



## GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

**Titel:** Bebauungsplan „Unterer Morgen“ in Ebersbach

**Auftraggeber:** Stadt Ebersbach a. d. Fils  
Über  
mquadrat  
Erschließungsträger GmbH  
Badstraße 44  
73087 Bad Boll

**Datum:** 16. Mai 2017

**Az.:** 16 693 be01 hö/lo/wi

**Verteiler:** mquadrat GmbH  
info@m-quadrat.cc

3-fach+pdf



## INHALT

	<b>Seite</b>
<b>1. VORGANG</b>	<b>5</b>
<b>2. LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION</b>	<b>5</b>
<b>3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>6</b>
<b>4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</b>	<b>6</b>
4.1. Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2. Grundwasserverhältnisse	8
4.3. Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
4.4. Umweltgeologische Laboruntersuchungen	9
4.4.1. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	9
4.4.2. Wiederverwertung gemäß VwV-Boden	9
4.4.3. Geogene Belastungen (Schwermetalle)	11
4.4.4. Wiederverwertung Oberboden	12
4.5. Lage in Erdbebenzone	13
4.6. Erdstatische Kennwerte	14
4.7. Homogenbereiche nach DIN 18 300 für Erdarbeiten	15
<b>5. FOLGERUNGEN FÜR DIE ERSCHLIEßUNGSMAßNAHMEN</b>	<b>17</b>
5.1. Geotechnisches Modell	17
5.2. Hinweise zu den Kanalbaumaßnahmen	17
5.2.1. Herstellung des Rohrgrabens	17
5.2.2. Rohraufleger	18
5.2.3. Verfüllung der Rohrgräben	19
5.2.4. Wasserrechtliche Gesichtspunkte	20
5.3. Hinweise zum Straßenbau	21
5.4. Hinweise zur Bebauung	23
5.5. Versickerung von Oberflächenwasser	23
<b>6. BEWEISSICHERUNG</b>	<b>24</b>



<b>7. OBERBODENMANAGEMENT</b>	<b>24</b>
7.1. Bodenkundliche Beschreibung des Oberbodens	24
7.2. Wiederverwertung zur Bodenverbesserung	25
<b>8. KAMPFMITTEL</b>	<b>26</b>
<b>9. SCHLUSSBEMERKUNGEN</b>	<b>26</b>



## Anlagen

<b>Anlage 1</b>	Pläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:750
<b>Anlage 2</b>	Ergebnisse der örtlichen Erkundung
Anlage 2.1 – 2.8	Profile der Bohrsondierungen
<b>Anlage 3</b>	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
Anlage 3.1	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
Anlage 3.2	Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
<b>Anlage 4</b>	Ergebnisse der chemischen Analysen
Anlage 4.1	PAK-Gehalte des Asphalts
Anlage 4.2	VwV-Boden der künstlichen Auffüllung
Anlage 4.3	Schwermetalle im gewachsenen Boden
Anlage 4.4	Vorsorgewerte nach BBodSchV für den Oberboden
<b>Anlage 5</b>	Bodenkundliche Kartiereinheit Oberboden nach BK50



## 1. VORGANG

Die Stadt Ebersbach an der Fils plant über mquadrat Erschließungsträger GmbH die Erschließung des Baugebiets „Unterer Morgen“ in Ebersbach-Roßwälden.

Die Geotechnik Aalen wurden auf Grundlage des Honorarangebots vom 27.12.2017 (Az. 16693 an01) beauftragt, die Baugrunderkundung sowie die bodenkundliche Bestandsaufnahme durchzuführen und in einem geotechnische Erschließungsgutachten zusammenzufassen.

Von der mquadrat Erschließungsträger GmbH wurden folgende Unterlagen digital zur Verfügung gestellt:

/1/ Lageplan „Unterer Morgen“, M 1:500, Stand 04.04.2017, mquadrat

## 2. LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION

Das Erschließungsgebiet „Unterer Morgen“ befindet sich im Ebersbacher Ortsteil Roßwälden. Es befindet sich im nordöstlichen Dorfgebiet und wird von der Dorfstraße sowie dem Friedhofweg begrenzt (s. Anlage 1.1). Im Detail werden die Flurstücke 151, 151/1 und 152 bis 159 umfasst.

Laut geologischer Karte von Baden-Württemberg<sup>1</sup> und des Online-Kartendienstes des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) besteht der geologisch feste Untergrund aus den Schichten des unteren Juras, genauer der Obtususton-Formation (jOT). Dabei handelt es sich um dunkelgrauen Tonstein mit Vorkommen von Kalksteinbänken und Mergelsteinlagen im oberen Teil. Im Erschließungsgebiet sind die Schichten des unteren Juras von eiszeitlichem Lösslehm überdeckt worden, der aus einem feinsandigen, tonigen Schluff mit gelbbrauner Färbung besteht.

Die Lösslehme sind als Grundwasser stauend einzustufen, die Schichten des unteren Juras hingegen können entlang von Schichtgrenzen und Klüften Grundwasser führen.

---

<sup>1</sup> Geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25.000, Blatt 7223 Göppingen, geologisches Landesamt Baden-Württemberg Auflagejahr 1999.



### 3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden am 29.03.2017 insgesamt acht Bohrsondierungen (BS) mit Tiefen bis ca. 3,3 m u. Gel. durchgeführt. Davon wurden zwei Bohrungen (BS 7, BS 8) im geplanten Anschlussbereich an die Dorfstraße und die restlichen Bohrungen (BS 1-6) auf den o.g. Flurstücken niedergebracht.

Die Bohrungen wurden ingenieurgeologisch aufgenommen und beprobt und anschließend fachgerecht verschlossen. An ausgewählten Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche (natürlicher Wassergehalt, Konsistenzgrenzen) durchgeführt. Außerdem wurde das akkreditierte Labor der Analytik-Team GmbH, Fellbach für die chemischen Untersuchungen u.a. zur Klärung der Wiederverwertungsmöglichkeiten (PAK, VwV, Schwermetalle) beauftragt. Anhand von insgesamt drei Oberbodenmischproben wurde die Verwertbarkeit gemäß der Bundes-Bodenschutzverordnung untersucht.

Die Bohransatzpunkte sind in der Anlage 1.2 abgebildet.

### 4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

#### 4.1. Schichtaufbau des Untergrundes

Der angetroffene Schichtaufbau ist erwartungsgemäß in den Bohrungen vergleichbar und wird im Folgenden beschrieben (s. Anlage 2.1-2.8, Tabelle 1).

- **Oberboden:** Der Oberboden besteht aus einem Schluff-Ton-Gemisch mit teilweise geringem Kiesanteil. Im Bereich der Grünflächen ist eine Grasnarbe vorhanden, auf den Ackerflächen hingegen fehlt diese. Die Färbung ist braun bis dunkelbraun. Die Konsistenz ist steif bis halbfest. Die Oberbodenlage ist bis ca. 40 cm stark. Eine bodenkundliche Beschreibung ist in Abschnitt 7 zu finden.
- **Auffüllung:** In den Bohrungen BS 7 und BS 8 auf der Dorfstraße wurden unterhalb der ca. 15 cm starken Asphaltdecke Kies- und Schottertragschichten (schluffig, sandiger Kies) angetroffen mit Schichtdicken bis 50 cm.

In BS 8 wurde unterhalb der Tragschicht eine künstliche Auffüllung mit Ziegelstücken erbohrt. Diese besteht in unregelmäßigem Wechsel aus einem hellgrauen, schluffigen, sandigen Kies sowie aus einem dunkelgrauen und braunen Schluff-Ton.



Die Schichtdicke beträgt bis ca. 2,2 m. Die Bohrung kam in der Auffüllung zum Stehen (vermutlich im Übergang zum unteren Jura).

- **Lösslehm:** Der Lösslehm besteht aus einem hellbraunen schluffigen Ton, der stellenweise sehr schwach kiesig ist und in allen Bohrungen vorkommt (Ausnahme BS 8). Im Lösslehm sind rostbraune und graue Verfärbungen zu erkennen, die auf Staunässe schließen lassen. Außerdem sind Eisen-Mangan-Oxidreste enthalten. Die im Feld bestimmte Konsistenz ist zumeist steif bis halbfest, wobei zur unteren Schichtgrenze auch weiche Bereiche auftreten können. Die Schichtdicke beträgt bis ca. 2,85 m (vgl. BS 2).
- **Unterer Jura (Kalkstein):** Als unterstes erbohrtes Schichtglied kommt ein grauer bis dunkelgrauer Kalkstein vor, der durch das Bohren in Stein- und Kiesgrößen zerkleinert wurde. Die Bohrungen im Kalkstein zum Stehen. Zumeist konnten nur wenige Zentimeter Bohrfortschritt erreicht werden (Ausnahme in BS 3).

**Tabelle 1:** Schichtverzeichnis mit Angaben der Untergrenzen der einzelnen Schichten. Die Werte beziehen sich auf m unter Geländeoberkante (GOK) bzw. in der Klammer auf die Höhe in m NN.

Schichtglied	Aufschluss (Höhe m NN)							
	BS 1 (340,89)	BS 2 (340,60)	BS 3 (338,72)	BS 4 (338,71)	BS 5 (340,51)	BS 6 (340,37)	BS 7 (336,71)	BS 8 (336,99)
<b>Oberboden*</b>	0,3 (340,59)	0,4 (340,20)	0,4 (338,32)	0,4 (338,31)	0,4 (340,11)	0,4 (339,97)	*	*
<b>Lösslehm**</b>	2,85 (338,04)	3,25 (337,35)	2,2 (336,52)	2,5 (336,21) E.T.	3,1 (337,41) E.T.	3,0 (337,37) E.T.	1,5 (335,21)	2,8** (334,19) E.T.
<b>Unterer Jura (Kalkstein)</b>	2,90 (337,99) E.T.	3,3 (337,30) E.T.	2,7 (336,02) E.T.		-	-	1,6 (335,11) E.T.	-
<b>Grundwasser (m u. GOK)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

\* In BS 7 und BS 8 wurden ca. 15 cm Asphalt durchbohrt, darunter liegen je ca. 30 cm Kies- und Schottertragschicht (s. Anlage 2).

\*\* In BS 8 wurde kein natürlicher Boden erbohrt, sondern eine künstliche Auffüllung.



## 4.2. Grundwasserverhältnisse

In den Bohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Innerhalb der Lösslehme sind Anzeichen auf Staunässe erkannt worden. Außerdem sind im Bereich des Schichtübergangs zum Kalkstein stellenweise Weichschichten angetroffen worden. Abhängig von Witterung und Jahreszeiten kann im Schichtübergang zum Kalkstein Grundwasser auftreten, was bei Erdarbeiten berücksichtigt werden muss (vgl. Abschnitt 5).

## 4.3. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

An ausgewählten, gestörten Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, um die Bodeneigenschaften sowie die charakteristischen Kennwerte festlegen zu können.

### Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1<sup>2</sup>:

Die natürlichen Wassergehalte der Lösslehme sind in Anlage 3.1 abgebildet und betragen zwischen ca.  $w_n = 18,0 - 28,8\%$ . Generell kann festgestellt werden, dass die Wassergehalte mit denen in Feld bestimmten Konsistenzen korrelieren. So sind sowohl Anstiege (vgl. BS 1) als auch Abnahmen (vgl. BS 5) des natürlichen Wassergehalts mit der Tiefe zu verzeichnen.

### Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12<sup>3</sup>

An Lösslehmproben wurden die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt (s. Anlage 3.2 und Tabelle 2). Nach der **DIN 18196<sup>4</sup>** können die Lösslehme der **Bodengruppe TM**, also mittelplastischen Tonen mit steifer bzw. weicher Konsistenz, zugeordnet werden. Die in situ bestimmten Konsistenzen decken sich mit den im Labor ermittelten.

**Tabelle 2:** Zusammenfassung der Ergebnisse der Konsistenzgrenzen.

Probe	Konsistenzzahl $I_c$	Zustandsform	Bodengruppe DIN 18196
BS 1 – 1/2	0,90	steif	TM
BS 3 – 3/2	0,72	weich	TM
BS 5 – 5/4	0,88	steif	TM

<sup>2</sup> DIN EN ISO 17892-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehaltes, Fassung 03/2015.

<sup>3</sup> DIN EN ISO 17982-12: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Zustandsgrenzen, Ausgabe 01/2005.

<sup>4</sup> DIN 18196 – Erd- und Grundbau: Bodenklassifikationen für bautechnische Zwecke, Ausgabe 1988/2005.





#### 4.4. Umweltgeologische Laboruntersuchungen

##### 4.4.1. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Bohrungen BS 7 und BS 8 wurden auf der Dorfstraße im Bereich der geplanten Anschlüsse an das Baugebiet niedergebracht. Die Asphaltdecke wurde auf den PAK-Gehalt und den Phenolindex untersucht (vgl. Anlage 4.1) und hat folgende Gehalte:

- **BS 7:** PAK 0,97 mg/kg; Phenolindex <10 µg/l
- **BS 8:** PAK 0,60 mg/kg; Phenolindex <10 µg/l

Gemäß der RuVA-StB 01<sup>5</sup>, Tab 1 kann der Asphalt der **Verwertungsklasse A** (Ausbauasphalt) zugeteilt werden, da die gemessenen PAK-Gehalte unterhalb des Grenzwertes von <25 mg/kg liegen und der Phenolindex unter 10 µg/l (0,1 mg/l) ist. Der Asphalt ist somit „teerfrei“ und kann im Heißmischverfahren wiederverwertet werden oder entsprechend der Deponieverordnung (DepV.<sup>6</sup>) als **DK0** entsorgt werden.

##### 4.4.2. Wiederverwertung gemäß VwV-Boden

In BS 8 wurde unterhalb des ungebundenen Straßenaufbaus eine künstliche Auffüllung erbohrt, die gemäß der Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial<sup>7</sup> (VwV) untersucht wurde, um die Wiederverwertungsmöglichkeiten abzuklären (s. Anlage 4.2). In der Tabelle 3 werden die Analysenergebnisse den Zuordnungswerten der VwV gegenübergestellt und ausgewertet. Aufgrund der stofflichen Zusammensetzung der Auffüllung (Kies-Ton-Schluff) können die Zuordnungswerte für Z0 Lehm/ Schluff herangezogen werden. Letztendlich ist der Parameter mit der höchsten Überschreitung des Zuordnungswerts maßgebend.

Die Analysen zeigen eine geringfügige Erhöhung der Parameter MKW sowie Arsen und Blei im Eluat (Einstufung Z0\*). Da aber ein stark erhöhter PAK-Gehalt (mit Benzoapyren) gemessen wurde, ist eine Wiederverwertung nach VwV auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse nicht möglich, da die maximalen Grenzwerte überschritten wurden (**Einstufung >Z2**).

<sup>5</sup> RuVA-StB – Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Fassung 2005.

<sup>6</sup> DepV. – Verordnung über Deponien und Langzeitlager, Stand 05/2013.

<sup>7</sup> VwV - Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Auflage 03/2007.



Es ist zu beachten, dass es sich bei der Analytik um eine orientierende Beprobung der künstlichen Auffüllungen und nicht um eine Deklarationsanalytik handelt. Hinsichtlich der Wiederverwertung und Entsorgung des Aushubmaterials sollte der Aushub im Zuge der Baumaßnahme seitlich gelagert werden und gemäß LAGA PN 98 beprobt werden. Es ist durchaus möglich, dass es sich bei dem erhöhten PAK-Gehalt um einen Ausreißer handelt und eine Wiederverwertung dennoch möglich ist. Zumindest sollte bei der repräsentativen Beprobung der Parameterumfang der Deponieverordnung (DK-Deklaration) berücksichtigt werden, da nach derzeitigem Kenntnisstand eine Entsorgung nötig ist.

**Tabelle 3:** Zuordnungswerte **Feststoff** für Boden nach der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV).

Parameter		Zuordnungswerte					Probenbezeichnung
		Z0 Schluff/Lehm	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Auffüllung BS 8 8/4
PAK (Summe EPA)	mg/kg	3	3	3	9	30	34
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,6	0,9	0,9	3	3,9
PCB (Summe)	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5	<0,01
LHKW	mg/kg	1	1	1	1	1	<0,01
BTEX	mg/kg	1	1	1	1	1	<0,01
EOX	mg/kg	1	1	3	3	10	<0,50
MKW (C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	mg/kg	100	200	300	300	1.000	<50
MKW (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	-	400	600	600	2.000	51
Cyanid gesamt	mg/kg	-	-	3	3	10	<0,10
Arsen	mg/kg	15	15/20*	45	45	150	11
Blei	mg/kg	70	140	210	210	700	22
Cadmium	mg/kg	1	1	3	3	10	<0,40
Chrom-gesamt	mg/kg	60	120	180	180	600	21
Kupfer	mg/kg	40	80	120	120	400	13
Nickel	mg/kg	50	100	150	150	500	19
Quecksilber	mg/kg	0,5	1	1,5	1,5	5	<0,10
Thallium	mg/kg	0,7	0,7	2,1	2,1	7	<0,50
Zink	mg/kg	150	300	450	450	1.500	79
							>Z2

\* 15 mg/l gilt für Bodenart Sand, Lehm/Schluff, 20 mg/l für Bodenart Ton



**Tabelle 4:** Zuordnungswerte **Eluat** für Boden nach der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV).

Parameter		Zuordnungswerte					Probenbezeichnung
		Z0 Lehm/Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Auffüllung BS 8 8/4
ph-Wert*	<i>o. Dim.</i>	6,5–9,5	6,5-9,5	6,5–9,5	6,0–12	5,5–12	8,6
Leitfähigkeit*	<i>μS/cm</i>	250	250	250	1.500	2.000	180
Chlorid	<i>mg/l</i>	30	30	30	50	100	7,9
Sulfat	<i>mg/l</i>	50	50	50	100	150	8,0
Cyanide gesamt	<i>μg/l</i>	5	5	5	10	20	<5,0
Phenolindex	<i>μg/l</i>	20	20	20	40	100	<10
Arsen	<i>μg/l</i>	-	14	14	20	60	5,9
Blei	<i>μg/l</i>	-	40	40	80	200	21
Cadmium	<i>μg/l</i>	-	1,5	1,5	3	6	<1,0
Chrom- gesamt	<i>μg/l</i>	-	12,5	12,5	25	60	<10
Kupfer	<i>μg/l</i>	-	20	20	60	100	<10
Nickel	<i>μg/l</i>	-	15	15	20	70	<10
Quecksilber	<i>μg/l</i>	-	0,5	0,5	1	2	<0,10
Zink	<i>μg/l</i>	-	150	150	200	600	<25
							<b>Z0*</b>

\*Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist keine Ausschlusskriterium

#### 4.4.3. Geogene Belastungen (Schwermetalle)

Die natürlich anstehenden Böden (hier: Lösslehm) wurden auf die Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) und Arsen im Feststoff untersucht, um geogen bedingte Belastungen berücksichtigen zu können. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4.3 zusammengefasst und werden in Tabelle 5 vor dem Hintergrund der VwV-Boden und der BBodSchV<sup>8</sup>. § 12 Anhang 2 Vorsorgewerte ausgewertet.

Der Lösslehm hat einen erhöhten Arsen-Gehalt und kann bereichsweise auch erhöhte Zink-Gehalte aufweisen. Nach der VwV-Boden werden die Zuordnungswerte für **Z1.1** Material eingehalten.

Der Vergleich zu den Vorsorgewerten der BBodShV hinsichtlich einer Wiederverwertung in Bodenverbesserungsmaßnahmen zeigt, dass der Blei-Gehalt in der Probe aus BS 6 leicht

<sup>8</sup> BBodSchV – Bundes-Boden- und Altlastenverordnung, Fassung 2012.



erhöht ist, aber noch im 100% Rahmen liegt. Der Zink-Gehalt hingegen überschreitet den Vorsorgewert.

**Tabelle 5:** Analysenergebnisse des Lösslehms auf Schwermetalle und Arsen.

Parameter [mg/kg]	VwV-Boden		BBodSchV Anhang 2 Tab. 4.1	Proben	
	Z0 Ton*	Z1.1	70% (100%) der Vorsorgewerte Bodenart Ton*	BS 2 2/2	BS 6 6/3
<b>Arsen</b>	15	45	-	18	22
<b>Blei</b>	70	210	70 (100)	27	90
<b>Cadmium</b>	1	3,0	1,05 (1,5)	<0,40	0,43
<b>Chrom ges.</b>	60	180	70 (100)	43	24
<b>Kupfer</b>	40	120	42 (60)	21	26
<b>Nickel</b>	50	150	49 (70)	38	34
<b>Quecksilber</b>	0,5	1,5	0,7 (1)	<0,10	<0,10
<b>Zink</b>	150	450	140 (200)	72	250

\* Aufgrund der Einstufung des Lösslehms in die Bodengruppe TM nach DIN 18196 (vgl. Abschnitt 4.3) können die Zuordnungswerte der VwV-Boden für Z0 Ton bzw. die Vorsorgewerte der BBodSchV für Ton angewandt werden.

#### 4.4.4. Wiederverwertung Oberboden

Die Flurstücke im „Unteren Morgen“ werden derzeit überwiegend als Ackerfläche (Flrst. 152-157) und als Wiese (Flrst. 151, 151/1, 158, 159) genutzt. Die gesamte Fläche wurde nach Größe sowie der aktuellen Nutzung in drei Teilbereiche unterteilt (vgl. Anlage 1.2). Der Oberboden wurde mit dem Pürckhauer Bohrstock gemäß der BBodSchV beprobt (Mischproben aus je ca. 15 – 20 Einzelproben, Beprobungstiefen bis ca. 0,4 m).

Nach der BBodSchV § 12, Absatz 4 gilt *„Bei landwirtschaftlicher Folgenutzung sollen im Hinblick auf künftige unvermeidliche Schadstoffeinträge durch Bewirtschaftungsmaßnahmen oder atmosphärischer Schadstoffeinträge die Schadstoffgehalte in der entstandenen durchwurzelbaren Bodenschicht 70 Prozent der Vorsorgewerte nach Anhang 2 Nr. 4 nicht überschreiten.“*

Für die Beurteilung des Oberbodens wurden auf Grundlage der Bodenbeschreibung im Feld die Vorsorgewerte für die Bodenart Schluff/Lehm herangezogen.

**Tabelle 6:** Analytik der Oberbodenmischproben und Vorsorgewerte nach BBodSchV Anhang 2, Nr.4.

Parameter		70% (100%) der Vorsorgewerte Bodenart Lehm/Schluff	OB 1	OB 2	OB 3
Arsen	mg/kg	-	-	-	-
Blei	mg/kg	49 (70)	35	29	41
Cadmium	mg/kg	0,7 (1,0) 0,4**	<0,40	<0,40	<0,40
Chrom-gesamt	mg/kg	42 (60)	40	33	33
Kupfer	mg/kg	28 (40)	23	19	23
Nickel	mg/kg	35 (50) 15 (10,5)**	27	24	28
Quecksilber	mg/kg	0,35 (0,5)	<0,10	<0,10	<0,10
Zink	mg/kg	105 (150) 60 (42)**	80	78	96
Humusgehalt (TOC-Gehalt * 1,72)	M-%		~4,0 (2,3)	~1,7 (0,99)	~4,0 (2,3)
Summe PAK*	mg/kg	2,1	0,52	0,18	0,67
Benzo(a)pyren*	mg/kg	0,21	0,01	<0,01	0,02
PCB*	mg/kg	0,035	<0,01	<0,01	<0,01
pH-Wert	-	-	5,9	5,0	5,7

\* 70% der Vorsorgewerte hier für ≤ 8%.

\*\* Vorsorgewerte Bodenart Sand, Erläuterung s. Text.

Die Analysen zeigen, dass die 70% der jeweiligen Vorsorgewerte nach Anwendung der Bodenart Lehm/Schluff eingehalten werden. Da der pH-Wert in den Proben <6,0 ist, sind nach BBodSchV Anhang 2 Punkt 4.3b die Vorsorgewerte für Cadmium, Nickel und Zink der Bodenart Sand anzuwenden. In diesem Fall werden die Parameter Nickel und Zink überschritten, Cadmium liegt unterhalb der analytischen Nachweisgrenze. Die Aufbringung des Oberbodens zur Bodenverbesserung wäre nach Anwendung der Tabellenwerte somit nicht möglich, jedoch kann in Abstimmung mit dem zuständigen Landratsamt die Wiederverwertung dennoch möglich sein.

#### 4.5. Lage in Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12<sup>9</sup> (EC 8, Abs. 3.2.1) „müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden“. Laut der Karte der Erdbebenzonen des Innenministeriums Baden-Württemberg<sup>10</sup>

<sup>9</sup> DIN EN 1998:2010-12: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten, Ausgabe 12/2010.

<sup>10</sup> Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1:350.000, Innenministerium Baden-Württemberg, Auflage 2005



liegt das Baugebiet in der **Erdbebenzone 0**. Die DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Tabelle NA.3<sup>11</sup> gibt dafür Intensitätsintervalle zwischen 6 – 6,5 an. Der Bodenbeschleunigung  $a_g$  wird kein Bemessungswert zugeordnet. Für eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) angefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („*Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.*“) entspricht. Entsprechend der Baugrund- und Untergrundklasse können die am Standort angetroffenen Untergrundverhältnisse dem **Kombinationstyp C-R / B-R** zugeteilt werden.

#### 4.6. Erdstatische Kennwerte

Basierend auf den bodenmechanischen Laborergebnissen und den geologischen Felduntersuchungen, können unter Berücksichtigung der **DIN 1055**<sup>12</sup> für die baurelevanten angetroffenen Böden folgende charakteristische erdstatische Kennwerte angegeben werden.

**Tabelle 7:** Charakteristische erdstatische Kennwerte.

Schichtbereich	Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]		Reibungswinkel [°]	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]		Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]
	$\gamma$	$\gamma'$	$\Phi'_k$	$c'_k$	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
<b>Lösslehm</b> (TM, weich)	18,5	8,5	17,5	5	5	2 - 4
<b>Lösslehm</b> (TM, steif)	19,5	9,5	17,5	10	25	5 - 8
<b>Lösslehm</b> (TM, halbfest)	20,5	10,5	17,5	15	60	8 - 12
<b>Unterer Jura</b>	23	13	35	-	-	>50

<sup>11</sup> DIN EN 1998-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben- Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau, Ausgabe 01/2011.

<sup>12</sup> DIN 1055-2 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngrößen, Ausgabe 11/2010.



#### 4.7. Homogenbereiche nach DIN 18 300 für Erdarbeiten

Die Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche erfolgt nach dem Zustand der anstehenden Schichten vor dem Lösen. Als Homogenbereich wird „ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist“<sup>13</sup>, bezeichnet. Die angetroffenen Schichten im „Unteren Morgen“ können nach **DIN 18 300**<sup>14</sup> für die **Erdarbeiten** folgendermaßen festgelegt werden:

Homogenbereich	H 0:	Oberboden
Homogenbereich	H I:	Auffüllungen, Lösslehm
Homogenbereich	H II:	Unterer Jura

Der Oberboden ist generell in einem ersten Arbeitsschritt abzutragen und separat zu lagern. Aus Bodenschutzgründen ist die Wiederverwertung zwingend vorgesehen. Daher wird Oberboden hier als eigenständiger Homogenbereich H 0 zusammengefasst.

Die Eigenschaften der angetroffenen Böden werden in nachfolgender Tabelle zusammengefasst. Sofern keine Laborversuche durchgeführt wurden, beziehen sich die Angaben auf Erfahrungswerten und Feldbeobachtungen.

**Tabelle 8:** Homogenbereiche nach DIN 18300 Erdarbeiten

	Homogenbereich H I	
	Auffüllungen	Lösslehm
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	15 – 30 Gew.-%	>40 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	(nicht erkundet)	(nicht erkundet)
Dichte	2,0 – 2,2 t/m <sup>3</sup>	1,9 – 2,1 t/m <sup>3</sup>
Undränierete Scherfestigkeit ( $c_u$ )	(nicht bindig)	25 – 60 kN/m <sup>2</sup>
Natürlicher Wassergehalt ( $w_n$ )	<15 %	18 – 29 %
Plastizitätszahl ( $I_P$ )	(nicht bindig)	21,1 – 24,5
Konsistenzzahl ( $I_C$ )	(nicht bindig)	0,72 – 0,90
Bezogene Lagerungsdichte ( $I_D$ )	35 – 85	(bindig)
Organischer Anteil	<5%	<5%
Bodengruppe nach DIN 18 196	GI, GU*	TM

<sup>13</sup> VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Ergänzungsband 2015 zur VOB Gesamtausgabe 2012, Kapitel 2.3 Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche.

<sup>14</sup> DIN 18300 – Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen – Erdarbeiten, Ausgabe 08/2015.



Anmerkung: Nach der alten **DIN 18300**<sup>15</sup> können die angetroffenen Böden den Bodenklassen 3 – 4 zugeteilt werden.

In Homogenbereich H II werden die unverwitterten Kalksteine des unteren Juras eingeteilt (oberer Obtususton). Tabelle 9 fasst die Eigenschaften nach der DIN EN ISO 14689-1 zusammen. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Erfahrungswerte.

**Tabelle 9:** Homogenbereiche nach DIN 18300 Erdarbeiten für Fels bzw. DIN EN ISO 14689-1<sup>16</sup>. Grundlage sind Erfahrungswerte.

	<b>H II</b>	
Ortsübliche Bezeichnung	unterer Jura, Obtususton (Kalkstein)	unterer Jura, Obtususton (Tonstein, Mergelstein)
Benennung von Fels	sedimentär, massig, Tonminerale, sekundäre Poren	sedimentär, geschichtet, Tonminerale, sekundäre Poren
Dichte	~2,3 t/m <sup>3</sup>	~2,3 t/m <sup>3</sup>
<b>Beschreibung von Gestein:</b>		
Farbe, Korngröße, Kalkgehalt	grau-dunkelgrau, feinkörnig, kalkhaltig/dolomitisch	dunkelgrau, feinkörnig, kalkhaltig/dolomitisch
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	verfärbt, veränderlich	frisch-zerfallen, veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit	hoch, >50 MPa	mäßig hoch, 25 – 50 MPa
<b>Beschreibung des Gebirges:</b>		
Felsart, Struktur	sedimentärer, massiger Fels	sedimentärer, geschichteter Fels
Schichtflächenabstand	mittel (200-600 mm)	sehr dünn – mittel (<200 mm)
Kluft-, Schieferungsflächenabstand	-	-
Trennflächenrichtung	-	-
Gesteinskörperform, Rauigkeit	tafelförmiger-prismatischer Gesteinskörper, stufig und glatt	tafelförmiger-prismatischer Gesteinskörper, eben und glatt
Kluffüllungen	Calcit, Ton	Calcit, Ton
Wasseraustritte	-	-
Verwitterung	schwach - mäßig verwittert	schwach - mäßig verwittert

<sup>15</sup> DIN 18300 – Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen – Erdarbeiten, Ausgabe 08/2015.

<sup>16</sup> DIN EN ISO 14689-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung, Ausgabe 06/2011.





## 5. FOLGERUNGEN FÜR DIE ERSCHLIEßUNGSMAßNAHMEN

### 5.1. Geotechnisches Modell

Der Schichtaufbau im Baugebiet „Unterer Morgen“ ist als einheitlich zu betrachten. So sind unterhalb des Oberbodens, der sowohl als Acker- und auch als Grünfläche genutzt wird, Lösslehme abgelagert, die von festen Gesteinen des unteren Juras (hier: Obtususton-Formation) unterlagert werden. Die Bohrungen zeigen, dass die Felskante im südöstlichen Bereich (BS 1) bei ca. 337,99 m NN und im westlichen Bereich (BS 7) bei ca. 335,11 m NN liegt. Insgesamt deutet dies darauf hin, dass der untere Jura in Richtung WNW einfällt.

### 5.2. Hinweise zu den Kanalbaumaßnahmen

#### 5.2.1. Herstellung des Rohrgrabens

Die Gestaltung der Rohrgräben richtet sich nach den Ausführungen der **DIN 4124**<sup>17</sup>. Demnach können Baugruben frei geböscht werden, wenn diese nicht durchströmt sind oder die Böschungsstandsicherheit nicht durch Verkehr und/oder Erschütterungen beeinflusst wird. Die Böschungshöhe kann dann bis 5,0 m frei angelegt werden. Dabei dürfen die folgenden maximal zulässigen Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- Nichtbindige o. weiche bindige Böden (Auffüllungen, weicher Lösslehm)  $\beta \leq 45^\circ$
- Mindestens steife bindige Böden (Lösslehm)  $\beta \leq 60^\circ$
- Fels (unterer Jura)  $\beta \leq 80^\circ$

Die Böschungskronen sind von jeglichen Lasten freizuhalten.

Folgende Mindestabstände zur Baugrubenböschung sind bei Baustellenverkehr einzuhalten:

- Gesamtgewicht < 12 t: 1,0 m
- Gesamtgewicht  $\geq$  12 t: 2,0 m

Außerdem sind alle nicht genannten Punkte der DIN 4124 einzuhalten.

Falls die Platzverhältnisse eine freie Böschung nicht zulassen, muss die Baugrube mit entsprechenden Verbausystemen gesichert werden. Da in den Bohrungen keine Grundwasserzutritte angetroffen worden sind, könnten die Baugruben mittels Trägerbohl- oder Spundwänden verbaut werden. Die entsprechenden Herstellerhinweise sind dabei zu

<sup>17</sup> DIN 4124 – Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Ausgabe 01/2012.

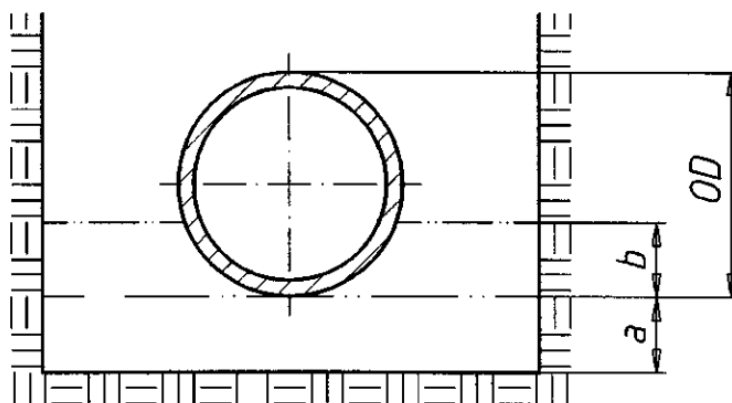
beachten. Falls es während der Erdarbeiten zu Wasserzutritten in die Baugrube kommt (z.B. Niederschlagswasser), so sind entsprechende Maßnahmen (z.B. Pumpensümpfe, Baustellendränagen) zu treffen, um die Baugrube wasserfrei zu halten.

In Bereichen der Kanalgräben, wo auch händisch gearbeitet wird, ist unabhängig von der Grabentiefe auch immer ein Grabenverbaugerät (z.B. Schleppbox oder randgestütztes Grabenverbaugerät, das horizontal geführt werden kann) einzustellen und nur in dessen Schutz zu arbeiten. Die Verbaugeräte sollten unmittelbar nach dem Aushub kraftschlüssig an die Böschung eingesetzt werden, da seitliche Verformungen entstehen können, die das Einsetzen zu einem späteren Zeitpunkt erschweren.

### 5.2.2. Rohraufleger

Für die Einbettung von Rohren gelten die Vorschriften der **DIN EN 1610<sup>18</sup>**.

Unter Berücksichtigung des Schichtaufbaus des Untergrundes empfehlen wir den Einbau des Rohrauflegers nach DIN EN 1610, Typ 1 (s. Abbildung 1). Punkt- und Linienlasten, die aufgrund unterschiedlicher Untergrundverhältnisse auftreten können, werden dabei vermieden. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) sollte bei normalen Bodenverhältnisse mindestens 10 cm betragen, bei felsartigem Untergrund mindestens 15 cm. Die Dicke der oberen Bettungsschicht (b) muss den Anforderungen der statischen Berechnung entsprechen.



**Abbildung 1:** Bettung Typ 1, aus DIN EN 1610.

<sup>18</sup> DIN EN 1610 – Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Ausgabe 10/1997.



Die Leitungsgräben sind während der Bauzeit frei von Wasser zu halten (vgl. Abschnitt 5.5). Aufgeweichte oder entfestigte Bereiche sind mit erdfeuchtem Aushubmaterial oder der Bettungsschicht auszutauschen.

Für die Rohrbettung gelten die Materialanforderungen der DIN EN 1610, Abschnitt 5.3. Demnach sind die zu verwendenden Größtkorndurchmesser abhängig vom Rohrdurchmesser:

- DN  $\leq$  200 mm                      22 mm Größtkorn
- DN  $\geq$  200 mm bis  $\leq$ 600 mm        40 mm Größtkorn

Eine Auswahl der Baustoffe kann dem Anhang B der DIN EN 1610 entnommen werden. Die Mindestabdeckungen über den Rohrleitungen sind entsprechend der DIN EN 1610 einzuhalten. Außerdem sind die Angaben des Rohrherstellers zu beachten.

### 5.2.3. Verfüllung der Rohrgräben

Die Verfüllung der Rohrgräben richtet sich nach der späteren Nutzung der darüber liegenden Oberflächen. Im Bereich von Verkehrsflächen kommt es auf eine verformungsarme Verfüllung an. Für die Rohrbettung und Seitenumhüllung sind die Vorgaben der **DIN EN 1610** zu berücksichtigen. Die Hauptverfüllung des Leitungsgrabens (Verfüllzone) muss bis zur Unterkante der Straßenkonstruktion (Tragschicht bzw. Erdplanum) mit einem gut verdichtbaren, abgestuften Mineral- oder Bodengemisch unter lagenweiser Verdichtung eingebaut werden. Der Wiedereinbau ist mit geeigneten Verdichtungsgeräten auszuführen, wobei unverdichtete Schütthöhen von 20 - 30 cm grundsätzlich nicht überschritten werden sollten. Weiche oder nasse Materialien dürfen nicht eingebaut werden.

Als Material eignen sich alle grob- und gemischtkörnigen, verwitterungsbeständigen Mineralstoffgemische, die ausreichend weit gestuft sind (z. B. Bodengruppen nach DIN 18196: SW, SI, SU, GW, GI, GU) und deren Feinkornanteil (bindiger Anteile = Kornfraktion < 0,063 mm) unter 15 Gew.-% liegt. Insbesondere kommen hierzu Schotter-Splitt-Gemische nach ZTV T-StB 95<sup>19</sup> (so genanntes Schotter-Tragschicht-Material), Kies-Sand-Gemische und Siebschutt mit weniger als 15 % bindigen Anteilen in

---

<sup>19</sup> ZTV T-StB 95 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, Ausgabe 1995, Fassung 2002, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau



Frage. Es können auch Recycling-Baustoffe verwendet werden, wenn sie den Anforderungen nach TL Gestein-StB 04<sup>20</sup> entsprechen.

Unter ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung sollte grundsätzlich die fachgerechte Wiederverwertung von Aushubmaterial angestrebt werden, sofern dieses frei von rohrscheidenden Materialien und in einem verdichtungswilligen Zustand ist (halbfeste Konsistenz, ggfls. mit Bindemittel verbessert). Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass bei gleichem Verdichtungsgrad, die Setzungen eines bindigen Bodens immer größer sind als bei einem grob- oder gemischtkörnigen Boden.

Beim Einbau der Materialien ist darauf zu achten, dass die erforderlichen Verdichtungsgrade ( $D_{Pr}$ ), eingehalten werden, siehe ZTV A-StB 2012<sup>21</sup> und ZTV E-StB 09, Tab. 2. Demnach ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 98\%$  in der Verfüllzone bis auf Höhe Erdplanum zu erreichen.

Für den Nachweis der fachgerechten Verdichtung sind entsprechende Verdichtungskontrollen (Fremd- und Eigenüberwachung) während der Bauzeit durchzuführen, siehe dazu ZTV E-StB 09.

#### **5.2.4. Wasserrechtliche Gesichtspunkte**

Wie in Abschnitt 4.2 „Grundwasserverhältnisse“ erwähnt, wurde zwar kein Grundwasser während der Bohrungen angetroffen, jedoch sind insbesondere im Bereich des Schichtübergangs von Lösslehm zum unteren Jura Weichschichten erbohrt worden, die ein Anzeichen auf Schichtwasser sind. Bei Erdarbeiten können daher geringe Mengen Grundwasser in die Baugruben strömen und somit eine temporäre Wasserhaltung erfordern. Im Sinne des Wassergesetzes von Baden-Württemberg stellt dies eine Benutzung des Grundwassers dar und ist daher genehmigungspflichtig. Dazu muss die Erlaubnis beim zuständigen Landesamt in Form eines entsprechenden Antrags eingeholt werden. Darin sollten Pläne des Bauvorhabens, Angaben zum Baugrund, den Grundwasserverhältnissen sowie zur vorgesehenen Wasserhaltung (Grundwasserstand, Absenkziel, Dauer der Absenkung, Art der Wasserhaltung und abzuleitenden Menge) enthalten sein.

<sup>20</sup> TL Gestein-StB 04 – Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007, aufgestellt von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

<sup>21</sup> ZTV A-StB 12 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen an Verkehrsflächen, Ausgabe 2012.



### 5.3. Hinweise zum Straßenbau

Die Verkehrsflächen können nach den Ausführungen der **RStO 12**<sup>22</sup> geplant und gebaut werden.

Der anstehende Untergrund ist der **Frosteinwirkungszone I** zuzuordnen, siehe dazu Karte der Frosteinwirkungszone (RStO 12). Die angetroffenen Schichten (Bodengruppe TM) können nach der ZTV E-StB 09<sup>23</sup> der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** eingestuft werden. Um die Verkehrsflächen vor Frostschäden zu schützen ist ein frostsicherer Oberbau einzubauen. Die Dicke des frostsicheren Oberbaus richtet sich, neben der Frostempfindlichkeitsklasse, nach den zu erwartenden Verkehrsbelastungen und Mehr- oder Minderdicken, die von klimatischen Bedingungen und Untergrundverhältnissen abhängen.

Für die Verkehrsflächen empfehlen wir den Einbau einer kombinierten Frost- und Tragschicht (KFT), z.B. der Körnung 0/45 oder 0/56 mm. Das Feinplanum des Oberbaus kann auch mit 0/32 mm Material hergestellt werden (z.B. mit dem Fertiger).

An folgendem Beispiel setzt sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus (KFT+Asphalttragschicht) nach der RStO 12 für eine angenommene Belastungsklasse BK 0,3 (Wohnstraße) wie folgt zusammen:

<b>Örtliche Verhältnisse:</b>	<b>BK 0,3</b>
Frostsicherer Aufbau nach Tabelle 6	0,50 m
wegen Frosteinwirkungszone I (vgl. Bild 6 RStO 12)	+0,00 m
kleinräumiges Klima (keine besonderen Einflüsse)	± 0,00 m
Grundwasserverhältnisse (kein GW bis 1,5 m u. Gel.)	± 0,00 m
Lage der Gradienten (geländegleich)	± 0,00 m
<u>Fahrbahnentwässerung (Rinnen, Einläufe, Rohrleitungen)</u>	<u>- 0,05 m</u>
<b>frostsicherer Gesamtaufbau</b>	<b>0,45 m</b>

setzt sich nach der RStO 12 Tafel 1, Zeile 1 wie folgt zusammen:

Schichtstärke Asphalttrag und -deckschicht	0,14 m
Schichtstärke KFT	0,31 m

Die Tragschicht und das Erdplanum müssen dabei eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, die mit Hilfe von statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134

<sup>22</sup> RStO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012.

<sup>23</sup> ZTV E-StB 09 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009.



nachgewiesen werden können. Eine Korrelation mit dynamischen Fallplatten oder Messwalzen ist für eine flächendeckende Kontrolle möglich.

- **OK Erdplanum:**  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$
- **OK KFT:**  $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  bei  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Der anstehende Lösslehm ist erfahrungsgemäß ohne eine **Bodenverbesserung** mit Bindemittel nicht auf den geforderten Verformungsmodul für das Erdplanum zu verdichten. Das direkte Einfräsen eines Bindemittels mit einer Bodenfräse ist aufgrund der Nähe zur umliegenden Wohnbebauung nur mit einem staubreduzierten Bindemittel zulässig. Oder aber Boden wird auf einem geeigneten Lagerplatz mit Bindemittel gemischt werden (z.B. mit einem Sieblöffel). Als Bindemittel schlagen wir ein Zement-Weißfeinkalk-Gemisch vor, das in einer unverdichteten Schichtstärke von 40 cm eingebaut oder eingefräst (zwei Fräsübergänge) werden sollte. Der verbesserte Boden ist zuerst mit einer Schafffußwalze in mehreren Übergängen zu bearbeiten, bevor mit einer Glattmantelwalze abgewalzt wird. Die Bindemittelmenge richtet sich nach dem natürlichen Wassergehalt des zu verbessernden Bodens und muss auch nach den vorherrschenden Witterungsbedingungen angepasst werden (Mehrmengen bei nasser Witterung, Zugabe von Wasser bei trockenen Bedingungen). Zur Bestimmung der Bindemittelzugabemenge können nach Möglichkeit Probefelder mit unterschiedlichen Bindemittelanteilen erstellt werden und/oder der Zustand vor Ort durch den Gutachter beurteilt werden. Folgende Angaben beruhen auf Erfahrungswerten und können als vorläufige Abschätzung für die Festlegung der Bindemittelzugabemenge dienen.

**Tabelle 10:** Bindemittelzugabemenge, Erfahrungswerte für Böden mit Dichten zw. 1,8 – 2,0 t/m<sup>3</sup>.

Bindemittelzugabemenge		
[Gew.-%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	40 cm Schichtdicke [kg/m <sup>2</sup> ]
2,5 %	45 – 50	18 – 20

Alternativ ist ein **Bodenaustausch** durchzuführen (z.B. Schropfen, RC-Material, Siebschutt). Bei der Schichtstärke für den Bodenaustausch kann von 40 cm ausgegangen werden. Inwieweit die Schichtstärke reduziert werden kann, kann an Testfeldern mit unterschiedlichen Schütthöhen über den statischen Lastplattendruckversuch nach DIN 18134 festgelegt werden.



#### 5.4. Hinweise zur Bebauung

Die **Gründung** von Gebäuden kann nach DIN EN 1997-1<sup>24</sup> (EC7) mit Verweis auf DIN 1054<sup>25</sup> geplant und bemessen werden. Im Hinblick auf die Gründung der Gebäude muss der maximal zulässige Sohlwiderstand  $\sigma_{R,d}$  des Bodens bestimmt werden. Dieser hängt neben den Bodeneigenschaften auch von den Gebäudelasten und deren Anordnung sowie der Setzungsempfindlichkeit des betrachteten Gebäudes ab und ist im Einzelfall festzulegen, sobald konkrete Angaben zur geplanten Bauweise vorliegen. Im Allgemeinen können für die angetroffenen Bodenschichten folgende maximal zulässige Sohlwiderstände  $\sigma_{R,d}$  angesetzt werden:

- **Lösslehm** (TM, steif):  $\sigma_{R,d} \leq 170 \text{ kN/m}^2$
- **Unterer Jura:**  $\sigma_{R,d} \leq 450 \text{ kN/m}^2$

Nach der Hochwassergefahrenkarte (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>) ist das Erschließungsgebiet nicht als Überflutungsfläche ausgewiesen. Besonders ist jedoch zu erwähnen, dass an der Schichtgrenze des Lösslehms zum unteren Jura Stauwasser auftreten kann, wie die erbohrten Weichschichten (vgl. Anlage 2) zeigen. Der **Schutz der Bauwerke vor Durchfeuchtung** sollte dementsprechend abgestimmt werden (z.B. Drainage in Kombination mit einer Bauwerksabdichtung nach DIN 18195).

#### 5.5. Versickerung von Oberflächenwasser

Die Versickerung von Oberflächenwasser ist überwiegend von der Kornverteilung, der Korngröße und der Lagerungsdichte abhängig. Nach dem Arbeitsblatt DWA A 138<sup>26</sup> werden Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen  $k_f < 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $k_f > 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  als günstig angesehen. Durch bessere Durchlässigkeit entfällt die Reinigungswirkung aufgrund des zu schnellen Einsickerns. Bei geringerer Durchlässigkeit tritt eine stauende Wirkung ein. Der Leitfaden „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung<sup>27</sup>“ gibt für die sinnvolle Versickerung den Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \sim 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  als Grenzwert zwischen „gut möglicher“ und „kaum möglicher“ Versickerung an.

<sup>24</sup> DIN EN 1997-1: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln, Ausgabe 03/2014.

<sup>25</sup> DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Ausgabe 12/2010.

<sup>26</sup> DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Ausgabe 04/2005.

<sup>27</sup> Leitfaden Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung, Ministerium für Umwelt und Verkehr.



Die angetroffenen Lösslehme haben erfahrungsgemäß einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f < 1 \cdot 10^{-8}$  m/s haben. Das bedeutet, dass Oberflächenwasser aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Lösslehme nur in geringsten Mengen versickert. Eine Versickerung in den felsartigen Untergrund (z.B. über Mulden-Rigolen-Systeme) ist höchstwahrscheinlich aus wasserrechtlichen Gründen nicht zulässig. Für die Versickerung von Oberflächenwasser sind somit ausreichende Retentionsräume zu gestalten, die mit Notüberläufen ausgestattet sind. Das Einleiten in das kommunale Netz ist auf jeden Fall mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

## 6. BEWEISSICHERUNG

Im Zuge der Bauarbeiten, insbesondere bei Verdichtungsverfahren, kann es zu Erschütterungen durch den Baubetrieb kommen, die an unmittelbar anliegenden Gebäuden Rissbildungen verursachen. In diesem Falle ist es sinnvoll im Vorfeld eine Beweissicherung durchzuführen. Somit sind dann Bauherrschaft und ausführende Bauunternehmungen vor ungerechtfertigten Schadenersatzansprüchen geschützt.

## 7. OBERBODENMANAGEMENT

### 7.1. Bodenkundliche Beschreibung des Oberbodens

Nach der Bodenkarte BK50 des LGRB wird der Oberboden der Kartiereinheit „n114 Pseudovergleyte Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde aus Lösslehm“ zugeordnet.

Im geplanten Erschließungsgebiet wird der bis ca. 4 dm starke Oberboden größtenteils als Ackerfläche (Flst. 152-157) und bereichsweise als Wiese (Flst. 151, 151/1, 158, 159) genutzt. Nach der bodenkundlichen Kartieranleitung<sup>28</sup> handelt es sich somit um einen **Ap**-Horizont, der aufgrund des hohen Schluffanteils gegenüber dem Unterboden an Ton verarmt ist (**Al**). Der Oberboden ist mittel humos (h1, vgl. Tabelle 6). Die Schichtgrenze zum tonigen Unterboden (Lösslehm) ist aufgrund der Farbänderung (dunkelbraun-braun nach hellbraun) und des Tonanteils deutlich erkennbar (**Bt**). Die grauen Verfärbungen im Unterboden deuten auf Staunässe hin (**Sw**). Der Unterboden ist zur Tiefe dichter (**Sd**). Markant sind zudem

<sup>28</sup> Bodenkundliche Kartieranleitung – Ad hoc Arbeitsgruppe Boden, 5. Auflage 2005.





rostbraune Verfärbungen, die ein Zeichen für die Oxidation von Eisen-Mangan-Verbindungen und typisch für staunasse Böden sind. In den oberen 1-2 dm des Unterbodens sind stellenweise Grabspuren vorhanden und der Unterboden ist als humusfrei einzustufen.

## 7.2. Wiederverwertung zur Bodenverbesserung

Die Untersuchung des **Oberbodens** auf die Vorsorgewerte der BBodSchV zeigt aufgrund des pH-Werts (<6,0), dass die Parameter Nickel und Zink (Vorsorgewerte Sand) überschritten werden (vgl. Abschnitt 4.4.4). Die Wiederverwertung ist in Absprache mit dem Landratsamt zu klären. Nach den Angaben des LGRB für die Kartiereinheit n114 (s. Anlage 5) wird die natürliche Bodenfruchtbarkeit als hoch beschrieben. Die Angaben zur Bodenschätzung ergeben in Zusammenhang mit der bodenkundlichen Kartieranleitung Tabelle 63 Reinertragsverhältniszahlen zwischen 56 – 73 (L4Lö, L4LöD, L4LöV). Insgesamt handelt es sich um einen hochwertigen Boden, der im Sinne des Bodenschutzes im Rahmen von Bodenverbesserungen zwingend wiederverwertet werden sollte.

Der **Unterboden** (hier: Lösslehm) hat gegenüber den Vorsorgewerten der BBodSchV gering erhöhte Gehalte von Blei um Zink (vgl. Abschnitt 4.4.4). Im Allgemeinen muss der Unterboden neben dem Chemismus auch physikalisch in einem verwertbaren Zustand sein (z.B. Gefüge, Tongehalt). Nach der DIN 18196 handelt es sich bei dem Unterboden um einen mittelplastischen Ton (vgl. Abschnitt 4.3). Die Bodenbeschreibungen zeigen, dass es innerhalb des Lösslehms Anzeichen von Staunässe gibt. In vollem Umfang ist die Verwertung somit nicht möglich. Die oberen Dezimeter können gegebenenfalls verwertet werden, hier wurden beispielsweise auch Grabspuren vorgefunden. Zur genauen Klärung können nach fortgeschrittener Planung Schurfe erstellt werden, um die verwertbare Schichtdicke festlegen zu können. Alternativ ist die Festlegung auch nach dem Abschieben des Oberbodens möglich. Auch hier ist zu Klärung die Abstimmung mit dem LRA vorzunehmen.

Für die Bodenverbesserung müssen potenzielle Ackerflächen im Vorfeld ausgewählt werden. Hier ist das zuständige Landratsamt hinzuzuziehen. Im Allgemeinen sind Ackerflächen mit Bodenzahlen <60 vorzuziehen. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Verbesserungsflächen in einem ähnlichen geogenen Hintergrund und außerhalb von Wasserschutzonen liegen sowie wenig Hangneigung haben (Erosionsschutz) und der Antransport mit schwerem Baugerät umweltverträglich ist.



## 8. KAMPFMITTEL

Im Hinblick auf die Erschließungsmaßnahmen und den Bau der Gebäude sollte für das Baugebiet Kampfmittelfreiheit vorliegen, da Kriegseinwirkungen, insbesondere Bombardierungen, während des zweiten Weltkrieges für das betrachtete Gelände nicht ausgeschlossen werden können.

Die Auskunft über Kampfmittelfreiheit kann beim Kampfmittelräumdienst Baden-Württemberg eingeholt werden, allerdings kann die Bearbeitungsdauer mehrere Monate betragen. Eine zeitnahe Bearbeitung ist eventuell bei privaten Unternehmen möglich (z.B. Luftbildauswertung R. Hinkelbein<sup>29</sup>, Filderstadt).

## 9. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Erschließungsgebiet „Unterer Morgen“ in Ebersbach-Roßwälden wurden mit insgesamt acht Bohrsondierungen beschrieben und beurteilt. Abweichungen zwischen den Aufschlüssen vom hier beschriebenen Befund können nicht ausgeschlossen werden. Eine ständige und sorgfältige Kontrolle, der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnisse und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten sind daher unerlässlich. In Zweifelsfällen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Für die Beantwortung geotechnischer Fragen bei der weiteren Planung und Ausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

Für die Geotechnik Aalen

Sachbearbeiter:



W. Höffner, Dipl.-Geol.

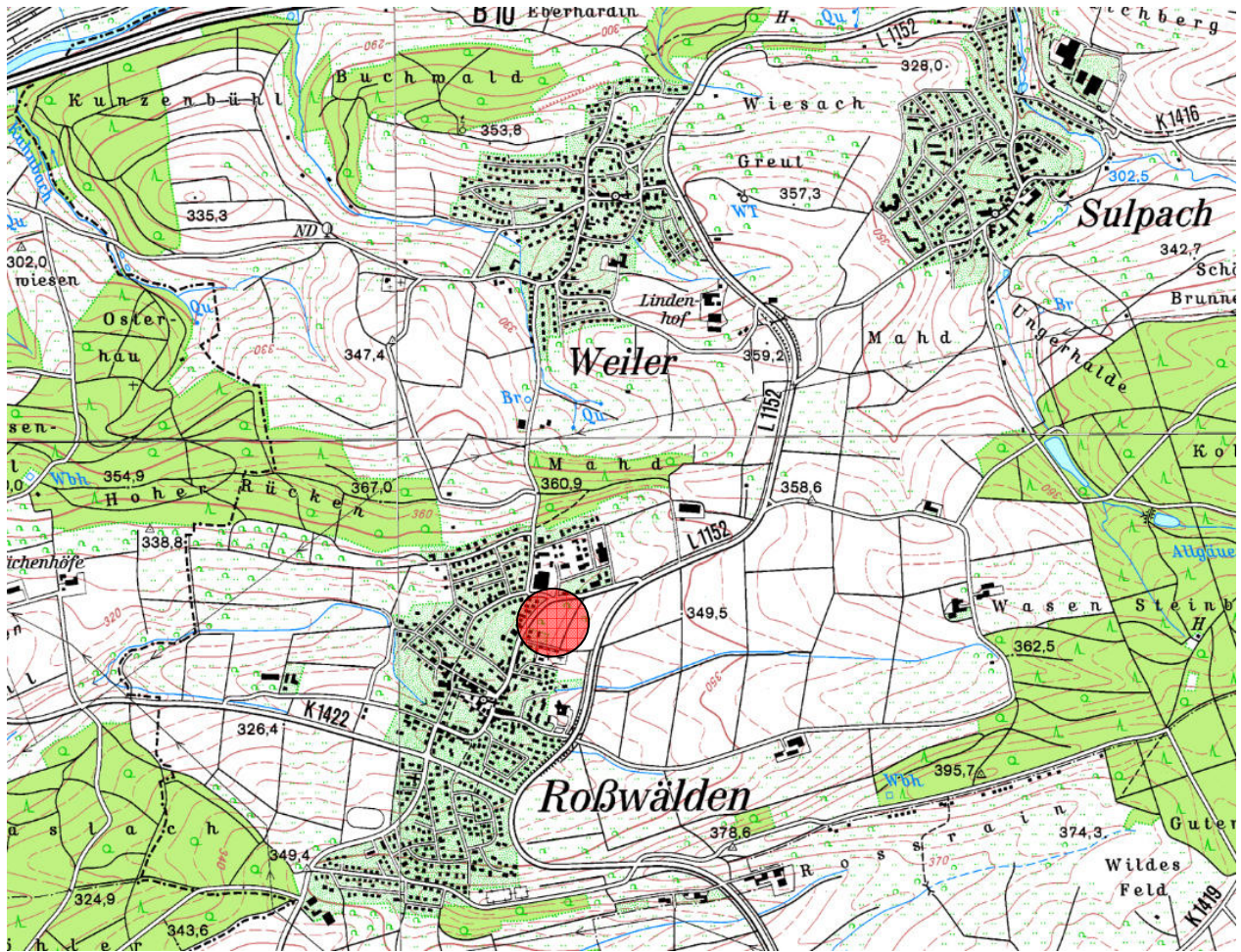
M. Loose, M.Sc.

<sup>29</sup> Regine Hinkelbein, Uhuweg 22, 70794 Filderstadt, info@luftbildauswertung.eu, Tel.: 0711/7799222




# ÜBERSICHTSLAGEPLAN

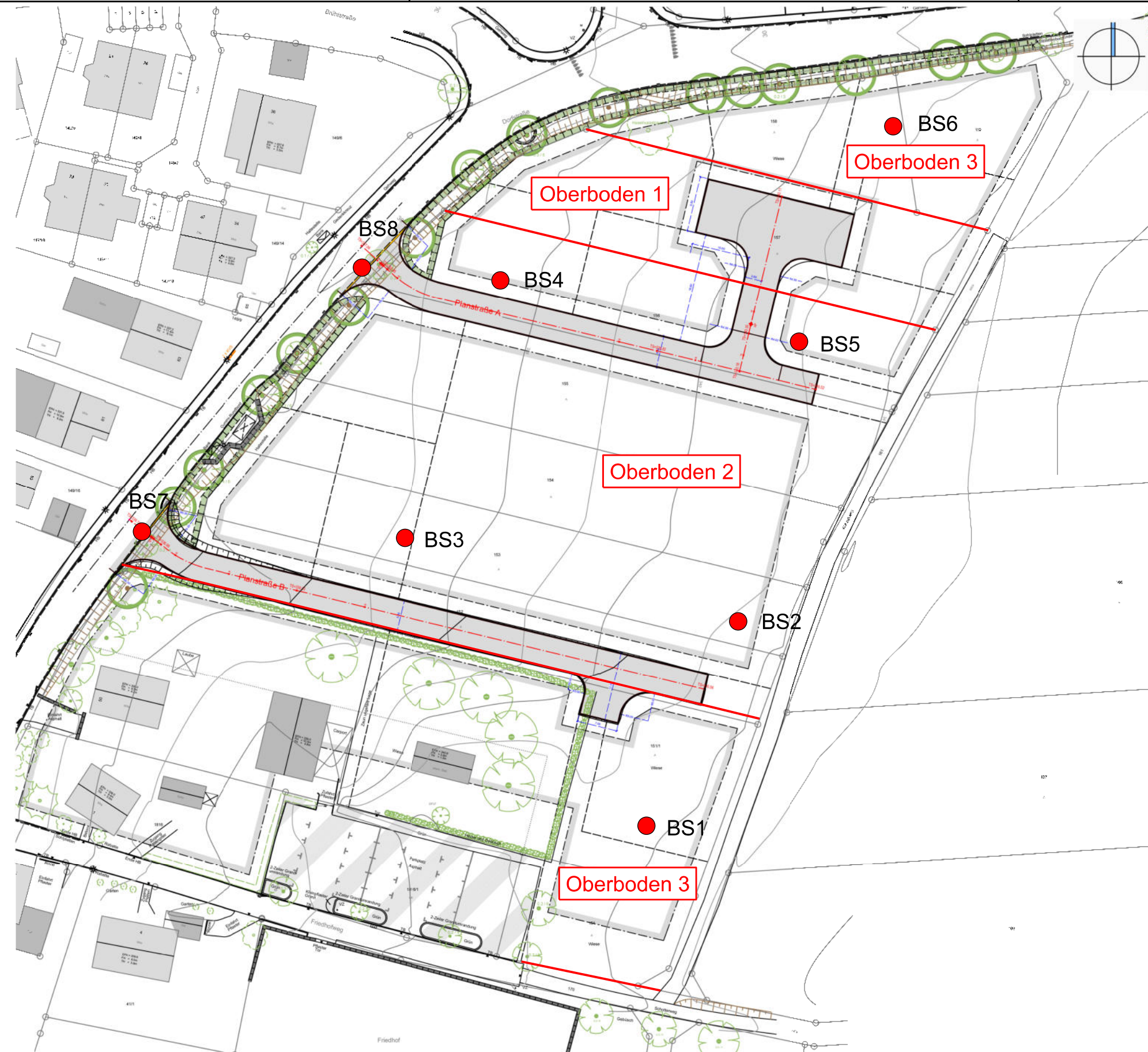
Plangrundlage: TK 25



Legende:

 Untersuchungsgebiet





LEGENDE:

● BS Bohrsondierung

# Geotechnik Aalen

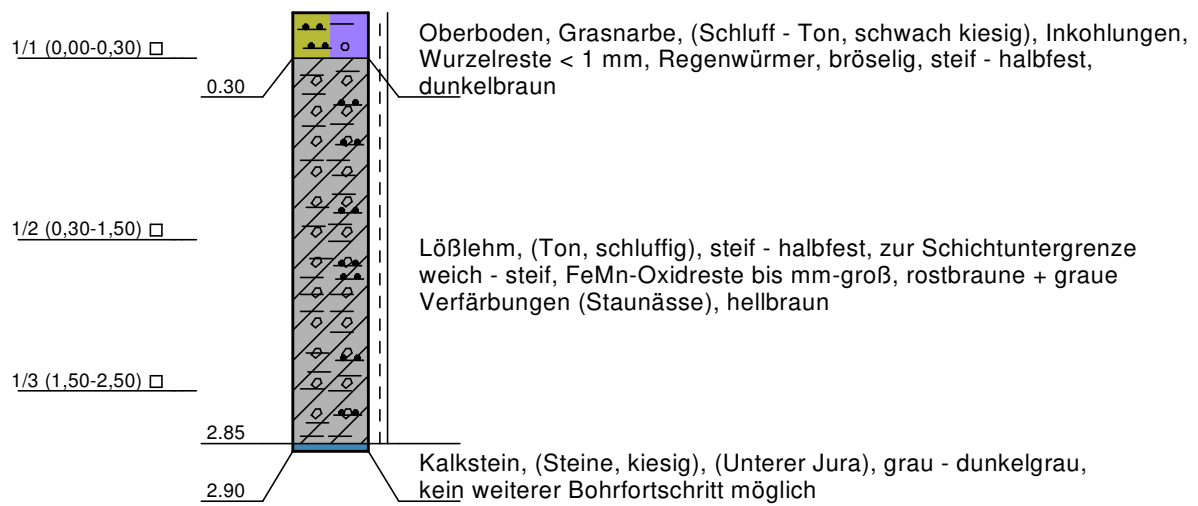
Robert-Bosch-Str. 59  
73431 Aalen  
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 16693S

Anlage: 2.1

## BS 1

340,89 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

# Geotechnik Aalen

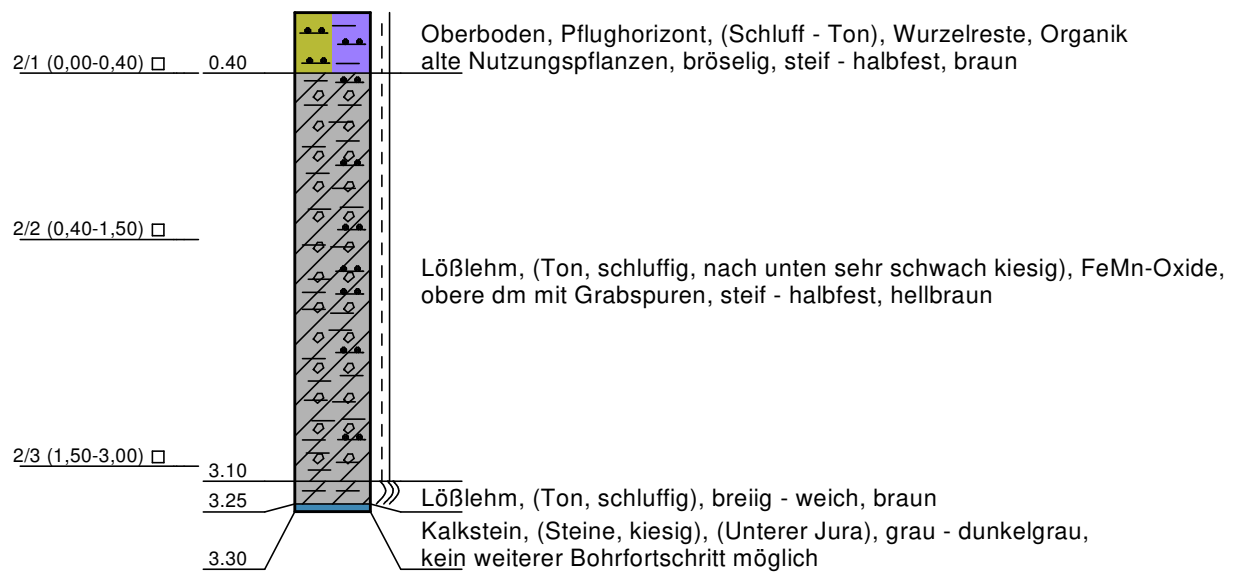
Robert-Bosch-Str. 59  
73431 Aalen  
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 16693S

Anlage: 2.2

## BS 2

340,60 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

# Geotechnik Aalen

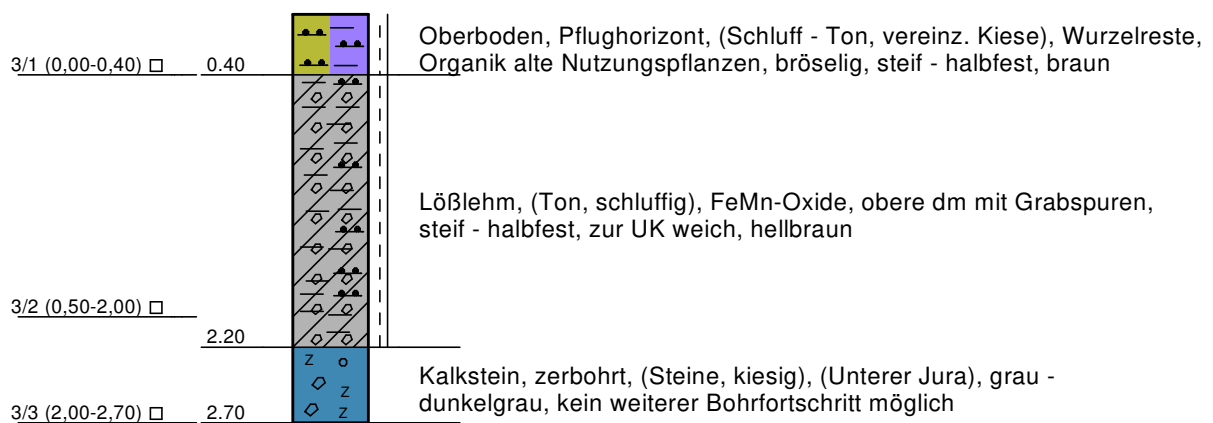
Robert-Bosch-Str. 59  
73431 Aalen  
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 16693S

Anlage: 2.3

## BS 3

338,72 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

# Geotechnik Aalen

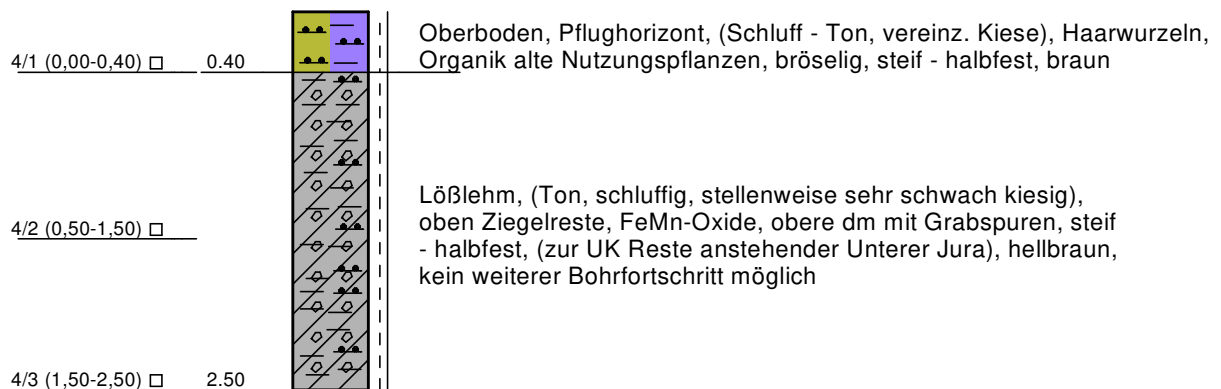
Robert-Bosch-Str. 59  
73431 Aalen  
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 16693S

Anlage: 2.4

## BS 4

338,71 m NN

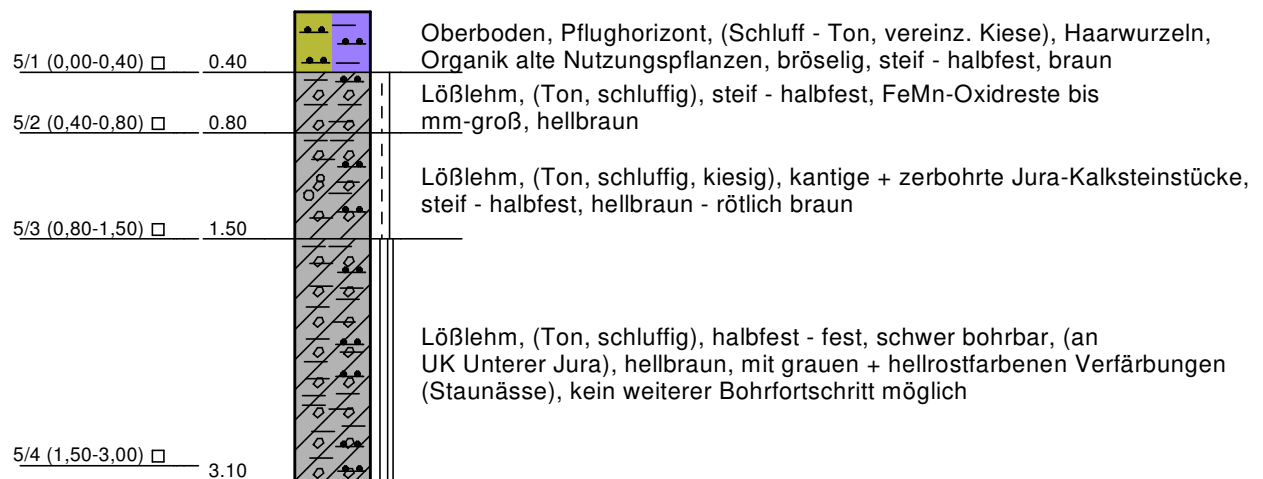


Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50



## BS 5

340,51 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

# Geotechnik Aalen

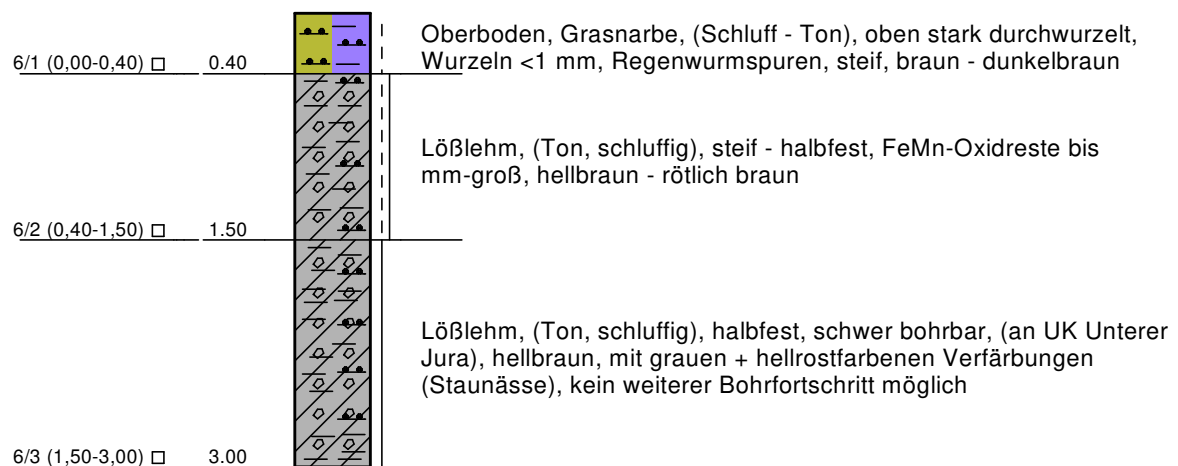
Robert-Bosch-Str. 59  
73431 Aalen  
Tel.: 07361/9406-0 Fax: 07361/9406-10

Bericht: 16693S

Anlage: 2.6

## BS 6

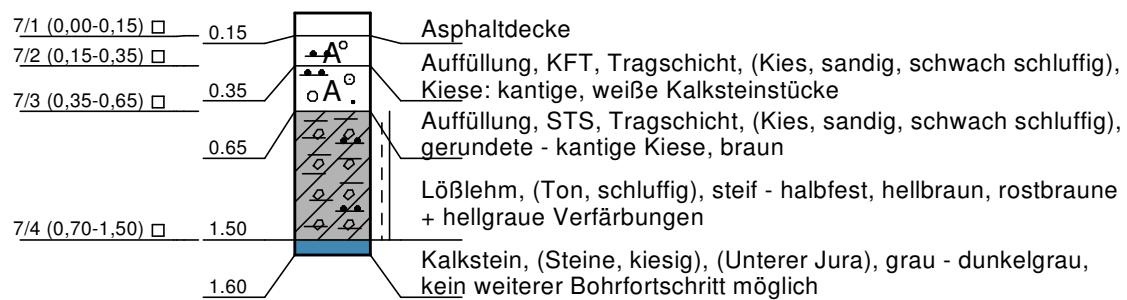
340,37 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

## BS 7

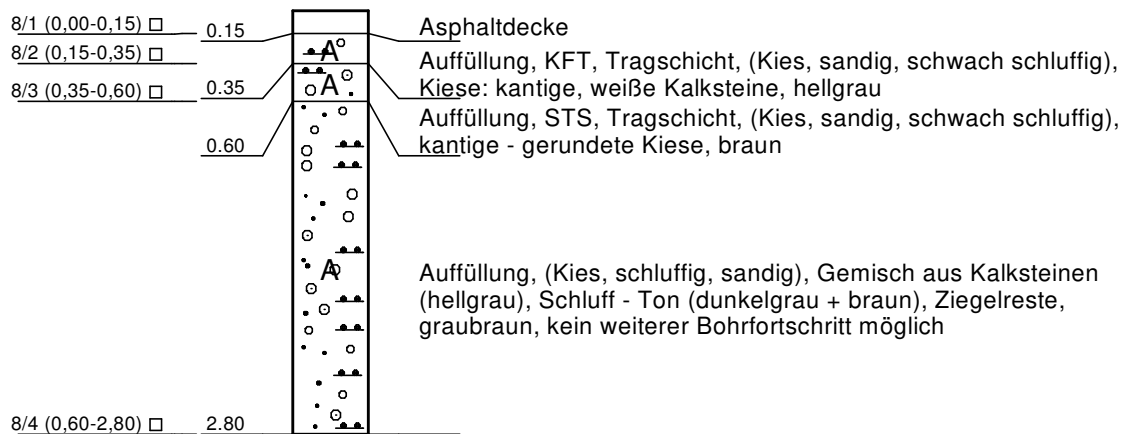
336,71 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

# BS 8

336,99 m NN



Aufnahme am 29.03.17/M. Loose/M 1: 50

**Wassergehalt** nach DIN EN ISO 17892-1  
**Bebauungsplan "Unterer Morgen"**  
**in Ebersbach**

Bearbeiter: Rau/Ki

Datum: 30.03.2017

Prüfungsnummer: 01  
 Entnahmestelle: BS 1 - BS 6  
 Tiefe: s. Schichtenverzeichnis  
 Bodenart: s. Schichtenverzeichnis  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 29.03.2017 durch Lo

Probenbezeichnung:	1/2	1/3	2/3	3/2	4/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	450.40	439.40	438.00	407.90	417.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	390.10	375.00	374.00	346.40	347.80
Behälter [g]:	109.60	104.70	109.90	107.10	104.10
Porenwasser [g]:	60.30	64.40	64.00	61.50	70.10
Trockene Probe [g]:	280.50	270.30	264.10	239.30	243.70
Wassergehalt [%]	21.50	23.83	24.23	25.70	28.76

Probenbezeichnung:	4/3	5/2	5/3	5/4	6/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	410.80	394.90	423.80	377.70	451.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	355.30	338.50	371.30	338.50	392.50
Behälter [g]:	106.00	108.40	120.40	120.30	105.40
Porenwasser [g]:	55.50	56.40	52.50	39.20	58.80
Trockene Probe [g]:	249.30	230.10	250.90	218.20	287.10
Wassergehalt [%]	22.26	24.51	20.92	17.97	20.48

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bebauungsplan "Unterer Morgen"  
 in Ebersbach

Bearbeiter: Ki

Datum: 19.04.2017

Prüfungsnummer: 1/2

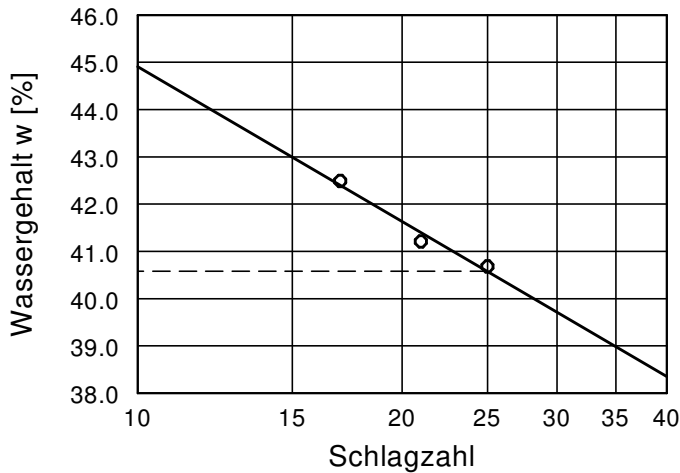
Entnahmestelle: BS 1

Tiefe: 0.30 - 1.50 m

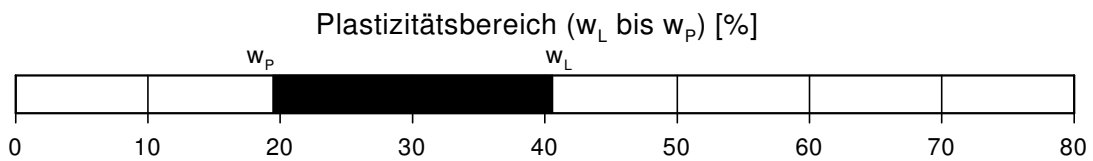
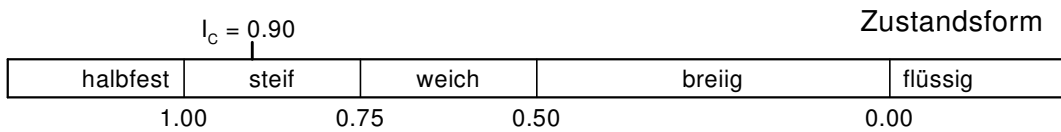
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM

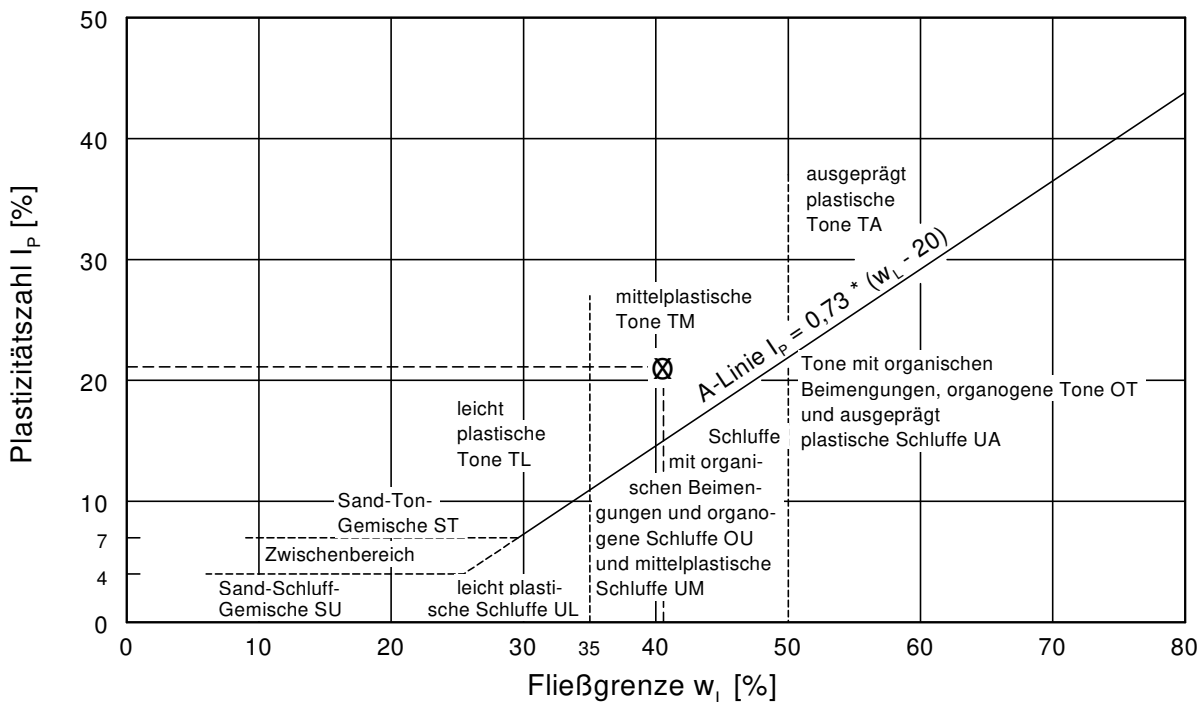
Probe entnommen am: 29.03.2017 durch Lo



Wassergehalt  $w = 21.5 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 40.6 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 19.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 21.1 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.90$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bebauungsplan "Unterer Morgen"  
 in Ebersbach

Bearbeiter: Ki

Datum: 19.04.2017

Prüfungsnummer: 3/2

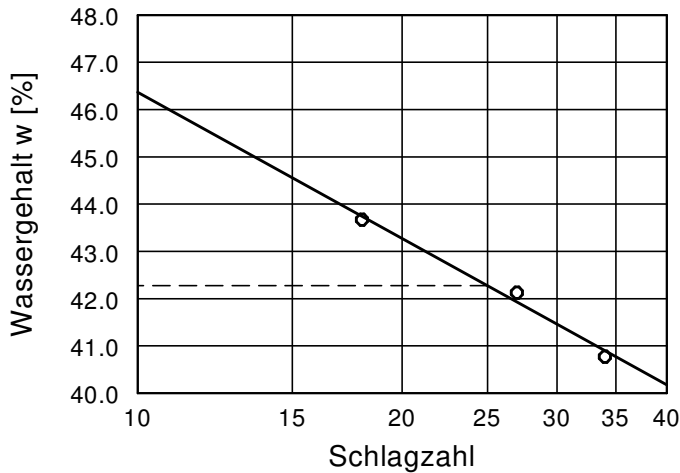
Entnahmestelle: BS 3

Tiefe: 0.50 - 2.00 m

Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM

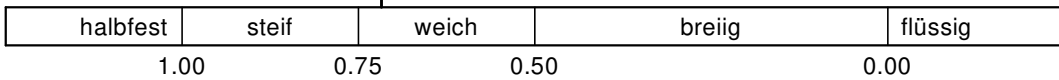
Probe entnommen am: 29.03.2017 durch Lo



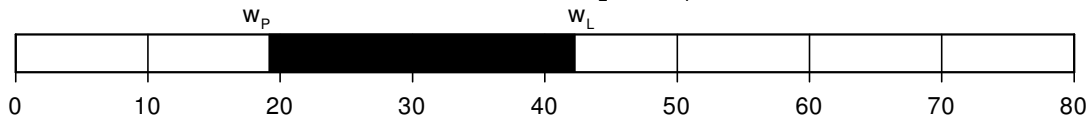
Wassergehalt  $w = 25.7 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 42.3 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 19.2 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 23.1 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.72$

Zustandsform

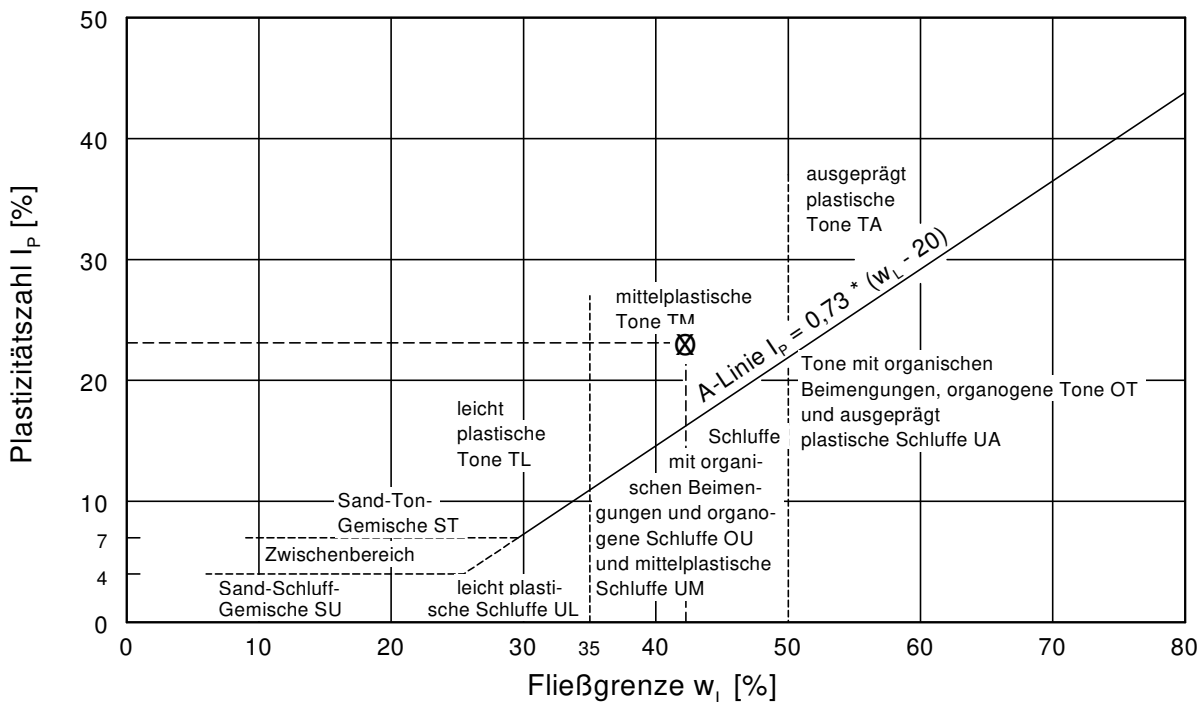
$I_c = 0.72$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bebauungsplan "Unterer Morgen"  
 in Ebersbach

Bearbeiter: Ki

Datum: 19.04.2017

Prüfungsnummer: 5/4

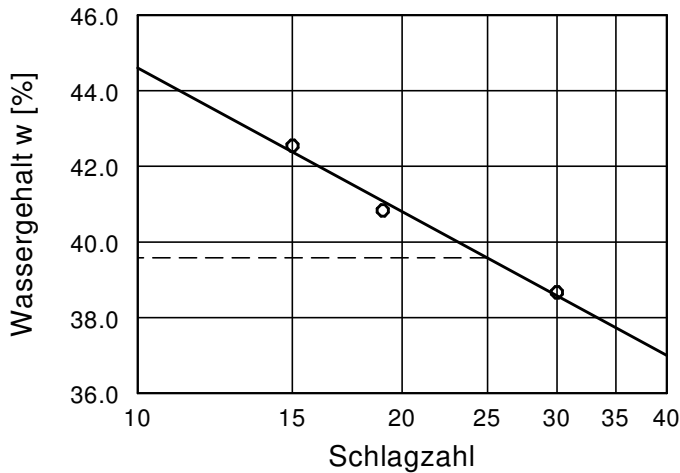
Entnahmestelle: BS 5

Tiefe: 1,50 - 5,00 m

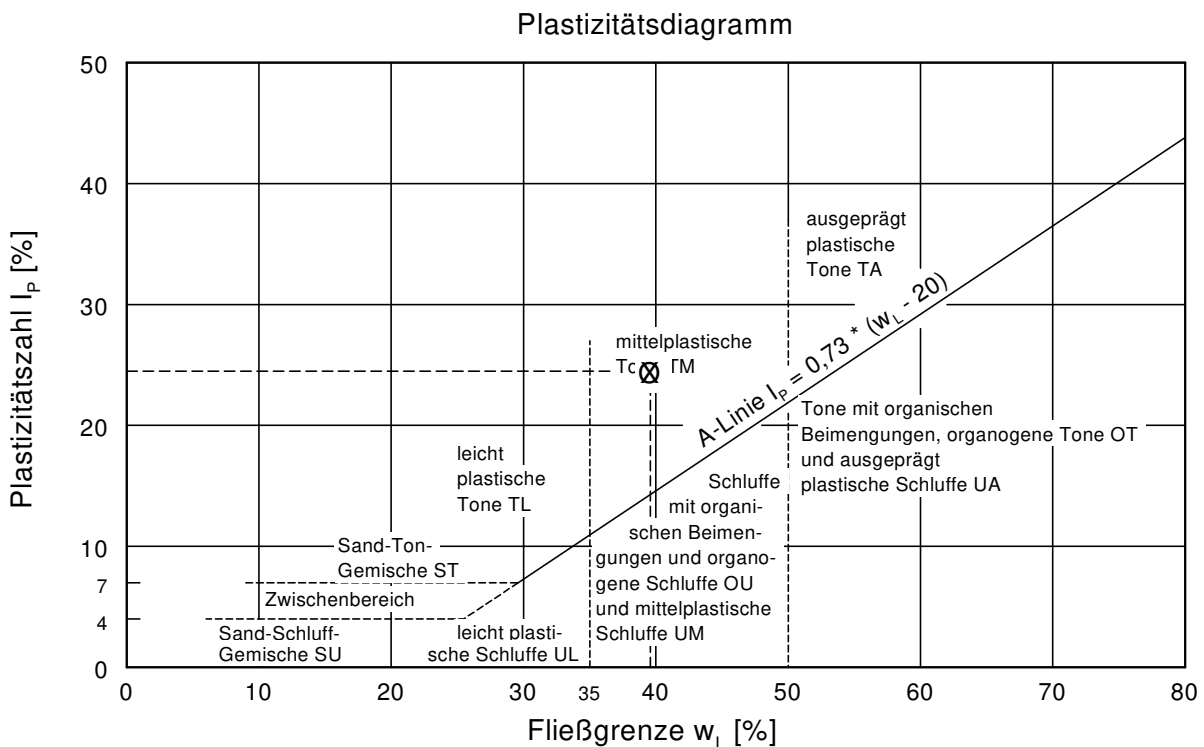
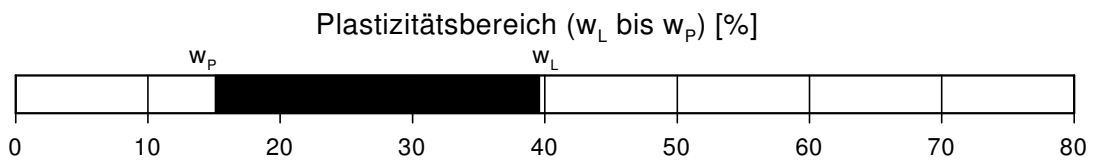
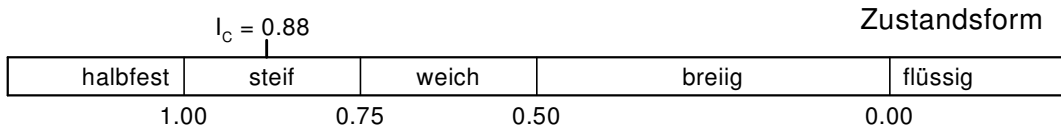
Art der Entnahme: gestört

Bodengruppe: TM

Probe entnommen am: 29.03.2017 durch Lo



Wassergehalt  $w = 18.0 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 39.6 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 15.1 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 24.5 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.88$





Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter	BS 7 7/1	BS 8 8/1	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: <b>PAK 16</b>			
Naphthalin	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Acenaphthylen	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Acenaphthen	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Fluoren	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Phenanthren	0,07	< 0,05	mg/kg TS
Anthracen	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Fluoranthen	< 0,05	< 0,05	mg/kg TS
Pyren	0,05	< 0,05	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,11	0,09	mg/kg TS
Chrysen	0,28	0,19	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthen	0,10	0,08	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,11	0,11	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	0,09	0,08	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,09	< 0,05	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylen	0,07	0,05	mg/kg TS
<b>Summe PAK 16*</b>	<b>0,97</b>	<b>0,60</b>	<b>mg/kg TS</b>

\* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287

## Analytik von Feststoff im Eluat

Parameter	BS 7 7/1	BS 8 8/1	Dimension
Phenolindex <b>PI</b>	< 10	< 10	µg/l

Analytik: Eluat: DIN 38414 S 4, 0,45 µm Membranfilter  
Phenolindex: DIN 38409 H 16

### Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	BS 7 7/1	BS 8 8/1
Labornummer:	1704033-1	1704033-2
Matrix:	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	500g	500g

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter	BS 8 8/4	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: <b>PAK 16</b>		
Naphthalin	< 0,01	mg/kg TS
Acenaphthylen	0,25	mg/kg TS
Acenaphthen	0,09	mg/kg TS
Fluoren	0,34	mg/kg TS
Phenanthren	1,1	mg/kg TS
Anthracen	0,67	mg/kg TS
Fluoranthren	5,6	mg/kg TS
Pyren	4,1	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	3,4	mg/kg TS
Chrysen	3,1	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthren	6,1	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	3,9	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	1,4	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,3	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylen	1,3	mg/kg TS
<b>Summe PAK 16*</b>	<b>34</b>	<b>mg/kg TS</b>
Polychlorierte Biphenyle: <b>PCB</b>		
PCB 28	< 0,01	mg/kg TS
PCB 52	< 0,01	mg/kg TS
PCB 101	< 0,01	mg/kg TS
PCB 138	< 0,01	mg/kg TS
PCB 153	< 0,01	mg/kg TS
PCB 180	< 0,01	mg/kg TS
<b>Summe PCB*</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>mg/kg TS</b>

\* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287  
PCB: DIN EN 15308

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter	BS 8 8/4	Dimension
Dichlormethan	< 0,010	mg/kg TS
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010	mg/kg TS
1,1-Dichlorethan	< 0,010	mg/kg TS
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010	mg/kg TS
Trichlormethan	< 0,010	mg/kg TS
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlormethan	< 0,010	mg/kg TS
Trichlorethen	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlorethen	< 0,010	mg/kg TS
<b>Summe LHKW*</b>	< 0,010	mg/kg TS
Benzol	< 0,010	mg/kg TS
Toluol	< 0,010	mg/kg TS
Ethylbenzol	< 0,010	mg/kg TS
m/p-Xylol	< 0,010	mg/kg TS
o-Xylol	< 0,010	mg/kg TS
<b>Summe BTEX*</b>	< 0,010	mg/kg TS

\* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: LHKW: DIN EN ISO 10301, GC-ECD  
BTEX: DIN 38407-9, GC-FID

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter	BS 8 8/4	Dimension
Extrah. org. Halogenverb. <b>EOX</b>	< 0,50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe <b>C<sub>10</sub>-C<sub>22</sub></b>	< 50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe <b>C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub></b>	51	mg/kg TS
Cyanide, ges. <b>CN<sup>-</sup></b>	< 0,10	mg/kg TS
Schwermetalle:		
Arsen <b>As</b>	11	mg/kg TS
Blei <b>Pb</b>	22	mg/kg TS
Cadmium <b>Cd</b>	< 0,40	mg/kg TS
Chrom, ges. <b>Cr</b>	21	mg/kg TS
Kupfer <b>Cu</b>	13	mg/kg TS
Nickel <b>Ni</b>	19	mg/kg TS
Quecksilber <b>Hg</b>	< 0,10	mg/kg TS
Thallium <b>Tl</b>	< 0,50	mg/kg TS
Zink <b>Zn</b>	79	mg/kg TS

Analytik: EOX: DIN 38414-17      KW-GC: DIN EN 14039  
Cyanide, ges.: ISO 11262      Säureaufschluss: DIN EN 13657  
Quecksilber: DIN EN ISO 12846      Metalle außer Hg: DIN EN ISO 11885

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Eluat

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter		BS 8 8/4	Dimension
pH-Wert	bei 20°C	8,6	--
Leitfähigkeit	bei 25°C	180	µS/cm
Chlorid	<b>Cl<sup>-</sup></b>	7,9	mg/l
Sulfat	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	8,0	mg/l
Cyanide, ges.	<b>CN<sup>-</sup></b>	< 5,0	µg/l
Phenolindex	<b>PI</b>	< 10	µg/l
Schwermetalle:			
Arsen	<b>As</b>	5,9	µg/l
Blei	<b>Pb</b>	21	µg/l
Cadmium	<b>Cd</b>	< 1,0	µg/l
Chrom, ges.	<b>Cr</b>	< 10	µg/l
Kupfer	<b>Cu</b>	< 10	µg/l
Nickel	<b>Ni</b>	< 10	µg/l
Quecksilber	<b>Hg</b>	< 0,10	µg/l
Zink	<b>Zn</b>	< 25	µg/l

Analytik:	Eluat:	DIN EN 12457-4	pH-Wert:	DIN 38404-5
	Leitfähigkeit:	DIN EN 27888	Chlorid, Sulfat:	DIN EN ISO 10304
	Cyanide, ges.:	DIN 38405-13	Phenolindex:	DIN 38409-16
	Quecksilber:	DIN EN ISO 12846	Metalle außer Quecksilber:	DIN EN ISO 11885

### Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	BS 8 8/4
Labornummer:	1704033-3
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher
Probenmenge:	1,0kg

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter		BS 2 2/2	BS 6 6/3	Dimension
Schwermetalle:				
Arsen	<b>As</b>	18	22	mg/kg TS
Blei	<b>Pb</b>	27	90	mg/kg TS
Cadmium	<b>Cd</b>	< 0,40	0,43	mg/kg TS
Chrom, ges.	<b>Cr</b>	43	24	mg/kg TS
Kupfer	<b>Cu</b>	21	26	mg/kg TS
Nickel	<b>Ni</b>	38	34	mg/kg TS
Quecksilber	<b>Hg</b>	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
Zink	<b>Zn</b>	72	250	mg/kg TS

Analytik:

Säureaufschluss:  
Metalle außer Hg:

DIN ISO 11466  
DIN EN ISO 11885

Quecksilber:

DIN EN 1483

### Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	BS 2 2/2	BS 6 6/3
Labornummer:	1704033-4	1704033-5
Matrix:	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	1,0kg	1,0kg



Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

Analytik gemäß Vorsorgewerte BBodSchV Anh. 2, Tab. 4.1/4.2

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

**Untersuchungsbefund:**

Parameter	OB1	OB2	OB3	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: <b>PAK 16</b>				
Naphthalin	0,02	0,02	0,02	mg/kg TM
Acenaphthylen	0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TM
Acenaphthen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
Fluoren	0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
Phenanthren	0,06	0,03	0,08	mg/kg TM
Anthracen	0,02	0,01	0,02	mg/kg TM
Fluoranthen	0,13	0,05	0,16	mg/kg TM
Pyren	0,08	0,02	0,11	mg/kg TM
Benzo(a)anthracen	0,03	0,01	0,03	mg/kg TM
Chrysen	0,09	0,03	0,12	mg/kg TM
Benzo(b/k)fluoranthren	0,04	0,01	0,07	mg/kg TM
Benzo(a)pyren	0,01	< 0,01	0,02	mg/kg TM
Dibenzo(ah)anthracen	0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TM
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TM
Benzo(ghi)perylen	< 0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TM
<b>Summe PAK 16*</b>	<b>0,52</b>	<b>0,18</b>	<b>0,67</b>	<b>mg/kg TM</b>
Polychlorierte Biphenyle: <b>PCB</b>				
PCB 28	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
PCB 52	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
PCB 101	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
PCB 118	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
PCB 138	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
PCB 153	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
PCB 180	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TM
<b>Summe PCB*</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>mg/kg TM</b>

\* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287  
PCB: DIN EN 15308

Parameter	OB1	OB2	OB3	Dimension
<b>Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz</b>				
bestimmt als TOC	2,3	0,99	2,3	M.-%

Analytik: TOC: DIN EN 13137

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß Vorsorgewerte BBodSchV Anh. 2, Tab. 4.1/4.2

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: 29.03.2017 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 05.04.- 13.04.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter		OB1	OB2	OB3	Dimension
Schwermetalle:					
Blei	<b>Pb</b>	35	29	41	mg/kg TS
Cadmium	<b>Cd</b>	< 0,40	< 0,40	< 0,40	mg/kg TS
Chrom, ges.	<b>Cr</b>	40	33	33	mg/kg TS
Kupfer	<b>Cu</b>	23	19	23	mg/kg TS
Nickel	<b>Ni</b>	27	24	28	mg/kg TS
Quecksilber	<b>Hg</b>	< 0,10	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
Zink	<b>Zn</b>	80	78	96	mg/kg TS

Analytik: Säureaufschluss: DIN ISO 11466      Quecksilber: DIN EN 1483  
Metalle außer Hg: DIN EN ISO 11885

### Siebprotokoll

Probenbezeichnung:	OB1	OB2	OB3
%tualer Anteil > 2 mm	< 0,10	< 0,10	1,0
%tualer Anteil < 2 mm	100	100	99

Analytik: Siebung: DIN 18123

### Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	OB1	OB2	OB3
Labornummer:	1704033-6	1704033-7	1704033-8
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer	PE-Eimer	PE-Becher
Probenmenge:	5,0kg	5,0kg	1,0kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 13. April 2017  
Analytik-Team GmbH  
i.V.



*Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.*



Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik im Feststoff

Auftraggeber: Geotechnik Aalen, Robert-Bosch-Straße 59, 73431 Aalen  
Projekt: 16693  
Projektbearbeiter: Herr Loose  
Probenahme: durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 12.05.- 15.05.2017

### Untersuchungsbefund:

Parameter		OB1	OB2	OB3	Dimension
pH-Wert	bei 25°C	5,9	5,0	5,7	---

Analytik: pH-Wert: DIN ISO 10390

### Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	OB1	OB2	OB3
Labornummer:	1704033-6	1704033-7	1704033-8
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer	PE-Eimer	PE-Becher
Probenmenge:	5,0kg	5,0kg	1,0kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 15. Mai 2017  
Analytik-Team GmbH



*Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.*

**n114 Pseudovergleyte Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde aus Lösslehm****Verbreitet auftretende Böden**

<b>Bodenformgruppe</b>	n-L15	
<b>Flächenanteil</b>	70–90 %	
<b>Nutzung</b>	LN (fast ausschließlich Acker), Wald	
<b>Relief</b>	Verebnungs- und Scheitelbereiche, sehr schwach geneigte Hänge	
<b>Bodentyp</b>	pseudovergleyte Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde, verbreitet sehr gering bis gering erodiert, tief entwickelt	
<b>Ausgangsmaterial</b>		
<b>Bodenartenprofil</b>	Ut4(Ut3)	3–5 dm
	Tu3–4	7–10 dm
	(Tu3,Gr0–2)	
<b>Karbonatführung</b>	–	
<b>Gründigkeit</b>	tief	
<b>Waldhumusform</b>	typischer und moderartiger Mull bis mullartiger Moder	
<b>Humusgehalt</b>	Oberbod.LN	mittel humos
	Unterboden	humusfrei
<b>Bodenreaktion</b>	LN	schwach sauer
	Wald	stark sauer
<b>Bodenschätzung</b>	L4Lö, L4LöD, L4LöV	

**Begleitböden**

stellenweise Parabraunerde-Pseudogley (n-S01, Kartiereinheit n14)

**Typische Bodenprofile**

<b>Musterprofile</b>	–
<b>Bohrstocksondierungen</b>	–

**Kennwerte**

<b>Feldkapazität</b>	mittel (370–390 mm)
<b>Nutzbare Feldkapazität</b>	hoch (165–185 mm)
<b>Luftkapazität</b>	gering bis mittel
<b>Wasserdurchlässigkeit</b>	gering bis mittel
<b>Sorptionskapazität</b>	hoch (280–300 mol/z/m <sup>2</sup> )
<b>Erodierbarkeit</b>	sehr hoch

**Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)**

<b>Standort für naturnahe Vegetation</b>	die Bewertungsklasse hoch bis sehr hoch wird nicht erreicht	
<b>Natürliche Bodenfruchtbarkeit</b>	hoch (3.0)	
<b>Ausgleichskörper im Wasserkreislauf</b>	LN: mittel bis hoch (2.5)	Wald: hoch bis sehr hoch (3.5)
<b>Filter und Puffer für Schadstoffe</b>	LN: hoch (3.0)	Wald: mittel (2.0)
<b>Gesamtbewertung</b>	LN: 2.83	Wald: 2.83

**Verbreitung und Besonderheiten**