

BAUGRUND  
GRUNDBAU  
UMWELTGEOTECHNIK  
SPEZIALTIEFBAU  
HYDROGEOLOGIE

## GEOTECHNISCHER BERICHT

Projekt-Nr. 1011.15

07.04.2016

**Bauvorhaben:** Gewerbegebiet westlich der Krumbachstraße  
FERUM Gelände  
Dr.-Franz-Grabowski-Str. Dinkelscherben

**Auftraggeber:** Markt Dinkelscherben  
Augsburgerstraße 4-6  
86424 Dinkelscherben

**Planung:** Thielemann & Friderich Ingenieurbüro für Bauwesen  
Dammstraße 1  
86424 Dinkelscherben

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines.....	4
1.1	Vorgang und Veranlassung .....	4
1.2	Geplante Bauwerke und Bestand .....	4
2	Verwendete Unterlagen.....	5
3	Feld- und Laboruntersuchungen.....	5
4	Ergebnisse der Untersuchungen und Baugrundbeurteilung.....	8
4.1	Allgemeiner geologischer Überblick.....	8
4.2	Schichtenfolge.....	8
4.2.1	Schicht 1: Auffüllungen .....	9
4.2.2	Schicht 2: Deckschichten .....	11
4.2.3	Schicht 3: Quartäre Kiese .....	14
4.2.4	Schicht 4: Tertiäre Sande.....	15
4.3	Baugrundbeurteilung und Klassifizierung der anstehenden Böden.....	16
4.3.1	Schicht 1: Auffüllungen .....	16
4.3.2	Schicht 2: Deckschichten .....	17
4.3.3	Schicht 3: Quartäre Kiese .....	18
4.3.4	Schicht 4: Tertiäre Sande.....	19
5	Bodenkenngrößen und Erdbebenwirkung.....	21
5.1	Bodenrechenwerte .....	21
5.2	Erdbebenwirkung.....	21
6	Hydrogeologische Verhältnisse .....	22
7	Folgerungen für die Baumaßnahme .....	23
7.1	Gründung Baukörper .....	23
7.2	Gründung neuer Verkehrsflächen.....	24
7.3	Gründung Rohrleitung .....	25
8	Baugruben und Wasserhaltung .....	26
8.1	Baugrube.....	26
8.2	Wasserhaltung.....	28
9	Weitere Hinweise zur Planung.....	29
9.1	Erdbau Allgemein .....	29
9.2	Baugrundabnahme .....	30
9.3	Isolierung u. Trockenhaltung.....	30
9.4	Wiederverwendbarkeit.....	30
9.5	Chemische Analytik der Böden mit Bewertung .....	31
9.6	Versickerung.....	32
9.7	Frostsicherheit.....	33
9.8	Beweissicherung .....	33
9.9	Sicherheitsmaßnahmen.....	33
9.10	Hinterfüllung .....	33
10	Schlussbemerkungen .....	34

### ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1.1:	Übersichtslageplan
Anlage 1.2:	Lageplan der Aufschlusspunkte
Anlage 2:	Geotechnische Profillängsschnitte (M.d.H. 1:50)
Anlage 3:	Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Rammdiagramme
Anlage 5:	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 6:	Chemische Laborversuche
Anlage 7:	Kampfmittelfreimessung der Aufschlusspunkte

### TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Erkundete Auffüllungen im Untersuchungsbereich
Tabelle 2:	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Auffüllungen
Tabelle 3:	Erkundete Deckschichten im Untersuchungsbereich
Tabelle 1:	Siebschlamm- und Siebanalysen Deckschichten
Tabelle 2:	Durchlässigkeit der Deckschichten
Tabelle 6:	Zustandsgrenzen der Deckschichten
Tabelle 3:	Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Deckschichten
Tabelle 4:	Erkundete quartäre Kiese in den Aufschlüssen
Tabelle 5:	Ergebnisse der chemischen Untersuchung der quartären Kiese
Tabelle 6:	Erkundete tertiäre Sande in den Bohrungen
Tabelle 11:	Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 1
Tabelle 12:	Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 2
Tabelle 13:	Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 3
Tabelle 14:	Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 4
Tabelle 15:	Charakteristische Bodenkenngrößen
Tabelle 7:	Grundwasserstände in den Aufschlüssen

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Vorgang und Veranlassung**

Der Markt Dinkelscherben plant ein neues Gewerbegebiet an der Dr.-Franz-Grabowski-Str. in Dinkelscherben.

Mit Datum vom 14.10.2015 wurden wir vom Bauherren auf Grundlage unseres Angebotes A1431.15 beauftragt, eine Baugrund- und Altlastenerkundung durchzuführen und in einem geotechnischen Bericht zu den Untergrund- und Grundwasserverhältnissen für die geplante Maßnahmen Stellung zu nehmen. Bestandteil der Untersuchungen ist auch, die erkundeten Böden auf chemische Verunreinigungen zu überprüfen. Zur Untersuchung der Untergrundverhältnisse wurden Bohrungen, Kleinbohrungen und Rammsondierungen durchgeführt.

### **1.2 Geplante Bauwerke und Bestand**

Bei dem ca. 61.000 m<sup>2</sup> großen Gelände handelt es sich um ein ehemaliges Betriebsgelände des Maschinenbaus auf dem sich drei Hallengebäude, verschiedenen Öltanks, ein Wohnhaus und eine Trafostation befinden. Die Freiflächen werden zum Teil als Lagerflächen genutzt. Der südwestliche Teil des Geländes ist bewaldet und wurde bereits auf Altlasten untersucht. Der östlichste Teil des Projektareals ist durch einen Zaun getrennt und wird noch landwirtschaftlich genutzt.

Nach den vorliegenden Planunterlagen [U2] sind zur Erschließung der Flächen neue befestigte Straßen geplant die im Süden an die Dr.-Franz-Grabowski-Str. angeschlossen sind und im westlichen Teil in einem Wendehammer enden. Neue Leitungen sollen in ca. 3 m Tiefe verlegt werden, genauere Planungen liegen uns zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor. Das bestehende Gelände fällt von Süden von ca. 463 mNN nach Norden auf ca. 460 mNN ab.

## 2 Verwendete Unterlagen

Für die Erstellung dieses Berichtes standen folgende Unterlagen / Angaben zur Verfügung:

- [U1] Angebotsaufforderung mit Lageplan mit Kennzeichnung der Öltanks und Lagerhallen, Markt Dinkelscherben, 16.07.2015
- [U2] Vorentwurf Bebauungsplan Ferum Gelände, Thielemann & Friderich Ing. Büro für Bauwesen, 16.09.2015
- [U3] Sparten- und Bestandspläne, Thielemann & Friderich Ing. Büro für Bauwesen, 30.10.2015
- [U4] GeoFachdatenAtlas (Bodeninformationssystem Bayern), Bayerisches Landesamt für Umwelt (www.bis.bayern.de)
- [U5] LfW-Merkblatt Nr. 3.8/1, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz und Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 31.10.2001.
- [U6] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen – Eckpunktepapier, Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und der Bayerische Industrieverband Steine und Erden e.V., 21.06.2001.

## 3 Feld- und Laboruntersuchungen

Zur Erkundung des Untergrundes wurden vom 24.11.2015 bis 29.12.2015 die folgenden Untersuchungen durchgeführt. In fünf Kleinrammbohrungen wurden Bodenluftproben entnommen.

### a) Aufschlussbohrungen

Art:	Rammkernbohrung, nach DIN EN 22475-1, Ø 180 mm
Anzahl:	3 Stück
Bezeichnung/Tiefe/Ansatzhöhe:	B 1 / 8,00 m / 462,32 mNN B 2 / 8,00 m / 460,26 mNN B 3 / 8,00 m / 460,34 mNN
Schichtenverzeichnisse:	siehe Anlage 3
Bohrprofile:	siehe Anlage 3
Ansatzpunkte:	siehe Anlage 1.2

## b) Kleinrammbohrungen

Art:	Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Ø 50-80 mm
Anzahl:	15 Stück
Bezeichnung/Tiefe/Ansatzhöhe:	RKS 1 / 2,0 m / 460,20 mNN Bodenluft RKS 2 / 2,0 m / 460,10 mNN Bodenluft RKS 3 / 2,0 m / 459,92 mNN Bodenluft RKS 4 / 2,0 m / 459,98 mNN RKS 5 / 2,0 m / 459,74 mNN Bodenluft RKS 6 / 2,0 m / 460,31 mNN Bodenluft RKS 7 / 2,0 m / 460,08 mNN RKS 8 / 2,0 m / 460,07 mNN RKS 9 / 2,0 m / 459,84 mNN RKS 10 / 2,0 m / 460,62 mNN RKS 11 / 2,0 m / 462,36 mNN RKS 12 / 3,0 m / 462,63 mNN RKS 13 / 3,0 m / 462,22 mNN RKS 14 / 3,0 m / 461,66 mNN RKS 15 / 3,0 m / 461,04 mNN
Schichtenverzeichnisse:	siehe Anlage 3
Bohrprofile:	siehe Anlage 3
Ansatzpunkte:	siehe Anlage 1.2

Das mit Hilfe der Aufschlussbohrungen gewonnene Bohrgut wurde im Feld nach DIN EN 14688-1 angesprochen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenansprache wurden aus definierten Teufenabschnitten insgesamt 95 Baugrundproben (62 x 1-L Becher/ 33 x 5-L Eimer) sowie eine Grundwasserprobe und 10 Bodenluftproben aus den Bohrungen und Kleinrammbohrungen entnommen.

### c) Sondierungen

#### Schwere Rammsondierungen (DPH)

Art:	Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN EN ISO 22476 Teil 2
Anzahl:	6 Stück
Bezeichnung/Tiefe/Ansatzhöhe:	DPH 1 / 7,6 m / 463,00 mNN DPH 2 / 7,4 m / 461,65 mNN DPH 3 / 6,4 m / 460,15 mNN DPH 4 / 7,1 m / 460,34 mNN DPH 5a / 0,6 m / 462,07 mNN Abbruch wg. Schiefstellung DPH 5 / 7,6 m / 462,07 mNN
Rammdiagramme:	siehe Anlage 4
Ansatzpunkte:	siehe Anlage 1.2

### d) Einmessen der Untersuchungspunkte

Die Ansatzpunkte der Bohrungen, Kleinrammbohrungen und Sondierungen wurden höhenmäßig durch uns eingemessen. Als Höhenbezug wurden die in Anlage 1.2 markierten Schachtdeckel herangezogen. Deren Höhe wurde aus [U3] entnommen.

### e) Durchgeführte bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen

An den insgesamt 95 entnommenen Bodenproben, einer Wasserprobe und 10 Bodenluftproben wurden nachfolgende bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen durchgeführt:

<b>Durchgeführte Versuche</b>	<b>Anzahl</b>
<u>Bodenmechanische Laborversuche</u>	
Bodenansprache DIN EN 14688-1:	95
Siebanalyse (Nasssiebung) nach DIN 18123:	1
Siebschlämmanalyse nach DIN 18123:	4
Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18121:	2
Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122:	2
Durchlässigkeiten nach BEYER:	4
 Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse:	 siehe Anlage 5

#### Chemische Laborversuche

Kohlenwasserstoffe MKW (Feinfraktion, Feststoff)	15
Schwermetalle SM 8 (Feinfraktion, Feststoff)	15
PAK (Gesamt-/Feinfraktion, Feststoff)	15
Betonangriff Wasser (DIN 4030)	1
LHKW & BTEX (Bodenluft)	5
Methan & H <sub>2</sub> S (Bodenluft)	5

Chemische Laborversuchsergebnisse: siehe Anlage 6

## **4 Ergebnisse der Untersuchungen und Baugrundbeurteilung**

### **4.1 Allgemeiner geologischer Überblick**

Das Baugebiet liegt nach [U4] im Bereich tertiärer Sedimente der Oberen Süßwassermolasse, die zum Teil von quartären Lösslehmen überlagert werden.

Die vorgenannte Schichtenfolge wurde mit den durchgeführten Baugrundaufschlüssen weitestgehend bestätigt. Quartäre Deckschichten wurden in allen Aufschlüssen erkundet. In den Bohrungen wurden zudem quartäre Schotter über den tertiären Sedimenten erkundet. Nachfolgend werden die bei der Baugrunderkundung angetroffenen Böden ihren bautechnischen Eigenschaften entsprechend zusammengefasst, beschrieben und beurteilt.

### **4.2 Schichtenfolge**

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen kann der lithologische Aufbau des Untergrundes im Untersuchungsgebiet wie folgt vereinfacht dargestellt werden:

- Schicht (1): Auffüllungen
- Schicht (2): Deckschichten
- Schicht (3): Quartäre Kiese
- Schicht (4): Tertiäre Sande

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die ausgeführten Aufschlussbohrungen nur punktförmig über den Baugrund und die Bodenklassen Aufschluss geben können. Der genaue Umfang mit Klassifizierungen ergibt sich erst im Zuge der Bauarbeiten. Daneben lassen sich allgemeine Schichtober- bzw. Schichtunterkanten nicht angeben, da die Schichtgrenzenverläufe unregelmäßig, entsprechend den Ablagerungsprozessen sind. Genauer lassen sich die Schichtgrenzen nur an den einzelnen Bohrprofilen bestimmen.

#### 4.2.1 Schicht 1: Auffüllungen

Auffüllungen wurden in allen Aufschlüssen erkundet. Bei einer Kleinbohrung (RKS 5) wurde zudem eine 0,3 m mächtige Mutterbodenüberdeckung festgestellt. Nachfolgender Tabelle können die in den Bohrungen und Kleinbohrungen ermittelten Unterkanten und Mächtigkeiten der Auffüllungen entnommen werden.

Tabelle 8: Erkundete Auffüllungen im Untersuchungsbereich

Aufschluss	UK Schicht 1 unter GOK ca. [m]	UK Schicht 1 unter GOK ca. [mNN]	Mächtigkeit ca. [m]
B 1	0,7	461,6	0,7
B 2	0,6	459,7	0,6
B 3	0,6	459,7	0,6
RKS 1	0,5	459,7	0,5
RKS 2	0,5	459,6	0,5
RKS 3	0,3	459,6	0,3
RKS 4	0,5	459,5	0,5
RKS 5	1,5	458,2	1,2
RKS 6	0,6	459,7	0,6
RKS 7	0,5	459,6	0,5
RKS 8	0,6	459,5	0,6
RKS 9	0,6	459,2	0,6
RKS 10	0,4	460,2	0,4
RKS 11	0,7	461,7	0,7
RKS 12	0,3	462,3	0,5
RKS 13	0,5	461,7	0,5
RKS 14	0,3	461,3	0,3
RKS 15	0,7	460,3	0,7

Bei den erbohrten Auffüllungen handelt es sich größtenteils um gebrochene Kalke in Form sandiger Kiese mit wechselndem Schluff- und Steinanteil. Zum Teil wurden auch Auffüllungen in Form von Sanden und Schluffen erbohrt. In geringem Umfang wurden anthropogene Beimengungen in Form von Ziegelresten erkundet. Nähere Einzelheiten zu den Auffüllungen können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 entnommen werden.

Die Auffüllungen sind nach DIN 18 130 in den nicht bindigen Bereichen mit geringem Feinkornanteil als sehr stark durchlässig bis stark durchlässig einzustufen.

Die sondiertechnische Überprüfung der Auffüllungen ergab überwiegend niedrige bis mittlere Eindringwiderstände, die auf lockere und lockere bis mitteldichte Lagerungsverhältnisse hinweisen.

Nur bei DPH 4 wurden die Auffüllungen im oberflächennahen Bereich (0-0,3 m u. Ansatzpunkt) mit Schlagzahlen  $N_{10} \geq 30$  in dichter Lagerung festgestellt.

Entsprechend der Beauftragung und Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die aufgefüllten Böden orientierend auf die Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle im Feststoff überprüft und die Ergebnisse nach dem LfW-Merkblatt [U5] und LVGBT (EPP) [U6] ausgewertet. Die Ergebnisse der chemischen Analysen aus der Schicht 1 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Auffüllungen

<b>Schicht 1: Auffüllungen</b> Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller Belastungswerte dieser Bodenschicht erfassen.						
Aufschluss	Probe / Entnahmetiefe m unter Ansatz	Schicht	Maßgeblicher Parameter	Konzentration maßgeblicher Parameter [mg/kg]	LVGBT (EPP) [U6]	Einstufung nach LfW- Merkblatt [U5]
B1	KP1 / 0,0-0,7	Auffüllungen	Nickel	17	Z 1.1	<HW1
B3	KP1 / 0,3-0,6	Auffüllungen	-	-	alle Z 0	<HW1
RKS 2	KP1 / 0,1-0,5	Auffüllungen	Zink	123	Z 1.1	<HW1
RKS 4	BP2 / 0,1-0,3	Auffüllungen	MKW	260	Z 1.1	>HW1
RKS 5	BP3 / 0,4-1,5	Auffüllungen	Nickel	19	Z 1.1	<HW1
			Quecksilber	0,11	Z 1.1	<HW1
			Zink	67	Z 1.1	<HW1
RKS 7	BP1 / 0,1-0,5	Auffüllungen	Nickel	18	Z 1.1	<HW1
RKS 9	KP1 / 0,0-0,6	Auffüllungen	Arsen	22	Z 1.1	>HW1
			Zink	86	Z 1.1	<HW1
RKS 10	BP1 / 0,0-0,4	Auffüllungen	Nickel	16	Z 1.1	<HW1
			Quecksilber	0,17	Z 1.1	<HW1
			Zink	73	Z 1.1	<HW1
RKS 11	BP3 / 0,6-0,7	Auffüllungen	MKW	580	Z 2	>HW1
			Nickel	17	Z 1.1	<HW1
RKS 14	BP1 / 0,0-0,3	Auffüllungen	-	-	alle Z 0	<HW1

Bei den Untersuchungen zur Bodenluft wiesen keine der untersuchten Bodenluftproben aus den fünf ausgewählten Kleinrammbohrungen Auffälligkeiten in den analysierten Parametern auf. Es wurden keine Überschreitungen der Hilfwerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 [U5] festgestellt.

#### 4.2.2 Schicht 2: Deckschichten

Mit den durchgeführten Aufschlüssen wurden Deckschichten unterhalb der Schicht 1 erkundet. Tabelle 10 ist eine Übersicht der Tiefe und Mächtigkeit der in den Aufschlüssen erkundeten Deckschichten im Untersuchungsbereich zu entnehmen.

Tabelle 10: Erkundete Deckschichten im Untersuchungsbereich

Aufschluss	OK Schicht 2 unter Ansatz ca. [m]	OK Schicht 2 unter Ansatz ca. [mNN]	UK Schicht 2 unter Ansatz ca. [m]	UK Schicht 2 unter Ansatz ca. [mNN]	Mächtigkeit ca. [m]
B 1	0,7	461,6	5,5	456,1	4,8
B 2	0,6	459,7	4,3	455,4	3,7
B 3	0,6	459,7	4,2	455,5	3,6
RKS 1	0,5	459,7	>2,0	n.e.	>1,5
RKS 2	0,5	459,6	>2,0	n.e.	>1,5
RKS 3	0,3	459,6	>2,0	n.e.	>1,7
RKS 4	0,5	459,5	>2,0	n.e.	>1,5
RKS 5	1,5	458,2	>2,0	n.e.	>0,5
RKS 6	0,6	459,7	>2,0	n.e.	>1,4
RKS 7	0,5	459,6	>2,0	n.e.	>1,5
RKS 8	0,6	459,5	>2,0	n.e.	>1,4
RKS 9	0,6	459,2	>2,0	n.e.	>1,4
RKS 10	0,4	460,2	>2,0	n.e.	>1,6
RKS 11	0,7	461,7	>2,0	n.e.	>1,3
RKS 12	0,3	462,3	>3,0	n.e.	>1,7
RKS 13	0,5	461,7	>3,0	n.e.	>1,5
RKS 14	0,3	461,3	>3,0	n.e.	>1,7
RKS 15	0,7	460,3	>3,0	n.e.	>1,3

n.e. = nicht erreicht

Die Deckschichten bestehen in den Aufschlüssen überwiegend aus Schluffen mit wechselndem Sand und Tongehalt und bindigen Sanden. Nähere Einzelheiten zu der Schicht 2 können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 entnommen werden.

Das Ergebnis der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 an vier Proben aus der Schicht 2 kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 11: Siebschlamm- und Siebanalysen Deckschichten

<b>Schicht 2: Deckschichten</b>					
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.					
Proben- bezeichnung	Tiefe m u. GOK	Feinstkornanteil Ø < 0,002 mm [Gew.-%]	Feinkornanteil Ø > 0,002 < 0,063 mm [Gew.-%]	Sandkornanteil Ø > 0,063 < 2 mm [Gew.-%]	Kieskornanteil Ø > 2 mm [Gew.-%]
B 1, KP 2	0,7-1,4	8,4	25,1	65,5	1,0
B 1, KP 6	2,7-3,3	-	32,5	66,5	1,0
B 2, KP 3	3,5-4,3	4,4	34,6	60,9	0,1
B 3, KP 2	3,0-3,5	5,1	40,1	54,4	0,4
RKS 12 BP 2	1,5-2,0	8,5	34,0	49,6	7,9

Aufgrund von Erfahrungswerten weisen die Durchlässigkeiten der Deckschichten Werte von  $k \cdot 10^{-5}$  bis  $< 1 \cdot 10^{-7}$  m/s auf. Sie sind damit nach DIN 18130 als durchlässig bis sehr schwach durchlässig. Eine Abschätzung der Durchlässigkeiten anhand der Korngrößenanalyse nach dem Verfahren von BEYER kann für die untersuchten Proben der Tabelle 12 entnommen werden. In Bereichen mit geringerem Feinkornanteil ist auch mit höheren Durchlässigkeiten, als die aus der Kornverteilungskurve ermittelten, zu rechnen. Für eine genaue Bestimmung der Durchlässigkeiten sind im Einzelfall in-situ Versuche durchzuführen.

Tabelle 12: Durchlässigkeit der Deckschichten

<b>Schicht 2: Deckschichten</b>		
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.		
Bezeichnung Probe	Tiefe m u. GOK	Durchlässigkeiten ca. k [m/s]
B 1, KP 2	0,7-1,4	$5 \times 10^{-8}$
B 1, KP 6	2,7-3,3	$2 \times 10^{-7}$
B 2, KP 3	3,5-4,3	$5 \times 10^{-7}$
B 3, KP 2	3,0-3,5	$2 \times 10^{-7}$

Nachfolgender Tabelle 13 können die im Labor nach DIN 18 122 ermittelten Zustandsgrenzen für zwei untersuchte Bodenproben der Schicht 2 entnommen werden.

Tabelle 13: Zustandsgrenzen der Deckschichten

<b>Schicht 2: Deckschichten</b> Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.						
Proben- bezeichnung	Tiefe [m u. GOK]	W <sub>p</sub> [%]	w <sub>L</sub> [%]	I <sub>c</sub> [-]	Konsistenz DIN 18122	Bodengruppe DIN 18196
B 3, KP 2	3,0-3,5	18,56	25,23	0,47	breiig-weich*	SU-ST
RKS 12, BP2	1,5-2,0	13,75	26,46	0,46	breiig*	ST

\* Wegen des hohen Sandgehalts in den untersuchten Proben kommt es bei der Fließgrenzen-bestimmung nach DIN 18 122 zu einer Unterschätzung der Konsistenz. Daher wurden die im Feld angesprochenen Konsistenzen zur Beurteilung des Baugrundes angesetzt.

Die sondiertechnische Überprüfung der Schicht 2 mit der schweren Rammsonde (DPH) ergab überwiegend geringe Eindringwiderstände, die die im an frischen Proben im Feld angesprochene weiche und weich bis steife Konsistenz der Deckschichten bestätigt bzw. auf lockere Lagerung der nichtbindigen Bereiche hinweist. Zum Teil wurden im Feld auch steife bis halbfeste Konsistenzen in den Deckschichten angesprochen.

Entsprechend der Beauftragung und Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die Böden unter den Auffüllungen orientierend auf die Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle im Feststoff überprüft und die Ergebnisse nach dem LfW-Merkblatt [U5] und LVGBT (EPP) [U6] ausgewertet. Die Ergebnisse der chemischen Analysen aus der Schicht 2 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 14: Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Deckschichten

<b>Schicht 2: Deckschichten</b> Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller Belastungswerte dieser Bodenschicht erfassen.						
Aufschluss	Probe / Entnahmetiefe m unter Ansatz	Schicht	Maßgeblicher Parameter	Konzentration maßgeblicher Parameter [mg/kg]	LVGBT (EPP) [U6]	Einstufung nach LfW- Merkblatt [U5]
RKS 3	BP4 / 0,5-1,5	Deckschichten	-	-	alle Z 0	<HW1
RKS 8	BP1 / 0,6-1,5	Deckschichten	-	-	alle Z 0	<HW1
RKS 12	KP1 / 0,3-1,5	Deckschichten	Nickel	18	Z 1.1	<HW1
RKS 13	KP3 / 1,0-3,0	Deckschichten	-	-	alle Z 0	<HW1

### 4.2.3 Schicht 3: Quartäre Kiese

Die Quartäre Kiese wurden aufgrund ihrer Tiefenlage nur in den Bohrungen festgestellt. Mit den Kleinrammbohrungen wurden die quartären Kiese nicht erreicht. Der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht der Ober- und Unterkanten der in den Bohraufschlüssen erkundeten quartären Kiese im Untersuchungsbereich zu entnehmen.

Tabelle 15: Erkundete quartäre Kiese in den Aufschlüssen

Aufschluss	OK Schicht 3 unter Ansatz ca. [m]	OK Schicht 3 unter Ansatz ca. [mNN]	UK Schicht 3 unter Ansatz ca. [m]	UK Schicht 3 unter Ansatz ca. [mNN]	Mächtigkeit ca. [m]
B1	5,5	456,8	>8,0	n.e.	>2,5
B2	4,3	456,0	4,7	455,6	0,4
B3	4,2	456,1	5,2	455,1	1,0

n.e. = nicht erreicht

Die Böden wurden in den Bohrungen als schwach schluffige, sandige bis stark sandige Kiese angesprochen. In B2 wurden diese nur in geringer und in B1 größerer Mächtigkeit erkundet. Nähere Einzelheiten zu den quartären Kiesen können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 entnommen werden.

Die quartären Kiese sind nach DIN 18130 je nach Feinkornanteil überwiegend als durchlässig bis stark durchlässig einzustufen. Bei den quartären Kiesen ist die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagrechter Richtung größer als in lotrechter. Für eine genaue Bestimmung der Durchlässigkeiten sind im Einzelfall in-situ Versuche durchzuführen.

Die sondiertechnische Überprüfung der Schicht 3 mit der schweren Rammsonde ergab meist mittlere Eindringwiderstände, die auf mitteldichte und zum Teil mitteldichte bis dichte Lagerungsverhältnisse hinweisen.

Entsprechend der Beauftragung und Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die Böden orientierend auf die Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle im Feststoff überprüft und die Ergebnisse nach dem LfW-Merkblatt [U5] und LVGBT (EPP) [U6] ausgewertet. Die Ergebnisse der chemischen Analysen aus der Schicht 3 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 16: Ergebnisse der chemischen Untersuchung der quartären Kiese

<b>Schicht 3: quartären Kiese</b>						
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller Belastungswerte dieser Bodenschicht erfassen.						
Aufschluss	Probe / Entnahmetiefe m unter Ansatz	Schicht	Maßgeblicher Parameter	Konzentration maßgeblicher Parameter  [mg/kg]	LVGBT (EPP) [U6]	Einstufung nach LfW- Merkblatt [U5]
B2	KP4 / 4,3-4,7	quartäre Kiese	Arsen	37	Z 1.1	>HW1

#### 4.2.4 Schicht 4: Tertiäre Sande

Die tertiären Sande wurden in den Bohrungen B2 und B3 unterhalb der Schicht 3 jeweils bis zur Endteufe erkundet. In B1 wurden die tertiären Sande nicht erreicht. Der nachfolgenden Tabelle 17 ist eine Übersicht der Ober- und Unterkanten der in den Bohraufschlüssen erkundeten tertiären Sande im Untersuchungsbereich zu entnehmen.

Tabelle 17: Erkundete tertiäre Sande in den Bohrungen

Bohrung	OK Schicht 4 unter Ansatz ca. [m]	OK Schicht 4 unter Ansatz ca. [mNN]	UK Schicht 4 unter Ansatz ca. [m]	UK Schicht 4 unter Ansatz ca. [mNN]	Mächtigkeit ca. [m]
B 2	4,7	455,6	-	n.e.	>3,3
B 3	5,2	455,1	-	n.e.	>2,8

n.e. = nicht erreicht

Die Schicht 4 wurde in den vorliegenden Aufschlüssen als schwach schluffiger bis schluffiger Sand angetroffen. Nähere Einzelheiten zu den tertiären Sanden können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 entnommen werden.

Die tertiären Sande sind nach DIN 18130 je nach Feinkornanteil überwiegend als durchlässig bis schwach durchlässig einzustufen. Mögliche bindige Zwischenlagen sind als schwach und sehr schwach durchlässig einzustufen. Bei den tertiären Sanden ist die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagrechter Richtung größer als in lotrechter. Für eine genaue Bestimmung der Durchlässigkeiten sind im Einzelfall in-situ Versuche durchzuführen.

Die sondiertechnische Überprüfung der Schicht 4 mit der Schweren Rammsonde (DPH) ergab an der Oberfläche dieser Schicht mittlere Eindringwiderstände was einer mitteldichten Lagerung entspricht und ab ca. 6 bis 7 m unter Ansatzpunkt hohe Eindringwiderstände die auf eine dichte Lagerung hindeuten.

### **4.3 Baugrundbeurteilung und Klassifizierung der anstehenden Böden**

Entsprechend den in Kapitel 4.2 beschriebenen Bodenschichtungen können aufgrund der ausgeführten Untersuchungen und der örtlichen Erfahrungen die einzelnen zu erwartenden Bodenarten und ihre Eigenschaften wie folgt beschrieben, klassifiziert und in tabellarischer Form beurteilt werden. Eine genaue schichtbezogene Abgrenzung der einzelnen Bodengruppen und Bodenklassen ist wegen der nur punktuellen Aufschlüsse, der heterogenen Zusammensetzung der Lockergesteine und des ausgeprägten Reliefs der Schichtgrenzflächen nur bedingt möglich.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die ausgeführten Aufschlussbohrungen nur punktförmig über den Baugrund und die Bodenklassen Aufschluss geben können. Der genaue Umfang mit Klassifizierungen ergibt sich erst im Zuge der Bauarbeiten.

Allgemein ist auf die große Wechselhaftigkeit und häufig enge Wechselfolge der unterschiedlich kornabgestuften Böden hinzuweisen. Bautechnisch wesentlich sind dabei vor allem die häufig auf enge Distanz wechselnden unterschiedlichen Tragfähigkeiten der Böden mit z. T. auch möglichen tieferreichenden Locker- und stärker kompressiblen Schwächezonen.

Zur Festlegung von Homogenbereichen wird eine enge Abstimmung zwischen Planung, Bauherr und Geotechnikum nach Vorliegen der Ausführungsdetails im Rahmen der Erstellung einer Ausschreibungsunterlage empfohlen.

#### **4.3.1 Schicht 1: Auffüllungen**

Bei den erbohrten Auffüllungen handelt es sich größtenteils um gebrochene Kalke in Form sandiger Kiese mit wechselndem Schluff- und Steinanteil. Zum Teil wurden auch Auffüllungen in Form von Sanden und Schluffen erbohrt. In der Regel sind Auffüllungen aufgrund ihrer Heterogenität nicht zum Abtrag von Lasten geeignet. Nichtbindige und kiesige Auffüllungen sind in der Regel gut zu verdichten. Die Auffüllungen verfügen aufgrund ihrer Zusammensetzung über ein weites Spektrum an Durchlässigkeitsbeiwerten.

Die Rammbarkeit variiert gemäß den Aufzeichnungen während der Bohrarbeiten. Grobeinlagerungen sind im Zuge unserer Untersuchungen in Form von Bohr- und Rammhindernissen nicht festgestellt worden, mit letzter Sicherheit können sie jedoch nicht ausgeschlossen werden. Zum Teil wurden steinige Nebenbestandteile festgestellt. Durch Rammhindernisse können Erschwernisse auftreten, welche rammunterstützende Maßnahmen sowie Austauschbohrungen bzw. das Verschieben von z.B. Spundwandtrassen erforderlich machen können.

Tabelle 18: Tabellarische Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 1

Schicht 1: Auffüllungen	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	Vergleichbar mit GU, GU*, SU, SU*, UL, UM, ggf. auch TL, TM (Einlagerungen aus Fremdbestandteilen, z.B. Ziegelreste) Generell sind die Auffüllungen stark inhomogen und nach DIN 18196 nur eingeschränkt zuordenbar.
Lagerungsdichte / Konsistenz	locker bis mitteldicht, lokal dicht / steif
Bodenklassen (DIN 18300)	Vergleichbar mit 3; 4 lokal bei Steinanteilen über 30 % auch 5 Aufgrund des meist heterogenen Charakters von Auffüllungen können Bodenklassen nur bedingt angegeben werden
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	Vergleichbar mit BN1, BN2, lokal auch Klasse BS1 möglich, BB1, BB2: Aufgrund des meist heterogenen Charakters von Auffüllungen können Bodenklassen nur bedingt angegeben werden
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	gering bis groß, lokal in Bereichen mit Grobeinlagerungen auch sehr groß bis nicht mehr rammbaar möglich
Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte k	durchlässig bis schwach durchlässig, $k = 1 \cdot 10^{-2}$ bis $< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	sehr groß bis gering bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 09	überwiegend F2, F3
Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	gering bis groß
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	gering bis mittel
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	vernachlässigbar klein bis groß bis mittel
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	nur bedingt geeignet
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV A-StB 97 und Verdichtungsfähigkeit	V1; V2; V3
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	wegen zu erwartender großer, ungleichmäßiger Setzungen und Gefahr von Sackungen nicht geeignet

#### 4.3.2 Schicht 2: Deckschichten

Die Deckschichten bestehen in den Aufschlüssen überwiegend aus Schluffen mit wechselndem Sand und Tongehalt und bindigen Sanden. Diese Böden sind bei den festgestellten weichen und weichen bis steifen Konsistenzen unter Last kompressibel und für die Abtragung von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Deckschichten in mindestens steifer Konsistenz stellen einen gering bis mittel scherfesten, mäßig bis stark kompressiblen und mäßig bis gering tragfähigen Untergrund dar.

Deckschichten mit geringeren bindigen Anteilen sind unter Wassereinfluss fließ- und erosionsempfindlich. Nichtbindige Deckschichten mit geringem Feinkornanteil sind in der Regel mäßig bis gut zu verdichten.

Tabelle 19: Tabellarische Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 2

Schicht 2: Deckschichten	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	SU*, UL, UM, UA, TL, TM, GU*
Konsistenz / Lagerungsdichte	meist weich, teilweise weich bis steif, steif, steif bis halbfest
Bodenklassen (DIN 18300)	3; 4, (unter Wassereinfluss auch 2)
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	BN1, BN2, BB2, lokal auch BB3 möglich
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte k	durchlässig bis sehr schwach durchlässig, $k = 1 \cdot 10^{-4}$ bis $< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	mittel bis sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 09	überwiegend F3
Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	sehr groß, meist gering
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	mittel, unter Wassereinfluss sehr gering, bei Wassersättigung auch Neigung zum fließen
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	vernachlässigbar klein, meist groß
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	nicht geeignet
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV A-StB 97 und Verdichtungsfähigkeit	V3, V2, untergeordnet V1
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	wegen zu erwartender großer Setzungen im anstehenden Zustand nur bedingt geeignet

### 4.3.3 Schicht 3: Quartäre Kiese

Die Kiessande weisen überwiegend mitteldichte Lagerungsverhältnisse auf. Sie sind damit erfahrungsgemäß scherfest, gering bis mittel kompressibel und tragfähig. Diese Böden sind zur Abtragung der Bauwerkslasten grundsätzlich geeignet.

Nicht auszuschließende bindige Zwischenlagen wie auch Rollkieslagen innerhalb der quartären Kiessande sind zur Abtragung der Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Die quartären Kiessande sind, abgesehen von stärker schluffigen Partien, in der Regel gut zu verdichten.

Die quartären Kiese zeigen ablagerungsbedingt meist eine gebänderte Struktur mit erfahrungsgemäß des Öfteren auftretenden Rollkieslagen und Steineinlagerungen. Ebenso können stark sandige Schichten, lehmige Kiespartien und Schlufflinsen angetroffen werden. Bei den gewachsenen quartären Kiesen ist die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagrechter Richtung größer als in lotrechter. Im Bereich von Rollkieslagen sind auch noch höhere Durchlässigkeiten, als die anhand der Kornverteilung abgeschätzten, zu erwarten. Für eine genaue Bestimmung der Durchlässigkeiten sind im Einzelfall in-situ Versuche durchzuführen.

Bei nicht auszuschließenden Einlagerungen von Steinen und Blöcken insbesondere im Schichtwechselbereich sowie diagenetisch verfestigten Zonen, können Rammhindernisse auftreten, so dass rammunterstützende Maßnahmen sowie Austauschbohrungen bzw. das Verschieben von z.B. Spundwandtrassen erforderlich werden können.

Tabelle 20: Tabellarische Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 3

Schicht 3: Quartäre Kiese	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	GU, GU* ggf. GW, GI, GE (Bei linsenförmigen Einlagerungen aus Sand-, Schluff- und Ton auch SU, ST, SU*, ST*, UL, UM, TL, TM möglich)
Lagerungsdichte	mitteldicht, zum Teil dicht
Bodenklassen (DIN 18300)	3; 4 (lokal bei Steinanteilen über 30 % auch 5), bei Verfestigungen auch Klasse 6 und 7
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	BN1, BN2, bei bindigen Einlagerungen auch BB2, lokal Zusatzklasse BS1: Steine bis 200 mm max. 30 % Massenanteil möglich, bei Verfestigungen (z.B. Nagelfluh) FD 1 bis FD3
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	groß bis sehr groß, lokal in Bereichen mit erhöhtem Steinanteil und Verfestigungen auch Rammhindernisse möglich
Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte k	durchlässig bis stark durchlässig $k = 1 \cdot 10^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, in Rollkieslagen $k > 5 \cdot 10^{-2}$ m/s
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	gering bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	überwiegend F2, F 3
Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	gering bis groß
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	im teilgesättigten Zustand mittel bis groß, bei Sättigung und Austrocknung gering, Rollkieslagen sehr gering
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	mittel bis gering
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	als Erdbaustoff mit definierten Qualitätsanforderungen wiederverwendbar
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 97 und Verdichtungsfähigkeit	V1, V2
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	nach Verdichtung in der Regel geeignet

#### 4.3.4 Schicht 4: Tertiäre Sande

Die tertiären Sande weisen mitteldichte Lagerung und ab ca. 6 bis 7 m unter Ansatzpunkt dichte Lagerung auf. Schicht 4 ist generell zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Nicht auszuschließende bindige Zwischenlagen wie auch gleichkörnige Sande innerhalb der tertiären Sande sind zur Abtragung der Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Die tertiären Sande sind, abgesehen von stärker schluffigen Partien, in der Regel mäßig bis gut zu verdichten.

In den tertiären Sanden können lehmige Partien und Schlufflinsen sowie organogene Zonen angetroffen werden. Bei den tertiären Sanden ist die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagerechter Richtung größer als in lotrechter. Sande mit geringeren bindigen Anteilen sind unter Wassereinfluss fließ- und erosionsempfindlich. Im Bereich von gleichkörnigen Sanden sind auch noch höhere Durchlässigkeiten als die anhand der Kornverteilung abgeschätzten zu erwarten.

Bei nicht auszuschließenden Einlagerungen von Steinen und Blöcken insbesondere im Schichtwechselbereich sowie diagenetisch verfestigten Zonen können Rammhindernisse auftreten, so dass rammunterstützende Maßnahmen sowie Austauschbohrungen bzw. das Verschieben von z.B. Spundwandtrassen erforderlich werden können.

Tabelle 21: Tabellarische Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 4

Schicht 4: Tertiäre Sande	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	SU, SU* (SW, SE, SI möglich)
Lagerungsdichte	mitteldicht, in größerer Tiefe (ab 6-7 m u. Ansatz) auch dicht
Bodenklassen (DIN 18300)	3, 4 (unter Wassereinfluss auch 2)
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	BN 1, BN 2, bei Verfestigungen FV 2, FV 3, FD1 bis FD 2
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	groß bis sehr groß
Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte k	schwach durchlässig bis durchlässig $k = 1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	groß bis gering bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	F2, F3
Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	groß bis sehr groß
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	meist gering, bei Wassersättigung auch Neigung zum Fließen
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	vernachlässigbar klein bis gering bis mittel
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	eingeschränkt in Abhängigkeit des Feinkorngehalts
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 97 und Verdichtungsfähigkeit	V1, V2
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	im natürlichen Lagerungszustand und nach Verdichtung in der Regel geeignet bis gut geeignet

## 5 Bodenkenngrößen und Erdbebenwirkung

### 5.1 Bodenrechenwerte

Auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse, den Ergebnissen der Laborversuche, nach DIN 1055 und Erfahrungen mit vergleichbaren Böden, können nachfolgend die in Tabelle 17 zusammengefassten charakteristischen Bodenkenngrößen für die beschriebenen Hauptbodenarten angesetzt werden. Die Werte gelten für ungestörte Lagerungsverhältnisse ohne baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen. Im Regelfall kann mit Mittelwerten gerechnet werden. Um einen Überblick über die Schwankungsbreite der wahrscheinlichen Setzungen und über mögliche Setzungsunterschiede zu erlangen, sollten Setzungsberechnungen grundsätzlich mit beiden Grenzwerten der angegebenen Bodenkenngrößen durchgeführt werden. In kritischen Fällen sollten die jeweils ungünstigsten Werte für Berechnungen herangezogen werden.

Tabelle 22: Charakteristische Bodenkenngrößen

Schicht	Wichte		Reibung cal $\varphi'$ [ ° ]	Kohäsion		Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
	cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cal $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]		cal.c' [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_u$	
(1) Auffüllungen* Kiese, locker	18-22 *	8-12 *	27-35 *	0-5,0 *	-	*,**
(2) Deckschichten	15-19 i.M. 17	5-9 i.M. 7	22-25 i.M. 25	2-10 **	20-40 **	1-7 **
(3) Quartäre Kiese, mitteldicht	20-22 i.M. 21	10-12 i.M. 11	32-37 i.M. 35	0 - 2 i.M. 0	-	60-100 i.M. 70
(5) Tertiäre Sande, geringer Feinkornanteil mitteldicht-dicht	19-21 i.M. 20	9-11 i.M. 10	30-35 i.M. 31	0-5 i.M. 2	-	40 - 100 i.M. 60

\* Gründungen in Auffüllungen sind nur möglich, wenn ihre Zusammensetzung und Homogenität durch detaillierte Untersuchungen belegt ist, eine ausreichend hohe Lagerungsdichte besteht und Fremdeinschlüsse, die Sackungen verursachen können, ausgeschlossen sind. Daher wird Auffüllungen kein Steifemodul zugeordnet.

\*\*je nach örtlicher Ausbildung und Konsistenz

### 5.2 Erdbebenwirkung

Nach DIN 4149 liegt der Untersuchungsbereich in keiner Erdbebenzone. Da die Gefährdung durch Erdbeben in diesem Bereich gering ist, kann dort nach DIN 4149 auf den Ansatz einer Beschleunigung verzichtet werden.

## 6 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Untersuchungsgebiet bilden die quartären Kiese das obere Grundwasserstockwerk. Eine grundwasserhemmende Schicht zu den tertiären Sanden wurde nicht aufgeschlossen. Zum Teil wurde das Grundwasser in gespannten Verhältnissen angetroffen und stieg nach dem Anbohren bis in die Deckschichten auf.

In den Bohrungen und Kleinbohrungen wurden die in Tabelle 23 zusammengefassten Grundwasserstände festgestellt. In den Kleinrammbohrungen wurde nur in RKS 5 und RKS 9 Grundwasser angetroffen. Bei den übrigen Kleinrammbohrungen wurde aufgrund der Aufschlusstiefen kein Grundwasser angetroffen.

Tabelle 23: Grundwasserstände in den Aufschlüssen

Aufschluss- Bez.:	1.GW angebohrt [m u. GOK]	1.GW eingespiegelt		Datum
		[m u. GOK]	[mNN]	
B 1	4,5	4,53	457,79	24.11.2015
B 2	4,3	2,91	457,35	24.11.2015
B 3	4,3	2,67	457,67	24.11.2015
RKS 5	2,0	1,98	457,76	04.12.2015
RKS 9	2,0	2,00	457,84	19.11.2015

[U3] sind Grundwasserstände von ca. 457-458 mNN zu entnehmen. Diese aus [U3] entnommenen Grundwasserstände können im Allgemeinen als erhöhte mittlere Grundwasserstände angesehen werden. Die in den Bohrungen angetroffenen Grundwasserstände liegen in etwa im Bereich dieses Wasserstands.

Derzeit liegen uns keine längerfristigen Grundwasserbeobachtungen vor, sodass nicht zuverlässig auf mittlere sowie höchste Grundwasserstände geschlossen werden kann. Es ist nicht auszuschließen, dass das Grundwasser unter den gegebenen Verhältnissen und gerade bei Starkniederschlagsereignissen im quartären Grundwasserleiter bis in die Nähe der Geländeoberkante ansteigt. Außerdem ist unklar in wiefern die Grundwasserstände von der in der Nähe fließenden Zusam beeinflusst werden. Wir empfehlen deshalb für die Bemessung von einem Grundwasserstand auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante der tiefer liegenden Bereiche (ca. 460mNN) auszugehen.

Grundsätzlich unterliegen die Grundwasserstände nicht nur den jahreszeitlich und niederschlagsbedingten Schwankungen, sondern auch großräumigen, natürlichen Veränderungen. Außerdem treten anthropogen verursachte Einflüsse auf, so dass in Abhängigkeit davon je nach Jahreszeit und Niederschlag längerfristig auch höhere, andererseits aber auch niedrigere

Grundwasserstände zu erwarten sind. Zu berücksichtigen ist bei der Festlegung der Bemessungswasserstände weiter, dass es im Zusammenhang mit den jüngsten Hochwasserereignissen an Lech, Wertach und Donau auch zu Überschreitungen der bisher bekannten Höchstgrundwasserstände gekommen ist. Generell lassen sich genauere Angaben zu den Grundwasserständen und zu den Grundwasserschwankungen im Baugrund nur über langfristige Grundwasserbeobachtungen gewinnen.

Die Untersuchungsergebnisse einer Grundwasserprobe aus der Bohrung B2 aus dem quartären Grundwasser auf Betonaggressivität (DIN 4030) sind als nicht betonangreifend einzustufen.

## **7 Folgerungen für die Baumaßnahme**

### **7.1 Gründung Baukörper**

Nähere Angaben zu Gründungen von Baukörpern liegen derzeit noch nicht vor. Bei üblicherweise einfacher Unterkellerung oder Bauweisen ohne Keller dürften die Gründungskoten in den Böden der Schichten 1 und 2 zu liegen kommen. Die Schichten 1 und 2 sind aufgrund der verbreitet angetroffenen weichen Konsistenz und lockeren Lagerung für den Abtragung von Bauwerkslasten nur bedingt bis nicht geeignet. Eine sichere und verformungsarme Gründung von Baukörpern wäre erst in den Böden der Schicht 3 möglich. Sind Gründungen in den Böden der Schicht 2 geplant ist mit zusätzlichen Maßnahmen für z.B. Bodenverbesserung und Bodenaustausch zu rechnen. Wir empfehlen in jedem Fall die Gründung von Baukörpern im Projektareal gesondert zu betrachten und eine objektbezogene ergänzende Erkundung für die Gründung von Baukörpern vorzunehmen.

Innerhalb der Schicht 3 kann unter Zugrundelegung der Bodenbeschaffenheit auf einer Sohlplatte gegründet werden. Die erforderliche Abtragung der Bauwerks- und Verkehrslasten dürfte zu einer bewehrten, statisch wirksamen Bodenplatte führen. Voraussetzung hierfür ist eine geringstmögliche Störung bzw. Auflockerung der Gründungsböden, wie dies durch eine nur kurzfristige abschnittsweise Freilegung der Baugrubensohle und einen schonenden Aushub (z.B. rückschreitender Aushub) sowie durch Nachverdichtung der Baugrubensohle erreicht werden kann.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegen uns noch keine Lastangaben vor. Wir schätzen auf der Basis von Erfahrungen mit vergleichbaren Untergrundverhältnissen und Gründung in Schicht 3 grob Verformungsmaße je nach Untergrundprofil und Belastung in einer Größenordnung von ca. 1 - 3 cm, ggf. und je nach Belastung auch darüber ab. Aufgrund des dann überwiegend nicht bindigen Charakters der Gründungsböden dürften die Setzungen nach einem kürzeren Zeitraum abgeklungen sein.

Zur Vermeidung von Rissbildungen infolge unterschiedlicher Baugrundverformungen sind Bewegungsfugen mit ausreichender baustatisch nachgewiesener Fugenbreite zwischen unterschiedlich hoch belasteten sowie unterschiedlich gegründeten Baukörpern vorzusehen.

Dort, wo unterschiedliche Gründungstiefen vorliegen, sind die Fundamente entsprechend abzutrepfen. Abtreppungen sind nicht steiler als 35° gegen die Horizontale zu wählen. Anderenfalls ist der Lasteinfluss aus höher liegenden Fundamenten auf tiefer liegende Fundamente zu berücksichtigen.

Sämtliche Aushubsohlen sind intensiv mit geeignetem Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

## 7.2 Gründung neuer Verkehrsflächen

Gemäß ZTV E-StB [U8] ist bei frostempfindlichem Untergrund bzw. Unterbau auf dem Planum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erforderlich. Es ist davon auszugehen, dass auf der Oberfläche der Deckschichten (Schicht 2) dieser Mindestverformungsmodul nicht ohne weitere Maßnahmen erreicht werden kann. Die ZTV E-Stb sieht für Baumaßnahmen auf wenig tragfähigem Grund verschiedene Bauverfahren zur Verbesserung des Untergrundes vor. Unter den vorliegenden Bedingungen empfehlen wir einen Bodenteilaustausch mit geeignetem, gut verdichtetem Ersatzmaterial wie z. B. kornabgestuftem Kiessand (z.B. Bodengruppe GW der DIN 18196) durchzuführen. Als technisch geeignetes Verfahren wird dafür vorliegend die Gründung auf einem Bodenaustauschpolster mit geotextiler Trennlage zu den anstehenden Böden empfohlen. Allgemein sollten die Bodenaustauschdicken planungsgemäß ca. 0,5 m nicht unterschreiten und eine seitliche Verbreiterung von 45° aufweisen. Die endgültige Mächtigkeit kann bauseits mit Aufnahme der Erdarbeiten anhand von Einbauversuchen (Lastplattendruckversuche) zweckmäßig unter Einschaltung eines Baugrundsachverständigen optimiert werden. Für das Geotextil wird die Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 empfohlen. Darüber hinaus sollte das Planum durch einen Sachverständigen für Geotechnik abgenommen werden um ggf. über einen tiefer reichenden Bodenaustausch zu entscheiden. Der Einbau und das Verdichten von Bodenaustauschmaterial sollte im trockenen Zustand erfolgen. In einigen Teilen des Projektareals wäre je nach Gradientenlage und einem Belassen der vorhandenen Auffüllungen auch eine Gründung auf den vorhandenen Auffüllungen denkbar. Es ist davon auszugehen, dass auf der Oberfläche der Auffüllungen mit geringem bis mittlerem Feinkornanteil das Mindestverformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nach Nachverdichtung erreicht werden kann.

Mit der Gründungslösung auf Bodenaustauschpolster ist erfahrungsgemäß eine kostengünstige Erstellung von Straßenbauvorhaben möglich. Aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse mit tiefreichenden teilweise weichen bindigen Böden können mit diesem Aufbau langfristige Setzungen jedoch nicht gänzlich vermieden werden. Gerade auch wegen des bindigen Charakters eines Teils der Böden im Gründungshorizont ist mit länger anhaltenden Setzungen zu rechnen (Abbau von Porenwasserüberdrücken).

Bei der Festlegung des frostsicheren Oberbaus kann auf die Standardbauweisen nach RStO 12 zurückgegriffen werden. Die endgültige Gesamtdicke des Oberbaus kann in Anlehnung an die

RStO, Fassung 2012 durch die Mehr- oder Minderdicken des frostsicheren Oberbaus infolge örtlicher Verhältnisse bestimmt werden.

### 7.3 Gründung Rohrleitung

Die Gründung von Rohrleitungen kann in Anlehnung an die Vorschriften und Empfehlungen der DIN 1610, Verlegung u. Prüfung von Abwasserleitungen, vorgenommen werden. In allen Fällen ist auf eine stabile Bettung zu achten.

Nähere Angaben zu den Gründungssohlen der Kanäle liegen derzeit noch nicht vor. Bei der Annahme von Unterkanten der Kanalleitungen und Schächte von ca. 3 m unter GOK werden die Sohlen der Kanalleitungen und Schächte innerhalb der Deckschichten erwartet. Bei einer Gründung der Rohrleitungen in den verbreitet weichen Böden der Deckschichten (Schicht 2) wären für eine sichere und verformungsarme Gründung diese gering tragfähigen Böden auszutauschen. Wir empfehlen für diese Bereiche zu prüfen, ob hier der vollständige Austausch der weichen Schichten im Kanalauflegerbereich wirtschaftlich vertretbar ist. Andernfalls wäre die Ausführung von Bodenaustausch, Betonauflegern, die ggf. durch eine bewehrte Bodenplatte zu verstärken sind, zu empfehlen. Im Übergangsbereich von tragfähigen Böden zu den weichen Böden empfehlen wir einen Bodenaustausch vorzunehmen, um möglichst gleichmäßige Bettungsbedingungen für das Rohraufleger zu schaffen. Der Bodenaustausch sollte aus wirtschaftlichen Gründen jedoch auf maximal etwa 1 m begrenzt werden. Die Böden der Schicht 2 sind zudem witterungsempfindlich und neigen bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung zum Aufweichen. Die Grabensohle ist daher nach dem Freilegen möglichst rasch zu überbauen und es ist stets auf eine geordnete Wasserhaltung zu achten. Auf eine intensive Nachverdichtung der Aushubsohle mit Prüfung wird dabei hingewiesen.

Für die Verlegung von Rohrleitungen ist eine ungestörte Aushubsohle von wesentlicher Bedeutung. Es ist deshalb unter allen Umständen dafür Sorge zu tragen, dass die Auflagesohle bei den Aushubarbeiten (z.B. durch Wassereinfluss oder gerätebedingt) nicht gestört wird. Für den Fall, dass die Sohle doch gestört wurde, ist der gestörte Bereich je nach Eindringtiefe der Störung zu entfernen und eine mind. 0,3 m dicke, verdichtete Bodenaustauschschicht einzubauen.

Als Bodenaustauschmaterial eignen sich z.B. kornabgestufte und feinkornarme Kiese der Bodengruppen GU / GW, welche in Lagen von nicht über 30 cm unter intensiver Verdichtung einzubauen sind. Bei der Verwendung von gebrochenem Material ist das Größtkorn an die zum Einsatz vorgesehenen Verdichtungsgeräte anzupassen und sollte in jedem Fall 63 mm nicht überschreiten. Die Vorschriften zum Größtkorn der Rohrbettung sind zu beachten. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 60° gegen die Horizontale vorgenommen werden, wobei der Austauschboden in ein zugfestes und zugleich Kornfilterstabilität

sicherndes Geotextil einzuschlagen ist. Beim Austausch mit Magerbeton kann die Verbreiterung entfallen.

Um eine Dränwirkung der Leitungsgräben zu verhindern, die zu unkontrollierten Quellaustritten führen kann, sind in regelmäßigen Abständen Grundwassersperrern in den Gräben einzubauen. Diese sollten als Betonwände hergestellt werden und mindestens 0,5 m in den umgebenden Baugrund einbinden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass auch die für die bauzeitliche Wasserhaltung eingebauten Sohlfilter und Sickerschichten durchtrennt werden.

## **8 Baugruben und Wasserhaltung**

### **8.1 Baugrube**

Nähere Angaben zu Baugruben liegen derzeit noch nicht vor. Bei mehr als 5 m Böschungshöhe oder bei dauerhaften Böschungen ist die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nach DIN 4084 nachzuweisen. Sind auf bzw. neben der Böschung Lasten zu berücksichtigen (z.B. Baustofflager, Baustelleneinrichtung, Kran, sonstige Verkehrslasten) oder liegen Böschungen im Einflussbereich von Bauwerkslasten oder Grundwasser, so sind hierfür unter Berücksichtigung der Verkehrs- bzw. ständigen Lasten bzw. von Grundwassereinfluss ebenfalls Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 erforderlich. Bei den häufig angetroffenen fließempfindlichen Böden oder bei Auftreten von besonderen Einflüsse, wie z.B. Erschütterungen oder Wasserzutritten, die die Böschungsstandsicherheit gefährden können, sind Böschungen weiter abzuflachen oder zu sichern bzw. zu verbauen. Die Böschungen sind in jedem Fall gegen Oberflächenerosion und konzentriert eindringendes Niederschlagswasser zu schützen.

Sollten während der Erdarbeiten fließende bzw. nicht standfeste Bodenschichten angetroffen werden, so sind dort die Böschungen den geostatischen Erfordernissen entsprechend anzupassen und/oder anderweitig zu sichern. Im Zweifelsfall ist der Verfasser des Berichts rechtzeitig einzuschalten. Alle Böschungen sollen vor Erosion geschützt werden (Folien, Spritzbeton). Die Arbeiten zur Herstellung von Böschungen sind sorgfältig auszuführen, um aufgrund teilweise feinkornarmer Böden schädliche Auswirkungen auf die Böschungsstandsicherheit zu vermeiden und um ggf. rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Ist die Ausführung von Böschungen aus Platzgründen nicht möglich, z.B. im Bereich von angrenzenden baulichen Anlagen (z.B. Straßen, Leitungen), kann in diesen Bereichen ein vertikaler Baugrubenverbau ausgeführt werden. Dazu eignen sich z.B. rückverankerte Verbaue als Trägerbohlwand / Spundwände. Bei einem Spundwandverbau sind wegen der teils hohen Lagerungsdichten Zusatzaufwendungen (z.B. Vorbohren, Spülunterstützung, Austauschbohrungen) erforderlich. Aufgrund einer fehlenden Stauschicht sind bei dieser Variante besondere Überlegungen zur Trockenhaltung der Baugruben erforderlich.

Zur Verminderung von Erschütterungsemissionen z.B. bei Spundwandarbeiten sollten nur hochfrequente Rüttler eingesetzt werden. Die Schwinggeschwindigkeiten an den benachbarten baulichen Anlagen dürfen die Anhaltswerte nach DIN 4150 nicht überschreiten. In diesem Zusammenhang werden Erschütterungsmessungen empfohlen, um ggf. Zusatzmaßnahmen ergreifen zu können. (z.B. Frequenzsteuerung, Regelung der Unwuchtmassen, Austauschbohrungen). Technische Einrichtungen in der Nachbarschaft wären ggf. besonders auf ihre Erschütterungsempfindlichkeit hin zu untersuchen.

Da sich die Höhe des anzusetzenden Wasserdrucks mit den ausgeführten Untersuchungen und ohne langfristige Grundwasserbeobachtungen nicht sicher abschätzen lässt, wäre, auf der sicheren Seite liegend, der hydrostatische Wasserdruck mit der Kote der Geländeoberkante zu berücksichtigen.

Bei der Planung der erforderlichen Verbautiefe sollten neben der statisch erforderlichen Tiefe und damit der wirtschaftlichsten Variante auch Überlegungen zum Umgang mit z.B. ungünstigen Bodenverhältnissen angestellt werden. Es wird empfohlen, je nach Untergrundprofil und erforderlichem Bodenaustausch größere Aushubtiefen zu berücksichtigen.

Mit der Ausführung einer allseitig umschlossenen Baugrube mittels Spundwand wird bei Einbindung in die tertiären Sande keine „dichte“ Baugrubenumschließung erreicht. Auf eine nachzuweisende ausreichende Auftriebssicherheit sowie die ausreichende Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch wird hingewiesen.

Für die Planung von Baugruben empfehlen wir zur Berücksichtigung der dann vorliegenden Aushubtiefen in jedem Fall objektbezogene ergänzende Baugrunduntersuchungen.

Gräben und Baugruben für Rohrleitungen sind nach den Regeln der DIN 4124 zu sichern. Aufgrund der zu erwartenden Grabentiefen und des Grundwasserstandes, der ggf. oberhalb der Grabensohlen liegt, werden Sicherungen der Gräben durch Verbaumaßnahmen erforderlich.

Bei geringeren Grabentiefen und oberhalb des Grundwasserspiegels können Verbaugeräte nach DIN 4124 eingesetzt werden. Bei großen Grabentiefen und bei einer Einbindung ins Grundwasser ist in jedem Fall ein Verbau erforderlich. Im vorliegenden Fall sind Spundwände zu empfehlen. In der Baugrubensohle ist bei Wasserandrang ein Sohleintrieb durch den sofortigen Einbau eines Sohlfilters in der freigelegten Grabensohle zu vermeiden. Für die Festlegung der Einbindetiefe der Spundwände ist der Nachweis des hydraulischen Grundbruchs in der Grabensohle zu betrachten. Für den Nachweis des horizontalen Fußauflagers können u.U. die für die Rohre erforderlichen Betonaufleger mit herangezogen werden.

## 8.2 Wasserhaltung

Nach den durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurde gespanntes Grundwasser bis ca. 2-3 m unter Bohransatzpunkt festgestellt. Damit dürften Unterkellerungen und Rohrgräben durch Grundwasser beeinflusst werden.

Bei der Ausführung einer allseitigen Baugrubenumschließung kann zwar der Zufluss des quartären Grundwassers reduziert werden, allerdings wird mit der Unterkante des Verbaus bis in ca. 8 m unter Gelände keine grundwasserstauende Schicht erreicht. Somit kann ein Zustrom in die Baugrube über die Baugrubensohle erfolgen. Grundsätzlich ist aufgrund der hohen Durchlässigkeiten der quartären Kiese und der tertiären Sande mit größeren Aufwendungen zu rechnen. Für die Grundwasserabsenkung dürften vorliegend gebohrte Filterbrunnen erforderlich werden. Ggf. ist in stärker verlehnten Bereichen auch Vakuumunterstützung erforderlich. Für erste Vorberechnungen zur Grundwasserabsenkung sollte ein ungünstiger Durchlässigkeitsbeiwert von:

$$k = 1 \times 10^{-2} \text{ m/s quartäre Kiese}$$
$$k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s gering verlehnte tertiäre Sande}$$

nicht unterschritten werden.

Mit diesem abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwert sind hohe Fördermengen (in Abhängigkeit zur trocken zu haltenden Fläche) bei einer offenen Wasserhaltung erwarten. Bei den Überlegungen zur Wasserhaltung sind auch Planungen zur Ableitung des geförderten Wassers erforderlich.

Zur Herstellung und Nachverdichtung der Baugrubensohle vor dem Überbauen ist darauf zu achten, dass das Grundwasser ausreichend tief unter der Baugrubensohle liegt. Auf der Grundlage einer genauen Planung der Wasserhaltung ist die Bestimmung der Lage und Anzahl sowie Durchmesser der Brunnen vorzunehmen.

Absenkbrunnen sind bis zum Erreichen einer ausreichenden Auftriebssicherheit des Bauwerks in Betrieb zu halten und müssen deshalb ggf. durch Bodenplatten geführt werden. Sie sind nach Stilllegung mit Dämmersuspension dauerhaft dicht zu verpressen. Auch wenn mit den Baugrubensohlen nicht die Oberfläche des gespannten Grundwasserspiegels erreicht werden, ist bei den Planungen besonderes Augenmerk auf die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch zu richten. Wir empfehlen, die Wasserstände vor den Baumaßnahmen im Projektgebiet näher zu erfassen (Grundwassermessstellen) und dann ggf. Entspannungsbrunnen für die geplanten Baumaßnahmen anzuordnen. Diese Brunnen sind von einem Niveau oberhalb der Baugrubensohle und mit zeitlichem Vorlauf so herzustellen, dass die erforderliche Auftriebssicherheit der Baugrubensohle auch für jeden Aushubzustand immer gegeben ist.

Für eine offene Wasserhaltung in der Grabensohle ist eine Sickerschicht in der Grabensohle einzubauen, die aus einem sandfreien, möglichst enggestuften Kies- oder Schottermaterial besteht, das vom Untergrund, z.B. durch ein Geotextilvlies filterstabil zu trennen ist. Insbesondere beim Einsatz von Verbaugeräten muss die Sickerschicht abschnittsweise, sofort nach Erreichen der Grabensohle eingebaut werden, um einen Sohleintrieb durch das zuströmende Wasser zu verhindern. Bei starkem Wasserandrang über die Verbauwände sind zusätzlich Brunnen bzw. Vakuumpflanzen außerhalb des Grabens einzubringen, um das Grundwasser hinter dem Verbau abzusenken und so das Ausspülen von Boden hinter dem Verbau zu verhindern.

Wasserrechtlich bedeutsame Punkte, wie z.B. Wassermengenabschätzungen oder die Frage, ob durch eine Grundwasserentspannung benachbarte Grundwassernutzer beeinflusst werden und welche Konsequenzen dies auf eventuelle Grundwasserabsenkungsmaßnahmen hat, sind in einer gesonderten Betrachtung zu untersuchen und zu bewerten.

## **9 Weitere Hinweise zur Planung**

### **9.1 Erdbau Allgemein**

Freigelegte Gründungssohlen und Erdplanien sind nach erfolgtem Bodenaushub generell intensiv nachzuverdichten. Hierbei ist das Verdichtungsgerät auf die Untergrundverhältnisse abzustimmen. Ungeeignete, vernässte und aufgeweichte Böden, wie z. B. Auffüllungen, bindige und nicht bindige Böden in den Gründungssohlen, sind durch geeignetes, gut verdichtetes Ersatzmaterial, wie z. B. kornabgestufter Kiessand (Bodengruppe GW der DIN 18196), auszutauschen. Das Bodenaustauschmaterial ist in Lagen von nicht über 30 cm Dicke einzubauen und lagenweise auf mindestens  $\geq 100$  % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von  $45^\circ$  gegen die Horizontale vorgenommen werden. Beim Austausch mit Magerbeton kann die Verbreiterung entfallen. Sämtliche Gründungs- und Baugrubensohlen in Gründungsbereichen sind mit geeignetem Gerät sorgfältig zu verdichten. Hierbei ist das Verdichtungsgerät auf die Untergrundverhältnisse abzustimmen. Der Einbau und das Verdichten von Bodenaustauschmaterial sollten in der trockenen Baugrube erfolgen. Unmittelbar nach Durchführung und Überprüfung der Verdichtung empfiehlt sich das Aufbringen einer mindestens 5 cm dicken Magerbetonschutzschicht zur Sicherung gegen eine evtl. Störung und Auflockerung der Gründungssohle.

Bei den Aushubarbeiten empfiehlt sich ein rückschreitender Aushub mit dem Glattlöffel und mit Schüttung von Bodenaustausch vor Kopf, um Störungen der Sohlen zu minimieren. Es ist zu beachten, dass die anstehenden Böden überwiegend wasser- und frostempfindlich sind. Bei Arbeiten in der kalten Jahreszeit sind Vorkehrungen zu treffen, dass Niederschlagswasser und Frost nicht in den Baugrund eindringen können, da sonst eine Aufweichung bzw. Frosthebungen in der Baugrubensohle möglich sind, die zu Auflockerungen und einer Verminderung der Tragfähigkeit

führen können. Es ist dafür zu sorgen, dass bindige Böden in der Gründungssohle nicht ungeschützt liegen bleiben, da sich bei der Einwirkung von Luft und Wasser ihre bodenmechanischen Eigenschaften weiter verschlechtern. Es muss deshalb darauf geachtet werden, dass nur so große Flächen freigelegt werden, die umgehend überbaut werden können.

Aufgrund der festgestellten bodenmechanischen Eigenschaften der bindigen Böden an der Oberfläche (Schichten 1 und 2) ist im Zuge der Erdarbeiten mit Erschwernissen z.B. beim Befahren sowie beim Lösen und Laden (Verklebungspotential) zu rechnen. Hier sind gesonderte Maßnahmen für die Befahrung einzuplanen (z.B. Trennlage mit Geotextil, Schroppen oder Geländeanschüttungen).

## **9.2 Baugrundabnahme**

Wir empfehlen vor dem Aufbringen der Sauberkeitsschicht die Baugruben- und Fundamentsohlen fachtechnisch abnehmen zu lassen. Wir halten dies insbesondere deshalb für notwendig, da die gesamte Fläche nur mit stichprobenartig angesetzten Bohrungen untersucht werden kann und zwischen den Untersuchungspunkten befindliche punkt- und linienförmige Störungen nur zufällig gefunden werden können. Allgemein wird eine baubegleitende geotechnische Beurteilung von möglichen Aushubsohlen empfohlen.

## **9.3 Isolierung u. Trockenhaltung**

Sämtliche unter das zukünftige Gelände einbindenden Bauteile müssen ausreichend isoliert werden. Hinweise und Ausführungsmöglichkeiten zur Isolierung geben DIN 18195 und 1045.

## **9.4 Wiederverwendbarkeit**

Die anfallenden Böden der Schichten 1 und 2 sind i.d.R. zum Wiedereinbau nicht geeignet. Kiesiges, nicht bindiges Material ist bei einer umwelttechnischen Eignung für den Wiedereinbau geeignet. Es ist bei den Aushubarbeiten jedoch darauf zu achten, dass keine Vermischung mit ungeeignetem (u.a. bindige Böden, Auffüllmassen mit Fremdeinlagerungen) Material erfolgt. Bei einer Zwischenlagerung dürfen sich die geotechnischen Eigenschaften jedoch nicht wesentlich verschlechtern (geschützte Lagerung). Bei höheren Feinkorngehalten ist mit größeren Aufwendungen beim Wiedereinbau und der Verdichtung bzw. mit größeren Setzungen bei nicht sachgerechtem Einbau zu rechnen. Der zum Wiedereinbau gelangende Baustoff ist gleichmäßig in Lagen einzubauen und sorgfältig zu verdichten. Bei Verdichtungsarbeiten ist z.B. die ZTVE-StB 09 zu beachten.

## 9.5 Chemische Analytik der Böden mit Bewertung

Zur orientierenden Untersuchung auf mögliche Bodenverunreinigungen wurden an 15 Bodenproben chemische Analysen ausgeführt. Nach den Ergebnissen der chemischen Analytik sind folgende Materialklassen zu erwarten:

Material 1 (Schicht 1,2):	Schadstoffgehalte Z 0	Einstufung nach LVGBT (EPP)
Material 2 (Schicht 1,2):	Schadstoffgehalte Z 1.1	Einstufung nach LVGBT (EPP)
Material 3 (Schicht 1):	Schadstoffgehalte Z 2	Einstufung nach LVGBT (EPP)

Größtenteils wurden nur geringe Überschreitungen der Z0 Werte nach LVGBT und Belastungen <HW1 nach [U5] in den Parametern Zink, Nickel und zum Teil Quecksilber festgestellt.

In RKS 4 und RKS 11 ergaben die chemischen Analysen erhöhte Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und Überschreitungen des Hilfswertes 1 nach [U5]. Da in den Untersuchungen der umliegenden Bohrungen von RKS 4 keine erhöhten Gehalte an MKW nachgewiesen wurden, handelt es sich wahrscheinlich um eine lokale Verunreinigung. Bei RKS 11 führen die MKW-Gehalte zu einer Einstufung in die Schadstoffklasse Z2.

Die untersuchten Proben der Deckschichten wiesen größtenteils keine Belastungen auf. Bei RKS 12 wurden gering erhöhte Nickelgehalte festgestellt. Überschreitungen der Hilfswerte liegen nicht vor.

Eine untersuchte Probe der quartären Kiese wies erhöhte Arsengehalte auf die über dem Hilfswert 1 nach [U6] liegen. Die durchgeführten Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass es sich bei den erhöhten Arsengehalten innerhalb der gewachsenen quartären Kiese um die Hintergrundgehalte vorwiegend aufgrund des geogenen Stoffbestands handelt. In keiner untersuchten Bodenproben der überlagernden Schichten wurden höhere Arsengehalte festgestellt, die einen anthropogenen Eintrag von Arsen in den Untergrund erwarten lassen.

Das Grundwasser wies bei RKS 5 einen schwachen MKW-Geruch auf. Aufgrund erhöhter MKW-Gehalte bei RKS 4 und RKS 11 kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Eintrag von MKWs in das Grundwasser in diesen Bereichen erfolgt. Um zu klären, ob der Schadstoffeintrag auf dem Projektareal erfolgt oder schon im Zustrom vorhanden ist, sind weitere Untersuchungen wie die Errichtung und Beprobung von Grundwassermessstellen im Zu- und Abstrom notwendig.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sich die vorgenommene Einstufung nach LVGBT bei einer abschließenden Deklarationsanalytik (vollständige Parameterliste, Feststoff und Eluat) des angefallenen Bodenaushubs (charakterisierende Beprobung des Haufwerkes) nach oben bzw. nach unten verschieben kann.

Abschließend möchten wir darauf hinweisen, dass diese Feststellungen auf der Grundlage einer stichprobenartigen, orientierenden Untersuchungsmaßnahme getroffen wurden. Eine abschließende Bewertung des gesamten Untersuchungsgeländes auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist nicht möglich.

## **9.6 Versickerung**

Eine Versickerung ist im Untersuchungsgebiet innerhalb der Schichten 1 und 2 nicht möglich. Hier wurden bindige Deckschichten mit sehr geringen Durchlässigkeiten in größeren Mächtigkeiten erkundet.

Die nichtbindigen und unverlehmtten Kiessande der Schicht 3 stellen in der Regel einen zur Versickerung von unverschmutztem Oberflächenwasser geeigneten Untergrund dar. Die Wasserdurchlässigkeit des Untergrunds sowie die möglichen Sicker Mengen sind abhängig von dessen Kornabstufung und Feinschichtung im umliegenden Versickerungsbereich und kann dementsprechend treffend nur durch Sickerversuche vor Ort festgestellt werden. Der mittlere höchst Grundwasserstand muss für die Versickerungsmaßnahmen einen Mindestabstand von 1,5 m aufweisen, nur in Ausnahmefällen sind geringere Abstände zulässig. Für die Vordimensionierung von Versickerungseinrichtungen von Niederschlagswasser empfehlen wir unter Berücksichtigung einer Verminderung der Schluckkapazität infolge Schwebstoffzusetzungen von mittleren Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f = 5 \times 10^{-4}$  m/s in den gewachsenen Kiesen auszugehen.

Die Versickerung kann im Nahbereich von Gebäuden zu Aufstau mit entsprechender Beeinflussung des Gebäudebestandes führen. Wir empfehlen dies bereits im Rahmen der Planung zu berücksichtigen.

Die Bereiche in denen eine Versickerung stattfinden soll sind im Zuge der weiteren Planungen gezielt auf deren Eignung hin zu überprüfen. Die Bemessung der Versickerung sollte nur auf der Grundlage von weiteren Erkundungen an den Versickerungsstellen (z.B. Gradiententiefpunkte, Neigungswechsel, gesonderte Versickerungsbereiche) durchgeführt werden. Nur so können die Anlagen zur Versickerung realistisch dimensioniert werden.

Grundsätzlich empfiehlt sich die Versickerung über Sickerschächte, Rigolen und vorgeschaltete Absetzbecken. Zweckmäßig ist auch die Anlage von vorgeschalteten Absetzbecken und Revisionsschächten sowie die Schaffung von Zwischenspeichervolumen um in Bereichen mit ungünstigen Untergrundverhältnissen eine künstliche Verlangsamung des zu versickernden Abflusses zu erreichen. Alternativ zu einer Versickerung kann auch die Ableitung von gesammeltem Oberflächenwasser in einen Vorfluter in Erwägung gezogen werden. Hierfür sind die entsprechenden wasserrechtlichen Genehmigungen zu erlangen.

In Bereichen in denen ein Rückhalt von Oberflächenwasser geplant ist sind ebenfalls ergänzende Untersuchungen durchzuführen. Hier ist auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse über mögliche Abdichtungsmaßnahmen zu entscheiden.

### **9.7 Frostsicherheit**

Alle Bauteile müssen frostfrei gegründet werden. Bei Aushub in der kalten Jahreszeit ist dafür Vorsorge zu treffen, dass der Frost nicht in den Baugrund eindringen kann, da sonst Frosthebungen auftreten können, die zu Auflockerungen führen.

### **9.8 Beweissicherung**

Wir empfehlen z. B. in Bereichen der angrenzenden Gebäude und Anlagen eine Beweissicherung durchzuführen, um eventuell später auftretende unberechtigte Schadenersatzansprüche, resultierend aus der durchgeführten Baumaßnahme, abwenden zu können. Bei Arbeiten im Bereich des unmittelbar angrenzenden Bahngeländes sollten z.B. Nivellierpunkte angebracht werden und vor Beginn, während und nach Beendigung der Arbeiten höhenmäßig eingemessen werden.

### **9.9 Sicherheitsmaßnahmen**

Bei allen Erd- und Gründungsarbeiten sind z. B. die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten, vor allem die Sicherheitsvorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaft und die Ausführung der DIN 4124, ggf. auch der DIN 4123.

### **9.10 Hinterfüllung**

Zur Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial hinter Bauwerksteilen sind die einschlägigen und erprobten Vorschriften z. B. der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken, Köln, 1994, heranzuziehen. Auf eine ordnungsgemäße lagenweise Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschl. der durchzuführenden Verdichtungskontrolle ist zu achten.

Im Endzustand ist für die Bemessung der Außenwände der Erddruck aus dem Bodeneigengewicht als Erdruhedruck - ggf. unter Berücksichtigung eines anschließend geneigten Geländes - anzusetzen. Falls nicht feinkornarmer Kies zur Hinterfüllung verwendet wird, ist die Eignung des Hinterfüllmaterials, insbesondere die bodenmechanischen Kennwerte, die Verdichtbarkeit und langfristige Stabilität, vorher zu überprüfen. Die Verdichtung richtet sich nach den Anforderungen an die spätere Oberfläche bzw. Überbauung, bei erforderlicher hoher Verdichtung des Hinterfüllbereichs ist auch der Verdichtungserddruck nach DIN 4085, Abschnitt 5.3.4 auf die Bauwerksaußenwand zu berücksichtigen.

## 10 Schlussbemerkungen

In dem vorliegenden Bericht werden die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse für die geplante Baumaßnahme auf der Basis der ausgeführten Untersuchungen erläutert. Es werden die geologischen und bodenmechanischen sowie bautechnischen Klassifizierungen vorgenommen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenrechenwerte angegeben.

Sämtliche Empfehlungen dieses Gutachtens basieren auf den lokalen Aufschlüssen der durchgeführten Bohrungen, Schürfe und Rammsondierungen. Der Umfang der durchgeführten Aufschlüsse kann aufgrund der Komplexität der Verhältnisse nur ein unvollständiges Bild der tatsächlichen Situation wiedergeben.

In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung sollte unser Büro eingeschaltet werden. Unser Büro ist auch von etwaigen wesentlichen Planungsänderungen gegenüber dem Stand bei Erstellung des vorliegenden Gutachtens, soweit Gründung und Gründungsarbeiten sowie hydrogeologische Aspekte betroffen sind, zu verständigen.

Dieser Bericht umfasst 34 Seiten und 7 Anlagen  
Augsburg, den 07.04.2016

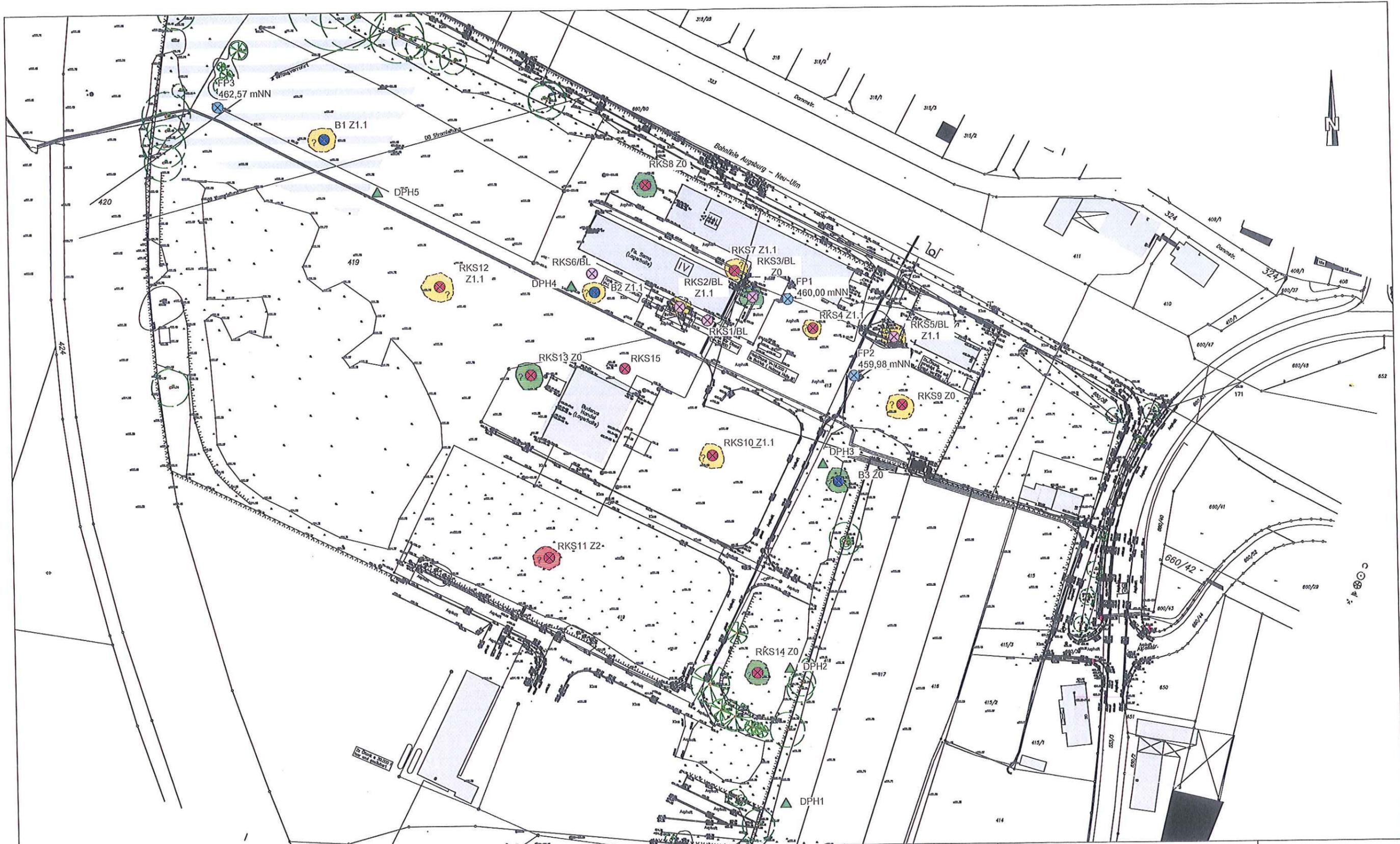
Geotechnikum  
Ingenieurgesellschaft mbH



Dipl.-Ing. J. Kiesewalter



 Ingenieurgesellschaft mbH Meringer Str. 116a 86163 Augsburg Tel.: 0821-60 89 10-0 Fax.: 0821-60 89 10-99	<b>Bauvorhaben:</b> Dinkelscherben, Gewerbegebiet Dr.-Franz-Grabowski-Str. 6	<b>Anlage:</b> 1.1
	<b>Planbezeichnung:</b> Übersichtslageplan	<b>Projekt-Nr.:</b> 1011.15 <b>Datum:</b> 09/2015
		<b>Maßstab:</b> ohne
		<b>Bearbeiter:</b> MG



**Legende:**

- Rammkernbohrung (B)
- Kleinbohrung (RKS)
- Rammsondierung (DPH)
- Kleinbohrung mit Bodenluftuntersuchung (RKS/BL)
- Festpunkt (FP)

**Zuordnungswerte nach EPP**

Z0		Z1.1	
Z1.2		Z2	
> Z2			

**GEOTECHNIKUM**  
 Ingenieurgesellschaft mbH  
 Meringer Straße 116 a  
 86163 Augsburg  
 Tel.: 0821-60 89 10-0  
 Fax: 0821-60 89 10-99

Projekt:  
 Dinkelscherben, Dr.-Franz-Grabowski-Str.  
 Planbezeichnung:  
 Übersichtslageplan der Aufschlusspunkte

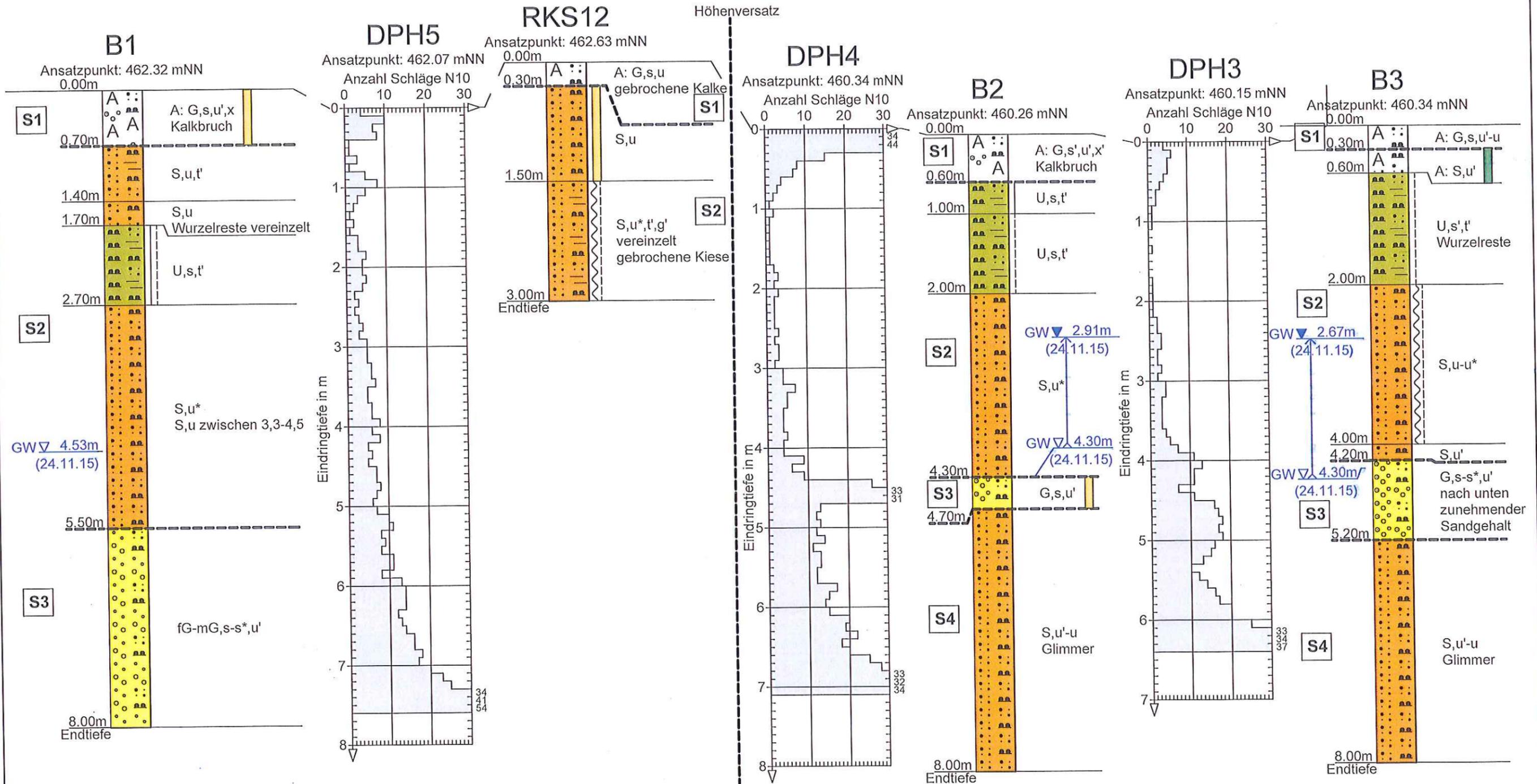
Anlage:	1.2
Projekt-Nr.:	1011.15
Datum:	01/2016
Maßstab:	ohne
Bearbeiter:	FK

B1 / KP1: 0,0-0,7 m		LVGBT/ LW 3.8/1	
(maßgeblicher Parameter)			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	/ <HW1
PAK/EPA	0,124 mg/kg	Z 0	/ <HW1
Nickel	17 mg/kg	Z.1.1	/ <HW1
Sonstige SM 8	alle	Z 0	/ <HW1

RKS12 / KP1: 0,3-1,5 m		LVGBT/ LW 3.8/1	
(maßgeblicher Parameter)			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	/ <HW1
PAK/EPA	-- mg/kg	Z 0	/ <HW1
Nickel	18 mg/kg	Z.1.1	/ <HW1
Sonstige SM 8	alle	Z 0	/ <HW1

B2 / KP4: 4,3-4,7 m		LVGBT/ LW 3.8/1	
(maßgeblicher Parameter)			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	/ <HW1
PAK/EPA	-- mg/kg	Z 0	/ <HW1
Arsen	37 mg/kg	Z.1.1	/ >HW1
Sonstige SM 8	alle	Z 0	/ <HW1

B3 / KP1: 0,3-0,6 m		LVGBT/ LW 3.8/1	
(maßgeblicher Parameter)			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	/ <HW1
PAK/EPA	-- mg/kg	Z 0	/ <HW1
SM 8	alle	Z 0	/ <HW1



- Schicht 1 Auffüllungen
- Schicht 2 Deckschichten
- Schicht 3 Quartäre Kiese
- Schicht 4 Tertiäre Sande

Die Bodenansprache in dem Baugrundschnitt erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme in den Bohrungen, Kleinbohrungen und unter Auswertung der Laborversuchsergebnisse.

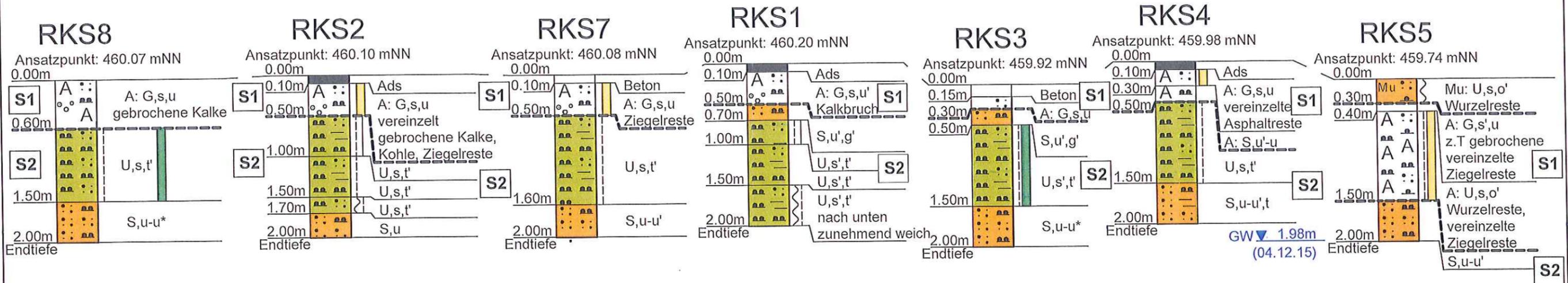
Bei den ausgeführten Aufschlüssen handelt es sich um punktuelle Untersuchungen. Die Schichtgrenzen können zwischen den Aufschlüssen variieren.

- Zuordnungswerte nach EPP
- Z0
  - Z1.1
  - Z1.2
  - Z2
  - > Z2

<b>geOTECHNIKUM</b> Ingenieurgesellschaft mbH  Meringer Straße 116 a 86163 Augsburg Tel.: 0821-60 89 10-0 Fax: 0821-60 89 10-99	Projekt:	Anlage: 2.1
	Dinkelscherben, Dr.-Franz-Grabowski-Str.	Projekt-Nr.: 1011.15
Planbezeichnung:	Datum: 01/2016	
Geotechnischer Profillängsschnitt 1	Maßstab d.H.: 1:50	
	Bearbeiter: FK	

RKS2 / KP1: 0,1-0,5 m (maßgeblicher Parameter)				LVGBT/LfW 3.8/1			
MKW	< 50	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
PAK/EPA	--	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
Zink	123	mg/kg	Z.1.1	/	<HW1		
Sonstige SM 8	alle		Z 0	/	<HW1		

RKS4 / BP2: 0,1-0,3 m (maßgeblicher Parameter)				LVGBT/LfW 3.8/1			
MKW	260	mg/kg	Z 1.1	/	>HW1		
PAK/EPA	0,052	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
SM 8	alle		Z 0	/	<HW1		



RKS8 / BP1: 0,6-1,5 m (maßgeblicher Parameter)				LVGBT/LfW 3.8/1			
MKW	< 50	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
PAK/EPA	--	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
SM 8	alle		Z 0	/	<HW1		

RKS7 / BP1: 0,1-0,5 m (maßgeblicher Parameter)				LVGBT/LfW 3.8/1			
MKW	< 50	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
PAK/EPA	1,41	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
Nickel	18	mg/kg	Z.1.1	/	<HW1		
Sonstige SM 8	alle		Z 0	/	<HW1		

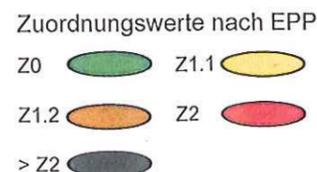
RKS3 / BP4: 0,5-1,5 m (maßgeblicher Parameter)				LVGBT/LfW 3.8/1			
MKW	< 50	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
PAK/EPA	--	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
SM 8	alle		Z 0	/	<HW1		

RKS5 / BP3: 0,4-1,5 m (maßgeblicher Parameter)				LVGBT/LfW 3.8/1			
MKW	< 50	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
PAK/EPA	1,41	mg/kg	Z 0	/	<HW1		
Nickel	19	mg/kg	Z.1.1	/	<HW1		
Quecksilber	0,11	mg/kg	Z.1.1	/	<HW1		
Zink	67	mg/kg	Z.1.1	/	<HW1		
Sonstige SM 8	alle		Z 0	/	<HW1		

- Schicht 1      Auffüllungen
- Schicht 2      Deckschichten
- Schicht 3      Quartäre Kiese
- Schicht 4      Tertiäre Sande

Die Bodenansprache in dem Baugrundschnitt erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme in den Bohrungen, Kleinbohrungen und unter Auswertung der Laborversuchsergebnisse.

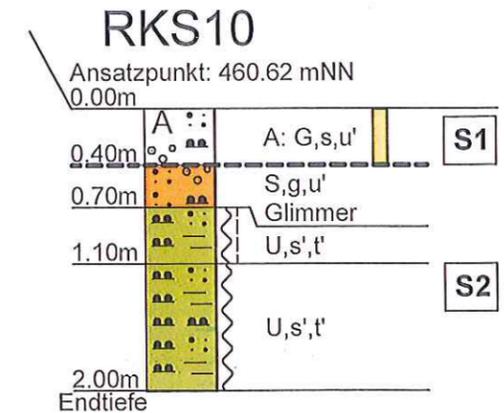
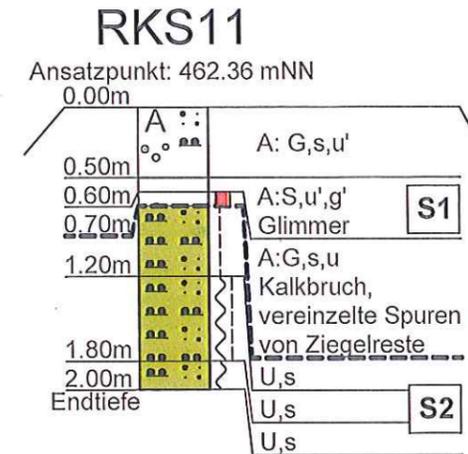
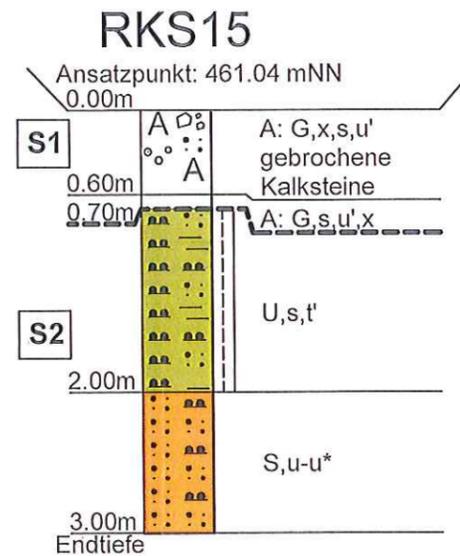
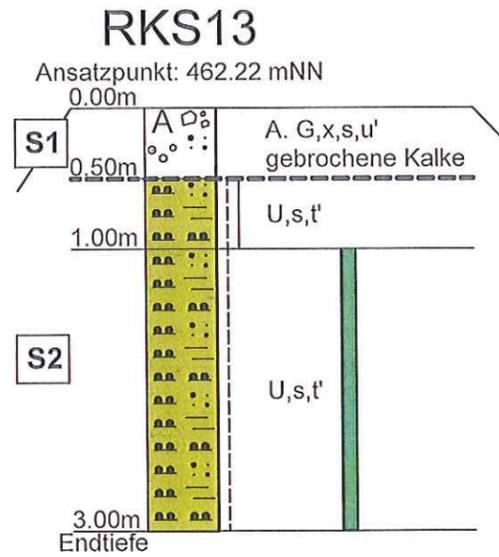
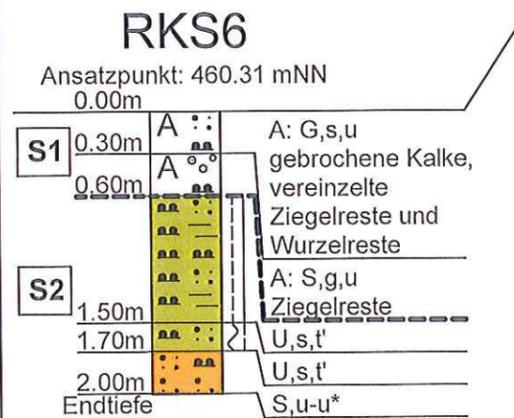
Bei den ausgeführten Aufschlüssen handelt es sich um punktuelle Untersuchungen. Die Schichtgrenzen können zwischen den Aufschlüssen variieren.



<b>geOTECHNIKUM</b> Ingenieurgesellschaft mbH	Projekt:	Anlage: 2.2
	Dinkelscherben, Dr.-Franz-Grabowski-Str.	
Meringer Straße 116 a 86163 Augsburg Tel.: 0821-60 89 10-0 Fax: 0821-60 89 10-99	Planbezeichnung:	Projekt-Nr.: 1011.15
	Geotechnischer Profillängsschnitt 2	
	Datum:	01/2016
	Maßstab d.H.:	1:50
	Bearbeiter:	FK

RKS13 / KP3: 1,0-3,0 m		(maßgeblicher Parameter)		LVGBT/ LfW 3.8/1	
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	/	<HW1	
PAK/EPA	-- mg/kg	Z 0	/	<HW1	
SM 8	alle	Z 0	/	<HW1	

RKS11 / BP3: 0,6-0,7 m		(maßgeblicher Parameter)		LVGBT/ LfW 3.8/1	
MKW	580 mg/kg	Z 2	/	>HW1	
PAK/EPA	1,43 mg/kg	Z 0	/	<HW1	
Nickel	17 mg/kg	Z 1.1	/	<HW1	
Sonstige SM 8	alle	Z 0	/	<HW1	

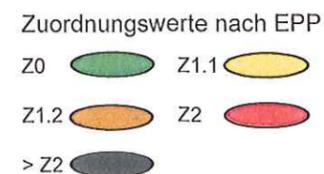


RKS10 / BP1: 0,0-0,4 m		(maßgeblicher Parameter)		LVGBT/ LfW 3.8/1	
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	/	<HW1	
PAK/EPA	0,569 mg/kg	Z 0	/	<HW1	
Nickel	16 mg/kg	Z 1.1	/	<HW1	
Quecksilber	0,17 mg/kg	Z 1.1	/	<HW1	
Zink	73 mg/kg	Z 1.1	/	<HW1	
Sonstige SM 8	alle	Z 0	/	<HW1	

- Schicht 1 Auffüllungen
- Schicht 2 Deckschichten
- Schicht 3 Quartäre Kiese
- Schicht 4 Tertiäre Sande

Die Bodenansprache in dem Baugrundschnitt erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme in den Bohrungen, Kleinbohrungen und unter Auswertung der Laborversuchsergebnisse.

Bei den ausgeführten Aufschlüssen handelt es sich um punktuelle Untersuchungen. Die Schichtgrenzen können zwischen den Aufschlüssen variieren.

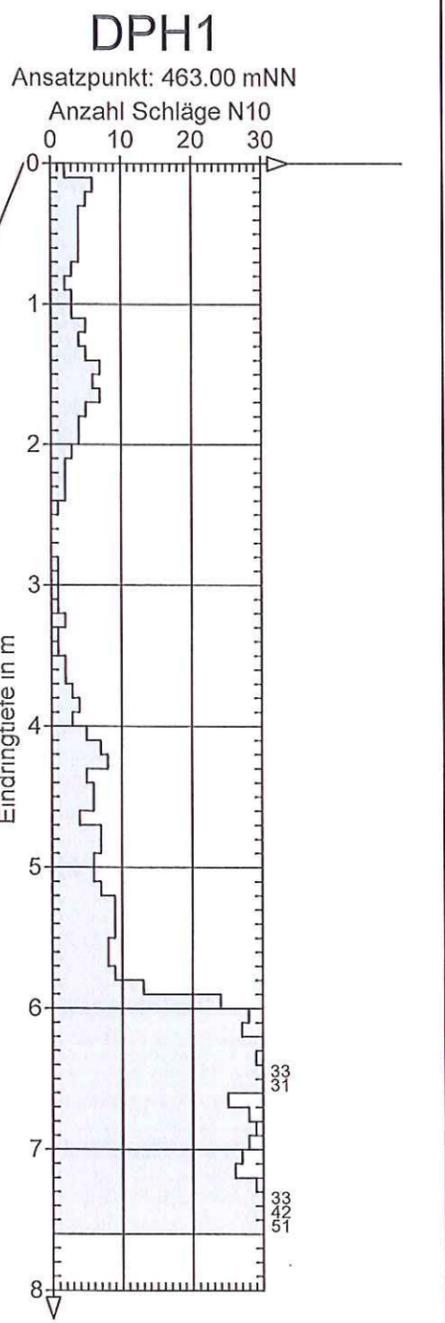
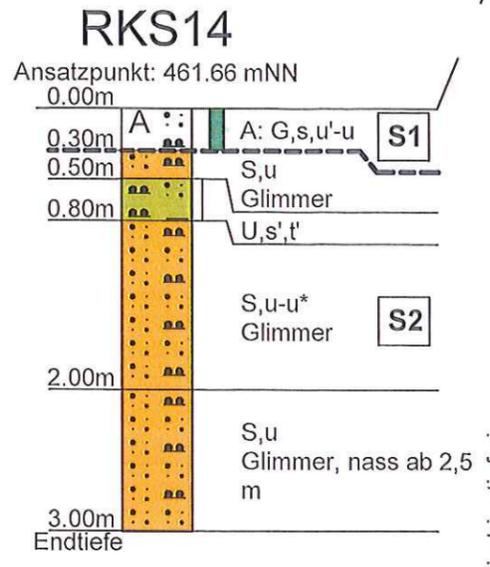
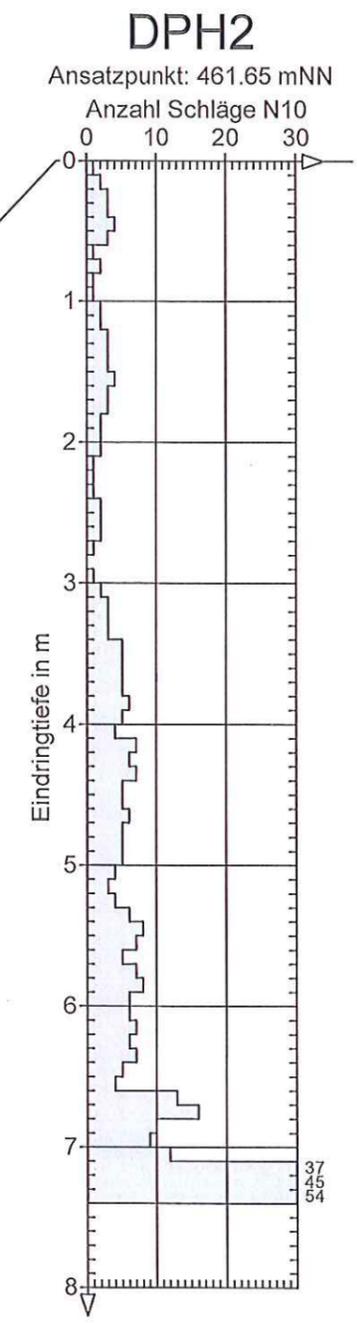
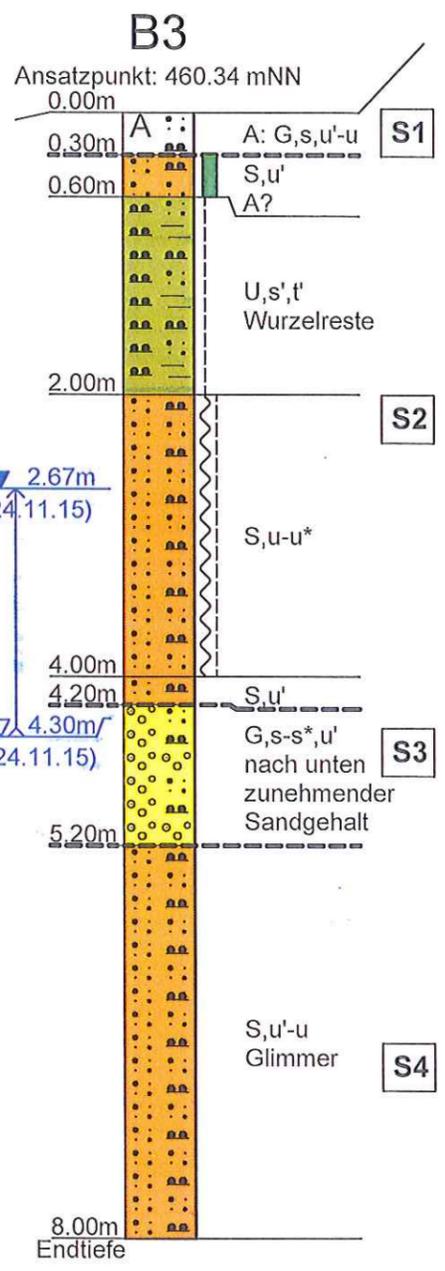
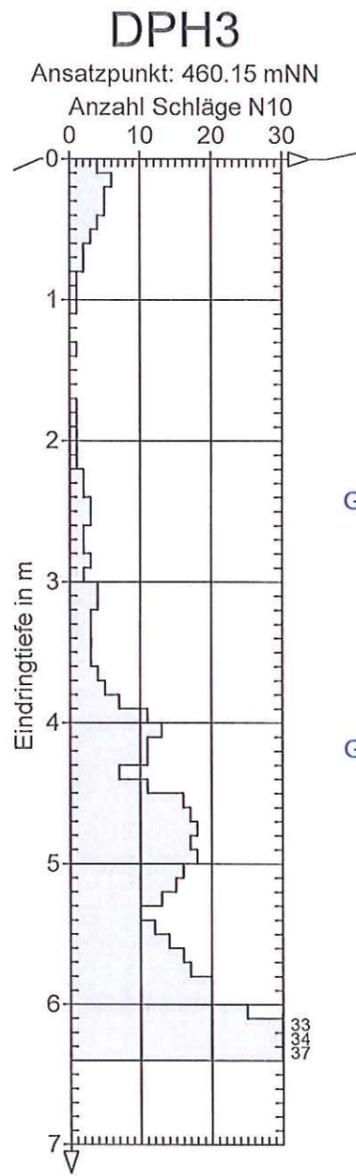
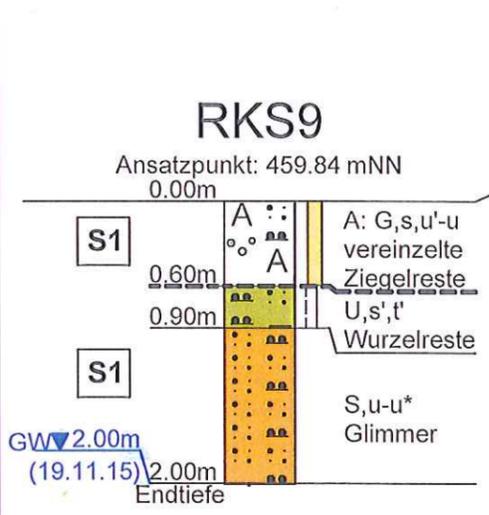


<b>geOTECHNIKUM</b> Ingenieurgesellschaft mbH	Projekt:	Anlage: 2.3
	Dinkelscherben, Dr.-Franz-Grabowski-Str.	
Meringer Straße 116 a 86163 Augsburg Tel.: 0821-60 89 10-0 Fax: 0821-60 89 10-99	Planbezeichnung:	Projekt-Nr.: 1011.15
	Geotechnischer Profillängsschnitt 3	
	Datum:	01/2016
	Maßstab d.H.:	1:50
	Bearbeiter:	FK

RKS9 / KP1: 0,0-0,6 m (maßgeblicher Parameter) LVGBT/ LfW 3.8/1			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	< HW1
PAK/EPA	1,67 mg/kg	Z 0	< HW1
Arsen	22 mg/kg	Z 1.1	> HW1
Zink	86 mg/kg	Z 1.1	< HW1
Sonstige SM 8	alle	Z 0	< HW1

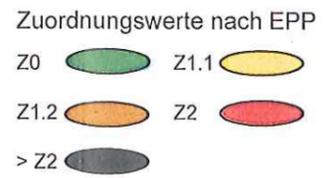
B3 / KP1: 0,3-0,6 m (maßgeblicher Parameter) LVGBT/ LfW 3.8/1			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	< HW1
PAK/EPA	-- mg/kg	Z 0	< HW1
SM 8	alle	Z 0	< HW1

RKS14 / BP1: 0,0-0,3 m (maßgeblicher Parameter) LVGBT/ LfW 3.8/1			
MKW	< 50 mg/kg	Z 0	< HW1
PAK/EPA	-- mg/kg	Z 0	< HW1
SM 8	alle	Z 0	< HW1



- Schicht 1 Auffüllungen
- Schicht 2 Deckschichten
- Schicht 3 Quartäre Kiese
- Schicht 4 Tertiäre Sande

Die Bodenansprache in dem Baugrundschnitt erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme in den Bohrungen, Kleinbohrungen und unter Auswertung der Laborversuchsergebnisse.  
Bei den ausgeführten Aufschlüssen handelt es sich um punktuelle Untersuchungen. Die Schichtgrenzen können zwischen den Aufschlüssen variieren.



<b>geOTECHNIKUM</b> Ingenieurgesellschaft mbH  Meringer Straße 116 a 86163 Augsburg Tel.: 0821-60 89 10-0 Fax: 0821-60 89 10-99	Projekt: Dinkelscherben, Dr.-Franz-Grabowski-Str.	Anlage: 2.4
	Planbezeichnung: Geotechnischer Profillängsschnitt 4	Projekt-Nr.: 1011.15
	Datum: 01/2016	Maßstab d.H.: 1:50
	Bearbeiter: FK	