

Erschließung Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen

Geotechnischer Bericht

Ort: Öhringen
Auftraggeber: Große Kreisstadt Öhringen
Projektleiter: Dr.-Ing. H.-J. Franke
GMP-Projektnr.: 216174\g1a Er/fr
Datum: 12.07.2016

GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG Beratende Ingenieure und Geologen | Hedanstraße 17 | 97084 Würzburg
Telefon: 0931 61 44-0 | Fax: 0931 61 44-200 | mail: mail@gmp-geo.de | web: www.gmp-geo.de

GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG
Beratende Ingenieure und Geologen
Würzburg,
Amtsgericht Würzburg, HRA 6477

Pers. haft. Gesellschafterin:
GMP Ingenieurbeteiligungsgesellschaft mbH
Würzburg,
Amtsgericht Würzburg, HRB 10485

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Hubert Hansel
Dr.-Ing. Hans-Jörg Franke
Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Johannsen

Akkreditiertes Prüflabor
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005
DAkS-Akkreditierungsnr.
D-PL-14479-01-00

Projektdokumentation

Datum	Index	Dokumentation	Gez.	Gepr.
30.06.2016	-	Gutachten erstellt	Fr	Jo

Unterlagen: Ingenieurbüro BIT:

/1/ Bebauungsplan, Stand 12.2015

Länderübergreifende Regelungen zur abfalltechnischen Bewertung:

/2/ Arbeitskreis Umweltfragen: RuVA-StB 01, Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbausphalt mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbausphalt im Straßenbau

Länderspezifische Regelungen zur abfalltechnischen Bewertung:

/3/ Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; Stand 14.03.2007

/4/ Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial („Dihlmann-Erlass“); Stand 12.10.2004

- Anlagen:**
1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
 2. Lageplan der Aufschlüsse mit Tiefenprofilen
 3. Schnitte mit Tiefenprofilen und Rammdiagrammen
 4. Bilddokumentation Schwarzdecken
 5. Bilddokumentation Ansatzpunkt
 6. Zusammenstellung der Laborversuche
 7. Bestimmung Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1
 8. Bestimmung Kornverteilung nach DIN 18123
 9. Bestimmung der Durchlässigkeit

- Anhang:**
- AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg:
- Prüfbericht 1916779 - 889097 vom 06.07.2016
 - Prüfbericht 1916779 - 889100 vom 06.07.2016
- ALcontrol Laboratories, Rotterdam:
- Prüfbericht 12333345, Version: 1 vom 07.07.2016

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang.....	6
2. Bauvorhaben und örtliche Verhältnisse	6
2.1 Allgemeines.....	6
2.2 Erdbeben und geotechnische Kategorie	7
2.3 Frosteinwirkung	7
2.4 Schutzgebiete	7
3. Untergrunderkundung	7
4. Untergrundverhältnisse	8
4.1 Geologische Verhältnisse.....	8
4.2 Oberboden und Auffüllungen (Mu/A)	9
4.2.1 Oberflächenbefestigung	9
4.2.2 Oberboden (Mu).....	9
4.3 Decklehme (q).....	10
4.4 Verwitterungshorizont (q/km).....	10
4.5 Festgesteine des Mittleren Keuper (km)	11
5. Hydrogeologische Beurteilung.....	11
6. Versickerungsversuch	12
7. Geotechnische Laborversuche	12
7.1 Probenahme.....	12
7.2 Zustandsgrenzen n. DIN 18122.....	14
7.3 Korngrößenverteilung	14
8. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen.....	15
8.1 Durchgeführte Untersuchungen	15
8.2 Analysenergebnisse.....	18
8.2.1 Asphaltdecken	18
8.2.2 Straßenunterbau (Mineralstoffgemisch).....	18
8.2.3 Auffüllungen und natürlicher Untergrund	19
9. Geotechnische Kenngrößen	21
10. Homogenbereiche	21
11. Grundbautechnische Empfehlungen für den Kanalbau.....	23
11.1 Kanalgrabensicherung.....	23
11.2 Wasserhaltung	23
11.3 Rohrbettung.....	24

11.4	Kanalgrabenverfüllung.....	24
12.	Grundbautechnische Empfehlungen für den Ausbau der Straße	25
12.1	Tragfähigkeit des Planums	26
12.2	Beurteilung der Frostsicherheit	27
12.3	Hinweise für die Bauausführung.....	27
13.	Bewertung und Hinweise zu den orientierenden abfalltechnischen Untersuchungen.....	28
13.1	Bewertung	28
13.1.1	Asphaltdecken	28
13.1.2	Straßenunterbau (Mineralstoffgemisch)	28
13.1.3	Auffüllungen und natürlicher Untergrund.....	29
13.2	Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahme	31
14.	Weitere Hinweise und baubegleitende Beratung	32

1. Vorgang

Das Ingenieurbüro BIT, Heilbronn plant für die Große Kreisstadt Öhringen die Erschließung des Baugebietes Galgenfeld III in Öhringen.

Die GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG wurde mit Schreiben vom 15.06.2016 auf Grundlage des Angebotes vom 03.06.2016 mit der Baugrunduntersuchung sowie der Ausarbeitung des geotechnischen Berichts unter Angabe der Homogenbereiche beauftragt.

2. Bauvorhaben und örtliche Verhältnisse

2.1 Allgemeines

Das zu erschließende Baugelände Galgenfeld III schließt sich östlich des bestehenden Baugebietes Galgenfeld II an. Im Norden wird es vom „Heilbronner Weg“ und im Süden durch die „Heilbronner Straße“ begrenzt.

Für die Erschließung wird das Baugebiet an das Straßensystem des BG Galgenberg II angeschlossen. Weiterhin wird die Infrastruktur für die Ver- und Entsorgung vorgesehen. In der südöstlichen Ecke des Baugebietes soll die Versickerung von Oberflächenwasser erfolgen.

Über die geplante Belastungsklasse der Straße sowie deren Höheneinstellung liegen keine weiteren Angaben vor, so dass im Weiteren von einer Höhenlage entsprechend der derzeitigen GOK ausgegangen wird.

Für die geplanten Kanäle und den zu erwartenden Durchmessern und Tiefen liegen keine Angaben vor. Es wird davon ausgegangen, dass diese bis in Tiefen zwischen 3,0 - 4,0 m unter GOK verlegt werden.

2.2 Erdbeben und geotechnische Kategorie

Diese Baumaßnahme fällt nach EN 1997-1, DIN 1054 und DIN 4020 in die geotechnische Kategorie GK 2.

Das Baugelände liegt nach DIN EN 1998-1 in keiner Erdbebenzone.

2.3 Frosteinwirkung

Öhringen liegt gemäß RStO in der Frostzone II. Nach den Frostindizes des Jahres 1962/1963 ist eine Frosteindringtiefe von 85cm anzusetzen.

2.4 Schutzgebiete

Das Baugelände liegt in keinem Wasserschutzgebiet. Außerhalb des Baugebietes in östlicher Richtung befindet sich das Biotop Nr. 167221261334, „Hohlweg“. An der nordöstlichen Ecke grenzt die Altablagerung „Sonneburg“ an das Baugelände.

3. Untergrunderkundung

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im Baubereich 18 Rammkernsondierungen (RKS 1 - RKS 12) niedergebracht. Zur Feststellung der Lagerungsverhältnisse wurden 12 Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL 1 - DPL 12) abgeteuft.

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit wurde am Aufschluss RKS 12 ein Versuch zur Versickerung im Bohrloch ausgeführt.

Für die Durchführung der Aufschlüsse wurde beim Umweltschutzamt des Landratsamtes Hohenlohekreis eine wasserrechtliche Genehmigung beantragt, die mit Schreiben vom 16.06.2016 erteilt wurde. Die Auflagen im Bescheid für die Baugrunduntersuchung wurden eingehalten und berücksichtigt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind in den Lageplan der Anlage 2 im Maßstab 1:1.000 eingetragen.

Dort sind außerdem die Tiefenprofile der Aufschlüsse des asphaltierten Bereiches dargestellt. Die Aufschlüsse wurden mit GPS eingemessen (siehe Lageplan, Anlage 2).

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Form von höhenorientierten Tiefenprofilen in drei ingenieurgeologische Schnitte eingezeichnet (siehe Anlage 3).

Rechts neben den Tiefenprofilen sind die angetroffenen Boden- und Felsarten mit Kurzzeichen nach DIN 4023 beschrieben. Angegeben sind außerdem die Farben und die geologischen Kennzeichnungen.

Die am Untersuchungstag angetroffenen Grund- und Sickerwasserstände sind links neben den Tiefenprofilen eingezeichnet. Dort sind außerdem die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben angegeben.

Die Anzahl der Schläge, die erforderlich ist, um die schwere Rammsonde nach EN ISO 22476-2:2005 (DPL) 10 cm in den Boden einzurammen, ist in der Anlage 3 in den Rammdiagrammen aufgetragen.

Die verwendeten Signaturen der Tiefenprofile und die Kurzzeichen für Boden- und Felsarten sind in den Legenden der Anlage 3 erläutert.

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Geologische Verhältnisse

Nach dem Ergebnis der Baugrunderkundung sind im Untergrund die Festgesteine des Unteren Keuper vorhanden, die von einem Verwitterungshorizont und Decklehmen überlagert werden. Den Geländeabschluss bilden Oberboden und Auffüllungen. Vereinfacht lässt sich der Untergrund aus geotechnischer Sicht zu folgendem Modell zusammenfassen:

1. Oberboden und Auffüllungen (Mu/A)
2. Decklehme (q)
3. Verwitterungshorizont (q/ku)

Die genaue Schichtenfolge kann den Tiefenprofilen der Anlagen 2 und 3 entnommen werden.

4.2 Oberboden und Auffüllungen (Mu/A)

4.2.1 Oberflächenbefestigung

Am Aufschluss RKS 1 und RKS 4 wurde die Schwarzdecke mit einem Kernbohrgerät $d = 100$ mm durchkernt. Hierbei wurden folgende Mächtigkeiten der Schwarzdecken festgestellt.

Tabelle 1: Schichtstärke Schwarzdecken

Aufschluss	Gesamtdicke [cm]	Schichtstärke [cm]	Bemerkung
RKS 1	19,0	4,0 Deckschicht 15,0 Tragschicht	---
RKS 2	12,0	12,0 Tragschicht	---

An keinem der Bohrkerns wurden organoleptische Auffälligkeiten festgestellt.

An den Aufschlüssen RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 5 wurde als zweites Schichtglied der Auffüllungen eine mineralische Schüttung festgestellt. Diese besitzt Mächtigkeiten zwischen 0,30 m (RKS 1) und 0,50 m (RKS 5). Diese besteht aus Kies mit sandigen Beimengungen.

Die Schlagzahlen der leichten Rammsondierungen zwischen

$$40 \leq N_{10, DPL} \leq 80$$

und der Bohrfortschritt lassen auf eine dichte Lagerung der mineralischen Auffüllungen schließen.

4.2.2 Oberboden (Mu)

Im landwirtschaftlich genutzten Bereich bildet Oberboden (Pflughorizont) mit ca. 0,30 m bis 0,40 Mächtigkeit den Oberflächenabschluss.

4.3 Decklehme (q)

Unter dem Oberboden bzw. den Auffüllungen folgen quartäre Decklehme. Diese bestehen aus Schluff mit sandigen und tonigen Beimengungen (U, s, t/U, t, s).

Die Basis der Decklehme wurde nur am nördlichen Rand in den Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 2 aufgeschlossen. Hier wurde die Mächtigkeit der Decklehme mit ca. 3,0 m (RKS 1) bzw. 3,40 m (RKS 2) erkundet. An allen anderen Aufschlüssen wurde die Basis der Decklehme bei einer Aufschlusstiefe von 5,0 m nicht angetroffen.

Die Konsistenz anhand der vor Ort Ansprache variiert zwischen weich bis halbfest.

Die Schlagzahlen der leichten Rammsonde weisen im Mittel Werte

$$10 \leq N_{10, DPL} \leq 20$$

auf. Diese Schlagzahlen korrelieren mit der steifen bis halbfesten Konsistenz. An den Aufschlüssen DPL 9 und DPL 12 sind geringere Schlagzahlen zu beobachten. Hier wurde auch eine weiche Konsistenz der Decklehme festgestellt.

An den Aufschlüssen DPL 3, DPL 5 – DPL 12 steigen in der Tiefe die Schlagzahlen linear an. Dieser lineare Anstieg ist nicht auf eine Zunahme der Konsistenz sondern auf die Mantelreibung am Gestänge zurückzuführen.

4.4 Verwitterungshorizont (q/km)

Unter den Decklehmern folgt der Verwitterungshorizont, im Übergang zum Festgestein des Unteren Keuper. Hierbei handelt es sich um stark umgelagerte, entfestigte Tonsteine mit Lockergesteinscharakter. Diese sind als Ton mit schluffigen und sandigen Beimengungen anzusprechen.

Die Verwitterungslehme wurden an den Aufschlüssen RKS 1 und RKS 2 bis zur Endtiefe der Erkundung bei 5,0 m u. GOK angetroffen. Das unverwitterte Festgestein des mittleren Keupers wurde bei den Aufschlüssen nicht erkundet.

Aus dem benachbarten Baugebiet Galgenfeld II wurde das Festgestein des mittleren Keupers ca. 8,60 m u. GOK bei ca. 238,0 m NN angetroffen. Aufgrund der Höhenverhältnisse ist die NN-Höhe nicht übertragbar.

4.5 Festgesteine des Mittleren Keuper (km)

Das Festgestein des mittleren Keuper wurde nicht angetroffen.

5. Hydrogeologische Beurteilung

Ein schwebender Grundwasserspiegel wurde nur an RKS 2 und RKS 12 beobachtet. An RKS 2 wurde ein Wasserzutritt ca. 1,10 m u. GOK und an RKS 12 wurde bei ca. 1,60 m u. GOK beobachtet. An RKS 12 hat sich ein dauerhafter Wasserspiegel bei ca. 3,0 m u. GOK eingestellt.

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist aus hydrogeologischer Sicht nicht vorhanden. Aufgrund der Untergrundverhältnisse muss damit gerechnet werden, dass sich in den Decklehmen temporäre schwebende Grundwasserhorizonte ausbilden können. Bedingt durch die Topographie („Bergrücken“) ist ein Abfließen dieser temporären Grundwässer in Richtung Osten, Süden und Norden vorhanden.

Da sich diese schwebenden Grundwasserspiegel auf StauhORIZONTEN in den Decklehmen ausbilden und lokal begrenzt sind, können keine Angaben über Zuflussraten oder Bemessungswasserspiegel gegeben werden.

Die Untergrundverhältnisse (Decklehme) lassen den Schluss zu, dass nur mit geringen Sickerwasserraten zu rechnen ist.

Aufgrund des geringen Wasserandrangs konnte keine Probe zur Bestimmung des Betonangriffs nach DIN 4030 entnommen werden. Wir empfehlen daher aus den gutachterlichen Erfahrungen (BG Galgenfeld II) das Grundwasser als „nicht angreifend einzustufen.

6. Versickerungsversuch

Um Aussagen über die Versickerungsfähigkeit treffen zu können, wurde ein Versickerungsversuch nach DIN EN ISO 22282-5 durchgeführt.

Versuchsdurchführung und Messwerte

In RKS 12 wurde für die Beurteilung der Durchlässigkeit und der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ein Versickerungsversuch im Bohrloch durchgeführt. Hierzu wurde ein Bohrloch mit einem Durchmesser von durchgehend $d = 80$ mm hergestellt und mit Wasser gefüllt. Anschließend wurde der zeitliche Verlauf des absinkenden Wasserspiegels im Bohrloch gemessen.

Die Messergebnisse der Versuchsdurchführung sind in Anlage 9 dokumentiert. Die Decklehme sind bei einer hydraulischen Durchlässigkeit

$$k_f \leq 6 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$$

als schwach bis sehr schwach durchlässig gem. DIN 18130 anzugeben. In Anlehnung an das Arbeitsblatt DWA-H138 (Stand 2005) ist daher eine Versickerung aufgrund der zu erwartenden aneroben Verhältnisse nicht möglich.

7. Geotechnische Laborversuche

7.1 Probenahme

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte wurden aus den Aufschlüssen insgesamt 19 gestörte Proben entnommen, die in nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind. Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sind außerdem neben den Tiefenprofilen der Anlage 3 angegeben.

Nach Sichtung und Beurteilung wurden an ausgewählten Proben Versuche im bodenmechanischen Labor von GMP durchgeführt. Die Proben sind in der Tabelle 2 fett markiert. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 6 zusammengestellt. Die übrigen Proben wurden als Rückstellproben eingelagert.

Tabelle 2: Bodenproben

Aufschluss	Labor-Nr.	gP	uP	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	Bemerkung
RKS 1	16/1289	X		0,50-1,40	Schluff, tonig, sandig (q)	w_n, kk, w_{fa}
	16/1290	X		2,10-3,50	Schluff, tonig, sandig, kiesig (Hanglehm)	RP
RKS 2	16/1291	X		1,10-2,30	Schluff, sandig, tonig (Löß)	RP
	16/1292	X		1,10-2,30	Schluff, tonig, sandig (Löß-/Hanglehm)	w_n, kk
RKS 3	16/1293	X		0,70-2,10	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	RP
	16/1294	X		2,10-5,00	Schluff, tonig, sandig (Löß-/Hanglehm)	RP
RKS 4	16/1296	X		0,60-1,90	Schluff, tonig, sandig (q)	w_n, w_{fa}
	16/1297	X		1,90-2,70	Schluff, sandig, tonig (Lößlehm)	RP
	16/1298	X		2,70-5,00	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	RP
RKS 5	16/1299	X		0,70-3,40	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	w_n, kk
RKS 6	16/1300	X		2,00-4,00	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	RP
RKS 7	16/1301	X		0,40-3,70	Schluff, tonig, sandig (Löß-/Hanglehm)	w_n, kk
RKS 8	16/1302	X		0,40-3,50	Schluff, tonig, sandig (Löß-/Hanglehm)	RP
RKS 9	16/1303	X		0,40-1,90	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	w_n, kk
	16/1304	X		1,90-3,20	Schluff, sandig, tonig (Hanglehm)	w_n, w_{fa}
RKS 10	16/1305	X		3,50-4,60	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	w_n, w_{fa}
RKS 11	16/1306	X		0,80-2,60	Schluff, tonig, sandig (Löß-/Hanglehm)	w_n, kk
	16/1307	X		2,60-4,30	Schluff, tonig, sandig (Hanglehm)	RP
RKS 12	16/1308	X		1,60-4,00	Schluff, sandig, tonig (Hanglehm)	w_n, w_{fa}

w_n: natürlicher Wassergehalt
w_{fa}: Wassergehalt an der Fließ- und Ausrollgrenze
kk: Kornverteilungsanalysen
γ: Feuchtwichte
KD: Kompressionsversuch

gP: gestörte Bodenprobe (Güteklasse 3/4)
uP: ungestörte Bodenprobe (Güteklasse 1/2)
RP: Rückstellprobe
CAI: Abrasionsversuch
q_u: einaxiale Druckfestigkeit

7.2 Zustandsgrenzen n. DIN 18122

Bei den Versuchen wurden folgende Zustandsgrenzen ermittelt:

Tabelle 3: Zustandsgrenzen DIN 18122

Aufschluss	Probe Nr.	w _L [%]	w _P [%]	I _p [%]	I _c	Konsistenz	Boden- gruppe DIN 18196	Anlage
RKS 1	16/289	37,2	19,0	18,2	0,97	Steif	TM	7.1
RKS 4	16/1296	4,0	21,9	21,1	0,97	Steif	TM	7.2
RKS 9	16/1304	31,0	20,3	10,7	0,45	weich	TL	7.3
RKS 10	16/305	36,5	19,1	17,4	0,91	steif	TM	7.4
RKS 11	16/1308	29,5	18,9	10,6	0,28	Sehr weich	TL	7.5

7.3 Korngrößenverteilung

Bei den Versuchen wurden folgende Kornanteile festgestellt:

Tabelle 4: Kornverteilung n. DIN 18123

Aufschluss	Probe Nr.	Ton ¹⁾ [Gew.-%]	Schluff ¹⁾ [Gew.-%]	Sand ¹⁾ [Gew.-%]	Kies ¹⁾ [Gew.-%]	Bodengruppe DIN 18196	Anlage
RKS 1	16/1289	25,5	64,9	9,6	--	-- ²⁾	8
RKS 2	16/1292	25,9	66,5	7,6	--	-- ²⁾	
RKS 5	16/1299	23,8	69,0	7,2	--	-- ²⁾	
RKS 7	16/1301	22,6	71,0	6,4	--	-- ²⁾	
RKS 9	16/1303	19,9	74,3	5,8	--	-- ²⁾	
RKS 11	16/1306	29,1	64,5	6,3	--	-- ²⁾	

1) Korngrößen: Ton: < 0,002mm, Schluff: 0,002 – 0,063 mm, Sande: 0,063 – 2,0 mm, Kiese: 2,0 – 63,0 mm

2) Klassifizierung anhand der Kornverteilung bei dieser Probe nicht möglich

Die Körnungsbänder sind in Anlage 8 aufgetragen.

8. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen

8.1 Durchgeführte Untersuchungen

Im Zuge der Probenahme wurden aus den Kernbohrungen und Rammkernsondierungen (RKS) insgesamt zwei Asphaltdeckenkerne sowie 24 Boden-/Materialproben für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommen, im GMP-Labor gesichtet und beurteilt. Fremdbestandteile wurden an dem Aufschluss RKS 5 in Form von Kunststoff- und Mörtelresten angetroffen. Zum Zeitpunkt der Probenahme wurde an keinem Aufschluss eine geruchliche Auffälligkeit festgestellt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommenen Asphaltdeckenkerne zusammengestellt.

Tabelle 5: Entnommene Asphaltdeckenkerne für orientierende abfalltechnische Untersuchungen

Aufschluss	Labor-Nr.	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Sensorik	Verwendung, Analytik
RKS 1	16/1288	0,0 – 0,2	Kein Befund	PAK, Phenole
RKS 4	16/1295	0,0 – 0,12	Kein Befund	PAK, Phenole

PAK: Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe im Feststoff

Phenole: Phenolindex im Eluat

In der nachfolgenden Tabelle sind die für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommenen Boden-/Materialproben zusammengestellt.

Tabelle 6: Für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommene Boden-/Materialproben

Aufschluss	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Material	Verwendung, Analytik
RKS 1	0,2 – 0,5	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig (Mineralstoffgemisch)	MP 1 RKS 1,2,4,5 VwV Boden
	0,5 – 1,4	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	1,4 – 3,5	Natürlicher Untergrund: Schluff, tonig, feinsandig	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 2	0,05 – 0,4	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig (Mineralstoffgemisch)	MP 1 RKS 1,2,4,5 VwV Boden
	0,4 – 1,1	Natürlicher Untergrund: Löss	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	1,1 – 2,3	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig (Hanglehm/ Lösslehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 3	0,7 – 2,1	Natürlicher Untergrund: Schluff, tonig, feinsandig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	2,1 – 5,0	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lösslehm/Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 4	0,12- 0,6	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig (Mineralstoffgemisch); Fremdbestandteile: einzelne Ziegelreste	MP 1 RKS 1,2,4,5 VwV Boden
	0,6 – 1,9	Natürlicher Untergrund: Schluff, tonig, feinsandig	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	1,9 – 2,7	Natürlicher Untergrund: Lösslehm	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	2,7 – 5,0	Natürlicher Untergrund: Schluff, tonig, feinsandig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 5	0,0 – 0,5	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig, schwach steinig (Schotter/Mineralstoffgemisch)	MP 1 RKS 1,2,4,5 VwV Boden
	0,5 – 0,7	Auffüllung: Schluff, feinsandig, schwach tonig; Fremdbestandteile: jeweils <1% Kunststoff, Mörtel	VwV Boden
	0,7 – 3,4	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 6	2,0 – 4,0	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 7	0,4 – 3,7	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, schwach tonig (Hanglehm, teils Lösslehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 8	0,4 – 3,5	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig (Hanglehm, teils Lösslehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden

Aufschluss	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Material	Verwendung, Analytik
RKS 9	0,4 – 1,9	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, schwach tonig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	1,9 – 3,2	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, schwach tonig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 10	3,0 – 4,6	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, schwach tonig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 11	0,8 – 2,6	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig (Hanglehm, teils Lösslehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
	2,6 – 4,3	Natürlicher Untergrund: Schluff, tonig, feinsandig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden
RKS 12	1,6 – 4,0	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, schwach tonig (Hanglehm)	MP 2 RKS 1-12 VwV Boden

MP x: Einzelprobe wurde zur Herstellung der Mischprobe x verwendet

VwV Boden: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (Stand 14.März 2007)

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und für die Ausschreibung der Baumaßnahme wurden orientierende abfalltechnische Untersuchungen an Einzel- und Mischproben durchgeführt.

Die Mischproben wurden anhand der Erkenntnisse aus der Probensichtung aller Einzelproben aufgrund ähnlicher Materialbeschaffenheit zusammengestellt.

Die für die Herstellung der Mischproben verwendeten Einzelproben sind der vorstehenden Tabelle 6 zu entnehmen.

Die Asphaltdeckenkerne wurden auf den Parameter polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff und den Parameter Phenolindex im Eluat untersucht.

Die Einzel- und Mischproben aus den Auffüllungen sowie des natürlichen Untergrundes wurden nach dem Parameterumfang der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden) /3/ untersucht.

Die chemischen Analysen wurden von den nach DIN EN ISO/IEC 16025 akkreditierten Laboratorien AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg und ALcontrol Laboratoriums, Rotterdam durchgeführt.

Die Misch- bzw. Einzelproben werden für einen Zeitraum von drei Monaten nach Datum des Prüfberichtes zurückgestellt. Die Rückstellfrist kann gegebenenfalls nach vorheriger Anmeldung verlängert werden.

8.2 Analysergebnisse

8.2.1 Asphaltdecken

Die Prüfergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen der Asphaltdeckenkerne sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle wird die Entnahmetiefe, der Gehalt an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feststoff, der Benzo(a)pyren-Gehalt im Feststoff und der Phenolindex im Eluat sowie die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß RuVA-StB 01 /2/ angegeben.

Tabelle 7: Orientierende abfalltechnische Einstufung von Asphaltkernen

Probe (Entnahmetiefe)	PAK- Gehalt [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	Phenolindex im Eluat [mg/l]	Einstufung gem. RuVA- StB 01
RKS 1 (0,0 – 0,2 m)	1,89	0,21	<0,01	A
RKS 4 (0,0 – 0,12 m)	4,23	0,26	<0,01	A

A: Ausbauphosphat Verwertungsklasse A (PAK-Gehalt \leq 25 mg/kg)

B: Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK-Gehalt > 25 mg/kg, Phenolindex (EL) \leq 0,1 mg/l)

C: Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK-Gehalt > 25 mg/kg, Phenolindex (EL) > 0,1 mg/l)

8.2.2 Straßenunterbau (Mineralstoffgemisch)

Das Prüfergebnis der laboranalytischen Untersuchung des Mineralstoffgemisches ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle werden die Entnahmetiefe, die Materialbeschreibung, die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß Dirlmann-Erlass sowie die für die Einstufung maßgeblichen Parameter angegeben.

Tabelle 8: Orientierende abfalltechnische Einstufung des Straßenunterbaus

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung	
		gemäß Dihlmann Erlass	maßgebl. Parameter
MP 1 RKS 1,2,4,5 (0,0 – 0,6 m)	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig, sehr schwach steinig (Mineralstoffgemisch) Fremdbestandteile: <1% Ziegel	Z 1.1	--

Z...: Einstufung gemäß Dihlmann Erlass „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden- Württemberg vom 13.04.2004

Dihlmann-Erlass: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg ; Stand13.04.2004

Die orientierende abfalltechnische Einstufung des Mineralstoffgemisches gemäß Dihlmann-Erlass /4/ erfolgte anhand des untersuchten Parameterumfangs der VwV Boden (BaWü) /3/.

8.2.3 Auffüllungen und natürlicher Untergrund

Die Prüfergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen der Boden-/Materialproben aus den Auffüllungen sowie des natürlichen Untergrundes sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle wird die Entnahmetiefe, die Materialbeschreibung, die orientierende abfalltechnische Einstufung VwV Boden (BaWü) /3/ sowie die für die Einstufung maßgeblichen Parameter angegeben.

Tabelle 9: Orientierende abfalltechnische Einstufung von Aushubmaterialien

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung	
		gemäß VwV Boden Baden-Württemberg	maßgebl. Parameter
MP 1 RKS 1,2,4,5 (0,0 – 0,6 m)	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig, sehr schwach steinig (Mineralstoffgemisch) Fremdbestandteile: <1% Ziegel	Z0*IIIA (Bodenart: Sand)	Chrom 41 mg/kg Nickel 29 mg/kg
MP 2 RKS 1-12 (0,4 – 5,0 m)	Natürlicher Untergrund: Schluff, feinsandig, tonig	Ext. Verwertg. :Z 1.2 Verwertung vor Ort: Z0 (Bodenart: Lehm/Schluff)	Sulfat 86 mg/l
RKS 5 (0,5 – 0,7 m)	Auffüllung: Schluff, feinsandig, schwach tonig Fremdbestandteile: Jeweils <1% Kunststoff, Mörtel	Z0*IIIA-Z0* (Bodenart: Lehm/Schluff)	Quecksilber 0,11 mg/kg

Z...: Einstufung gemäß Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial („VwV Boden Baden-Württemberg“); Stand 14. März 2007

Überschreitung Sulfatgehalt VwV Boden

Bei der chemischen Untersuchung der Laborprobe wurde ein Sulfatgehalt über dem Z0-Wert gemäß VwV Boden (Ba-Wü) festgestellt. Gemäß der Abbildung 6-1 der VwV Boden (Ba-Wü) ist der Sulfatgehalt im Grundwasser des Untersuchungsgebietes ebenfalls erhöht. Entsprechend VwV Boden (Ba-Wü) Kapitel 6.3 ist eine uneingeschränkte Verwertung vor Ort bzw. Entsorgung der Materialien gemäß VwV Boden (Ba-Wü) unter Berücksichtigung der Sonderregelung in § 9 Abs. 2 und Abs. 3 BBodSchV möglich, soweit die dortigen Voraussetzungen (keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktion infolge erheblicher Freisetzung von Schadstoffen oder zusätzlicher Schadstoffeinträge) erfüllt sind und das Bodenmaterial aus eben solchen Gebieten stammt. Vereinfachend kann angenommen werden, dass ein uneingeschränkter Einbau des Bodenmaterials zulässig ist, wenn dessen Eluatkonzentration und die Eluatkonzentration der regional vorkommenden Böden/Gesteine in gleicher Größenordnung liegen.

Aus gutachterlicher Sicht liegen diese Voraussetzungen für die Wiederverwertung vor Ort vor, so dass das Material als Z0-Material vor Ort verwertet werden kann. Für eine externe Verwertung ist zu prüfen welche Untergrundverhältnisse am Verwertungsort vorhanden sind.

Dieses Vorgehen ist zwingend im Vorfeld mit der zuständigen Fachbehörde bzw. bei externer Verwertung mit der geplanten Entsorgungsstelle abzustimmen.

9. Geotechnische Kenngrößen

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse und Laborversuche sowie den Erfahrungen des Gutachters können für erdstatische Berechnungen die nachfolgenden charakteristischen Bodenkennwerte angesetzt werden.

Tabelle 10: Charakteristische Bodenkennwerte

Baugrund	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul ¹⁾ (min - max) E_s [MN/m ²]
Decklehme	20	10	27,5	8,0 - 10,0	10,0 - 12,0
Verwitterungshorizont	20	10	27,5	10,0 - 15,0	15,0 - 17,5

¹⁾ in Abhängigkeit vom Spannungsbereich (150 – 300 kN/m²)

10. Homogenbereiche

In der neuen VOB/C vom September 2015 sind die bisher verwendeten Bodenklassen wie z.B. DIN 18300) durch Homogenbereiche ersetzt worden. Homogenbereiche sind in DIN 18300 definiert als:

“[...] ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.“

Damit sind im Gegensatz zu den bisherigen Klassifizierungen die Homogenbereiche abhängig von den eingesetzten Bauverfahren und Geräten. Im geotechnischen Bericht können die Homogenbereiche nicht vor der weiteren Planung festgelegt werden. Die Festlegung von Homogenbereichen ist daher im Angebot nur für das Lösen von Boden mit mittelgroßen Baggern nach DIN 18300:2015 enthalten. Die Festlegung weiterer Homogenbereiche setzt zumindest eine Entwurfsplanung mit der Vorgabe vom Bauverfahren voraus und ist nicht Bestandteil des Angebotes.

Bei der Einteilung in Homogenbereiche werden folgende Schichteinteilungen verwendet:

Tabelle 11: Schichten

Bereich	Schichten	Einstufung
①	Auffüllungen	Boden
②	Deckschichten	Boden
③	Verwitterungshorizont	Boden

Für die Schichten können folgende Kennwerte angenommen werden:

Tabelle 12: Kennwerte Boden

Schicht Eigenschaft / Kennwert	①		②		③	
	von	bis	von	bis	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen		Deckschichten		Verwitterungshorizont	
Bodengruppe	GU*/GT*/UL/UM/UT		UL/UM/UT/TM/TL/TA		UL/UM/UT/TM/TL/TA	
Korngrößenverteilung	nb		Anlage 8		Anlage 8	
Massenanteil Steine, D > 63 mm [Gew. %]	nb		nb		nb	
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm [Gew. %]	nb		nb		nb	
Masseanteil große Blö- cke, D > 630 mm [Gew. %]	nb		nb		nb	
Dichte [g/cm³]	18	21	17,5	21	18	21
Undrainierte Scherfestig- keit [kN/m²]	50	350	15	350	30	350
Wassergehalt [%]	5	25	5	30	5	30
Konsistenzzahl [-]	nb		0,25	1,25	0,5	1,25
Plastizitätszahl [-]	nb		0,05	0,30	0,05	0,30
Durchlässigkeit [m/s]	nb		<i>schwach bis sehr schwach durchlässig</i>		<i>schwach bis sehr schwach durchlässig</i>	
Lagerungsdichte	nb		nb		nb	
Organischer Anteil [Gew. %]	0	5	0	5	0	5

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

Die Schichten lassen sich nach DIN 181300 (Erdarbeiten) zu folgenden Homogenbereichen zusammenfassen:

Tabelle 13: Homogenbereich Erdarbeiten nach DIN 18300

Homogenbereich	Schichten
HE 1	①
HE 2	② + ③

Da es sich bei Schicht ① um Auffüllungen handelt, sind diese gesondert zu behandeln (siehe hierzu Kapitel 14).

11. Grundbautechnische Empfehlungen für den Kanalbau

Die Sohltiefe der Kanäle ist bislang noch nicht bekannt. Aufgrund der vorgesehenen eingeschossigen Unterkellerung ist davon auszugehen, dass die Sohlage zwischen 3,0 und 4,0 m unter GOK zu liegen kommt.

11.1 Kanalgrabensicherung

Aufgrund der räumlichen Verhältnisse könnte eine freie Böschung der Kanalgräben erfolgen. Praktischerweise wird aber die Durchführung mit einem Verbau empfohlen. Der Verbau kann im Absenkverfahren, z.B. Kammerdielenverbau, Gleitschienenverbau, Großtafelverbau oder gleichwertigem Verfahren erfolgen. Für den Verbau ist ein erdstatischer Nachweis vorzulegen. Auf die DIN 4124 wird ausdrücklich hingewiesen.

11.2 Wasserhaltung

Es ist damit zu rechnen, dass im gesamten Baugebiet mit lokalen Grundwasserzutritten beim Kanalbau zu rechnen ist. Aufgrund der bindigen Schichten ist generell mit einem geringen Wasserandrang zu rechnen. Die Wasserführung kann in aufgelockerten Bereichen, z.B. in Hanglehmen ansteigen.

Eine offene Wasserhaltung mit Drainagegräben, Drainagerohren, Drainagekies und Pumpensümpfen ist ausführbar.

11.3 Rohrbettung

Bei der genannten Annahme einer Tiefenlage der Kanäle von 3,0 bis 4,0 m unter GOK zuzüglich der Bettungsschicht, liegt die Grabensohle in den vorwiegend steifen quartären Lehmen. Im nördlichen Bereich (RKS 1, RKS 2) sind Verwitterungsschichten bzw. Tonsteine des Unteren Keuper zu erwarten.

Die vorhandene Tragfähigkeit der quartären Lehme reicht zur fachgerechten Bettung der Kanalrohre nicht aus, so dass eine Ertüchtigung der Grabensohle erforderlich wird. In den steifen Lehmen sollte ein Bodenaustausch mit einer Stärke von ca. 20 - 30 cm, in weichen Lehmen mit einer Stärke von 40 - 50 cm ausgeführt werden. Als Material empfehlen wir Kiessand oder Mineralbeton der Körnung 0/32 mm bzw. 0/56 mm, z.B. nach TL SoB-StB 04, Bild B7.

Vor Einbringen des Austausches muss auf das bindige Planum zur filterstabilen Trennung ein Geotextil ($m \geq 250 - 300 \text{ g/m}^2$, GRK 4) verlegt werden. Auf das Geotextil kann dann das Material in Lagen von 30 cm aufgebracht und verdichtet werden.

Die genaue Mächtigkeit des Austausches ist abhängig von verschiedenen Faktoren im Wesentlichen auch von den Witterungsverhältnissen vor und während der Bauausführung, so dass endgültige Angaben erst zum Zeitpunkt der Bauausführung möglich sind. Der Baugrundgutachter sollte daher bei den Bauarbeiten zur Beurteilung der Tragfähigkeit des Untergrundes mit hinzugezogen werden.

11.4 Kanalgrabenverfüllung

Der Rohrgraben sollte gemäß den Hinweisen für das Zufüllen von Leitungsgräben im Straßenkörper nach ZTV A-StB bis ca. 30 cm über Rohrscheitel mit Sand überdeckt werden. Für die Verfüllung des restlichen Kanalgrabens empfehlen wir ein weitgestuftes Material mit nur geringen Feinanteilen (z.B. Bodengruppe GW gemäß DIN 18196). Das Material ist lagenweise einzubringen und zu verdichten. Die Dicke der einzelnen Lagen ist gemäß ZTV A-StB in Abhängigkeit von der Bodenart und dem Verdichtungsgerät zu wählen. Für die Verdichtung sollten folgende Verdichtungskriterien eingehalten und nachgewiesen werden.

Tabelle 14: Verdichtungskriterien

Schicht	Verdichtungskriterium	
	bis 1,0 m unter OK Planum	> 1,0 m unter OK Planum
Proctordichte	≥ 100 %	≥ 98 %
Luftporengehalt	< 6 - 12 % ¹⁾	< 6 - 12 % ¹⁾
Tragfähigkeit E _{v2}	≥ 45 MN/m ²	---

1) Gem. ZTVE sind die Anforderungen an den Luftporenanteil abhängig von der Art des Verfüllbodens. Bei wasserempfindlichen gemischt- und feinkörnigen Böden ist der Luftporenanteil auf 8%, bei Einbau von veränderlich festen Gesteinen auf 6% zu begrenzen.

Die beim Aushub anfallenden braunen quartären Lehme sind dabei für die Wiederverfüllung ohne Zusatzmaßnahmen nicht geeignet. Bei Verwendung dieses Materials ist eine ausreichende Verdichtung aufgrund des hohen Wassergehaltes nicht möglich, so dass Setzungen in einer Größenordnung von mehreren Zentimetern auftreten, die auch erst nach einigen Monaten bzw. Jahren vollständig abgeklungen sind. Soll es dennoch wiederverwendet werden, so ist es mit hydraulischem Bindemittel zu vermischen. Zur Vorabkalkulation kann von einer Zugabemenge von 4 Gew.-% ausgegangen werden.

Die im nördlichen Bereich anstehenden Verwitterungslehme sollten für eine Verfüllung nicht verwendet werden.

Um eine dauerhafte Drainagewirkung innerhalb des Kanalgrabens zu verhindern, sollte in Abständen von ca. 20 – 25 m über die komplette Höhe und Breite des Kanalgrabens ein Sperrriegel aus lehmig-tonigem Material oder Beton eingebracht werden.

12. Grundbautechnische Empfehlungen für den Ausbau der Straße

Genauere Angaben über die geplante Höheneinstellung der Straße liegen nicht vor. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Oberkante der geplanten Straße in etwa auf derzeitiger GOK liegt.

12.1 Tragfähigkeit des Planums

In den Bereichen, in denen die Oberkante der Straße auf bzw. unter derzeitiger GOK liegt, sind bei einer angenommenen Mächtigkeit des Straßenoberbaus von ca. 60 cm auf Höhe des Planums durchweg Decklehme vorhanden.

Gemäß ZTVE-StB bzw. RStO muss auf Höhe des Straßenplanums eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gewährleistet werden. Bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen ist ein E_{v2} -Wert von 10 - 15 MN/m^2 zu erwarten. Daher ist eine Ertüchtigung des Planums erforderlich. Bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen und Randbedingungen wird empfohlen, die Ertüchtigung durch eine Stabilisierung mit hydraulischem Bindemittel auszuführen.

Die genaue Mächtigkeit des Austausches ist abhängig von verschiedenen Faktoren. Im Wesentlichen auch von den Witterungsverhältnissen vor und während der Bauausführung, so dass endgültige Angaben erst nach Anlegen von Probefeldern und Ausführung von Plattendruckversuchen gemacht werden können.

Bei den zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung festgestellten Verhältnissen kann davon ausgegangen werden, dass auf den Lehmen eine Stabilisierung von ca. 30 - 40 cm erforderlich wird.

Wird ein Bodenaustausch durchgeführt, muss vor dem Einbringen der Stabilisierung auf das vorhandene Planum ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4V (Flächengewicht ca. 250 - 300 g/m^2) verlegt werden. Das Geotextil verhindert ein Eindringen von Feinteilen aus dem Untergrund in die Stabilisierungsschicht, die damit geringer tragfähig werden würde. Auf das Geotextil kann dann das Fremdmaterial in Lagen aufgebracht und verdichtet werden.

Als Material empfehlen wir, die Körnung 0/56 mm und die Kornverteilung, z.B. nach TL SoB-StB 04, Bild B7.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann die Stabilisierung auch durch Einfräsen von Bindemittel erfolgen. Die Mächtigkeit der Stabilisierung ist in etwa in der gleichen Größenordnung anzusetzen wie bei einem Bodenaustausch. Die genaue Bindemittelart und -menge ist abhängig vom Wassergehalt während der Bauzeit und kann daher je nach Jahreszeit und Witterungsverhältnissen variieren. Bei den bei der Baugrunduntersuchung festgestellten Wassergehalten muss davon ausgegangen werden, dass ca. 3 - 5 Gew.-% an Bindemitteln zugegeben werden müssen (entspricht ca. 50 - 90 kg/m^3). Im Bereich von halbfesten Lehmen kann (z.B. bei trocke-

nen Verhältnissen) ein dosiertes Befeuchten des Planums erforderlich werden, damit genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, damit das Bindemittel abbinden kann.

Eine genaue Festlegung ist erst im Zuge der Ausführung möglich.

12.2 Beurteilung der Frostsicherheit

Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sind auf Höhe des Straßenplanums quartäre bindige Böden vorhanden, die überwiegend einen hohen Feinkornanteil aufweisen. Diese Schichten sind nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sowie den durchgeführten Laborversuchen überwiegend sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3).

In den Bereichen, in denen eine Stabilisierung des Planums erforderlich wird, ist die Mächtigkeit der Frostschuttschicht abhängig von der Frostempfindlichkeit der stabilisierten Schicht. Bei einem Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm kann bei Verwendung von geeignetem frostsicherem Material die Frostschuttschicht nach der Klasse F2 ausgelegt werden. Eine Stabilisierung mit Bindemittel hat nur einen geringen Einfluss auf die Frostempfindlichkeit, so dass in diesem Fall die Frostschuttschicht nach der Klasse F3 ausgelegt werden muss.

12.3 Hinweise für die Bauausführung

Sollte die Baumaßnahme nach länger anhaltenden Nässeperioden ausgeführt werden, können die bei der Baugrunduntersuchung im Erdplanum der Straße angebotenen bindigen Lösslehme eine geringere Konsistenz besitzen. In diesem Fall müssten zur Erreichung einer ausreichenden Tragfähigkeit des Planums zusätzliche Maßnahmen durchgeführt werden, deren Art und Umfang vor Ort festzulegen sind.

Bei einem Befahren der Lehme mit Rad- oder Kettenladern kann das Planum so in der Struktur gestört werden, dass es "aufweicht" und geringer tragfähig wird. Es wird daher empfohlen, die notwendigen Erdarbeiten mit einem Bagger vor Kopf auszuführen und die Stabilisierungsschicht entsprechend auch vor Kopf einzubringen.

13. Bewertung und Hinweise zu den orientierenden abfalltechnischen Untersuchungen

13.1 Bewertung

13.1.1 Asphaltdecken

RuVA-StB 01

Die durch die Einzelproben RKS 1 (0,0 - 0,2 m) und RKS 4 (0,0 - 0,12 m) charakterisierte Asphaltdecke ist orientierend als **Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A gemäß RuVA-StB 01 /2/** einzustufen. Es handelt sich damit in diesen Bereichen um bitumenhaltigen Ausbauasphalt ohne teerhaltige Inhaltsstoffe. Das Material kann somit nach Ausbau prinzipiell ohne Auflagen wieder verwertet werden. In Übereinstimmung mit den Merkblättern der FGSV und nach den Technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) ist Ausbauasphalt möglichst hochwertig im Heißmischgut einzusetzen.

Die endgültige Festlegung zur Wiederverwertung und Entsorgung des Schwarzdeckenmaterials kann erst nach einer repräsentativen Beprobung der jeweiligen Mieten erfolgen.

13.1.2 Straßenunterbau (Mineralstoffgemisch)

Dihlmann-Erlass

Das durch die Mischprobe MP 1 RKS 1, 2, 4, 5 (0,0 - 0,6 m) charakterisierte Mineralstoffgemisch ist orientierend als **Z1.1-Material gemäß Dihlmann-Erlass /4/** einzustufen. Materialien der Zuordnungsklasse Z1.1 gemäß „Dihlmann-Erlass“ sind für den eingeschränkten offenen Einbau in technischen Bauwerken unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungsbeschränkungen geeignet. Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand muss mindestens 1 m betragen. Generell sind die Folgerungen für die Verwertung sowie die hinsichtlich der Verwertung ausgenommene Gebiete und besondere gebietsbezogene Einschränkungen (z.B. durch Wasserschutzgebietsverordnungen) zu beachten.

Die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß /4/ erfolgte anhand des untersuchten Parameterumfangs gemäß VwV Boden /3/.

13.1.3 Auffüllungen und natürlicher Untergrund

VwV-Boden (BaWü)

Der durch die Mischprobe MP 2 RKS 1 - 12 (0,4 - 5,0 m) charakterisierte natürliche Untergrund ist aufgrund des Sulfatgehaltes orientierend als **Z1.2-Material gem. VwV Boden (Stand 2007) /3/** einzustufen.

Gemäß der Abbildung 6-1 der VwV Boden (BaWü) /3/ ist der Sulfatgehalt im Grundwasser des Untersuchungsbereiches ebenfalls erhöht. Entsprechend VwV Boden (BaWü) /3/ Kapitel 6.3 ist eine uneingeschränkte Verwertung vor Ort bzw. Entsorgung der Materialien gemäß VwV Boden (BaWü) /3/ unter Berücksichtigung der Sonderregelung in § 9, Abs. 2 und Abs. 3 BBodSchV möglich soweit die dortigen Voraussetzungen (keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktion infolge erheblicher Freisetzung von Schadstoffen oder zusätzlicher Schadstoffeinträge erfüllt sind und das Bodenmaterial aus ebensolchen Gebieten stammt. Vereinfachend kann angenommen werden, dass ein uneingeschränkter Einbau des Bodenmaterials zulässig ist, wenn dessen Eluatkonzentration und die Eluatkonzentration der regional vorkommenden Böden/Gesteine in gleicher Größenordnung liegen.

Aus gutachterlicher Sicht liegen diese Voraussetzungen für die Wiederverwertung vor Ort vor, so dass das Material als Z0-Material vor Ort verwertet werden kann. Für eine externe Verwertung ist zu prüfen welche Untergrundverhältnisse am Verwertungsort vorhanden sind.

Dieses Vorgehen ist zwingend im Vorfeld mit der zuständigen Fachbehörde bzw. der geplanten Entsorgungsstelle abzustimmen.

Materialien der Zuordnungsklasse Z1.2 nach VwV Boden sind bei bautechnischer Eignung für den eingeschränkten offenen Einbau in technischen Bauwerken in hydrogeologisch günstigen Gebieten sowie unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungsbeschränkungen geeignet. Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben. Bei künstlichen Deckschichten ist sicherzustellen, dass diese keine Barriere gegen die Durchsickerung (keine Verdichtung) darstellen und somit ein gleichmäßiges Durchsickern ermöglichen und die geforderte Schadstoffrückhaltung gewährleisten. Der Nachweis einer

hydrogeologisch günstigen Deckschicht sowie die Einhaltung des Mindestabstandes zum höchsten Grundwasserabstand ist durch ein Gutachten oder durch Vorlage von amtlich dokumentierten hydrogeologischen Daten zu belegen. Eine Wiederverwertung des natürlichen Untergrundes vor Ort ist bei bautechnischer Eignung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde (Landratsamt, Umweltamt) abzustimmen. Besondere gebietsbezogene Einschränkungen (z.B. durch Wasserschutzgebietsverordnungen) sowie Einschränkungen für sensible Bereiche (Kinderspielplätze, Sportplätze, Schulhöfe) sind zu beachten.

Die durch die Einzelprobe RKS 5 (0,5 - 0,7 m) charakterisierten Auffüllungen sind orientierend als **Z0*III A - Z0* gemäß VwV (Stand 2007) /3/** einzustufen. Materialien der Zuordnungsklasse Z0* nach VwV Boden dürfen unter bestimmten Bedingungen (Abdeckung mit Bodenmaterial das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält) eingebaut werden. Diese Abdeckung muss einschließlich der durchwurzelbaren Bodenschicht eine Mindestmächtigkeit von 2 m aufweisen. Weitere nutzungs- bzw. standortspezifische Anforderungen (z.B. bei landwirtschaftlicher Folgenutzung) sind zu beachten. Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand muss mindestens 1 m betragen. Generell sind die hinsichtlich der Verwertung in der VwV Boden ausgenommenen (Schutz-) Gebiete zu beachten. Die Verwertung in (Schutz-) Gebieten ist zulässig, wenn das eingebaute Bodenmaterial die Z0*III A-Zuordnungswerte einhält, keiner Staunässe ausgesetzt wird und über hinreichend Säureneutralisationskapazität verfügt. Letzteres ist bei Bodenmaterial mit mehr als 20 % Kalkgehalt in der Regel gegeben. Besondere gebietsbezogene Einschränkungen (z.B. durch Wasserschutzgebietsverordnungen) sowie Einschränkungen für sensible Bereiche (Kinderspielplätze, Sportplätze, Schulhöfe) sind zu beachten.

Die durch die Mischprobe MP 1 RKS 1, 2, 4, 5 (0,0 - 0,6 m) charakterisierten Auffüllungen sind orientierend als **Z0* III A gemäß VwV Boden (Stand 2007) /3/** einzustufen. Materialien der Zuordnungsklasse Z0* nach VwV Boden dürfen unter bestimmten Bedingungen (Abdeckung mit Bodenmaterial das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält) eingebaut werden. Diese Abdeckung muss einschließlich der durchwurzelbaren Bodenschicht eine Mindestmächtigkeit von 2 m aufweisen. Weitere nutzungs- bzw. standortspezifische Anforderungen (z.B. bei landwirtschaftlicher Folgenutzung) sind zu beachten. Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand muss mindestens 1 m betragen. Generell sind die hinsichtlich der Verwertung in der VwV Boden ausgenommenen (Schutz-) Gebiete zu beachten. Die Verwertung in (Schutz-) Gebieten ist zulässig, wenn das eingebaute Bodenmaterial die Z0*III A-Zuordnungswerte einhält, keiner Staunässe ausgesetzt wird und über hinreichend Säureneutralisationskapazität ver-

fügt. Letzteres ist bei Bodenmaterial mit mehr als 20 % Kalkgehalt in der Regel gegeben. Besondere gebietsbezogene Einschränkungen (z.B. durch Wasserschutzgebietsverordnungen) sowie Einschränkungen für sensible Bereiche (Kinderspielplätze, Sportplätze, Schulhöfe) sind zu beachten.

13.2 Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahme

Hinsichtlich der Planung, Ausschreibung und Durchführung der Aushubmaßnahme empfehlen wir folgende Vorgehensweise:

- Hinweis auf den orientierenden Charakter der durchgeführten abfalltechnischen Untersuchungen und die Beschränkung auf die untersuchten Materialien
- Berücksichtigen von Entsorgungspositionen für Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A gemäß RuVA-StB 01, für Recyclingmaterialien (Z1.1) gemäß Dihlmann-Erlass sowie für die Zuordnungsklassen für Boden (Z0*IIIA bis Z0*) gemäß VwV Boden (BaWü) bei der Ausschreibung.
- Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse der orientierenden abfalltechnischen Einstufung bei der Gewichtung der Aushubmassen je Entsorgungsposition
- Abstimmung einer möglichen Verwertung vor Ort bzw. Entsorgung des natürlichen Untergrundes als Z0-Material gemäß VwV Boden (charakterisiert durch die Mischprobe MP 2 RKS 1 - 12 (0,4 - 5,0 m) mit erhöhten Sulfatgehalten im Eluat mit den zuständigen Behörden vor Vergabe der Leistungen
- Angabe der geplanten Entsorgungswege für sämtliche Zuordnungs- bzw. Deponieklassen durch die Bieter bereits bei der Angebotsabgabe
- Entsorgung/Verwertung der Aushubmaterialien durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb gemäß § 52 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)
- Bereitstellung (Aufmieten) der Aushubmaterialien nach den Befunden der orientierenden abfalltechnischen Untersuchungen bzw. nach sensorischen Befunden während der Aushubmaßnahme auf einer geeigneten, ausreichend dimensionierten Bereitstellungslagerfläche oder auf einer zugelassenen Zwischenlagerfläche.
- Verbindliche abfalltechnische Deklaration der Aushubmieten (Mietenvolumen maximal 500 m³) von einer durch den Auftraggeber zu beauftragenden Untersuchungsstelle.

Eine endgültige abfalltechnische Deklaration der Aushubmaterialien kann erst nach einer fachgerechten Beprobung und einer entsprechenden laboranalytischen Unter-

suchung erfolgen. Aufgrund der nur stichprobenhaft aufgeschlossenen Materialien kann die orientierende abfalltechnische Einstufung von der endgültigen abfalltechnischen Deklaration abweichen. In Auffüllungsmaterialien ist mit bodenfremden Bestandteilen (Fremdbestandteilen) zu rechnen, auch wenn diese nicht erkundet wurden. Allein das Vorhandensein bestimmter Fremdbestandteile (z.B. Asphaltdeckenreste) kann zu einer schlechteren abfalltechnischen Einstufung führen. Dies ist im Zweifelsfall mit der konkreten Entsorgungsstelle im Vorfeld der Aushubmaßnahme abzuklären.

14. Weitere Hinweise und baubegleitende Beratung

Sollte die Baumaßnahme nach länger anhaltenden Nässeperioden ausgeführt werden, können die bei der Baugrunduntersuchung im Erdplanum der Straße angebotenen sandigen Schluffe eine geringere Konsistenz besitzen. In diesem Fall müssten zur Erreichung einer ausreichenden Tragfähigkeit des Planums zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt werden, deren Art und Umfang vor Ort festzulegen sind.

Bei einem Befahren der bindigen Böden mit Rad- oder Kettenladern kann das Planum so in der Struktur gestört werden, dass es "aufweicht" und gering tragfähig wird. Auf dem Planum ist daher zunächst eine Schutzschicht von 30 - 40 cm zu erhalten. Diese Schutzschicht sollte dann unmittelbar vor dem Einbringen der Stabilisierung mit einem Bagger vor Kopf ausgehoben werden.

Ein Befahren des Planums sollte besonders in oder nach Nässeperioden vermieden werden, da sonst die Gefahr von tiefgründigen Aufweichungen besteht und umfangreiche zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen notwendig werden können. Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen sollten daher die Arbeiten soweit möglich eingestellt werden.

Trotz der relativ geringen Abstände der Aufschlüsse können zwischen den einzelnen Untersuchungsstellen andere Untergrundverhältnisse vorhanden sein als im Gutachten beschrieben. Endgültige Angaben über erforderliche Stabilisierungsmaßnahmen können daher erst nach Herstellung des Planums und Ausführung von Plattendruckversuchen gemacht werden.

Der Gutachter ist zur Überprüfung der Tragfähigkeit des Planums und der Frostschutzschicht und zur genauen Angabe von notwendigen Stabilisierungsmaßnahmen

mit heranzuziehen. Die Überprüfung muss durch Plattendruckversuche erfolgen, die an repräsentativ ausgewählten Stellen auszuführen sind. Zusätzlich ist das Planum mit beladenen Lkw abzufahren, um gegebenenfalls vorhandene Schwachstellen bzw. Bereiche unterschiedlicher Tragfähigkeit eingrenzen zu können.

Die abfalltechnischen Empfehlungen in Kapitel 13 bezüglich der zwingend erforderlichen abfalltechnischen Deklaration der Aushubmaterialien (Mietenbeprobung) sind zu beachten. Bei Nichtbeachtung der abfalltechnischen Empfehlungen kann es zu Bauverzögerungen und Kostenmehrungen kommen.

Bei der Planung der Baustellenlogistik ist zu berücksichtigen, dass für die chemische Analytik ein Zeitaufwand von sechs bis sieben Werktagen benötigt wird. Bis zum Vorliegen der Analyseergebnisse darf das Haufwerk nicht mehr durch weitere Anschüttungen oder Abgrabungen verändert werden.

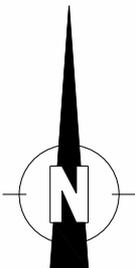
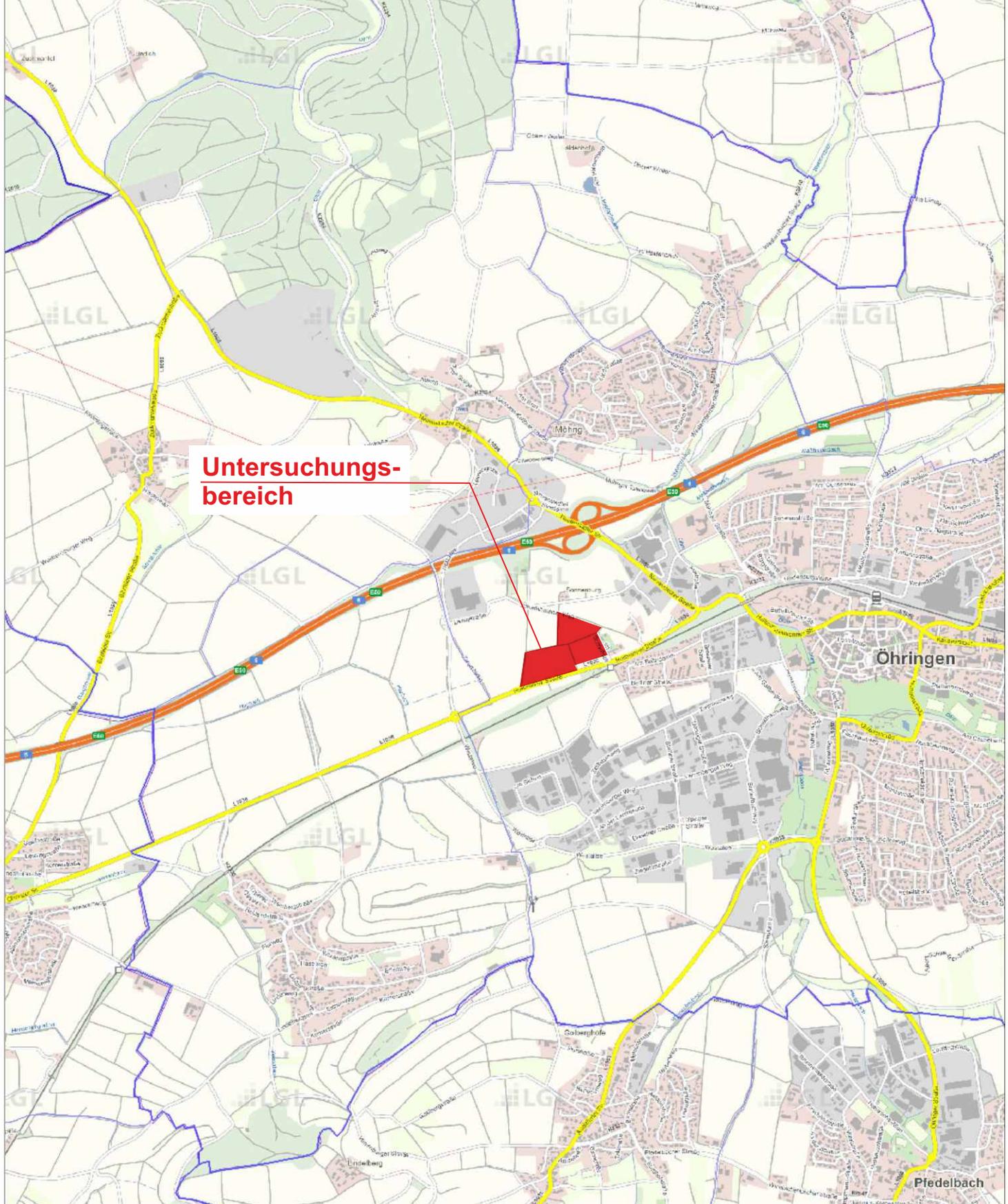


Dr. Ing. H.-J. Franke
(Geschäftsführer)



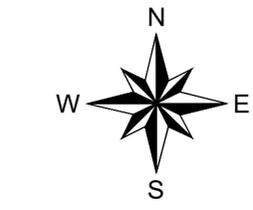
Dipl.-Geol. W. Schreiber
(Projektleiter Umwelttechnik)

Verteiler: Stadt Öhringen (2x Schriftform, 1x digital)



GMP Geotechnik GmbH & Co. KG Beratende Ingenieure und Geologen				GMP	
Baugrund Altlasten Umwelttechnik Hydrogeologie Akkreditiertes Prüflabor DIN EN 17025					
GMP - Geotechnique a Matter of Profession					
Projekt Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen					
Planinhalt Übersichtslageplan M=1:25000					
Datum	Gezeichnet	Geprüft	Projekt-Nr.	Anlage	
28.06.2016	Sd	Franke	216174	1	
GMP Hedanstraße 17 97084 Würzburg Telefon 0931 6144-0 Fax 0931 6144-200					

Bebauungsplan
"Galgenfeld I"
rechtskräftig seit
dem 12.06.1999



RKS1
DPL1

RKS2
DPL2

RKS3
DPL3

RKS4
DPL4

RKS7
DPL7

RKS6
DPL6

RKS8
DPL8

RKS12
DPL12

RKS5
DPL5

RKS11
DPL11

RKS10
DPL10

RKS9
DPL9

Geltungsbereich
rd. 8,15 ha

Galgenberg

5451500

Bebauungsplan
"Galgenfeld II"
rechtskräftig seit
dem 10.11.2011

15m Abstandslinie zur klassifizierten Straße

Altablagerung
"Sonnenburg"
Nr. 00125

Galgenberg

Jüdischer Friedhof

Bahnstrecke
Heilbronn - Schwäbisch Hall

PaR-Anlage S-Bahn
Haltestelle DHR West

GMP Geotechnik GmbH & Co. KG | Beratende Ingenieure und Geologen

Baugrund | Altlasten | Umwelttechnik | Hydrogeologie | Akkreditiertes Prüflabor DIN EN 17025

Projekt: Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen

Planinhalt: Lageplan der Aufschlüsse M 1:1000

Datum	Gezeichnet	Geprüft	Projekt-Nr.	Anlage
28.06.2016	Sd	Franke	216174	2

GMP | Heddenstraße 17 | 97084 Würzburg | Telefon 0931 6144-0 | Fax 0931 6144-200



Bild 1: Bohrkern RKS1



Bild 2: Bohrkern RKS4

Projekt: Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	Projekt Nr: 216174
Position: Bildokumentation Schwarzdeckenkerne	Anlage: 4

Bild 1:
Ansatzpunkt RKS1



Bild 2:
Ansatzpunkt RKS2

Bild 3:
Ansatzpunkt RKS3



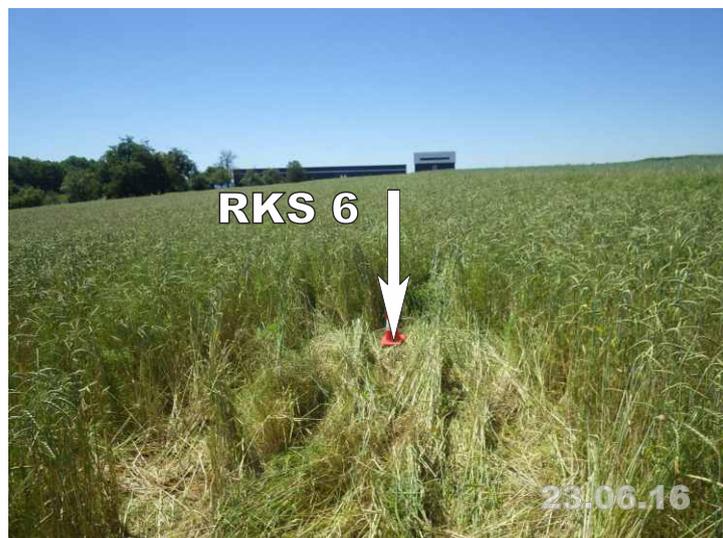
Projekt:	Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	Projekt Nr:	216174
Position:	Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse	Anlage:	5.1

Bild 4:
Ansatzpunkt RKS4



Bild 5:
Ansatzpunkt RKS5

Bild 6:
Ansatzpunkt RKS6



Projekt:	Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	Projekt Nr:	216174
Position:	Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse	Anlage:	5.2

Bild 7:
Ansatzpunkt RKS7

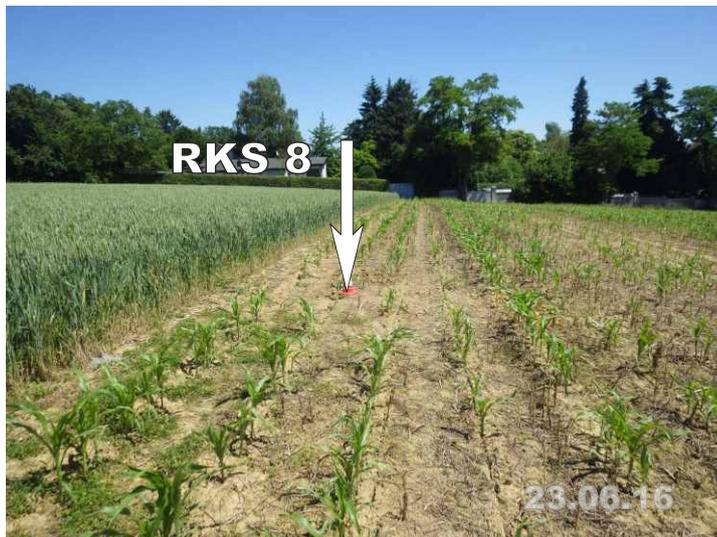


Bild 8:
Ansatzpunkt RKS8

Bild 9:
Ansatzpunkt RKS9



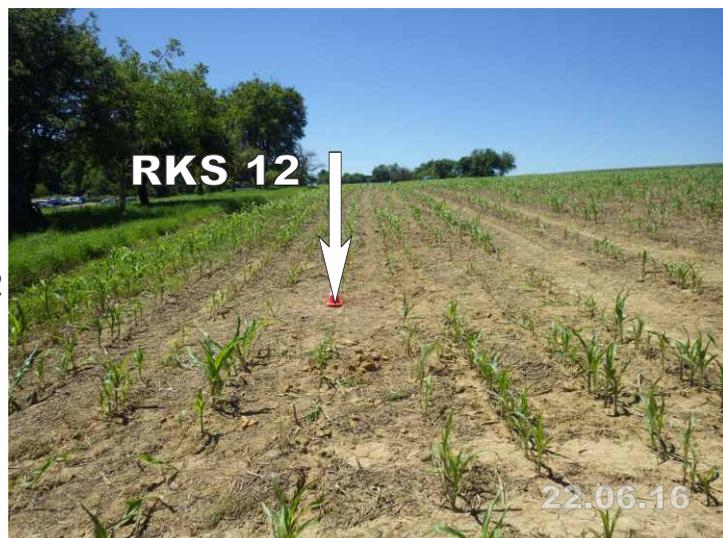
Projekt:	Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	Projekt Nr:	216174
Position:	Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse	Anlage:	5.3

Bild 10:
Ansatzpunkt RKS10



Bild 11:
Ansatzpunkt RKS11

Bild 12:
Ansatzpunkt RKS12



Projekt:	Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	Projekt Nr:	216174
Position:	Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse	Anlage:	5.4

Zusammenstellung der Laborversuche

ausgewertet durch:

Labornummer	--	--	16/1289	16/1292	16/1296	16/1299	16/1301
Entnahmestelle	--	--	RKS 1	RKS 2	RKS 4	RKS 5	RKS 7
Entnahmetiefe	--	m	0,50 - 1,40	1,10 - 2,30	0,60 - 1,90	0,70 - 3,40	0,40 - 3,70
Hauptbodenart	--	--	Schluff	Schluff	Schluff	Schluff	Schluff
Beimengung			Ton, Sand	Ton, Sand	Ton, Sand	Ton, Sand	Ton, Sand
	--	--	(q)	(Löß-/Hanglehm)	(q)	(Hanglehm)	(Löß-/Hanglehm)
Farbe	--	--	grau	hellbraun	braun	braun	braun
ungestört/gestört	--	--	gest.	gest.	gest.	gest.	gest.
Wichte des feuchten Bodens	γ	kN/m ³					
Wassergehalt	w _n	1	0,231	0,214	0,226	0,219	0,252
Porenanteil	n	1					
Porenzahl	e	1					
Kornwichte	γ_s	kN/m ³					
Kornkennziffer ¹⁾	--	--	3610	3610		2710	2710
Ungleichförmigkeitszahl	U	1					
Wirksamer Korndurchmesser	d _w	mm					
Fließgrenze	w _L	1	0,372		0,430		
Ausrollgrenze	w _P	1	0,190		0,219		
Plastizitätszahl	I _P	1	0,182		0,211		
Konsistenzzahl	I _c	1	0,77		0,97		
Undrainierte Scherfestigkeit ²⁾	c _u	kN/m ²	69		166		
lockerste Lagerung	max n	1					
dichteste Lagerung	min n	1					
Lagerungsdichte	D	1					
einfache Proctordichte	ρ_{Pr}	t/m ³					
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	1					
erreichbare Verdichtung bei w _n	D _{Pr}	%					
Steifemodul $\sigma = 0,05 - 0,1$ MN/m ²	E _s	MN/m ²					
Steifemodul $\sigma = 0,1 - 0,2$ MN/m ²	E _s	MN/m ²					
Steifemodul $\sigma = 0,2 - 0,3$ MN/m ²	E _s	MN/m ²					
Kompressionsbeiwert	C _c	--					
OCR	--	--					
Reibungswinkel	φ	°					
Kohäsion	c	kN/m ²					
Laborflügelscherfestigkeit ³⁾	τ_{fl}	kN/m ²					
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	MN/m ²					
Abrasion nach ISRM	CAI	--					
Glühverlust	V _{gl}	M.-%					
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s					
Klassifizierung nach DIN 18196	--	--	TM		TM		

1) In Klammern geschätzte Anteile für Ton und Schluff

3) Gemittelt aus 3 Versuchen an Ober- und Unterseite der Probe

2) Undrainierte Scherfestigkeit aus I_c [nach Kiekbusch, Bautechnik 76]

*) Undrainierter Versuch

Projekt:

Projekt-Nr.:

Anlage:

BGB Galgenfeld III, Öhringen**216174****6.1**

Zusammenstellung der Laborversuche

Labornummer	--	--	16/1303	16/1304	16/1305	16/1306	16/1308
Entnahmestelle	--	--	RKS 9	RKS 9	RKS 10	RKS 11	RKS 12
Entnahmetiefe	--	m	0,40 - 1,90	1,90 - 3,20	3,50 - 4,60	0,80 - 2,60	1,60 - 4,00
Hauptbodenart	--	--	Schluff	Schluff	Schluff	Schluff	Schluff
Beimengung			Ton, Sand	Sand, Ton	Sand, Ton	Ton, Sand	Sand, Ton
	--	--	(Hanglehm)	(Hanglehm)	(Hanglehm)	(Löß-/Hanglehm)	(Hanglehm)
Farbe	--	--	braun	braun	braun	braun	braun
ungestört/gestört	--	--	gest.	gest.	gest.	gest.	gest.
Wichte des feuchten Bodens	γ	kN/m ³					
Wassergehalt	w _n	1	0,223	0,262	0,207	0,225	0,265
Porenanteil	n	1					
Porenzahl	e	1					
Kornwichte	γ_s	kN/m ³					
Kornkennziffer ¹⁾	--	--	2710			3610	
Ungleichförmigkeitszahl	U	1					
Wirksamer Korndurchmesser	d _w	mm					
Fließgrenze	w _L	1		0,310	0,365		0,295
Ausrollgrenze	w _P	1		0,203	0,191		0,189
Plastizitätszahl	I _P	1		0,107	0,174		0,106
Konsistenzzahl	I _c	1		0,45	0,91		0,28
Undrainierte Scherfestigkeit ²⁾	c _u	kN/m ²		15	127		7
lockerste Lagerung	max n	1					
dichteste Lagerung	min n	1					
Lagerungsdichte	D	1					
einfache Proctordichte	ρ_{pr}	t/m ³					
optimaler Wassergehalt	w _{pr}	1					
erreichbare Verdichtung bei w _n	D _{pr}	%					
Steifemodul $\sigma = 0,05 - 0,1$ MN/m ²	E _s	MN/m ²					
Steifemodul $\sigma = 0,1 - 0,2$ MN/m ²	E _s	MN/m ²					
Steifemodul $\sigma = 0,2 - 0,3$ MN/m ²	E _s	MN/m ²					
Kompressionsbeiwert	C _c	--					
OCR	--	--					
Reibungswinkel	ϕ	°					
Kohäsion	c	kN/m ²					
Laborflügelscherfestigkeit ³⁾	τ_{fl}	kN/m ²					
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	MN/m ²					
Abrasion nach ISRM	CAI	--					
Glühverlust	V _{gl}	M.-%					
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s					
Klassifizierung nach DIN 18196	--	--		TL	TM		TL

1) In Klammern geschätzte Anteile für Ton und Schluff

3) Gemittelt aus 3 Versuchen an Ober- und Unterseite der Probe

2) Undrainierte Scherfestigkeit aus I_c [nach Kiekbusch, Bautechnik 76]

*) Undrainierter Versuch

Projekt:

Projekt-Nr.:

Anlage:

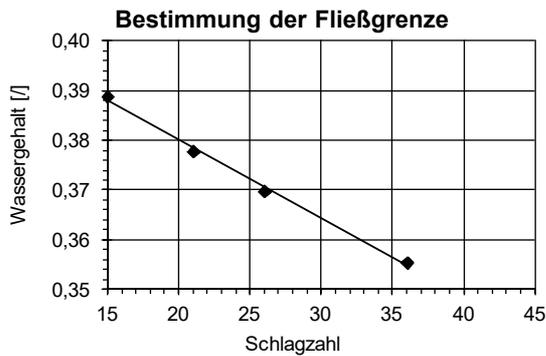
BGB Galgenfeld III, Öhringen**216174****6.2**

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18122-1

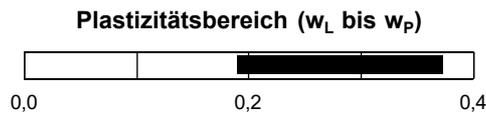
Labor-Nr.:	16/1289	Bodengruppe:	TM	Bemerkung:
Entnahmestelle:	RKS 1	Angeliefert am:		
Entnahmearart:	gestört	Durchgeführt am:	28.06.2016	
Tiefe:	0,50 - 1,40 m	Durchgeführt von:	Ru	
Entnommen am:	23.06.2016	Ausgewertet von:	Oe	

W_{ges} [-]		W_{<0,4} [-]	0,231
		Ü = 1-(W_{ges}/W_{<0,4}) [-]	0,0%

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	1. Probe	2. Probe	3. Probe
Zahl der Schläge	15	21	26	36			
Feuchte Probe + Behälter m_a+m_b [g]	92,98	84,15	95,81	101,45	59,95	56,33	
Trock. Probe + Behälter m_d + m_b [g]	78,53	72,52	81,08	85,74	56,59	53,32	
Behälter m_b [g]	41,37	41,74	41,25	41,54	38,84	37,54	
Wasser (m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w [g]	14,45	11,63	14,73	15,71	3,36	3,01	
Trockene Probe m_d [g]	37,16	30,78	39,83	44,20	17,75	15,78	
Wassergehalt w=(m_w/m_d) [l]	0,389	0,378	0,370	0,355	0,189	0,191	

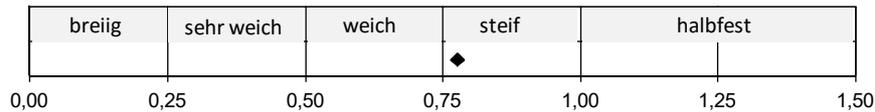


Wassergehalt w_{<0,4} [l]: **0,231**
 Fließgrenze w_L [l]: **0,372**
 Ausrollgrenze w_P [l]: **0,190**

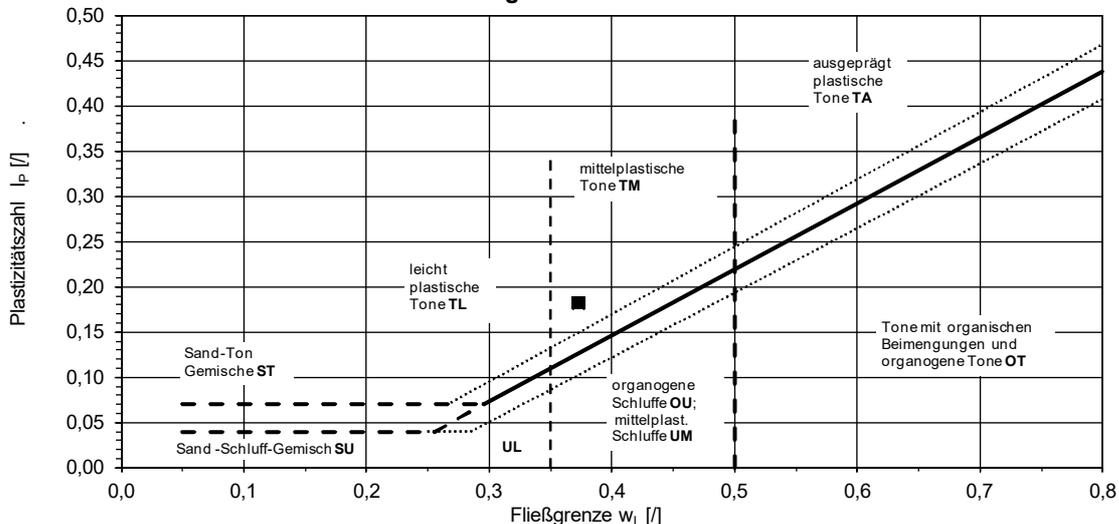


Plastizitätszahl I_P = w_L - w_P [l]: **0,182**
 Konsistenzzahl I_{c,<0,4} = [w_L - w_{<0,4}]/I_P [l]: **0,775**

Zustandsform nach DIN EN ISO 14688-2



Plastizitätsdiagramm DIN EN ISO 14688-2 NA



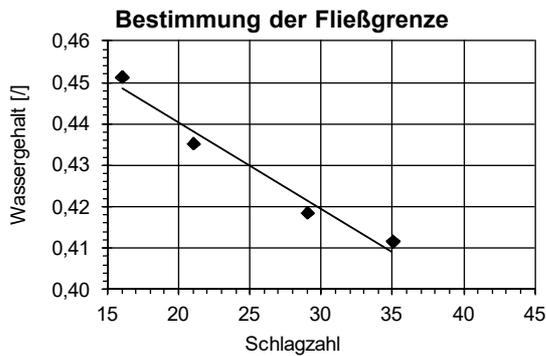
Projekt:	Projekt-Nr.:	Anlage:
Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	216174	7.1

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18122-1

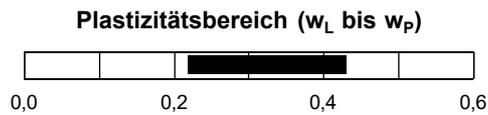
Labor-Nr.:	16/1296	Bodengruppe:	TM	Bemerkung:
Entnahmestelle:	RKS 4	Angeliefert am:		
Entnahmearart:	gestört	Durchgeführt am:	28.06.2016	
Tiefe:	0,60 - 1,90 m	Durchgeführt von:	Ru	
Entnommen am:	23.06.2016	Ausgewertet von:	Oe	

W_{ges} [-]		W_{<0,4} [-]	0,226
		Ü = 1-(W_{ges}/W_{<0,4}) [-]	0,0%

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	1. Probe	2. Probe	3. Probe
Zahl der Schläge	16	21	29	35			
Feuchte Probe + Behälter m_a+m_b [g]	91,15	87,86	105,96	107,63	90,53	83,86	
Trock. Probe + Behälter m_d + m_b [g]	74,65	73,55	88,72	90,74	87,47	80,66	
Behälter m_b [g]	38,10	40,68	47,54	49,72	73,53	65,98	
Wasser (m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w [g]	16,50	14,31	17,24	16,89	3,06	3,20	
Trockene Probe m_d [g]	36,55	32,87	41,18	41,02	13,94	14,68	
Wassergehalt w=(m_w/m_d) [l]	0,451	0,435	0,419	0,412	0,220	0,218	



Wassergehalt w_{<0,4} [l]: **0,226**
 Fließgrenze w_L [l]: **0,430**
 Ausrollgrenze w_P [l]: **0,219**

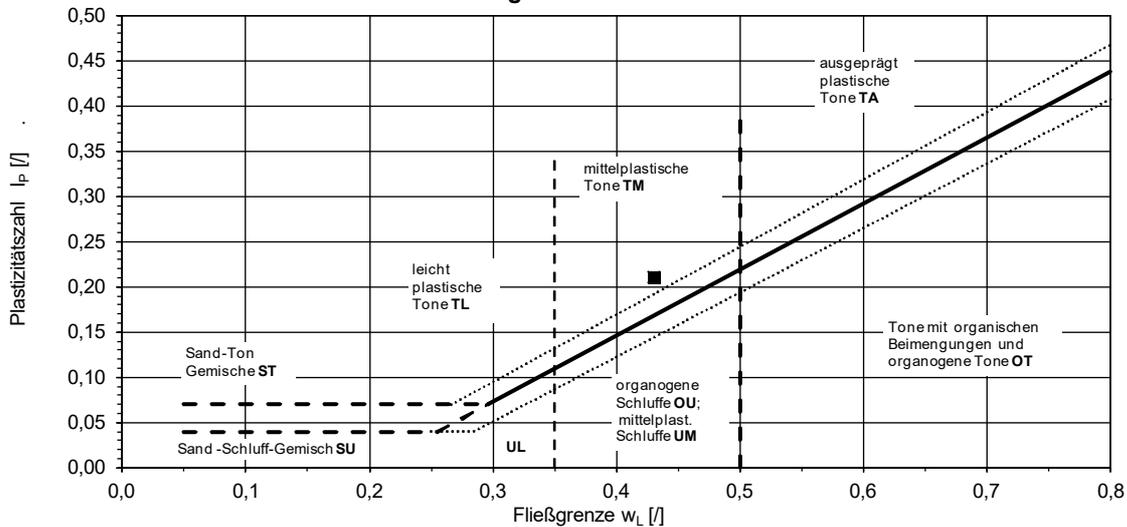


Plastizitätszahl I_P = w_L - w_P [l]: **0,211**
 Konsistenzzahl I_{c,<0,4} = [w_L - w_{<0,4}]/I_P [l]: **0,966**

Zustandsform nach DIN EN ISO 14688-2



Plastizitätsdiagramm DIN EN ISO 14688-2 NA



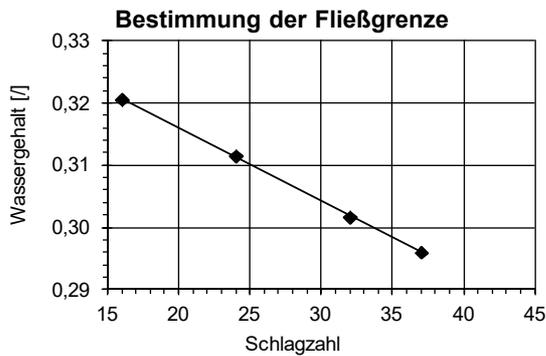
Projekt:	Projekt-Nr.:	Anlage:
Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	216174	7.2

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18122-1

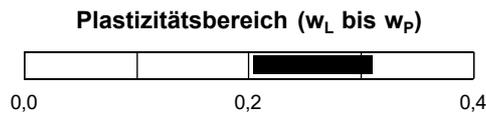
Labor-Nr.:	16/1304	Bodengruppe:	TL	Bemerkung:
Entnahmestelle:	RKS 9	Angeliefert am:		
Entnahmeart:	gestört	Durchgeführt am:	27.06.2016	
Tiefe:	1,90 - 3,20 m	Durchgeführt von:	Ru	
Entnommen am:	23.06.2016	Ausgewertet von:	Oe	

W_{ges} [-]	W_{<0,4} [-]	0,262
	Ü = 1-(W_{ges}/W_{<0,4}) [-]	0,0%

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	1. Probe	2. Probe	3. Probe
Zahl der Schläge	16	24	32	37			
Feuchte Probe + Behälter m_a+m_b [g]	84,97	86,16	101,67	109,49	85,68	76,30	
Trock. Probe + Behälter m_d + m_b [g]	74,38	75,22	89,63	96,35	79,22	70,25	
Behälter m_b [g]	41,35	40,10	49,72	51,96	47,28	40,66	
Wasser (m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w [g]	10,59	10,94	12,04	13,14	6,46	6,05	
Trockene Probe m_d [g]	33,03	35,12	39,91	44,39	31,94	29,59	
Wassergehalt w=(m_w/m_d) [l]	0,321	0,312	0,302	0,296	0,202	0,204	



Wassergehalt w_{<0,4} [l]: **0,262**
 Fließgrenze w_L [l]: **0,310**
 Ausrollgrenze w_P [l]: **0,203**

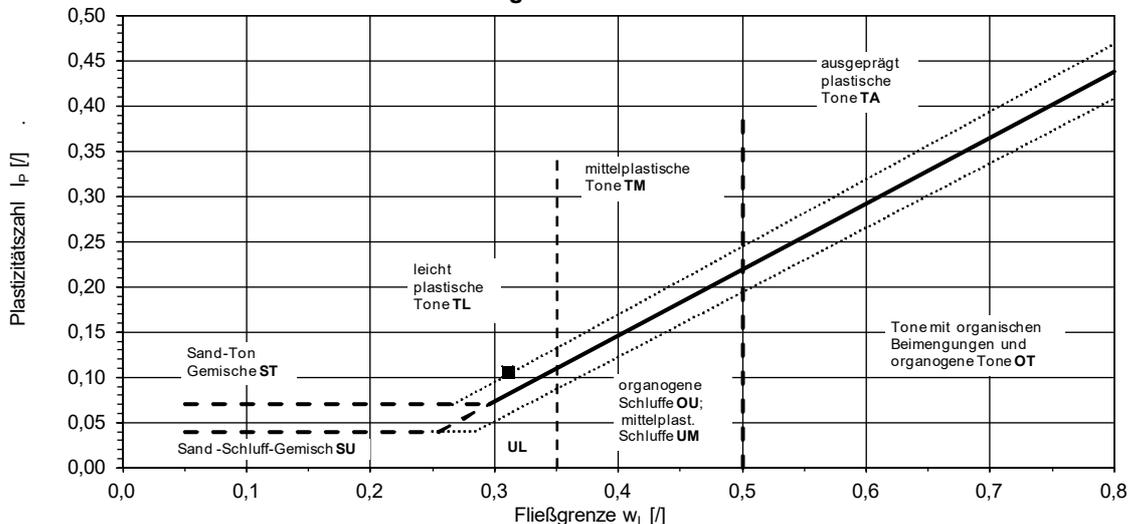


Plastizitätszahl I_P = w_L - w_P [l]: **0,107**
 Konsistenzzahl I_{c,<0,4} = [w_L - w_{<0,4}]/I_P [l]: **0,451**

Zustandsform nach DIN EN ISO 14688-2



Plastizitätsdiagramm DIN EN ISO 14688-2 NA



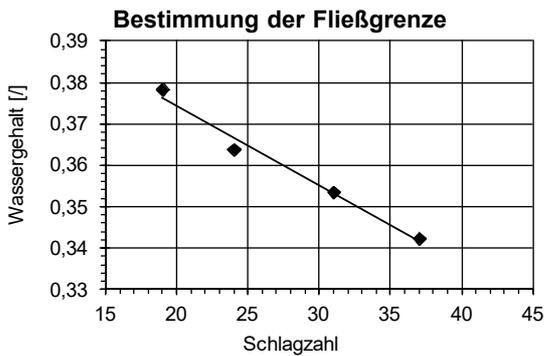
Projekt:	Projekt-Nr.:	Anlage:
Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	216174	7.3

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18122-1

Labor-Nr.:	16/1305	Bodengruppe:	TM	Bemerkung:
Entnahmestelle:	RKS 10	Angeliefert am:		
Entnahmeart:	gestört	Durchgeführt am:	28.06.2016	
Tiefe:	3,50 - 4,60 m	Durchgeführt von:	Ru	
Entnommen am:	23.06.2016	Ausgewertet von:	Oe	

W_{ges} [-]		W_{<0,4} [-]	0,207
		Ü = 1-(W_{ges}/W_{<0,4}) [-]	0,0%

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	1. Probe	2. Probe	3. Probe
Zahl der Schläge	19	24	31	37			
Feuchte Probe + Behälter m_a+m_b [g]	102,89	93,55	100,70	98,99	73,79	73,14	
Trock. Probe + Behälter m_d + m_b [g]	85,95	78,99	87,97	83,97	70,63	69,79	
Behälter m_b [g]	41,18	38,97	51,96	40,10	53,99	52,31	
Wasser (m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w [g]	16,94	14,56	12,73	15,02	3,16	3,35	
Trockene Probe m_d [g]	44,77	40,02	36,01	43,87	16,64	17,48	
Wassergehalt w=(m_w/m_d) [l]	0,378	0,364	0,354	0,342	0,190	0,192	



Wassergehalt w_{<0,4} [l]: **0,207**
 Fließgrenze w_L [l]: **0,365**
 Ausrollgrenze w_P [l]: **0,191**

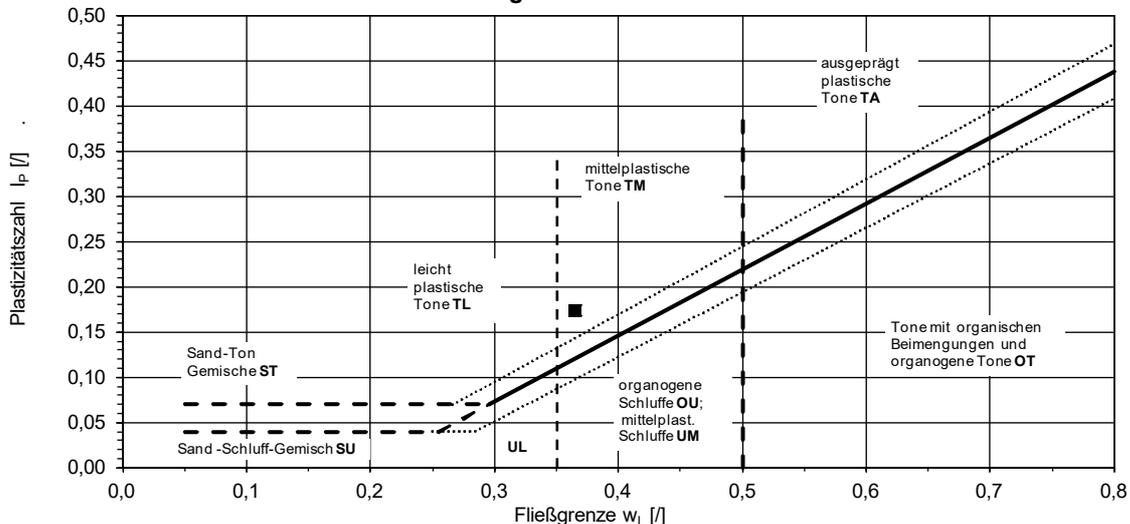


Plastizitätszahl I_P = w_L - w_P [l]: **0,174**
 Konsistenzzahl I_{c,<0,4} = [w_L - w_{<0,4}]/I_P [l]: **0,907**

Zustandsform nach DIN EN ISO 14688-2



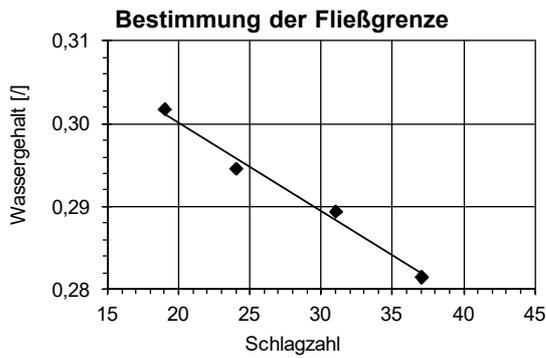
Plastizitätsdiagramm DIN EN ISO 14688-2 NA



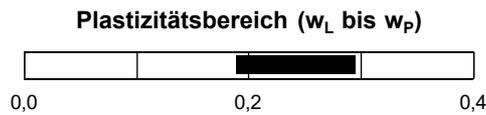
Projekt:	Projekt-Nr.:	Anlage:
Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	216174	7.4

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18122-1

Labor-Nr.:	16/1308	Bodengruppe:	TL	Bemerkung:
Entnahmestelle:	RKS 12	Angeliefert am:		
Entnahmearart:	gestört	Durchgeführt am:	27.06.2016	
Tiefe:	1,60 - 4,00 m	Durchgeführt von:	Ru	
Entnommen am:	23.06.2016	Ausgewertet von:	Oe	
W _{ges} [-]		W _{<0,4} [-]		0,265
		Ü = 1-(W _{ges} /W _{<0,4}) [-]		0,0%
	Fließgrenze			
	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe
Zahl der Schläge	19	24	31	37
Feuchte Probe + Behälter m+m _b [g]	102,93	98,95	94,44	96,86
Trock. Probe + Behälter m _d + m _b [g]	88,63	85,80	82,57	84,75
Behälter m _b [g]	41,25	41,17	41,56	41,74
Wasser (m _b +m _b)-(m _d +m _b)=m _w [g]	14,30	13,15	11,87	12,11
Trockene Probe m _d [g]	47,38	44,63	41,01	43,01
Wassergehalt w=(m _w /m _d) [%]	0,302	0,295	0,289	0,282
	Ausrollgrenze			
	1. Probe	2. Probe	3. Probe	
	71,27	77,34		
	67,50	73,52		
	47,54	53,27		
	3,77	3,82		
	19,96	20,25		
	0,189	0,189		



Wassergehalt w_{<0,4} [%]: **0,265**
 Fließgrenze w_L [%]: **0,295**
 Ausrollgrenze w_P [%]: **0,189**

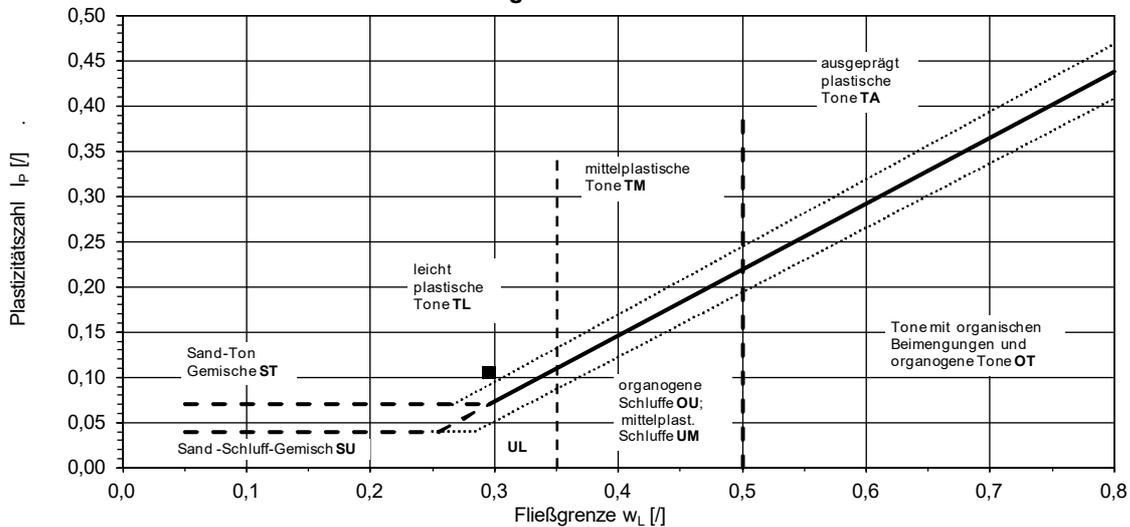


Plastizitätszahl I_P = w_L - w_P [%]: **0,106**
 Konsistenzzahl I_{c,<0,4} = [w_L - w_{<0,4}] / I_P [%]: **0,281**

Zustandsform nach DIN EN ISO 14688-2



Plastizitätsdiagramm DIN EN ISO 14688-2 NA



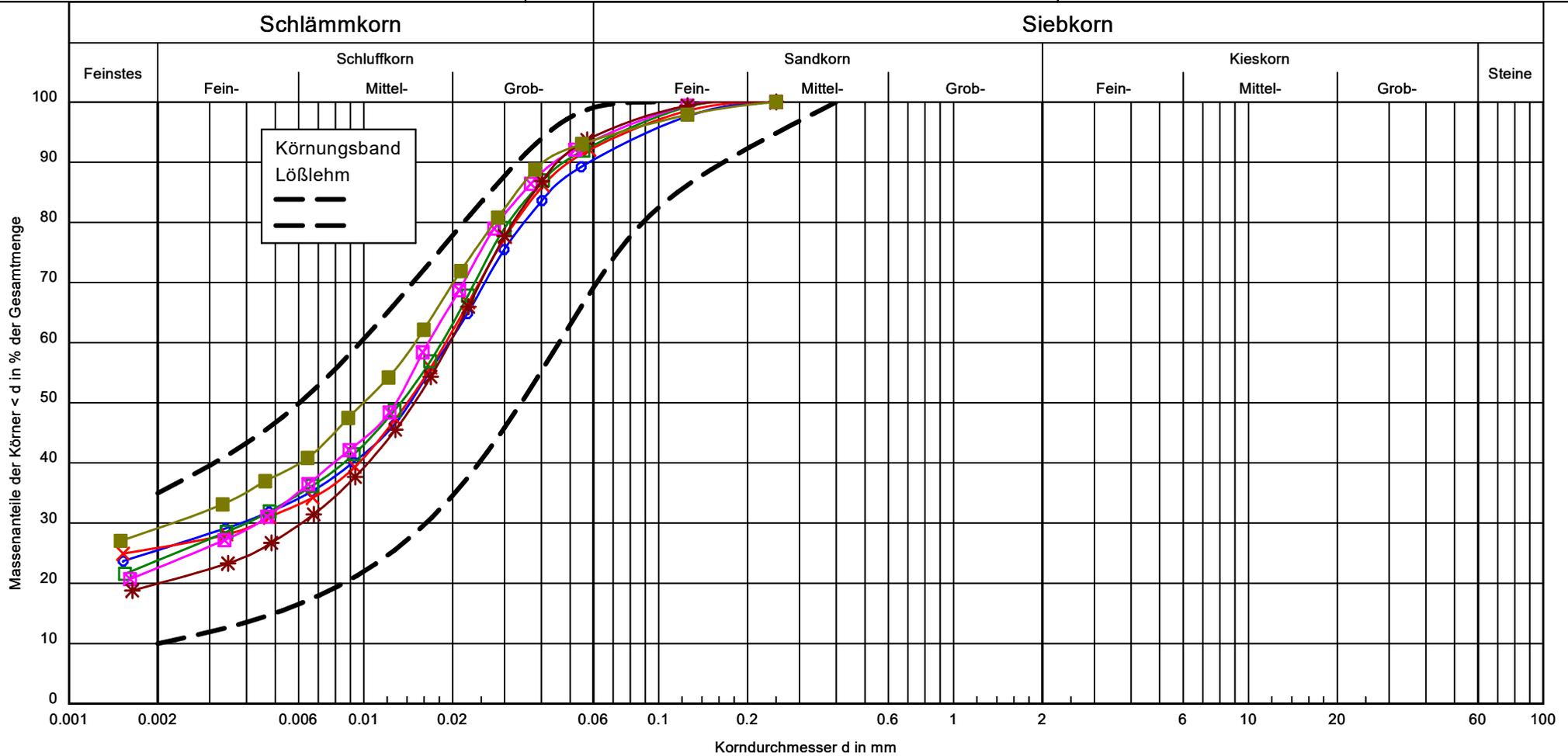
Projekt:	Projekt-Nr.:	Anlage:
Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen	216174	7.5



Körnungslinie nach DIN 18123

Projekt: Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen

Projekt-Nr.: 216174



Körnungsband beruht auf Erfahrungswerten. In einzelnen Körnungsbereichen sind Abweichungen möglich

Labor-Nr.:	16/1289	16/1292	16/1299	16/1301	16/1303	16/1306
Entnahmestelle:	RKS 1	RKS 2	RKS 5	RKS 7	RKS 9	RKS 11
Tiefe:	0,50 - 1,40 m	1,10 - 2,30	0,70 - 3,40	0,40 - 3,70	0,40 - 1,90	0,80 - 2,60 m
Bodenart:	U, t, fs' (q)	U, t, fs' (Löß-/Hanglehm)	U, t, fs' (Hanglehm)	U, t, fs' (Löß-/Hanglehm)	U, t, fs' (Hanglehm)	U, t, fs' (Hang-/Lößlehm)
Kornkennzahl	3610	3610	2710	2710	2710	3610
T/U/S/G (%)	25.5/64.9/9.6/ -	25.9/66.5/7.6/ -	23.8/69.0/7.2/ -	22.6/71.0/6.4/ -	19.9/74.3/5.8/ -	29.1/64.5/6.3/ -
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Klassifizierung (DIN 18196)						
k (m/s) (Beyer):	-	-	-	-	-	-
Frostempfindlichkeitsklasse:						
Signatur:						

Anlage: 8

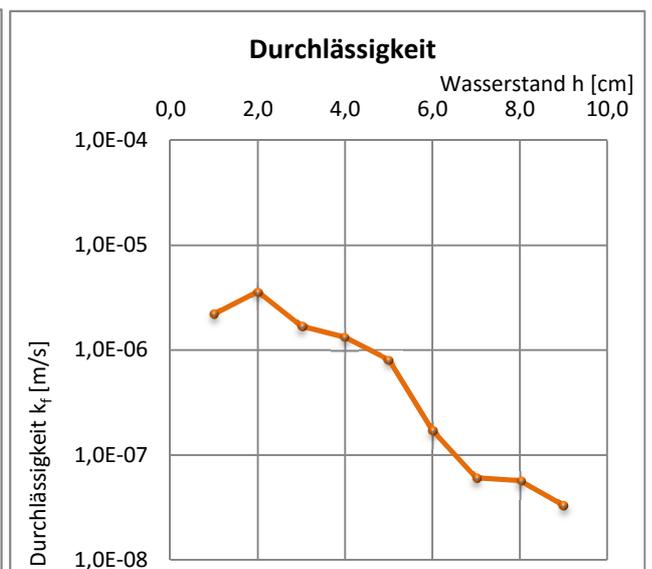
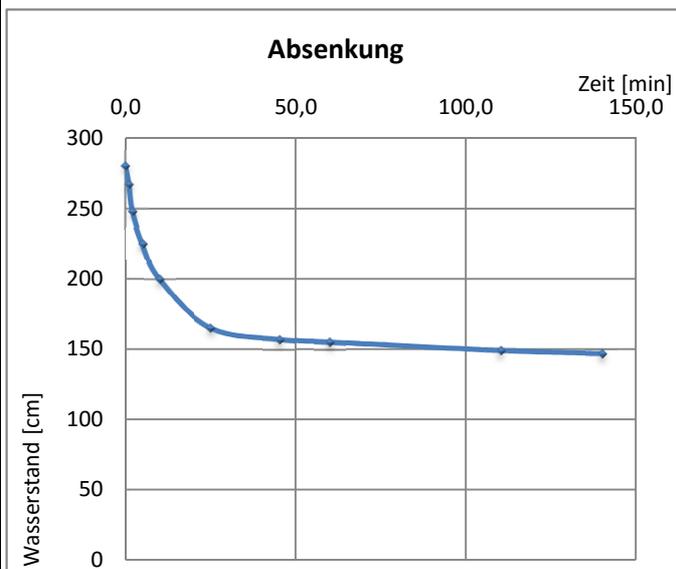
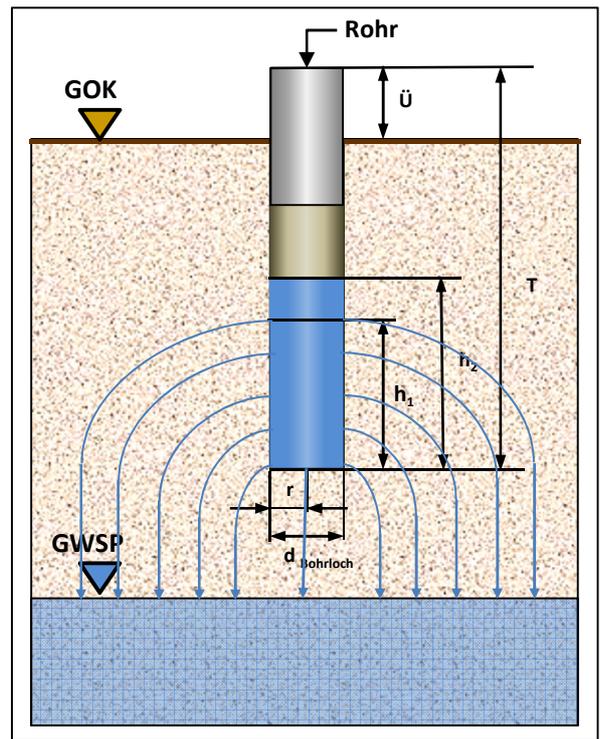
Bestimmung der Durchlässigkeit im offenen Bohrloch bei instationären Bedingungen

Abmessungen	
Bohrlochdurchmesser d:	8,3 cm
Rohrüberstand Ü:	0,0 cm
Tiefe Bohrloch T:	300,0 cm
Wassertemperatur:	8,0 °C
Temperaturfaktor:	1,061 °C

Nach HÖLTING/COLDEWEY, Hydrogeologie, 2009

$$k_f = \frac{r^2}{\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 5,3 \cdot \lg \frac{h_1}{h_2} \cdot \lg \frac{h_1 + h_2}{r}$$

Messwerte				
Abstich von ROK [cm]	Uhrzeit [hh:mm:ss]	Zeit t [min]	Wasserstand h _i [cm]	Durchlässigkeit k _f [m/s]
20	09:10:00	0,0	280,0	
33	09:11:00	1,0	267,0	2,22E-06
52	09:12:00	2,0	248,0	3,60E-06
75	09:15:00	5,0	225,0	1,69E-06
100	09:20:00	10,0	200,0	1,33E-06
135	09:25:00	25,0	165,0	8,09E-07
143	09:55:00	45,0	157,0	1,72E-07
145	10:30:00	60,0	155,0	6,05E-08
151	11:30:00	110,0	149,0	5,69E-08
153	12:30:00	140,0	147,0	3,31E-08



Durchlässigkeit k_f = 6,7E-08 m/s

Aufschluss: RKS 12	Datum: 22.06.2016	Ausführung: Köhler	Auswertung: Franke	Bemerkung:
Projekt: Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen				Proj.-Nr.: 216174 Anlage: 9.1

Anhang

Prüfberichte

AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg

1916779 - 889097

1916779 - 889100

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

GMP GEOTECHNIK GMBH & CO. KG
 Hedanstr. 17
 97084 WÜRZBURG

Datum 06.07.2016
 Kundennr. 27018091

PRÜFBERICHT 1916779 - 889097

Auftrag **1916779 216174 Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen**
 Analysennr. **889097**
 Probeneingang **01.07.2016**
 Probenahme **22.06.2016**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **RKS 1 0,0-0,2**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion					keine Angabe
Backenbrecher					Backenbrecher
Trockensubstanz	%	*	99,2	0,1	DIN ISO 11465
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoren	mg/kg		<0,06^{m)}	0,06	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Phenanthren	mg/kg		0,42	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Anthracen	mg/kg		0,06	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoranthren	mg/kg		0,51	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Pyren	mg/kg		0,35	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,50^{m)}	0,5	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Chrysen	mg/kg		<0,50^{m)}	0,5	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,14	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,09	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,21	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		0,11	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		1,89^{x)}		Merkblatt LUA NRW Nr. 1

Eluat

Eluaterstellung					DIN 38414-4 (S 4)
pH-Wert			8,92	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		61	10	DIN EN 27888 (C 8)
Phenolindex	mg/l		<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402

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

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

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

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

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 06.07.2016
Kundennr. 27018091

PRÜFBERICHT 1916779 - 889097

Kunden-Probenbezeichnung **RKS 1 0,0-0,2**

AGROLAB Labor GmbH, Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
jan.vizoso@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Beginn der Prüfungen: 01.07.2016
Ende der Prüfungen: 06.07.2016

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

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

GMP GEOTECHNIK GMBH & CO. KG
 Hedanstr. 17
 97084 WÜRZBURG

Datum 06.07.2016

Kundennr. 27018091

PRÜFBERICHT 1916779 - 889100

Auftrag **1916779 216174 Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen**
 Analysennr. **889100**
 Probeneingang **01.07.2016**
 Probenahme **22.06.2016**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **RKS 4 0,0-0,12**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Feststoff				
Analyse in der Gesamtfraktion				keine Angabe
Backenbrecher				Backenbrecher
Trockensubstanz	%	* 99,4	0,1	DIN ISO 11465
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoren	mg/kg	0,10	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Phenanthren	mg/kg	1,0	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Anthracen	mg/kg	0,20	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoranthen	mg/kg	0,89	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Pyren	mg/kg	0,66	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,36	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Chrysen	mg/kg	0,37	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	0,19	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	0,10	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,26	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,10	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	4,23^{x)}		Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Eluat				
Eluaterstellung				DIN 38414-4 (S 4)
pH-Wert		10,6	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	190	10	DIN EN 27888 (C 8)
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402

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

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

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

AGROLAB Labor GmbH, Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
jan.vizoso@agrolab.de
Kundenbetreuung

DOC-0-5976929-DE-P3

AGROLAB Labor GmbH

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



Datum 06.07.2016
Kundennr. 27018091

PRÜFBERICHT 1916779 - 889100

Kunden-Probenbezeichnung **RKS 4 0,0-0,12**

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

*Beginn der Prüfungen: 01.07.2016
Ende der Prüfungen: 06.07.2016*

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

Anhang

Prüfberichte

ALcontrol Laboratories, Rotterdam

12333345, Version: 1



Prüfbericht

GMP Geotechnik GmbH&Co.KG
Wolfgang Schreiber
Hedanstraße 17
D-97084 WÜRZBURG

Seite 1 von 8

Ihr Projekt : Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Ihr Projektnummer : 216174
ALcontrol Berichtsnummer : 12333345, Version: 1

Rotterdam, 07-07-2016

Sehr geehrte Damen und Herren,

beiliegend erhalten Sie die Analysenergebnisse Ihres Projektes 216174. Die Analysen wurden entsprechend Ihres Auftrages durchgeführt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die analysierten Proben. Ihre Anmerkungen wurden in diesen Bericht übernommen.

Alle Analysen wurden, falls nicht extern in Auftrag gegeben, von ALcontrol B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Niederlande durchgeführt.

Dieser Analysenbericht besteht einschließlich der Anlagen aus 8 Seiten. Falls dessen Versionsnummer höher als eins ist, werden die vorangehenden Versionen hinfällig. Alle Anlagen sind unlösbarer Bestandteil dieses Berichtes und nur die Vervielfältigung des Berichtes als Ganzes ist gestattet.

Bei Fragen oder Anmerkungen zu diesem Analysenbericht, zum Beispiel wenn Sie weitere Informationen zur Messunsicherheit der Analysenergebnissen benötigen, nehmen Sie bitte Kontakt mit unserer Abteilung für Kundenbetreuung auf.

Mit freundlichen Grüßen



R. van Duin
Laboratory Manager



Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Projektnummer 216174
Prüfberichtnummer 12333345 - 1

Auftragsdatum 30-06-2016
Prüfbeginn 01-07-2016
Datum Prüfbericht 07-07-2016

Code	Matrix	Probenbezeichnung
001	Feststoff/Boden	MP 2 RKS 1-9,11,12 (0,4 - 5,0 m)
002	Feststoff/Boden	MP 1 RKS 1,2,4,5 (0,0 - 0,6 m)
003	Feststoff/Boden	RKS 5 (0,5 - 0,7 m)

Parameter	Einheit	Q	001	002	003
Zerkleinerung auf <150µm	-		#	#	#
Mahlen auf <4mm	-		#		
Trockenrückstand	Masse-%	Q	93.6	81.7	84.9
<i>FRAKTION</i>					
Fraktion <2mm (prep. getrocknet bei 40 °C)	%		94	77	58
Fraktion >2mm (prep. getrocknet bei 40 °C)	%		6.0	23	42
<i>Elution</i>					
Eluat S4		Q	#	#	#
<i>Metalle</i>					
Arsen (As)	mg/kgTR	Q	<4	11	7.2
Cadmium (Cd)	mg/kgTR	Q	<0.2	<0.2	<0.2
Chrom (Cr)	mg/kgTR	Q	19	41	35
Kupfer (Cu)	mg/kgTR	Q	13	17	19
Quecksilber (Hg)	mg/kgTR	Q	<0.1	<0.1	0.11
Blei (Pb)	mg/kgTR	Q	<10	18	25
Nickel (Ni)	mg/kgTR	Q	16	29	21
Thallium (Tl)	mg/kgTR	Q	<0.4	<0.4	<0.4
Zink (Zn)	mg/kgTR	Q	47	57	59
<i>Anorganische Parameter</i>					
Cyanid ges.	mg/kgTR	Q	<1	<1	<1
<i>ALKYLBENZOLE</i>					
Benzol	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
Toluol	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
Ethylbenzol	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
o-Xylol	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
p,m-Xylol	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
Summe 7 AKW	mg/kgTR		<0.02 ¹⁾	<0.02 ¹⁾	<0.02 ¹⁾
Summe BTEX	mg/kgTR		<0.02 ¹⁾	<0.02 ¹⁾	<0.02 ¹⁾
Styrol	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kgTR	Q	<0.02	<0.02	<0.02
<i>PAK nach EPA</i>					
Naphthalin	mg/kgTR	Q	<0.01	<0.01	<0.01
Acenaphthylen	mg/kgTR	Q	<0.01	<0.01	0.01
Acenaphthen	mg/kgTR	Q	0.01	<0.01	<0.01
Fluoren	mg/kgTR	Q	0.05	<0.01	<0.01

Die mit Q markierten Parameter sind durch den RvA akkreditiert

Paraph : 





Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Projektnummer 216174
Prüfberichtnummer 12333345 - 1

Auftragsdatum 30-06-2016
Prüfbeginn 01-07-2016
Datum Prüfbericht 07-07-2016

Code	Matrix	Probenbezeichnung
001	Feststoff/Boden	MP 2 RKS 1-9,11,12 (0,4 - 5,0 m)
002	Feststoff/Boden	MP 1 RKS 1,2,4,5 (0,0 - 0,6 m)
003	Feststoff/Boden	RKS 5 (0,5 - 0,7 m)

Parameter	Einheit	Q	001	002	003
Phenanthren	mg/kgTR	Q	0.50	<0.01	0.05
Anthracen	mg/kgTR	Q	0.12	<0.01	0.02
Fluoranthren	mg/kgTR	Q	0.39	<0.01	0.22
Pyren	mg/kgTR	Q	0.23	<0.01	0.18
Benzo(a)anthracen	mg/kgTR	Q	0.15	<0.01	0.14
Chrysen	mg/kgTR	Q	0.14	<0.01	0.14
Benzo(b)fluoranthren	mg/kgTR	Q	0.11	<0.01	0.15
Benzo(k)fluoranthren	mg/kgTR	Q	0.06	<0.01	0.07
Benzo(a)pyren	mg/kgTR	Q	0.11	<0.01	0.17
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kgTR	Q	0.03	<0.01	0.03 ²⁾
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kgTR	Q	0.07	<0.01	0.12
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kgTR	Q	0.07	<0.01	0.12
Summe PAK (16 EPA)	mg/kgTR	Q	2.0 ¹⁾	<0.01 ¹⁾	1.4 ¹⁾
<i>PCB</i>					
PCB 28	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 52	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 101	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 118	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 138	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 153	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 180	mg/kgTR	Q	<0.001	<0.001	<0.001
Summe 7 PCB	mg/kgTR		<0.001 ¹⁾	<0.001 ¹⁾	<0.001 ¹⁾
Summe 6 PCB multipliziert mit 5	mg/kgTR		<0.005 ¹⁾	<0.005 ¹⁾	<0.005 ¹⁾
Summe 6 PCB	mg/kgTR		<0.001 ¹⁾	<0.001 ¹⁾	<0.001 ¹⁾
EOX	mg/kgTR		<0.2	<0.2	<0.2
<i>KOHLENWASSERSTOFFE (KW)</i>					
KW gesamt C10-C22	mg/kgTR		15 ¹⁾	<5 ¹⁾	<5 ¹⁾
KW gesamt C10-C40	mg/kgTR	Q	70 ¹⁾	<20 ¹⁾	<20 ¹⁾
<i>Elution</i>					
Prüfbeginn			05-07-2016	05-07-2016	05-07-2016
L/S	ml/g	Q	10.00	10.01	10.02
pH-Endwert nach Elution	-	Q	8.9	8.18	7.98
Temperatur pH-Messung	°C		20.4	20.5	20.4
Leitfähigkeit	µS/cm	Q	249	38.3	216
<i>Eluat Metalle</i>					
Arsen (As)	µg/l	Q	<5	<5	6.1
Cadmium (Cd)	µg/l	Q	<0.4	<0.4	<0.4
Chrom (Cr)	µg/l	Q	<1	<1	<1
Kupfer (Cu)	µg/l	Q	<5	<5	19

Die mit Q markierten Parameter sind durch den RvA akkreditiert

Paraph : 





Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Projektnummer 216174
Prüfberichtnummer 12333345 - 1

Auftragsdatum 30-06-2016
Prüfbeginn 01-07-2016
Datum Prüfbericht 07-07-2016

Code	Matrix	Probenbezeichnung
001	Feststoff/Boden	MP 2 RKS 1-9,11,12 (0,4 - 5,0 m)
002	Feststoff/Boden	MP 1 RKS 1,2,4,5 (0,0 - 0,6 m)
003	Feststoff/Boden	RKS 5 (0,5 - 0,7 m)

Parameter	Einheit	Q	001	002	003
Quecksilber (Hg)	µg/l	Q	<0.05	<0.05	<0.05
Blei (Pb)	µg/l	Q	<2	<2	<2
Nickel (Ni)	µg/l	Q	<10	<10	<10
Zink (Zn)	µg/l	Q	<20	<20	<20
Thallium (Tl)	µg/l	Q	<0.8	<0.8	<0.8
<i>Eluat Anorganische Parameter</i>					
Cyanid ges.	µg/l	Q	<2	<2	<2
<i>Eluat Phenole</i>					
Phenolindex	µg/l	Q	<10	<10	<10
<i>Eluat Chemische Analysen</i>					
Chlorid	mg/l	Q	1.5	<1	<1
Sulfat	mg/l	Q	86	3.4	20

Die mit Q markierten Parameter sind durch den RvA akkreditiert

Paraph :





GMP Geotechniek Gmbh&Co.KG
Wolfgang Schreiber

Prüfbericht

Seite 5 von 8

Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Projektnummer 216174
Prüfberichtsnummer 12333345 - 1

Auftragsdatum 30-06-2016
Prüfbeginn 01-07-2016
Datum Prüfbericht 07-07-2016

Bemerkungen

- 1 Die Berechnung der Summe erfolgt mit den Gehalten der bestimmten Einzelstoffe.
- 2 Bei dieser Komponente liegt eine Matrixstörung vor. Im Prüfbericht ist der maximale Gehalt der Komponente in der Probe angegeben.

Paraph :



Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
 Projektnummer 216174
 Prüfberichtnummer 12333345 - 1

Auftragsdatum 30-06-2016
 Prüfbeginn 01-07-2016
 Datum Prüfbericht 07-07-2016

Parameter	Matrix	Methode
Mahlen auf <4mm	Feststoff/Boden	Hausmethode
Trockenrückstand	Feststoff/Boden	DIN-EN 14346
Fraktion <2mm (prep. getrocknet bei 40 °C)	Feststoff/Boden	Hausmethode
Fraktion >2mm (prep. getrocknet bei 40 °C)	Feststoff/Boden	dito
Eluat S4	Feststoff/Boden	Konform EN 12457-4
Arsen (As)	Feststoff/Boden	Aufschluss DIN-ISO 11466, Messung DIN-ISO 11885, DIN-ISO 22036
Cadmium (Cd)	Feststoff/Boden	dito
Chrom (Cr)	Feststoff/Boden	dito
Kupfer (Cu)	Feststoff/Boden	dito
Quecksilber (Hg)	Feststoff/Boden	Aufschluss DIN-ISO 11466, Messung DIN-ISO 16772
Blei (Pb)	Feststoff/Boden	Aufschluss DIN-ISO 11466, Messung DIN-ISO 11885, DIN-ISO 22036
Nickel (Ni)	Feststoff/Boden	dito
Thallium (Tl)	Feststoff/Boden	Fachmodul Boden und Altlasten (2000)
Zink (Zn)	Feststoff/Boden	Aufschluss DIN-ISO 11466, Messung DIN-ISO 11885, DIN-ISO 22036
Cyanid ges.	Feststoff/Boden	DIN-EN-ISO 17380, E-DIN-ISO 11262:1994
Benzol	Feststoff/Boden	Handbuch Altlasten HLUG, Bd.7, Teil 4 (08.00)
Toluol	Feststoff/Boden	dito
Ethylbenzol	Feststoff/Boden	dito
o-Xylol	Feststoff/Boden	dito
p,m-Xylol	Feststoff/Boden	dito
Summe 7 AKW	Feststoff/Boden	dito
Summe BTEX	Feststoff/Boden	dito
Styrol	Feststoff/Boden	dito
Isopropylbenzol (Cumol)	Feststoff/Boden	dito
Naphthalin	Feststoff/Boden	GCMS, DIN-ISO 18287
Acenaphthylen	Feststoff/Boden	dito
Acenaphthen	Feststoff/Boden	dito
Fluoren	Feststoff/Boden	dito
Phenanthren	Feststoff/Boden	dito
Anthracen	Feststoff/Boden	dito
Fluoranthen	Feststoff/Boden	dito
Pyren	Feststoff/Boden	dito
Benzo(a)anthracen	Feststoff/Boden	dito
Chrysen	Feststoff/Boden	dito
Benzo(b)fluoranthren	Feststoff/Boden	dito
Benzo(k)fluoranthren	Feststoff/Boden	dito
Benzo(a)pyren	Feststoff/Boden	dito
Dibenzo(a,h)anthracen	Feststoff/Boden	dito
Benzo(g,h,i)perylene	Feststoff/Boden	dito
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	Feststoff/Boden	dito
Summe PAK (16 EPA)	Feststoff/Boden	dito
PCB 28	Feststoff/Boden	GCMS, DIN-EN 15308
PCB 52	Feststoff/Boden	dito
PCB 101	Feststoff/Boden	dito
PCB 118	Feststoff/Boden	dito
PCB 138	Feststoff/Boden	dito
PCB 153	Feststoff/Boden	dito
PCB 180	Feststoff/Boden	dito
Summe 7 PCB	Feststoff/Boden	dito
Summe 6 PCB multipliziert mit 5	Feststoff/Boden	dito

Paraph : 





Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Projektnummer 216174
Prüfberichtnummer 12333345 - 1

Auftragsdatum 30-06-2016
Prüfbeginn 01-07-2016
Datum Prüfbericht 07-07-2016

Parameter	Matrix	Methode
Summe 6 PCB	Feststoff/Boden	dito
EOX	Feststoff/Boden	E-DIN 38414-17:2012, DIN 38414-17
KW gesamt C10-C22	Feststoff/Boden	DIN-ISO 16703, DIN-EN 14039
KW gesamt C10-C40	Feststoff/Boden	dito
pH-Endwert nach Elution	Feststoff/Boden Eluat	NEN-EN-ISO 10523
Leitfähigkeit	Feststoff/Boden Eluat	Konform ISO 7888 und Konform NEN-EN 27888
Arsen (As)	Feststoff/Boden Eluat	DIN-EN-ISO 17294-2
Cadmium (Cd)	Feststoff/Boden Eluat	dito
Chrom (Cr)	Feststoff/Boden Eluat	dito
Kupfer (Cu)	Feststoff/Boden Eluat	dito
Quecksilber (Hg)	Feststoff/Boden Eluat	DIN-EN-ISO 17852, DIN-EN 1483
Blei (Pb)	Feststoff/Boden Eluat	DIN-EN-ISO 17294-2
Nickel (Ni)	Feststoff/Boden Eluat	dito
Zink (Zn)	Feststoff/Boden Eluat	dito
Thallium (Tl)	Feststoff/Boden Eluat	DIN-EN-ISO 17294-2
Cyanid ges.	Feststoff/Boden Eluat	Konform DIN-EN-ISO 14403
Phenolindex	Feststoff/Boden Eluat	DIN-EN-ISO 14402
Chlorid	Feststoff/Boden Eluat	Konform DIN-EN-ISO 10304-1
Sulfat	Feststoff/Boden Eluat	dito

Probe	Barcode	Probeneingang	Probenahmedatum	Probengefäß
001	E9013860	01-07-2016	22-06-2016	ALC291
002	E9013861	01-07-2016	22-06-2016	ALC291
003	E9013859	01-07-2016	22-06-2016	ALC291

Paraph :





GMP Geotechniek Gmbh&Co.KG
Wolfgang Schreiber

Seite 8 von 8

Prüfbericht

Projektname Baugebiet Galgenfeld III, Öhringen
Projektnummer 216174
Prüfberichtnummer 12333345 - 1

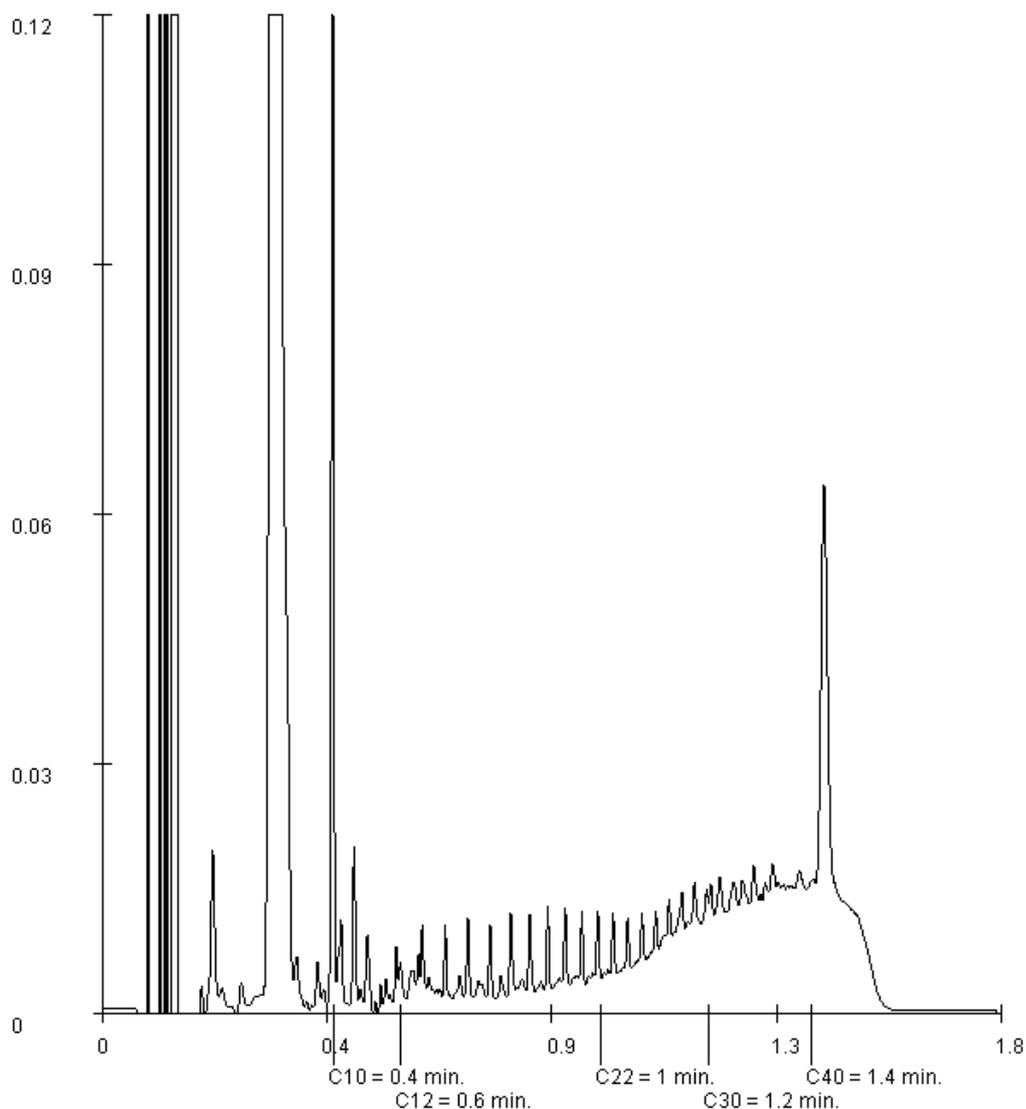
Auftragsdatum 30-06-2016
Prüfbeginn 01-07-2016
Datum Prüfbericht 07-07-2016

Probennummer: 001
Probenbezeichnung MP 2 RKS 1-9,11,12 (0,4 - 5,0 m)

Charakterisierung nach C-Zahl

Benzin C9-C14
Kerosin und Petroleum C10-C16
Mitteldestillat und Diesel C10-C28
Motoröl C20-C36
Heizöl C10-C36

Die Peaks für C10 und C40 sind durch das Labor eingebracht und werden als interner Standard benutzt.



Paraph :

