

**Geotechnischer Bericht nach DIN 4020**  
**zum Bauvorhaben**  
**Erschließung Baugebiet „Ortsmitte Erweiterung BA II“**  
**in**  
**89613 Oberstadion**

Bauherr:

**Gemeinde Oberstadion**

Kirchplatz 29

89613 Oberstadion

Planung:

**Schranz + Co.**

**Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH**

Friedrichstraße 16

88348 Bad Saulgau

Geotechnische Projektleitung:

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi

Erstattungsdatum:

20. August 2020

Aktenzeichen:

OSBGOMI G01

---

**Geschäftsführer:**

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER

DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ

DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ

DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HARLE

DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

**Hauptsitz Stuttgart**

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER

Emilienstr. 2

78056 Stuttgart

Tel.: 0711.997 60 73-0

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: [kontakt@henkegeo.de](mailto:kontakt@henkegeo.de)

**Vertretung Kirchheim/Teck**

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ

Blumenstr. 19

73271 Holzmaden

Tel.: 0177.71 61 678

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: [tb@henkegeo.de](mailto:tb@henkegeo.de)

**Vertretung Nagold**

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ

Haydnweg 10/1

72202 Nagold

Tel.: 0177.71 61 682

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: [mk@henkegeo.de](mailto:mk@henkegeo.de)

**Vertretung Schwarzwald-Baar**

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER

Vor dem Hummelholz 4

78056 VS-Schwenningen

Tel.: 07720.95 86-92

Fax: 07720.95 86-87

E-Mail: [vs@henkegeo.de](mailto:vs@henkegeo.de)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	3
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	4
6. Schichtenbeschreibung und -lagerung	5
7. Asphalt- und Bodenverunreinigungen	6
8. Hydrogeologische Situation	9
9. Geotechnische Laborversuche	10
10. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	13
11. Homogenbereiche für Böden	14
12. Bodenkennwerte	16
13. Kanal- und Leitungsbau	17
13.1 Graben- und Grubenaushub	17
13.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	17
13.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	19
14. Bau von Verkehrsflächen	21
15. Regenwasserversickerung	25
16. Allgemeine Angaben zur Bebauung im Baugebiet	26
16.1 Geotechnische Kategorie	26
16.2 Baugruben und Böschungen	26
16.3 Bauwerksgründungen	27
Abdichtung von erdberührten Bauteilen	29
16.4 Erd- und Wasserdruck	31
16.5 Arbeitsraumverfüllung und Geländeauffüllungen	31
16.6 Geothermische Energienutzung	32
16.7 Erdbebensicherheit	33
17. Schlussbemerkungen	34

### Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne 1.1 1.2	Übersichtslageplan Lageplan der Baugrundaufschlüsse
Anlage	2	Bohrsondierungen 2.1 – 2.4 2.5	Bohrsondieraufnahmen BS 1 bis BS 4 Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Profilschnitte 3.1 – 3.3	Profilschnitt PS 1 bis PS 3
Anlage	4	Ergebnisse der chemischen Analytik 4.1 4.2.1 – 4.2.2	Asphalt-Analysen VwV-Analysen
Anlage	5	Zusammenstellung Ergebnisse geotechnische Laborversuche	

## 1. Auftrag

Die Gemeinde Oberstadion plant die Erschließung des Baugebiets „Ortsmitte Erweiterung BA II“. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HUP), Vertretung Oberschwaben, auf der Basis des Angebotes vom 25.06.2020, Az.: OSBGOMI K01, am 26.06.2020 von der Gemeinde Oberstadion beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

## 2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

### **Ingenieurgesellschaft Schranz + Co.:**

- [1] Bebauungsplan als pdf , ohne Maßstab, mit Datum vom 24.06.2020
- [2] Entwurfsplan Ver- und Entsorgungsleitungen, im Maßstab 1:250, mit Datum vom 29.06.2020

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

### **Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) Baden-Württemberg:**

- [3] Geologische Karte von Baden - Württemberg von 1985, Maßstab 1:25.000, Blatt 7824 Biberach a. d. Riß - Nord sowie digitale geologische Karten des LGRB

## 3. Projektbeschreibung

Das geplante Baugebiet „Ortsmitte Erweiterung BA II“ soll im Nordosten von Oberstadion auf den Grundstücken mit den Flurstücken Nr. 159, 161, 162/1, 163/1, 166, 241 und 239 entstehen. Südöstlich, südwestlich und nordwestlich grenzt das neue Baugebiet an Bestandsbebauung an. Im Nordosten grenzt das geplante Baugebiet an landwirtschaftlich genutzte Flächen. Im Rahmen der Erschließung des Neubaugebietes sollen Erschließungsstraßen gebaut und Versorgungsleitungen verlegt werden. Die Erschließungsstraßen sollen an die bestehende Alleenstraße sowie an den Stehbachweg anbinden. Derzeit wird die Fläche des geplanten Neubaugebiets größtenteils als Acker- und Grünfläche genutzt. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, auf dem die Lage des geplanten

Neubaugebietes rot gekennzeichnet wurde. Als Anlage 1.2 liegt ein Lageplan mit Lage der geplanten Erschließungsstraßen bei.

#### **4. Allgemeiner geologischer Überblick**

Nach der geologischen Karte [3] stehen im geplanten Baugebiet Auenlehme bzw. Abschwemmlerme, die zum Teil humos bis torfig ausgebildet sind, an. Die jungen Anschwemmungen werden von den tertiären Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) in Form von bunten Mergeln, Sand, Sand- und Mergelsteinbänken unterlagert

#### **5. Baugrunderkundung**

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 09.07.2020 vier Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 4) im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen abgeteuft.

Die Aufschlusspunkte wurden durch die Ingenieurgesellschaft Schranz + Co. nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der Bohrsondierungen kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

Die vier Bohrsondierungen BS 1 bis BS 4 wurden mittels Sondierdraupe bis in Tiefen zwischen 4,7 m und 5,0 m unter bestehende Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. In der BS 2 konnte in einer Tiefe von 4,7 m unter GOK kein weiterer Bohrfortschritt erreicht werden. Insgesamt wurden 19,7 lfd. m bohrsondiert. Die gewonnenen Bohrkerne wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.4 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.5 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen, chemische Analysen und als Rückstellproben wurden vom frischen Bodenmaterial insgesamt 23 Bodenproben entnommen.

## 6. Schichtenbeschreibung und -lagerung

Anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich der geplanten Erschließungsmaßnahmen wie folgt dar:

Die Schichtenfolge beginnt bei allen Bohrsondierungen mit einem ca. 30 cm bis 40 cm mächtigen durchwurzelt **Oberboden** mit mittelbrauner bis dunkelbrauner Farbe.

Unter dem Oberboden folgen in allen Aufschlüssen bis in eine Tiefe zwischen 2,7 m bis 3,5 m unter GOK **Abschwemmlehme**. Die Abschwemmlehme setzen sich aus einem Schluff mit wechselnden tonigen und sandigen Anteilen zusammen und zeigen eine dunkelgraue bis graue und hellgraue, blaugraue, hellbraune, mittelbraune und dunkelbraune Farbe. Die Abschwemmlehme sind tlw. schwach humos. Anhand der manuellen Bodenansprache der Bohrkerns weisen die Abschwemmlehme eine überwiegend steife, bereichsweise auch weiche bis steife bzw. steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Unterhalb der Abschwemmlehme wurden bis zur jeweiligen Endtiefe der Bohrsondierungen Böden der **Unteren Süßwassermolasse (USM)** aufgeschlossen. Bei den aufgeschlossenen USM Böden handelt es sich um Schluffe bzw. Tone mit wechselnden sandigen und tonigen bzw. schluffigen Anteilen (**USM-Mergel**) bzw. um stark schluffige, schwach glimmerhaltige bis glimmerhaltige Feinsande (**USM-Sande**), die eine graue und hellgraue, beige, hellbraune und rote bis rotbraune Farbe aufweisen. Anhand der manuellen Bodenansprache der Bohrkerns weisen die USM Böden eine steife, steife bis halbfeste und halbfeste Konsistenz auf.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden drei geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlagen 3.1 bis 3.3 diesem Geotechnischen Bericht beiliegen. Die Lage der Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

## 7. Asphalt- und Bodenverunreinigungen

Aus der bestehenden Alleestraße wurde ein Asphaltkern entnommen. An dem entnommenen Asphaltkern wurde der PAK – Gehalt nach EPA sowie der Phenolindex im chemischen Institut “BVU GmbH” in Markt Rettenbach bestimmt. Das Analysenergebnis liegt als Anlage 4.1 bei. Der anhand der chemischen Untersuchung ermittelte PAK-Gehalt und Phenolindex sind nachfolgend dargestellt. Außerdem erfolgt eine Einstufung nach RuVA-StB und nach der „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen auf Deponien“.

Probenbezeichnung	PAK [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse nach RuVA-StB	Entsorgung auf Deponie
Asphalt Alleestraße	95	< 0,1	B	DK I

Nach der Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB) werden Verwertungsverfahren in Heiß- und Kaltverfahren unterschieden. Kaltverfahren können mit und ohne Zusatz von Bindemitteln zur Anwendung kommen. Die Zuordnungen von Verwertungsverfahren in Abhängigkeit von den Verwertungsklassen sind in der Tabelle 1 der RuVA-StB geregelt und nachfolgend dargestellt.

**Tabelle 1: Verwertungsklassen für Straßenausbaustoffe und Zuordnung von Verwertungsverfahren**

Verwertungsklasse	Art der Straßenausbaustoffe		Hintergrund <sup>1)</sup>	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA mg/kg	Phenolindex im Eluat mg/l	Verwertungsverfahren nach Abschnitt <sup>2)</sup>
A	Ausbauasphalt		AS, BS, GS	≤ 25 <sup>4)</sup>	≤ 0,1 <sup>4)</sup>	4.1 (4.2) (4.3)
B	Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlenteertypisch	AS, BS, GS	> 25	≤ 0,1	4.2
C		vorwiegend braunkohlenteertypisch	BS, GS	Wert ist anzugeben	> 0,1	4.2

<sup>1)</sup> AS = Arbeitsschutz, BS = Bodenschutz, GS = Gewässerschutz  
<sup>2)</sup> in Klammern: nur in Ausnahmefällen, da keine hochwertige Verwertung  
<sup>3)</sup> entfallen  
<sup>4)</sup> Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet wurden.

Voraussetzung für den Wiedereinbau der Straßenbaustoffe bzw. Baustoffgemische aus Sicht des Boden- und Gewässerschutzes ist in nachfolgender Tabelle (Tabelle 3 der RuVA-StB) aufgezeigt.

**Tabelle 3: Voraussetzungen für den Einbau der Baustoffgemische aus Sicht des Boden- und Gewässerschutzes**

Zeile	Verwertungsklasse	Verwertungsverfahren	Lage der Baumaßnahme <sup>2)</sup>	Anforderungen an Bauweise
1	A	Heißmischverfahren	Keine Beschränkung	Keine
2	A	Kaltmischverfahren mit Bindemittel	Keine Beschränkung	unter wasserundurchlässiger Schicht
3	B, C		Ausgeschlossen in Wasserschutzzonen von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten, Gebieten mit häufigen Überschwemmungen, Karstgebieten ohne ausreichende Deckschicht u. Ä.	
4	A	Kaltverarbeitung ohne Bindemittel		

<sup>1)</sup> entfallen  
<sup>2)</sup> Grundsätzlich sollte – außer bei Heißmischverfahren – der Abstand zum Grundwasser ≥ 1 m betragen.



Unabhängig vom Verfahren zur Verwertung gelten für die Lagerung von Straßenausbaustoffen gemäß der Verwertungsklasse A ohne Einschränkungen die Regelungen, die im Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat (M VAG) festgelegt sind. Für die Zwischenlagerung von Straßenausbaustoffen gemäß den Verwertungsklassen B und C gelten die Regelungen entsprechend dem Merkblatt für die Wiederverwendung pechhaltiger Ausbaustoffe im Straßenbau unter Verwendung von Bitumenemulsionen und entsprechend dem Merkblatt für die Verwendung von Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln.

Soll der Asphaltaufbruch auf einer Deponie entsorgt werden, erfolgt die Zuordnung nach der Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen auf Deponien Stand Mai 2012. Nach dieser kann Straßenaufbruch bis zu einem PAK-Gehalt nach EPA bis 30 mg/kg auf einer Deponie der Deponieklasse 0 abgelagert werden. Die Asphaltsschicht im Bereich Alleenstraße kann auf einer Deponie der Deponieklasse I abgelagert werden.

Routinemäßig wurde das aufgeschlossene Bodenmaterial auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. Hierbei wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt.

Zur Überprüfung ob ggf. geogen erhöhte Konzentrationswerte in den gewachsenen Böden vorliegen, wurde aus den entnommenen Proben der Abschwemmlehme die Mischprobe MP 1 und aus den entnommenen Proben der USM Böden die Mischprobe MP 2 gebildet. Die Mischproben wurden auf die vorgegebenen Parameter der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden – Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) am Feststoff im chemischen Labor BVU hin untersucht. Die Analysenergebnisse der Mischproben liegen als Anlage 4.2.1 und 4.2.2 bei. Auf der Grundlage der durchgeführten Analytik können die Mischproben dem Zuordnungswert **Z0** der VwV zugeordnet werden. Werden die Grenzwerte des Zuordnungswertes Z0 im Feststoff nach der VwV eingehalten ist nach der VwV keine Untersuchung der Eluate erforderlich. Anhand der durchgeführten Analytik kann davon ausgegangen werden, dass die gewachsenen Böden im geplanten Baufeld keine geogen bedingten erhöhten Konzentrationswerte aufweisen.

Da durch die durchgeführte Baugrunderkundung der Untergrund nur stichprobenartig aufgeschlossen wurde, kann das Vorhandensein von Bodenverunreinigungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird daher empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Entsorgung von belastetem Bo-

denaushub, für eine gegebenenfalls erforderliche Zwischenlagerung von Bodenaushub und für zusätzliche chemische Analysen vorzusehen.

## 8. Hydrogeologische Situation

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde in den unverrohrten Bohrlöchern der Grundwasserstand gemessen. Da die Bohrlöcher teilweise nicht standfest waren, sind diese bereits vor der beabsichtigten GW-Messung bereichsweise wieder zugefallen. Durch das Zufallen kann es zu einem Wasseranstau im Bohrloch kommen, so dass die Grundwasserspiegelmessungen in den unverrohrten Bohrlöchern mit Unsicherheiten behaftet sind.

Die Bohrlöcher der BS 1 und der BS 3 wurden während der Baugrunderkundung zu temporären Grundwassermessstellen ausgebaut.

Nachfolgend sind die gemessenen Grundwasserstände in den Bohrlöchern tabellarisch dargestellt:

Bezeichnung Bohrsondierung	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [m ü. NN]	Bemerkung
BS 1	3,10	510,45	Ausbau zu temp. Pegel, Messung nach Ausbau
	3,03	510,52	Ausbau zu temp. Pegel, Messung nach 1,5 h
BS 2	–	–	standfest bis 4,65 m unter GOK, kein Grundwasser messbar
BS 3	3,45	509,05	Ausbau zu temp. Pegel, Messung nach Ausbau
	3,50	509,00	Ausbau zu temp. Pegel, Messung nach 1,5 h
BS 4	3,48	509,83	standfest bis 4,65 m unter GOK, Messung nach Bohrende
	3,45	509,86	standfest bis 4,65 m unter GOK, Messung nach 1,5 h

Die Wasserstandmessungen zeigen, dass innerhalb der sandigen USM Böden Schichtwasser vorhanden ist.

Nach den aktuellen Hochwassergefahrenkarten liegt das geplante Baugebiet außerhalb einer Überschwemmungsfläche eines Oberflächengewässers.

Die Fläche des geplanten Neubaugebietes liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten.

## 9. Geotechnische Laborversuche

Zur Klassifizierung und Bestimmung der bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten sowie zur Ableitung von Bodenkennwerten und Homogenbereichen wurden an den entnommenen Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

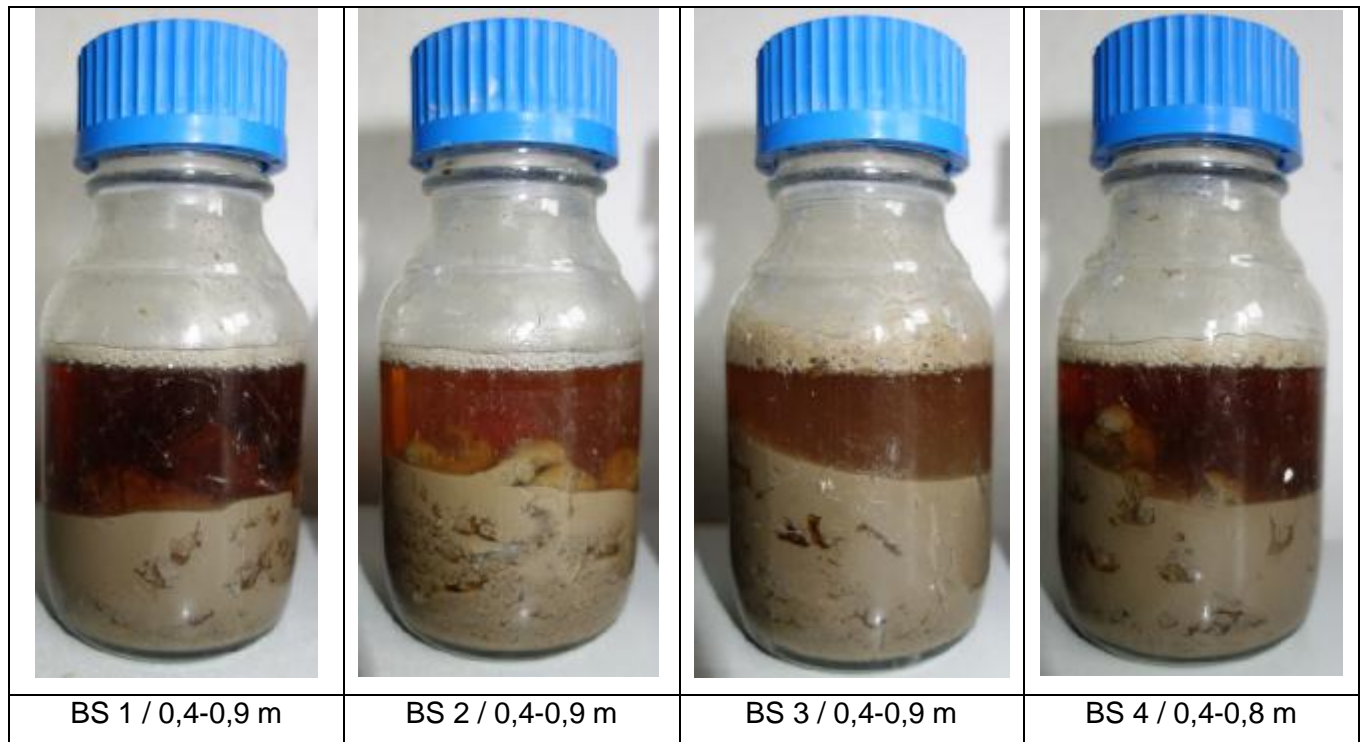
- 15 mal Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18121
- 1 mal Bestimmung des Feinanteils nach DIN 18123
- 4 mal Bestimmung der Huminsäuren nach DIN EN 1744
- 1 mal Probestabilisierung mit Bindemittel Dorosol C 30 (Fa. Holcim)
- 2 mal Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 5 bei.

An einer Probe der USM-Sande wurde der Feinanteil bestimmt. Die USM- Sandprobe BS 4 / 3,5 - 3,9 m kann anhand des ermittelten Feinanteils von 39,8 M.-% der Bodengruppe SU\*/ST\* (stark schluffige bzw. stark tonige Sande) nach DIN 18196 zugeordnet werden.

An zwei Proben der aufgeschlossenen Abschwemmlerme (BS 1 / 0,4-0,9 m und BS 4 / 0,4 -0,8 m) wurden die organischen Bestandteile durch Ermittlung des Glühverlustes bestimmt. Feinkörnige Böden, die einen organischen Anteil von über 5 % besitzen, werden als organogen und Böden mit einem organischen Anteil von > 20 % als organisch bezeichnet. Bei den untersuchten Abschwemmlerme wurde einen Glühverlust  $V_{gl}$  von 5,8 M.-% bis 7,4 M.-% ermittelt. Somit sind die untersuchten Abschwemmlerme organogen.

An den entnommenen Proben der oberflächlich anstehenden Abschwemmlerme der BS 1 bis BS 4 wurde das Vorhandensein von Huminsäuren überprüft. Hierfür wurden die Bodenproben mit einer 3%igen Natronlauge versetzt. Eine dunkle Verfärbung der Flüssigkeit zeigt das Vorhandensein von Huminsäuren an. Das Ergebnis ist in nachfolgenden Bildern dargestellt.



Bei allen Proben wurde eine deutliche Verfärbung festgestellt, was auf das Vorhandensein von Huminsäuren schließen lässt. Anhand der Versuchsergebnisse muss daher in den oberflächlich anstehenden Abschwemmlerme mit Huminsäuren gerechnet werden. Huminsäuren hemmen den Erhärtungsprozess eines Boden-Bindemittelgemisches, indem sie das Calcium-Hydroxid, welches bei Kontakt des Bindemittels (Kalk und Zement) mit Wasser gebildet wird, binden. Bei Böden mit Huminsäure bzw. bei organischen Böden ist erst eine Stabilisierung zu erreichen, wenn die Menge des Bindemittels einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Dies liegt daran, dass eine gewisse Menge des Bindemittels für die Neutralisierung der Huminsäuren aufgebraucht wird. Das bedeutet, dass bei Böden mit Huminsäure bzw. organischen Bestandteilen ein erhöhter Bindemittelbedarf für eine ausreichende Stabilisierung des Bodens erforderlich ist. Außerdem sollte ein Bindemittel mit hohem Zementanteil verwendet werden.

Zur Überprüfung der Stabilisierbarkeit der Abschwemmlerme mit Bindemittel wurde aus den vier Proben der oberflächlich anstehenden Abschwemmlerme eine Mischprobe gebildet. Im geotechnischen Labor wurde eine Probestabilisierung mit dem Mischbindemittel "Dorosol C30 (30 % Kalk + 70 % Zement) der Fa. Holcim" durchgeführt. Hierbei wurden den Mischprobe ca. 5 M.-% Dorosol C30 bezogen auf die Trockenmasse des Bodens hinzugegeben. Nach ca. zwei Stunden nach dem Mischvorgang wurde das Boden-Bindemittelgemisch mit Proctorenergie im Proctortopf eingebaut und drei Tage feucht gelagert. Nach drei Tagen wurde eine mäßige bis gute Verfestigung der Probekörper festgestellt. Nach drei Tagen Feuchtlagerung wurden die stabilisierten Probekörper mehrere Tage vollständig unter Wasser getaucht. Nach mehreren Tagen Wasserlagerung wurde festgestellt, dass der Probekörper unter Wasser nicht zerfallen ist und eine gute Verfestigung eingetreten ist.

Auf der Grundlage der durchgeführten Probestabilisierung kann trotz der festgestellten Huminsäure in den oberflächlich anstehenden Abschwemmlermen eine Stabilisierung der Abschwemmlerme durch die Zugabe von Bindemittel erreicht werden. Aufgrund der vorhandenen Huminsäure wird empfohlen eine Mindestbindemittelzugabe von  $\geq 5$  M.-% vorzusehen. Noch durchwuzelte Abschwemmlerme sollten vor einer Bodenstabilisierung auf jeden Fall entfernt werden, da diese Schichten erfahrungsgemäß einen sehr hohen Gehalt an Huminsäure aufweisen.

## 10. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend sind die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der Baugrunduntersuchung, der Ergebnisse der Laboruntersuchungen sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammengestellt.

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchlässig-keit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfind-lichkeitsklasse ZTV E-StB
Abschwemmlehm	TL, TM, UL, UM, OU, OT	mittel bis groß	sehr gering bis gering	mäßig bis schlecht	sehr frostempfindlich <b>F3</b>
USM-Mergel / USM-Sand	TL, TM, TA, UL, UM, SU*, ST*, SU, ST	gering bis groß	sehr gering bis mittel	mittel bis schlecht	frostempfindlich <b>F2</b> bis sehr frostempfindlich <b>F3</b> <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Die Bodengruppe SU\* / ST\* bzw. TL, TM, UL, UM, OU, OT ist der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen, die Bodengruppe SU / ST bzw. TA der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen.

Die angetroffenen Böden sind z.T. witterungsempfindlich. Bei ungünstiger Witterung und ungeschütztem Erdplanum oder bei unsachgemäßer Zwischenlagerung können erfahrungsgemäß durch Frost, Niederschläge oder hohe mechanische Beanspruchung durch Baustellenverkehr deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Eigenschaften eintreten.

## 11. Homogenbereiche für Böden

Die im Untersuchungsbereich aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015-08) für „Erdarbeiten“ eingeteilt werden:

Geologische Bezeichnung		Homogenbereich Böden	
		Abschwemmlehm	USM-Mergel / -Sand
Bodengruppe nach DIN 18196		TL, TM, UL, UM, OU, OT	TL, TM, TA, UL, UM, SU*, ST*, SU, ST
Wassergehalt	[%]	15 – 35	8 – 40
Dichte, feucht	[t/m <sup>3</sup> ]	1,8 – 2,1	1,9 – 2,2
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>		0,6 – 1,2	0,75 – 2,0
Konsistenz		weich, steif, halbfest	steif, halbfest
Plastizitätszahl I <sub>p</sub>	[%]	5 – 30	0 – 35
Undrained Scherfestigkeit C <sub>u</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	40 – 120	60 – 400
Organischer Anteil	[Gew.-%]	0 – 8	≤ 3
Korngrößenverteilung	T [%]	0 – 40	0 – 50
	U [%]	40 – 90	5 – 90
	S [%]	0 – 40	0 – 90
	G [%]	0 – 30	0 – 20
Massenanteil Steine / Blöcke <sup>1)</sup>	[%]	≤ 30 / –	≤ 30 / –
Massenanteil Blöcke <sup>2)</sup>	[%]	–	–
Lagerungsdichte		–	–
Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)		3, 4	3, 4, 5, 6

<sup>1)</sup> Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

<sup>2)</sup> Blöcke mit Korngröße über 630 mm

Oberboden ist nach DIN 18320 unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

Die den Homogenbereich zugeordneten Schichtgrenzen können den Bohrprofilen und Profilschnitten entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

Bei den zuvor genannten Parametern für die Beschreibung der Homogenbereiche handelt es sich nicht um Kennwerte, die für erdstatische Berechnungen verwendet werden dürfen, sie dienen lediglich der Beschreibung der Bandbreiten der Bodeneigenschaften.

Da die anstehenden Böden tlw. wasserempfindlich sind, können diese Böden bei nicht fachgerechter Zwischenlagerung und bei starken Niederschlägen während eines Transports oder durch mechanische Beanspruchung aufweichen, so dass diese ggf. in die Bodenklasse 2 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. in eine breiige Konsistenz übergehen können.

Die angegebenen Werte sind nur z.T. durch geotechnische Laboruntersuchungen direkt bestimmt worden. Andere Angaben beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen nicht auszuschließen sind.



## 12. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der Geländeaufnahmen, den durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

<b>Bodenschichten</b>	<b>Wichte</b> $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	<b>Wichte unter Auftrieb</b> $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	<b>Reibungswinkel</b> $\phi_k$ [°]	<b>Kohäsion</b> $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	<b>Steifemodul</b> $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Abschwemtlehm</b>	<b>19,5</b> (19 – 21)	<b>9,5</b> (9 – 11)	<b>25</b> (22,5 – 27,5)	<b>5</b> (3 – 12)	<b>4 - 8</b>
<b>USM-Mergel</b>	<b>20</b> (19 – 21)	<b>10</b> (9 – 11)	<b>25</b> (22,5 – 27,5)	<b>8</b> (5 – 15)	<b>6 -12</b>
<b>USM-Sand</b>	<b>20</b> (18 – 21)	<b>10</b> (9 – 11)	<b>30</b> (27,5 – 32,5)	<b>2</b> (0 – 6)	<b>6 - 25</b>

( ) Schwankungsbereich der Bodenkennwerte (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

## **13. Kanal- und Leitungsbau**

### **13.1 Graben- und Grubenaushub**

Im geplanten Neubaugebiet wurden in der BS 1, BS 3 und BS 4 bis zur erreichten Endtiefe der Bohrsondierungen bei 5,0 m unter GOK gut baggerbare Böden aufgeschlossen. In der BS 2 wurde ab einer Tiefe von 4,7 m unter GOK kein weiterer Bohrfortschritt erreicht, was vermutlich auf einen verfestigten USM-Mergel zurückzuführen ist. Schwer lösliche Böden bzw. Mergel- und Sandsteinbänke innerhalb der USM-Schicht sind möglich und sollten bei der Ausschreibung daher berücksichtigt werden.

Werden Gräben und Gruben nach einer mit Bindemittel durchgeführten Bodenstabilisierung ausgehoben, muss für den Aushub die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. eine feste Konsistenz berücksichtigt werden.

### **13.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben**

Bei Gräben, die von Personal betreten werden und tiefer als 80 cm sind, müssen mindestens 0,60 m breite Schutzstreifen beidseitig neben Gräben angeordnet werden, die von Aushubmaterial und Gegenständen freigehalten werden müssen. Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsräben sowie von Gruben für Schächte sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten. Die erforderlichen Abstände von Fahrzeugen bzw. Baugeräten zum Graben ist der DIN 4124 zu entnehmen.

Gruben und Gräben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung, wenn die zuvor angegebenen Schutzstreifen vorhanden sind, Fahrzeuge bzw. Baugeräte den erforderlichen Abstand nach DIN 4124 einhalten und das Gelände nicht steiler als 1:10 ansteigt, senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben und Gruben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgebochten Wänden oder mit einem Grabenverbau hergestellt werden.

Freie Gruben- und Grabenböschungen mit einer Tiefe von > 1,25 m bis 5 m können über Grund- bzw. Schichtwasser in den oberflächlich anstehenden mindestens steifen Abschwemmlernen und in den mindestens steifen USM-Mergeln mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 60^\circ$  sowie in den weich bis steifen Abschwemmlernen und den USM- Sanden in Anlehnung an die DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  ohne rechnerischen Nachweis angelegt werden.

Unterhalb von Grund- bzw. Schichtwasser sind für die Herstellung von Leitungen und Kanälen Grabenverbaugeräte nach DIN 4124 zu verwenden und Wasserhaltungsmaßnahmen auszuführen. Um die abzupumpenden Wassermengen gering zu halten, sind Gräben abschnittsweise in kurzen Abschnitten von  $L \leq 6,0$  m auszuheben. Aufgrund der anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden muss mit einem geringen Wasserandrang gerechnet werden. Liegen Gräben und Gruben im Ausstrahlungsbereich von Bauwerks- bzw. Gebäudelasten sind entsprechend für die Belastung zugelassene Grabenverbaugeräte zu verwenden. Der Grabenverbau muss großflächig bündig an der Grabenwand anliegen. Hinter dem Grabenverbau entstandene Hohlräume sind unverzüglich kraftschlüssig zu verfüllen. Für den Einsatz von Grabenverbaugeräten sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

Bei den bereichsweise aufgeschlossenen schluffigen USM - Sanden muss unter dem Einfluss von strömendem Grund- bzw. Schichtwassers mit Fließerscheinungen gerechnet werden. Um ein Ausfließen der Sande zu vermeiden, sind filterstabile Pumpensümpfe anzulegen. Es ist die Verwendung filterstabiler Schüttmaterialien bzw. der Einbau von geotextilen Filtervliesen vorzusehen. Alle Wasserhaltungsmaßnahmen sind ständig auf ungewollten Bodenaustrag hin zu kontrollieren, um so bei einem unbeabsichtigten Bodenaustrag infolge der Wasserhaltung kurzfristig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Das aus der Baugrube abzupumpende Wasser aus einer offenen Wasserhaltung, ist zu sammeln und über ein Absetzbecken zu leiten, bevor es einer Vorflut zugeführt werden kann. Das Wasser kann in eine natürliche Vorflut oder in die Kanalisation abgeleitet werden. Eine Wasserhaltung muss durch die Untere Wasserbehörde des zuständigen Landratsamtes genehmigt werden. Die entsprechenden Einleitrichtlinien der wasserrechtlichen Erlaubnis sind hierbei zu beachten. Grundwasserverunreinigungen, die eine darüber hinausgehende Wasseraufbereitung notwendig machen, sind hier erfahrungsgemäß nicht zu erwarten.

Zum Schutz vor Durchfeuchtung bzw. Erosion durch Niederschlagswasser sowie zur Verhinderung der Austrocknung und damit der Verminderung der Standfestigkeit sind Böschungen mit längerer Standzeit  $> 5$  Tage durch überlappende Kunststoff-Folien abzuhängen und so vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Den Gruben und Gräben zulaufendes Oberflächenwasser ist mittels Tagwassersperrern o. glw. fernzuhalten.

Werden die Flächen direkt neben den Gräben durch Verkehrslasten bzw. ständige Lasten beansprucht oder sind dynamische Beanspruchungen durch Ramm- und Rüttelarbeiten zu erwarten, ist im Einzelfall ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis notwendig.

### 13.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung

Im Allgemeinen ist die Grabensohle tiefer auszuheben und ein Auflager einzubringen, das so beschaffen und hergestellt sein muss, dass es der Rohrumhüllung oder dem Rohrmaterial nicht schadet und die sonstigen Anforderungen erfüllt. Die Anforderungen der DIN EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" sind zu beachten.

Um Schäden in den Leitungen und Kanälen zu vermeiden, sind ggf. vorhandene weiche bindige Böden bis ca. 20 cm unter das Rohrauflager zu entfernen und durch gut tragfähigen Boden (z.B. Kies 0/32 mm) zu ersetzen. Zwischen Kies austauschschicht und anstehendem bindigen Boden wird der Einbau eines Trenn- und Filtervlieses der Georobustheitsklasse GRK 3 empfohlen.

Für den Bereich der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und -wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material nach den Vorgaben der jeweiligen Leitungsbetreiber zu verwenden. Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. Innerhalb der Leitungszone müssen Verdichtungsgrade  $D_{Pr} \geq 97 \%$  erreicht werden.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** wird der Einbau von gut verdichtungsfähigen, kornabgestuften grobkörnigen Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB und ZTV A-StB zu entnehmen.

Sollen die anstehenden Abschwemmlerme und die Böden der USM zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden, wird empfohlen diese vor dem Wiedereinbau mittels Bindemittel zu verbessern bzw. zu stabilisieren. Ein Mindestverdichtungsgrad von  $D_{PR} \geq 97 \%$  sowie ein Luftporengehalt von  $n_a \leq 8 \%$  ist einzuhalten. Ausgehobene Böden für einen Wiedereinbau sind fachgerecht zwischenzulagern und vor Durchfeuchtung zu schützen.

In den oberen 0,5 m einer Graben- bzw. Grubenverfüllung unter einer Straße sind bis zum Erdplanum gut tragfähige, grobkörnige Böden z.B. Kies 0/45 mm oder mit Bindemittel stabilisierte Böden einzubauen, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum von  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreichen zu können. Grobkörnige Böden sind auf mindestens  $D_{Pr} = 100 \%$  und mit Bindemittel stabilisierte feinkörnige bzw. gemischtkörnige Böden auf mindestens  $D_{Pr} = 97 \%$  unter Einhaltung eines Luftporengehalts von  $n_a \leq 8\%$  zu verdichten. Da die oberflächlich anstehenden Abschwemmlerme Huminsäuren enthalten, müssen diese mit mindestens 5 % Mischbindemittel mit einem Zementgehalt von  $\geq 70 \%$  stabilisiert werden, um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen sind auf das verwendete Gerät und auf den Boden abzustimmen. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitungen führen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3,0 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht fachgerecht verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen, wie z.B. Boden-Bindemittelgemische, Beton oder Flüssigboden zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitungen und den Oberbau auswirkt. Die Gruben- und Grabenverfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung zu überwachen.

Bei der Verwendung von grobkörnigem Verfüllmaterial ist durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. dem Einbau von Querschotts aus bindigem Boden, zu verhindern, dass sich der Leitungsgraben nach dem Verfüllen für zufließendes Schichtwasser zu einer Längsdrainage ausbildet.

#### **14. Bau von Verkehrsflächen**

Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) gewählten Belastungsklasse, Bauweise und der Frosteinwirkungszone ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO zu bestimmen. Das geplante Baugebiet liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II.

Nach Abtrag des bestehenden Oberbodens stehen im geplanten Baugebiet anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse Abschwemmlerme der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach der ZTV E-StB an.

Für das Planum bzw. den Untergrund einer Verkehrsfläche wird nach der RStO eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Dieser Wert muss eingehalten werden, um mit dem weiteren Tragschichtaufbau nach RStO die geforderte Tragfähigkeit auf OK Frost- / Tragschicht erreichen zu können. Auf OK Frost-/Tragschicht sollte eine Mindesttragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  eingehalten werden. Die verschiedenen Bauweisen können den Tafeln 1 bis 4 der RStO entnommen werden.

Die nach Abtrag des Oberbodens anstehenden zumeist steifen Abschwemmlerme weisen erfahrungsgemäß ein Verformungsmodul von etwa  $E_{v2} = 15 - 25 \text{ MN/m}^2$  auf. Um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf OK Planum bzw. Untergrund zu erreichen, ist ein Bodenaustausch bzw. Bodenauftrag mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden oder eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel erforderlich.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von ca.  $E_{v2} = 20 \text{ MN/m}^2$  auf Niveau des Planums ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z. B. Kies 0/45 mm) von mindestens 20 cm erforderlich, um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf Planumsniveau zu erhalten. Um eine wirtschaftliche und ausreichende Dimensionierung der Bodenaustauschschicht durchführen zu können, sollten auf OK planmäßigem Untergrund der Verkehrsfläche im Zuge der Bauausführung statische Plattendruckversuche ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der hierbei ermittelten Ausgangstragfähigkeit kann die erforderliche Bodenaustauschmächtigkeit nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Ausgangstragfähigkeit Planum $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	geforderte Tragfähigkeit Planum $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	≥ 45	55
10	≥ 45	40
15	≥ 45	30
20	≥ 45	20
30	≥ 45	10*
40	≥ 45	5*

\* Mindestmächtigkeit fachgerechter Einbau Kies 0/45 mm (3 x 4,5 cm) = 13,5 cm

Der Einbau der Kiesschicht hat lagenweise ( $d \leq 30$  cm) bei einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100$  % zu erfolgen.

Um eine Verschlechterung der Ausgangstragfähigkeit bei den oberflächlich anstehenden wasserempfindlichen Böden zu vermeiden, sollte das Planum bzw. der Untergrund einer Verkehrsfläche nach dem Freilegen, sofern keine Bodenverbesserung mit Bindemittel erfolgt, sogleich durch eine mindestens 15 bis 20 cm mächtige kornabgestufte Kiesschicht vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Außerdem sollte ein Wassereinstau durch eine entsprechende Querneigung des Planums vermieden werden. Die Ausbildung einer Drainage bzw. eines Grabens, um das anfallende Wasser auf dem Planum abzuführen, wird empfohlen.

Zur Minimierung von Abtragsmassen kann alternativ zu einem Bodenaustausch zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> auf dem Untergrund zu erreichen. Durch Schächte oder Einbauten im Bereich des zu stabilisierenden Straßenuntergrundes kann es zu Schwierigkeiten bzw. zu einem erhöhten Aufwand bei einer Bodenstabilisierung kommen.

Die oberflächlich anstehenden Abshwemmlehme weisen anhand der durchgeführten Laborversuche Huminsäuren auf. Auf der Grundlage der durchgeführten Probestabilisierung sollte, um einen Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> auf OK Untergrund zu erreichen, eine Mindestbindemittelzugabe von  $\geq 5$  % eines Mischbindemittels mit mindestens 70 % Zement vorgesehen werden. Noch durch

Bei einer Bodenstabilisierung des Planums mit Bindemittel ist der Untergrund bis in eine Tiefe von mindestens 40 cm unter OK Planum zu stabilisieren. Es wird empfohlen ein Mischbindemittel mit 30 % Kalk und 70 % Zement wie z.B. DOROSOL C30 der Fa. Holcim oder Bodenbinder 300 der Fa. Schwenk für die Bodenstabilisierung zu verwenden. Aufgrund er festgestellten Huminsäuren wird eine Mindestbindemittelzugabemenge von mindestens 5 M.-% wird empfohlen. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 5 M.-% bei einer Trockendichte des Ausgangsbodens von ca. 1800 kg/m<sup>3</sup> ergibt dies bei einer üblichen Frästiefe von 40 cm einen Bindemittelbedarf von ca. 36 kg/m<sup>2</sup>. Bei geringem Ausgangswassergehalt muss zur Begrenzung des Luftporengehalts ( $n_a \leq 8 \%$ ) sowie für eine ausreichende Reaktion des Bindemittels eine kontrollierte Wasserzugabe unter Fräseinsatz für eine gleichmäßige Durchfeuchtung erfolgen. Bei hohem Ausgangswassergehalt muss die Bindemittelmenge ggf. entsprechend erhöht werden.

Auf eine gute Homogenisierung des Boden-Bindemittelgemisches ist zu achten. Um die 40 cm mächtige stabilisierte Schicht fachgerecht zu verdichten, muss ein Walzenzug mit Stampffußbandage oder Polygonbandage und einem Betriebsgewicht von  $\geq 14$  t verwendet werden. Danach ist die Oberfläche durch eine entsprechend schwerere Glattradwalze zu schließen.

Bei Umsetzung einer qualifizierten Bodenverbesserung mit den Mindestanforderungen an die Bindemittelzugabe von  $\geq 3\%$ , einem Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 70$  MN/m<sup>2</sup> und einer einaxialen Druckfestigkeit von  $q_u \geq 0,5$  N/mm<sup>2</sup> kann der Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zugeordnet werden und damit der frostsichere Mindestaufbau um 10 cm reduziert werden (Einsparung von 10 cm Kies- oder Schottertragschicht).

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der oberflächennah anstehenden bindigen Böden sollte das Erdplanum mit einem Quergefälle hergestellt werden und bei Gefahr eines Wassereinstaus durch Dränagen entwässert werden.

Bei der Bindemittleinarbeitung ist zum Schutz von Fahrzeugen und von Nachbarbebauungen unbedingt die Windrichtung zu beachten. Es wird empfohlen, ein staubarmes Bindemittel zu verwenden.



Die beauftragte Firma sollte entsprechende Erfahrung mit Bodenstabilisierungen bzw. -verbesserungen nachweisen können. Die einschlägigen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV), Merkblätter und Lieferbedingungen sind zu beachten.

Bei starken Niederschlägen sind Bodenverbesserungsmaßnahmen mit Bindemittel einzustellen. Bei geringen Niederschlägen muss das Einfräsen des Bindemittels so schnell erfolgen, dass eine Durchfeuchtung und damit eine Verklumpung des Bindemittels vermieden wird. Trotzdem entstandene Klumpen müssen beim Einfräsen ausreichend zerkleinert werden. Mischbindemittel sind aufgrund des Erstarrungsverhaltens des Zements innerhalb von 4 Stunden nach dem Einarbeiten des Bindemittels zu verdichten. Eine Bodenstabilisierung darf nur bei Temperaturen  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  ausgeführt werden. Die Temperaturen in dem eingebauten Boden-Bindemittelgemisch dürfen in den ersten 3 Tagen nicht unter  $5^{\circ}\text{C}$  absinken. Gegebenenfalls ist das Planum vor Frosteinwirkung zu schützen. Bei Frosteinwirkung muss die Planumsentwässerung so wirksam sein, dass ein Gefrieren der Bodenverbesserung im wassergesättigten Zustand vermieden wird. Gefrorener Boden kann nicht für eine Bodenverbesserung verwendet werden.

Die Einbauweisen und Einbaubedingungen nach der ZTV E-StB sind einzuhalten. Die nach ZTV E-StB und ZTV SoB-StB bzw. RStO geforderte Verdichtung und Tragfähigkeit auf OK Planum bzw. Untergrund und OK ungebundener Frost-/Tragschicht ist mittels statischer Plattendruckversuche ggf. in Verbindung mit dynamischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Von einer ausreichenden Verdichtung eines mit Bindemittel stabilisierten Planums kann erfahrungsgemäß bei einer Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  und einem Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  in Verbindung mit einem Luftporengehalt von  $n_a \leq 8 \%$  ausgegangen werden.

## 15. Regenwasserversickerung

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine Einschränkungen bei einer Regenwasserversickerung.

Bei der Herstellung von Versickerungsmulden sollte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$  m/s vorhanden sein. Bis zu einer Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes von  $k_f = 1 \times 10^{-6}$  m/s kann eine Mulden-Rigolen-Versickerung hergestellt werden. Bei der Durchlässigkeit des Untergrundes von  $k_f < 1 \times 10^{-6}$  m/s kann die geringe Versickerungsrate nicht mehr vollständig durch eine Zwischenspeicherung der Abflüsse in den Rigolen ausgeglichen werden, so dass zusätzlich eine Ableitung erforderlich ist. Hierbei erfolgt die Entleerung der Rigole zum einen durch die geringe Versickerung (Teilversickerung) in den Untergrund und zum anderen durch die gedrosselte Ableitung in ein Rohrsystem oder in einen offenen Graben.

Erfahrungsgemäß weisen die anstehenden Böden einen vertikalen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f < 1 \times 10^{-6}$  m/s auf, so dass lediglich eine Teilversickerung von Regenwasser im Baugebiet möglich sein wird.

Regenwasserversickerungsanlagen müssen einen ausreichenden Abstand zu Gebäuden aufweisen. Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone mit einer Mindestmächtigkeit von 30 cm erfolgen. Eine direkte Versickerung über Rigolen und Schächte ist wasserwirtschaftlich unerwünscht. Die Mächtigkeit des Sickertraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Die allgemeinen Grundsätze zum Umgang mit Regenwasser kann dem Merkblatt DWA-M 153 entnommen werden. Für die Planung, Bau und Betrieb der notwendigen Versickerungsanlage ist eine Bemessung bzw. Berechnung nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 notwendig.

## **16. Allgemeine Angaben zur Bebauung im Baugebiet**

### **16.1 Geotechnische Kategorie**

Geplante Bauwerke im Neubaugebiet sind in die Geotechnische Kategorie GK 2 (Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund) nach EC 7 einzuordnen. Bei Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 muss nach DIN 4020 ein Sachverständiger für Geotechnik eingeschaltet werden.

### **16.2 Baugruben und Böschungen**

Baugrubenböschungen können über Grund- bzw. Schichtwasser bis max. 5 m unter GOK bei den oberflächlich anstehenden zumeist mindestens steifen Abschwemmlen und mindestens steifen USM-Mergeln mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 60^\circ$  sowie in den tlw. angetroffenen weich bis steifen Abschwemmlen sowie in den USM- Sanden mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  angelegt werden.

Bei den zuvor gemachten Angaben zu Baugrubenböschungen müssen Baugeräte bis 12 t sowie Fahrzeuge, welche nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 1,0 m und Baugeräte von mehr als 12 t bis 40 t sowie Fahrzeuge, welche nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 2,0 m einhalten. Lastfreie Schutzstreifen neben der Baugrube bzw. Böschungskrone von mindestens 0,6 m sind vorzusehen. Weitere Angaben der DIN 4124 sind zu beachten.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

Sollen freie Baugrubenböschungen unterhalb von Grund- bzw. Schichtwasser angelegt werden, muss vorab das Grund- bzw. Schichtwasser abgesenkt werden. Da unter Grund- bzw. Schichtwasser schluffige Sande bzw. stark sandige Schluffe anstehen, muss unter dem Einfluss des strömenden Schicht- bzw. Grundwassers mit Fließerscheinungen (Ausfließen der schluffigen Sande bzw. sandigen Schluff-

fe) gerechnet werden. Bei den anstehenden schluffigen Sanden bzw. stark sandigen Schluffen ist das Wasser erfahrungsgemäß fest an den Boden gebunden, so dass es durch Schwerkraft allein üblichen Filterbrunnen nicht mehr zufließt. Schicht- bzw. Grundwasser kann bei diesen schwer entwässerbaren Böden mit Vakuumbrunnen oder –lanzen (Unterdruckentwässerung) abgesenkt werden. Durch eine Vakuumabsenkung werden die Baugrubenböschungen stabilisiert. Nach einer Vakuumabsenkung können freie Baugrubenböschungen mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  bis zur geplanten Baugrubensohle angelegt werden. Soll eine offene Wasserhaltung in der Baugrube ausgeführt werden, sind die Böschungen durch einen Auflastfilter vor dem Ausfließen der teilweise angetroffenen schluffigen Feinsande bzw. sandigen Schluffe der USM zu schützen. Bei der Herstellung von Auflastfiltern wird empfohlen die Böschungen auf  $\beta \leq 40^\circ$  abzuflachen.

Bei Böschungshöhen über 5 m, einem erforderlichen steileren Böschungswinkel als zuvor angegeben, bei nicht Einhaltung der Aushubgrenzen nach DIN 4123 neben bestehenden Bauwerken und Leitungen, Störungen des Bodengefüges durch z.B. Aufgrabungen in einem Abstand von  $\leq 2,0$  m hinter der Böschungskrone, bei Stapellasten von mehr als  $10 \text{ kN/m}^2$  neben dem Schutzstreifen von  $0,6$  m oder bei geringeren Abständen von Fahrzeugen entlang der Böschungskrone als zuvor angegeben und das Gelände neben der Böschungskante steiler als  $1:10$  ansteigt sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

### **16.3 Bauwerksgründungen**

Für die Gründung von Gebäuden über Einzel- und Streifenfundamente sind im Allgemeinen mindestens steife nicht organische feinkörnige bzw. gemischtkörnige Böden sowie grobkörnige Böden geeignet. Stehen weiche nicht organische bindige bzw. gemischtkörnige Böden unter der geplanten Gebäudegründung an, kann das Gebäude ggf. je nach Schichtmächtigkeit über eine Gründungsplatte gegründet werden. Eine Gründungsplatte führt erfahrungsgemäß zu einer besseren Lastverteilung und somit zur Verminderung bauwerksschädlicher Setzungsdifferenzen.

Eine frostsichere Einbindung von außenliegenden Einzel- und Streifenfundamenten bzw. Frostschürzen bei Gründungsplatten von mindestens  $1,0$  m unter Geländeoberkante ist vorzusehen.

Es wird empfohlen für jedes einzelne Bauvorhaben im Hinblick auf die spezifischen lokalen Verhältnisse eine gesonderte Baugrunduntersuchung auszuführen. Sämtliche Angaben zur Gründung sind

auf die konkreten Planungen und Gebäudeabmessungen und -art abzustimmen und sind insbesondere hinsichtlich der Verträglichkeit der Setzungen usw. zu prüfen. Mischgründungen in unterschiedlichen Schichten sind zu vermeiden.

Liegt die Gründungssohle von geplanten Bauwerken im Baugebiet auf den aufgeschlossenen mindestens steifen Abschwemmlernen bzw. Böden der USM, kann die Gebäudegründung über Einzel- und Streifenfundamenten oder über eine Gründungsplatte erfolgen. Sollen Gebäude auf den tlw. festgestellten weich bis steifen Abschwemmlernen gegründet werden, wird die Ausbildung einer Gründungsplatte empfohlen.

Für eine Vordimensionierung einer Gründung mittels **Einzel- und Streifenfundamenten** auf den bei der Baugrunderkundung angetroffenen mindestens steifen Abschwemmlernen und Böden der USM, wird unter Berücksichtigung einer Fundamenteinbindung von mindestens 0,8 m unter GOK bzw. Bodenplatte, für Streifenfundamente mit einer Fundamentbreite von  $b$  bzw.  $b' = 0,5$  m bis 1,5 m der Bemessungswert des Sohlwiderstandes mit  $\sigma_{R,d} = 200$  kN/m<sup>2</sup> und für ein quadratisches Einzelfundament mit  $b$  bzw.  $b' = 0,8$  m bis 1,5 m mit  $\sigma_{R,d} = 250$  kN/m<sup>2</sup> angegeben.

Bei voller Ausnutzung des zuvor angegebenen Bemessungswert des Sohlwiderstandes sind unter Berücksichtigung der setzungswirksamen Lasten (ständige und quasi-ständige veränderliche Lasten) und unterschiedlichen Fundamentbreiten Setzungen von ca.  $s = 1$  cm bis 3 cm zu erwarten.

Erfahrungsgemäß können durch bauwerksspezifische Baugrunderkundungen höhere Bemessungsohlwiderstände vorgegeben werden.

Die Bemessung einer elastisch gebetteten **Gründungsplatte** erfolgt mit dem Steifemodulverfahren oder alternativ mit dem Bettungsmodulverfahren.

Nach dem DIN - Fachbericht 130 "Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen" erfolgt der Berechnungsablauf zur Bestimmung von Bettungsmoduli prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für das Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter
2. Berechnung von Vertikalverschiebungen und Sohlrücken mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner

3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 ( $EI = 0$ ) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter
4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner
5. Neuberechnung der Bettungsmoduln aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach einer ausreichenden Übereinstimmung der Vertikalverformung kann von einem näherungsweise korrekten Ansatz des Baugrundmodells in der statischen Berechnung ausgegangen werden. Die ermittelten Verformungen bzw. Differenzverformungen sind vom Tragwerksplaner hinsichtlich der Bauwerks- bzw. Tragwerksverträglichkeit zu überprüfen und müssen ggf. durch zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. durch die Ausbildung einer dickeren Platte oder durch einen Bodenaustausch unter der Gründungsplatte reduziert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante bzw. ein Verformungsparameter ist. Die Größe als auch die Verteilung des Bettungsmoduls werden neben der nichtlinearen Bodensteifigkeit von der Größe der Belastungsfläche, Höhe der Gesamtlast, Verteilung der Lasten sowie der Biegesteifigkeit der Platte einschließlich der aussteifenden Wände signifikant beeinflusst.

### **Abdichtung von erdberührten Bauteilen**

Eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1 ist auf der dem Wasser zugewandten Bauteilseite anzuordnen. Bodenplatten aus Beton dürfen bei nicht drückendem Wasser auch oberseitig abgedichtet werden.

Auf der Grundlage der hergestellten Baugrundaufschlüsse stehen im geplanten Baugebiet wenig wasserdurchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s an. In den sandig ausgebildeten Molasseschichten wurde bei der Baugrunderkundung in einer Tiefe von ca. 3 m bis 3,5 m unter GOK Schichtwasser angetroffen. Grund- bzw. Schichtwasser darf nicht gedrängt wer-

den. Eine Dränanlage darf somit erst oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser eingebaut werden. Wird keine Dränanlage oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser eingebaut, kann es durch Oberflächen- und zeitweisem Sickerwasser bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante kommen. Der Bemessungswasserstand entspricht dann OK Gelände.

Erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser sind bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden ( $k \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ) nach DIN 18533-1 mit Dränung nach DIN 4095 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1-E abzudichten. Eine fachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut. Die Vorgaben der DIN 4095 bezüglich der Ausbildung von Drainageeinrichtungen sind zu beachten.

Wird keine Dränung nach DIN 4095 hergestellt bzw. liegen Bodenplatten und Wände unter Schicht- bzw. Grundwasser, wirkt aufstauendes Wasser auf die Abdichtung als drückendes Wasser. Erdberührte Wände und Bodenplatten mit drückendem Wasser  $\leq 3 \text{ m}$  Eintauchtiefe sind nach DIN 18533-1 nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei einer Eintauchtiefe von  $> 3 \text{ m}$  nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten. Bei wenig wasserdurchlässigen Böden ist die Abdichtungsschicht im Endzustand wegen der Gefahr einer Stauwasserbildung mindestens 15 cm über GOK zu führen.

Alternativ zu einer Abdichtung bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der WU-Richtlinie erfolgen. Hierbei ist bei höherwertig genutzten Räumen die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton zu beachten.

Für Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser von erdüberschütteten Decken sowie gegen Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel und Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden wird auf die DIN 18533-1 verwiesen.

Bei der Auswahl der Abdichtungsbauart ist vom Planer zusätzlich die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungs-kategorie und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

#### **16.4 Erd- und Wasserdruck**

Unter dem Erdrreich liegende Außenwände sind auf den erhöhten aktiven Erddruck nach DIN 4085 zu bemessen. Bei starker Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung sollte mit dem Verdichtungserddruck nach DIN 4085 gerechnet werden, der größer als der erhöhte aktive Erddruck ist.

Wird keine Dränanlage hergestellt oder darf keine Dränanlage hergestellt werden, kann es durch Oberflächen- und Sickerwasser sowie ggf. durch aufstauendes Schichtwasser bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante kommen. Das Gebäude muss dann für einen Wasserstand bis auf Geländeoberkante bemessen werden (Wasserdruck + Auftrieb). Gegebenenfalls kann für eine wirtschaftliche Bauwerksbemessung in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde des zuständigen Landratsamtes eine Sicherheitsdränage zur Reduzierung der Wassereinstauhöhe mit Anschluss an eine geeignete Vorflut eingebaut werden.

#### **16.5 Arbeitsraumverfüllung und Geländeauffüllungen**

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen sowie für Geländeprofilierungen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die anstehenden Abschwemmlerme und Böden der USM bei mindestens steifer Konsistenz und fachgerechter Verdichtung sowie fachgerechter Lagerung bis zum Wiedereinbau wiederverwendet werden, sofern geringe Nachsetzungen von 1 bis 3 % der Auffüllhöhe toleriert werden können. Der Luftporengehalt eines eingebauten bindigen und gemischtkörnigen Bodens muss  $n_a \leq 8 \%$  betragen, um größere Nachsackungen der Arbeitsraumverfüllung bei Wasserzufluss zur Arbeitsraumverfüllung zu verhindern.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Bauwerke, Zugänge, Stellplätze, Verkehrsflächen, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare grobkörnige Böden zu verwenden. Die Verdichtung sollte hierbei mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen. Um Tagwassereintritte in den Arbeitsraum zu verringern, sollten die außerhalb des Bauwerks und außerhalb von befestigten Flächen liegenden Arbeitsraumverfüllungen auf den obersten 0,5 m mit gering durchlässigem bindigem Boden verfüllt werden.

Geländeanschüttungen über das ehemalige Geländeniveau im Einflussbereich einer Bauwerksgründung können zu zusätzlichen Setzungen bzw. bauwerksschädlichen Differenzsetzungen führen. Sind Geländeaufschüttungen im Bereich von Gebäuden vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen,



damit ein Großteil der Setzungen bereits vor Erstellung von Bauwerken abgeklungen ist. Werden Geländeaufschüttungen nach Herstellung des Gebäudes aufgebracht, sind die hieraus entstehenden Mitnahmesetzungen am Gebäude bei der Beurteilung der Gebäudesetzungen zu berücksichtigen.

## **16.6 Geothermische Energienutzung**

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine genehmigungsrechtlichen Einschränkungen für eine geothermische Energienutzung. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch die zuständige Untere Wasserbehörde ist stets erforderlich.

### Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden:

Aufgrund genutzter bzw. nutzbarer Grundwasservorkommen ist die Bohrtiefe im geplanten Baugebiet auf 190 m beschränkt.

Es muss mit keinen geotechnischen Schwierigkeiten beim Bohren oder Ausbau durch Karsthohlräume, größere Spalten, durch sulfathaltiges Gestein (Anhydrit), durch zementangreifendes Grundwasser oder durch artesisch gespanntes Grundwasser gerechnet werden. Gasaustritte (Erdgas) während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sind möglich.

Als Anhaltswert kann für eine Erdwärmesonde ohne Beeinflussung von anderen Erdwärmesonden für eine Sondentiefe von 100 m nachfolgende Wärmeentzugsleistung in Abhängigkeit der Betriebszeit pro Jahr angegeben werden.

2400 Std./a = 4500 W

1800 Std./a = 5400 W

Bei der Erfordernis mehrerer Erdwärmesonden ist eine Bemessung der Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung zwingend notwendig.

### Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmekollektoren:

Alternativ können auch Erdwärmekollektoren (Erdwärmekörbe, Erdwärmeflächenkollektoren oder Grabenkollektoren) eingebaut werden, die bis in Tiefen von ca. 5 m die Erdwärme nutzen.

### 16.7 Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149: 2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das geplante Bauvorhaben folgende Zuordnung:

<b>Erdbebenzone</b>	<b>1</b>	Intensitätsintervalle $6,5 \leq I < 7,0$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$
<b>Untergrundklasse</b>	<b>T</b>	Übergangsbereich zwischen den Gebieten der Untergrundklasse R und der Untergrundklasse S
<b>Baugrundklasse</b>	<b>C</b>	Stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige, gemischtkörnige und feinkörnige Lockergesteine

## 17. Schlussbemerkungen

Die Ausführungen im Geotechnischen Bericht beruhen auf punktuell durchgeführten Baugrundaufschlüssen. Naturgemäß sind Schwankungen der Schichtgrenzen der einzelnen Böden- bzw. geologischen Schichten zwischen den Aufschlusspunkten möglich.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dieser geotechnische Bericht zur Erschließung des Baugebietes die einzelnen Bauherren nicht von der Verantwortung entbindet, den lokalen Baugrund im Bereich ihres Grundstückes untersuchen zu lassen.

Für den Erdbau (Kanal- und Straßenbau) wird empfohlen, einen geotechnischen Sachverständigen zur Beratung, Prüfung (Tragfähigkeits- und Verdichtungskontrollen) und Qualitätssicherung mit einzuschalten. Eigenüberwachungsmaßnahmen der ausführenden Firma stellen erfahrungsgemäß keine verlässliche Qualitätskontrolle für den Bauherrn dar.

Sofern Fragen zum Geotechnischen Bericht auftreten, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



.....  
(Projektleitung)

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi



.....  
(Projektbearbeitung)

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

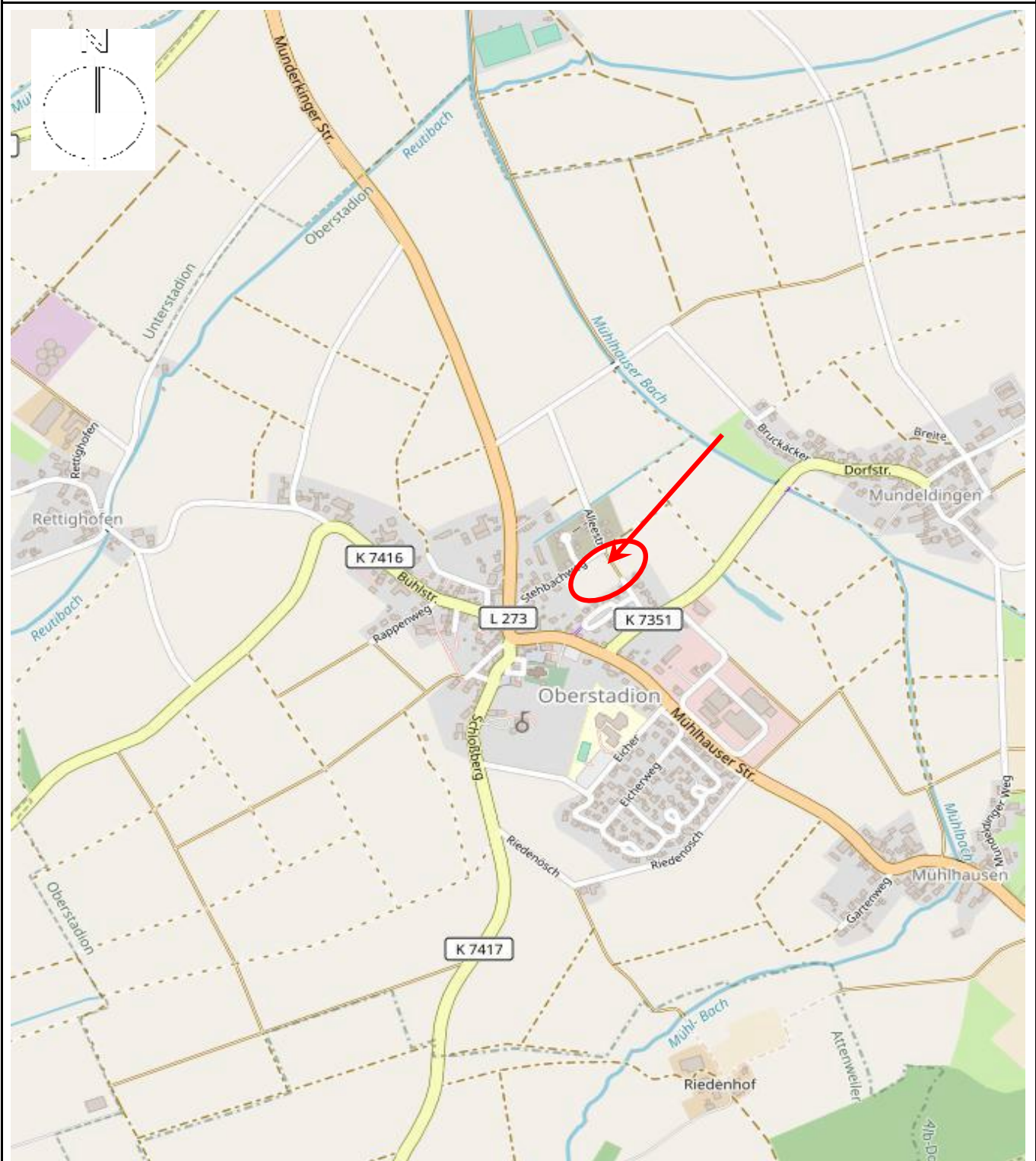


Von der Industrie- und Handelskammer  
Ulm öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau; Felsböschungen

## Übersichtslageplan

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
 Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II" in Oberstadion



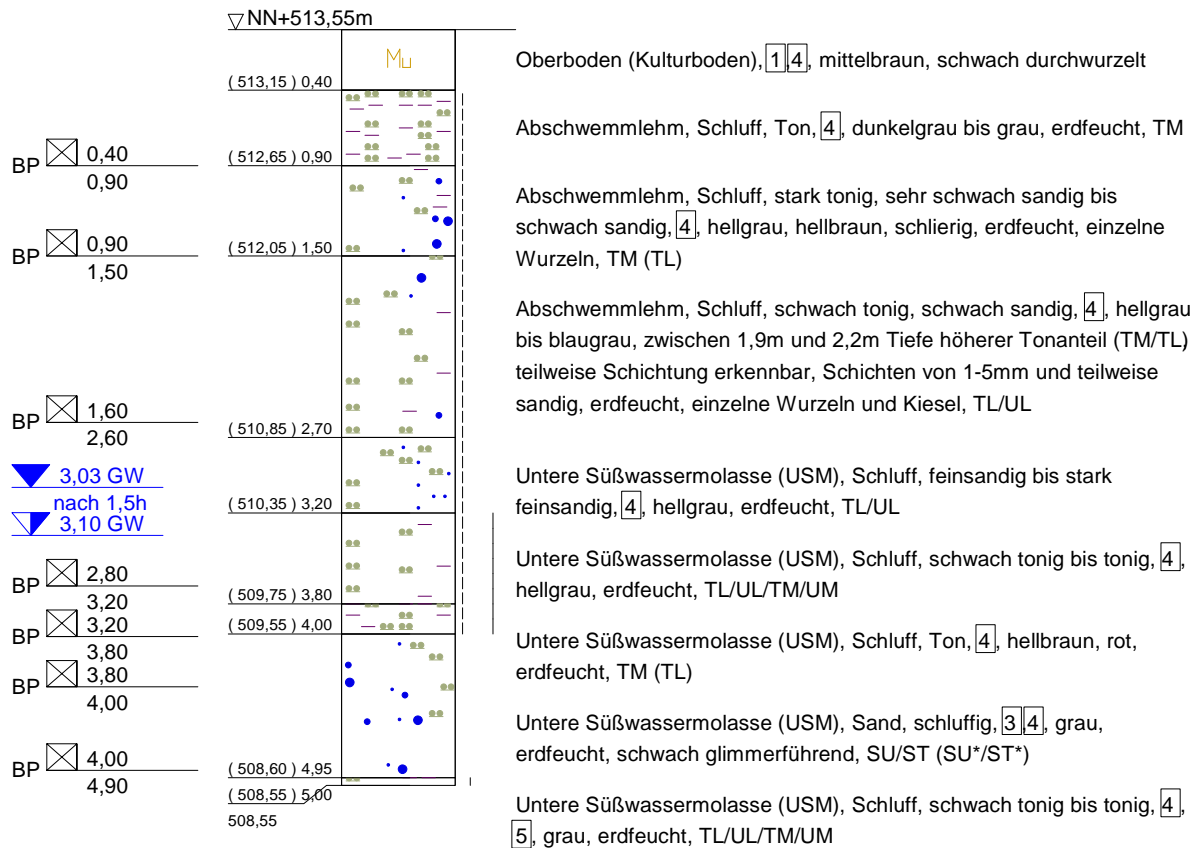
Karte: © openstreetmap

Lageplan der Aufschlüsse

Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II" in Oberstadien



# BS 1



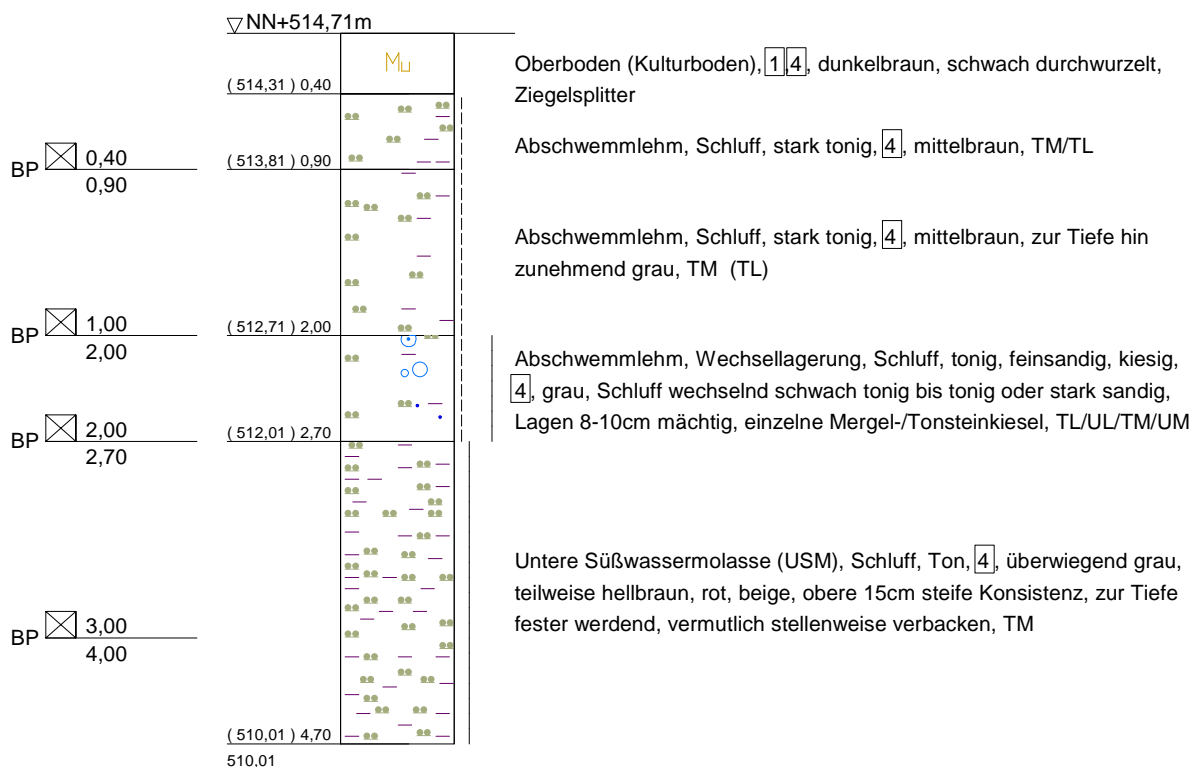
Ausbau zu temporärem Pegel  
2m Voll-, 2m Filterrohr, 0,15m Überstand

**Bauvorhaben:**  
BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II" in 89613 Oberstadien

**Planbezeichnung:**  
Bohrsondierung (BS) 1

Plan-Nr: OSBGOMI BS 1	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 09.07.20
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: OSBGOMI		

# BS 2



Sondierloch standfest bis 4,65m Tiefe  
kein Wasser festgestellt

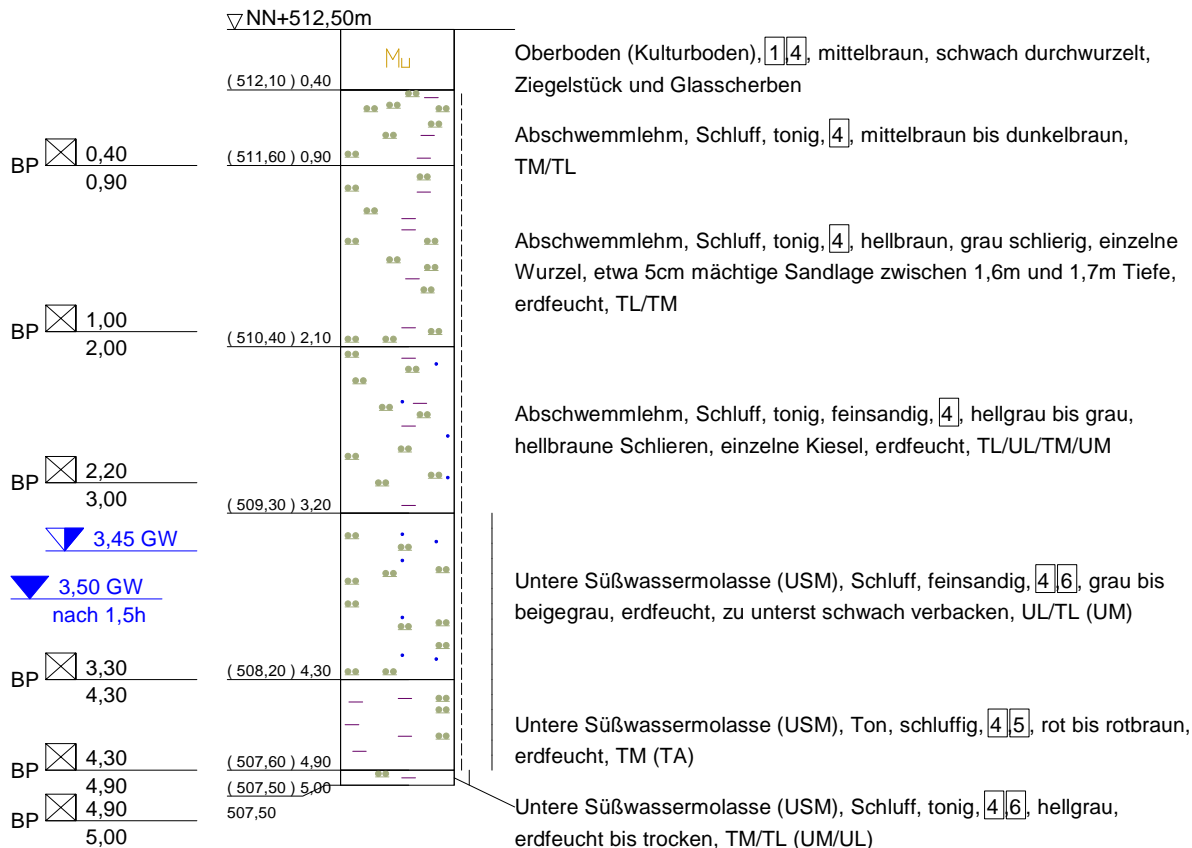
kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II"  
 in 89613 Oberstadion

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung (BS) 2

Plan-Nr: OSBGOMI BS 2	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Datum: 09.07.20
	Gezeichnet: _____
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: OSBGOMI	

# BS 3

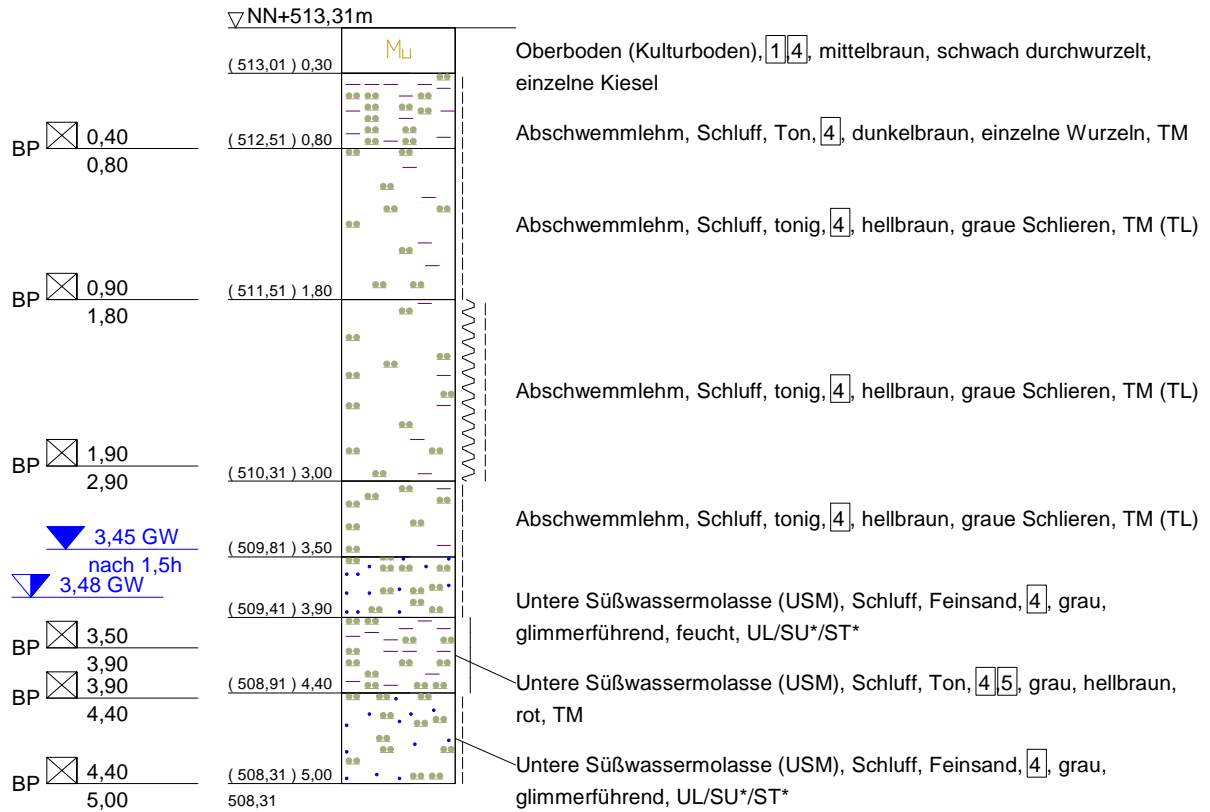


Ausbau zu temporärem Pegel  
2m Voll-, 2m Filterrohr, 0,22m Überstand

<b>Bauvorhaben:</b> BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II" in 89613 Oberstadien	
<b>Planbezeichnung:</b> Bohrsondierung (BS) 3	
Plan-Nr: OSBGOMI BS 3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: aw Datum: 09.07.20
	Gezeichnet: _____
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: OSBGOMI	



# BS 4



Sondierloch standfest bis 3,60m u.GOK

**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II"  
 in 89613 Oberstadion

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung (BS) 4

Plan-Nr: OSBGOMI BS 4	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 09.07.20
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: OSBGOMI		

**Zeichenerklärung (DIN 4023)****HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für GeotechnikBodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

Konsistenz/ Lagerungsdichte

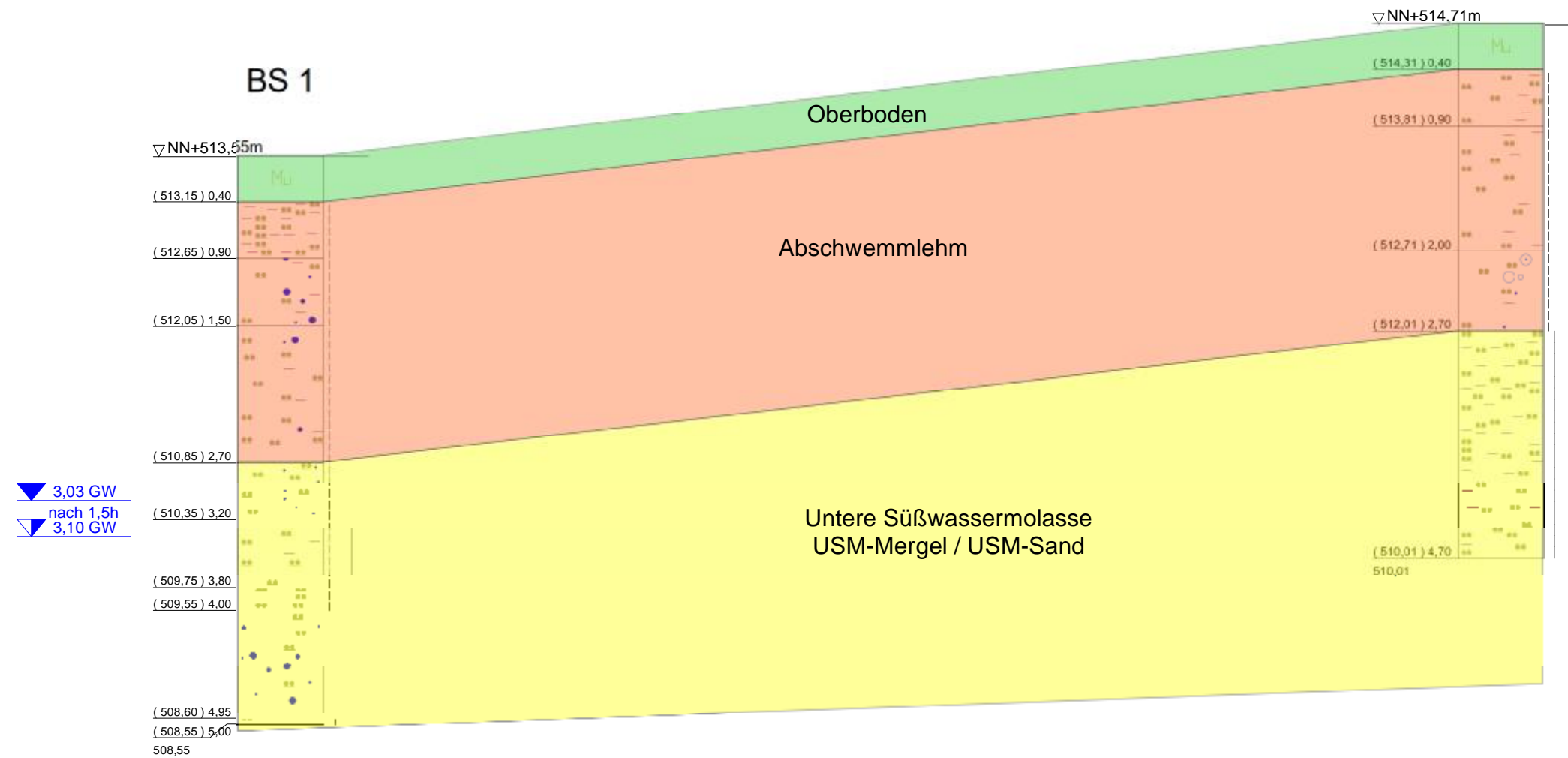
	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		dicht
	weich		klüftig		mittel dicht
	steif		stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
GP		Glasprobe
ZP		Zylinderprobe
HP		Head-Space Probe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser

BS 2

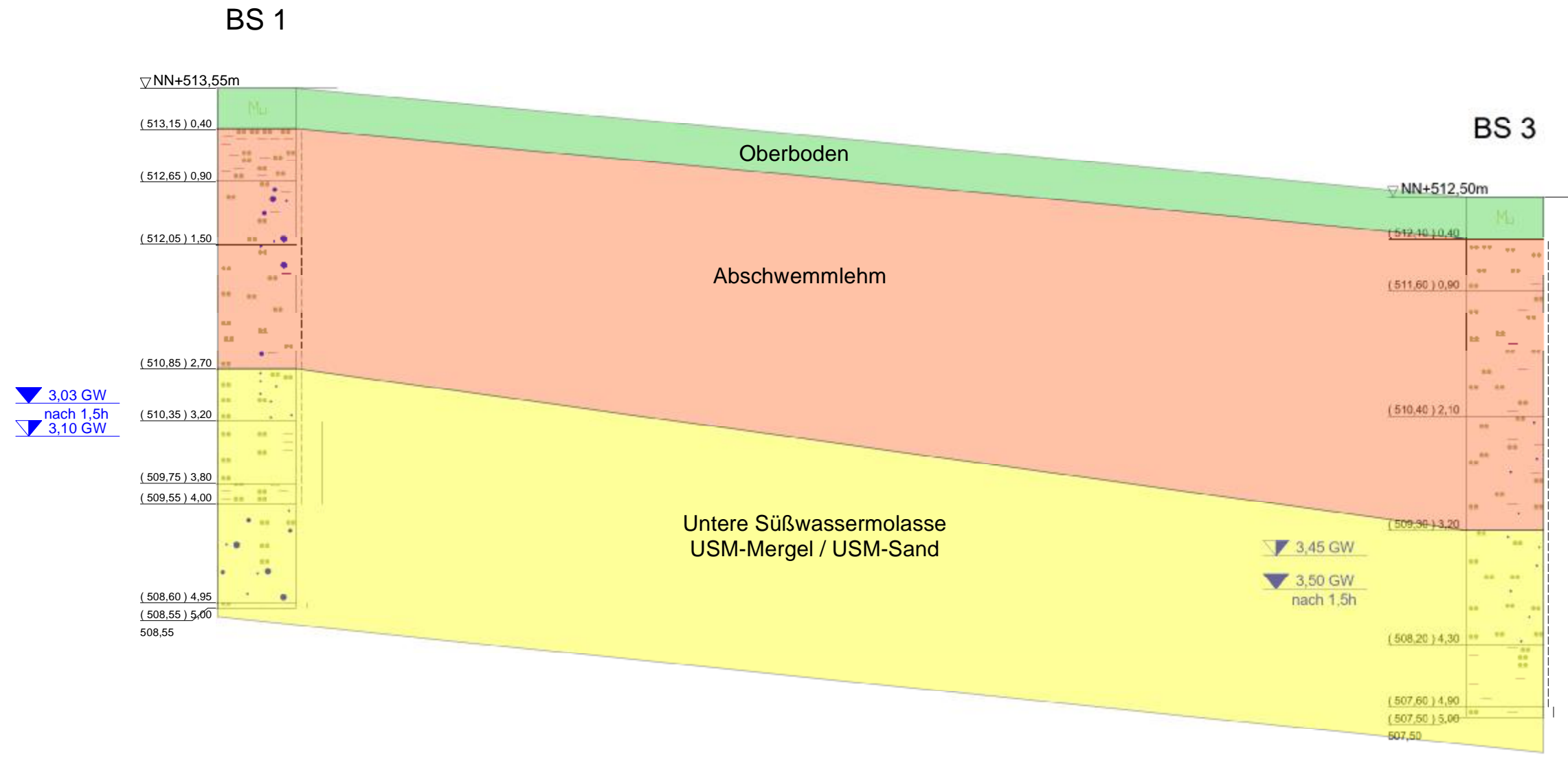
BS 1



**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II"  
 in 89613 Oberstadion

**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt (PS) 1

Plan-Nr: OSBGOMI PS 1	Maßstab: H 1:50; B 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: mp Gezeichnet: 13.08.20 Geändert: _____ Gesehen: _____ Projekt-Nr: OSBGOMI



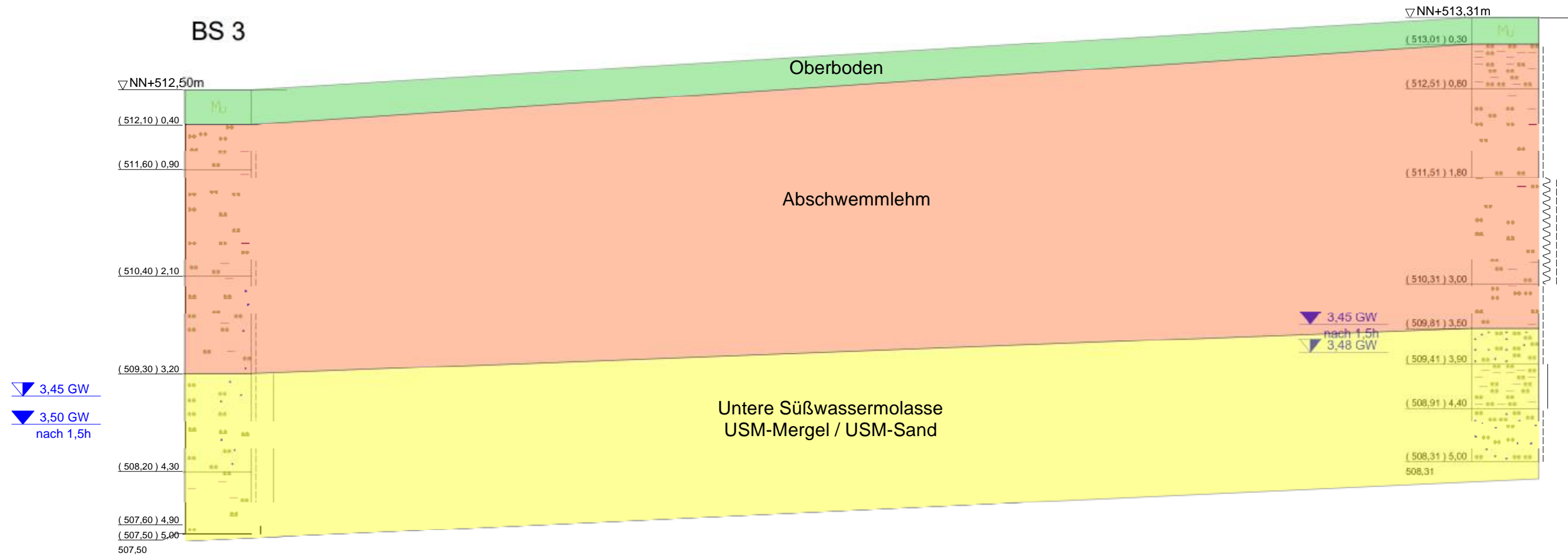
**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II"  
 in 89613 Oberstadion

**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt (PS) 2

Plan-Nr: OSBGOMI PS 2	Maßstab: H 1:50; B 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: mp Gezeichnet: 13.08.20 Geändert: _____ Gesehen: _____ Projekt-Nr: OSBGOMI

BS 4

BS 3



**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II"  
 in 89613 Oberstadion

**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt (PS) 3

Plan-Nr: OSBGOMI PS 3	Maßstab: H 1:50; B 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: mp Gezeichnet: 13.08.20 Geändert: _____ Gesehen: _____ Projekt-Nr: OSBGOMI

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/2218</b>	<b>Datum:</b>	<b>19.08.2020</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : OSBGOMI  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe  
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 12.08.2020  
 Originalbezeich. : AP 1  
 Probenbezeich. : 555/2218 Untersuch.-zeitraum : 12.08.2020 – 19.08.2020

### Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,2	DIN EN 14346
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,49	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,09	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,88	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,32	
Phenanthren	[mg/kg TS]	7	
Anthracen	[mg/kg TS]	1,7	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	16	
Pyren	[mg/kg TS]	15	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	10	
Chrysen	[mg/kg TS]	9,1	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	7,1	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	4,1	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	8,5	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	1,7	
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	6,6	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	6,2	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>95</b>	DIN ISO 18287

### Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4
pH-Wert	[-]	9,62	DIN 38 404 - C5
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	54	EN 27 888
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402

Markt Rettenbach, den 19.08.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift  
 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

**Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)****Nummer der Feldprobe:** AP 1**Tag und Uhrzeit der Probenahme:****Probenahmeprotokoll-Nr:** .....**Probenvorbereitung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 555/2218.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 12.08.2020**Probenahmeprotokoll:**       ja       nein

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja.

Probengefäß: PE-Eimer      Transportbedingungen (z. B. Kühlung).....

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): nein

Kommentierung:.....

Größe der Laborprobe: Volumen [ l ]: 1.      oder Masse [ kg ]: .....

**Probenvorbereitung** (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung:       ja       nein      separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

 fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln Cross-Riffing Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja       Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung:       jaO nein      Feinkleinerung:  ja       nein

Teilmassen [ 3 kg ]:

Teilmassen [ 0,3 kg ]

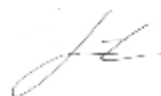
 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit \_\_\_\_ mm

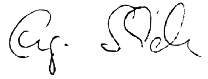
Trocknung:

 105° C       Lufttrocknung:

12.08.2020

Datum

Jonathan Schwarz  
Bearbeiter

<b>Erklärung der Untersuchungsstelle</b>	
<b>1.</b>	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: <a href="mailto:bvu@bvu-analytik.de">bvu@bvu-analytik.de</a></p>
	<p>Prüfbericht – Nr.: 555/2218</p> <p>Prüfbericht Datum: 19.08.2020</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik</p> <p>Anschrift: Waldseer Straße 51 88400 Biberach</p>
<b>3.</b>	<p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt  <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p>
<b>4.</b>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Markt Rettenbach, 19.08.2020 Ort, Datum</p> <p style="text-align: center;">_____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)</p>



HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/2216</b>	<b>Datum:</b>	<b>19.08.2020</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : OSBGOMI  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 12.08.2020  
 Originalbezeich. : MP 1 Probenbezeich. : 555/2216  
 Untersuch.-zeitraum : 12.08.2020 – 19.08.2020

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z					Methode
			Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Z 2	
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	83,3	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	9,3	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	13	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,25	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	27	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	16	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	58	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,06					
Pyren	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>0,11</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 19.08.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/2217</b>	<b>Datum:</b>	<b>19.08.2020</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : OSBGOMI  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 12.08.2020  
 Originalbezeich. : MP 2 Probenbezeich. : 555/2217  
 Untersuch.-zeitraum : 12.08.2020 – 19.08.2020

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,5	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	9,3	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	9,5	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,22	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	16	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	13	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	15	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	48	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 19.08.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Ortsmitte Erweiterung BA II" in Oberstadion										Projektkürzel: OSBGOMI						
Probe	Material	w <sub>n</sub> %	w <sub>l</sub> %	w <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	Kon- sistenz	Körnungsziffer T - U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> kN/m <sup>2</sup>	Bemerkungen
BS 1 / 0,4-0,9	Abschwemmlehm	25,0														Glühverlust: 5,8%
BS 1 / 1,6-2,6	Abschwemmlehm	18,2														
BS 2 / 0,4-0,9	Abschwemmlehm	22,5														
BS 2 / 1,0-2,0	Abschwemmlehm	21,8														
BS 2 / 2,0-2,7	Abschwemmlehm	20,7														
BS 3 / 0,4-0,9	Abschwemmlehm	27,7														
BS 3 / 1,0-2,0	Abschwemmlehm	22,5														
BS 3 / 2,2-3,0	Abschwemmlehm	20,2														
BS 3 / 3,3-4,3	USM	21,4														
BS 3 / 4,3-4,9	USM	28,3														
BS 3 / 4,9-5,0	USM	21,1														
BS 4 / 0,4-0,8	Abschwemmlehm	28,1														Glühverlust: 7,4%
BS 4 / 0,9-1,8	Abschwemmlehm	20,3														
BS 4 / 1,9-2,9	Abschwemmlehm	25,8														
BS 4 / 3,5-3,9	USM-Sand	24,0							SU*/ST*							Feinanteil: 39,8%

*kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w<sub>n</sub>*

ANLAGE 5