

ICP – Johannes-Kepler-Str. 7 – 54634 Bitburg  
Ortsgemeinde Trittenheim  
über  
Verbandsgemeindeverwaltung Schweich  
Brückenstraße 26  
54338 Schweich



**Geschäftsführer**  
Frank Neumann  
Diplom-Geologe  
(Ingénieur-Conseil  
OAI Luxembourg)

**Amtsgericht**  
**Kaiserslautern**  
HRB 2687

USt-Id-Nr. DE 152749803  
USt-Id-Nr. LU 18399128

# Geotechnischer Bericht

**Projekt-Nr.:** SB15039-1  
**Projekt:** Entwicklung des Neubaugebiets „Weingärten aufm Sträßchen“ in Trittenheim  
**Betreff:** Baugrunderkundung mit Geotechnischem Bericht  
**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. (FH) Oliver Semmelsberger  
**Datum:** 29.10.2015  
**Verteiler:** vorab per e-mail an [buergemeister@trittenheim.de](mailto:buergemeister@trittenheim.de); [kopp.a@schweich.de](mailto:kopp.a@schweich.de)  
Kopie per e-mail an [h.bruch@igr.de](mailto:h.bruch@igr.de)

---

## ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach  
Telefon 06374-80507-0 - Telefax 06374-80507-7  
e-mail [info@icp-geologen.de](mailto:info@icp-geologen.de)

[www.icp-geologen.de](http://www.icp-geologen.de)

## ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7 - 54634 Bitburg  
Telefon 06561-18824 - Telefax 06561-942558  
e-mail [bitburg@icp-geologen.de](mailto:bitburg@icp-geologen.de)

---

Kreissparkasse Kaiserslautern  
Volksbank Kaiserslautern-Nordwestpfalz eG

IBAN DE89 5405 0220 0000 971531  
IBAN DE60 5409 0000 0001 555600

BIC MALA DE 51 KLK  
BIC GENO DE 61 KL1

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Leistungsumfang .....	4
2	Aufschlussergebnisse und Kenngrößen .....	6
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung.....	10
3.1	Allgemein .....	10
3.2	Gründung von Gebäuden .....	11
3.3	Leitungsgräben.....	15
4	Erdbautechnische Hinweise .....	16
4.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung.....	16
4.2	Grabenverfüllung.....	19
4.3	Rohr- und Schachtgründung.....	21
4.4	Anordnung von Sperrriegeln.....	22
4.5	Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden .....	22
5	Gebäudeabdichtung .....	23
6	Versickerungseignung der anstehenden Böden .....	24
7	Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen.....	26
7.1	Erdplanum.....	26
7.2	Straßenoberbau .....	27
7.3	Gehwege.....	29
7.4	Vorhandener Wirtschaftsweg.....	29
8	Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung .....	30
8.1	Straßenaufbruch/Ausbauasphalt .....	30
8.2	Aushub.....	32
8.3	Kupfer- und andere Schwermetalle in Weinbergsböden .....	33
9	Schlussbemerkung.....	34

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023  
und Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
4. Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019
5. Prüfberichte der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein  
Nrn. 2663083 vom 08.09.2015, 2676538 vom 21.09.2015 und 2678398 vom 22.09.2015
6. Lageplan (schematisch)

## 1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) wurde von der igr AG, Herrn Bruch, im Namen und auf Rechnung der Ortsgemeinde Trittenheim mit der Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts für das Vorhaben Entwicklung des Neubaugebiets „Weingärten aufm Sträßchen“ in der OG Trittenheim beauftragt.

Für die Bearbeitung standen folgende Entwurfsunterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

[1] Machbarkeitsstudie 2015008 vom 14.04.2015, aufgestellt durch igr AG, Rockenhausen

Die Angaben zur Gebäudegründung haben lediglich orientierenden Charakter und sollen zu einer Ersteinschätzung der Baugrundsituation dienen. Detailangaben bezüglich der geplanten Bebauung liegen im derzeitigen Projektstadium nicht vor, so dass zu Gründungsfragen bzw. zur baugelogischen und hydrogeologischen Beurteilung nachfolgend nur in allgemeiner Form Stellung genommen werden kann.

In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die beauftragten punktuellen Erkundungsarbeiten lediglich eine Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 darstellen. Sie können keinesfalls weitergehende, im Zuge der Bebauung objektspezifisch erforderlich werdende Hauptuntersuchungen und Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf der Bauwerksgründungen ersetzen.

Die im vorliegenden Bericht getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die punktuellen Aufschlussergebnisse und Geländehöhen zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Zur Voraberkundung wurden am 15.06.2015 insgesamt **-7-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 7 (DN 80/60) sowie ergänzend zur Erkundung des Untergrundes am 14.09.2015 **-4-** Kleinrammbohrungen RB 8 bis RB 11 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine maximale Tiefe von 2,60 m unter Ansatzpunkt (uAP) abgeteuft.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt **-6-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 6 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen wurden in Tiefen zwischen 2,40 m und 3,10 m uAP beendet da kaum ein weiterer Sondierfortschritt zu erzielen war.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen nach DIN 4022 und DIN 4023 sowie in Messwertdiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlagen 1 und 2).

Die Aufschlusspunkte vom 15.06.2015 wurden auftragsgemäß nur nach Lage eingemessen. Die weiteren Aufschlusspunkte vom 14.09.2015 wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt (FP) diente ein Kanaldeckel im Kreuzungsbereich zur vorhandenen Zufahrt ins Baugebiet an der Stefan-Andres-Straße, dem seitens ICP die Höhenkote  $\pm 0,00$  m üFP zugewiesen wurde. Die Lage des Festpunktes, der Kleinrammbohrungen und der schweren Rammsondierungen sind dem beigefügten Lageplan zu entnehmen (Anlage 6).

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurden im bodenmechanischen Labor an **-4-** charakteristischen Bodenproben die Körnungslinien durch kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse bzw. durch Nasssiebung gemäß DIN 18123 bestimmt (Anlage 3).

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurde **-1-** Mischprobe des aufgeschlossenen Erdreichs zur orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung nach LAGA<sup>1</sup> (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein übergeben. Der Prüfbericht Nr. 2678398 vom 22.09.2015 ist als Anlage 5.1 beigefügt.

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des Straßenaufbruchs aus dem vorhandenen Wirtschaftsweg wurden **-1-** Einzelprobe des entnommenen Bohrkerns im Bereich des Aufschlusses RB 11 (BK 3) sowie **-1-** Mischprobe aus den Bohrkernen der Aufschlüsse RB 8 und RB 10 (BK 1 und BK 2) auf den Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA) durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein analysiert. Der Prüfbericht Nr. 2676538 vom 21.09.2015 ist als Anlage 5.2 beigefügt.

Weiterhin wurden **-3-** Einzelproben der entnommenen Bodenproben (RB 1 / P 2, RB 3 / P 3 und RB 4 / P 2) auf den Gehalt an Arsen und Kupfer im Feststoff durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein analysiert. Die Analytik auf diese Schwermetalle erfolgte, da in Weinbaugebieten die Bodenbelastung von Kupfer und Arsen aufgrund früherer Verwendung entsprechender Präparate erhöht sein können. Der Prüfbericht Nr. 2663083 vom 08.09.2015 ist als Anlage 5.3 beigefügt.

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  nach DIN 1054:2010-12 ermittelt.

Der vorliegende geotechnische Bericht fasst die Ergebnisse der voran genannten Untersuchungen zusammen und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung.

---

<sup>1</sup> Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

## 2 Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Die Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse gehen aus nachfolgender Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Nivellement

<b>Nivellement</b>			
Projekt:	Entwicklung des Neubaugebiets „Weingärten aufm Sträßchen“ in der OG Trittenheim Höhenbezugspunkt: Kanaldeckel im Kreuzungsbereich „Stefan-Andres-Straße“ Höhenkote: ± 0,00 m üFP		
Datum:	14.09.2015		
<b>Kleinrammbohrung (RB) Schwere Rammsondierung (DPH)</b>	<b>Ansatzpunkt (AP) [m üFP]</b>	<b>Endteufe [m uAP]</b>	<b>Endteufe [m üFP]</b>
RB 1 / DPH 6	-1,43	2,60 / 3,10	-4,03 / -4,53
RB 2	--	2,60	--
RB 3 / DPH 5	1,70	2,10 / 2,50	-0,40 / -0,80
RB 4 / DPH 2	-0,12	2,50 / 2,90	-2,62 / -3,02
RB 5	--	2,60	--
RB 6	--	2,40	--
RB 7	--	2,50	--
RB 8 / DPH 1	-0,12	2,10 / 2,40	-2,22 / -2,52
RB 9 / DPH 3	1,01	2,10 / 2,80	-1,09 / -1,79
RB 10	0,43	2,50	-2,07
RB 11 / DPH 4	0,26	2,30 / 2,80	-2,04 / -2,54

Gemäß der geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1:300000 (herausgegeben vom Landesamt für Geologie und Bergbau, Rheinland-Pfalz) liegt das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich von Älteren Terrassen (Mittel-, Haupt- und Höhenterrassen) (T) und Niederterrassen (N) des Quartär zum Hunsrückschiefer i.e.S (dzH) des Devon / Unterdevon / Unterems.

Die Älteren Terrassen werden überwiegend aus z.T. lehmigem, sandigem Kies bis kiesigem Sand aufgebaut, während die Niederterrassen überwiegend aus geringmächtig mit Lehm überdecktem, sandigem Mittel- bis Grobkies aufgeschlossen wurden. Der Hunsrückschiefer wird aufgebaut aus Ton- und Siltstein mit geringmächtigen Einschaltungen von Sandstein.

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse lässt sich das nachfolgende, in Schichtglieder (SG) unterteilte Grundsatzprofil unterhalb der Oberbodendecke bzw. im Bereich des Wirtschaftsweges unterhalb des gebundenen Oberbaus ableiten:

**SG I: Auffüllungen (nur RB 8, RB 10 und RB 11 – Bereich Wirtschaftsweg)**

Kies, ± sandig, ± schluffig  
Bodengruppen: [GU], [GI] nach DIN 18196  
Lagerung: dicht bis sehr dicht  
Farbe: rotbraun, braunschwarz, grauschwarz, graubraun

**SG II: Decklehme**

Schluff, ± sandig, ± tonig, ± kiesig  
Sand, ± schluffig, ± kiesig, ± tonig  
Bodengruppen: UL, TL, SU\* nach DIN 18196  
Konsistenz: steif bis halbfest  
Farbe: braun

**SG III: Kiese / Sande**

Kies, ± sandig, ± schluffig  
Sand, ± kiesig, ± schluffig  
Bodengruppen: SU, GU, GU\* nach DIN 18196  
Konsistenz: steif-halbfest  
Farbe: dicht bis sehr dicht

Durch die im bodenmechanischen Labor an den charakteristischen Bodenproben ausgeführten Laborversuche wurden die Kenngrößen nach Tabelle 2 verifiziert.

Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (15.06.2015 und 14.09.2015) bei den Baugrundaufschlüssen bis zu den jeweiligen Endteufen der jeweiligen Bohrungen und Sondierungen nicht nachgewiesen werden.

Es ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst) gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.

In diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Staunässehorizonte auf Schichtlagen oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

Die im Zuge der punktuellen Erkundungsarbeiten mittels Kleinrammbohrung entnommenen Bodenproben waren allesamt organoleptisch unauffällig. Sollten im Zuge der Erdarbeiten Auffälligkeiten bei den Erdstoffen bezüglich Zusammensetzung, Färbung, Geruch usw. auftreten, so ist unverzüglich der Gutachter zur abfallrechtlichen Deklaration hinzuzuziehen.

Die charakteristischen Kenngrößen der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	<b>SG I Auffüllungen</b>	<b>SG II Decklehme</b>	<b>SG III Kiese / Sande</b>
Bodengruppe (DIN 18196)	[GU], [GI]	UL, TL, SU*	SU, GU, GU*
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	3	4, (2) <sup>+</sup>	3, 4, (2) <sup>+</sup>
Konsistenz / Lagerungsdichte	-- dicht bis sehr dicht	steif bis halbfest --	steif-halbfest dicht bis sehr dicht
Wichte (DIN 1055) [kN/m <sup>3</sup> ] cal $\gamma$ cal $\gamma'$	22,0 14,0	20,5 – 21,0 10,5 – 11,0	20,5 – 22,0 10,5 – 14,0
Reibungswinkel cal $\varphi'$ [Grad] (DIN 1055)	35,0	27,5	27,5 – 35,0
Kohäsion (DIN 1055) [kN/m <sup>2</sup> ] cal $c_u$ cal $c'$	-- --	15 – 40 2 – 5	0 – 40 0 – 5
Steifemodul cal $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	40 – 60	8 – 30	15 – 60
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 09	F1: (GI) F2 <sup>++</sup> (GU)	F3	F2 <sup>++</sup> (SU, GU) F3 (GU*)
Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] nach DIN 1054:2010-12	380 <sup>1)</sup>	SU*: 250 <sup>2)</sup> TL: 200 <sup>3)</sup> UL: 250 <sup>4)</sup>	SU, GU: 380 <sup>1)</sup> GU*: 250 <sup>2)</sup>
Durchlässigkeit $k_f$ [m/s] gemäß Literatur	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-9</sup> gefügeabhängig	10 <sup>-6</sup> – 10 <sup>-9</sup> gefügeabhängig	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-9</sup> gefügeabhängig

<sup>+</sup>) Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Wasserentzug lässt sie rasch austrocknen und schrumpfen, Wasserzufuhr und dynamische Belastung lässt sie in die Bodenklasse 2 übergehen.

<sup>++</sup>) Nur wenn  $\geq 5$  Gew.-% < 0,063 mm bei  $U \geq 15$  oder  $\geq 15$  Gew.-% < 0,063 mm bei  $U \leq 6$ , sonst zu F1 gehörend.

<sup>1)</sup> Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit  $b$  bzw.  $b' = 0,5$  m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m, bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Für andere Einbindetiefen gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.1. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden. Bei Anwendung der Werte nach Tabelle A 6.1 ist bei Fundamentbreiten bis 1,5 m mit Setzungen von etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten mit ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärkeren Setzungen zu rechnen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

<sup>2)</sup> Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit  $b$  bzw.  $b' = 0,5$  bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A. 6.6.

<sup>3)</sup> Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit  $b$  bzw.  $b' = 0,5$  bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A. 6.7.

<sup>4)</sup> Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit  $b$  bzw.  $b' = 0,5$  bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife bis halbfeste Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A. 6.5.

<sup>2-4)</sup> Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden. Die Anwendung der Werte der Tabellen A6.5, A 6.6 und A 6.7 kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

### 3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

#### 3.1 Allgemein

Bezüglich der Erdbebeneinwirkung gehört das Untersuchungsgebiet gemäß DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 zu keiner Erdbebenzone.

Der im Untersuchungsgebiet unterhalb der Oberbodendecke aufgeschlossene Untergrund setzt sich im Wesentlichen bis in Tiefen zwischen 0,70 m und 1,40 m uAP aus Decklehmen des Schichtgliedes SG I zusammen. Die feinkörnigen Böden der Bodengruppen UL, TL und SU\* nach DIN 18196 wurden in steifer bis halbfester Konsistenz aufgeschlossen, sie gehören zur Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09. Durchnässte, breiige Böden gehören nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 2.

Unterhalb der Decklehme wurden bis zu den jeweiligen Endteufen der Bohrungen mehr oder minder bindige Sande und Kiese der Bodengruppen SU, GU und GU\* nach DIN 18196 aufgeschlossen. Die Böden der Bodengruppen SU und GU gehören zur Bodenklasse 3 nach DIN 18300:2012-09, die Kiese mit erhöhtem Feinkornanteil der Bodengruppe GU\* sind in die Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09 einzuordnen. Die anstehenden Kiese und Sande wurden in dichter bis sehr dichter Lagerung bzw. in steif-halbfester Konsistenz aufgeschlossen.

Die im Bereich des Wirtschaftsweges aufgeschlossenen Auffüllungen unterhalb der Schwarzdecke (ungebundene Tragschicht aus Schotter und Lava) sind den Bodengruppen [GU] und [GI] nach DIN 18196 sowie der Bodenklasse 3 nach DIN 18300:2012-09 zugehörig. Sie wurden in dichter bis sehr dichter Lagerung aufgeschlossen. Die Mächtigkeit variiert zwischen ca. 0,30 m und 0,60 m.

Die grob- und gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen [GI], [GU]/GU und SU stellen ab mindestens mitteldichter Lagerung einen gut tragfähigen, unter statischen Belastungen im Allgemeinen nur zu geringen Setzungen neigenden Baugrund dar.

Die aufgeschlossenen bindigen Böden der Bodengruppen UL, TL, SU\* und GU\* sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., diese Schichten mit erhöhtem Feinkornanteil weichen bei Wasserzutritten bzw. Durchfeuchtung (z. B. durch Durchwalkungen während des Baubetriebes) rasch auf und verlieren so ihre in ungestörtem Zustand ab mindestens steifer Konsistenz befriedigenden bodenmechanischen Eigenschaften.

Ab mindestens steifer Konsistenz stellen die feinkörnigen Böden (Bodengruppen UL, TL, SU\* und GU\*) allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar. Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen kaum belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen.

### 3.2 Gründung von Gebäuden

Bei sämtlichen Gründungselementen ist zur Gewährleistung der Frostsicherheit eine Mindesteinbindetiefe von 80 cm zu gewährleisten. Generell ist auf ein einheitliches, ggf. zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

Für typische Gründungsarten, häufig vorkommende Bodenarten und Fundamentabmessungen – sogenannte Regelfälle – enthält DIN 1054:2010 Tabellenwerte für Bemessungswerte des Sohlwiderstands (Tabellen A 6.1 – A 6.8).

Die aufgeführten Werte gehen zurück auf Grundbruch- und Setzungsberechnungen, so dass für Regelfälle auf die Nachweise für die Grenzzustände Grundbruch (GEO-2), Gleiten (GEO-2) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS) verzichtet werden kann. Da das Regelfallverfahren ein vereinfachter Nachweis ist, muss vor jeder Bemessung sorgfältig geprüft werden, ob die in der DIN 1054:2010 angeführten Anwendungsgrenzen eingehalten sind. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, oder werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstands überschritten, sind die o.g. Nachweise alle zu führen.

Als eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung der Tabellenwerte gilt eine ausreichende Festigkeit des Baugrunds in einer Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite, mindestens aber 2,0 m entspricht. Bei nichtbindigen Böden wird dies durch die in Tabelle A 6.3 von DIN 1054 angegebenen Werte für die Lagerungsdichte, den Verdichtungsgrad und den Spitzenwiderstand der Drucksonde nachgewiesen. Bei bindigen Böden muss eine mindestens steife Konsistenz bzw. eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens 120 kN/m<sup>2</sup> ermittelt worden sein.

Die auf der Grundlage der Tabelle A 6.1 für nichtbindige Böden bemessenen Fundamente können sich bei Fundamentbreiten bis 1,50 m um etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärker setzen. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.5 bis A 6.8 für bindigen Boden kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Liegt ein Regelfall nicht vor, oder sollen die in DIN 1054:2010 angegebenen Werte überschritten werden, so ist der Nachweis zu führen, dass die zu erwartenden Setzungen für das Gebäude unschädlich sind und die Grundbruchsicherheit gewährleistet ist.

Als Hilfskriterium zur Beurteilung einer durchgängig ausreichenden Festigkeit des Baugrunds wurde der Sondierwiderstand  $N_{10}$  (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei ist bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) erfahrungsgemäß folgende Mindestanforderung an die Schlagzahlen zu stellen:

<b>Schwere Rammsonde:</b>	<b>steife Konsistenz:</b>	<b>Schlagzahlen <math>N_{10} \geq 5 \pm 1</math></b>
	<b>mitteldichte Lagerung:</b>	<b>Schlagzahlen <math>N_{10} \geq 4 \pm 1</math></b>

Nach Auswertung der Ergebnisse der 6 niedergebrachten Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 6) ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 3 dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steifer Konsistenz (bis zur Endteufe der ausgeführten Sondierungen).

Tabelle 3: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig ausreichender Festigkeit

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit Kote [m ü FP]
DPH 1	0,10	ca. -0,2
DPH 2	0,80	ca. -0,9
DPH 3	0,50	ca. 0,5
DPH 4	1,10	ca. -0,9
DPH 5	0,30	ca. 1,4
DPH 6	0,40	ca. -1,5

Zur Möglichkeit der Begrenzung der zulässigen Setzungen wurde auf die Prüfung zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens verzichtet und zur Ausarbeitung des nachfolgenden Gründungsvorschlags orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 ausgeführt (siehe Kapitel 4.2). Häufig führen die Einzelnachweise auch zu wirtschaftlicheren Fundamenten.

**Aufgrund der lokalen geologischen Verhältnisse sind Bauvorhaben im Untersuchungsgebiet mindestens in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen. Für derartige Baumaßnahmen fordert die DIN 1054 ein einzelfallbezogenes Baugrundgutachten sowie den rechnerischen Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.**

**Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist jedoch die Gründung der Gebäude bei „normalem“ Verformungsanspruch als Flachgründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten grundsätzlich möglich, sofern die Fundamente ggfs. über die Frostgrenze hinaus bis zu den tragfähigen Schichten (Tiefenlage nach Tabelle 3, z.B. bei DPH 4 – 1,10 m) tiefergeführt werden.**

Zur Abschätzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstands in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen bzw. der Fundamentbreite unter Berücksichtigung des Setzungsverhaltens wurden nachfolgend orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 für die ständige Bemessungssituation (BS-P) nach EC 7 durchgeführt.

Allgemein gilt: Sollten während der Aushubarbeiten Bereiche aufgeschlossen werden, in denen in Höhe der Fundamentsohlen Böden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen (bindige Böden von weicher Konsistenz sowie aufgeweichte, nichtbindige Böden), sind die Fundamente bis zum Erreichen der ausreichend tragfähigen Schichten (bindige Böden von mindestens steifer Konsistenz oder nichtbindige Böden von mitteldichter Lagerung) mittels Füllbeton tieferzuführen, oder es ist ein Gründungspolster unterhalb der Fundamentsohlen einzubauen. Auf Grundlage der derzeitigen Aufschlussergebnisse ist davon auszugehen, dass einzelne Fundamente tiefergeführt werden müssen.

Die Gründungsaufstandsflächen sind vor dem Einbringen des Fundamentbetons gründlich nachzuverdichten.

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir bei Gründung mittels Streifenfundamenten eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (Stärke ca. 5 – 10 cm) unverzüglich nach Aushub und Abnahme der Fundamentgräben einzubauen.

Als Berechnungsgrundlage wurde **exemplarisch** die Kleinrammbohrung RB 5 herangezogen. Die Gründungshöhe (UK Bodenplatte EG) wurde auf der derzeitigen Geländehöhe angenommen. Für nicht unterkellerte Gebäude wurde für den Aufschlussbereich RB 5 von einer Einbindetiefe der Fundamente von 0,80 m ausgegangen. Für unterkellerte Gebäude wurde die Oberkante der Fundamente auf der Höhenkote 2,80 m unter Geländeoberkante, bei einer Fundamentstärke von 0,50 m angesetzt.

Horizontallasten und Momente wurden nicht berücksichtigt. Die Vertikallasten sind zentrisch am Fundament angreifend zu verstehen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 zur abschätzenden Dimensionierung der Streifenfundamente aufgeführt. Die Details und Berechnungsgrundlagen sind der Anlage 4 zu entnehmen und zu beachten!

In Abhängigkeit von der maßgebenden Linienlast können den Diagrammen die bei der jeweils vorgegebenen Fundamenteinbindetiefe erforderlichen Fundamentabmessungen entnommen werden. Maßgebende Kriterien sind hierbei

- die Gewährleistung der geforderten Grundbruchsicherheit sowie
- die Begrenzung der unter der maßgebenden Belastung zu erwartenden Fundamentsetzungen auf ein für die aufgehende Bauwerkskonstruktion als noch verträglich zu beurteilendes Höchstmaß. Neben den Absolutsetzungen der Fundamente sind hierbei insbesondere die zu erwartenden Setzungsdifferenzen benachbarter Fundamente maßgebend.

In den Tabellen 4 und 5 sind aus den Berechnungen ausgewählte Fundamente exemplarisch aufgeführt. Die zu erwartenden Setzungen, die rechnerisch zulässigen Streifenlasten und die rechnerisch zulässigen Bemessungswerte des Sohlwiderstands sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Es wurde dabei eine Begrenzung der Absolutsetzungen auf 2,00 cm angenommen.

### nicht unterkellerte Gebäude:

#### Streifenfundamente

Tabelle 4: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente;

Einbindetiefe  $t = 0,80$  m; Berechnungsgrundlage RB 5

Annahme: Fundamentsohle in Böden von mind. steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung

Fundamentbreite b / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Streifenlast <sup>*)</sup> $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m <sup>2</sup> ]	Rechnerische Setzung ca. [cm]	Bettungsmodul ca. [MN/m <sup>3</sup> ]
0,4 / 0,8	103,8	259,5	1,05	17,5
0,6 / 0,8	153,4	255,6	1,27	14,3
0,8 / 0,8	215,3	269,1	1,55	12,3

\*) in der Fundamentsohle

### unterkellerte Gebäude:

#### Streifenfundamente

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse für lotrecht mittig belastete Streifenfundamente;

Einbindetiefe  $t = 0,50$  m; Berechnungsgrundlage RB 5

Annahme: Fundamentsohle in Böden von mind. steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung

Fundamentbreite b / Einbindetiefe t [m]	Aufnehmbare Streifenlast <sup>*)</sup> $R_{n,d}$ ca. [kN/m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ca. [kN/m <sup>2</sup> ]	Rechnerische Setzung ca. [cm]	Bettungsmodul ca. [MN/m <sup>3</sup> ]
0,4 / 0,5	70,3	175,8	0,36	35,2
0,6 / 0,5	113,9	189,8	0,53	25,5
0,8 / 0,5	161,9	202,3	0,71	20,4

\*) in der Fundamentsohle

Die Fundamentdiagramme sind als Anlage 4 beigelegt. Für andere Fundamentabmessungen und Belastungen können die zu erwartenden Setzungen den Fundamentdiagrammen entnommen werden.

#### Hinweis:

Die orientierenden Fundamentberechnungen gelten nur für die angegebene Einbindetiefe und Gründungshöhe. Sofern andere Einbindetiefen gewählt werden oder die Gründungshöhe geändert wird, sind Neuberechnungen erforderlich.

Da zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch keine Planung der Gebäude vorlag, blieben Horizontalkräfte und Momente unberücksichtigt. Beim Auftreten von Horizontalkräften und Momenten auf die Fundamente sind nach Vorlage der entsprechenden Werte ebenso Neuberechnungen erforderlich.

### **Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung**

Bei jeder Art von Gründung sind die Gründungsaufstandsflächen vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons nachzuverdichten. Aufgeweichte bzw. durchnässte Partien von breiig-weicher Konsistenz im Bereich der Gründungssohlen sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen.

Die dauerhafte Entwässerung des jeweiligen Arbeitsplanums ist während der gesamten Bauphase sicherzustellen.

**Die Gründungssohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.**

### **3.3 Leitungsgräben**

**Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse muss davon ausgegangen werden, dass die entsprechenden Gräben von Versorgungsleitungen je nach Tiefenlage nicht durchweg standfest sind. Es ist daher ein verformungsarmer Verbau auszuführen, welcher unter Berücksichtigung der erdstatischen Parameter der Tabelle 2 für den Erdruhedruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden ist (siehe auch Abschnitt 4.1).**

Es können z. B. gleitschienengeführte Verbauplatten oder großformatige Verbaufeln Verwendung finden. Verschiedene Herstellerfirmen bieten für unterschiedliche Grabentiefen und Anwendungsbereiche entsprechende Gleitschienensysteme an, so dass eine Vielzahl von Kombinationen der Einzelelemente möglich ist.

In der verbauten Baugrube gegebenenfalls anfallendes Grund-, Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** (z.B. einem Draingraben mit Pumpensumpf) ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Kanalgraben abzuleiten. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten. Bei einem stärkeren Wasserzufluss ist der Grabenverbau so zu wählen, dass sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser ausgeschwemmt wird, da dies zu Sackungen und Setzungen führen kann. Lücken im Verbau (z. B. im Bereich von Hausanschlüssen) sind mittels geeigneter Maßnahmen zu sichern.

**Zur Herstellung der Leitungsgräben ist die DIN 4124 zu beachten! Für die weitere Planung und Ausführung ist die DIN EN 1610 mit ATV, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen sowie das Regelwerk ATV-DVWK-A139, Einbau und Prüfung von Kanälen zu beachten.**

## 4 Erdbautechnische Hinweise

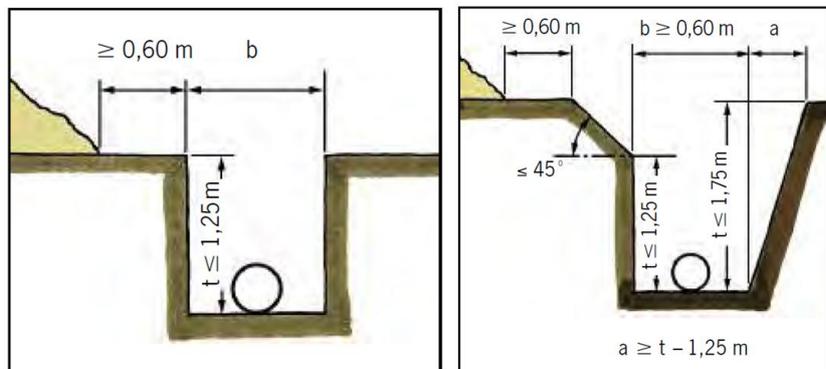
### 4.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

Grundsätzlich ist bei Aushubarbeiten die DIN 4124 zu beachten. Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind.

#### Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände

Diese können bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von 1,25 m hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche die folgenden Höchstwerte für die Neigung einhält:

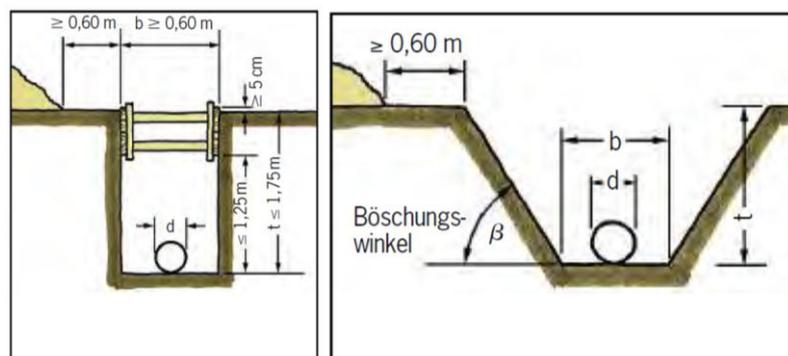
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



In mindestens steifen bindigen Böden sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböscht wird und die anschließende Geländeneigung nicht mehr als 1:10 beträgt.

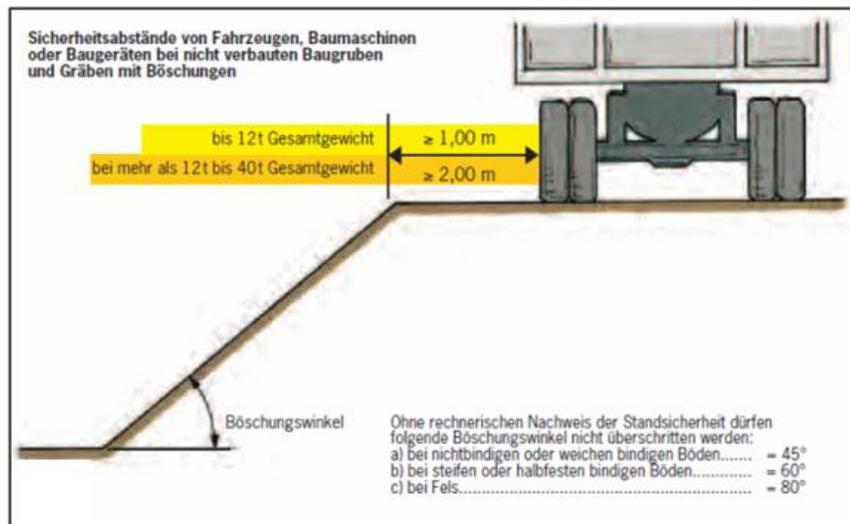
#### Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

Diese müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften der zu böschenden Böden und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nichtbindige Böden	≤ 45°
bindige Böden	≤ 45° bei weicher Konsistenz ≤ 60° bei mindestens steifer Konsistenz
Festgestein (Fels)	≤ 80°



### Verbau

Sind die Platzverhältnisse für die Herstellung einer entsprechend den obigen Angaben geböschten Baugrube nicht ausreichend, oder befindet sich die Baugrube im Einflussbereich bestehender Bebauung, so ist die Baugrube durch einen ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern.

Die Standsicherheit des Verbaus muss in jedem Bauzustand bis zum Erreichen der endgültigen Aushubsole und des Rückbaus bis zur vollständigen Verfüllung des Grabens bzw. Arbeitsraumes sichergestellt sein.

Der Verbau muss für die höchsten zu erwartenden Belastungen in ungünstigster Stellung bemessen sein. Hierbei sind insbesondere zusätzliche Belastungen durch Bagger, Hebezeuge, Lagerstoffe usw. zu berücksichtigen.

Alle Teile des Verbaus müssen während der Bauausführung regelmäßig überprüft, nötigenfalls instand gesetzt und verstärkt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regenfällen, bei einsetzendem Tauwetter sowie bei wesentlichen Änderungen der Belastung.

Werden beim Baugrubenaushub Böden unterschiedlicher Bodengruppen oder steife und weiche Partien in Wechsellagerung angeschnitten, so ist über die gesamte Böschungshöhe der zulässige Neigungswinkel des ungünstigsten Schichtpakets auszuführen (d. h. ≤ 45°).

Die angegebenen zulässigen Böschungswinkel gelten nur für Regelfälle. Geringere Böschungsneigungen sind vorzusehen **und nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen**, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Dies gilt beispielsweise bei

- Schichtwassereinflüssen, Anschnitt von Staunässehorizonten,
- Böschungen von mehr als 5 m Höhe,
- Baumaschinen oder Baugeräten bis einschließlich 12 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 1 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Baumaschinen oder Baugeräten von mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 2 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Steigung des an die Böschungskante anschließenden Geländes von mehr als 1:10.

Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder dergleichen ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen. In der Baugrube gegebenenfalls anfallendes Schichtwasser ist zusammen mit zufließendem Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe) ordnungsgemäß zu fassen und dauerhaft abzuleiten.



Gegebenenfalls anfallendes Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Baufeld abzuleiten. Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen.

### Hinweis

Die im Abschnitt 4.1 „Baugruben und Gräben, Wasserhaltung“ verwendeten Graphiken wurden der Info-CD-ROM BG Bau 2012 der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen.

## 4.2 Grabenverfüllung

In den ZTV A-StB 12 und in den ZTV E-StB 09 wird im Graben unterschieden zwischen der „Leitungszone“ und der „Verfüllzone“. Die Leitungszone umfasst den Bereich unter und neben dem Rohr sowie bis zu 30 cm über dem Rohrscheitel. In dieser Zone sind Verfüllmaterialien nach den Vorschriften der Veranlasser, d. h. in der Regel der Leitungsbetreiber, zu verwenden.

Gemäß ZTV E-StB 09 sollte hier grobkörniger Boden bis zu einem Größtkorn von 22 mm eingesetzt werden. Darüber hinaus sind ebenfalls die Vorgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Wegen der beengten Platzverhältnisse und um eine Beschädigung der Leitung zu vermeiden, sollten sowohl in der Leitungszone als auch im Bereich der Verfüllzone bis rund 1,0 m über Rohrscheitel nur leichte Verdichtungsgeräte eingesetzt werden.

Sollen in der über der Leitungszone liegenden Verfüllzone fein- und gemischtkörnige Böden verwendet werden, muss der Einbauwassergehalt nach ZTV A-StB 12 im Bereich von  $0,9 \cdot w_{Pr} \leq w \leq 1,1 \cdot w_{Pr}$  liegen. Der optimale Wassergehalt ist durch Proctorversuche gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren.

Die aufgeschlossenen Lockergesteinsböden der Bodengruppen UL, TL, SU\*, GU\*, SU und GU sind in Abhängigkeit ihres Feinkorngehalts als mäßig bis stark wasserempfindlich einzustufen. Die Böden, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind mit Planen oder Folien gegen Durchfeuchtung oder Austrocknung zu schützen.

Bindige aufgeweichte Böden, die höchstens eine weiche Konsistenz aufweisen, sind nicht verdichtbar und dürfen als Kanalraumverfüllung nicht eingebaut werden, da dies z. B. im späteren Straßenkörper zu Setzungen und somit zu Straßenschäden führen wird.

Der Wiedereinbau solcher Böden ist nur bei Einsatz von Weißfeinkalk oder hydraulischen Mischbindern zur Reduzierung der Wassergehalte und zur Verbesserung der Verdichtungswilligkeit der Böden möglich. Erfahrungsgemäß ist hierbei von einem Bedarf an Weißfeinkalk oder Mischbinder von ca. 2,0 bis 3,5 M.- % bzw. 40 bis 70 kg/m<sup>3</sup> (bei weicher Konsistenz des Erdstoffes) auszugehen.

Gemäß den Richtlinien der ZTV E StB 09 werden an die Verfüllung von Leitungsgräben in Abhängigkeit von der Bodenart (Bodengruppe nach DIN 18196) die in nachfolgender Abbildung 1 angegebenen Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades  $D_{Pr}$  in den jeweiligen Tiefenbereichen gestellt:

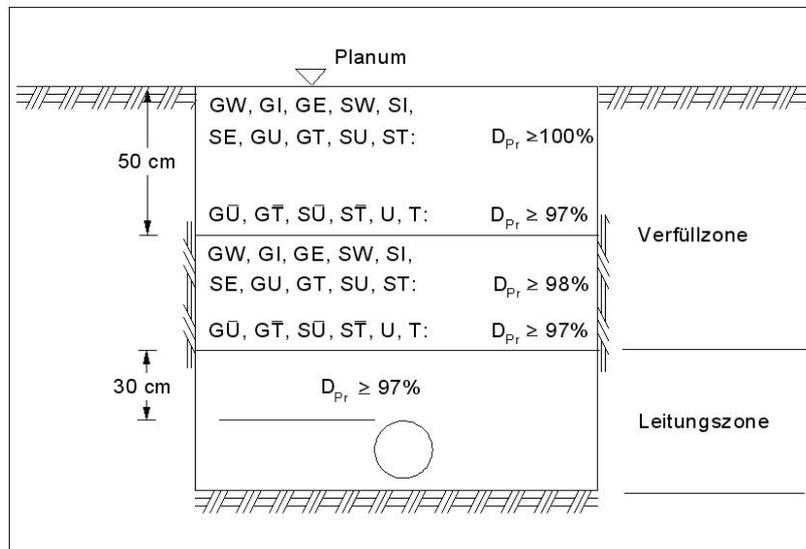


Abb. 1: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 09

Wird der Kanalgraben mit grobkörnigem Ersatzmaterial verfüllt, empfiehlt es sich, im Abstand von rund 30 m Querschlüge aus Beton/Lehm/Ton einzubauen. Diese verhindern eine Dränwirkung des grobkörnigen Verfüllmaterials.

Auf dem Planum, d.h. der Verfüllzone, ist ein Verformungsmodul von mindestens 45 MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

**Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren!**

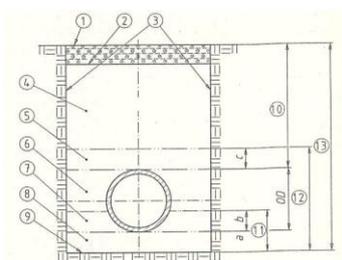
### 4.3 Rohr- und Schachtgründung

Eine Rohrbettung in den Lockergesteinsböden der Schichtglieder SG I und SG II (Bodengruppen UL, TL, SU\*, GU\*, SU und GU) kann bei mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung grundsätzlich ohne zusätzliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen erfolgen.

Nasse bzw. durchweichte Gründungsbereiche sind mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 bis 40 cm gegen geeignetes Austauschmaterial (z. B. Sandsteinbruch oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW, im Bereich der Leitungszone maximal 22 mm Größtkorn gemäß ZTV E-StB 09) auszutauschen. Kann die Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Erdreich nicht gewährleistet werden, ist der Austauschkörper in ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ ) einzuschlagen oder durch Magerbeton zu ersetzen. Alternativ zum Bodenaustausch kann eine 10 cm mächtige Magerbetonschicht hergestellt werden. Das Rohrauflager ist nachzuverdichten. Die Ausbildung (Auflagerwinkel) ist entsprechend den Anforderungen des Rohrtyps zu wählen. Die Verlegehinweise und Richtlinien, insbesondere die statische Berechnung des Rohrherstellers sind zu beachten.

Bei der Rohrbettung ist auf die Steinfreiheit des Bettungsmaterials zu achten.

Die Dicke der unteren Bettungsschicht a und der Abdeckung c ergibt sich gemäß DIN EN 1610 wie folgt:



$a \geq 100 \text{ mm}$  bei normalen  
Bodenverhältnissen

bzw.

$a \geq 150 \text{ mm}$  bei Fels oder  
Böden fester Konsistenz

$c \geq 100 \text{ mm}$  über Verbin-  
dung

bzw.

$c \geq 150 \text{ mm}$  über Rohr-  
schaft

Die Dicke der oberen Bettungsschicht b orientiert sich am Außendurchmesser OD und muss der statischen Berechnung entsprechen.

Schachtbauwerke sollten generell auf einer Ausgleichsschicht (verdichteter Schotter 0/56, mindestens 0,2 m mächtig) bzw. Magerbeton gegründet werden.

#### 4.4 Anordnung von Sperrriegeln

Bei Wasserzutritten in Leitungsgräben müssen Maßnahmen vorgesehen werden, um die dränierende Wirkung des Rohraufagers, der Leitungszone und der Kanalgrabenverfüllung zu unterbinden.

In solchen Bereichen sind Sperrriegel aus Beton oder bindigem Material anzuordnen. Sie müssen die Rohraufagerschicht, die Leitungszone und die durchlässige Kanalgrabenverfüllung vollständig durchtrennen und an der Grabensohle sowie den Flanken in den anstehenden Boden einbinden.

Verlegte Drainagen zur Wasserhaltung während des Bauzustandes müssen auch durch die Sperrriegel unterbrochen werden.

#### 4.5 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Die Aushubböden der Bodengruppen SU und GU sind **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung sowie zur Geländeauffüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 09 geeignet.

Die gewonnenen Erdstoffe der Bodengruppen SU\*, GU\*, UL, und TL können erfahrungsgemäß nur **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell bis  $\approx 0,50$  m unter Planum entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 09 für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung verwendet werden. Diese bindigen Böden sind aufgrund ihres Feinkorngehalts als stark wasserempfindlich einzustufen und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs optimal verdichtbar (steif-halbfeste Konsistenz,  $I_c \approx 1$ ).

Bindige Böden von breiig-weicher Konsistenz sowie aufgeweichte oder durchnässte nichtbindige Böden sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden, da dies langfristig zu Setzungen führen wird. Der Wiedereinbau bindiger Aushubböden von weicher Konsistenz ist grundsätzlich nur nach entsprechender Konditionierung mit Kalk bzw. Kalk-Zement-Mischbindern zur Reduzierung des Wassergehalts möglich. Die sachgerechte Verdichtung erfordert auch bei günstigen Einbauwassergehalten den Einsatz geeigneter, auf die stark bindige Ausbildung der Böden abgestimmter Gerätschaften (z. B. Schafffußwalze, abschließende Übergänge mit Glattmantelwalze).

Aushubböden mit verdichtungsfähigem Wassergehalt, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Planen oder Folien, Zwischenlagerung auf abgewalzten Halden) gegen Witterungseinflüsse (Durchfeuchtung oder Austrocknung) zu schützen. Der Wiedereinbau von Aushubböden muss generell lagenweise erfolgen. Dabei sollte die Schütthöhe nicht größer als 0,30 m sein.

**Im Bereich angrenzender Bebauung ist mit statisch wirkenden Verdichtungsgeräten zu arbeiten. Die Grundsätze und Vorgaben der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ sind zu beachten.**

### **Hinweis**

**Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Um Aufschluss über die Verwertungsmöglichkeiten geben zu können, wurde eine orientierende Deklarationsanalyse nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 ausgeführt (siehe Kapitel 8).**

## **5 Gebäudeabdichtung**

Hochwertig genutzte, in das Erdreich einbindende Gebäudeteile (z. B. Kellerräume) müssen dauerhaft gegen Feuchtigkeit aus dem Erdreich geschützt sein. Die Anforderungen an die Abdichtung richten sich nach der Feuchtebelastung. Mit der im August 2000 veröffentlichten Fassung der DIN 18195 ist eine Einstufung der Lastfälle der Feuchtebelastung erfolgt. Unterschieden wird zwischen Bodenfeuchtigkeit, nichtstauendem Sickerwasser, vorübergehend aufstauendem Sickerwasser und drückendem Wasser. Mit Bodenfeuchte ist jedoch immer zu rechnen.

Der Ansatz des Lastfalls „Bodenfeuchte“ setzt nach DIN 18195, Teil 4 eine sehr gute Durchlässigkeit ( $k_f > 10^{-4}$  m/s) des anstehenden Bodens und der Arbeitsraumverfüllung voraus.

Bei den in die gemischt- und feinkörnigen Böden ( $k_f < 10^{-4}$  m/s) einbindenden Gebäudeteilen besteht die Gefahr des sog. „Badewanneneffekts“, d. h., versickerndes Niederschlagswasser staut sich im verfüllten Arbeitsraum ein und kann nicht abfließen. In derartigen Fällen sind im Regelfall Abdichtungen nach DIN 18195, Teil 6 erforderlich.

Wird ein Aufstauen von Sickerwasser im verfüllten Arbeitsraum durch eine Dränung nach DIN 4095, deren Funktionsfähigkeit auf Dauer sichergestellt ist, verhindert, können Sohle und Außenwände des Erdgeschosses auch in Böden mit  $k_f \leq 10^{-4}$  m/s nach DIN 18195, Teil 4 unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise abgedichtet werden:

Die Abdichtung muss planmäßig bis 30 cm über Gelände hochgeführt werden, um ausreichende Anpassungsmöglichkeiten der Geländeoberfläche sicherzustellen. Im Endzustand darf dieser Wert das Maß von 15 cm nicht unterschreiten. Ist dies im Einzelfall nicht möglich (z. B. Hauseingänge), sind dort besondere Maßnahmen gegen das Eindringen von Wasser oder das Hinterlaufen der Abdichtung einzuplanen.

Zur Vermeidung von Gebäudeschäden infolge von Durchfeuchtung bzw. Vernässung sind darüber hinaus bei allen Gebäudeteilen die üblichen Abdichtungsmaßnahmen gemäß DIN 18195, Teil 4 zu beachten (Schutz von Außen- und Innenwänden gegen aufsteigende Feuchtigkeit durch mindestens eine waagerechte Abdichtung (Querschnittsabdichtung) u.a.m.).

Die Bodenplatte ist grundsätzlich gegen aufsteigende Feuchtigkeit nach DIN 18195, Teil 4, Abs. 7.4 abzudichten. Als Untergrund für die Abdichtungen ist eine Betonschicht oder ein gleichwertiger standfester Untergrund erforderlich. Die fertig gestellten Abdichtungen sind vor mechanischen Beschädigungen zu schützen, z. B. durch Schutzschichten nach DIN 18195, Teil 10.

Für die Dränanlage unter Bodenplatten ist die DIN 4095 zu beachten. Gemäß DIN 4095 ist bei Flächen über 200 m<sup>2</sup> ein Flächendrän zu planen, der über Drainageleitungen entwässert wird. Bei Flächen bis 200 m<sup>2</sup> darf eine Flächendrängeschicht ohne Dränleitungen zur Ausführung kommen, wenn die Entwässerung sichergestellt ist, z. B. durch Durchbrüche in den Streifenfundamenten bzw. Betonschürzen.

Die Flächendränge vor Wänden, die in das Erdreich einbinden (z. B. Dränplatten aus bituminös verklebten Polystyrolkugeln oder Dränmatten aus Kunststoff-Noppenbahnen) und die Ringdränge am Fundament sind in entsprechender Qualität auszuführen. Dazu gehören auch: Sicherstellung einer funktionsfähigen Vorflut, Herstellung von Kontrollschächten in ausreichender Zahl und jährliche Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Dränung.

Zur Ableitung kapillar aufsteigender Wässer ist unter der Bodenplatte eine kapillARBrechende Schicht vorzusehen (z. B.  $\geq 15$  cm Kies/Schotter 8/16 DIN EN 12620).

Zwischen anstehendem Untergrund und Kapillarschicht ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 anzuordnen.

## 6 Versickerungseignung der anstehenden Böden

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der *Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers* und der *Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung)*. Die andere besteht aus Bodeneigenschaften, wie dem Zusammenhang zwischen *Wasserspannung* einerseits, *Wasserleitfähigkeit* und *Wassergehalt* andererseits und dazu dem *Infiltrationsvermögen*. Des Weiteren spielen die *Tiefe der Grundwasseroberfläche* und die *Topographie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren  $k_f$ -Werte im Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegen (Flächenversickerung  $2 \cdot 10^{-5}$  m/s).

Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m bis 0,5 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle der Muldenfläche sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

Nach Angaben von Herrn Bruch, igr AG ist beabsichtigt, im südöstlichen Bereich des Baugebiets ein Versickerungsbecken anzulegen. In diesem Bereich liegen die Aufschlüsse RB 5 und RB 8. Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse stehen unterhalb der Decklehme (SG I) schwach schluffige bis schluffige Kiese (SG II) der Bodengruppen GU und GU\* in sehr dichter Lagerung an.

### **Versickerung in den Kiesen des Schichtgliedes SG II:**

Grundsätzlich können zur näherungsweisen Ermittlung der charakteristischen Durchlässigkeit der anstehenden Böden des Schichtgliedes SG II die Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 mittels kombinierter Sieb-/Schlammanalyse bestimmt werden um über die Sieblinien auf die kf-Werte über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLET/PAQUANT zu schließen. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass bei sehr dicht gelagerten Böden diese im Labor ermittelten kf-Werte eine wesentlich höhere Durchlässigkeit vortäuschen, als sie in der Realität vorhanden ist. Aus diesem Grund wurde auf die Bestimmung nach diesem Verfahren verzichtet.

Allgemein kann je nach Feinkorngehalt der Kiese von einer Durchlässigkeit zwischen  $10^{-5}$  und  $10^{-7}$  m/s ausgegangen werden.

Da das DWA-A 138 Regelwerk (Ausgabe April 2005) eine Mindestdurchlässigkeit für gezielte Regenwasserversickerungen von  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s angibt, liegen die anstehenden gemischtkörnigen Lockergesteinsböden im Grenzbereich der Zulässigkeit für eine Versickerung nach diesem Regelwerk.

Wir empfehlen daher, im Bereich der geplanten Versickerungsanlagen bei entsprechender Planungsreife eine detaillierte Untersuchung zur Ermittlung des Bemessungs-kf-Wertes zu veranlassen.

Für die detaillierte Untersuchung empfehlen wir zum einen Feldversuche mittels Doppelringinfiltrometer nach DIN 19682-7 (instationäres Verfahren) oder Versickerungsversuche / Auffüllversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) sowie ergänzende Versuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit nach DIN 18130 im Labor an entnommenen Bodenproben nach Ermittlung der Dichte des Bodens nach DIN 18125 und zugehörigem Proctorversuch nach DIN 18127 auszuführen.

Sofern sich bei natürlicher Lagerung zu geringe Durchlässigkeiten abzeichnen, ist ggfs. eine Auflockerung der anstehenden Böden zielführend. Diese Auflockerung kann ebenfalls mittels Versuchen nach DIN 18130 im Labor simuliert werden, in dem das Bodenmaterial mit geringerer Dichte in den Versuchszylinder eingebracht wird.

## 7 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen

### 7.1 Erdplanum

Bei Erdarbeiten im Bereich von Verkehrswegen müssen die in der ZTV E-StB 09, Tabelle 2 genannten, bodenartspezifischen Verdichtungsanforderungen eingehalten werden. Es gelten somit folgende Verdichtungsanforderungen:

#### bindige Böden:

**Verdichtungsgrad  $D_{PR} \geq 97\%$**

**Luftporengehalt  $n_a \leq 12\%$**

Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten

#### nichtbindige Böden

**Verdichtungsgrad  $D_{PR} \geq 100\%$**

Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten

**Verdichtungsgrad  $D_{PR} \geq 98\%$**

1,0 m unter Planum bis Dammsohle

Gleichermaßen muss entsprechend den allgemeinen Richtlinien auf dem Planum von Verkehrswegen bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul  **$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$**  dauerhaft erreicht werden.

Im Bereich des Erdplanums sind überwiegend Böden der Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09 zu bearbeiten. Basierend auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden muss davon ausgegangen werden, dass die überwiegend anstehenden Schluffe die Tragfähigkeitsanforderung  **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$**  selbst bei optimalen Wassergehalten (erdfeuchter Zustand, mindestens steife Konsistenz) und ordnungsgemäßer Verdichtung nicht bzw. nicht dauerhaft erfüllen. Vielmehr sind auch bei optimalen Witterungsbedingungen und fachgerechter Bauausführung lediglich erzielbare Tragfähigkeiten in der Größenordnung  $E_{v2} \approx 30 \text{ MPa}$  (- 35 MPa) zu erwarten.

Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 genügenden Erdplanums sollte aus diesem Grund im Rahmen der Ausschreibung ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material (z. B. gebrochenes Hartgestein der Lieferkörnung 0/56) oder eine Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel vorgesehen werden. Kann auf dem anstehenden, unverbesserten Erdplanum eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} \approx 30 \text{ MPa}$  nachgewiesen werden, so ist basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTVE) von einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von **ca. 25-30 cm** zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  auszugehen.

Der Bodenaustausch ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ ) vom anstehenden Untergrund zu trennen. Falls keine Austauschmaßnahme notwendig sein sollte, ist dennoch die Frostschutzschicht durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 vom anstehenden Erdreich zu trennen, wenn die Filterstabilität nicht gewährleistet werden kann.

Bei einer Bodenverbesserung ist von einer erforderlichen **Einfrästiefe von 40 cm** auszugehen. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen!

Sollten Bereiche mit lediglich weicher Bodenkonsistenz angetroffen werden, ist in diesen Bereichen ggfs. eine zweilagige Bodenverbesserung erforderlich, da bei zu gering tragfähigen (plastischen) Untergrundverhältnissen die ordnungsgemäße Verdichtung der Schluslage nicht gewährleistet werden kann.

Grundsätzlich ist es jedoch zu empfehlen, die erreichbaren Tragfähigkeiten zu Beginn der Baumaßnahme mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 auf entsprechend angelegten Testfeldern (nachverdichtetes Planum) zu überprüfen, um gegebenenfalls lokal erforderlich werdende zusätzliche Maßnahmen festlegen zu können. Da die Verdichtbarkeit der anstehenden Böden wesentlich von ihrem Wassergehalt abhängt, ist das Erfordernis derartiger Zusatzmaßnahmen generell stark witterungsabhängig.

Das Erdplanum ist generell mit ausreichendem Längs- bzw. Quergefälle entsprechend den Empfehlungen der ZTV E-StB 09 herzustellen, und es ist auf eine ausreichende Drainage- bzw. Entwässerungsmöglichkeit zu achten

## 7.2 Straßenoberbau

Für den frostsicheren Oberbau sind die *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen* (RStO 12) zugrunde zu legen. Lokal zu erwartende besondere Beanspruchungen (z. B. Schwerverkehr) sind bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Für die Verkehrsflächen im Erschließungsgebiet schlagen wir die Einstufung in die typische Entwurfssituation „Wohnstraße“ nach RASt und somit in die Straßenkategorie Erschließungsstraße ES V vor. Ausgehend von dieser Straßenkategorie sind die Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 zugehörig. Wir empfehlen eine Einstufung in die Belastungsklasse Bk1,0.

Als Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus sieht die RStO 12 bei den in Planumshöhe anstehenden F3-Böden eine Stärke von 60 cm für die Belastungsklasse Bk1,0 vor.

Als **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus** schlagen wir somit bei Einstufung der Verkehrsflächen in die Belastungsklasse Bk1,0 sowie aufgrund der Lage des Projektgebietes in der **Frost-einwirkungszone I**, in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 12 für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 vor:

**Belastungsklasse Bk1,0: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus: 60 cm**

Der Oberbau ist gemäß den standardisierten Ausbauvarianten der RStO 12 bzw. in Anlehnung daran herzustellen.

Gemäß den standardisierten Ausbauvarianten für Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F3-Untergrund/Unterbau ergibt sich gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 in Verbindung mit RStO 12, Tabelle 8 beispielsweise folgender Regelaufbau für die **Belastungsklasse Bk1,0** auf F3-Untergrund:

**Belastungsklasse Bk1,0: 60cm**

**4 cm Asphaltdecke**

**14 cm Asphalttragschicht**

**42 cm Frostschuttschicht**

$E_{V2} \geq 120 \text{ MPa}$ ,  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$  ( $D_{Pr} \geq 103 \%$ )

**Erdplanum**

$E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$ ,  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Sofern die Tragfähigkeitsanforderung  $E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$  auf den in Planumshöhe anstehenden Böden nicht erreicht wird und, wie in Kapitel 7.1 dargelegt ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung ausgeführt wird, kann gemäß Tabelle 6 der RStO 12 die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm auf 50 cm für die Belastungsklasse Bk1,0 reduziert werden.

**Bei Herstellung eines Bodenaustauschs oder einer qualifizierten Bodenverbesserung auf dem Planum** (ergibt sich somit gemäß den standardisierten Ausbauvarianten für Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 in Verbindung mit RStO 12, Tabelle 8 beispielsweise folgender Regelaufbau für die Belastungsklasse Bk1,0:

**Belastungsklasse Bk1,0: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus: 50 cm**

**Belastungsklasse Bk1,0: 50cm**

**4 cm Asphaltdecke**

**14 cm Asphalttragschicht**

**32 cm Frostschuttschicht**

$E_{V2} \geq 120 \text{ MPa}$ ,  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$  für  $D_{Pr} \geq 103 \%$

**Erdplanum**

$E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$ ,  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Die erforderlichen Verdichtungsgrade und Verformungsmoduln gemäß ZTV E-StB 09 auf dem Planum sowie ZTV SoB-StB 04, Ausgabe 2004, Fassung 2007 auf der Frostschuttschicht sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

**Bei Einstufung in eine andere Belastungsklasse oder Bauweise wird analog auf den entsprechenden Regelaufbau nach RStO 12 verwiesen.**

### 7.3 Gehwege

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus beträgt für Gehwege innerhalb geschlossener Ortschaften 30 cm. Steht im Untergrund ein F2- oder F3-Boden an, so ist eine Mindesttragfähigkeit von **80 MN/m<sup>2</sup>** unterhalb der Befestigung zu erreichen.

Um Schäden durch häufige Überfahr- oder Parkvorgänge zu vermeiden (z.B. bei Grundstücksein- und -ausfahrten), empfehlen wir, für die Gehwege den gleichen Aufbau zu wählen wie für den Straßenbereich.

### 7.4 Vorhandener Wirtschaftsweg

Die Mächtigkeit des gebundenen Oberbaus im Bereich des Wirtschaftsweges beträgt zwischen 9 cm im nördlichen Bereich und 12 cm im südlichen Bereich, es handelt sich hierbei um einen einschichtigen Aufbau, vermutlich einer Tragdeckschicht. Gemäß RStO 12 wäre bei einer Einstufung der Straßen im Baugebiet in die Belastungsklasse Bk0,3 (bis zu einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von 0,1 Mio.) eine 10 cm starke Asphalttragdeckschicht auf einer Tragdeckschicht ohne Bindemittel ausreichend. Zum Teil wird jedoch diese Mindestdicke der Tragdeckschicht auf Grundlage der Aufschlussergebnisse unterschritten. Weiterhin empfehlen wir, die Straßen wie o.a. nicht in die Belastungsklasse Bk0,3, sondern in die Klasse BK1,0 einzustufen. Des Weiteren wird im südlichen Bereich (RB 8) auch die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus mit 40 cm (aufgrund einer zu geringen Stärke der Tragschicht ohne Bindemittel) nicht erreicht. Wir empfehlen daher, im Zuge der Entwicklung des Neubaugebiets die Straße zu erneuern.

## 8 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

### 8.1 Straßenaufbruch/Ausbauasphalt

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert eine möglichst hochwertige, umweltverträgliche Verwertung von Ausbauasphalt bzw. Straßenaufbruch. Die Verwertungsmöglichkeiten von teerhaltigem Straßenaufbruch sind in den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01) beschrieben. Auf Länderebene sind diese Regelungen im „Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen“ („Teer-Richtlinie“) für Rheinland-Pfalz formuliert.

Hierin wird grundsätzlich zwischen zwei Verwertungsklassen unterschieden, wobei als Grenzwert ein PAK-Gehalt von 30 mg/kg TS festgelegt wurde:

- **< 30 mg/kg TS Verwertungsklasse A** (Wiederverwendung im Heißmischverfahren)
- **≥ 30 mg/kg TS Verwertungsklasse B** (Wiederverwendung im Kaltmischverfahren mit hydraulischem Bindemittel)

Zur Prüfung der Verwertungsmöglichkeiten des im Rahmen des Ausbaus anfallenden Straßenaufbruchs wurden abfalltechnische Untersuchungen nach den folgenden Regelwerken / Richtlinien durchgeführt:

- [2] LUWG RLP: Handbuch Entsorgungsplanung für den kommunalen Tief und Straßenbau.
- [3] Landesbetrieb Straßen und Verkehr Rheinland-Pfalz: Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen.
- [4] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung M32, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfall.
- [5] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung M20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln.

Zur abfallrechtlichen Beurteilung wurden **-1-** Einzelprobe und **-1-** Mischprobe des Straßenaufbruchs auf den Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA) durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein analysiert. Der Prüfbericht Nr. 2676538 vom 21.09.2015 ist als Anlage 5.2 beigelegt.

Die nachfolgenden Prüfgegenstände werden gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

*Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Schwarzdecke*

Beschreibung	MP 1 (BK 1 + BK 2)	BK 3
Entnahmestelle	Bohrkern BK 1 + BK 2 Bohrungen RB 8 und RB 10	Bohrkern BK 3 Bohrung RB 11
Probenart	Straßenaufbruch	Straßenaufbruch
Entnahmetiefe [m uFok]	0,00 – ca. 0,12	0,00 – 0,09
<b>Beurteilung</b>		
PAK [mg/kg]	1,29	0,91
AVV	<b>17 03 02 (nicht teerhaltig)</b>	<b>17 03 02 (nicht teerhaltig)</b>
Teerrichtlinie RLP	Verwertungsklasse A	Verwertungsklasse A

Bei dem anfallenden Straßenaufbruch wurden keine teerstämmigen Bestandteile nachgewiesen. Hier ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass keine teerhaltigen Bindemittel verwendet wurden und der Straßenaufbruch unter AVV 17 03 02 als nicht teerhaltig entsorgt bzw. gemäß [3] und mit dem Ziel einer möglichst hochwertigen Verwertung, wie vom KrW/AbfG gefordert, gemäß der Verwertungsklasse A (Wiederverwendung im Heißmischverfahren) wiederverwertet werden kann.

## 8.2 Aushub

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurde von der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein an einer repräsentativen Mischprobe des aufgeschlossenen Erdreichs eine chemische Schadstoffuntersuchung nach LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) durchgeführt.

Die Prüfgegenstände werden gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

Tabelle 7: Untersuchungsergebnis und orientierende Einstufung Boden

Beschreibung	MP 2
Probenart	Boden (Sand, Kies, z.T. Auffüllung)
Entnahme durch	ICP
Entnahmedatum	14.09.2015
Entnahmestelle	RB 8 / P 2 - P 3 RB 9 / P 2 RB 10 / P 2 RB 11 / P 2
Entnahmetiefe [m]	RB 8: 0,20 – 0,90 m RB 9: 0,10 – 0,70 m RB 10: 0,09 – 0,70 m RB 11: 0,09 – 0,60 m
Befund	<u>Feststoff:</u> Arsen: 11 mg/kg TR <b>Kupfer: 100 mg/kg TR</b> Nickel: 34 mg/kg TR Zink: 64 mg/kg TR <u>Eluat:</u> --
Beurteilung	
LAGA	Z1 (Kupfer)
AVV	17 05 04

Der Prüfbericht Nr. 2678398 vom 22.09.2015 ist als Anlage 5.1 beigefügt.

Sollten im Zuge der Erdarbeiten Auffälligkeiten bei den Erdstoffen bezüglich Zusammensetzung, Färbung, Geruch usw. auftreten, so ist unverzüglich der Gutachter zur abfallrechtlichen Deklaration hinzuzuziehen.

### 8.3 Kupfer- und andere Schwermetalle in Weinbergsböden

Kupfer und andere Schwermetalle werden aus unterschiedlichen Quellen, z.B. durch Holzschutzmittel, Insektizide, legierte und verchromte Metallsticker, etc. auf landwirtschaftlichen Sonderkulturflächen eingetragen.

In Sonderkulturen wie Wein werden seit ca. 125 Jahren kupferhaltige Pflanzenschutzmittel eingesetzt, wobei die Verwendung mittlerweile stark zurückgegangen ist. Bis in die 60er Jahre wurden bis zu 80 kg Kupfer pro Hektar und Jahr ausgebracht, heute sind es in ökologisch bewirtschafteten Sonderkulturen nur noch 3-4 kg Kupfer. Kupfer reichert sich im Boden an und kann nicht abgebaut werden, es kann schädigend auf einige Arten der Bodenorganismen wirken.

Neben den kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln wurden früher auch arsenhaltige Präparate verwendet. In Deutschland war Calciumarsenat oder Kalkarsen von 1920 bis 1942 ein wichtiges Insektizid, man setzte es hauptsächlich im Weinbau ein. Allerdings wurde diese Anwendung nach zahlreichen Vergiftungsfällen 1942 verboten. Weiterhin wurde in der Landwirtschaft und im Weinbau von den 1890er bis 1960er Jahren oftmals Bleihydrogenarsenat, üblicherweise als Bleiarsenat bezeichnet, als vielgebrauchtes Pflanzenschutzmittel verwendet. Im Weinbau wurde die Verwendung jedoch bereits 1928 untersagt. 1974 wurde in der Bundesrepublik die Verwendung arsenhaltiger Pflanzenschutzmittel generell verboten. Oftmals wurden im Weinbau bis in die 1980er Jahre auch arsenhaltige Holzimprägnierungsmittel verwendet, mit denen die Weinbergpfähle behandelt waren. Arsen ist hochgradig carcinogen (krebserzeugend). Wasserlösliche Arsenverbindungen wie Calciumarsenat können auch Pflanzen schädigen. Calciumarsenat ist bienengefährlich und für Fische stark toxisch. Im Boden bleiben anorganische Arsenverbindungen lange erhalten.

Da die langfristige Anwendung von Kupfer- und Arsenpräparaten zu erhöhten Bodengehalten führt, wurden zur Ermittlung der Schadstoffkonzentration **-3-** entnommene Bodenproben auf den Gehalt von Kupfer und Arsen im Feststoff durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Tausenstein analysiert. Der Prüfbericht Nr. 2663083 vom 08.09.2015 ist als Anlage 5.3 beigelegt.

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse Kupfer + Arsen im Feststoff

Beschreibung	RB 1 / P 2	RB 3 / P 3	RB 4 / P 2
Entnahmestelle	RB 1 / P 2	RB 3 / P 3	RB 4 / P 2
Probenart	Boden (Schluff)	Boden (Sand)	Boden (Schluff)
Entnahmetiefe [m uFok]	0,10 – 0,70	0,90 – 2,10	0,10 – 1,00
Befund	Arsen: 10 mg/kg TR Kupfer: 75 mg/kg TR	Arsen: 11 mg/kg TR Kupfer: 22 mg/kg TR	Arsen: 11 mg/kg TR <b>Kupfer: 100 mg/kg TR</b>
<b>Beurteilung</b>			
LAGA	Z0*	Z0*	Z1
AVV	17 05 04	17 05 04	17 05 04

## 9 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende geotechnische Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters. Auszugsweise Vervielfältigungen dieses Berichts bedürfen der Zustimmung des Unterzeichners.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Erdarbeiten ein anderer als im vorliegenden Bericht dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen und durch die ICP mbH eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

Der geotechnische Bericht gilt für das angegebene Objekt nur im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH nicht zulässig.

**Im Bereich angrenzender Bebauung ist mit statisch wirkenden Verdichtungsgeräten zu arbeiten. Die Grundsätze und Vorgaben der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ sind zu beachten.**

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlinterpretation ist der Gutachter heranzuziehen.

**ICP** Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



Frank Neumann  
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

gez.  
Oliver Semmelsberger  
(Dipl.-Ing.(FH))

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

Bohrung <b>RB 1</b> / Blatt: 1	Höhe: -1,43 m üFP	Datum: 15.06.2015
--------------------------------	-------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.10	a) Schluff, humos, feinsandig, kiesig, Wurzeln				DN 80	bp3	P1	0.10
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.70	a) Schluff, sandig, kiesig				DN 80	bp3	P2	0.70
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL	i)				
2.60	a) Sand, kiesig, schwach schluffig				DN 80 bis 1,00m, DN 60 ab 1,00m kein Wasser Bohrstillstand	bp3	P3	2.60
	b) sehr dicht gelagert							
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1 Anlage: 1
--	---	------------------------------------

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

Bohrung <b>RB 2</b> / Blatt: 1	Datum: 15.06.2015
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.10	a) Schluff, humos, feinsandig, kiesig			DN 80					bp3
	b)								
c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun							
f) Oberboden	g)	h) OU	i)						
0.80	a) Schluff, sandig, schwach kiesig			DN 80		bp3	P2	0.80	
	b)								
c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun							
f)	g)	h) UL	i)						
2.60	a) Kies, schluffig, sandig			DN 80 bis 1,00m, DN 60 ab 1,00m		bp3	P3	2.50	
	b) sehr dicht gelagert				kein Wasser Bohrstillstand				
c)	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun							
f)	g)	h) GU*	i)						
	a)								
	b)								
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						
	a)								
	b)								
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor



ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

<b>Bohrung RB 4</b> / Blatt: 1	Höhe: -0,12 m üFP  Datum: 14.06.2015
--------------------------------	---

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.10	a) Schluff, humos, feinsandig, kiesig			DN 80				
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
1.00	a) Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig			DN 80		bp3	P2	1.00
	b)							
	c) steif	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL	i)				
2.50	a) Sand, kiesig, schwach schluffig			DN 60		bp3	P3	2.50
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert			Bohrstillstand kein Wasser				
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h) SU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1 Anlage: 1
--	---	------------------------------------

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

Bohrung <b>RB 5</b> / Blatt: 1	Datum: 14.06.2015
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.10	a) Schluff, humos, feinsandig, kiesig			DN 80				
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
1.40	a) Schluff, sandig, schwach kiesig			DN 80 bis 1,00m, DN 60 ab 1,00m		bp3		1.40
	b)							
	c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL	i)				
2.60	a) Kies, stark sandig, schluffig			DN 60 Bohrstillstand kein Wasser		bp3		2.60
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert							
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

<b>Bohrung RB 6</b> / Blatt: 1	Datum: 14.06.2015
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.10	a) Schluff, humos, feinsandig, kiesig			DN 80					bp3
	b)								
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)					
0.80	a) Schluff, sandig, schwach kiesig			DN 80		bp3		0.80	
	b)								
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) UL	i)					
2.40	a) Sand, kiesig, schwach schluffig			DN 80 bis 1,00m, DN 60 ab 1,00m kein Wasser Bohrstillstand		bp3		2.40	
	b) sehr dicht gelagert								
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun						
	f)	g)	h) SU						i)
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

Bohrung <b>RB 7</b> / Blatt: 1	Höhe: 0,00  Datum: 14.06.2015
--------------------------------	-------------------------------------

1	2				3	4	5	6			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>		Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Art	Nr		Tiefe in m (Unter- kante)				
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0.10	a) Schluff, humos, feinsandig, kiesig			b)			DN 80	bp3		0.10	
c) halbfest			d) schwer zu bohren		e) dunkelbraun						
f) Oberboden			g)		h) OU	i)					
0.80	a) Schluff, sandig, schwach kiesig			b)		DN 80	bp3		0.80		
c) steif			d) schwer zu bohren		e) braun						
f)			g)		h) UL					i)	
2.50	a) Sand, kiesig, schwach schluffig			b) sehr dicht gelagert		DN 80 bis 1,00m, DN 60 ab 1,00m kein Wasser Bohrstillstand	bp3		2.50		
c)			d) sehr schwer zu bohren		e) graubraun						
f)			g)		h) SU					i)	
	a)			b)							
c)			d)		e)						
f)			g)		h)					i)	
	a)			b)							
c)			d)		e)						
f)			g)		h)					i)	

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1 Anlage: 1
--	---	------------------------------------

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

<b>Bohrung RB 8</b> / Blatt: 1	Datum: 14.09.2015
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Sonderprobe	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Wasserführung			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt	Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			
0.12	a) Schwarzdecke			DN 108		bp3	BK1	0.12
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
0.20	a) Auffüllung, Feinkies - Mittelkies, sandig, schwach schluffig, Lava, Hartsteine			DN 80		bp3	P1	0.20
	b) sehr dicht gelagert							
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) grauschwarz					
	f)	g)	h)	i)				
0.40	a) Auffüllung, Kies, sandig, schwach schluffig			DN 80		bp3	P2	0.40
	b) sehr dicht gelagert							
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
0.90	a) Sand, kiesig, schluffig, schwach tonig			DN 80		bp3	P3	0.90
	b)							
	c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
2.10	a) Kies, sandig, schwach schluffig			bis 1,00 m: DN 80, ab 1,00 m: DN 60		bp3	P4	2.10
	b) sehr dicht gelagert				Bohrstillstand kein Wasser			
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

Bohrung <b>RB 9</b> / Blatt: 1	Höhe: 1,01 m ü FP	Datum: 14.09.2015
--------------------------------	-------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.10	a) Sand, humos, schluffig, schwach kiesig, Wurzeln				DN 80	bp3	P1	0.10
	b) mäßig locker gelagert							
		d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
0.70	a) Sand, kiesig, schluffig, schwach tonig				DN 80	bp3	P2	0.70
	b)							
	c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*	i)				
2.10	a) Kies, sandig, schwach schluffig				bis 1,00 m: DN 80, ab 1,00 m: DN 60 Bohrstillstand kein Wasser	bp3	P3	2.10
	b) sehr dicht gelagert							
		d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h) GU	i)				
	a)							
	b)							
		d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
		d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

Bohrung <b>RB 10</b> / Blatt: 1	Höhe: 0,43 m ü FP	Datum: 14.09.2015
---------------------------------	-------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.09	a) Schwarzdecke				DN 108	bp3	BK2	0.09
	b)							
			d)	e) schwarz				
	f)	g)	h)	i)				
0.70	a) Auffüllung, Kies, schwach sandig, schwach schluffig, Schotter, Hartsteine				DN 80	bp3	P1	0.70
	b) dicht gelagert							
			d) schwer zu bohren	e) rotbraun				
	f)	g)	h) [GU]	i)				
1.10	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig				bis 1,00 m: DN 80, ab 1,00 m: DN 60	bp3	P2	1.10
	b)							
	c) steif		d) schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) TL	i)				
2.50	a) Kies, sandig, schwach schluffig				DN 60 Bohrstillstand kein Wasser	bp3	P3	2.50
	b) dicht gelagert							
			d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun				
	f)	g)	h) GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

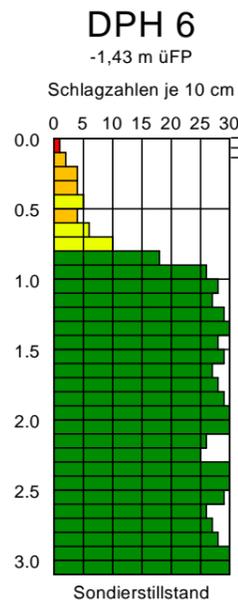
ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB15039-1  Anlage: 1
--	---	--

Vorhaben: Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Trittenheim

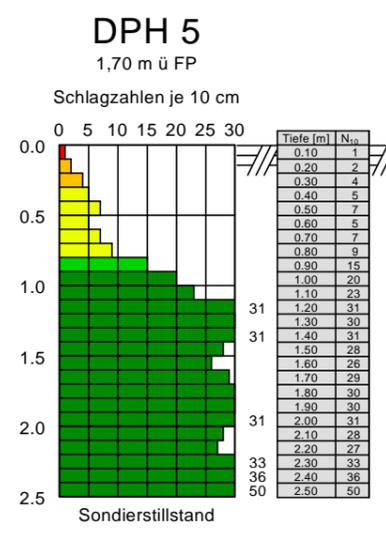
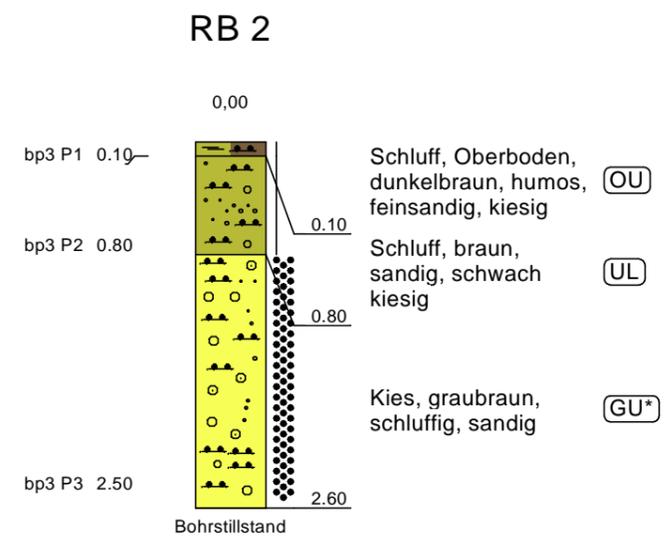
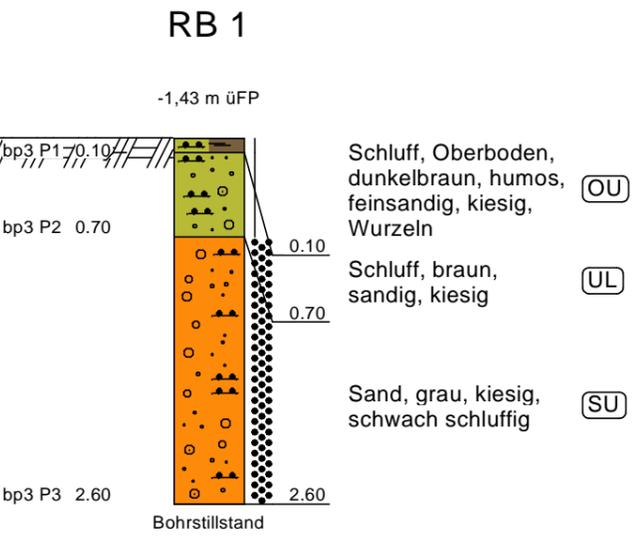
<b>Bohrung RB 11</b> / Blatt: 1	Datum: 14.09.2015
---------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.09	a) Schwarzdecke			DN 108				
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
0.60	a) Auffüllung, Kies, schwach sandig, Hartsteine, Lava			DN 80		bp3	P1	0.60
	b) dicht gelagert							
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) braunschwarz					
	f)	g)	h) [GI]	i)				
1.20	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig			bis 1,00 m: DN 80, ab 1,00 m: DN 60		bp3	P2	1.20
	b)							
	c) steif	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL	i)				
2.30	a) Kies, schluffig, sandig			DN 60 Bohrstillstand kein Wasser		bp3	P3	2.30
	b)							
	c) steif - halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

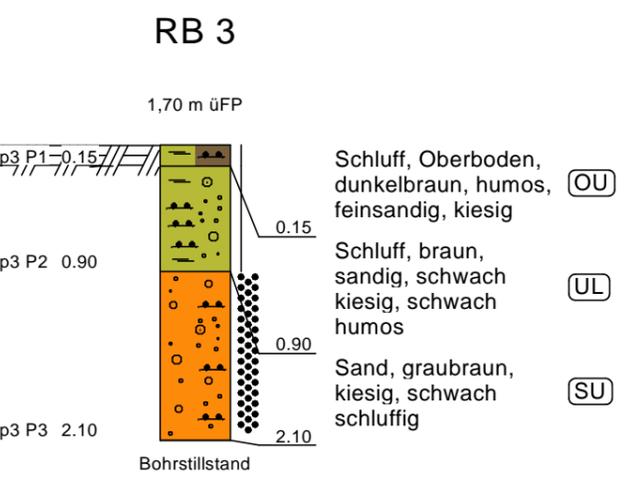
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	2
0.30	4
0.40	4
0.50	5
0.60	4
0.70	6
0.80	10
0.90	18
1.00	26
1.10	28
1.20	27
1.30	29
1.40	30
1.50	28
1.60	29
1.70	27
1.80	28
1.90	29
2.00	30
2.10	31
2.20	26
2.30	25
2.40	30
2.50	30
2.60	29
2.70	26
2.80	27
2.90	28
3.00	33
3.10	50



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	2
0.30	4
0.40	5
0.50	7
0.60	5
0.70	7
0.80	9
0.90	15
1.00	20
1.10	23
1.20	31
1.30	30
1.40	31
1.50	28
1.60	26
1.70	29
1.80	30
1.90	30
2.00	31
2.10	28
2.20	27
2.30	33
2.40	36
2.50	50



#### Legende

	halbfest		G (Kies)
	sehr dicht		S (Sand)
			U (Schluff)

#### Legende DPH

	breiig-weich / sehr locke
	weich / locker
	steif / mitteldicht
	halbfest / dicht
	fest / sehr dicht

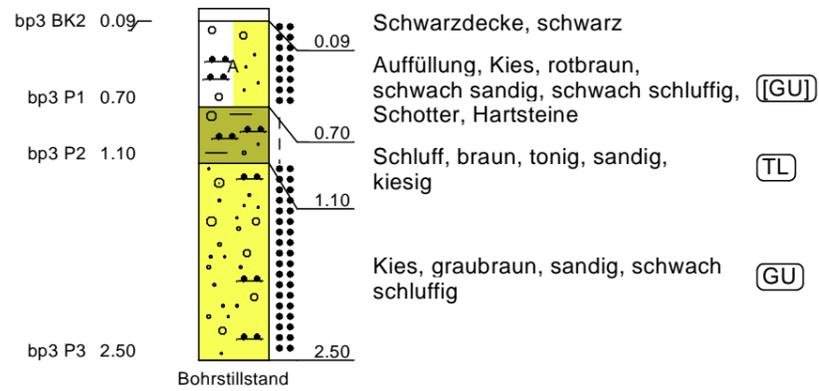
Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erschließung NBG Trittenheim	Anlage 2.1 zu Bericht Nr.: SB15039-1
	Bohrprofile / Rammdiagramme Höhenmaßstab: 1: 50	Dat.: 14.09.2015 Bearb.: OS



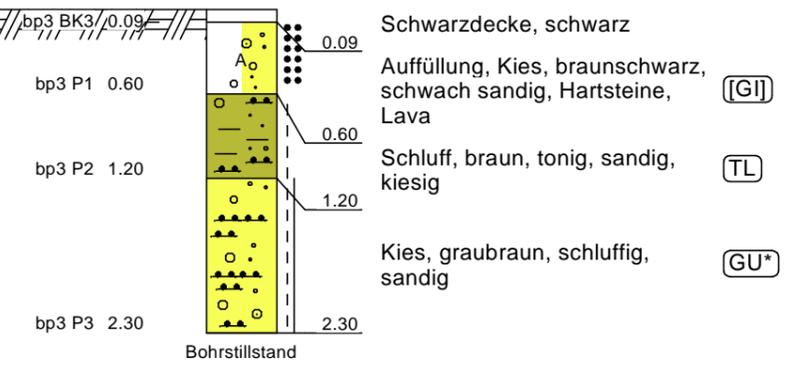
### RB 10

0,43 m ü FP



### RB 11

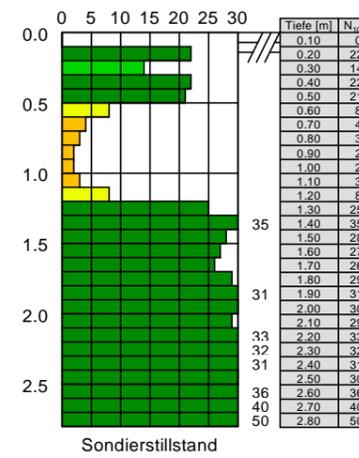
0,26 m ü FP



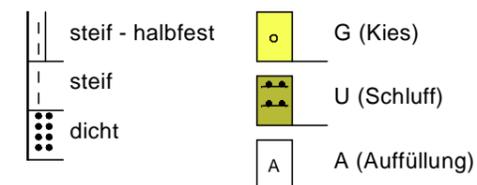
### DPH 4

0,26 m ü FP

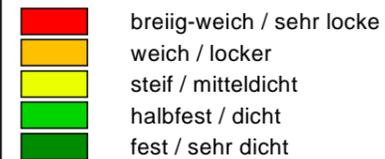
Schlagzahlen je 10 cm



#### Legende



#### Legende DPH



Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

Ingenieurgesellschaft  
Prof. Czurda und  
Partner mbH

**ICP**  
Geologen und Ingenieure  
für Wasser und Boden

Johannes-Kepler-Straße 7  
54634 Bitburg  
Tel. (06561) 18824 Fax 942558

Objekt:  
Erschließung NBG Trittenheim

Anlage 2.2

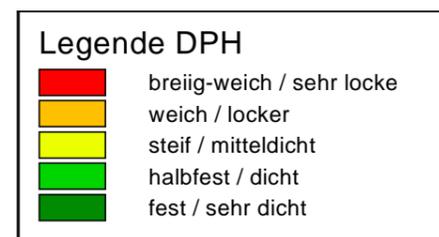
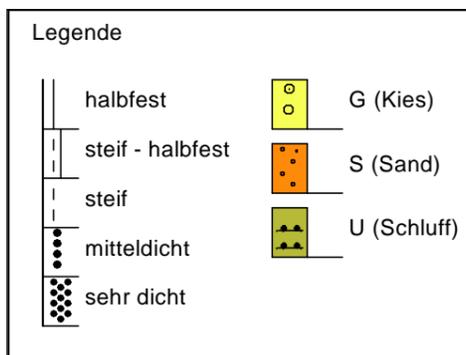
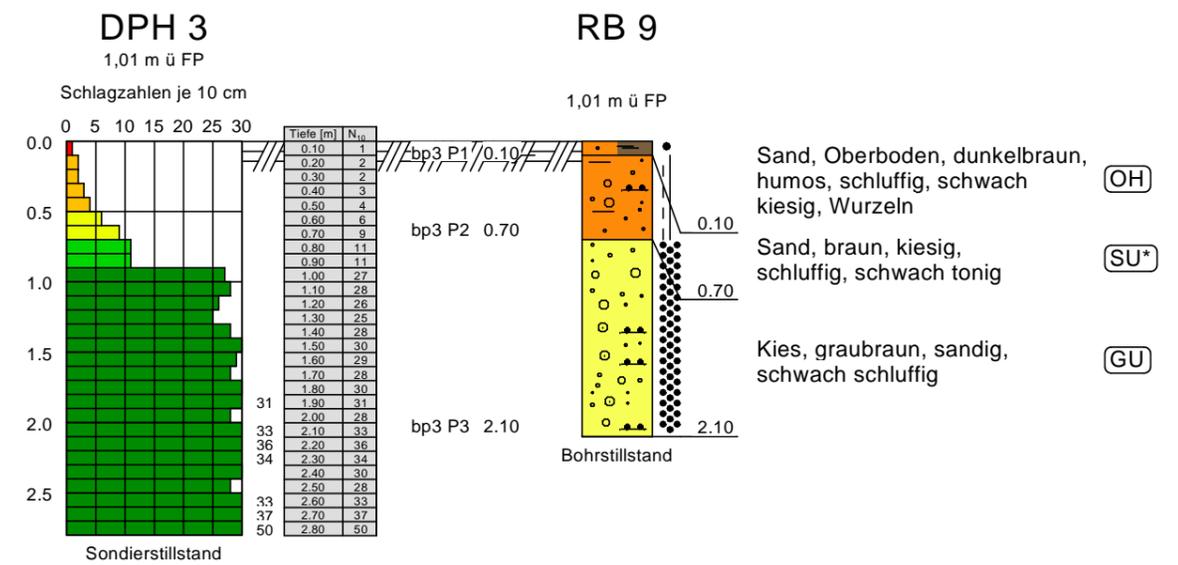
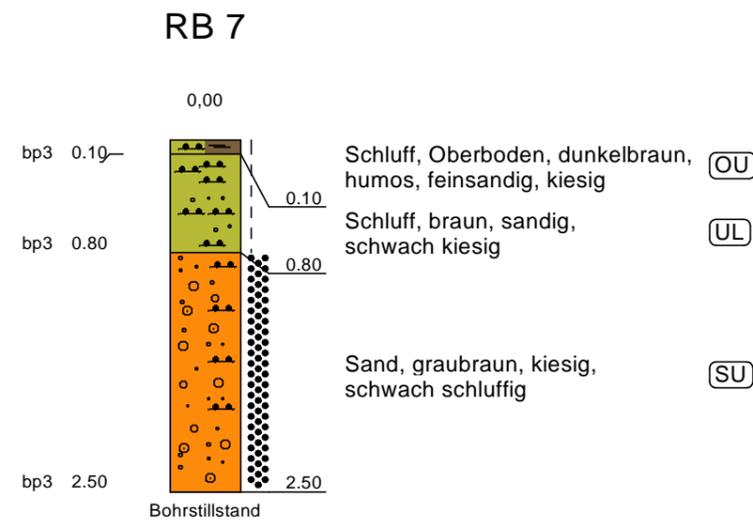
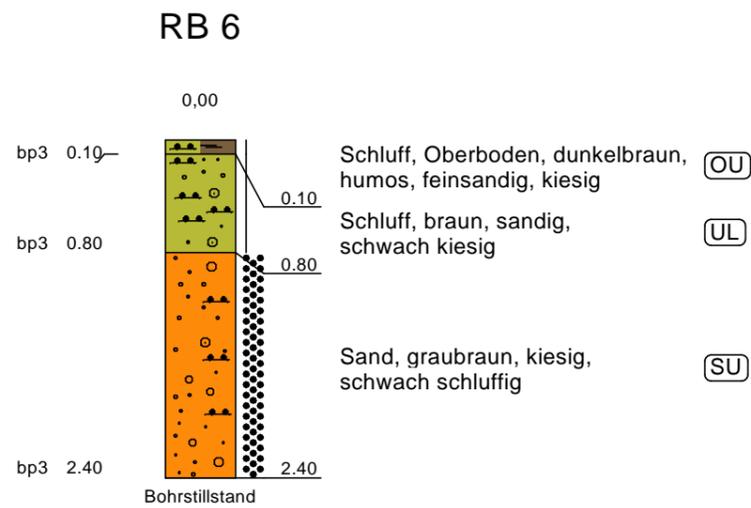
zu Bericht Nr.:  
SB15039-1

Bohrprofil / Rammdiagramme

Dat.: 14.09.2015

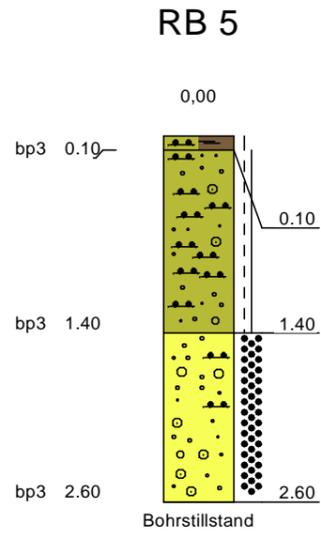
Höhenmaßstab: 1: 50

Bearb.: OS



Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

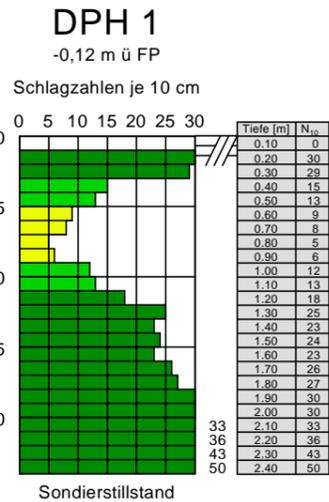
 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erschließung NBG Trittenheim	Anlage 2.3
	Bohrprofil / Rammdiagramme	zu Bericht Nr.: SB15039-1
Höhenmaßstab: 1: 50	Dat.: 14.09.2015	Bearb.: OS



Schluff, Oberboden, dunkelbraun, humos, feinsandig, kiesig (OU)

Schluff, braun, sandig, schwach kiesig (UL)

Kies, graubraun, stark sandig, schluffig (GU\*)



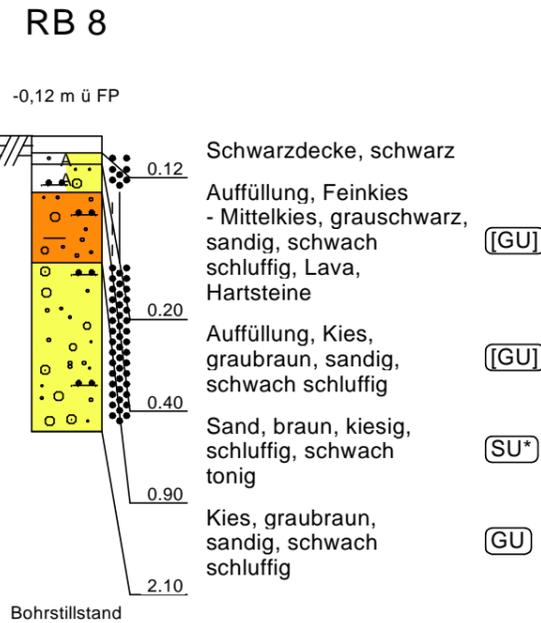
bp3 BK1/ 0.12

bp3 P1 0.20

bp3 P2 0.40

bp3 P3 0.90

bp3 P4 2.10



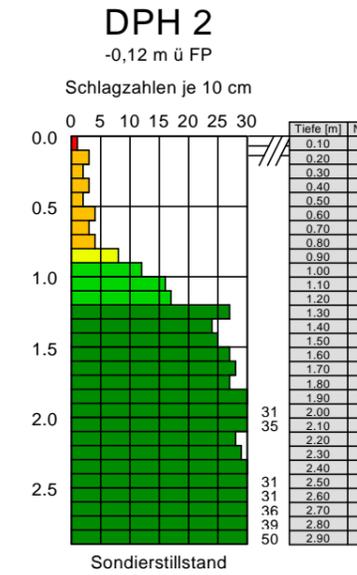
Schwarzdecke, schwarz (OU)

Auffüllung, Feinkies - Mittelkies, grauschwarz, sandig, schwach schluffig, Lava, Hartsteine ([GU])

Auffüllung, Kies, graubraun, sandig, schwach schluffig ([GU])

Sand, braun, kiesig, schluffig, schwach tonig (SU\*)

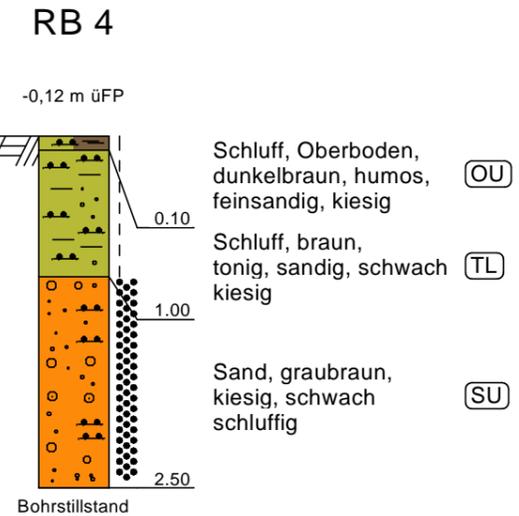
Kies, graubraun, sandig, schwach schluffig (GU)



bp3 P1 0.10

bp3 P2 1.00

bp3 P3 2.50



Schluff, Oberboden, dunkelbraun, humos, feinsandig, kiesig (OU)

Schluff, braun, tonig, sandig, schwach kiesig (TL)

Sand, graubraun, kiesig, schwach schluffig (SU)

#### Legende

	halbfest		G (Kies)
	steif - halbfest		S (Sand)
	steif		U (Schluff)
	sehr dicht		A (Auffüllung)

#### Legende DPH

	breiig-weich / sehr locke
	weich / locker
	steif / mitteldicht
	halbfest / dicht
	fest / sehr dicht

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

<p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH</p> <p>Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden</p> <p>Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558</p>	<p>Objekt: Erschließung NBG Trittenheim</p>	<p>Anlage 2.4</p>
	<p>Bohrprofile / Rammdiagramme</p>	<p>zu Bericht Nr.: SB15039-1</p>
<p>Höhenmaßstab: 1: 50</p>	<p>Dat.: 14.09.2015</p>	<p>Bearb.: OS</p>

ICP - Ingenieurgesellschaft  
 Prof. Czurda und Partner mbH  
 Johannes-Kepler-Straße 7  
 54634 Bitburg

Bearbeiter: Klug

Datum: 18.09.2015

# Körnungslinie

## OG Tritenheim

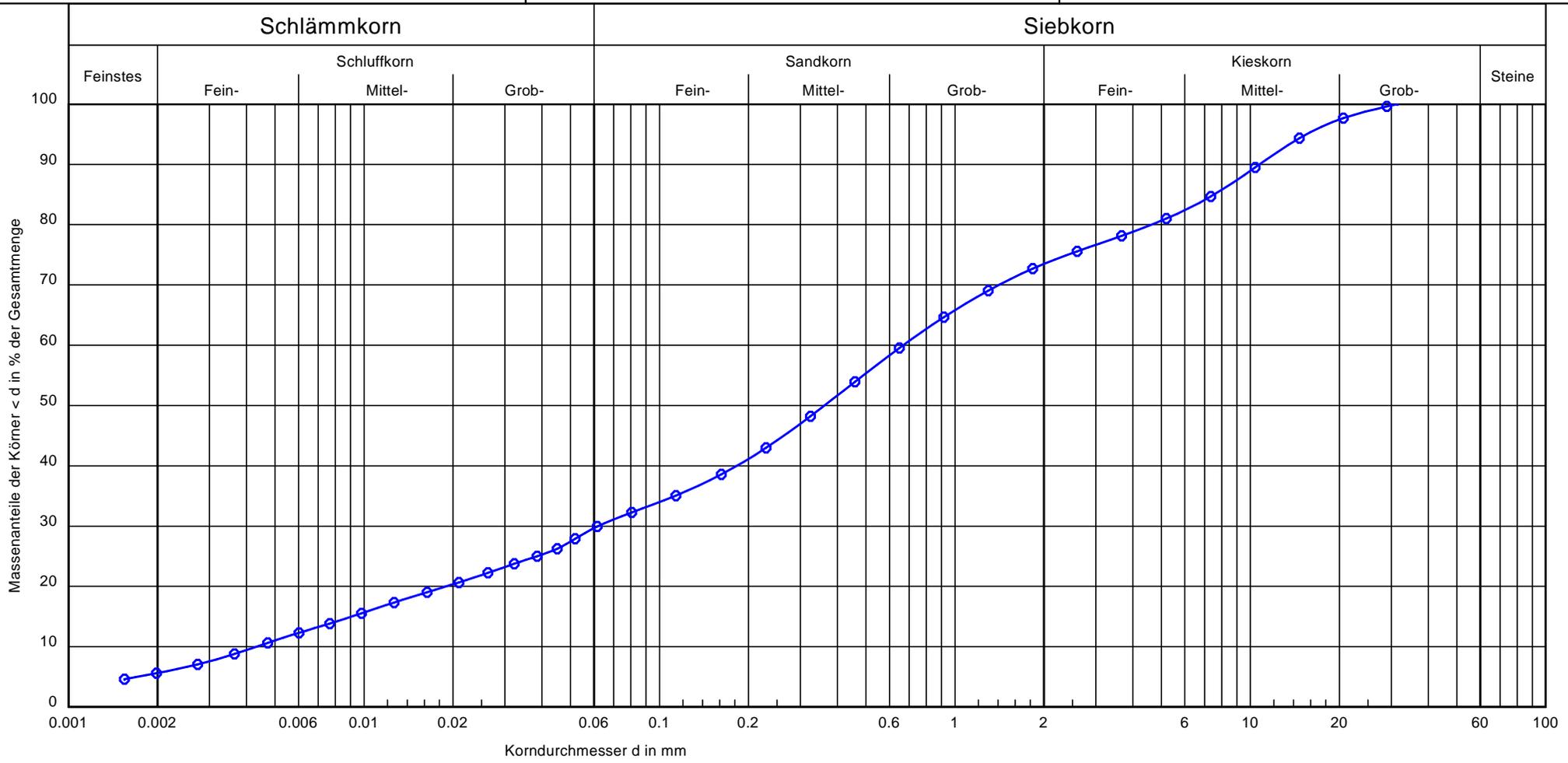
### Erschließung NBG

Prüfungsnummer: SB15039-1 RB9-P2

Probe entnommen am: 14.09.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/Schlammnanalyse



Bezeichnung:	RB9 / P2
Tiefe:	0,10 - 0,70 m
Bodenart:	S, u, t', fg', mg'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$3.9 \cdot 10^{-7}$
U/Cc:	154.7/1.3
Bodengruppe:	SU*
T/U/S/G [%]:	5.6/24.0/43.8/26.5
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

**Bemerkungen:**  
 Wassergehalt: 7,5 M.-%  
 Feinkornanteil: 29,6 M.-%

**Bericht:**  
 SB15039-1  
 Anlage:  
 3

ICP - Ingenieurgesellschaft  
 Prof. Czurda und Partner mbH  
 Johannes-Kepler-Straße 7  
 54634 Bitburg

Bearbeiter: Klug

Datum: 18.09.2015

# Körnungslinie

## OG Tritenheim

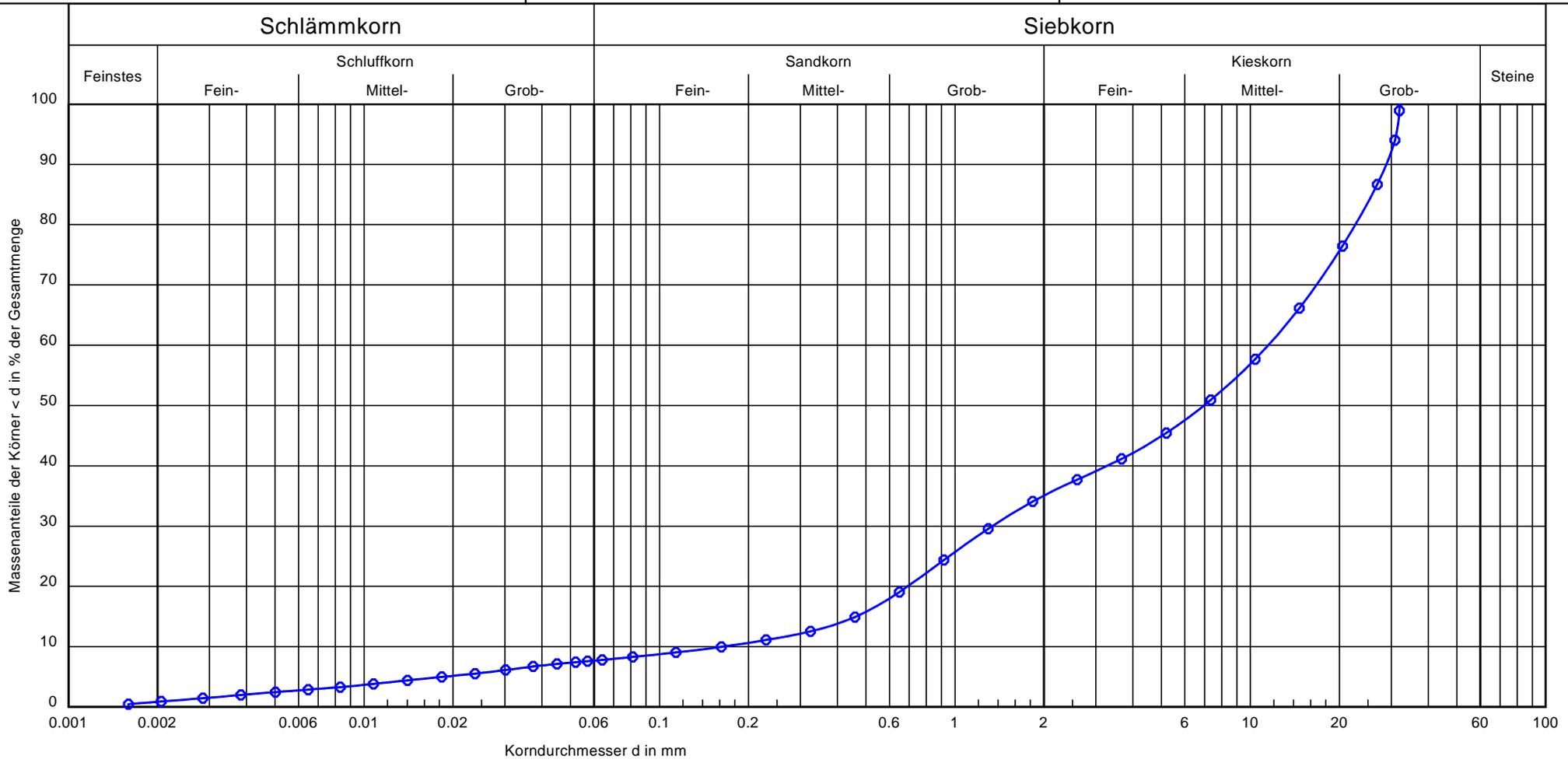
### Erschließung NBG

Prüfungsnummer: SB15039-1 RB9-P3

Probe entnommen am: 14.09.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RB9 / P3
Tiefe:	0,70 - 2,10 m
Bodenart:	G, gs, u', ms'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	1.5 * 10 <sup>-3</sup>
U/Cc:	70.4/1.0
Bodengruppe:	GU
T/U/S/G [%]:	0.9/6.8/27.4/64.9
Frostempfindlichkeitsklasse:	F2

**Bemerkungen:**  
 Wassergehalt: 2,7 M.-%  
 Feinkornanteil: 7,7 M.-%

**Bericht:**  
 SB15039-1  
 Anlage:  
 3

ICP - Ingenieurgesellschaft  
 Prof. Czurda und Partner mbH  
 Johannes-Kepler-Straße 7  
 54634 Bitburg

Bearbeiter: Klug

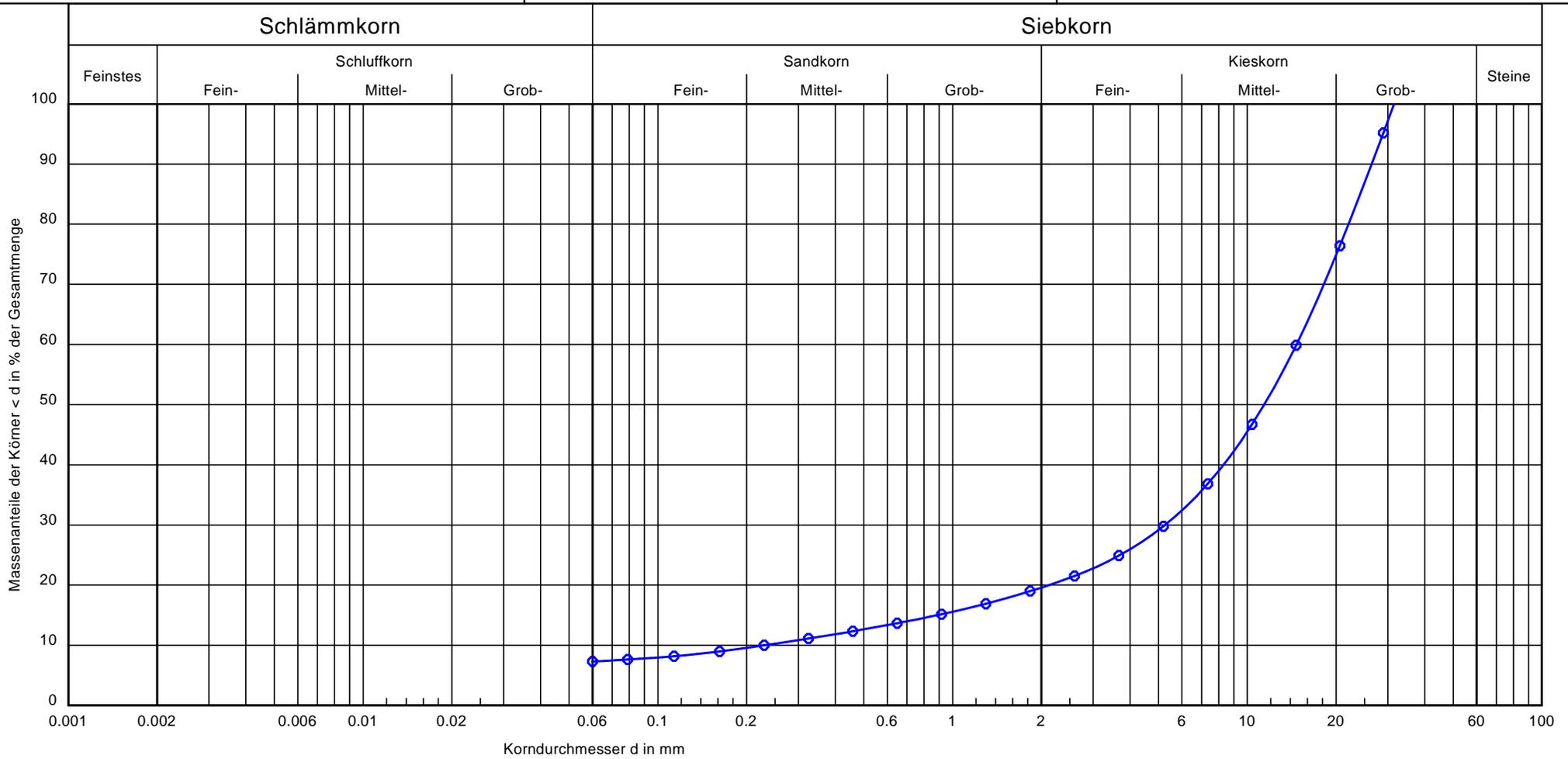
Datum: 18.09.2015

# Körnungslinie

## OG Tritenheim

### Erschließung NBG

Prüfungsnummer: SB15039-1 RB10-P1  
 Probe entnommen am: 14.09.2015  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RB10 / P1
Tiefe:	0,09 - 0,70 m
Bodenart:	mG, gg, u', gs', fg'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$2.0 \cdot 10^{-2}$
U/Cc:	63.8/8.2
Bodengruppe:	GU
T/U/S/G [%]:	- / 7.3 / 12.3 / 80.4
Frostempfindlichkeitsklasse:	F2

**Bemerkungen:**  
 Wassergehalt: 3,3 M.-%  
 Feinkornanteil: 7,3 M.-%

**Bericht:**  
 SB15039-1  
 Anlage:  
 3

ICP - Ingenieurgesellschaft  
 Prof. Czurda und Partner mbH  
 Johannes-Kepler-Straße 7  
 54634 Bitburg

Bearbeiter: Klug

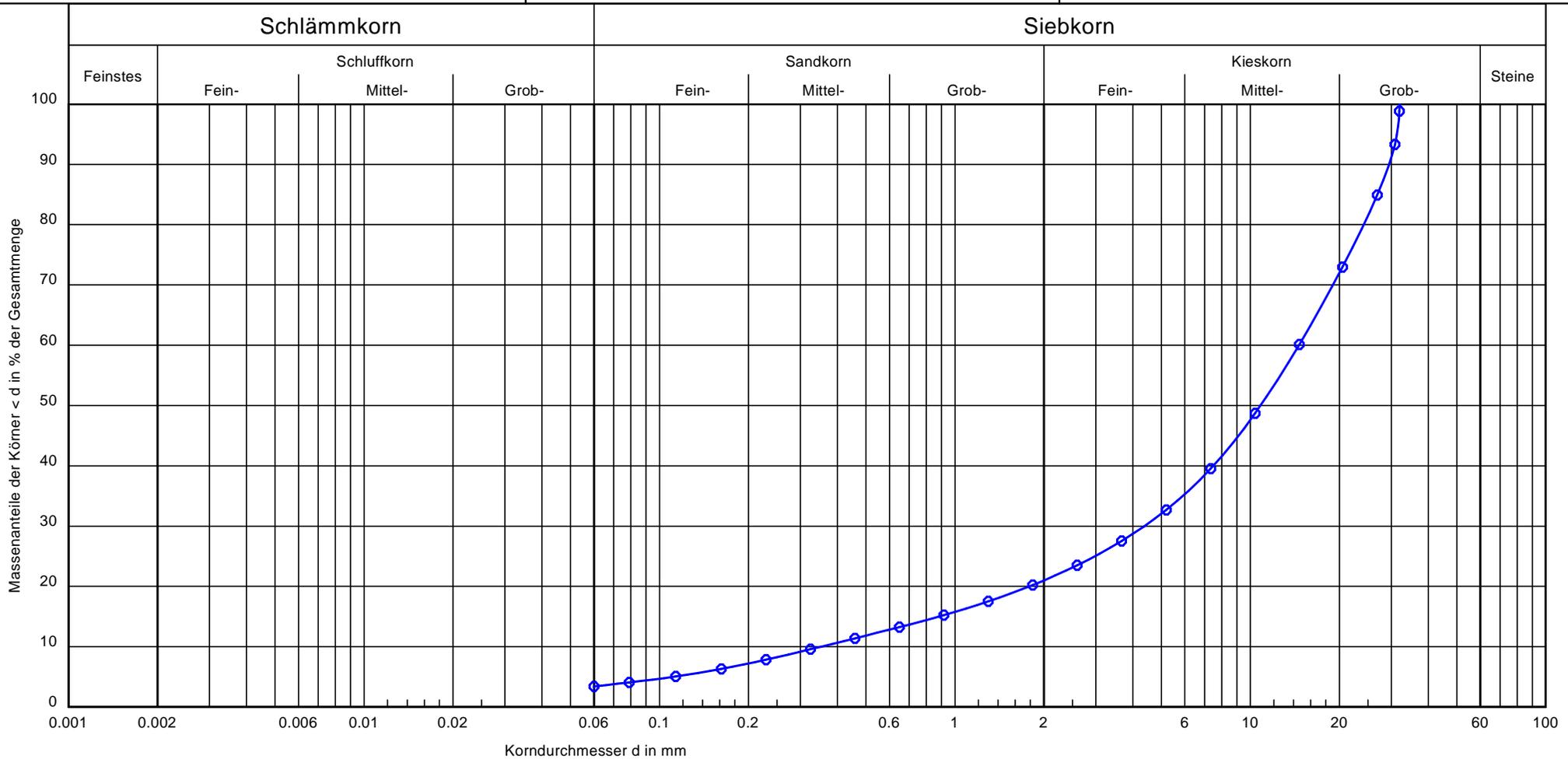
Datum: 18.09.2015

# Körnungslinie

## OG Tritenheim

### Erschließung NBG

Prüfungsnummer: SB15039-1 RB11-P1  
 Probe entnommen am: 14.09.2015  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RB11 / P1
Tiefe:	0,09 - 0,60 m
Bodenart:	G, ms', gs'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	1.3 * 10 <sup>-2</sup>
U/Cc:	41.4/3.7
Bodengruppe:	GI
T/U/S/G [%]:	- /3.4/17.6/79.0
Frostempfindlichkeitsklasse:	F1

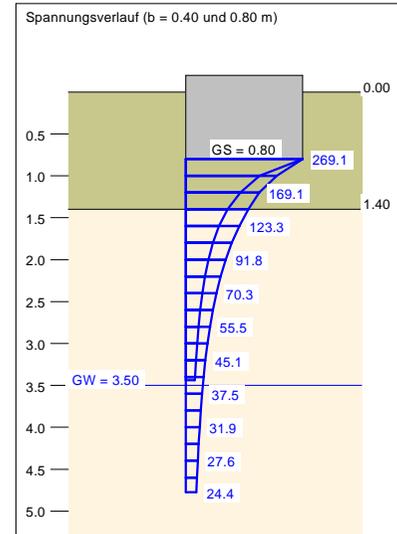
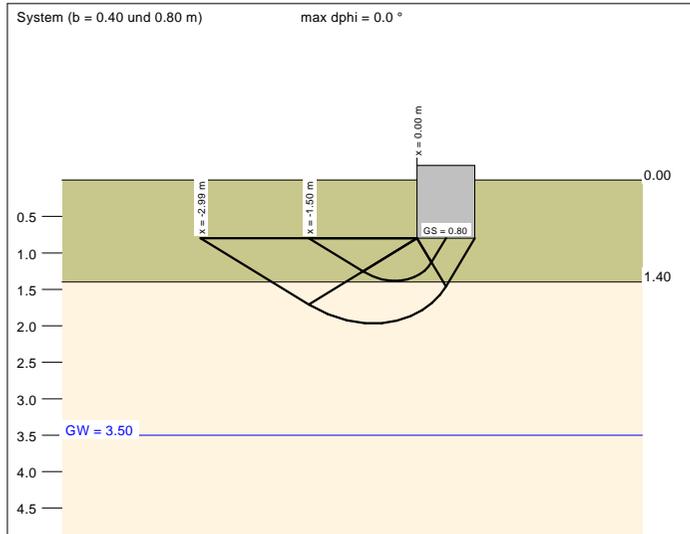
**Bemerkungen:**  
 Wassergehalt: 3,8 M.-%  
 Feinkornanteil: 3,4 M.-%

**Bericht:**  
 SB15039-1  
 Anlage:  
 3

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	E [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	20.5	10.5	27.5	3.0	12.0	5.6	0.40	UL-TL (steif-halbfest)
	21.0	11.0	27.5	0.0	40.0	18.7	0.40	GU-GU* (sehr dicht)

Berechnung erfolgt mit E und v  $[E = (1 - v \cdot 2 \cdot v^2) / (1 - v) \cdot E_s]$

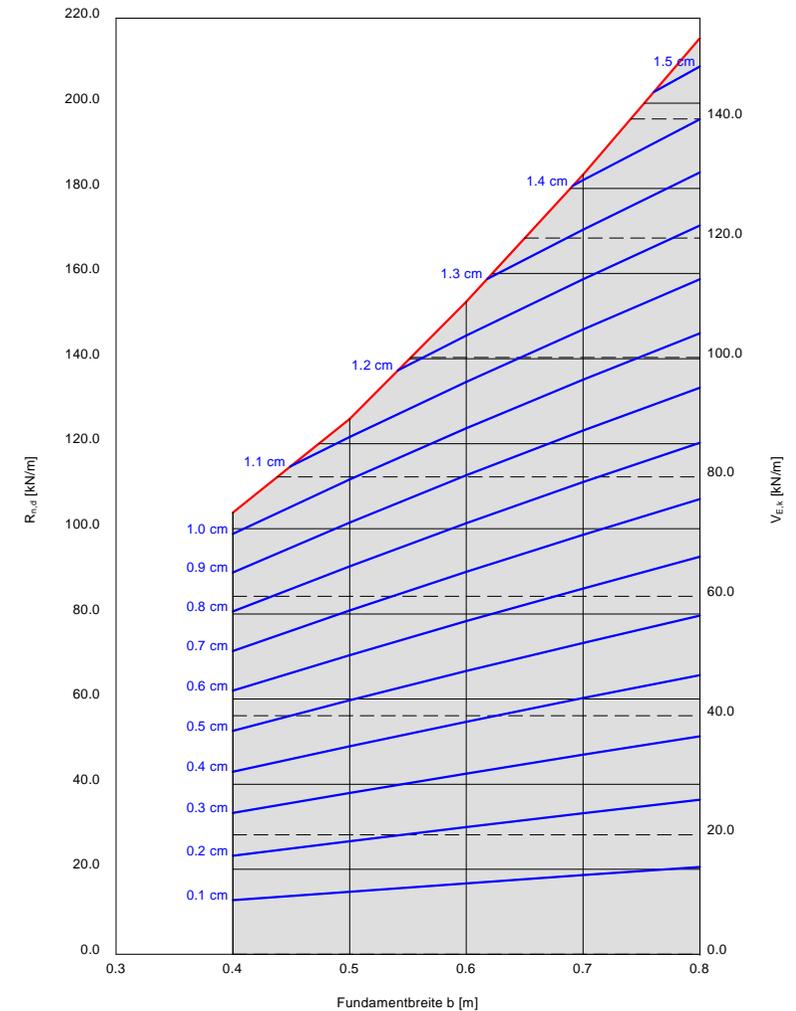
Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Tritthenheim  
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnung für ein Streifenfundament  
Fundamente lotrecht mittig belastet, H-Kräfte und Momente unberücksichtigt  
Berechnung exemplarisch, Grundlage RB 5  
OK Fundament: derzeitige Geländehöhe - nicht unterkellerte Gebäude  
Einbindetiefe: 0,80 m



Berechnungsgrundlagen:  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.350  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.350 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.350) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.403$   
Gründungssohle = 0.80 m  
Grundwasser = 3.50 m  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt

— Streifenlast  
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{U}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
10.00	0.40	259.5	103.8	185.1	74.0	1.05	27.5	3.00	20.50	16.40	3.44	1.38	17.5
10.00	0.50	251.7	125.9	179.5	89.7	1.14	27.5	1.98	20.54	16.40	3.73	1.53	15.7
10.00	0.60	255.6	153.4	182.2	109.3	1.27	27.5	1.61	20.59	16.40	4.09	1.67	14.3
10.00	0.70	261.8	183.3	186.7	130.7	1.41	27.5	1.38	20.63	16.40	4.43	1.82	13.2
10.00	0.80	269.1	215.3	191.9	153.5	1.55	27.5	1.20	20.67	16.40	4.77	1.96	12.3

zul  $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.35

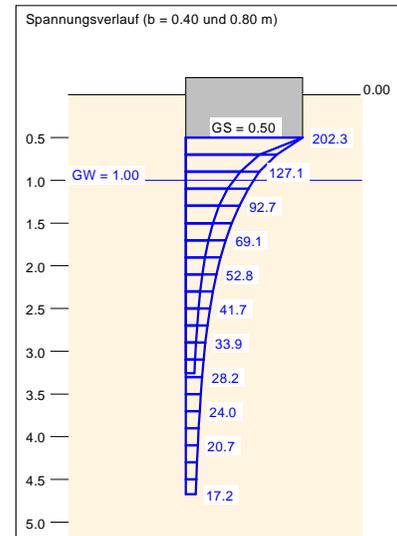
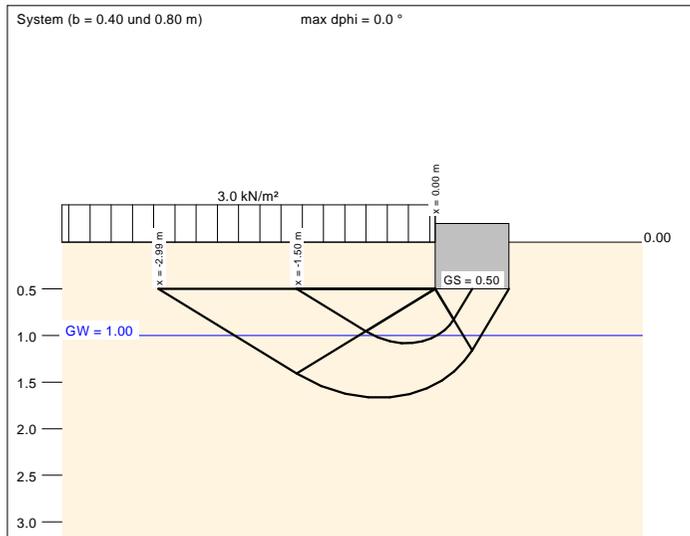
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	E [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	27.5	0.0	40.0	18.7	0.40	GU-GU* (sehr dicht)

Berechnung erfolgt mit E und v  $[E = (1 - v \cdot 2 \cdot v^2) / (1 - v) \cdot E_s]$

Entwicklung des Neubaugebiets "Weingärten aufm Sträßchen" in Tritthenheim  
Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnung für ein Streifenfundament  
Fundamente lotrecht mittig belastet, H-Kräfte und Momente unberücksichtigt  
Berechnung exemplarisch, Grundlage RB 5  
OK Fundament: -2,80 m unter derzeitiger Geländehöhe - unterkellerte Gebäude  
Einbindetiefe: 0,50 m

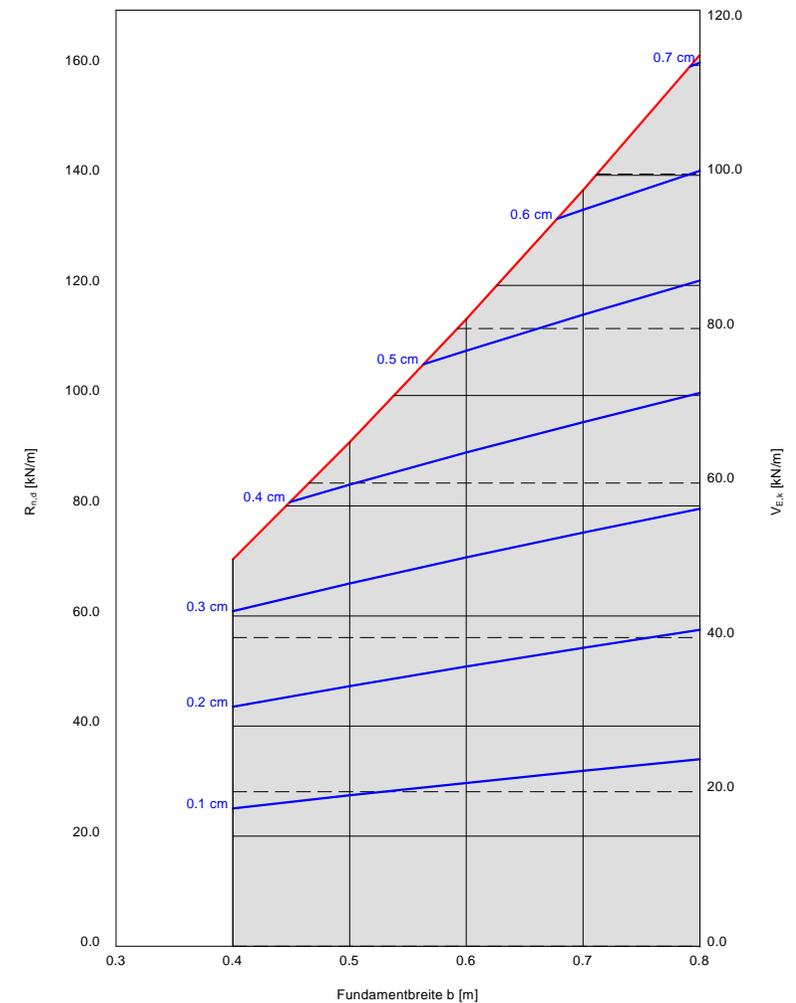
Berechnungsgrundlagen:  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.350  
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.403$   
Gründungssohle = 0.50 m  
Grundwasser = 1.00 m  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
— Streifenlast  
— Setzungen

$\gamma_{(G,Q)} = 0.350 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.350) \cdot \gamma_G$



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	175.8	70.3	125.3	50.1	0.36	27.5	0.00	20.46	13.50	3.26	1.08	35.2
10.00	0.50	183.1	91.6	130.6	65.3	0.44	27.5	0.00	19.26	13.50	3.65	1.23	29.4
10.00	0.60	189.8	113.9	135.3	81.2	0.53	27.5	0.00	18.24	13.50	4.01	1.37	25.5
10.00	0.70	196.2	137.3	139.9	97.9	0.62	27.5	0.00	17.43	13.50	4.35	1.52	22.6
10.00	0.80	202.3	161.9	144.3	115.4	0.71	27.5	0.00	16.77	13.50	4.67	1.66	20.4

zul  $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{of,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.35



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

ICP - Ingenieurgesellschaft  
Prof. Czurda und Partner mbH  
Am Tränkwald 27  
67688 Rodenbach

**Prüfbericht 2678398**  
Auftrags Nr. 3501041  
Kunden Nr. 10040865

Susanne Bürgel  
Telefon +49 6128-744-709  
Fax +49 6128-744-9499

Environmental Services  
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Im Maisel 14  
D-65232 Taunusstein



Taunusstein, den 22.09.2015

Ihr Auftrag/Projekt: NBG Trittenheim  
Ihr Bestellzeichen: SB15039-1  
Ihr Bestelldatum: 16.09.2015

Untersuchungsumfang:  
LAGA (2004) Tab. 1.2-4/-5

Prüfzeitraum von 17.09.2015 bis 22.09.2015  
erste laufende Probenummer 150659970  
Probeneingang am 17.09.2015

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel  
Customer Services

i. A. D. Fehr

NBG Trittenheim  
SB15039-1

Prüfbericht Nr. 2678398  
Auftrag Nr. 3501041

Seite 2 von 4  
22.09.2015

Probe 150659970  
MP 2

Probenmatrix Boden

Eingangsdatum: 17.09.2015    Eingangsart durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

**Feststoffuntersuchungen :**

Trockensubstanz	Masse-%	92,2	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	0,1	0,1	DIN EN 13137	HE

**Metalle im Feststoff :**

Arsen	mg/kg TR	11	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	30	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	27	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	100	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	34	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,2	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	64	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	11	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE

**LHKW Headspace :**

cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-			HE

NBG Tritenheim  
SB15039-1

Prüfbericht Nr. 2678398  
Auftrag 3501041 Probe 150659970

Seite 3 von 4  
22.09.2015

Probe  
Fortsetzung

MP 2

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
<b>BTEX Headspace :</b>					
Benzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	0,02	DIN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-		DIN ISO 22155	HE
Summe BTEX	mg/kg TR	-			HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg TR	-			HE
<b>PAK (EPA) :</b>					
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	0,12	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,06	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	0,45		DIN ISO 18287	HE
<b>PCB :</b>					
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen (TR)	mg/kg TR	-			HE

NBG Tritenheim  
 SB15039-1

 Prüfbericht Nr. 2678398  
 Auftrag 3501041 Probe 150659970

 Seite 4 von 4  
 22.09.2015

 Probe MP 2  
 Fortsetzung

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Grenzwert
-----------	---------	----------	------------------------	---------	---------------

**Eluatuntersuchungen :**

pH-Wert		8,0		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	63	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN EN ISO 15682 <sup>(1)</sup>	HE
Sulfat	mg/l	< 5	5	SOP M 1288	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

(1) Abweichung:photometrisch Diskretanalysator

**Metalle im Eluat :**

Arsen	mg/l	0,013	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,014	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

 Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter  
<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

ICP - Ingenieurgesellschaft  
Prof. Czurda und Partner mbH  
Am Tränkwald 27  
67688 Rodenbach

## Prüfbericht 2676538

Auftrags Nr. 3501041

Kunden Nr. 10040865

Frau Susanne Bürgel  
Telefon +49 6128-744-709  
Fax +49 6128-744-9499

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Im Maisel 14

D-65232 Taunusstein



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14115-02-00  
D-PL-14115-03-00  
D-PL-14115-06-00  
D-PL-14115-07-00  
D-PL-14115-08-00  
D-PL-14115-10-00  
D-PL-14115-13-00  
D-PL-14115-14-00

Taunusstein, den 21.09.2015

Ihr Auftrag/Projekt: NBG Tritthenheim

Ihr Bestellzeichen: SB15039-1

Ihr Bestelldatum: 16.09.2015

Untersuchungsumfang:

PAK

Prüfzeitraum von 17.09.2015 bis 18.09.2015

erste laufende Probenummer 150659968

Probeneingang am 17.09.2015

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel  
Customer Services

Seite 1 von 2

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Im Maisel 14 D-65232 Taunusstein t +49 6128 744-0 f +49 6128 744-9890 www.institut-fresenius.sgsgroup.de

Geschäftsführer: Stefan Steinhardt, Aufsichtsratsvorsitzender: Dirk Hellemans, Sitz der Gesellschaft: Taunusstein,  
HRB 21543 Amtsgericht Wiesbaden

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung. Alle Dienstleistungen werden auf Grundlage der anwendbaren Allgemeinen Geschäftsbedingungen der SGS, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden, erbracht.  
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

NBG Tritenheim  
SB15039-1

Prüfbericht Nr. 2676538  
Auftrag Nr. 3501041

Seite 2 von 2  
21.09.2015

Proben durch IF-Kurier abgeholt

Matrix: Straßenaufbruch

Probennummer	150659968	150659969
Bezeichnung	MP 1 (BK 1 + BK 2)	BK 3

Eingangsdatum:	17.09.2015	17.09.2015
----------------	------------	------------

Parameter	Einheit			Bestimmungs Methode -grenze	Lab
<b>PAK (EPA) :</b>					
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287 HE
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Fluoren	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Phenanthren	mg/kg	0,16	0,19	0,05	DIN ISO 18287 HE
Anthracen	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Fluoranthen	mg/kg	0,23	0,13	0,05	DIN ISO 18287 HE
Pyren	mg/kg	0,22	0,14	0,05	DIN ISO 18287 HE
Benz(a)anthracen	mg/kg	0,12	0,10	0,05	DIN ISO 18287 HE
Chrysen	mg/kg	0,13	0,10	0,05	DIN ISO 18287 HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	0,16	0,10	0,05	DIN ISO 18287 HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,10	0,07	0,05	DIN ISO 18287 HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,11	0,08	0,05	DIN ISO 18287 HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	0,06	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287 HE
Summe PAK gesamt	mg/kg	1,29	0,91		DIN ISO 18287 HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

# SGS

**EINGANG ICP**

11. Sep. 2015

Bearb.	Kopie
Termin	Ablage

# INSTITUT FRESENIUS

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

ICP - Ingenieurgesellschaft  
Prof. Czurda und Partner mbH  
Am Tränkwald 27  
67688 Rodenbach

**Prüfbericht 2663083**  
Auftrags Nr. 3488859  
Kunden Nr. 10040865

Frau Susanne Bürgel  
Telefon +49 6128-744-709  
Fax +49 6128-744-9499

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Im Maisel 14  
D-65232 Taunusstein



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14115-02-00  
D-PL-14115-03-00  
D-PL-14115-05-00  
D-PL-14115-07-00  
D-PL-14115-08-00  
D-PL-14115-10-00  
D-PL-14115-13-00  
D-PL-14115-14-00

Taunusstein, den 08.09.2015

Ihr Auftrag/Projekt: igr - Trittenheim  
Ihr Bestellzeichen: SB15039  
Ihr Bestelldatum: 03.09.2015

Untersuchungsumfang: Arsen und Kupfer im Feststoff

Prüfzeitraum von 04.09.2015 bis 07.09.2015  
erste laufende Probenummer 150659910  
Probeneingang am 04.09.2015

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel  
Customer Services

Seite 1 von 2

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Im Maisel 14 D-65232 Taunusstein t +49 6128 744-0 f +49 6128 744-9890 www.institut-fresenius.sgsgroup.de

Geschäftsführer: Stefan Steinhardt, Aufsichtsratsvorsitzender: Dirk Hellomans, Sitz der Gesellschaft: Taunusstein.  
HRB 21643 Amtsgericht Wiesbaden

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung. Alle Dienstleistungen werden auf Grundlage der anwendbaren Allgemeinen Geschäftsbedingungen der SGS, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden, erbracht.  
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

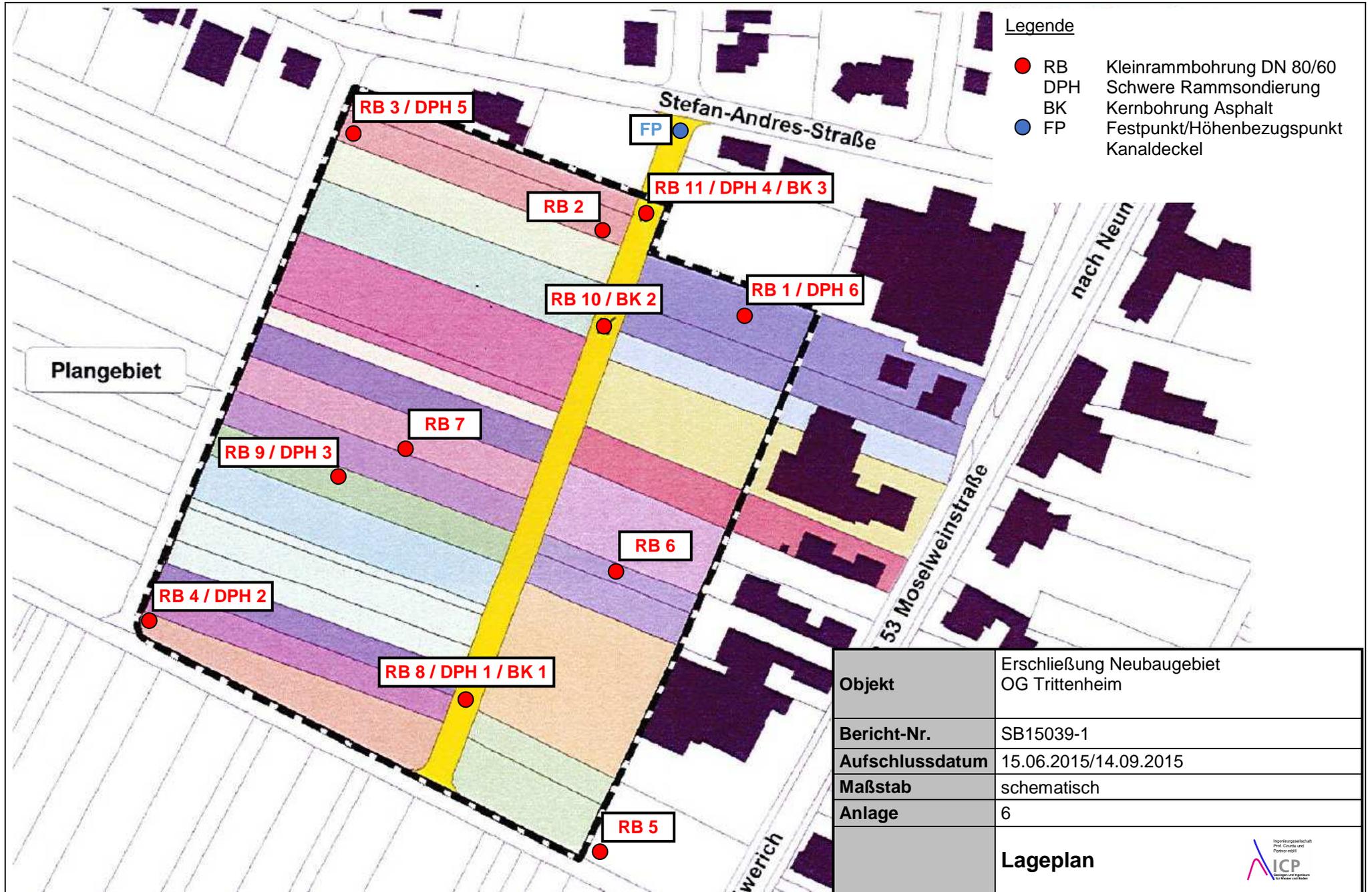
igr - Trittenheim  
SB15039

Prüfbericht Nr. 2663083  
Auftrag Nr. 3488859

Seite 2 von 2  
08.09.2015

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		150659910	150659911	150659912			
Bezeichnung		RB1/P2	RB3/P3	RB4/P2			
Eingangsdatum:		04.09.2015	04.09.2015	04.09.2015			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	
					-grenze		
<b>Feststoffuntersuchungen :</b>							
Trockensubstanz	Masse-%	97,7	96,8	91,0	0,1	DIN EN 14346	HE
<b>Metalle im Feststoff :</b>							
Arsen	mg/kg TR	10	11	11	2	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	75	22	100	1	DIN EN ISO 11885	HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.



Objekt	Erschließung Neubaugebiet OG Trittenheim
Bericht-Nr.	SB15039-1
Aufschlussdatum	15.06.2015/14.09.2015
Maßstab	schematisch
Anlage	6
	<b>Lageplan</b>