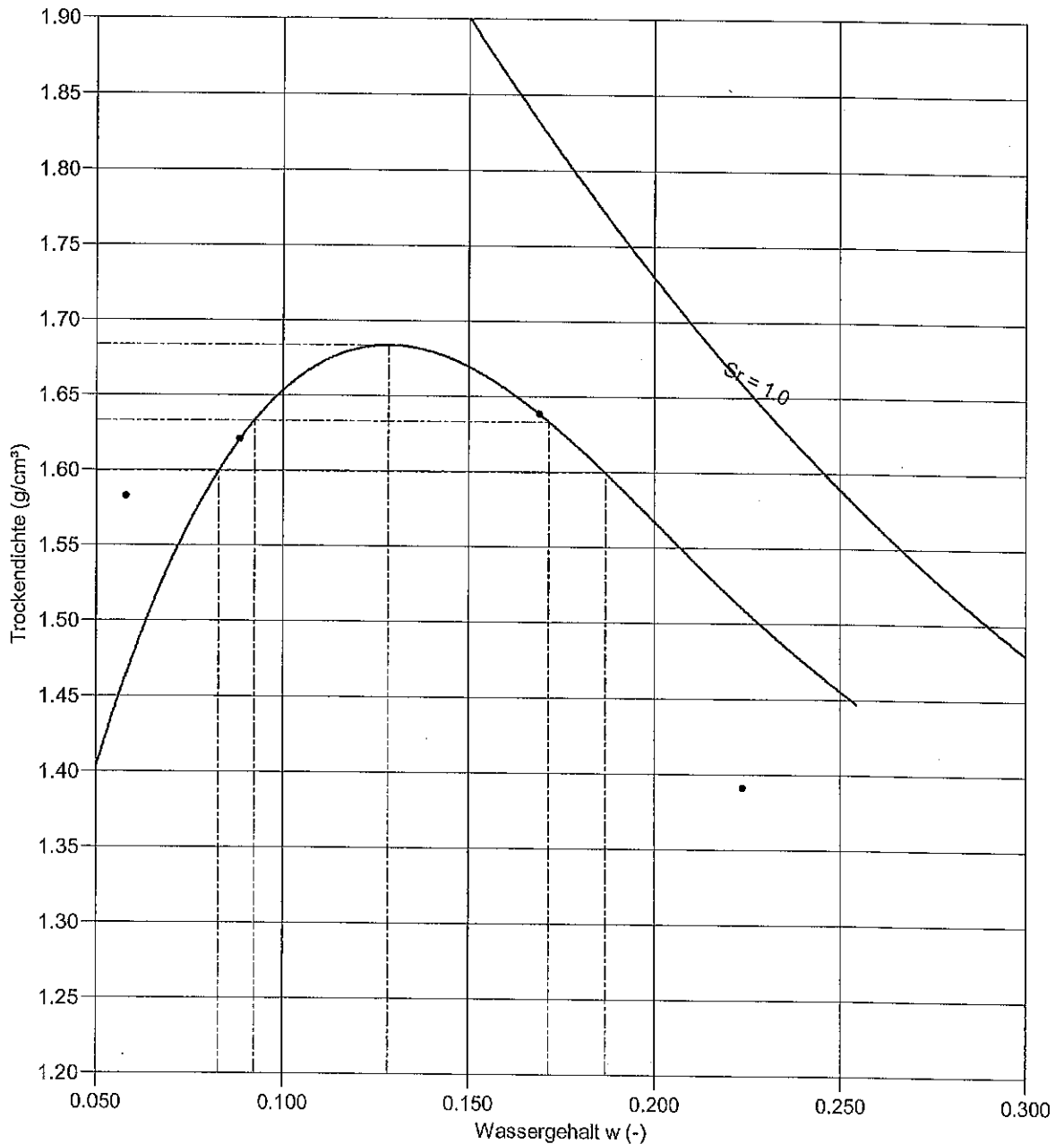
+ : zeichnerische Darstellung der Proctorversuche s. Anlage 32 und 33

| | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr.: 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 32 |
| Tel. 07195-92500/ Fax 07195-26 | Entnahmestelle : 19.09.2017 |
| Proctorversuch DIN 18 127 - P 100 Y | Bodenart. : |
| | Probe : Pr 1 |
| | Tiefe u. FOK : Löß und Lößlehm |



| | 100 % | | 97.0 % | 95.0 % |
|----------------------------|-------------|----------------|--------|--------|
| Proctordichte : | 1.712 g/cm³ | Dichte (g/cm³) | 1.661 | 1.626 |
| Optimaler Wassergehalt : | 0.138 | wmin (-) | 0.100 | 0.090 |
| Natürlicher Wassergehalt : | 0.165 | wmax (-) | 0.175 | 0.186 |

| | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Ing-Büro H. Voigtmann | Projekt : Baugebiet "Scheibenäcker" in Steinheim |
| Brückenstr. 11/1 | Projektnr.: 31915 |
| D-71364 Winnenden | Anlage : 33 |
| Tel. 07195-92500/ Fax 07195-26 | Entnahmestelle : 19.09.2017 |
| Proctorversuch DIN 18 127 - P 100 Y | Bodenart. : |
| | Probe : Pr 2 |
| | Tiefe u. FOK : Löß und Lößlehm |



| | 100 % | | 97.0 % | 95.0 % |
|----------------------------|-------------|----------------|--------|--------|
| Proctordichte : | 1.684 g/cm³ | Dichte (g/cm³) | 1.633 | 1.600 |
| Optimaler Wassergehalt : | 0.128 | wmin (-) | 0.092 | 0.083 |
| Natürlicher Wassergehalt : | 0.164 | wmax (-) | 0.172 | 0.187 |

Quartär (Verwitterungslehm P1):

| | |
|------------------------------------|---------|
| Probe-Nr. | 1 |
| Kleinbohrung-Nr. | 1 |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | 7.4-7.9 |
| natürlicher Wassergehalt | 0.270 |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | 0.495 |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | 0.364 |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | 0.315 |
| Plastizitätszahl | 0.131 |
| Konsistenzzahl | 1.718 |
| Zustandsform | fest |

Bodenart nach DIN 18 196 UM/UA

errechneter kf-Wert m/sec 1×10^{-8}

| | | | |
|--------------------------------------------------------|-----|-------------------|---------|
| Feuchtdichte | cal | kN/m ³ | 21 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal | kN/m ³ | 11 |
| Kohäsion c' | cal | kN/m ² | 50 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u) | | kN/m ² | |
| Restscherfestigkeit τ_r | | kN/m ² | |
| Reibungswinkel | cal | Grad | 22.5 |
| Penetrometerwiderstand | | kN/m ² | 375-650 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | | | |
|------------------------|-----|-------------------|------|
| Proctordichte | cal | kN/m ³ | 13.0 |
| optimaler Wassergehalt | cal | | 0.32 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew. % | 0 |
| | kg/m ³ | 0 |

Beschreibung der Bodenproben:

Probe-Nr. 1 - Ton, schwach schluffig, schwach sandig, bräunlichgrau, grau, halbfest bis fest, erdfeucht, kalkfrei; optisch TA-Boden

Trias (Gipskeuper P15):

| | |
|------------------------------------|---------|
| Probe-Nr. | 15 |
| Kleinbohrung-Nr. | 15 |
| Entnahmetiefe (m unter OK Gelände) | 6.5-7.0 |
| natürlicher Wassergehalt | 0.170 |
| Wassergehalt a.d. Fließgrenze | 0.289 |
| Wassergehalt a.d. Ausrollgrenze | 0.205 |
| Wassergehalt a.d. Schrumpfgrenze | 0.174 |
| Plastizitätszahl | 0.084 |
| Konsistenzzahl | 1.417 |
| Zustandsform | fest |

| | |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|
| Bodenart nach DIN 18 196 | ST*/TL |
| errechneter kf-Wert | m/sec 8×10^{-7} |
| Feuchtdichte | cal kN/m^3 21 |
| Feuchtdichte u. Wasser | cal kN/m^3 11 |
| Kohäsion c' | cal kN/m^2 30 |
| Scherfestigkeit τ (\approx Kohäsion c_u) | kN/m^2 |
| Restscherfestigkeit τ_r | kN/m^2 |
| Reibungswinkel | cal Grad 27.5 |
| Penetrometerwiderstand | kN/m^2 |

Auswertung gem. Grundbau-Taschenbuch, 3. Aufl., Teil 1, Bild 65:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Proctordichte | cal kN/m^3 17.8 |
| optimaler Wassergehalt | cal 0.16 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| erforderliche Bindemittelmenge zur Erreichung des optimalen Wassergehaltes | Gew. % 0.7 |
| | kg/m^3 12 |

Beschreibung der Bodenproben:

Probe-Nr. 15 - Tonstein / Schluffstein, zersetzt, ausgelaugt, wirr gelagert, anfallend als Ton, schluffig, sandig, kiesig, grau, steif, erdfeucht, stark kalkhaltig



www.synlab.de

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

Ing.-Büro Voigtmann
Herr Voigtmann
Brückenstraße 11
71364 Winnenden

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
Umweltinstitut Stuttgart**

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sul-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 7

Datum: 24.08.2017

Prüfbericht Nr.: UST-17-0116711/01-1
Auftrag-Nr.: UST-17-0116711
Ihr Auftrag: schriftlich vom 21.08.2017
Projekt: Scheibenäcker, Kleinboitwar
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 21.08.2017
Prüfzeitraum: 21.08.2017 - 24.08.2017
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse


| | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Probe Nr.: | UST-17-0116711-01 | UST-17-0116711-02 | UST-17-0116711-03 |
| Bezeichnung: | C 39 | C 40 | C 41 |

Original

| | % | 87,6 | 83,7 | 74,7 |
|--------------------------------|----------|-------|-------|-------|
| Trockenmasse | | | | |
| Glühverlust | % TS | 3,6 | 3,3 | 4,5 |
| TOC | % TS | 0,8 | 0,2 | 0,7 |
| Cyanid, gesamt | mg/kg TS | <0,3 | <0,3 | <0,3 |
| EOX | mg/kg TS | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C22 | mg/kg TS | <50 | <50 | <50 |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C40 | mg/kg TS | <50 | <50 | <50 |
| extrahierbare lipophile Stoffe | % OS | <0,03 | <0,03 | <0,03 |



Prüfbericht Nr.
Auftrag-Nr.:

 www.synlab.de
UST-17-0116711/01-1
UST-17-0116711
24.08.2017
Seite 2 von 7

| | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Probe Nr.: | UST-17-0116711-01 | UST-17-0116711-02 | UST-17-0116711-03 |
| Bezeichnung: | C 39 | C 40 | C 41 |

Aromatische Kohlenwasserstoffe

| | | | | |
|---------------------------|----------|-------|-------|-------|
| Benzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Toluol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| o-Xylol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Styrol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Isopropylbenzol (Cumol) | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| n-Propylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,3,5-Trimethylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,2,4-Trimethylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,2,3-Trimethylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,2,3,5-Tetramethylbenzol | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Summe AKW | mg/kg TS | -- | -- | -- |
| Summe BTXE | mg/kg TS | -- | -- | -- |

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

| | | | | |
|------------------------------------|----------|-------|-------|-------|
| Trichlorfluormethan (R11) | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113) | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Dichlormethan | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,1-Dichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,1-Dichlorethan | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 1,2-Dichlorethan | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Trichlorethen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Summe LHKW | mg/kg TS | -- | -- | -- |



Prüfbericht Nr.
 Auftrag-Nr.:

UST-17-0116711/01-1
 UST-17-0116711

24.08.2017

Seite 3 von 7

| | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Probe Nr.: | UST-17-0116711-01 | UST-17-0116711-02 | UST-17-0116711-03 |
| Bezeichnung: | C 39 | C 40 | C 41 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

| | mg/kg TS | | | |
|-----------------------|----------|-------|-------|-------|
| Naphthalin | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Fluoren | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Phenanthren | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Anthracen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Fluoranthen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Pyren | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Chrysen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg TS | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Summe PAK EPA | mg/kg TS | -- | -- | -- |

Polychlorierte Biphenyle


| | mg/kg TS | | | |
|----------------------------|----------|--------|--------|--------|
| PCB Nr. 28 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg TS | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Summe PCB (7 Verbindungen) | mg/kg TS | -- | -- | -- |

Schwermetalle

| | mg/kg TS | | | |
|------------------------|----------|-------|-------|-------|
| Königswasseraufschluss | | -- | -- | -- |
| Arsen | mg/kg TS | 8,03 | 7,84 | 6,14 |
| Blei | mg/kg TS | 22,1 | 13,2 | 12,5 |
| Cadmium | mg/kg TS | <0,3 | <0,3 | <0,3 |
| Chrom (Gesamt) | mg/kg TS | 29,5 | 30,5 | 31 |
| Kupfer | mg/kg TS | 17 | 13,9 | 15,4 |
| Nickel | mg/kg TS | 26,8 | 26,4 | 26,6 |
| Quecksilber | mg/kg TS | 0,058 | <0,05 | <0,05 |
| Thallium | mg/kg TS | <0,25 | <0,25 | <0,25 |
| Zink | mg/kg TS | 56,3 | 42,6 | 45,4 |



Prüfbericht Nr.
Auftrag-Nr.:

 www.synlab.de
UST-17-0116711/01-1
UST-17-0116711
24.08.2017
Seite 4 von 7

| | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Probe Nr.: | UST-17-0116711-01 | UST-17-0116711-02 | UST-17-0116711-03 |
| Bezeichnung: | C 39 | C 40 | C 41 |

Eluat


| Eluat | | Filtrat | Filtrat | Filtrat |
|---------------------------------------|-------|---------|---------|---------|
| pH-Wert | | 8,1 | 8,2 | 8,1 |
| elektrische Leitfähigkeit bei 25°C | µS/cm | 104 | 79 | 117 |
| Gesamtgehalt an geldesten Feststoffen | mg/l | 200 | 160 | 200 |
| DOC | mg/l | 1,94 | 1,78 | 1,98 |
| Fluorid | mg/l | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| Chlorid | mg/l | 13 | 2,06 | 4,83 |
| Sulfat | mg/l | 0,6 | 0,7 | 16,6 |
| Cyanid, gesamt | mg/l | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Cyanid, leicht freisetzbar | mg/l | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Phenol-Index | mg/l | <0,01 | <0,01 | <0,01 |

Schwermetalle

| | | | | |
|----------------|------|---------|---------|---------|
| Arsen | mg/l | <0,001 | <0,001 | 0,001 |
| Blei | mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Cadmium | mg/l | 0,0002 | <0,0001 | 0,0002 |
| Chrom (Gesamt) | mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Kupfer | mg/l | 0,001 | <0,001 | 0,001 |
| Nickel | mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Quecksilber | mg/l | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Zink | mg/l | 0,011 | 0,004 | 0,010 |
| Antimon | mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Barium | mg/l | 0,058 | 0,043 | 0,109 |
| Molybdän | mg/l | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Selen | mg/l | <0,001 | <0,001 | <0,001 |

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der Synlab Umweltinstitut GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).

Der Prüfbericht wurde am 24.08.2017 um 13:01 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

 www.synlab.de
 Prüfbericht Nr. UST-17-0116711/01-1
 Auftrag-Nr.: UST-17-0116711
 24.08.2017
 Seite 5 von 7

| Angewandte Methoden | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Parameter | Norm |
| Trockenmasse | DIN EN 14346 |
| Gliedverlust | DIN EN 15169 |
| TQC | DIN EN 13137 |
| Cyanid, gesamt | DIN ISO 11282 (UAU) |
| EOX | DIN 38414-S 17 (UBE) |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C22 | DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU) |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C40 | DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU) |
| extrahierbare lipophile Stoffe | LAGA KW 04 |
| Benzol | DIN 38 407-F 9 |
| Ethylbenzol | DIN 38 407-F 9 |
| Toluol | DIN 38 407-F 9 |
| o-Xylol | DIN 38 407-F 9 |
| m,p-Xylol | DIN 38 407-F 9 |
| Styrol | DIN 38 407-F 9 |
| Isopropylbenzol (Cumol) | DIN 38 407-F 9 |
| n-Propylbenzol | DIN 38 407-F 9 |
| 1,3,5-Trimethylbenzol | DIN 38 407-F 9 |
| 1,2,4-Trimethylbenzol | DIN 38 407-F 9 |
| 1,2,3-Trimethylbenzol | DIN 38 407-F 9 |
| 1,2,3,5-Tetramethylbenzol | DIN 38 407-F 9 |
| Summe AKW | DIN 38 407-F 9 |
| Summe BTXE | DIN 38 407-F 9 |
| Trichlorfluormethan (R11) | DIN ISO 22155 |
| 1,1,2-Trichlortrifluoethan (R113) | DIN ISO 22155 |
| Dichlormethan | DIN ISO 22155 |
| 1,1-Dichlorethen | DIN ISO 22155 |
| trans-1,2-Dichlorethen | DIN ISO 22155 |
| cis-1,2-Dichlorethen | DIN ISO 22155 |
| 1,1-Dichlorethen | DIN ISO 22155 |
| Trichlormethan | DIN ISO 22155 |
| 1,1,1-Trichlorathan | DIN ISO 22155 |
| Tetrachlormethan | DIN ISO 22155 |
| 1,2-Dichlorethen | DIN ISO 22155 |
| Trichlorethen | DIN ISO 22155 |
| Tetrachlorethen | DIN ISO 22155 |
| Summe LHKW | DIN ISO 22155 |
| Naphthalin | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Acenaphthylen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Acenaphthen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Fluoran | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Phenanthren | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Anthracen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Fluoranthren | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Pyren | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(a)anthracen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Chrysen | DIN ISO 18287 (UAU) |

Prüfbericht Nr. UST-17-0116711/01-1
 Auftrag-Nr.: UST-17-0116711
 24.08.2017
 www.synlab.de
 Seite 6 von 7

| Angewandte Methoden | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Parameter | Norm |
| Benzo(b)fluoranthen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(k)fluoranthen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(a)pyren | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Dibenz(ah)anthracen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Benzo(ghi)perylen | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | DIN ISO 18287 (UAU) |
| Summe PAK EPA | DIN ISO 18287 (UAU) |
| PCB Nr. 28 | DIN EN 15308 (UAU) |
| PCB Nr. 52 | DIN EN 15308 (UAU) |
| PCB Nr. 101 | DIN EN 15308 (UAU) |
| PCB Nr. 118 | DIN EN 15308 (UAU) |
| PCB Nr. 138 | DIN EN 15308 (UAU) |
| PCB Nr. 153 | DIN EN 15308 (UAU) |
| PCB Nr. 180 | DIN EN 15308 (UAU) |
| Summe PCB (7 Verbindungen) | DIN EN 15308 (UAU) |
| Königwasseraufschluss | DIN EN 13857 |
| Arsen | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Blei | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Cadmium | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Chrom (Gesamt) | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Kupfer | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Nickel | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Quecksilber | DIN EN ISO 12848 |
| Thallium | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Zink | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Eluat | DIN EN 12457-4 |
| pH-Wert | DIN 38 404-C 5 |
| elektrische Leitfähigkeit bei 25°C | DIN EN 27888 |
| Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen | DIN 38 409-H 1 |
| DOC | DIN EN 1484 |
| Fluorid | DIN EN ISO 10304-1 |
| Chlorid | DIN EN ISO 10304-1 |
| Sulfat | DIN EN ISO 10304-1 |
| Cyanid, gesamt | DIN EN ISO 14403 (UAU) |
| Cyanid, leicht freisetzbar | DIN EN ISO 14403 (UAU) |
| Phenol-Index | DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU) |
| Arsen | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Blei | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Cadmium | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Chrom (Gesamt) | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Kupfer | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Nickel | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Quecksilber | DIN EN ISO 12848 |
| Zink | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Antimon | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Barium | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |



www.synlab.de

Prüfbericht Nr.
Auftrag-Nr.:

UST-17-0116711/01-1
UST-17-0116711

24.08.2017

Seite 7 von 7

| Angewandte Methoden | |
|---------------------|---------------------------|
| Parameter | Norm |
| Molybdän | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Selen | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |

(UAU) - Augsburg; (UBE) - Berlin

SYNLAB 

www.synlab.de

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohenstraße 23 - 70469 Stuttgart

Ing.-Büro Voigtmann
Herr Voigtmann
Brückenstraße 11
71364 Winnenden

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
Umweltinstitut Stuttgart**

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sul-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de


Seite 1 von 2

Datum: 19.07.2017

Prüfbericht Nr.: UST-17-0098091/01-1
Auftrag-Nr.: UST-17-0098091
Ihr Auftrag: schriftlich vom 12.07.2017
Projekt: Baugebiet Scheibenäcker, Kleinboffwar
Eingangsdatum: 12.07.2017
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 07.07.2017
Prüfzeitraum: 13.07.2017 - 19.07.2017
Probenart: Grundwasser



Prüfbericht Nr.

 www.synlab.de
 UST-17-0098091/01-1
 Seite 2 von 2

Probenbezeichnung: BS 22
Probe Nr.: UST-17-0098091-01

Laboruntersuchungen

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|------------------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------|
| Aussehen | -- | Bodensatz | sensorisch |
| Geruch | -- | eigenartig | sensorisch |
| Farbe | -- | farblos | sensorisch |
| pH-Wert | -- | 7,55 | DIN EN ISO 10523 (C 5) |
| Gesamthärte | °dH | 23,8 | DIN 38 409-H 6 |
| Nichtkarbonathärte | °dH | 1,90 | DIN 38 409-H 6 |
| Karbonathärte | °dH | 21,9 | DIN 38 409-H 7-2 |
| Permanganat-Index (als O ₂) | mg/l | 0,83 | DIN EN ISO 8467 |
| Chlorid | mg/l | 65,2 | DIN EN ISO 10304-1 |
| Sulfat | mg/l | 28,2 | DIN EN ISO 10304-1 |
| Ammonium | mg/l | 0,84 | DIN ISO 15923-1 |
| Sulfid gelöst (S) | mg/l | <0,01 | DIN 38 405-D 28 |
| Magnesium | mg/l | 27,9 | DIN EN ISO 14911 (E 34) |
| Kalklösekapazität | mg CO ₂ /l | <1 | DIN 4030 |

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Umweltinstitut GmbH.
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).

Der Prüfbericht wurde am 19.07.2017 um 16:06 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Klassifikation der Böden

Seite **TUM** Zentrum
 E.16 Geotechnik

Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau

2.3.1 Klasse B; Boden

2.3.1.1 Klasse BN: Nichtbindige Böden, Hauptbestandteile Sand und Kies, Korngröße bis 63 mm

| Feinkornanteil | Klasse |
|----------------|--------|
| bis 15% | BN 1 |
| über 15% | BN 2 |

2.3.1.2 Klasse BB: Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss der bindigen Anteile

| undrÄnirierte Scherfestigkeit c_v [kN/m ²] | Konsistenz | Klasse |
|----------------------------------------------------------|---------------------|--------|
| bis 20 | flüssig bis breilig | BB 1 |
| über 20 bis 200 | welch bis steif | BB 2 |
| über 200 bis 600 | halbfest | BB 3 |
| über 600 | fest bis sehr fest | BB 4 |

2.3.1.3 Klasse BO: Organische Böden, Hauptbestandteile: Torf, Mudde und Humus

| Hauptbestandteile | Klasse |
|----------------------------------|--------|
| Mudde, Humus und zersetzte Torfe | BO 1 |
| unzersetzte Torfe | BO 2 |

2.3.1.4 Zusatzklasse BS: Steine und Blöcke

Kommen in Lockergesteinen Steine und Blöcke vor, so ist die Zusatzklasse BS ergänzend zu den Abschnitten 2.3.1.1 bis 2.3.1.3 anzugeben

| Korngröße | Volumenanteil Steine und Blöcke | |
|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| | bis 30% | Über 30% |
| über 63 mm bis 200 mm (Steine) | BS 1 | BS 2 |
| über 200 mm bis 600 mm (Blöcke) | BS 3 | BS 4 |

Blöcke größer 600 mm sind hinsichtlich ihrer Größe gesondert anzugeben.

2.3.2 Klasse F; Fels

2.3.2.1 Klasse FV

| Verwitterungsgrad | Trennflächenabstand | | |
|-------------------|----------------------------------|----------------------|------------|
| | bis 10 cm | über 10 cm bis 30 cm | über 30 cm |
| zersetzt | in Klasse BB oder BN einzustufen | | |
| entfestigt | FV 1 | | |
| angewittert | FV 2 | | FV 3 |
| unverwittert | FV 4 | FV 5 | FV 6 |

Verwitterungsgrad und Trennflächenabstand sind gemäß Merkblatt zur Felsbeschreibung für den Straßenbau anzugeben.

2.3.2.2 Zusatzklassen FD: Einaxiale Festigkeit

Für die Felsklassen FV2 bis FV 6 sind die Zusatzklassen FD ergänzend anzugeben.

| Einaxiale Festigkeit [N/mm ²] | Klasse |
|-------------------------------------------|--------|
| bis 20 | FD 1 |
| über 20 bis 80 | FD 2 |
| über 80 bis 200 | FD 3 |
| über 200 bis 300 | FD 4 |
| über 300 | FD 5 |

2.4 Beschreibung und Einstufung von Auffüllungen und sonstigen Stoffen

Soweit möglich werden Auffüllungen und sonstige Stoffe, z.B. Bauteile, Recyclingstoffe, Industrielle Nebenprodukte, Abfall, nach Abschnitt 2.2 beschrieben und nach Abschnitt 2.3 eingestuft. Ist dies nicht möglich, werden sie im Hinblick auf ihre Eigenschaften für Bohrarbeiten spezifisch beschrieben, z.B. nach Druckfestigkeit, Gesteinsart und -kÖrnung, Bewehrungsanteil.

Tabelle E11.20: Bodenklassen nach DIN 18301-2006: Bohrarbeiten

Maßnahme Erschließung Baugebiet "Scheibenäcker"
 in 71711 Steinheim-Kleinbottwar

ausgeführt am 13.07.2017

tabellarische Darstellung der Versickerung

t = Zeit in Minuten

h = Wasserspiegelhöhe in cm unter OK Gelände

SV 1 (Bohrlochtiefe 2,00 m, Durchmesser 50 mm)

SV 2 (Bohrlochtiefe 2,00 m, Durchmesser 50 mm)

| SV 1 | | SV 2 | |
|------|----|------|----|
| t | h | t | h |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 20 | 1 | 6 |
| 2 | 28 | 2 | 9 |
| 3 | 33 | 3 | 10 |
| 4 | 35 | 4 | 12 |
| 5 | 37 | 5 | 13 |
| 6 | 39 | 6 | 15 |
| 8 | 42 | 8 | 17 |
| 10 | 45 | 10 | 21 |
| 12 | 48 | 12 | 24 |
| 14 | 51 | 14 | 28 |
| 16 | 54 | 16 | 32 |
| 18 | 56 | 18 | 37 |
| 20 | 60 | 20 | 42 |
| 25 | 69 | 25 | 52 |
| 30 | 76 | 30 | 60 |
| 40 | 85 | 40 | 71 |
| 50 | 90 | 50 | 80 |
| 60 | 93 | 60 | 84 |