



***TerraConcept Consult GmbH***

*Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler*

Klosterstraße 34

72793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

**Baugrund- und Bodenerkundung**  
**BV Hotel Fortuna**  
**Neckarstraße 9,**  
**Nürtingen**

**Juli 2016**

---



# **Baugrund- und Bodenerkundung**

## **BV Hotel Fortuna**

### **Neckarstraße 9,**

### **Nürtingen**

**Juli 2016**

**Auftraggeber:** Fortuna Nürtingen GmbH & Co. KG i.G.  
Am Echazufer 22  
72 764 Reutlingen

**Auftragnehmer:** TerraConcept Consult GmbH  
Klosterstraße 34  
72 793 Pfullingen  
  
Tel.: 0 71 21 / 49 36 65  
Fax: 0 71 21 / 49 36 67  
E-Mail: [terraconceptconsult@versanet.de](mailto:terraconceptconsult@versanet.de)



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Vorbemerkungen.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Lage und Beschreibung.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick .....</b>	<b>3</b>
<b>4 Durchgeführte Untersuchungen.....</b>	<b>4</b>
<b>5 Beschreibung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse.....</b>	<b>5</b>
5.1 Ergebnisse der Rammkernbohrungen.....	5
5.2 Ergebnisse der Rammsondierungen .....	5
5.3 Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen .....	7
5.4 Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 .....	7
5.5 Bodenmechanische Kennwerte.....	9
5.6 Beurteilung der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes .....	10
<b>6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Gründung und Bauausführung .....</b>	<b>12</b>
6.1 Gründungsmöglichkeiten.....	12
6.2 Bauwerk und Grund-/Sickerwasser .....	15
6.3 Baugrube und Böschungen .....	16
6.4 Arbeitsraumverfüllungen .....	17
6.5 Erdbebenzone.....	17
<b>7 Abfallrechtliche Bewertung .....</b>	<b>17</b>
<b>8 Versickerung von Niederschlagswasser .....</b>	<b>19</b>
<b>9 Schlussbemerkungen .....</b>	<b>19</b>



<b>Verzeichnis der Abbildungen</b>	<b>Seite</b>
Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte mit Lage des Untersuchungsgeländes .....	2
Abb. 2: Ausschnitte aus den geologischen Karten Blatt 7321 Neuhausen und Blatt 7322 Kirchheim .....	3

<b>Verzeichnis der Tabellen</b>	<b>Seite</b>
Tab. 1: Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 .....	7
Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen .....	9
Tab. 3: Aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul}$ für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen nach DIN 1054:2003-01 .....	11

### **Verzeichnis der Anlagen**

Anlage 1: Lageplan der Untersuchungspunkte
Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Rammkernbohrungen
Anlage 3: Graphische und tabellarische Darstellung der Rammsondierungen (DPH)
Anlage 4: Laborbericht der chemischen Untersuchungen
Anlage 5: Liste Spezialtiefbauunternehmen



## 1 Vorbemerkungen

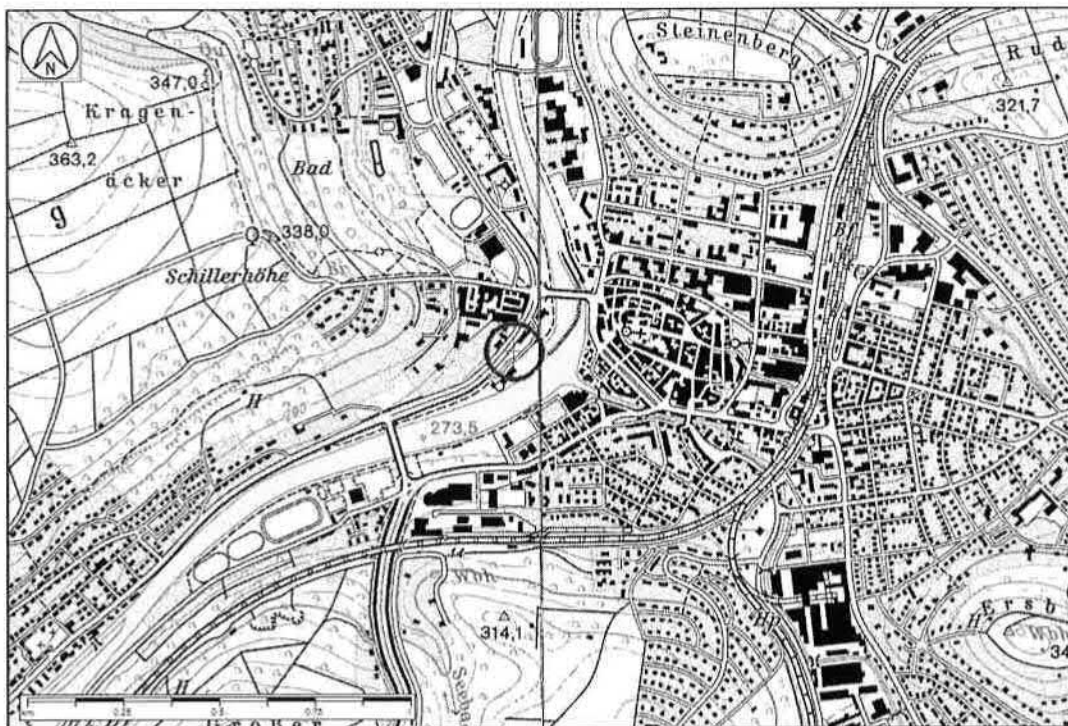
Die Fortuna Nürtingen GmbH & Co. KG i.G., Reutlingen, plant auf dem Grundstück Neckarstraße 9 (Flurstücke 570/1, 570/6 und 570) in Nürtingen den Neubau eines Hotels. In einem ersten Entwurf ist ein dreigliedriges Gebäude mit einer ca. 1,25 m einbindenden Tiefgarage, einem Erdgeschoss und drei Obergeschossen angedacht. Eine konkrete Planung hierzu liegt allerdings noch nicht vor. Die TerraConcept Consult GmbH wurde im Juni 2016 durch das Planungsbüro für Bauleistungen Sebrle im Namen und auf Rechnung der Bauherrschaft beauftragt, die Untergrundverhältnisse im Bereich des Bauvorhabens zu erkunden und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Die früheren Gebäude auf dem Grundstück wurden bereits vor längerer Zeit abgebrochen. Da an der Südwestseite des Flurstücks 570 auch eine Tankanlage betrieben wurde, ist für diese Fläche entsprechend § 2 Absatz 5 Ziffer 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) von einer altlastenverdächtigen Fläche auszugehen. Um mögliche Bodenverunreinigungen durch die früheren Nutzungen und/oder Geländeauffüllungen bezüglich ihrer abfallrechtlichen Relevanz zu beurteilen, sollten daher neben der Erkundung der Baugrundverhältnisse auch Bodenproben zur Einschätzung der Altlastensituation chemisch untersucht werden. Die Ergebnisse dieser chemischen Untersuchungen werden in diesem Bericht ebenfalls beschrieben und bezüglich ihrer abfallrechtlichen Konsequenzen beurteilt. Zur Bearbeitung des Auftrags standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan mit Höhenmesspunkten, Maßstab 1 : 200. Vermessungsbüro Sambrowski, Kirchentellinsfurt; 21.06.2016.
- Lageplanskizze, Maßstab 1 : 500. Planungsbüro für Bauleistungen Sebrle, Reutlingen; ohne Datum.
- Lageplan Wallerhöhung, ohne Maßstab; ohne Datum.
- Grundriss Tiefgarage - Vorentwurf, Maßstab 1 : 200. Planungsbüro für Bauleistungen Sebrle, Reutlingen; 04.04.2016.
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25 000, Blatt 7321 Neuhausen auf den Fildern. Geologisches Landesamt Baden-Württemberg.
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25 000, Blatt 7322 Kirchheim unter Teck. Geologisches Landesamt Baden-Württemberg.
- Topographische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25 000, ohne Blattschnitt. Digitale Ausgabe.

## 2 Lage und Beschreibung

Das Baugrundstück, das die Flurstücke 570/1, 570/6 und 570 umfasst, liegt zwischen der Neckarstraße und dem Neckar westlich des Stadtzentrums von Nürtingen (s. Abb. 1). Das Grundstück Neckarstraße 9 war früher bereits teilweise mit einem Wohnhaus und Garagen bebaut. Im Jahr 1950 wurde an der Südwestgrenze des Flurstücks 720 von der benachbarten Fa. Melchior, einer Baumwollspinnerei mit Färberei, eine Tankanlage mit einer Zapfanlage für Diesel als Betriebstankstelle eingebaut. Über die Nutzungsdauer der Tankanlage liegen keine Informationen vor. Der Tank mit einem Fassungsvermögen von 3 000 l wurde unterirdisch in eine Betonwanne eingebaut. Eine Abscheideranlage für den Betankungsbereich war offensichtlich nicht vorhanden. Es ist nicht bekannt, ob der Tank ausgebaut und der Tankraum verfüllt wurde.

**Abb. 1:** Ausschnitt aus der topographischen Karte mit Lage des Untersuchungsgeländes



Das in einer Mächtigkeit von ca. 2,0 m bis 3,0 m aufgefüllte Gelände ist weitgehend eben. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ungefähr 275,00 m ü. NN. Nach der Hochwassergefahrenkarten (HWGK) des LUBW liegt das Gelände im Überflutungsbereich eines 50-jährigen Hochwassers (HQ<sub>50</sub>).

In einem ersten Vorentwurf wurde auf einer Grundfläche von 55,0 m x 18,0 m ein dreigliedriges Gebäude mit einer Tiefgarage im Untergeschoss, einem Erdgeschoss und drei Obergeschossen dargestellt. Die Einbindung der Tiefgarage soll ca. 1,25 m betragen. Eine konkretere Planung für die Neubebauung liegt derzeit allerdings noch nicht vor.

### 3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Nach den geologischen Karten von Baden-Württemberg, Blatt 7321 Neuhausen auf den Fildern und Blatt 7322 Kirchheim unter Teck, stehen im Bereich des Untersuchungsgeländes Talablagerungen des Neckars über den Schichten des Knollenmergels (km4) an (s. Abb. 2). Es handelt sich hierbei um überwiegend sandige Flussschotter die oberflächennah verlehmt sein können. Die Flussschotter werden bei ungestörten Bodenverhältnissen von einem schluffig-feinsandigen Auelehm überdeckt. Das Gelände wurde in einer Mächtigkeit von ca. 2,0 m bis 3,0 m aufgefüllt.

**Abb. 2:** Ausschnitte aus den geologischen Karten  
Blatt 7321 Neuhausen und Blatt 7322 Kirchheim







Die ca. 5 bis 6 m mächtigen Talablagerungen bestehen bei ungestörten Bodenverhältnissen im oberen Bereich aus einer ca. 1,0 m bis 1,5 m mächtigen Schicht mit mehr oder weniger kiesigem Hochflut- bzw. Auelehm, im mittleren, ca. 1,5 m bis 2,0 m mächtigen Bereich aus einem mehr oder weniger stark verlehnten Kies mit nur geringem Sandanteil und im untersten Bereich aus sandige-schluffigem Kies mit meist nur geringem Feinkornanteil (Ton und Schluff). Lokal können im Kies allerdings auch Einlagerungen von schluffig-tonigen Bildungen auftreten. Die sandig-schluffigen Kiese sind in der Regel mitteldicht bis dicht gelagert.

In den kiesig-sandigen Talablagerungen ist mit Grundwasser zu rechnen, wobei der Grundwasserspiegel vermutlich mit dem Wasserspiegel des Neckars korrespondiert.

## 4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 09.06.2016 acht Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis maximal 7,2 m unter Gelände ausgeführt. Zudem wurden noch vier Rammkernbohrungen zur Erkundung der Geländeauffüllung und Probenentnahme sowie zur Erkundung der Baugrundverhältnisse und des Schichtaufbaus bis in Tiefen von maximal 6,5 m niedergebracht. Die Aufschlusspunkte sind in einem Lageplan in der Anlage 1 verzeichnet. Die in den Rammkernbohrungen erschlossenen Schichten wurden aufgenommen und beschrieben. Die Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen sind der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in der Anlage 3 graphisch und tabellarisch dargestellt.

Zur Bewertung der Erheblichkeit eventuell vorhandener Schadstoffbelastungen und Einschätzung eines möglichen Entsorgungsweges für das aufgefüllte Bodenmaterial wurde eine Bodenmischprobe auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg "Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) und, soweit dadurch nicht abgedeckt, ergänzend auf die Parameter nach Deponieverordnung (DepV) Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 untersucht. Die Ergebnisse dieser Deklarationsanalyse einschließlich Laborprotokoll nach DepV sind in der Anlage 4 enthalten.

## **5 Beschreibung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse**

### **5.1 Ergebnisse der Rammkernbohrungen**

Der Schichtaufbau wurde am 09.06.2016 mittels vier Rammkernbohrungen erkundet. Dabei wurde festgestellt, dass es sich bis in eine Tiefe von ca. 2,0 m bis 3,0 m unter der derzeitigen Geländeoberfläche um aufgefülltes Bodenmaterial handelt. Bei RKS-1 und RKS-2 im nordöstlichen Bereich des Baufeldes waren in dem aufgefüllten schluffig-steinigen Ton vereinzelt Reste von Ziegeln, Asphalt und Kohle zu finden. Im südwestlichen Bereich bei RKS-3 und RKS-4 setzt sich das aufgefüllte Material aus einer oberen, ca. 1,2 bis 1,5 m mächtigen Schicht mit steinig-kiesigem Lehm und einer unteren, ca. 1,3 m bzw. 0,9 m mächtigen Schicht mit locker gelagertem, tonig-schluffigem Kies zusammen.

Bei RKS-1, RKS-3 und RKS-4 folgt unterhalb der Auffüllung noch eine ca. 0,3 m bis 0,5 m mächtige Lage mit Auelehm in Form von schwach tonigem Schluff mit wechselndem Kiesanteil. Die Konsistenz dieser Schicht ist teils weich und teils steif. Der darauf folgende und bei RKS-2 direkt unterhalb der Auffüllung anstehende sandige Kies mit einem nur geringen Schluffanteil hat eine Mächtigkeit zwischen ca. 2,5 m und 2,7 m. Der sandige Kies hat eine mindestens mitteldichte Lagerung und ist grundwasserführend.

Bei der Rammkernbohrung RKS-1 war der Untergrund ab ca. 5,0 m unter Gelände nicht mehr rammbaar. Möglicherweise liegen in dieser Tiefe größere Kiesgerölle. Bei den übrigen Rammkernsondierungen konnte der Kies vollständig durchbohrt werden. Bei RKS-2 und RKS-4 folgt unmittelbar unter den kiesigen Talablagerungen Tonmergel des Knollenmergels, dessen Konsistenz relativ schnell von steif zu halbfest bis fest übergeht. Bei RKS-3 ist zwischen dem Kies und dem Tonmergel noch eine ca. 50 cm mächtige Schicht mit locker gelagertem Sand eingeschaltet.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten am 09.06.2016 wurden in den Bohrlöchern der Rammkernbohrungen Grundwasserstände zwischen 2,52 m und 2,85 m unter Gelände eingemessen. In Bezug auf NN entspricht dies einem einheitlichen Grundwasserspiegel bei 272,32 m ü. NN.

### **5.2 Ergebnisse der Rammsondierungen**

Zur Ermittlung der Konsistenzen bzw. der Lagerungsdichte der anstehenden Bodenschichten wurden insgesamt acht Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in Tiefen von maximal 7,2 m unter Gelände niedergebracht. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in der Anlage 3 graphisch und tabellarisch dargestellt. In der graphischen Darstellung des Sondiervlaufes können die einzelnen Horizonte mit unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften unterschieden werden. Die Konsistenz kennzeichnet den jeweiligen Quellungs- bzw. Schrumpfungszustand eines Bodens und ist von der aktuellen Bodenfeuchte abhängig. Wenn kein zusammenhängendes Bodengefüge vorhanden ist, weisen die Schlagzahlen der

Rammsondierungen auf die Lagerungsdichte der einzelnen Bodenaggregate hin. Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und der Abgleich mit den Ergebnissen der Rammkernbohrungen haben gezeigt, dass in etwa von folgender Zuordnung der Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde zur Konsistenz bzw. Lagerungsdichte ausgegangen werden kann:

<u>Schlagzahl</u>	<u>Konsistenz / Lagerungsdichte</u>
0 - 2	weich und weich bis steif / sehr locker
3 - 4	steif / locker
5 - 7	steif bis halbfest / locker bis mitteldicht
8 - 11	halbfest / mitteldicht
12 - 16	halbfest bis fest / mitteldicht bis dicht
≥ 17	fest / dicht und sehr dicht

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist auch zu beachten, dass weiche, weiche bis steife und schwach steife sowie sehr locker, locker und locker bis mitteldicht gelagerte Bodenhorizonte und unverdichtet eingebrachte Auffüllungen für eine Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten nicht geeignet sind. Um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden, sollten zudem alle zusammenhängenden Gebäudeteile auf Böden mit gleicher oder zumindest naheliegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen.

Innerhalb der Geländeauffüllung, die vermutlich bis in Tiefen zwischen ca. 2,0 m und 3,0 m unter Gelände reicht, wurden je nach Materialzusammensetzung, Wassergehalt und Verdichtungsgrad relativ stark wechselnde Schlagzahlen überwiegend zwischen 1 und 11 Schläge für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde verzeichnet. Im weiteren Sondierverlauf wurden dann im Kies überwiegend über 8 Schläge für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde erreicht. Die Rammsondierungen SRS-2, SRS-3, SRS-5, SRS-6 und SRS-8 wurden in Tiefen zwischen ca. 4,2 m und 4,7 m unter Gelände bei über 60 Schlägen für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde abgebrochen. Vermutlich handelt es sich in dieser Tiefe um gröbere Kiesgerölle.

Bei den Sondierungen SRS-1, SRS-4 und SRS-7 ist die Basis der kiesigen Talablagerungen an einem deutlichen Rückgang der Schlagzahlen in Tiefen zwischen ca. 4,8 m und 5,2 m unter Gelände zu erkennen. Im weiteren Sondierverlauf wurden dann über einen Abschnitt von ca. 1,0 m überwiegend zwischen 3 und 7 Schläge für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde verzeichnet. Dabei handelt es sich vermutlich um Verwitterungslehm des Knollenmergels mit steifer und steifer bis halbfester Konsistenz. Möglich wäre allerdings auch eine mehr oder weniger mächtige Sandschicht mit lockerer Lagerungsdichte, wie sie bei RKS-3 in einer Tiefe zwischen 5,5 m und 6,0 m unter Gelände erkundet wurde. Mit zunehmender Tiefe ist dann am relativ kontinuierlichen Ansteigen der Schlagzahlen bis auf über 60 Schläge für 10 cm Eindringtiefe bei 7,2 m bzw. 6,8 m unter Gelände das typische Verwitterungsprofil von Keuper-Tonmergel zu erkennen.

Wie bei den Rammkernbohrungen wurde auch in den Sondierlöchern der Rammsondierungen nach Abschluss der Geländearbeiten am 09.06.2016 ein einheitlicher Grundwasserspiegel bei 272,32 m ü. NN eingemessen.

### 5.3 Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen

Eine Bodengruppe umfasst Bodenarten mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau und bautechnischen Eigenschaften. Nach den Ergebnissen der Rammkernbohrungen handelt es sich bei dem aufgefüllten Bodenmaterial teils um Lehm mit wechselndem Steinanteil und teils um einen lehmigen Kies. Soweit noch vorhanden, ist der natürlich anstehende Auelehm erfahrungsgemäß der Bodengruppe der mittelplastischen Tone (TM) zuzuordnen. Der teilweise bereits unmittelbar unterhalb der Auffüllungen anstehende Kies kann bei überwiegend schluffigem Feinkornanteil den Bodengruppen GU bzw. GU\* (Masseanteil Schluff 5 % bis 15 % bzw. 15 % bis 40 %) zugeordnet werden. Bei einer vorwiegend sandigen Bodenmatrix und sehr geringem Feinkornanteil (< 5 %) wird der Kies je nach Sandanteil der Bodengruppe GE (enggestufte Kiese) oder der Bodengruppe GW (weitgestufte Kies-Sand-Gemische) zugeordnet.

Mittelplastische Tone (TM) sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Kies-Schluff-Gemische (GU bzw. GU\*) sind in Abhängigkeit vom Feinkornanteil gering bis mittel oder sehr frostempfindlich. Dabei gilt, je höher der Feinkornanteil ist, desto höher ist auch die Frostempfindlichkeit. Bei sehr geringem Feinkornanteil des Kiesel (Bodengruppen GW und GE) ist eine Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich) möglich.

Bei der Einstufung der Böden in Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen ist zu beachten, dass im natürlich anstehenden Boden fließende Übergänge sowohl in der Fläche als auch in der Tiefe möglich sind. Wenn keine eindeutige Abgrenzung der Bodengruppen im Gelände möglich ist, ist von der ungünstigeren Einstufung auszugehen. Nach den Frostzonendaten des Deutschen Wetterdienstes liegt das Baugrundstück in der Frosteinwirkungszone I.

### 5.4 Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Nach DIN 18 300 können die anstehenden Böden und Gesteine folgenden Boden- und Felsklassen zugeordnet werden:

**Tab. 1: Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300**

Boden- bzw. Felsart	Boden- bzw. Felsklasse
Oberboden, humos	Bodenklasse 1
Auffüllungen	Bodenklasse 4 und 5
Auelehm: Ton, schluffig-kiesig	Bodenklasse 4
Talkiese	Bodenklasse 3
Tonmergel, verwittert	Bodenklasse 4, 5 und z.T. 6
Tonmergelstein, gering verwittert	Bodenklasse 6 und 7



Erläuterungen zu den Bodenklassen:

- Klasse 1: Oberboden:** Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- Klasse 2: Fließende Bodenarten:** Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben
- Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten:** Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m<sup>3</sup> Rauminhalt
- Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten:** Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m<sup>3</sup> Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% der Korngröße kleiner als 0,06 mm
- Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten:** Hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m<sup>3</sup> Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m<sup>3</sup> bis 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Böden (TA)
- Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten:** Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m<sup>3</sup> bis 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt sowie verwitterte Felsarten
- Klasse 7: Schwer lösbarer Fels:** Steine von über 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt und nur wenig verwitterte Felsarten

Folgende Homogenbereiche können definiert werden:

- Schicht 1: Auffüllungen und Auelehm  
Schicht 2: Kies, sandig  
Schicht 3: Tonmergel



## 5.5 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für die anstehenden Baugrundsichten die in Tabelle 2 aufgelisteten Werte für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

**Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen**

Bodenart	Wichte (kN/m <sup>3</sup> )		Reibungs- winkel (°)	Kohäsion (kN/m <sup>2</sup> )	Steife- modul (MN/m <sup>2</sup> )
	$\gamma$	$\gamma'$	$\phi'$	$c'$	$E_s$
Lehm (TM)					
- weich	19,0	9,0	22,5	0 - 5	0 - 2
- steif	19,5	9,5	22,5	2 - 5	2 - 5
Kies, sandig					
- locker	18,0	10,0	30,0	0	15 - 25
- mitteldicht	19,0	11,0	32,5	0	25 - 40
- dicht	20,0	12,0	35,0	0	40 - 100
Tonmergel(-stein)					
- steif - halbfest	20,0	10,0	22,5	5 - 10	5 - 10
- halbfest	20,5	10,5	22,5	10 - 20	10 - 20
- fest	21,0	11,0	25,0	*	20 - 45
Bei Hinterfüllungen sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:					
	$\gamma$	$\gamma'$	$\phi'$	$c'$	$E_s$
Schottergemische	20	12	35	-	-
Kiesgemische	20	12	32,5	-	-
Bindige Böden	19 - 20	9 - 10	17,5 - 22,5	-	-

\* Strukturfestigkeit, schwankt in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge in weiten Grenzen

Für eine näherungsweise Berechnung nach der Bettungsmodultheorie kann man die jeweiligen Bettungsmoduli  $k_s$  der beteiligten Baugrundsichten nach der Beziehung

$$k_s = E_s / b \times f_{(s,0)} \text{ in MN/m}^3$$

ermitteln (vgl. DIN 4018). Hierbei sind:

$E_s$  = Steifemodul (s. obige Werte)

$k_s$  = Bettungsmodul

$f_{(s,0)}$  = Einflusswerte

## 5.6 Beurteilung der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes

Die **Zusammendrückbarkeit** von bindigen Böden ist generell umso größer, je höher der natürliche Wassergehalt des Bodens und je geringer der Anteil an grobkörnigen Komponenten (Kies- und Sandfraktion) ist. Die Zusammendrückbarkeit eines Bodenhorizontes wird bei bindigen Böden mit der Konsistenz und bei nichtbindigen Böden mit der Lagerungsdichte beschrieben.

Geländeauffüllungen sind aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung und Verdichtung in unterschiedlichem Maße zusammendrückbar. Auch unabhängig von äußeren Lasten treten in Auffüllmassen Eigensetzungen auf, die vor allem auf eine Konsolidation unter dem Einfluss des Eigengewichts, Zersetzungs- und Korrosionsvorgänge und Schrumpfung durch Austrocknen zurückzuführen sind. Auffüllungen können daher nicht als Lastabtragungshorizont herangezogen werden.

Bodenhorizonte mit weicher, weicher bis steifer und schwach steifer Konsistenz bzw. locker und locker bis mitteldicht gelagerte Schichten sind stark kompressibel und daher für eine Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten nicht geeignet. Bindige Böden sind bei einer mindestens steifen Konsistenz zwar ebenfalls noch als kompressibler Untergrund einzustufen, aber zur Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten geeignet.

In den kiesigen Talablagerungen hängt die Zusammendrückbarkeit in erster Linie von der Ausbildung und dem Anteil der bindigen Bodenmatrix ab. Bei einem ausreichenden Korn-zu-Korn-Kontakt und mindestens mitteldichter Lagerung weist der Neckarkies eine geringe Zusammendrückbarkeit auf und bildet bei einer entsprechenden Mächtigkeit einen für durchschnittliche Bauwerkslasten ausreichend tragfähigen Untergrund. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die kiesig-sandigen Talablagerungen noch von unzureichend tragfähigen Schichten unterlagert werden können.

Für die kiesig-sandigen Talablagerungen mit geringem Feinkornanteil kann der aufnehmbare Sohldruck bei einer Gründung mit Lastabtragung über Streifen- und Einzelfundamente in Abhängigkeit von der Einbindetiefe und der Fundamentbreite nach DIN 1054 ermittelt werden (s. Tabelle 3).

Bei Einbindetiefen  $> 2$  m dürfen die Bodenpressungen um die Spannung erhöht werden, die sich aus der der Mehrtiefe entsprechenden Bodenbelastung ergibt, sofern der seitlich lagernde Boden weder vorübergehend noch dauerhaft entfernt wird. Bei Rechteckfundamenten mit Seitenverhältnis  $a/b < 2$  und Kreisfundamenten dürfen die Tabellenwerte um 20 % erhöht werden, sofern die Fundamentbreite  $b > 0,5$  m und die Einbindetiefe  $d > 0,5$  m beträgt.

**Tab. 3:**      **Aufnehmbarer Sohldruck  $\sigma_{zul}$  für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen nach DIN 1054:2003-01**

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments in m	Aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul}$ in kN/m <sup>2</sup> für Streifenfundamente mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 3,0 m					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	200	300	330	280	250	220
1,0	270	370	360	310	270	240
1,5	340	440	390	340	290	260
2,0	400	500	420	360	310	280
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,3 \text{ m} \leq d \leq 0,5 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,3 \text{ m}$	150					

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Gründungssohlen frostfrei liegen müssen, da ansonsten mit **Frosthebungen** infolge von Eislinnenbildungen zu rechnen ist. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Gelände angenommen. Dabei ist die zukünftige Geländemodellierung nach Abschluss der Baumaßnahme maßgeblich.

## **6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Gründung und Bauausführung**

Da zum derzeitigen Planungsstand noch keine konkreten Informationen über die genaue Einbindetiefe und die abzutragenden Lasten vorliegen, können hinsichtlich des Gründungsvorschlags noch keine ausreichend genauen Angaben zur Dimensionierung der Fundamente bzw. Tragschichten gemacht werden. Es wird daher vorgeschlagen, nach Vorliegen einer verbindlichen Bauplanung mit Angaben zur Einbindetiefe und zu den Bauwerkslasten den Gründungsvorschlag zu konkretisieren und dessen Realisierbarkeit zu prüfen.

### **6.1 Gründungsmöglichkeiten**

Wie bereits beschrieben, sollten grundsätzlich alle zusammenhängenden Bauwerksteile auf Böden mit gleicher oder zumindest naheliegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen, um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden. Zudem muss auf eine frostfreie Gründung aller Gebäudeteile (auch Anbauten, Tiefgaragenzufahrt u. ä.) geachtet werden.

Nach den Angaben des Planungsbüros soll das Untergeschoss mit Tiefgarage ca. 1,25 m unter Gelände einbinden. Bei einer 20 cm mächtigen Kiesfilterschicht liegt das Rohplanum für das Gebäude dann bei ca. 273,55 m ü. NN. Wie die Ergebnisse der Baugrunderkundung gezeigt haben, sind bis in Tiefen zwischen etwa 2,0 m und 3,0 m unter Gelände Auffüllungen, die nicht zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet sind, vorhanden. Für eine setzungsarme Gründung mit einer elastisch gebetteten Stahlbeton-Gründungsplatte würden ausreichend und gleichzeitig einheitlich tragfähige Schichten somit erst mit dem mindestens mitteldicht gelagerten Kies, der durch Schlagzahlen überwiegend  $\geq 8$  je 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde gekennzeichnet ist, in Tiefen zwischen ca. 2,0 m und 3,0 m unter Gelände erreicht. Bei einer Gründung über eine Stahlbeton-Gründungsplatte wäre damit ein Bodenaustausch bis auf den mindestens mitteldicht gelagerten Kies erforderlich. Ein vollständiger Austausch der kompressiblen Baugrundsichten würde aufgrund der sich daraus ergebenden Sohltiefe der Baugrube auch einen unverhältnismäßigen Aufwand für konstruktive Böschungssicherung und Bauwasserhaltung erfordern. Eine Gründung über eine Stahlbeton-Gründungsplatte ist daher nicht zu empfehlen.

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen ist auch eine Gründung über Streifen- und Einzelfundamente weder bezüglich der erforderlichen Einbindetiefen der Fundamente noch bezüglich des anzusetzenden Sohldrucks oder der zu erwartenden Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen planbar. Zudem sind die Bodenhorizonte bei den erforderlichen Gründungstiefen nicht ausreichend standfest.

Aus geotechnischer Sicht ist für das geplante Gebäude bei der vorgesehenen Einbindetiefe, den zu erwartenden Bauwerkslasten und den angetroffenen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen eine **pfahlartige Tiefgründung mit bodenverdrängenden Kleinrammpfählen** oder eine **Bodenverbesserung über pfahlähnliche Rüttelstopfsäulen** als gründungstechnisch sicherste Lösung anzusehen. Die Anzahl und Anordnung der Gründungskörper sowie eine eventuell erforderliche Bewehrung richtet sich nach statischen Erfordernissen. Die zu empfehlenden Tiefergründungsvarianten werden nachfolgend näher erläutert. Weitere Varianten einer Tiefergründung oder Baugrundstabilisierung werden nicht erörtert, da diese für das geplante Bauwerk nicht anwendbar oder unwirtschaftlich sind. Wir empfehlen, für die verschiedenen Gründungsmöglichkeiten einen Kostenvergleich durchzuführen und sich die Tiefergründung durch Spezialtiefbauunternehmen anbieten zu lassen. Eine Liste mit Spezialtiefbauunternehmen liegt als Anlage 5 bei.

### 6.1.1 Kleinrammpfähle

Die gängigste Variante einer Gründung mit Kleinrammpfählen sind **Duktilpfähle**. Dabei handelt es sich um ein Fertigteil-Pfahlsystem aus duktilem Gusseisen. Die Pfähle sind für zulässige Gebrauchslasten von 300 kN bis 1100 kN je nach Durchmesser und Wandstärke des Pfahlrohres ausgelegt. Mit Pfahlgruppen von drei bis fünf Pfählen können somit auch größere Gebäudelasten abgetragen werden.

Die Pfahlrohre werden mittels Hydraulikbagger und erschütterungsarmem Schnell-schlaghammer in den Boden eingerammt. Nach dem Anfängerrohr, das am unteren Ende mit einer Pfahlfußplatte versehen ist, wird jedes weitere Rohr endlos kuppelbar in die Muffe des abgerammten Rohres eingesetzt und der Pfahl in Abhängigkeit vom Eindringwiderstand bis auf die endgültige Tiefe hergestellt. Im vorliegenden Fall wird die erforderliche Pfahllänge auf etwa 6 bis 7 m abgeschätzt. Vorteil dieser Art der Tiefergründung ist auch, dass an das Herstellungsplanum keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Zudem können die Pfahllängen gegebenenfalls problemlos an unterschiedliche Tiefenlagen ausreichend tragfähiger Baugrundsichten angepasst werden.

Beim unteren Abschluss des Pfahles, der Pfahlfußplatte, unterscheidet man zwischen zwei Ausführungsmöglichkeiten, dem Mörtelverfüllten Pfahl und dem Mantelverpressten Pfahl. Der Mörtelverfüllte Pfahl wird mit einer Pfahlfußplatte ausgestattet, die das Pfahlrohr dicht abschließt. Der Pfahl wird auf die erforderliche Endtiefe gerammt und anschließend mit Betonmörtel verfüllt. Der Lastabtrag erfolgt hauptsächlich über den Spitzendruck. Beim Mantelverpressten Pfahl wird eine Fußplatte verwendet, die größer ist als der Pfahlrohrquerschnitt. Diese erzeugt einen Ringraum, der durch die Verpressung aufgefüllt wird. Dazu wird während der Rammung Mörtelbeton durch das Pfahlrohr zum Pfahlfuß gefördert und bei der Fußplatte in den Boden gepresst, dabei entsteht ein Betonmantel. Die Lastabtragung kann so in Abhängigkeit von den Baugrundeigenschaften auch über die Mantelreibung erfolgen.



Bezüglich der anstehenden Boden- und Gesteinsschichten kann für eine überschlägige Pfahlbemessung von folgenden Ansätzen ausgegangen werden:

- Zur Ermittlung der Pfahltragfähigkeit kann bei Einbindung der Pfähle in den verwitterten Knollenmergel ein Grenzwert des Pfahlspitzenwiderstandes von  $q_{b,k} = 2 \text{ MN/m}^2$  angesetzt werden. Die Pfähle sollten mindestens 2,0 m in diese Schichten einbinden.
- Im verwitterten Knollenmergel kann von einem Grenzwert der Pfahlmantelreibung von  $q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$  ausgegangen werden. Für die kiesig-sandigen Talablagerungen kann der Grenzwert der Pfahlmantelreibung mit  $q_{s,k} = 200 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Für den Auelehm und die Geländeauffüllung kann keine Mantelreibung in Ansatz gebracht werden.

### 6.1.2 Rüttelstopfsäulen

Die statische Wirkung der Rüttelstopfsäulen beruht auf einer Verbesserung des anstehenden Bodens infolge der erhöhten Steifigkeit und Scherfestigkeit des Bodens. Unter Flächenlasten erfolgt die Anordnung der Schottersäulen in Form von gleichseitigen Dreiecken. Unter Einzel- und Streifenfundamenten werden die Stopfpunkte konzentriert angeordnet.

Bei der Ausführung von Rüttelstopfsäulen wird ein Rüttler soweit in den Untergrund eingerüttelt, bis ein für die aufzubringenden Bauwerkslasten ausreichend großer Widerstand erreicht wird. Anschließend wird der Rüttler wieder etwa 0,5 m hochgezogen. An der Spitze des Rüttlers wird dann Schottermaterial eingebracht und mit dem Rüttler verdichtet. Der Vorgang wird solange wiederholt, bis die Arbeitsebene erreicht wird. Der Abstand der einzelnen Säulen beträgt in der Regel 1,5 m. Damit ist auch bei dieser Variante der Tiefergründung eine flexible Anpassung an die unterschiedliche Tiefenlage der ausreichend tragfähigen Bodenschichten möglich.

Zwischen den Köpfen der Schottersäulen und den Fundamentauflandsflächen empfiehlt sich der Einbau einer gut verdichteten Schicht aus Mineralbeton oder gut abgestuftem Kiessand. Die üblicherweise möglichen Belastungen von **unvermörtelten Schottersäulen** liegen bei ca. 150 kN je Stopfpunkt und 130 kN je Laufmeter. Bei einer einreihigen Anordnung einfacher, unvermörtelter Rüttelstopfsäulen beträgt die Fundamentbreite mindestens 40 cm, bei einer zweireihigen Anordnung zur Abtragung höherer Lasten sind Fundamentbreiten von mindestens 100 cm erforderlich. Eine Erhöhung der Belastbarkeit kann bei Bedarf durch eine versetzte zweireihige Anordnung der Schottersäulen oder durch **vermörtelte Stopfsäulen** erreicht werden. Bei vermörtelten Stopfsäulen wird Zuschlagmaterial, z.B. Beton, vom Säulenfuß beginnend nach oben eingebracht. Durch den Stopfvorgang kommt es zu einer Verdichtung sowie durch die kontinuierlich gepumpte Suspension zu einer Vermörtelung. Bei **Fertigmörtelstopfsäulen** wird Beton mit besonderer Güte eingebaut. Die Wirkung bezüglich der Lastabtragung entspricht dann weitestgehend der von Betonpfählen. Bei vermörtelten Schottersäulen und Fertigmörtelstopfsäulen liegen die üblichen Belastungen bei 300 bis 500 kN je Säule.

Bei **Ortbetonrüttelsäulen** bzw. Betonrüttelsäulen werden die Säulen in ganzer Länge aus pumpfähigem Beton der Güte B 25 hergestellt. Die Tragfähigkeiten können bei guter Fußausbildung in der Größenordnung von 400 bis 700 kN je Säule liegen.

## 6.2 Bauwerk und Grund-/Sickerwasser

Wie bereits beschrieben, wurde nach Abschluss der Geländearbeiten am 09.06.2016 in den Sondierlöcher ein einheitlicher Grundwasserstand bei 272,32 m ü. NN gemessen. Der eingemessene Grundwasserspiegel liegt damit bei einer Einbindetiefe des Untergeschosses von 1,25 m noch ca. 1,2 m unter der Unterkante der Bodenplatte der Tiefgarage. Aufgrund der Nähe zum Neckar muss im vorliegenden Fall allerdings auch mit Hochwassersituationen und einem damit verbundenen Anstieg des Grundwasserdruckspiegels gerechnet werden.

Nach der Hochwassergefahrenkarten (HWGK) der LUBW liegt das Baugrundstück innerhalb der Überflutungsfläche eines 50-jährigen Hochwassers (HQ<sub>50</sub>). Um auch Hochwasserstände angemessen zu berücksichtigen, wird vorgeschlagen, den Bemessungswasserstand zur Berechnung der Auftriebssicherheit auf Höhe der HQ<sub>50</sub>-Anschlaglinie festzulegen. Nach der Hochwasserrisikovorhersage der LUBW liegt dieser Wasserspiegel bei einer mittleren Geländehöhe von ca. 274,9 m ü. NN und einer Überflutungstiefe von ca. 0,9 m bei etwa 275,8 m ü. NN. Für alle Bauwerksteile einschließlich der Zu- und Ableitungen unterhalb des Bemessungswasserstandes ist eine **druckwasserdichte und auftriebssichere Ausführung** vorzusehen. Das Untergeschoss ist hierzu bis auf dieses Niveau komplett als einheitlich dichter Betonkörper aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) zu erstellen. Zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit ist zu prüfen, ob das Eigengewicht des Bauwerks vor allem auch bei Hochwassersituationen während der Bauzeit ausreichend ist. Gegebenenfalls sind Flutungsöffnungen vorzusehen.

Hinsichtlich der Beurteilung der Betonaggressivität des Wassers ist das Grundwasser, in der Neckartalaue erfahrungsgemäß als "nicht betonaggressiv" einzustufen.

Damit das Untergeschoss bei ansteigendem Grundwasserspiegel nicht als Staukörper wirkt, ist unter der Bodenplatte eine mindestens 20 cm dicke Schicht aus einem ausreichend verdichtbaren und gleichzeitig wasserdurchlässigen Schottergemisch einzubauen. Für die Filterschicht, die gleichzeitig als Tragschicht und Sauberkeitsschicht für die Bodenplatte dient, können Körnungen von 2/32 bis 16/32 verwendet werden. Die seitlichen Arbeitsräume sollten ebenfalls mit durchlässigem Material lagenweise verdichtet verfüllt werden. Beim Betonieren der Bodenplatte ist die Filterschicht mit einer Folie gegen Zuschlämmen zu schützen. Wenn das Rohplanum von bindigem Boden gebildet wird, ist ein Geotextil-Vlies an der Basis der Kiesfilterschicht zur Trennung vom Untergrund auszulegen. Wenn das Planum für die Filterschicht ausschließlich aus nichtbindigem Bodenmaterial besteht, kann auf ein Vlies an der Basis der Kiesfilterschicht verzichtet werden. Falls die durchlässige Schicht durch tiefreichende Bauteile unterbrochen wird, sind in diesen Bauteilen im Abstand von ca. 2 m Durchflussöffnungen (Ø 50 - 100 mm) vorzusehen.

Bei Kanalgräben im Grundwasser bzw. Grundwasserschwankungsbereich sind Sperrriegel einzubauen, um ein Ausspülen der Kanalbettung und die dauerhafte Ableitung von Grundwasser über die Kanalgräben zu verhindern. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass diese Sperrriegel an der Grabensohle und an den Flanken des Grabens in den natürlichen Untergrund einbinden. Sie sollen jeweils bis etwa 1 m unter das vorhandene Geländeniveau hochgeführt werden. Falls Dränleitungen an der Grabensohle zur Trockenhaltung von Gräben während der Bauzeit angelegt werden, müssen diese später durch die Sperrriegel ebenfalls vollständig unterbrochen werden.

Für eine gegebenenfalls erforderliche vorübergehende Bauwasserhaltung, die dauerhafte Herstellung der Grundwasserumlaufbarkeit und die Einbindung der Gründungskörper ins Grundwasser ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Zusätzlich zu den bereits genannten Maßnahmen können von der Wasserrechtsbehörde weitere Auflagen, die den Schutz des Grundwassers betreffen, gemacht werden.

### 6.3 Baugrube und Böschungen

Für die Herstellung von Baugruben und Gräben sind die Vorgaben der DIN 4124 maßgeblich. Demnach müssen Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m in der Regel mit abgeboachten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Hanglage, Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Schichtwasser, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen können Baugruben- und Kanalgrabenwände frei geböschet werden. Dabei dürfen bei kurzzeitig angelegten Böschungen bis zu einer Böschungshöhe von 5,0 m folgende maximal zulässigen Böschungswinkel nicht überschritten werden (in Anlehnung an die DIN 4124):

Bodenbeschreibung	max. zul. Böschungsneigung $\beta$ in ° für kurzzeitig angelegte Böschungen
Auffüllungen	$\leq 45^\circ$
bindiger Boden, weich bis steif	$\leq 45^\circ$
bindiger Boden, steif	$\leq 60^\circ$
nicht bindiger Boden	$\leq 45^\circ$

Bei stark aufgeweichten Bodenschichten, Wasserzutritten oberhalb der Aushubsohle oder sonstigen Einflüssen, die die Standsicherheit gefährden ist eine Herabsetzung des Böschungswinkels oder eine konstruktive Böschungssicherung erforderlich. Auch wenn aufgrund der Platzverhältnisse ein freies Abböschchen der Baugrube nicht möglich ist, sind die konkrete Notwendigkeit und der Umfang von Maßnahmen zur konstruktiven Böschungssicherung sowie die Art der Ausführung anhand eines Aushubplanes vorab festzulegen und statisch zu bemessen.

Die Baugrubensohle ist unmittelbar nach dem Aushub durch das Einwalzen von Grobschotter zu stabilisieren und gegen Witterungseinflüsse zu schützen.



Böschungsschultern müssen auf mindestens 1 m Breite von statischen (Aushublasten, Stapellasten) bzw. dynamischen Belastungen (Erschütterungen durch Verkehr) freigehalten werden. Mit Fahrzeugen ist bei Gesamtlasten  $< 12\text{ t}$  ein Mindestabstand von 1 m, bei Gesamtlasten  $\geq 12\text{ t}$  von 2 m zur Böschungsoberkante einzuhalten.

#### 6.4 Arbeitsraumverfüllungen

Wie bereits beschrieben, sollten die seitlichen Arbeitsräume mit direkter hydraulischer Verbindung zur Filterschicht unterhalb der Bodenplatte mit durchlässigem Material (Kies 2/32 oder Schotter-Splitt-Gemisch 2/45) lagenweise verdichtet verfüllt und nur den obersten Bereich mit einem Lehmschlag aus bindigem Erdmaterial abgedeckt werden. Wenn Arbeitsräume vollständig mit Kies oder Siebschutt verfüllt werden, sollten die Beläge wasserundurchlässig ausgeführt werden. Bei den Arbeiten zur Arbeitsraumverfüllung sind die entsprechenden erdbautechnischen Normen, Regeln und Vorschriften zu beachten.

#### 6.5 Erdbebenzone

Das Untersuchungsgelände liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg (1. Auflage 2005) in der **Erdbebenzone 1** und im Bereich der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Die Karte bezieht sich auf DIN 4149:2005-04, "Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten", die bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen ist.

Gemäß dem zugrunde liegenden Gefährdungsniveau sind Intensitätswerte von 6,5 bis  $< 7,0$  nach EMS-Skala zu erwarten. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung  $a_g$  beträgt  $0,4\text{ m/s}^2$ . Bei Gründungen mit Einbindung in den wenig verwitterten Keuper-Tonmergelstein kann die Baugrundklasse B zur Berücksichtigung der örtlichen Untergrundverhältnisse auf die Erdbebenwirkung angesetzt werden. Bei Gründungen in Lehm oder Kies ist von der Baugrundklasse C auszugehen.

### 7 Abfallrechtliche Bewertung

Die Ergebnisse der Deklarationsanalyse der am 09.06.2016 mittels Rammkernbohrungen aus dem aufgefüllten Bodenmaterial entnommenen Bodenmischprobe einschließlich Laborprotokoll nach DepV sind in Anlage 4 enthalten. Zur Bewertung der Erheblichkeit einer Schadstoffbelastung und orientierenden Einschätzung möglicher Entsorgungswege wurde die Bodenprobe auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg "Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) und, soweit dadurch nicht abgedeckt, ergänzend auf die Parameter nach Deponieverordnung (DepV) Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 untersucht. In der VwV Boden wird die Verwertung von Bodenmaterial verbindlich geregelt und bestimmten Schadstoffkonzentrationen entsprechende Verwertungsmöglichkeiten

(Einbaukonfigurationen Z0, Z0\*, Z1.1, Z1.2 und Z2) zugeordnet. Bei Schadstoffbelastungen > Z2 erfolgt die Einstufung gemäß den Zulässigkeitskriterien der Deponieverordnung (DepV). Bei der Bewertung der Analyse ist allerdings zu beachten, dass es sich bei der untersuchten Bodenprobe nur um eine Stichprobe für eine erste orientierende Einschätzung handelt. Für eine Deklarationsanalytik zur abschließenden Festlegung und behördlichen Freigabe eines Entsorgungsweges sind repräsentative, in der Regel aus Haufwerken entnommene Mischproben erforderlich, wobei bei gleichbleibender Zusammensetzung des Materials in der Regel eine Deklarationsanalytik je 250 m<sup>3</sup> Aushubmaterial gefordert wird. Insbesondere ist auch zu beachten, dass die Verteilung von Verunreinigungen sowohl in der Tiefe als auch in der Fläche sehr ungleichmäßig sein kann. Möglicherweise punktuell vorhandene, aber durch das Raster der Beprobungsstellen nicht erfasste Untergrundverunreinigungen sind deshalb nicht auszuschließen.

Die an den Aufschlusspunkten zwischen ca. 2,0 m und 3,0 m mächtige Geländeauffüllung besteht im nordöstlichen Bereich des Baufeldes aus einem steinigem Lehm mit teils weinroter, teils graubrauner und teils brauner Farbe. Im südwestlichen Bereich setzt sich das aufgefüllte Material aus einer oberen, ca. 1,2 bis 1,5 m mächtigen Schicht mit steinig-kiesigem Lehm und einer unteren, ca. 1,0 m bis 1,3 m mächtigen Schicht mit locker gelagertem, tonig-schluffigem Kies zusammen. Vereinzelt wurde auch Ziegelbruch, Asphalt und Holzkohlestückchen festgestellt. Die Mischprobe **MP-1** wurde aus folgenden Einzelproben zusammengesetzt:

- |       |  |
|-------|--|
| RKS-1 | Entnahmetiefe 0,1 m - 2,0 m;<br>Auffüllung: Ton, schluffig, steinig,<br>weinrot und graubraun<br>Ziegel, Asphalt |
| RKS-2 | Entnahmetiefe 0,2 m - 3,0 m;<br>Auffüllung: Ton, schluffig, steinig,<br>hellbraun bis braun<br>Ziegel, Kohle     |
| RKS-3 | Entnahmetiefe 0,2 m - 2,4 m;<br>Auffüllung: Ton, steinig, schluffig, braun<br>Kies, schluffig, tonig, braun      |
| RKS-4 | Entnahmetiefe 0,2 m - 2,5 m;<br>Auffüllung: Schluff, tonig, kiesig, braun<br>Kies, schluffig, tonig, braun       |

Die chemische Untersuchung der Bodenmischprobe **MP-1** ergab keine erhöhten Schadstoff-Konzentrationen. Das durch die Mischprobe repräsentierte Bodenmaterial entspricht der Qualitätsstufe **Z0 nach VwV Boden** und ist damit uneingeschränkt verwertbar.

## 8 Versickerung von Niederschlagswasser

Geländeauffüllungen sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser generell ungeeignet. Die natürlich anstehenden Talablagerungen sind bereits wassergesättigt bzw. wasserführend und daher für eine Versickerung ebenfalls ungeeignet. Statt einer direkten Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund wird vorgeschlagen, soweit möglich Retentionsmöglichkeiten für das Niederschlagswasser zu nutzen. Abhängig von örtlichen Bedingungen lassen sich z.B. durch Dachbegrünungen und Regenwassernutzung (z.B. Retentions-Zisternen) mehr oder weniger große Mengen an Niederschlagswasser zwischenspeichern. Eine Ableitung in den Vorfluter kann die Kanalisation ebenfalls entlasten.

## 9 Schlussbemerkungen

Die Baugrund- und Bodenverhältnisse wurden auf der Grundlage von acht Rammsondierungen und vier Rammkernbohrungen beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Aufgrund der Weite des Sondierasters und der Inhomogenität der Untergrundverhältnisse können von den beschriebenen Untersuchungspunkten abweichende Untergrundverhältnisse nicht ausgeschlossen werden.

Die Aussagen und Beschreibungen hinsichtlich der abfallrechtlichen Bewertung der Geländeauffüllung beziehen sich nur auf die Untersuchungsstellen, die beprobten Tiefenbereiche und die durchgeführten Analysen. Bei der Interpretation der Analyseergebnisse der untersuchten Stichprobe ist insbesondere auch zu beachten, dass die Verteilung von Verunreinigungen in Geländeauffüllungen sowohl in der Tiefe als auch in der Fläche sehr ungleichmäßig sein kann. Möglicherweise punktuell vorhandene, aber durch das Raster der Beprobungsstellen nicht erfasste Schadstoffe sind deshalb nicht vollständig auszuschließen. Aufgrund der früheren Bebauung muss insbesondere mit Keller- und Kanalgrabenverfüllungen gerechnet werden.

Bei einem Bodenaushub sind zur abschließenden Festlegung eines Entsorgungsweges für möglicherweise schadstoffbelastetes Aushubmaterial noch repräsentative Deklarationsanalysen notwendig. Hierzu sollte die Geländeauffüllungen mit gleichartiger Zusammensetzung vom übrigen Erdaushub in Haufwerken separiert werden. Bei gleichbleibender Zusammensetzung des Materials wird in der Regel eine Deklarationsanalytik je 250 m<sup>3</sup> Aushubmaterial gefordert. Für die ordnungsgemäße Durchführung der Separierung, Beprobung und Untersuchung ist der Bauherr verantwortlich. Dieser hat dazu entsprechend qualifizierte Sachverständige einzuschalten.

Sollten sich Fragen zu Sachverhalten ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden, so ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Im Zuge einer konkreten Bauplanung sind dem Gutachter aussagekräftige Planungsunterlagen vorzulegen, damit die Aussagen des vorliegenden Gutachtens überprüft und konkretisiert werden können.



Für die Beantwortung von Fragen im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

**TerraConcept Consult GmbH**

Pfullingen, den 7. Juli 2016

Dipl.-Geol. Gerold Althaus



## **Verzeichnis der Anlagen**

- Anlage 1:    Lageplan der Untersuchungspunkte**
- Anlage 2:    Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen  
              der Rammkernbohrungen**
- Anlage 3:    Graphische und tabellarische Darstellung  
              der Rammsondierungen (DPH)**
- Anlage 4:    Laborbericht der chemischen Untersuchungen**
- Anlage 5:    Liste Spezialtiefbauunternehmen**



# **Anlage 1**

## **Lageplan der Untersuchungspunkte**



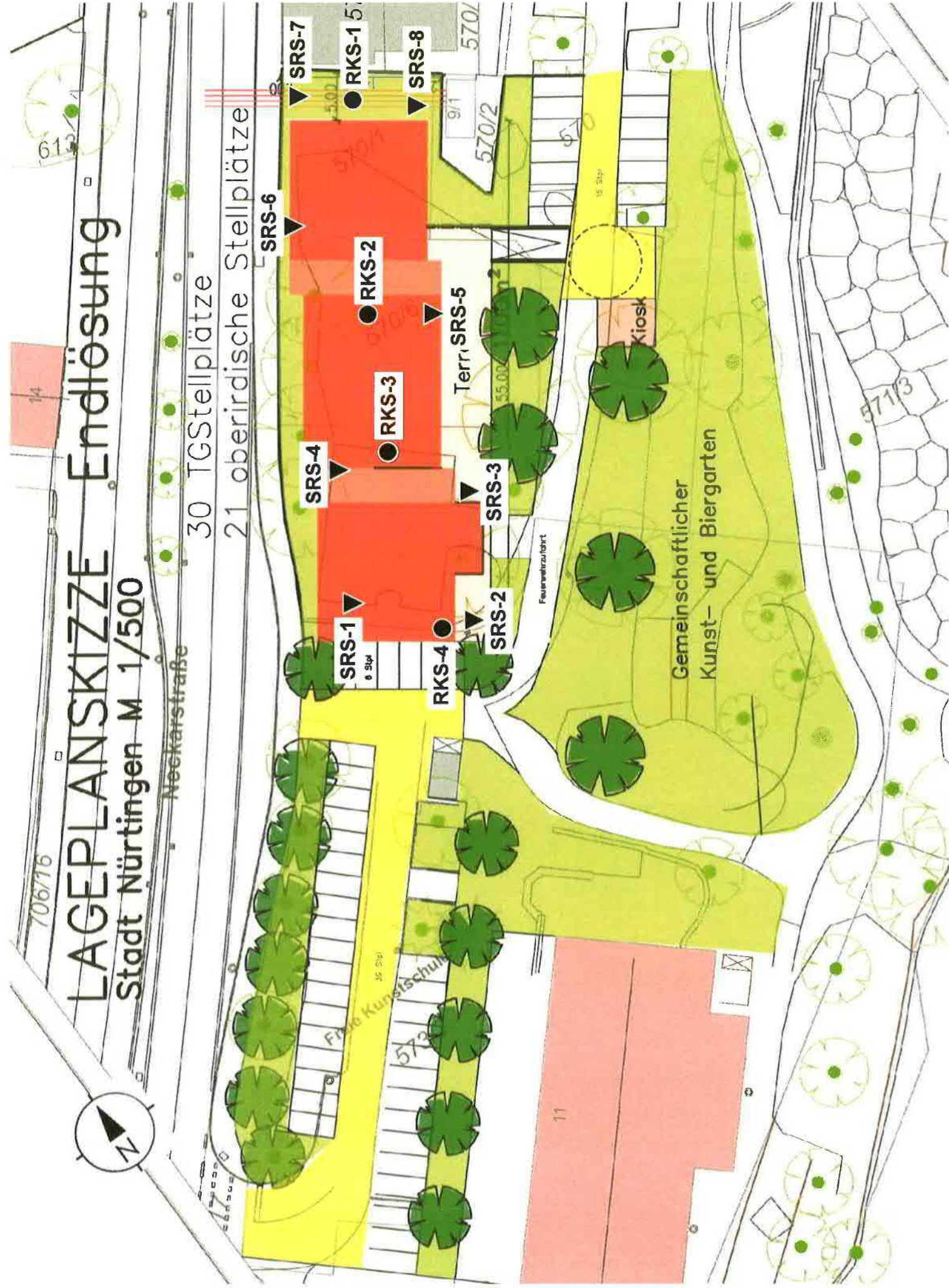
# LAGEPLANSKIZZE Endlösung

Stadt Nürtingen M 1/500

Neckarstraße

30 TGStellplätze

21 oberirdische Stellplätze





## Anlage 2

### Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Rammkernbohrungen





### Schichtenverzeichnis RKS-1

Höhe Ansatzpunkt: 274,97 m ü. NN

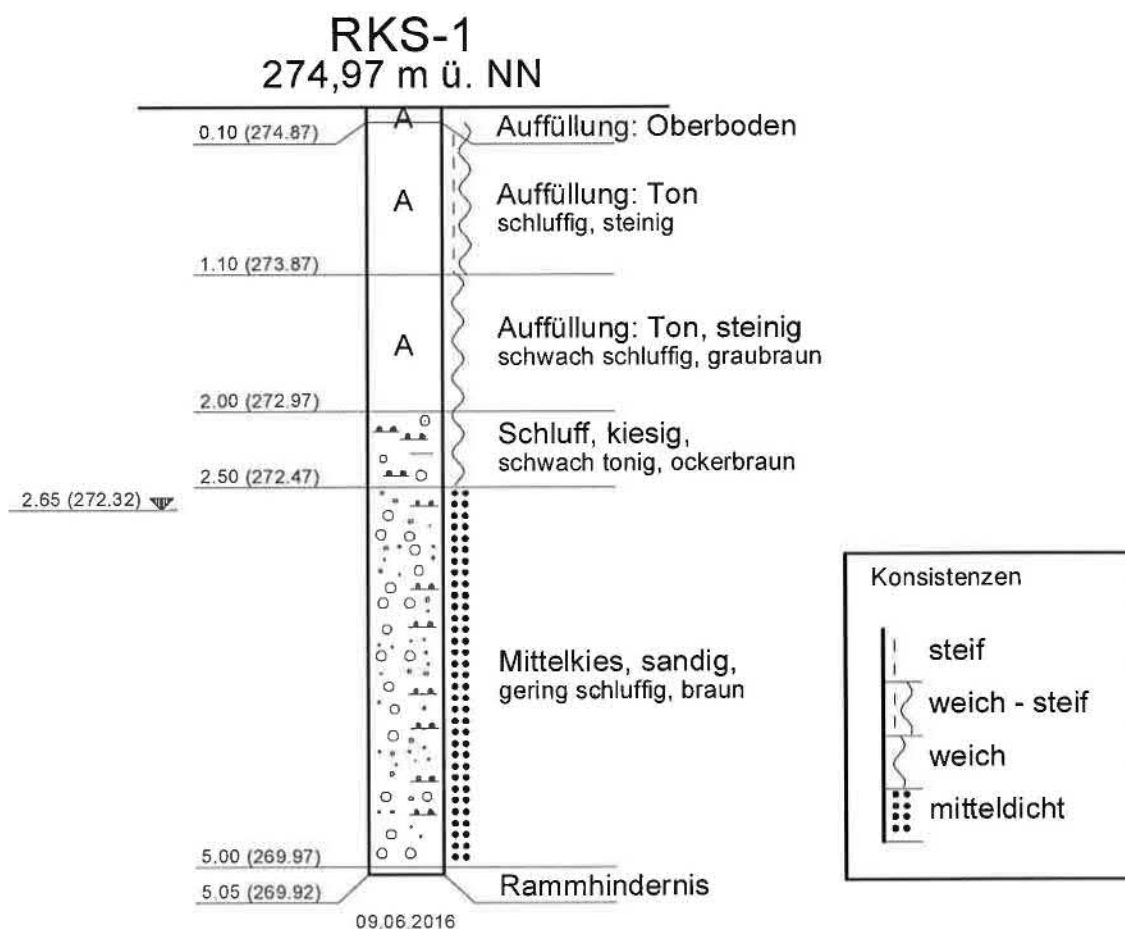
0,00 - 0,10 m	Auffüllung/Oberboden: Schluff, schwach tonig, braun, steif
0,10 - 1,10 m	Auffüllung: Ton, schluffig, steinig, Asphaltreste, Ziegelbruch, weinrot, weich bis steif
1,10 - 2,00 m	Auffüllung: Ton, steinig, schwach schluffig, graubraun, weich
2,00 - 2,50 m	Schluff, kiesig, schwach tonig, ockerbraun, weich
2,50 - 5,00 m	Mittelkies, sandig, schwach schluffig, braun, mitteldicht
bei 5,00 m	Rammhindernis

Grundwasser eingemessen bei 2,65 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 0,1 m und 2,0 m unter GOK → MP-1

### Profildarstellung RKS-1





## Schichtenverzeichnis RKS-2

Höhe Ansatzpunkt: 275,17 m ü. NN

0,00 - 0,20 m Auffüllung/Oberboden: Schluff, tonig, braun, steif

0,20 - 3,00 m Auffüllung: Ton, schluffig, steinig, Kohlereste, Ziegelbruch, hellbraun bis braun, steif

3,00 - 5,50 m Mittelkies, sandig, schwach schluffig, braun, mitteldicht

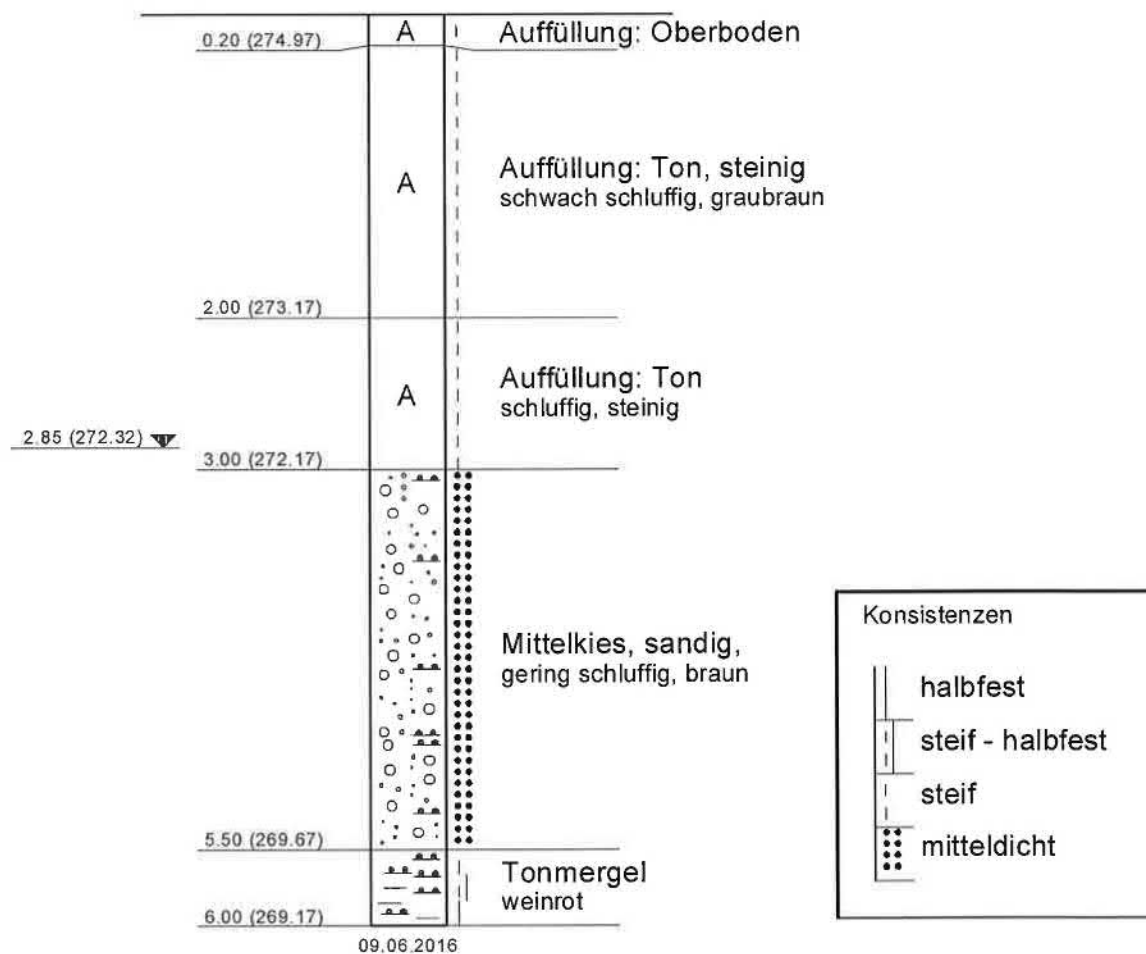
5,50 - 6,00 m Tonmergel, weinrot, steif mit Übergang zu halbfest

Grundwasser eingemessen bei 2,85 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 0,2 m und 3,0 m unter GOK → MP-1

## Profildarstellung RKS-2





### Schichtenverzeichnis RKS-3

Höhe Ansatzpunkt: 275,07 m ü. NN

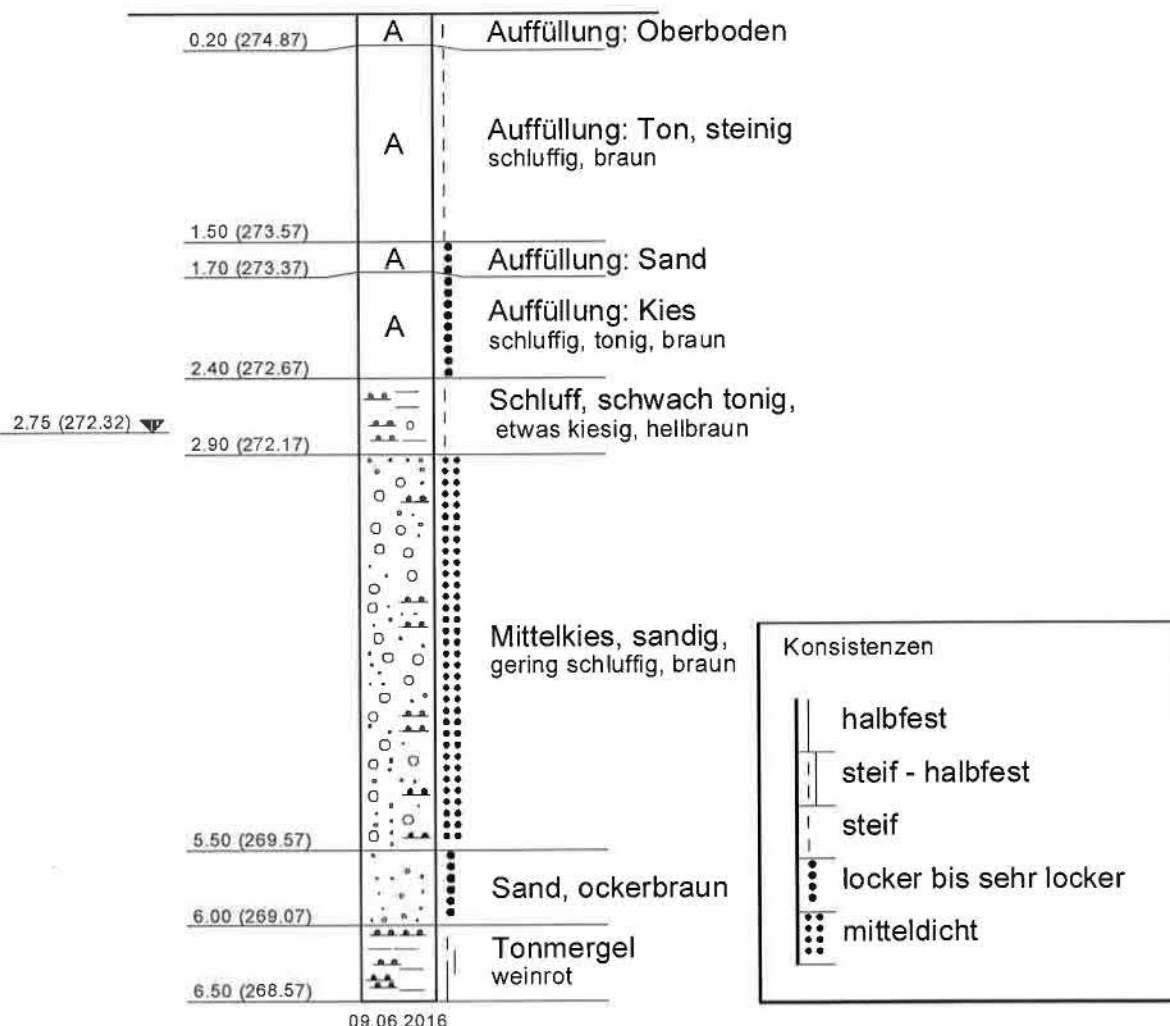
0,00 - 0,20 m	Auffüllung/Oberboden: Schluff, tonig, steinig, braun, steif
0,20 - 1,50 m	Auffüllung: Ton, schluffig, steinig, braun, steif
1,50 - 1,70 m	Auffüllung: Sand, hellgrau
1,70 - 2,40 m	Auffüllung: Kies, schluffig, tonig, braun, locker
2,40 - 2,90 m	Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, hellbraun, steif
2,90 - 5,50 m	Mittelkies, sandig, schwach schluffig, braun, mitteldicht
5,50 - 6,00 m	Sand, ockerbraun, locker
6,00 - 6,50 m	Tonmergel, weinrot, steif mit Übergang zu halbfest

Grundwasser eingemessen bei 2,75 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 0,2 m und 2,4 m unter GOK → MP-1

### Profildarstellung RKS-3





## Schichtenverzeichnis RKS-4

Höhe Ansatzpunkt: 274,84 m ü. NN

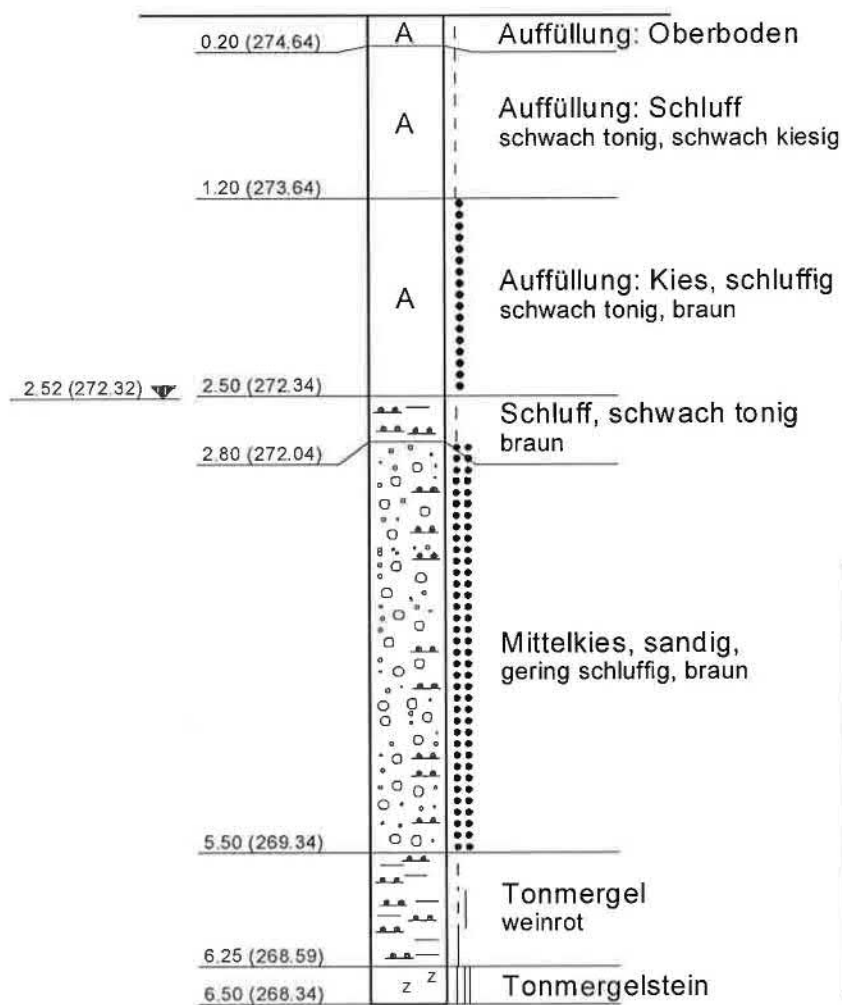
0,00 - 0,20 m	Auffüllung/Oberboden: Schluff, tonig, schwach steinig, braun, steif
0,20 - 1,20 m	Auffüllung: Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, Ziegelbruch, braun, steif
1,20 - 2,50 m	Auffüllung: Kies, schluffig, schwach tonig, braun, locker
2,50 - 2,80 m	Schluff, schwach tonig, braun, steif
2,80 - 5,50 m	Mittelkies, sandig, schwach schluffig, braun, mitteldicht
5,50 - 6,50 m	Tonmergel, weinrot, steif mit Übergang zu halbfest bis fest

Grundwasser eingemessen bei 2,52 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 0,2 m und 2,5 m unter GOK → MP-1

## Profildarstellung RKS-4



### Konsistenzen

	halbfest - fest
	halbfest
	steif - halbfest
	steif
· · · · ·	locker bis sehr locker
· · · · ·	mitteldicht

09.06.2016



## Anlage 3

**Graphische und tabellarische Darstellung der Rammsondierungen**

**Schwere Rammsonde (DPH)**

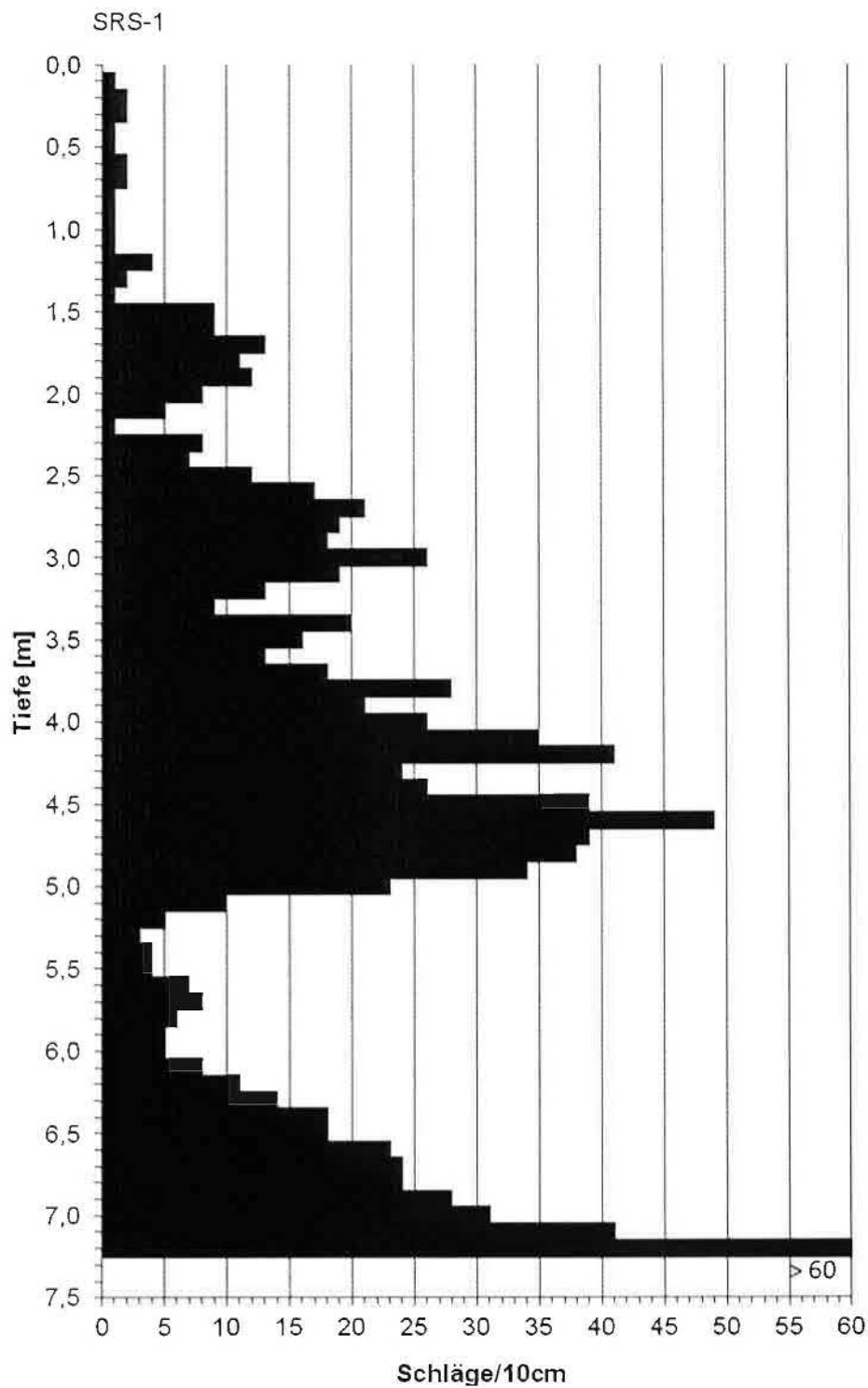


## Schwere Rammsondierung SRS-1

Höhe Ansatzpunkt: 274,87 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,55 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016

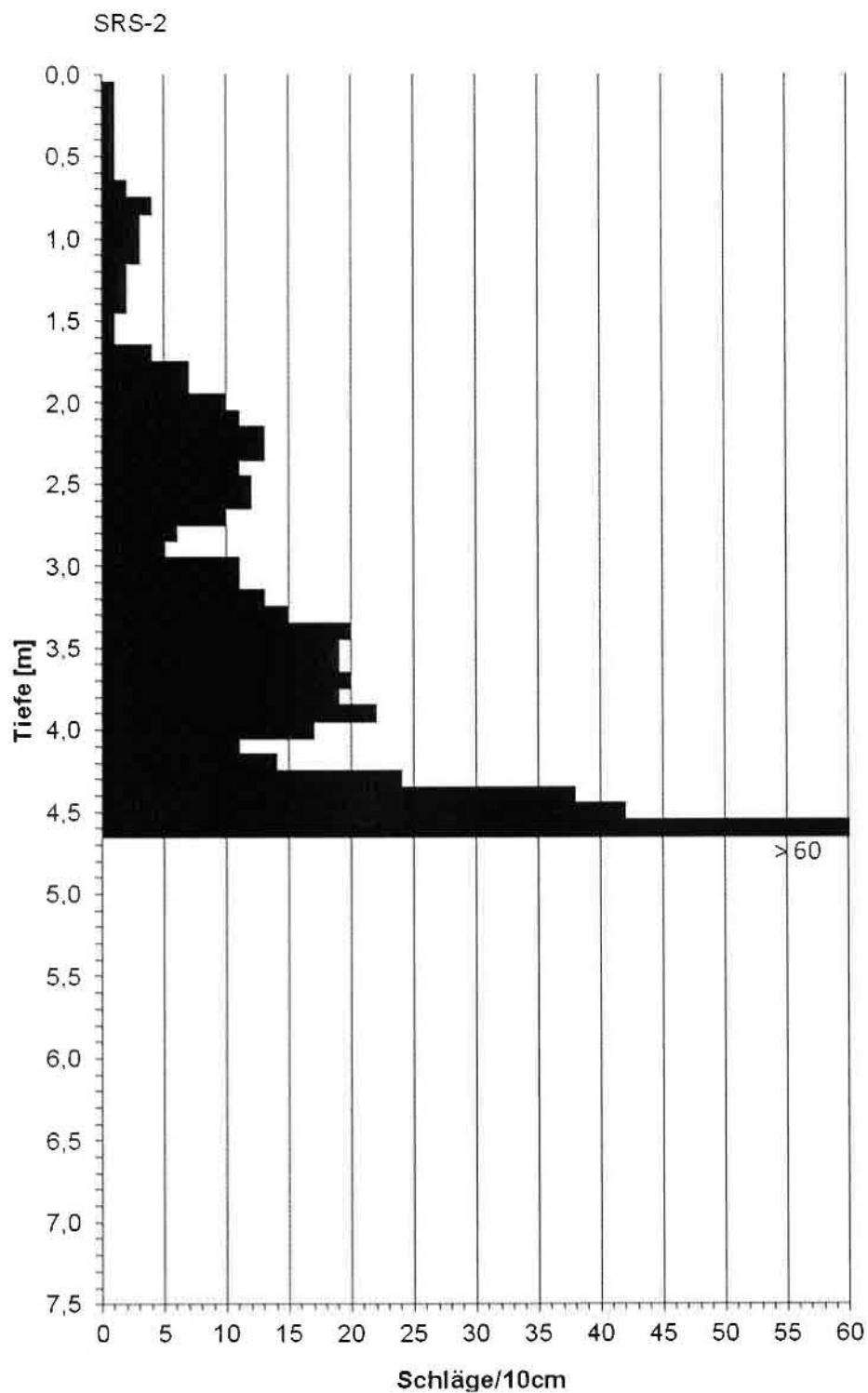




## Schwere Rammsondierung SRS-2

Höhe Ansatzpunkt: 274,87 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,55 m unter GOK (272,32 m ü. NN) Datum: 09.06.2016

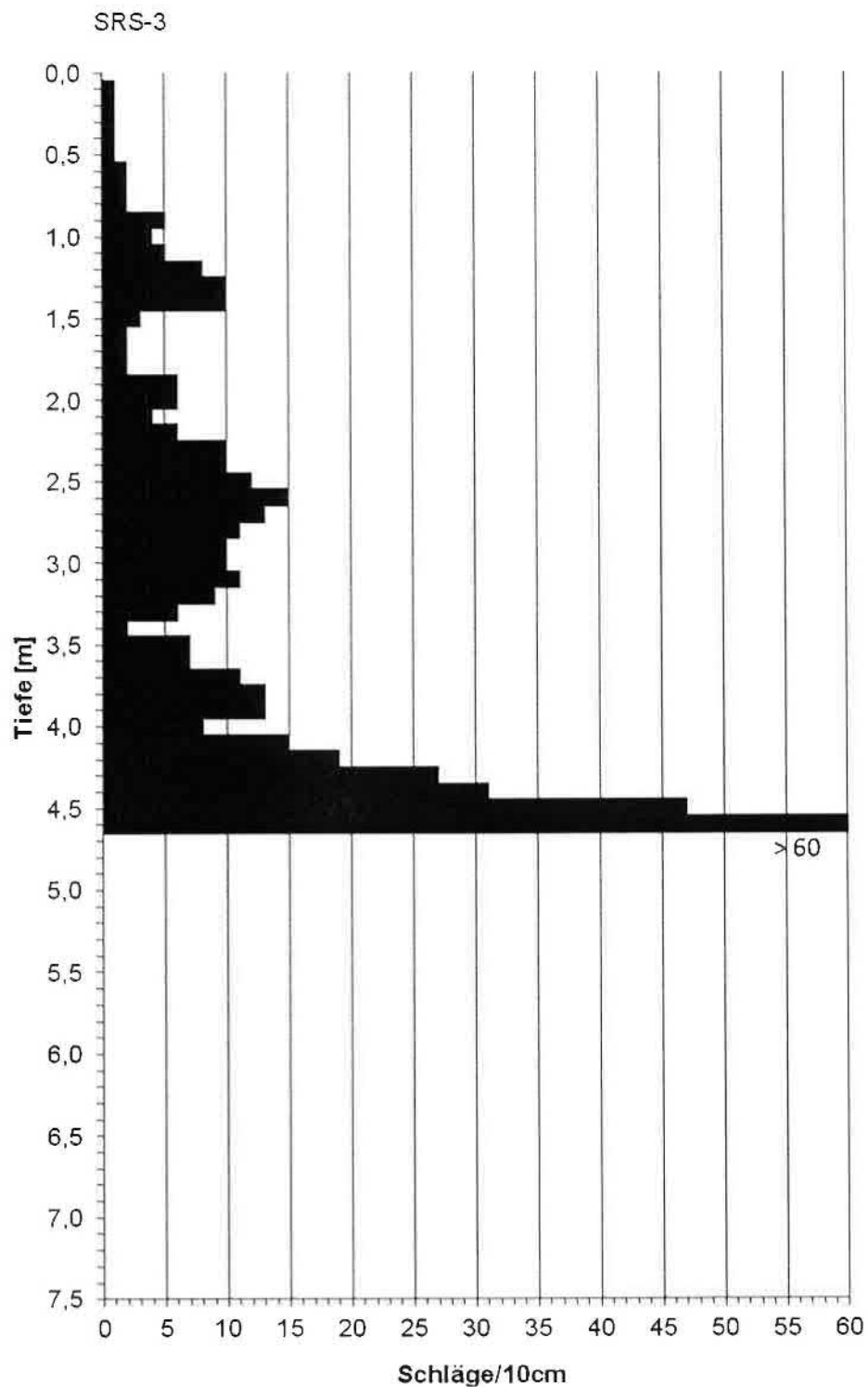




### Schwere Rammsondierung SRS-3

Höhe Ansatzpunkt: 275,10 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,78 m unter GOK (272,32 m ü. NN) Datum: 09.06.2016



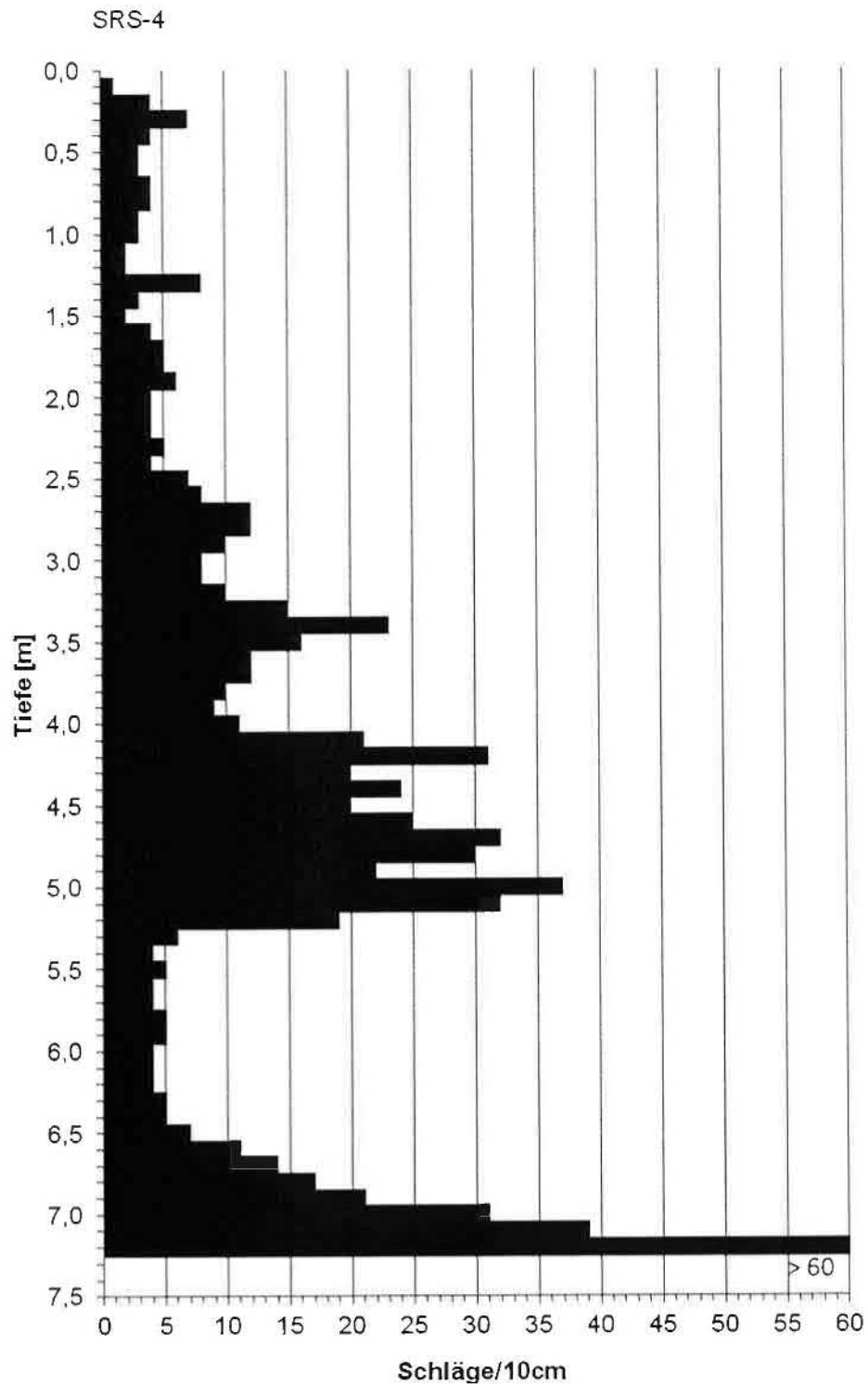




## Schwere Rammsondierung SRS-4

Höhe Ansatzpunkt: 275,07 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,75 m unter GOK (272,32 m ü. NN) Datum: 09.06.2016



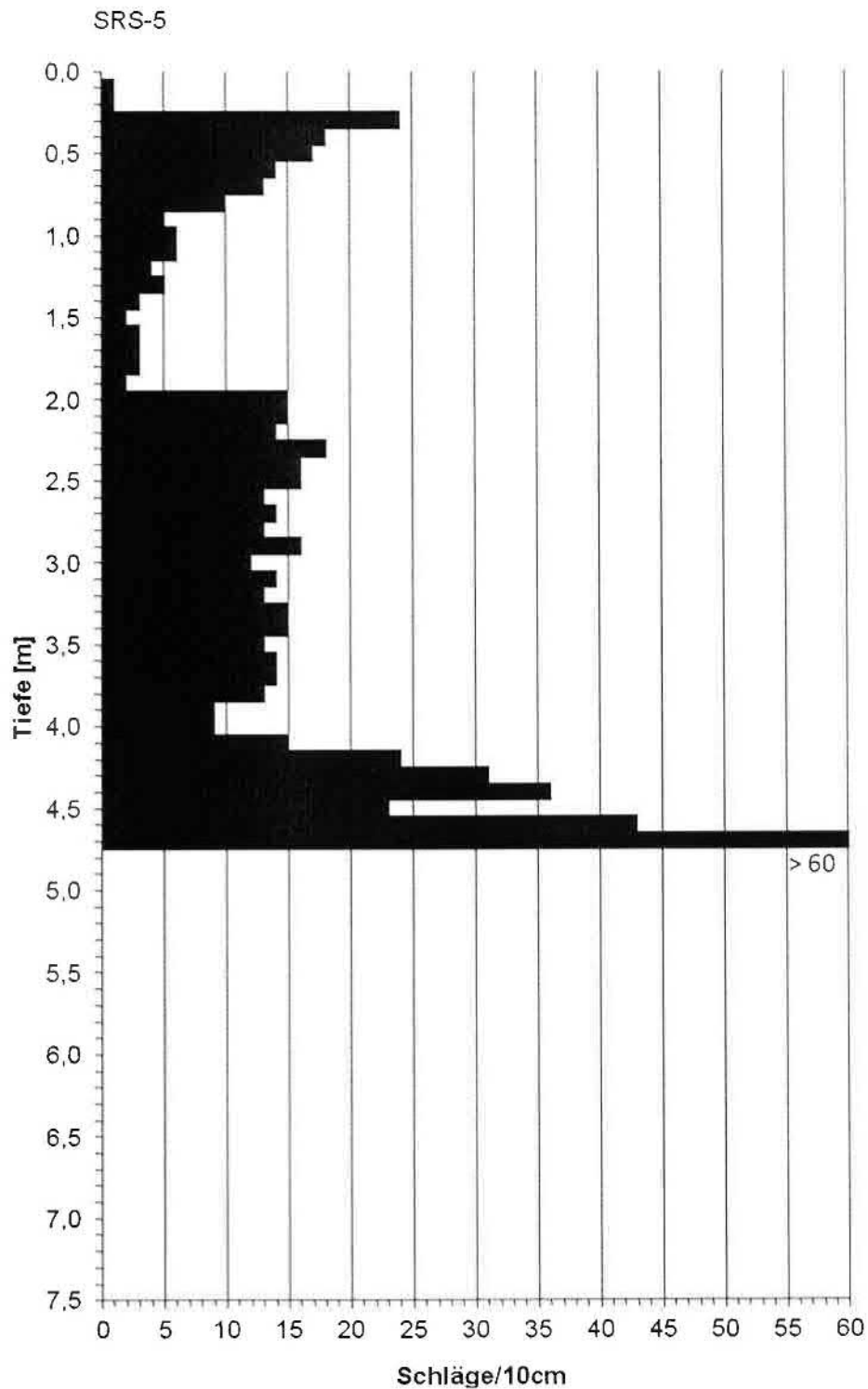


## Schwere Rammsondierung SRS-5

Höhe Ansatzpunkt: 275,22 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,90 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016



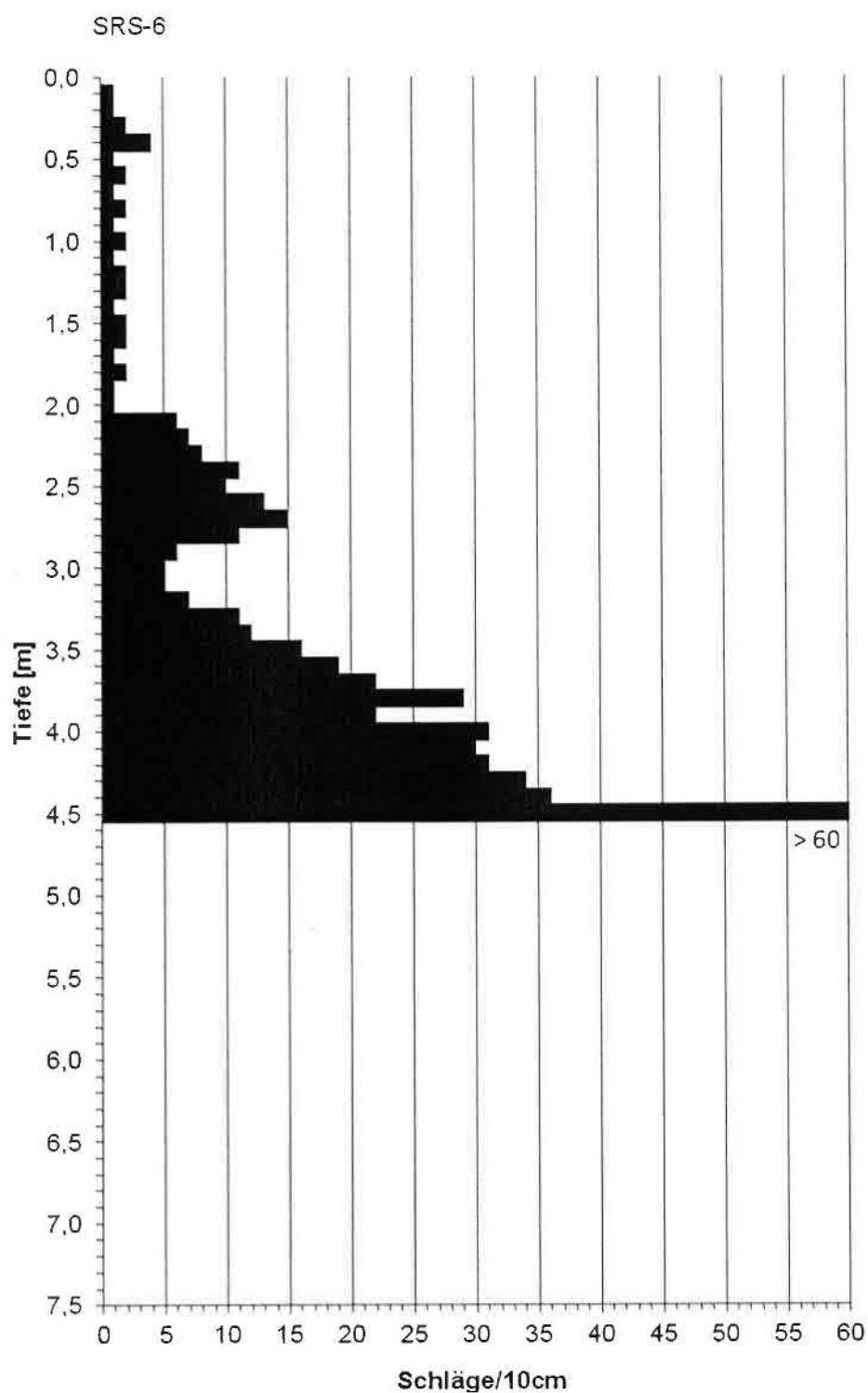


## Schwere Rammsondierung SRS-6

Höhe Ansatzpunkt: 275,20 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,88 m unter GOK (272,32 m ü. NN)

Datum: 09.06.2016

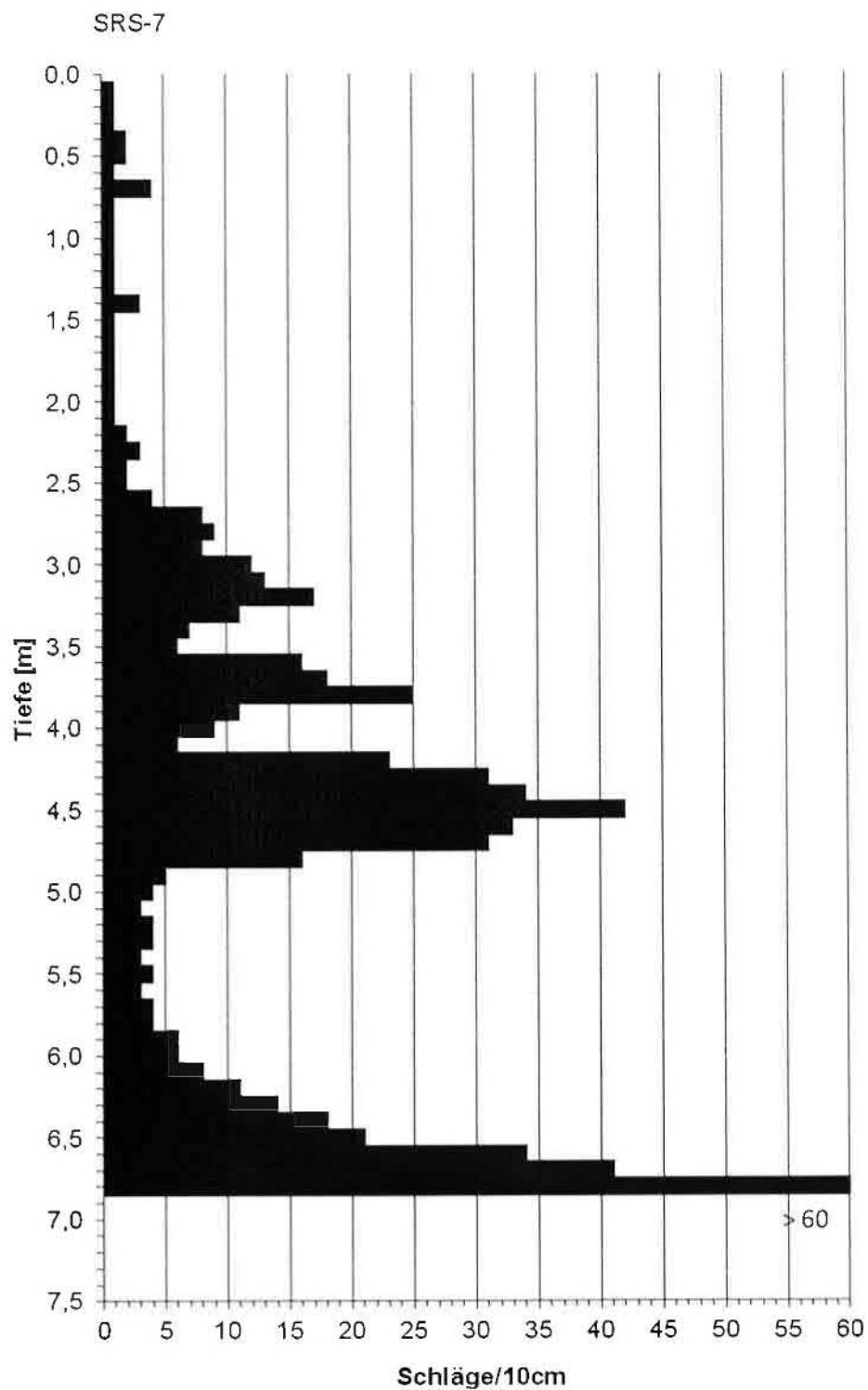




## Schwere Rammsondierung SRS-7

Höhe Ansatzpunkt: 275,16 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,84 m unter GOK (272,32 m ü. NN) Datum: 09.06.2016

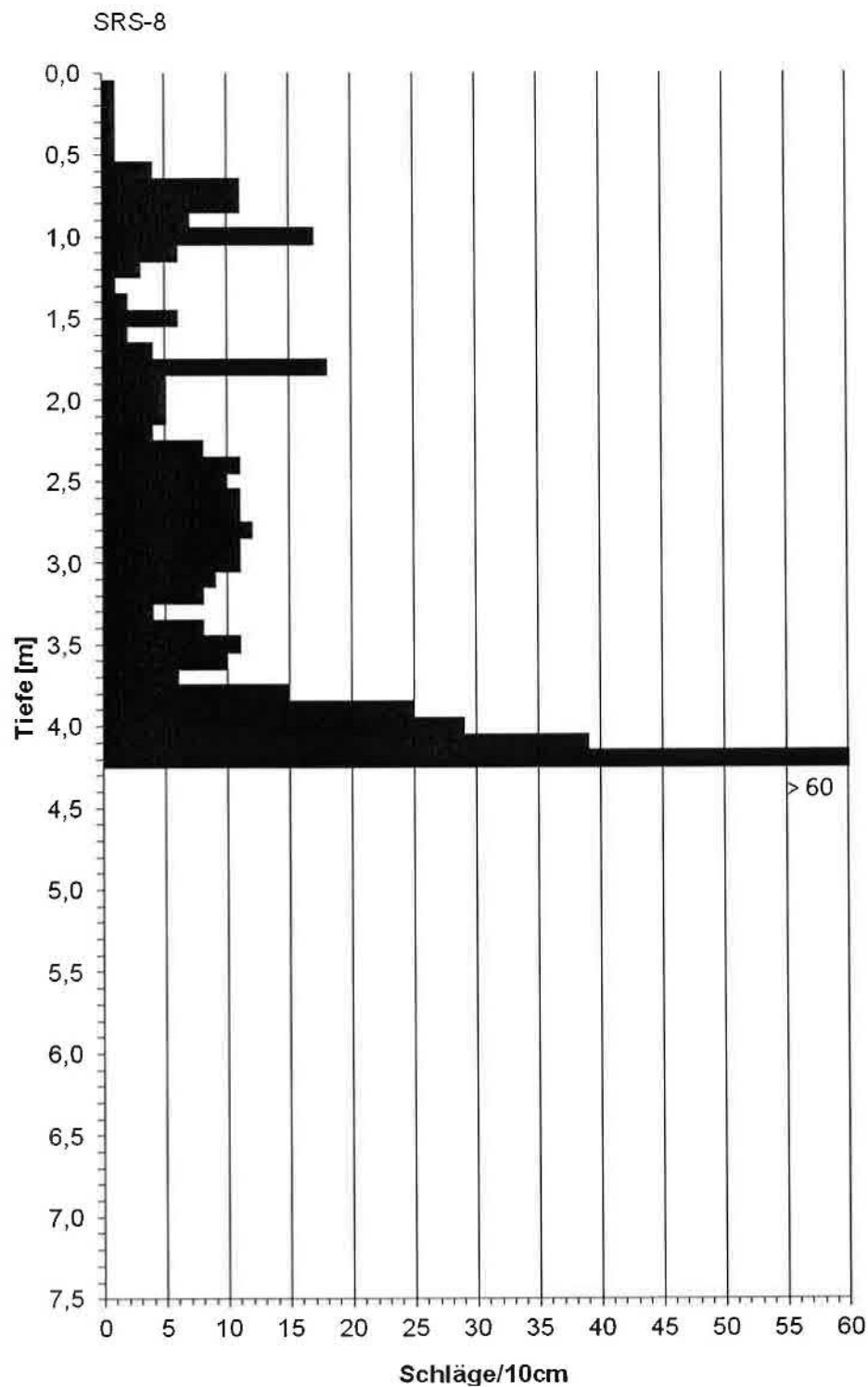




## Schwere Rammsondierung SRS-8

Höhe Ansatzpunkt: 274,84 m ü. NN

Grundwasser eingemessen bei 2,52 m unter GOK (272,32 m ü. NN) Datum: 09.06.2016





P 2640/16

Projekt:  
Baugrunderkundung BV Hotel Fortuna, Neckarstraße 9, Nürtingen

Rammsondierungen DPH  
ausgeführt durch: Althaus  
ausgeführt am: 09.06.2016

SRS-1			SRS-2			SRS-3			SRS-4		
274,87 m ü. NN			274,87 m ü. NN			275,10 m ü. NN			275,07 m ü. NN		
bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]	
0,0	4,0		0,0	4,0		0,0	4,0		0,0	4,0	
0,1	4,1	35	0,1	4,1	11	0,1	4,1	15	0,1	4,1	21
0,2	4,2	41	0,2	4,2	14	0,2	4,2	19	0,2	4,2	31
0,3	4,3	24	0,3	4,3	24	0,3	4,3	27	0,3	4,3	20
0,4	4,4	26	0,4	4,4	38	0,4	4,4	31	0,4	4,4	24
0,5	4,5	39	0,5	4,5	42	0,5	4,5	47	0,5	4,5	20
0,6	4,6	49	0,6	4,6	> 60	0,6	4,6	> 60	0,6	4,6	25
0,7	4,7	39	0,7	4,7		0,7	4,7		0,7	4,7	32
0,8	4,8	38	0,8	4,8		0,8	4,8		0,8	4,8	30
0,9	4,9	34	0,9	4,9		0,9	4,9		0,9	4,9	22
1,0	5,0	23	1,0	5,0		1,0	5,0		1,0	5,0	37
1,1	5,1	10	1,1	5,1		1,1	5,1		1,1	5,1	32
1,2	5,2	5	1,2	5,2		1,2	5,2		1,2	5,2	19
1,3	5,3	3	1,3	5,3		1,3	5,3		1,3	5,3	6
1,4	5,4	4	1,4	5,4		1,4	5,4		1,4	5,4	4
1,5	5,5	4	1,5	5,5		1,5	5,5		1,5	5,5	5
1,6	5,6	7	1,6	5,6		1,6	5,6		1,6	5,6	4
1,7	5,7	8	1,7	5,7		1,7	5,7		1,7	5,7	4
1,8	5,8	6	1,8	5,8		1,8	5,8		1,8	5,8	5
1,9	5,9	5	1,9	5,9		1,9	5,9		1,9	5,9	5
2,0	6,0	5	2,0	6,0		2,0	6,0		2,0	6,0	4
2,1	6,1	8	2,1	6,1		2,1	6,1		2,1	6,1	4
2,2	6,2	11	2,2	6,2		2,2	6,2		2,2	6,2	4
2,3	6,3	14	2,3	6,3		2,3	6,3		2,3	6,3	5
2,4	6,4	18	2,4	6,4		2,4	6,4		2,4	6,4	5
2,5	6,5	18	2,5	6,5		2,5	6,5		2,5	6,5	7
2,6	6,6	23	2,6	6,6		2,6	6,6		2,6	6,6	11
2,7	6,7	24	2,7	6,7		2,7	6,7		2,7	6,7	14
2,8	6,8	24	2,8	6,8		2,8	6,8		2,8	6,8	17
2,9	6,9	28	2,9	6,9		2,9	6,9		2,9	6,9	21
3,0	7,0	31	3,0	7,0		3,0	7,0		3,0	7,0	31
3,1	7,1	41	3,1	7,1		3,1	7,1		3,1	7,1	39
3,2	7,2	> 60	3,2	7,2		3,2	7,2		3,2	7,2	> 60
3,3	7,3		3,3	7,3		3,3	7,3		3,3	7,3	
3,4	7,4		3,4	7,4		3,4	7,4		3,4	7,4	
3,5	7,5		3,5	7,5		3,5	7,5		3,5	7,5	
3,6	7,6		3,6	7,6		3,6	7,6		3,6	7,6	
3,7	7,7		3,7	7,7		3,7	7,7		3,7	7,7	
3,8	7,8		3,8	7,8		3,8	7,8		3,8	7,8	
3,9	7,9		3,9	7,9		3,9	7,9		3,9	7,9	
4,0	8,0		4,0	8,0		4,0	8,0		4,0	8,0	





P 2640/16

Projekt:  
Baugrunderkundung BV Hotel Fortuna, Neckarstraße 9, Nürtingen

Rammsondierungen DPH  
ausgeführt durch: Althaus  
ausgeführt am: 09.06.2016

SRS-5 275,22 m ü. NN			SRS-6 275,20 m ü. NN			SRS-7 275,16 m ü. NN			SRS-8 274,84 m ü. NN		
bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	bis Tiefe [m]	
0,0	4,0		0,0	4,0		0,0	4,0		0,0	4,0	
0,1	4,1	1	0,1	4,1	1	0,1	4,1	1	0,1	4,1	1
0,2	4,2	1	0,2	4,2	1	0,2	4,2	1	0,2	4,2	1
0,3	4,3	24	0,3	4,3	2	0,3	4,3	1	0,3	4,3	1
0,4	4,4	18	0,4	4,4	4	0,4	4,4	2	0,4	4,4	1
0,5	4,5	17	0,5	4,5	1	0,5	4,5	2	0,5	4,5	1
0,6	4,6	14	0,6	4,6	2	0,6	4,6	1	0,6	4,6	4
0,7	4,7	13	0,7	4,7	1	0,7	4,7	4	0,7	4,7	11
0,8	4,8	10	0,8	4,8	2	0,8	4,8	1	0,8	4,8	11
0,9	4,9	5	0,9	4,9	1	0,9	4,9	1	0,9	4,9	7
1,0	5,0	6	1,0	5,0	2	1,0	5,0	1	1,0	5,0	17
1,1	5,1	6	1,1	5,1	1	1,1	5,1	1	1,1	5,1	6
1,2	5,2	4	1,2	5,2	2	1,2	5,2	1	1,2	5,2	3
1,3	5,3	5	1,3	5,3	2	1,3	5,3	1	1,3	5,3	1
1,4	5,4	3	1,4	5,4	1	1,4	5,4	3	1,4	5,4	2
1,5	5,5	2	1,5	5,5	2	1,5	5,5	1	1,5	5,5	6
1,6	5,6	3	1,6	5,6	2	1,6	5,6	1	1,6	5,6	2
1,7	5,7	3	1,7	5,7	1	1,7	5,7	1	1,7	5,7	4
1,8	5,8	3	1,8	5,8	2	1,8	5,8	1	1,8	5,8	18
1,9	5,9	2	1,9	5,9	1	1,9	5,9	1	1,9	5,9	5
2,0	6,0	15	2,0	6,0	1	2,0	6,0	1	2,0	6,0	5
2,1	6,1	15	2,1	6,1	6	2,1	6,1	1	2,1	6,1	5
2,2	6,2	14	2,2	6,2	7	2,2	6,2	2	2,2	6,2	4
2,3	6,3	18	2,3	6,3	8	2,3	6,3	3	2,3	6,3	8
2,4	6,4	16	2,4	6,4	11	2,4	6,4	2	2,4	6,4	11
2,5	6,5	16	2,5	6,5	10	2,5	6,5	2	2,5	6,5	10
2,6	6,6	13	2,6	6,6	13	2,6	6,6	4	2,6	6,6	11
2,7	6,7	14	2,7	6,7	15	2,7	6,7	8	2,7	6,7	11
2,8	6,8	13	2,8	6,8	11	2,8	6,8	9	2,8	6,8	12
2,9	6,9	16	2,9	6,9	6	2,9	6,9	8	2,9	6,9	11
3,0	7,0	12	3,0	7,0	5	3,0	7,0	12	3,0	7,0	11
3,1	7,1	14	3,1	7,1	5	3,1	7,1	13	3,1	7,1	9
3,2	7,2	13	3,2	7,2	7	3,2	7,2	17	3,2	7,2	8
3,3	7,3	15	3,3	7,3	11	3,3	7,3	11	3,3	7,3	4
3,4	7,4	15	3,4	7,4	12	3,4	7,4	7	3,4	7,4	8
3,5	7,5	13	3,5	7,5	16	3,5	7,5	6	3,5	7,5	11
3,6	7,6	14	3,6	7,6	19	3,6	7,6	16	3,6	7,6	10
3,7	7,7	14	3,7	7,7	22	3,7	7,7	18	3,7	7,7	6
3,8	7,8	13	3,8	7,8	29	3,8	7,8	25	3,8	7,8	15
3,9	7,9	9	3,9	7,9	22	3,9	7,9	11	3,9	7,9	25
4,0	8,0	9	4,0	8,0	31	4,0	8,0	9	4,0	8,0	29



## **Anlage 4**

### **Laborbericht der chemischen Untersuchungen**



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

TERRACONCEPT CONSULT GMBH  
KLOSTERSTR. 34  
72793 PFULLINGENDatum 17.06.2016  
Kundennr. 27014722**PRÜFBERICHT 1899654 - 869553**

Auftrag 1899654 2640 Hotel Neckarstraße, Nürtingen  
Analysennr. 869553  
Probeneingang 14.06.2016  
Probenahme 09.06.2016  
Probennehmer Auftraggeber  
Kunden-Probenbezeichnung MP-1 Nürtingen  
Rückstellprobe Ja  
angewandte Methodik gem. Vorgaben aktuelle DepV  
Maximale Korngröße/Stückigkeit <10 mm  
Volumen der Laborprobe 10 L  
Auffälligkeit Probenanlieferung Keine  
Probenahmeprotokoll Nein

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

**Feststoff**

Analyse in der Gesamtfraktion					keine Angabe
Masse Laborprobe	kg	* 6,00	0,001		keine Angabe
Trockensubstanz	%	* 78,6	0,1		DIN EN 14346
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )		* 7,79	0		DIN ISO 10390
Färbung		* braun	0		visuell
Geruch		* materialtypisch	0		organoleptisch
Konsistenz		* erdig/steinig	0		visuell
Glühverlust	%	4,5	0,05		DIN EN 15169
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,57	0,1		DIN EN 13137
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	0,3		DIN ISO 17380
EOX	mg/kg	<1,0	1		DIN 38414-17 (S 17)
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657
Arsen (As)	mg/kg	6,9	2		DIN EN ISO 11885
Blei (Pb)	mg/kg	18	4		DIN EN ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2		DIN EN ISO 11885
Chrom (Cr)	mg/kg	25	1		DIN EN ISO 11885
Kupfer (Cu)	mg/kg	12	1		DIN EN ISO 11885
Nickel (Ni)	mg/kg	23	1		DIN EN ISO 11885
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,09	0,05		DIN EN ISO 12846
Thallium (Tl)	mg/kg	0,2	0,1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink (Zn)	mg/kg	48,1	2		DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 + LAGA KW/04
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 + LAGA KW/04
Lipophile Stoffe	%	<0,05	0,05		LAGA KW/04
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN ISO 18287



Datum 17.06.2016

Kundennr. 27014722

## PRÜFBERICHT 1899654 - 869553

Kunden-Probenbezeichnung

MP-1 Nürtingen

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Phenanthren	mg/kg	0,08	0,05	DIN ISO 18287
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287
Fluoranthren	mg/kg	0,19	0,05	DIN ISO 18287
Pyren	mg/kg	0,18	0,05	DIN ISO 18287
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,14	0,05	DIN ISO 18287
Chrysen	mg/kg	0,15	0,05	DIN ISO 18287
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,14	0,05	DIN ISO 18287
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	0,07	0,05	DIN ISO 18287
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,12	0,05	DIN ISO 18287
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,10	0,05	DIN ISO 18287
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	0,06	0,05	DIN ISO 18287
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg	<b>1,2 xj</b>		DIN ISO 18287
Dichlormethan	mg/kg	<0,2	0,2	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Trichlormethan	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Trichlorethen	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<b>LHKW - Summe</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Benzol	mg/kg	<0,05	0,05	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Toluol	mg/kg	<0,05	0,05	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Ethylbenzol	mg/kg	<0,05	0,05	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
m,p-Xylol	mg/kg	<0,05	0,05	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
o-Xylol	mg/kg	<0,05	0,05	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Cumol	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Styrol	mg/kg	<0,1	0,1	HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<b>Summe BTX</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
PCB (28)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (52)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (101)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (118)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (153)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (180)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
<b>PCB-Summe</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		DIN EN 15308
<b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		gem. LAGA-Z-Stufen (Summe ohne Faktor)

### Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4
Temperatur Eluat	°C	22,3	0	DIN 38404-4 (C 4)
pH-Wert		8,55	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	57	10	DIN EN 27888 (C 8)
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/l	<200	200	DIN EN 15216
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1:2009
Sulfat (SO4)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1:2009
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN 38409-16 (H 16)
Fluorid (F)	mg/l	<0,50	0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-1
Cyanide leicht freisetzbar	mg/l	<0,005	0,005	DIN ISO 17380



Datum 17.06.2016

Kundennr. 27014722

**PRÜFBERICHT 1899654 - 869553**

Kunden-Probenbezeichnung

**MP-1 Nürtingen**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Antimon (Sb)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Barium (Ba)	mg/l	0,03	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Molybdän (Mo)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846
Selen (Se)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Thallium (Tl)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
DOC	mg/l	1	1	DIN EN 1484 (H 3)

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit \* gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

gem. Vorgaben der aktuellen DepV vom 15.04.2013, Nr. 2.06 ist bei der Einstufung in die Deponieklassen I+II, nur bei gefährlichen Abfällen, und bei Deponieklasse III immer zusätzlich die Säureneutralisationskapazität zu bestimmen.

**AGROLAB Labor GmbH, Barbara Bruckmoser, Tel. 08765/93996-24****barbara.bruckmoser@agrolab.de****Kundenbetreuung**

Beginn der Prüfungen: 14.06.2016

Ende der Prüfungen: 17.06.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugswise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

# AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (0)8765 93996-28  
www.agrolab.de

## Protokoll analog DIN 19747 (Juli 2009) und Deponieverordnung (April 2009 und 2. DepVÄndV vom Mai 2013)

17. 06.2016

### Erhebungsdaten Probenahme (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Probenahme durch	Auftraggeber	Name
Maximale Korngröße/Stückigkeit	<10mm	<input checked="" type="checkbox"/> keine Angabe
Masse Laborprobe in kg	6,00	<input type="checkbox"/> keine Angabe

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Auftragsnummer	1899654
Analysennummer	869553
Probenbezeichnung Kunde	MP-1 Nürtingen
Laborfreigabe Datum, Uhrzeit	14.06.2016 10:06:26
Probenahmeprotokoll liegt dem Labor vor	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> siehe Anlage
Auffälligkeiten bei der Probenanlieferung	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
inerte Fremdanteile	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Anteil Gew-%
(nicht untersuchte Fraktion: z.B. Metall, Glas, etc.)	
Analyse Gesamtfraction	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>
Zerkleinerung/Backenbrecher	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

### Siebung:

Analyse Siebdurchgang < 2 mm	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Anteil < 2 mm Gew-%
Analyse Siebrückstand > 2 mm	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> siehe gesonderte Analysennummer
Lufttrocknung	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>

### Probenteilung / Homogenisierung

Fraktionierendes Teilen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>
Kegeln und Vierteln	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Rotationsteiler	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Riffelteiler	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Cross-riffling	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

### Rückstellprobe

nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	Rückstellung mindestens 1 Jahr ab Laboreingang anzugeben
--	--

### Anzahl Prüfproben

3

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

#### untersuchungsspez. Trocknung Prüfprobe

chem. Trocknung	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Trocknung 105°C	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> (Ausnahme: GV aus 105°C Teilprobe)
Lufttrocknung	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>
Gefriertrocknung	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

#### untersuchungsspez. Feinzerkleinerung Prüfprobe

mahlen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> (<250 µm, <5 mm, <10 mm, <20 mm)
schneiden	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

AGROLAB Labor GmbH, Barbara Bruckmoser, Tel. 08765/93996-24

barbara.bruckmoser@agrolab.de

### Kundenbetreuung

Auch elektronisch übermittelte Dokumente wurden geprüft und freigegeben. Sie entsprechen den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und sind ohne Unterschrift gültig.

AG Landshut  
HRB 7131  
Ust/VAT-Id-Nr.:  
DE 128 944 188

Geschäftsführer  
Dipl.-Ing. Seb. Maier  
Dr. Paul Wimmer



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PI-14289-01-00

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025  
akkreditiertes  
Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt  
für die in der Urkunde  
aufgeführten  
Prüfverfahren.





## **Anlage 5**

### **Liste Spezialtiefbauunternehmen**



## Spezialtiefbauunternehmen

### **Bilfinger Berger Spezialtiefbau GmbH**

Geschäftsstelle Mannheim  
Difffenéstraße 14  
68169 Mannheim

Tel.: 0621 / 70014-250  
Fax: 0621 / 70014-260

### **Bauer Spezialtiefbau GmbH**

Region Süd - Niederlassung Stuttgart  
Zeppelinstraße 146  
73730 Esslingen

Tel.: 0711 / 31989-0  
Fax: 0711 / 31989-31

### **Aarsleff Grundbau GmbH**

Niederlassung Mannheim  
Friedrich-König-Straße 3-5  
68167 Mannheim

Tel.: 0621 / 862511-25  
Fax: 0621 / 862511-27

### **BVT DYNIV GmbH**

Niederlassung Stuttgart  
Geranienstraße 9  
70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel.: 0711 / 41195-323  
Fax: 0711 / 41195-267

### **Gebr. EZEL GmbH & Co. KG**

Gutenbergstraße 11  
71665 Vaihingen/Enz

Tel.: 07042 / 9720-0  
Tel.: 07042 / 9720-25  
Fax: 07042 / 16348

### **Franki Grundbau GmbH & Co. KG**

Geschäftsbereich Süd  
Schrempfstraße 8  
70597 Stuttgart

Tel.: 0711 / 6551 04 00

### **G & R Spezialtiefbau GmbH**

73432 Aalen Salierstraße 16  
89584 Ehingen Zeilweg 28

Tel.: 07367 / 9203-460 Fax: 07367 / 9202-17  
Tel.: 07391 / 7061-0 Fax: 07391 / 7061-45

### **JACBO Pfahlgründungen GmbH**

Niederlassung Augsburg  
Steinerne Furt 78  
86167 Augsburg

Tel.: 0821 / 455407-0  
Fax: 0821 / 455407-29

### **GEOPUNKT Spezialtiefbau GmbH**

Herr Sebastiano Ragusa  
Raitestraße 20  
71272 Renningen

Tel.: 07159 / 939 960-0  
Fax: 07159 / 939 960-1



# TerraConcept Consult GmbH

*Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler*

Klosterstraße 34  
72 793 Pfullingen  
Tel.: 0 71 21/ 49 36 65  
Fax: 0 71 21/ 49 36 67

**Karl Rapp GmbH - Spezialtiefbau/Erdbau**

Raiffeisenstraße 24  
72631 Aichtal-Grötzingen

Tel.: 07127 / 9529 77

Fax: 07127 / 9529 78

**Keller Grundbau GmbH**

Schwarzwaldstraße 1  
77871 Renchen

Tel.: 07843 / 709-0

Fax: 07843 / 709-173

**KS Spezialtiefbau**

Claus Stehle  
Kernerstraße 3  
71263 Weil der Stadt

Tel.: 0171 / 8245867

Tel.: 07033 / 311 15

Fax: 07033 / 135 40

**Kurt Motz e. K. Hoch-, Tief-, Straßen- und Spezialtiefbau**

Herr Mayer, Herr Bucher  
Ulmer Straße 29 + 31  
89257 Illertissen

Tel.: 07303 / 174-0

Fax: 07303 / 174 58

**Schaubeck Spezialtiefbau GmbH**

Gutenbergstraße 1  
84048 Mainburg

Tel.: 08751 / 8686-0

Fax: 08751 / 8686-45

**STS Spezialtiefbau Saar GmbH & Co. KG**

Industriestraße 32  
66557 Illingen

Tel.: 06825 / 40438-60

Fax: 06825 / 40438-699

**STS Spezial-Tiefbau-Süd GmbH**

Kirchstraße 2  
89607 Emerkingen

Tel.: 07393 / 95060

**Stump Spezialtiefbau GmbH**

Zweigniederlassung München  
Am Lenzenfleck 1-3  
85737 Ismaning

Tel.: 089 / 960701-0

Fax: 089 / 965623

**Hämmerle GmbH & Co, KG**

Abteilung Spezialtiefbau  
Buchauer Straße 25  
88422 Oggersheim

Tel.: 07582 / 9321-0

Fax: 07582 / 9321-90

**Terra Spezialtiefbau GmbH & Co. KG**

Emil-Dimmler-Straße 23  
78669 Wellendingen

Tel.: 07426 / 5299-0

Fax: 07426 / 5299-33