

Orientierendes Geotechnisches Gutachten zum Projekt

Gebietsentwicklung „Südwestlich des Westrings“ in Seligenstadt

AZ: F 090119

(09.03.2019)

Erstattet von:

Markus Junghans

Geo - Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH

Reichardsweide 17

63654 Büdingen / Hessen

Tel: 06042 - 4194, Fax: 06042 - 1382

e-mail: junghans@geo-consult.de

homepage: www.geo-consult.de

Inhaltsverzeichnis**Seite**

1	Auftrag	3
2	Unterlagen	3
3	Planungssituation	3
4	Baugrundverhältnisse	4
	4.1 Durchgeführte Untersuchungen	4
	4.2 Allgemeine Schichtenfolge	5
5	Hydrogeologische Verhältnisse, Versickerung	6
6	Bodenmechanische Beurteilung	9
7	Abfalltechnische Beurteilung	10
	7.1 Untersuchungen von Schwarzdecken auf Teerhaltigkeit	10
	7.2 Bodenuntersuchungen gem. LAGA	10
	7.3 Bodenuntersuchung auf Herbizide gem. BBodSchV	11
8	Orientierende Empfehlungen zur Bauausführung	12
	8.1 Kanalbau, Allgemeine Angaben	12
	8.2 Verbau und Wasserhaltung	12
	8.3 Weitere Angaben zum Kanalbau	14
	8.4 Verkehrsflächenbau	17
	8.5 Orientierende Sachverhalte zur Bebauung der Baufelder	22
9	Frostempfindlichkeiten, Homogenbereiche, Geodynamik	26
10	Schlussbemerkungen	27

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan der Aufschlusspositionen, ohne Maßstab

Anlage 2: Profilschnitte der Aufschlusspositionen, Höhenmaßstab 1: 50

Anlage 3: Ergebnisse aus bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 4: Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen auf Teerhaltigkeit

Anlage 5: Ergebnisse aus abfalltechnischen Bodenuntersuchungen gem. LAGA

Anlage 6: Analysenergebnisse aus Bodenuntersuchungen auf Herbizide gem. BBodSchV

1 Auftrag

Die Terramag GmbH (Hanau) erteilte der GEO-CONSULT Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH (Büdingen) den Auftrag, orientierende geotechnische Untersuchungen im Zuge der geplanten Entwicklung des Baugebietes „Südwestlich des Westrings“ in Seligenstadt vorzunehmen. Über die vorliegende Baugrundsituation ist in einem ingenieurgeologischen Gutachten Bericht zu erstatten. Auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laboruntersuchungen sind orientierende / grundsätzliche Bauausführungsempfehlungen für die geplanten Kanal- und Straßenbaumaßnahmen zu erarbeiten und darzustellen. Zudem waren orientierende Gründungsempfehlungen für die Wohnbebauung zusammenzustellen.

2 Unterlagen

Im Rahmen der ingenieurgeologischen Begutachtung fanden folgende Unterlagen Verwendung:

- Anlage 1: Lageplan der Aufschlusspositionen, ohne Maßstab
- Anlage 2: Profilschnitte der Aufschlusspositionen, Höhenmaßstab 1: 50
- Anlage 3: Ergebnisse aus bodenmechanischen Laboruntersuchungen
- Anlage 4: Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen auf Teerhaltigkeit
- Anlage 5: Ergebnisse aus abfalltechnischen Bodenuntersuchungen gem. LAGA
- Anlage 6: Analysenergebnisse aus Bodenuntersuchungen auf Herbizide gem. BBodSchV

Unterlage /U1/: Planungsinformationen sowie Planunterlage (Lageplan) der Terramag GmbH, Hanau

3 Planungssituation

Die Terramag GmbH (Hanau) plant die Entwicklung des Baugebietes „Südwestlich des Westrings“ in Seligenstadt. Das Baufeld befindet sich am südwestlichen Ortsrand von Seligenstadt auf einem nahezu ebenen Gelände. Die für das Baugebiet vorgesehene Fläche wird derzeit landwirtschaftlich genutzt.

Im Zuge der Erschließung sind Kanal- und Straßenbauarbeiten auszuführen. Da sich das Projekt noch in einer frühen Planungsphase befindet, liegen noch keine detaillierte Planunterlagen bzw. Planungsinformationen vor. Für die weiteren Betrachtungen wurde von folgenden Annahmen ausgegangen, welche den nachfolgenden Ausführungsempfehlungen zugrunde liegen:

- Die Kanalsohlen werden in Tiefen bis max. ca. 4 m unter der Geländeoberkante („GOK“) angesiedelt sein, wobei für die Sammler von Dimensionen bis DN 600 ausgegangen wird.

- Nach erfolgtem Kanalbau ist ein Straßen-Vollausbau auf Basis des Regelwerk RStO 12 vorgesehen, wobei orientierend von der Belastungsklasse Bk1,0 gem. RStO 12 sowie von Pflaster- und Asphaltversiegelungen ausgegangen wird. Zudem wird die Errichtung von Gehwegen projektiert sein, wobei ebenfalls von Asphalt- und Pflasterdecken als Oberflächenversiegelungen ausgegangen wird. Es wird angenommen, dass die Gradienten der Verkehrsflächen im geplanten Baugebiet in etwa höhengleich mit der derzeitigen Geländeoberkante („GOK“) zu liegen kommen werden, so dass keine größeren Reliefausgleicharbeiten erforderlich werden.

Die geplanten Kanaltrassen liegen zumeist (Ausnahme Anschlussbereiche an die vorhandene Ortslage) in einem größeren Abstand zum Bbauungs-Bestand, so dass entsprechende Schutzmaßnahmen für eine bereits bestehende Bausubstanz nur bereichsweise vorzusehen sind. Lokal (Anschlussbereiche an die vorhandene Ortslage) werden jedoch Versorgungsleitungen gekreuzt bzw. tangiert, so dass entsprechende Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

Die im Kap. 8 dargestellten orientierenden Ausführungsgrundsätze beruhen auf vorläufigen Annahmen und sind vor der Bauausführung durch Detailuntersuchungen nochmals zu überprüfen, zu verifizieren bzw. nötigenfalls anzupassen (ergänzende Baugrunduntersuchungen). Die Detailuntersuchungen sollten nach dem Bekanntsein eines detaillierten Planungsstandes ausgeführt werden.

4 Baugrundverhältnisse

4.1 Durchgeführte Untersuchungen

Im Zuge der orientierenden Baugrunderkundung wurden am 14. und 15.02.2019 auftragsgemäß zehn (10) Kleinrammbohrungen / Bohrsondierungen („RKS 1“ bis „RKS 10“), bis in eine Tiefe von jeweils 6,0 m unter die Geländeoberkante („GOK“) niedergebracht.

Aus den Bodenaufschlüssen wurden schichtspezifische Bodenproben für bodenmechanische und abfalltechnische Laboruntersuchungen entnommen. Drei Asphaltproben wurden hinsichtlich PAK im Feststoff sowie Phenole im Eluat untersucht (Untersuchung auf Pech- bzw. Teerhaltigkeit).

Die Ansatzpunkte der Aufschlusspositionen sind dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Aufschlussarbeiten sind als Profilschnitte im Höhenmaßstab 1: 50, in Abstimmung mit den Vorgaben der DIN 4023, als Anlage 2 diesem Gutachten beigefügt. Als Höhenbezugspunkte für die Vermessung der Aufschlusspositionen wurden Höhen bestehender Kanaldeckel angenommen (Basis: Bestandsplan Kanalisation).

4.2 Allgemeine Schichtenfolge

Nachfolgend erfolgt eine Kurzbeschreibung der Baugrundsituation; detaillierte Angaben sind den Profilschnitten der Anlage 2 zu entnehmen.¹ Die natürlichen Böden werden im geplanten Baugebiet zumeist von gemischtkörnigen Böden in Form von Sanden eingenommen, welche bereichsweise von differierend mächtigen feinkörnigen Ablagerungen (granulometrisch Schluff) durchzogen werden. Die natürlichen Bodenabfolgen werden bereichsweise von Auffüllungen und an der GOK von Oberböden / Grasnarben sowie von Oberflächenversiegelungen überlagert.

Oberböden

Oberböden / Grasnarben wurden an der GOK der Aufschlüsse RKS 1, 2, 4, 6 und 10 festgestellt. Diese weisen Mächtigkeiten von ca. 5 cm (RKS 10) bis ca. 40 cm (RKS 2) auf. Sie besitzen das Kornspektrum eines Sand, mit tonigen, schluffigen, organischen / humosen und bisweilen auch kiesigen Beimengungen in differierenden Massenanteilen. Die vorhandenen Oberböden / Grasnarben sind grundsätzlich vor Beginn von Tiefbauarbeiten abzuschleifen.

Oberflächenversiegelungen

An der GOK der Aufschlusspositionen RKS 3, RKS 7 und RKS 8 wurden Asphaltversiegelungen, mit Mächtigkeiten von ca. 8 cm (RKS 8) und max. ca. 25 cm (RKS 3) vorgefunden.

Auffüllungen

An den Aufschlüssen RKS 3, RKS 5 sowie RKS 7 bis RKS 10 wurden Auffüllungen angetroffen, welche bis in eine max. Tiefe von ca. 2,2 m (RKS 3) unter GOK aufgeschlossen wurden. Mit tiefer reichenden Auffüllungen muss grundsätzlich im Bereich von Trassen vorhandener Ver- / Entsorgungsleitungen sowie von unterirdischen Einbauten gerechnet werden. An den Aufschlüssen wurden gemischtkörnige (mitunter auch grobkörnige) Auffüllungen in Form von Sand und Kies / Schotter (in differierenden Massenanteilen tonig, schluffig und bisweilen auch organisch sowie mit Steinen und Blöcken durchsetzt) vorgefunden. Innerhalb der grau bis graubraun gefärbten Auffüllungen, welche bereichsweise (RKS 3 und RKS 8) einen PAK-Geruch (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) aufwiesen, wurden diffus verteilt Ziegel-, Asphalt-, Keramik- und Natursteinstücke (Basalt, Quarz, Gneis, Sandstein, Granit) erkannt.

Natürliche Böden

Der natürliche Baugrund wird bis zu den erreichten Aufschlussentiefen zumeist von gemischtkörnigen (mitunter auch grobkörnigen) Böden eingenommen. Hierbei handelt es sich zumeist um Sande (untergeordnet um Kiese bzw. Kies-Sand Gemische sowie um Sand-Schluff Gemische), mit schluffigen und bisweilen auch kiesigen und organischen Beimengungen in differierenden Massenanteilen sowie zumeist mitteldichter Lagerungsform. Innerhalb der Sande wurden bereichsweise (vornehmlich in den oberen, bereichsweise auch in den tieferen Profilabschnitten) auf unterschiedlichen Höhenkoten und in variierenden Mächtigkeiten feinkörnige Böden (granulometrisch Schluff, mit sandigen und tonigen Beimengungen in unterschiedlichen Massenanteilen sowie erkundungszeitlich weich- bis steifplastischen sowie steifplastischen Konsistenzen) angetroffen.

¹ Bzgl. Anlage 2 ist zu beachten, dass hier den bereichsweise angetroffenen feinkörnigen Böden die Hauptbodenart „Schluff“ zugeordnet wurde (auf Basis der tatsächlichen Kornverteilung bzw. des Verhaltens gem. der Feldbefunde gem. DIN EN ISO 14688-1), obgleich gem. DIN 18196 zumeist die Einstufung „Ton“ (aufgrund der bodenmechanischen Zugehörigkeit zu den Bodengruppen TL / TM / (TA)-DIN 18 196-) gegeben ist (vgl. Klassifikation in Kap. 6, Tab. 1).

Bis zu den erreichten Aufschlussentiefen wurden somit heterogene natürliche Ablagerungen festgestellt. Die natürlichen Böden, welche bereichsweise (RKS 3 und RKS 8) ebenfalls einen PAK-Geruch aufwiesen, besitzen graue, braune, graubraune sowie rostgraubraune und rötlich braune Farbabstufungen. Aus bodenmechanischer Sicht (DIN 18196) sind die gemischtkörnigen Abfolgen zumeist in die Bodengruppen SU bis SU* und die feinkörnigen Bodenabfolgen in die Bodengruppen TL / TM einzuordnen. Die am Projektstandort anstehenden Böden sind somit zumeist ausgesprochen wasser- und frostempfindlich, so dass nach Phasen mit längeren Niederschlägen geringere Konsistenzen und somit auch deutlich geringere Tragfestigkeiten, als im Zuge der Erkundungsarbeiten festgestellt, vorliegen können. Feinkörnige Böden mit erhöhten Wassergehalten und höheren Sandgehalten reagieren darüber hinaus bei dynamischer Beanspruchung mit einem thixotropen Verhalten² und damit mit einer weiteren Herabsetzung ihrer ohnehin nur geringen bis mäßigen Tragfestigkeiten bzw. neigen unter Wassereinfluss zum Fließen, was im Zuge der Baumaßnahme zu beachten ist. Auf die besondere Fließgefahr grob-/ gemischtkörniger Böden unter Wassereinfluss wird an dieser Stelle ausdrücklich hingewiesen.

5 Hydrogeologische Verhältnisse, Versickerung

Hydrogeologische Verhältnisse

An den Erkundungstagen (14. und 15.02.2019) wurde in keiner der Aufschlusspositionen bis zu den erreichten Aufschlussentiefen Grundwasser festgestellt. Nach Auswertung von frei zugänglichen Daten des HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden) kann für den Baufeldbereich ein vergleichsweise großer durchschnittlicher Grundwasserflurabstand ($\geq 5 - 7,5$ m) angenommen werden, was auch mit den aktuellen Bohrerergebnissen korreliert. Die Grundwasserstände im Baufeldbereich werden weitestgehend von den herrschenden Niederschlags- d.h. Grundwasserneubildungsraten beeinflusst; der ca. 1,2 km nordöstlich des Baufeldes verlaufende Vorfluter „Main“ wird dagegen keinen nennenswerten auf die Wassersituation haben. Aus den frei zugänglichen Daten des HLNUG (Grundwassergleichenpläne) konnten für den Baufeldbereich max. Grundwasserstände (April 1957) zwischen ca. 110,5 m NN (im Nordosten, Bereich „Westring“) und ca. 112,0 m NN (im Südwesten) und eine Grundwasserfließrichtung in nordöstliche Richtung ermittelt werden. Auf Basis der vorgenannten Sachverhalte empfehlen wir, als bauzeitliche Bemessungswasserstandshöhen (im Sinne höchst möglicher Grundwasserstände) für den Baufeldbereich Koten anzunehmen, welche jeweils ca. 4 m unter der derzeitigen GOK angesiedelt sind.³

Insbesondere in den oberflächennahen Baugrundbereichen wurden jedoch z.T. Bodenzonen mit höheren Wassergehalten bzw. lokale Vernässungszonen angetroffen, welche auf temporäre Sicker-/Stauwassereinflüsse hindeuten. Die in den oberflächennahen Baugrundbereichen zumeist angetroffene Baugrundsichtung (Wechsel von feinkörnigen und grob- / gemischtkörnigen Böden) begünstigt grundsätzlich die temporäre / bereichsweise Ausbildung von Stau- / Sickerwasserhorizonten. Eine Wasserbewegung ist hierbei insbesondere in Folge länger anhaltender Niederschlagsereignisse zu erwarten. Das Auftreten und die Höhenlagen der Sickerlinie können variieren und sind bei der gegebenen

² Erdstoff neigt bei dynamischer Anregung zur (reversiblen) Verflüssigung und kann dabei fließen.

³ Kote gilt nicht im Sinne eines Bemessungswasserstandes für bleibende Bauteile, sondern nur als bauzeitlicher Bemessungszustand.

geologischen und morphologischen Situation im Wesentlichen von der Intensität und Dauer der vorangegangenen Niederschlagsereignisse abhängig. Sicherheitshalber sollte berücksichtigt werden, dass in ungünstigen Fällen ein Sickerwassereinstau bis knapp unter die GOK erfolgen kann. Der oberflächennah schwach bis sehr schwach durchlässige Baugrund kann darüber hinaus auch das Aufstauen von Niederschlagswasser auf der GOK bedingen.

Zusammenfassend kann ausgeführt werden, dass es im Zuge der geplanten Baumaßnahme, bei den angenommenen Kanalgrabentiefen und hydrogeologischen Bedingungen wie im Zuge der Erkundung erfasst, zu keiner Unterschneidungen einer zusammenhängenden Wasserlinie kommen würde; es muss jedoch grundsätzlich für den gesamten Baufeldbereich mit Sicker- und Stauwassereinflüssen bzw. wassergesättigten und unter Wassereinfluss instabilen Bodenzonen gerechnet werden. Entsprechende wasserhaltende Maßnahmen bzw. Verbauformen sind demnach zu berücksichtigen. Auf die Fließgefährdung grob- / gemischtkörniger Ablagerungen bzw. stark sandiger feinkörniger Böden unter Wassereinfluss, wird nochmals hingewiesen. Grundsätzlich wird empfohlen, die Bauarbeiten zu einer Jahreszeit mit vergleichsweise niedrigen Grundwasserständen bzw. geringem Sickerwasseraufkommen (z.B. Sommer / Frühherbst) auszuführen. Es ist zu beachten, dass nach Zeiten mit Niederschlagstätigkeiten wasserführende Felddrainagen angeschnitten werden können, welche erforderlichenfalls separat zu fassen wären.

Aufgrund der vorgenannten Sachverhalte sind, im Sinne der ZTV E-StB 17 bzw. RStO 12, „ungünstige Wasserverhältnisse“ gegeben. Für die neuen Verkehrsflächen sollten daher entsprechende Entwässerungseinrichtungen berücksichtigt werden.

Gem. frei zugänglicher Daten des HLNUG liegt das Baufeld weder in einem Trinkwasserschutzgebiet noch in einem Heilquellenschutzgebiet.

Versickerung

Für die Bodenabfolgen am Projektstandort können, basierend auf Erfahrungswerten bzw. auf Basis der ausgeführten Kornverteilungsanalysen (vgl. Anlage 3), folgende charakteristische Wasserdurchlässigkeiten angenommen werden:

Schluff / Ton:	k_f -Bereich zwischen 1×10^{-10} m/s - 1×10^{-8} m/s
Sande, stark schluffig bis U-S-Gemische:	k_f -Bereich zwischen 5×10^{-8} m/s - 1×10^{-7} m/s
Sande, schluffig:	k_f -Bereich zwischen 5×10^{-7} m/s - 1×10^{-5} m/s
Sande, schwach schluffig:	k_f -Bereich zwischen 5×10^{-6} m/s - 5×10^{-4} m/s

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist am Projektstandort grundsätzlich möglich. Zur Versickerung geeignet sind die festgestellten Sandabfolgen, die einen geringen bis mäßigen Anteil an Feinkorn $< 0,063$ mm aufweisen. Diese Bodenabfolgen sind in der Anlage 2 visuell daran erkennbar, dass in den Bohrprofilen ausschließlich orange und / oder gelbe Farben erscheinen. Diesen Bodenabfolgen kann im Zuge der Vordimensionierung von Versickerungsanlagen ein vorläufiger horizontal (gesättigter) k_f -Wert von ca. 5×10^{-6} m/s zugeordnet werden.

Die vorgenannten Bodenabfolgen, denen das Wasser von Versickerungsanlagen zugeführt werden sollte, werden am Projektstandort von ungeeigneten (weil zu gering wasserdurchlässig) feinkörnigen und gemischtkörnigen Bodenabfolgen mit erhöhten Feinkornanteilen überdeckt. Für die Niederschlagswasseraufnahme ungeeignete Bodenabfolgen sind in der Anlage 2 dadurch gekennzeichnet, dass in den Bohrprofilen grüne und / oder violette Farben auftreten. Zudem sollte keine Versickerung über Auffüllungen bzw. geruchlich auffällige (PAK-Geruch) natürliche Sande erfolgen

Im Zuge der Errichtung von Versickerungsanlagen sind die vorgenannten ungeeigneten Schichtenfolgen, die i.d.R. bis rund 1,50 m bis ca. 2,50 m unter die derzeitige Geländehöhe (bereichsweise auch tiefer, vgl. Anlage 2) reichen, gegen sickerfähiges Material zu ersetzen. Die Versickerungsanlagen sind so baulich zu gestalten, dass es zu keinem Wasseraustritt aus den Anlagen oberhalb der ungeeigneten Schichten kommt (das zu versickernde Wasser ist bis zur geeigneten Schicht durchzuleiten), da ansonsten mit Stauwasserbildungen oberhalb der geringer wasserdurchlässigen Schichten zu rechnen ist (vgl. auch folgender Absatz).

Neben Schacht- und Rigolensickeranlagen sind grundsätzlich auch Sickermulden möglich. Im Falle von Sickermulden sind die nicht geeigneten (zu gering wasserdurchlässigen Schichten) gegen sickerfähiges Material zu ersetzen ($k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s); im Falle der übrigen Sickersysteme sind die Anlagen so zu gestalten, dass die Wasseraustrittsbereiche der Anlagen jeweils innerhalb der sickerfähigen Schicht anzuordnen sind. Die Ausführung von Sickermulden ist im Bereich der einzelnen Grundstückspartellen jedoch nicht sinnvoll bzw. nicht empfehlenswert. Hintergrund ist, dass sich (auch nach dem Ersatz von nicht sickerfähigen Böden gegen höher wasserleitfähiges Material im Bereich der Mulden) die Gefahr einer temporären Stauwasserbildung im Umfeld der Sickeranlagen und damit eine Vernässungsgefahr für angrenzende tiefer in den Untergrund reichende Bauwerke ergeben kann.⁴ Berücksichtigt man, dass die sickerfähigen natürlichen Baugrundzonen bereichsweise erst in größerer Tiefe unterhalb der GOK erreicht werden, bietet sich die Ausführung von Schachtversickerungsanlagen an. Diese sollten hydraulisch und baulich so bemessen werden, dass eine Versickerung nur innerhalb der o.g. sickerfähigen (natürlichen) Baugrundzonen erfolgt.

Es ist zu beachten, dass gem. DVWK-ATV A 138 bzw. DVWK-ATV M 153 ein Abstand der Sickeranlage vom mittleren Hoch-Grundwasserstand von 1 m eingehalten werden sollte. Auf Basis der bisherigen Erkenntnisse kann der von der ATV empfohlene Abstand zum mittleren Hoch-Grundwasserstand eingehalten werden.

Das Erfordernis einer Niederschlagswasservorreinigung (vor Aufgabe auf die Sickeranlagen) ist auf Basis der DVWK M 153 zu prüfen und im Bedarfsfalle zu bemessen. Grundsätzlich sollte die zuständige Wasser / Genehmigungsbehörde frühzeitig in die weiteren Planungen mit einbezogen werden. Die Sickeranlagen selbst sind auf Basis der Vorgaben der DVWK A 138 zu dimensionieren. Aufgrund der festgestellten Durchlässigkeitsschwankungen der natürlichen Sande wird empfohlen, in einem späteren (konkreteren) Planungsstadium detaillierte k_f -Wert-Bestimmungen an den tatsächlichen Anlagenstandorten vorzunehmen, um die Anlagen hydraulisch einwandfrei und wirtschaftlich dimensionieren zu können. Versickerungsanlagen werden i.d.R. auf ein Regenerereignis mit einer 5-jährigen statistischen Wiederkehrzeit ($n = 0,2$) bemessen;

⁴ Sofern die KG-Ebenen späterer Bauwerke durchweg eine druckwasserdichte Abdichtung erhalten, ist eine Vernässungsgefahr nicht gegeben.

d.h. bei Regenereignissen mit einer stat. Wiederkehrzeit von $< 0,2$ kommt es zur hydraulischen Überlastung von Versickerungsanlagen. Es ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. Notentlastungsmöglichkeiten) sicherzustellen, dass es bei einer hydraulischen Überlastung nicht zur Gefährdung angrenzender Bauteile / Bauwerke bzw. zu schädlichen Geländeüberflutungen kommen kann.

6 Bodenmechanische Beurteilung

Aus den Bodenaufschlüssen wurden repräsentative Bodenproben entnommen und im firmeneigenen Erdbaulabor untersucht. Die Laborergebnisse sind in der Anlage 3 zusammengestellt. Die bei erdstatischen Berechnungen in Ansatz zu bringenden charakteristischen bodenmechanischen Kenndaten sind in Abstimmung mit DIN 18196 bzw. DIN 1055-2 (2010) sowie auf Basis von Erfahrungswerten in der nachfolgenden Tabelle 1 schichtspezifisch zusammengestellt. Die natürliche Varianz der Kenndaten ist bei der Ausführung erdstatischer Berechnungen zu berücksichtigen. Für statische Nachweise (z.B. für den Kanalgrabenverbau) sind in geeigneter Weise, bevorzugt jedoch die jeweils ungünstigeren, Kombinationen der bodenmechanischen Kenndaten anzunehmen. Dabei sind ergänzend die Informationen der Kapitel 4.2 und 5 sowie der Anlage 2 zu beachten. Mögliche Belastungseinflüsse aus bereichsweise angrenzenden Bauwerken bzw. Bauteilen und Versorgungsleitungen sowie dem Baustellenverkehr sind ergänzend zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Charakteristische Bodenmechanische Kenndaten (lokale Sonderfälle nicht berücksichtigt)

Schicht	Kornverteilung (vereinfacht)	DIN 18196	Konsistenz / Lagerungsdichte	Wichte erdfeucht (kN/m ³)	Wichte unter Auftrieb (kN/m ³)	Reibungswinkel (°)	Kohäsion (kN/m ²)	Steifemodul (MN/m ²) ⁽¹⁾
Auffüllung (grob- / gemischtkörnig)	A (G, S, u' - u, x', t', y', o')	A (GE - GW / GU / GU* bzw. SE - SW / SU / SU*)	locker	17,0**	9,5	27,5° - 30,0°	0,0	variierend
			mitteldicht	19,0***	11,0	30,0° - 32,5°	0,0	
			dicht	21,0****	12,5	32,5° - 35,0°	0,0	
feinkörnige natürliche Böden	U, s - s#, t' - t, g', o'	TL / TM (UL / UM)	weich	18,5	8,5	20,0°	2,0	2 - 4
			steif	19,5	9,5	20,0°	7,5	5 - 8
			halbfest	20,5	10,5	20,0°	12,0	9 - 15
grob- / gemischtkörnige natürliche Böden	S, G, u' - u	SU / SU* bzw. GU / GU* (SE - SW bzw. GE - GW)	locker	17,0**	9,5	27,5° - 30,0°	0,0	10 - 20
			mitteldicht	19,0***	11,0	30,0° - 32,5°	0,0	20 - 40
	S, u - u#, g', t' - t bis S/U	SU* / ST*	quasi steif	20,5 - 21,5	10,5 - 11,5	25,0° - 27,5°	2,0	7 - 12

Bedeutung der Kurzzeichen:

/ : Nebenbodenbestandteil „stark“ / „schwach“

** : + 2,5 kN/m³ wenn wassergesättigt; *** : + 2 kN/m³ wenn wassergesättigt; **** : + 1,5 kN/m³ wenn wassergesättigt

⁽¹⁾ Oedometrische Steifeziffer der Erstbelastung für den Spannungsbereich ca. 175 - 200 kN/m²

7 Abfalltechnische Beurteilung

7.1 Untersuchungen von Schwarzdecken auf Teerhaltigkeit

Von den entnommenen Schwarzdecken wurden drei Proben einer Untersuchung auf pech- bzw. teerhaltige Inhaltsstoffe unterzogen. Die Analysenprotokolle der Untersuchungen sind in der Anlage 4 diesem Gutachten beigefügt. Die Laborergebnisse und die Beurteilung bzw. die Verwertungsklassen gem. RuVA gehen aus der folgenden Tabelle 2 hervor.

Tabelle 2: Probenübersicht und Analysenergebnisse (Schwarzdecken, Bestand)

Position	Probenbezeichnung	Entnahmetiefe unter GOK (m)	PAK Feststoff (mg/kg)	Phenole Eluat (mg/l)	Verwertungs-klasse RuVA
RKS 3*	3/1	0,00 - 0,25	0,21	< 0,01	A bzw. A 1
RKS 7*	7/1	0,00 - 0,12	660	< 0,01	B
RKS 8*	8/1	0,00 - 0,08	1,8	< 0,01	A bzw. A 1

XXX: Kriterium „teer-/pechhaltig“ erfüllt wenn PAK-Summe > 25 mg/kg bzw. wenn Phenole im Eluat > 0,1 mg/l

*: Die Asphaltdecke wurde mittels Schlagbohrer durchbohrt, so dass eine Abgrenzung einzelner Asphaltsschichten bzw. eine genaue Feststellung der Asphaltmächtigkeit nicht möglich waren. Bei der Probe handelt es sich somit um eine Mischprobe des Bohrmehls über die gesamte Asphaltmächtigkeit.

Anhand der Analysenergebnisse (Tab. 2) ist im Sinne der RuVA nur die untersuchte Probe „7/1“ als „teer-/pechhaltig“ zu bezeichnen. Aufbruchmassen sind einer sachgerechten Verwertung / Entsorgung zuzuführen. Gem. Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (RP Darmstadt, Gießen, Kassel vom 01.09.2018) ist pechhaltiger Straßenaufbruch ab einem PAK-Gehalt von ≥ 400 mg/kg oder/und Benzo(a)pyren-Gehalt von ≥ 50 mg/kg als gefährlicher Abfall zu bezeichnen (Abfallschlüssel 17 03 01). Hierunter würde anhand der Analysenergebnisse die Probe „7/1“ fallen. Aufbruch mit geringeren als den zuvor genannten PAK- bzw. Benzo(a)pyren-Konzentrationen ist (wie an den Proben „3/1“ und „8/1“ festgestellt) dem Abfallschlüssel 17 03 02 zuzuordnen. Eine räumliche Abgrenzung von vorhandenen teerhaltigen Bereichen gegen Abschnitte mit nicht teerhaltigem Asphalt (Ausbauasphalt mit der Verwertungsklasse A bzw. A1) ist auf Basis der punktuellen Untersuchungen nicht möglich, so dass bauvorbereitend / baubegleitend weitere Asphaltuntersuchungen hinsichtlich ihrer Teerhaltigkeit empfohlen werden.

7.2 Bodenuntersuchungen gem. LAGA

Die entnommenen einzelnen Bodenkompimente wurden nach räumlichen und organoleptischen Gesichtspunkten zu fünf Mischproben zusammengefasst (Zusammenstellung vgl. folgende Tabelle 3), an denen LAGA - Deklarationsanalysen ausgeführt wurden (M20, Boden). Die Laborprotokolle und LAGA-Probenahmeprotokolle sind als Anlage 5 diesem Gutachten beigefügt. Die abfallrechtliche Einstufung erfolgte anhand der Tabellen 1.1 bis 1.3 (Zuordnungswerte Boden) des Anhangs 1 zum Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (RP Darmstadt, Gießen, Kassel, Stand: 01.09.2018). Hierbei ergeben sich die in der folgenden Tabelle 3 dargestellten Einstufungen.

Tabelle 3: Probenübersicht und Beurteilung gem. Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, RP Darmstadt, Gießen, Kassel (Stand: 01.09.2018)

Mischproben- bezeichnung	Berücksichtigte Bodenkompimente	Einstufung	Für die Einstufung maßgebliche Parameter	
			im Feststoff	im Eluat
MP 1	Auffüllungen aus den Aufschlüssen RKS 3 und RKS 8	> Z 2 (Boden)	PAK, Benzo(a)pyren	---
MP 2	Auffüllungen aus den Aufschlüssen RKS 5, RKS 7, RKS 9 und RKS 10	Z 1 (Boden)	TOC (Nickel → Z ⁰⁺)	---
MP 3	Natürliche Böden aus den Aufschlüssen RKS 3 und RKS 8	Z 2 (Boden)	PAK, Benzo(a)pyren	---
MP 4	Natürliche Böden aus den Aufschlüssen RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 5 (ohne Oberböden)	Z 0 (Boden)	---	---
MP 5	Natürliche Böden aus den Aufschlüssen RKS 6, RKS 7, RKS 9 und RKS 10 (ohne Oberböden)	Z 0 (Boden)	---	---

Bezüglich der an den Aufschlüssen RKS 3 und RKS 8 festgestellten erhöhten PAK- und Benzo(a)pyren-Konzentrationen empfehlen wir in einem späteren (konkreteren) Planungsstadium ergänzende Eingrenzungsuntersuchungen vorzunehmen.

7.3 Bodenuntersuchung auf Herbizide gem. BBodSchV

Aus den oberflächennahen Böden (bis jeweils 0,60 m unter die GOK) der Aufschlüsse „RKS 5“ und „RKS 6“ (derzeitiger Gärtnereibetrieb) wurde eine Mischprobe (Bezeichnung „MP 6“) gebildet und diese auf die Herbizide (Aldrin, DDT, Hexachlorbenzol und Hexachlorcyclohexan) der Bundesbodenschutzverordnung („BBodSchV“, Anhang 2, Tab. 1.4, Wirkungspfad Boden-Mensch) analysiert. Bei der Beurteilung der Herbizid-Feststoffkonzentrationen anhand der Vorgaben der BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) zeigte sich, dass die Prüfwerte der strengsten Nutzungsform „Kinderspielflächen“ an der untersuchten Mischprobe unterschritten (d.h. eingehalten) werden bzw. konnten die gesuchten Substanzen nicht festgestellt werden (Analysenprotokolle Anlage 6).

8 Orientierende Empfehlungen zur Bauausführung

8.1 Kanalbau, Allgemeine Angaben

Für die Ausführung der Leitungsgräben gelten die Vorgaben der DIN 4124 bzw. DIN 4123; für die Ausführung der Kanäle gilt DIN-EN 1610. Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch bzw. gegen Grundbruch und Verformung (auch hinsichtlich der lokal angrenzenden Bebauung und vorhandener Versorgungsleitungen) ist für die nachfolgend beschriebenen bzw. eingesetzten Verbausysteme jeweils zu gewährleisten und auf Basis der Angaben der Kapitel 4.2, 5 und 6 statisch nachzuweisen.⁵

In den Grabenwandungen werden zumeist die natürlichen Bodenabfolgen (überwiegend gemischtkörnige Böden sowie bereichsweise auch fein- und grobkörnige Böden) sowie bereichsweise auch Auffüllungen anstehen. Insbesondere stärker sandige feinkörnige Böden sowie grob- / gemischtkörnige Böden sind hierbei unter Wassereinfluss fließgefährdet.

In den Grabensohlen werden, bei der angenommenen max. Einbindetiefe von ca. 4,0 m, ebenfalls natürliche Bodenabfolgen anstehen. Die Kanalgrabensohlen werden zumeist in Form von gut tragfähigen gemischtkörnigen Böden (Sand) sowie bereichsweise von gering bis mäßig tragfähigen feinkörnigen Böden gebildet.

8.2 Verbau und Wasserhaltung

Bei der vorgenannten Kanalgrabentiefe wird eine zusammenhängende Grundwasseroberfläche vermutlich nicht unterschritten werden. Grundsätzlich muss jedoch mit Sicker-/Stauwassereinflüssen gerechnet werden. Beim Aushub werden wechselnde Bodenabfolgen angeschnitten, die zum einen, aufgrund der Kohäsion relativ formstabil bleiben, zumeist jedoch, insbesondere unter Wassereinfluss, Ausbrechen bzw. Fließen können.

Aufgrund der vorgenannten Sachverhalte empfehlen wir als Kanalgrabenverbau ein (Doppel-) Gleitschienen-Grabenverbaugerät mit Stützrahmen (Parallelverbau) vorzusehen, der bei wenig formstabilen Böden durch einen Stirnwandverbau zu ergänzen ist. Hierbei sind, ergänzend zu den einschlägigen technischen Regelwerken, insbesondere folgende Randbedingungen einzuhalten:

Ein dem Verbaufuß voreilender Bodenaushub ist zu vermeiden bzw. sehr gering zu halten und bei Wassereinfluss eine dem Aushub voreilende Wasserabsenkung zu realisieren. Im Bereich gemischtkörniger Böden sollte das Voreil-Maß des Aushubes einen Wert von 0,15 m nicht überschreiten. Der Verbau muss mind. bis zur Grabensohle reichen. Die Verbaueinheiten sind lückenlos aneinander zu reihen. Die Länge eines zu sichernden Grabenabschnittes sollte möglichst gering gehalten werden, hierbei muss zwischen Rohr- und Grabenende ein Sicherheitsabstand von > 1,5 m eingehalten oder ein Stirnwandverbau gewählt werden (Stirnwandverbau grundsätzlich immer dann, wenn ein Wassereinfluss vorliegt). Die Grabenverbaugeräte dürfen nicht einzeln bzw. einzeln nur mit einem Stirnwandverbau eingesetzt werden. Unvermeidbare Lücken zwischen Verbaueinheiten sind gesondert zu verbauen (z.B. Kanalstreben u.ä.). Entstehende Hohlräume hinter dem Verbau sind sofort kraftschlüssig zu verfüllen. Ist bauzeitlich eine

⁵ Hierbei ist zu beachten, dass der Verbau ggf. Belastungseinflüssen aus der lokal benachbarten Bebauung bzw. angrenzender Versorgungsleitungen und dem Baustellenverkehr ausgesetzt ist; diese Zusatzlasten sind, insbesondere bei der Abstützung der Reaktionskräfte, zu berücksichtigen.

ausreichende Formstabilität des Baugrundes gegeben bzw. kommt es zu keinem Wasserandrang, kann die Herstellung der Kanalgräben unter dem Schutz von randlich gestützten Verbautafeln bzw. Verbauplatten erfolgen, wobei gleichermaßen die vorgenannten Ausführungshinweise gelten. Der Einsatz von Verbauplattenpaaren sollte, auch bei günstigen Baugrundbedingungen, auf eine Kanalgrabentiefe von ca. ≤ 3 m begrenzt werden.

Bei bauzeitlich ungünstigem (erhöhtem) Wassereinfluss bzw. wenn bereichsweise der o.g. Gleitschienenverbau fließgefährdete Böden nicht ausreichend stützen kann, sollten die Kanalgrabenarbeiten unter dem Schutze eines Dielenkammer-Grabenverbaugerätes ausgeführt werden. In diesem Fall sollten die Dielen bei jedem Bauzustand jeweils dem Aushub voreilend in den Untergrund eingebracht werden. Die Dielen müssen in ihrer gesamten Länge gleiche Form haben und an die benachbarten Dielen gut anschließen. Verbeulte oder verbogene Dielen sind auszusondern. Die Dielen sollten, soweit möglich, rein statisch eingedrückt werden, um eine dynamische Baugrundbeanspruchung möglichst auszuschließen. Wird streckenweise das Einvibrieren von Bohlen vorgesehen, so sollten Hochfrequenzvibratoren eingesetzt werden, bei denen die Unwucht während der Anlauf- und Abbremsphase variiert werden kann, um die nachteiligen Einflüsse auf den umgebenden Boden bzw. die vorhandene Bebauung zu minimieren.

Das Erfordernis eines Wechsels vom Gleitschienenverbau bzw. von Verbauplattenpaaren auf das letztgenannte höherwertige Verbausystem, ergibt sich in Abhängigkeit der am Bautag angetroffenen Baugrund- und Wasserbedingungen.

Wir empfehlen, die Verbausysteme bei der Rückverfüllung nur sukzessive in kleinen (an die parallel vorzunehmende Verfüllung angepassten) Schritten zu ziehen und die Verfüllstoffe zunächst gegen die Verbauelemente vorzuverdichten, nach deren Anheben dann intensiv gegen den Baugrund nachzuverdichten. Die auf die Rohrleitung (neuer Kanal bzw. angrenzende Versorgungsleitungen) beim nachträglichen Ziehen des Verbauwerks wirkenden Kräfte sind erforderlichenfalls in der statischen Betrachtung zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass Boden nicht hinter dem Verbau ausfließen kann (hierbei sind die festgestellten stärker sandigen feinkörnigen Böden bzw. grob-/gemischtkörnigen Böden besonders gefährdet). Dies kann insbesondere bei einer nicht fachgerecht ausgeführten Wasserhaltung oder bei einem nicht fachgerechten / kraftschlüssigen Anschluss der Verbausysteme eintreten. Wird ein Bodenentzug festgestellt, sind die weiteren Arbeiten bis zur Klärung des Sachverhaltes zunächst einzustellen.

Im Zuge der Ausschachtungsarbeiten kann es, in Abhängigkeit der hydrologischen Situation zum Zeitpunkt der Bauausführung, zum Anschneiden wasserführender Bodenabfolgen (Sicker-/Stauwasser) kommen. Es wird daher grundsätzlich empfohlen, die Kanalbauarbeiten in den Sommermonaten oder im Frühherbst, bei anzunehmenden geringen Grundwasserständen bzw. geringem Sicker-/Stauwasseraufkommen, auszuführen.

Das Erfordernis einer offenen Wasserhaltung ist einzukalkulieren; der Wasserandrang wird vergleichsweise gering bis mäßig sein. Kommt es lokal, z.B. beim Anschneiden von grobkörnigen Abfolgen zu einem erhöhten Wasserandrang, sind entsprechend entweder kürzere Arbeitsabschnittslängen und der Einsatz größerer Schmutzwasserpumpen bzw. die Anordnung von Kurzbrunnen oder eine geschlossene

Wasserhaltung mittels Wellpoint- bzw. Vakuumlansen vorzusehen. Im Leistungsverzeichnis sollte deren Einsatz in geeigneter Weise berücksichtigt werden. Wasserhaltungsarbeiten sind zeitlich und räumlich auf das absolut bautechnisch erforderliche Mindestmaß zu beschränken. Das Wasser ist bei innenliegenden offenen Wasserhaltungen grundsätzlich über Drainagen, die im Sohlstabilisierungsmaterial bzw. Bettungsmaterial verlegt sind, kontrolliert zu fassen, Pumpensämpfen zuzuleiten und mittels Schmutzwasserpumpen abzuleiten. Das Sohlstabilisierungsmaterial bzw. Bettungsmaterial ist vollständig mit Geotextil zu ummanteln, damit es zu keinem Kornaustrieb aus dem Rohrbettungsmaterial bzw. dem Baugrund kommt. Grundsätzlich wird empfohlen, geringe Abschnittslängen für die Wasserhaltung zu wählen und nicht mehr benötigte Drainagenabschnitte sofort mit Magerbeton abschnittsweise zu verschließen. In Kanalgrabenbereichen in denen schwach schluffige Sand-Ablagerungen anstehen, wird zusetzendes Schicht- und Niederschlagswasser, aufgrund der vorliegenden hohen Untergrunddurchlässigkeiten, in den Baugrund versickern.

8.3 Weitere Angaben zum Kanalbau

Grundsätzlich ist eine Nachverdichtung der Kanalgrabensohlen erforderlich. In Bereichen in denen feinkörnige Böden mit Konsistenzen geringer als steifplastisch bzw. wassergesättigte Ablagerungen anstehen, ist dies jedoch nicht bzw. nur rein statisch möglich. Daher sollten beim Aushub (insbesondere mit Annäherung an die Grabensohlen) nur Baggerlöffel ohne Zahnbesatz Verwendung finden. In der Sohlfuge anstehender Boden ist vor Aufweichung zu schützen bzw. eine Schutzschicht darauf zu belassen, die erst unmittelbar vor dem Einbau der Bettungs- bzw. Sohlstabilisierungsschicht entfernt werden darf.

Vor dem Aufbringen des Rohrauflagermaterials (Bettungsschicht) ist im Bereich mit geringen Bodentragfestigkeiten (d.h. bei feinkörnigen Böden mit Konsistenzen geringer als steifplastisch bis halbfest und bei aufgeweichten gemischtkörnigen Abfolgen) eine zusätzliche Sohlstabilisierung aus abgestuftem Natursteinmaterial (Körnung z.B. 0/32, frostsicher Lieferkörnung gem. TL SoB-StB 04/07)⁶ erforderlich. Sofern die Sohlstabilisierung als flächenhaftes Drainelement im Zuge einer offenen Wasserhaltung herangezogen werden soll, empfiehlt sich, eine schlämmkornfreie Abstufung zu verwenden (z.B. 2/32). Für die Stabilisierungslage ist ein Verdichtungsgrad von mind. 98% der einfachen Proctordichte zu gewährleisten. Sofern sich Stabilisierungslagen im Lasteinwirkungsbereich von angrenzenden Bauwerken/Bauteilen befinden, so ist ein Verdichtungsgrad von $\geq 100\%$ der einfachen Proctordichte zu gewährleisten (gilt ebenfalls für alle übrigen Grabenverfüllbereiche auch wenn im weiteren Text diesbezüglich darauf nicht eingegangen wird). Die Schotterpackungen sind allseitig mit einem Geotextil (GRK 5) zu umhüllen (die späteren Angaben zum Einsatz von Geotextilien sind zu beachten). Die genauen erforderlichen Stabilisierungsstärken und Stabilisierungsbereiche ergeben sich erst nach Freilegung der Kanalgrabensohlen und sind im Einzelnen von der örtlichen Bauleitung festzulegen. Vorab sollte von folgender mittleren Stabilisierungsstärke auf ca. 1/3 der Kanaltrassenlängen ausgegangen werden:

Kanal bis DN 600:

Ø ca. 0,25 m

⁶ Bestehende Vorgaben der Genehmigungsbehörden bzw. der Regelwerke hinsichtlich der hierbei erlaubten LAGA-Zuordnungswerte sind für das Fremdmaterial zu beachten (gilt ebenfalls für alle übrigen Erdarbeiten bzw. eingesetzten Einbaustoffe). Es sollte grundsätzlich LAGA Z0-Material Verwendung finden.

Stark aufgeweichte und sehr gering tragfähige Böden sind zusätzlich auszutauschen. Wir empfehlen hierzu sicherheitshalber einen geeigneten Massenansatz im LV zu berücksichtigen. Geeignetes Aushubmaterial fällt im Zuge der Baumaßnahme nicht an, es ist grundsätzlich Fremdmaterial vorzusehen.

Die Dicke der Rohrbettung ergibt sich auf Basis der DIN-EN 1610. Als Auflager aus Fremdmaterial empfiehlt sich schwach feinkörniger Sand, Kies oder Kiessand mit einem Größtkorn < 20 mm und $U > 10$. Enggestuftes Feinkiesmaterial (z.B. 4/16, 8/16 u.ä.) sollte aufgrund der späteren Suffusionsgefahr ausgeschlossen werden. Für biegesteife Rohre kann auch ein Kies bzw. Kies-Sand-Gemisch gewählt werden, dessen Größtkorn $1/5$ der Mindestdicke des Auflagerns in der Sohllinie entspricht. Sollte die Bettung für die Wasserhaltung herangezogen werden, so ist zwar eine schlämmkornfreie, jedoch weite, Kornabstufung (z.B. 2/20, spätere Angaben zum Einsatz von Geotextilien sind zu beachten) zu wählen. Geeignetes Aushubmaterial fällt auf der Baufläche nur untergeordnet an, so dass Fremdmaterial vorzusehen ist.

Zur Einbettung / Seitenverfüllung der Rohre darf nur steinfreier, verdichtungsfähiger Boden verwendet werden, wobei auch hierzu nicht der vor Ort im natürlichen Zustand anfallende Erdaushub Verwendung finden sollte. Geeignetes Fremdmaterial (analog zur Rohrbettung) oder mit Bindemitteln verbesserte Aushubböden (siehe dazu folgender Absatz) sind simultan beiderseits der Rohrleitung und bis zu einer Höhe, die vom gewählten Verfüllmaterial und Verdichtungsgerät abhängig ist (aber max. in Höhen von 0,30 m), bis 0,3 m über Rohrscheitel anzuschütten und von Hand oder mit leichten maschinellen Geräten zu verdichten. Es ist dabei eine Verdichtungsleistung von mind. 98% der einfachen Proctordichte zu gewährleisten.

Auch für die Kanalgrabenrestverfüllung / Hauptverfüllung eignen sich die beim Aushub anfallenden Böden im natürlichen Zustand nicht durchweg. Für die Rückverfüllung können beim Aushub anfallende nicht durchnässte schwach schluffige natürliche Sande als geeignet angesehen werden (niederschlagsgeschützte Zwischenlagerung bis zum Wiedereinbau ist zu berücksichtigen; Fußnote 7 im weiteren Text ist ergänzend zu beachten). Bei erhöhten Bodenfeuchtegehalten ist vor dem Wiedereinbau eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln vorzunehmen. Feinkörnige Böden sowie stärker schluffige Sande eignen sich prinzipiell nur, sofern diese vor dem Wiedereinbau ebenfalls einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln unterzogen werden, um die nachfolgend dargestellten Verdichtungs- bzw. Tragfestigkeitsanforderungen durchweg sicher erreichen zu können. Sofern eine Bodenverbesserung von Aushubmassen vorgesehen wird, ist das Bindemittel (um eine ausreichende Homogenisierung gewährleisten zu können) mittels hydraulischer Bagger-Anbaufräsen oder auf separaten Flächen mittels flächig arbeitender Fräsen einzumischen. Ein Unterheben des Bindemittels mit der Standard-Baggerschaufel ist nicht zulässig. Vorab kann, bei Verwendung von Mischbindern (der Zementanteil sollte 30% nicht übersteigen), von einer erforderlichen Bindemittelzugabemenge von ca. 1,5 - 3,0 % bezogen auf das Trockenraumgewicht der Böden ausgegangen werden; bei trockener Witterung ist ergänzend ein dosiertes anfeuchten zu berücksichtigen). Augenscheinlich stark durchnässte Zonen sollten separiert und abgefahren bzw. bei günstigen Witterungsbedingungen ausgebreitet und abgetrocknet werden, da ansonsten eine erhöhte Bindemittelzugabemenge erforderlich wird. Aushubböden mit PAK-Belastungen (festgestellt an RKS 3 und RKS 8) sind grundsätzlich zu separieren und vom Baufeld abzufahren bzw. sachgerecht zu verwerten. Sollte keine Bodenverbesserung von Aushubmassen erfolgen, ist für die Haupt- bzw. Restverfüllung Fremdmaterial

vorzusehen. Neben Flüssigboden kann auch gemischtkörniges Fremdmaterial (\leq ca. 7% Kornanteil $< 0,063$ mm) eingesetzt werden (z.B. Steinerde, Bodengruppe GU nach DIN 18196, LAGA-Richtlinie ist wiederum zu beachten).

In Abhängigkeit der eingesetzten Verfüllmaterialien sind gem. ZTV E-StB 17 unterschiedliche Anforderungen an die zu erzielenden Verdichtungsleistungen gestellt. Für mit Bindemitteln verbesserte feinkörnige Aushubböden ist bis zum späteren Verkehrsflächenplanum (Straßen / Gehwege) durchweg eine Verdichtungsleistung von $\geq 97\%$ der einfachen Proctordichte zu gewährleisten und durch Prüfversuche nachzuweisen. Werden für die Hauptverfüllung mit Bindemitteln verbesserte gemischtkörnige Aushubböden oder das o.g. GU-Material verwendet, so ist bis 1,0 m unter das spätere Verkehrsflächenplanum eine Verdichtungsleistung von $\geq 98\%$ der einfachen Proctordichte und darüber bis zum Verkehrsflächenplanum eine Verdichtungsleistung von $\geq 100\%$ der einfachen Proctordichte zu erzielen und durch Prüfversuche nachzuweisen.

Auf der OK der verfüllten Kanalgräben ist im Bereich des Planums von Verkehrsflächen (Straßen / Gehwege) ein Verformungsmodul E_{V2} von ≥ 45 MN/m² (Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134-300) zu erzielen, was bei der Wahl der Verfüllstoffe zu berücksichtigen ist.⁷ Dies entspricht der gem. RStO 12 erforderlichen Erdplanumtragfestigkeit für Verkehrsflächen und Gehwege. Der Verhältniswert E_{V2}/E_{V1} (Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134-300) sollte, in Abhängigkeit der Verfüllmaterialien, $\leq 2,5$ (mit Bindemittel verbesserte feinkörnige Böden) bzw. $\leq 2,3$ (mit Bindemittel verbesserte gemischtkörnige Böden bzw. GU-Fremdmaterial) betragen.

Erfahrungsgemäß können die empfohlenen Verfüll-Böden in den Kanalgräben nur mit Überschütthöhen von max. ca. 0,25 m auf die zu erzielenden Verdichtungsgrade verdichtet werden (Verdichtung entfällt beim Einsatz von Flüssigboden). Der Einsatz von mittelschweren und schweren Verdichtungsgeräten ist unabhängig davon erst bei Überdeckungshöhen der Rohrleitung von $\geq 1,0$ m zulässig. Gefrorener Boden darf grundsätzlich nicht zur Rohrbettung oder als Verfüllmaterial herangezogen bzw. keiner Bodenverbesserung unterzogen werden.

Geotextilien (GRK 5 wird empfohlen) sind überall dort vorzusehen bzw. zu verwenden, wo keine Filterstabilität an den Grenzflächen gegeben ist. Ob eine Filterstabilität an den Grenzflächen vorliegt (z.B. zwischen dem natürlichen Baugrund und der im Graben eingesetzten Schüttstoffe bzw. zwischen den einzelnen im Graben eingesetzten Schüttstoffen) ist von der gewählten Kornabstufung der Verfüllstoffe abhängig. Das Sohlstabilisierungs- bzw. Rohrbettungsmaterial ist in jedem Falle allseitig mit Geotextilien zu umhüllen. Gleiches gilt sinngemäß für alle übrigen eingesetzten Schüttstoffe⁸.

⁷ Bei Verwendung von nicht mit Bindemitteln verbesserten schwach schluffigen Sand-Aushubmassen für die Kanalgrabenrestverfüllung / Hauptverfüllung wird der geforderte Verformungsmodul ($E_{V2} \geq 45$ MN/m²) auf dem Erdplanum nicht erreichbar sein, so dass beim Einsatz dieser Böden in den obersten Grabenverfüllbereichen (ab ca. 0,50 m unter der Erdplanumsoberkante bis zur Erdplanumsoberkante), eine Bodenverbesserung vorzusehen ist, um den geforderten Verformungsmodul auf dem Erdplanum zu gewährleisten.

⁸ Nach Bekanntsein der eingesetzten Stoffe bzw. bei Bedenken sind im Bedarfsfalle ergänzende Stellungnahmen anzufordern.

8.4 Verkehrsflächenbau

Unsere Empfehlungen für die Herstellung der Straßenverkehrsflächen basieren auf den Vorgaben der RStO 12, wobei die Belastungsklasse Bk1,0 und eine Asphalt- sowie Pflasterbauweise berücksichtigt wurden. Die neu herzustellenden Verkehrsflächenbereiche sollten den Vorgaben der RStO 12, der ZTV E-StB 17, der TL SoB-StB 04/07, der ZTV SoB-StB 04/07 sowie bei der Pflasterbauweise zudem den Vorgaben der ZTV Pflaster-StB 06, der TL Pflaster-StB 06/15 und der DIN 18318 entsprechen.

Die anstehenden Böden sind u.a. der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen. Somit ist bei der Belastungsklasse Bk1,0 zunächst ein Richtwert für den frostfreien Gesamtaufbau von 60 cm erforderlich (vgl. Tab. 6, Seite 14 der RStO 12). Mehr- oder Minderdicken hinsichtlich des frostsicheren Oberbaues sind nach Angaben der RStO 12, Seite 15, Tabelle 7 vom Planer näher zu prüfen. Aufgrund der ungünstigen Wasserverhältnisse im Baufeldbereich empfehlen wir eine Mehrdicke von 5 cm für den frostfreien Gesamtaufbau vorzusehen. Somit ergibt sich für die Belastungsklasse Bk1,0 für den frostfreien Gesamtaufbau eine Mächtigkeit von 65 cm. Grundsätzlich kann gem. RStO 12 eine Verringerung des frostsicheren Oberbaus um 5 cm dann vorgenommen werden, wenn eine Entwässerung der Verkehrsflächen und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen erfolgt. Eine entsprechende Verringerung des frostsicheren Oberbaues (d.h. der später dargestellten Frostschutzschottermächtigkeit) wird jedoch für eine Pflasterbauweise nicht empfohlen, da hierdurch der erforderliche Verformungsmodul auf der Frostschutzschicht voraussichtlich nicht mehr erreicht werden kann (vgl. RStO 12, Kap. 3.3.2). Die RStO 12 fordert auf dem Erdplanum eine Grundtragfestigkeit von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ (E_{v2}). Im Bereich des Erdplanums (außerhalb der neu verfüllten Kanalgrabenbereiche) liegt die erforderliche Grundtragfestigkeit erfahrungsgemäß nicht vor.⁹ Das Erdplanum außerhalb von neu hergestellten Kanalgräben ist daher vor Auflagerung der Frostschutzschichten zu verbessern / zu stabilisieren.

Im Zuge des Verkehrsflächenneubaus sollte wie folgt vorgegangen werden:

Die Erdplanumsebenen außerhalb der neuen Kanalgrabenbereiche sind, wie bereits erwähnt, vor Auflagerung der Frostschutzschicht zu verbessern / zu stabilisieren. Es wird darauf hingewiesen, dass die anstehenden Böden ausgesprochen empfindlich gegenüber Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung sind (es erfolgt eine umgehende Verbreitung der Böden), so dass ein der ZTV E-StB 17 entsprechender Planumsschutz zu gewährleisten ist und statische Verdichtungsweisen für Basis-Schüttlagen zu berücksichtigen sind. Das Befahren nicht ausreichend geschützter Planumsbereiche mit Baumaschinen (insbesondere mit Radfahrzeugen) ist nicht zulässig. Einem Wassereinstau auf dem Erdplanum ist entgegen zu wirken. Zur erforderlichen Erdplanumstabilisierung (unterhalb des frostsicheren RStO-Regeloberbaus) ergeben sich folgende Möglichkeiten:

System 1:

Eine **Bodenverbesserung mit Bindemitteln** zur Erzielung des auf dem Erdplanum erforderlichen Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) ist prinzipiell möglich, wobei die Bindemittelstaubflugproblematik zu beachten ist und im Ausführungsfall daher so genannte „gekapselte“ Fräsen Verwendung finden sollten. Die Lagen von vorhandenen Versorgungsleitungen im Bereich der Fräsebene sind im Vorfeld zu eruieren und so festzustellen, ob diese störend wirken bzw. zerstört werden könnten. In Folge einer Bodenverbesserung wird

⁹ Für die rückverfüllten neuen Kanalgräben gilt, dass auf deren OK ein E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden soll, vgl. Kap. 8.3.

eine Nachverdichtung möglich, die Tragfestigkeit auf das erforderliche Maß erhöht und die Wasserempfindlichkeit der Erdstoffe deutlich herabgesetzt, so dass die flächigen Erdbaumaßnahmen auch bei ungünstiger Witterung wesentlich unproblematischer ausgeführt und etwaige Baustellenstillstände aufgrund feuchter Witterung verringert werden können.

Eine Bodenverbesserung erfolgt im Sinne der ZTV E - StB 17. Die Vorgaben der ZTV E - StB 17 und des „Merkblattes für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemittel“ (FGSV, 2004)¹⁰ sind zu beachten. Frisch hergestellte Bodenverbesserungen sollten mind. 3 Tage nicht mit Radfahrzeugen belastet werden. Nach der Herstellung und vor einer Befahrung (z.B. bei einer vorgesehenen Nutzung als Baustraße) sollte zudem vor Kopf eine Schotterlage eingebracht werden. Dieses Schotterpolster dient zum Schutz der Bodenverbesserung gegen Baustellenbelastungen und sollte die größtmögliche Stärke, mind. jedoch 0,40 m aufweisen¹⁰. Die Überschüttung der Bodenverbesserung darf nur bei trockener Witterung und grundsätzlich „vor Kopf“ erfolgen. Die erforderliche Bindemittelart bzw. die Bindemittel- und eine ggf. erforderliche Wasserzugabemenge ergeben sich erst anhand von Eignungsprüfungen bzw. in Abhängigkeit der am Bautag vorherrschenden Bodenfeuchtegehalte und Witterungsbedingungen; eine grundsätzliche Eignung der Böden für eine Bodenverbesserung kann jedoch bereits jetzt angenommen werden. Der eingesetzte Fräsestyp muss die erforderliche Krümelbildung und die homogene Einmischung des Bindemittels gewährleisten. Aus jetziger Sicht bietet sich insbesondere die Verwendung von Mischbindern mit einem Zementanteil von max. 30% (CL 70/30) an. Frühzeitig, d.h. bereits bei Baustelleneinrichtung und vor der flächigen Ausführung von Bodenverbesserungen, sollten Probeflächen angelegt werden, um den erforderlichen Umfang (Frästiefe, Bindemittelzugabemenge, Bindemitteltyp, Wasserzugabemenge usw.) noch optimieren zu können. Die Bindemittelzugabe ist mittels Dosierwagen, die Einmischung mittels Hochleistungsfräsen vorzunehmen. Es ist nur ein Einfräsen des Bindemittels zulässig. Ein Unterheben mit der Standard-Baggerschaufel ist nicht zulässig. Die Verdichtung ist mit Schafffußwalzen und abschließend mit Glattmantelwalzen vorzunehmen. Ein Abwalzen mit Glattmantelwalzen ist für die Abschlusslagen und bei Arbeitsstillständen (Schutz gegen das Aufweichen durch Niederschläge), erforderlich. Das Planum ist mit einem Gefälle anzulegen und ggf. anfallendes Wasser ist schadfrei abzuleiten. Unter Frosteinwirkung darf keine Bodenverbesserung ausgeführt werden. Vorab kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass bei einer zu erzielenden Verdichtungsleistung von $\geq 100\%$ der einfachen Proctordichte (Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$, Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134-300) bzw. einem Tragfestigkeitszielwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, eine Bindemittelzugabemenge von ca. 1,5 - 3,0% und eine 1-lagige Bodenverbesserung in einer Mächtigkeit von ca. 0,45 m (bei trockener Witterung ggf. unter Wasserzugabe) erforderlich wird.¹¹

System 2:

Zur Gewährleistung der erforderlichen Grundtragfestigkeit auf dem Erdplanum kann alternativ zum System 1 eine **Zusatzstabilisierung aus Schotter** ausgeführt werden. Hierzu können vorab die erforderlichen Schottermächtigkeiten (für die Zusatzstabilisierung unter dem frostsicheren RStO-Regeloberbau) mit mind. ca. 0,40 m angenommen werden (darüber ist die für das System 1 dargestellte mind. 0,40 m starke Schotterschutzlage gegen Baustellenverkehr ergänzend aufzubauen). Ggf. angetroffene besonders instabile

¹⁰ Wird im Zuge des Baubetriebs festgestellt, dass die Schottermächtigkeit nicht zum Planumsschutz ausreicht, so sind ggf. bauzeitlich Mehrstärken einzubauen. Wird als Schutzlage die spätere Frostschutzschicht eingebaut, ist darauf zu achten, dass diese nicht durch einen Feinkorn- (Schlamm-) Eintrag ihre frostsicheren Eigenschaften verliert. Verschmutzte Schotterlagen sind ggf. zu ersetzen.

¹¹ Bei ungünstiger Baufeldsituation z.B. durch sehr feuchte Witterung, schlecht wirkender Entwässerung bzw. bei einer Verbreitung des Planums durch Baustellenverkehr kann in ungünstigen Fällen ggf. eine 2-lagige Bodenverbesserung oder eine dickere / tiefere Bodenverbesserung und erhöhte Bindemittelzugabemenge zur Erlangung der Grundtragfestigkeit notwendig werden.

Bodenzonen im Untergrund wären zusätzlich zu stabilisieren, wobei hierzu eine Stabilisierungslage aus Grobschlag (Körnung z.B. 100/200) in weichen Untergrund eingedrückt werden kann bis eine Steinskelettbildung erreicht wurde. Ansonsten kann für den Aufbau der Grundstabilisierung Natursteinschotter (Körnung z.B. 0/45 - 0/100, Feinkornanteil $< 0,063$ mm jeweils \leq ca. 7%) Verwendung finden (LAGA-Richtlinie ist wiederum zu beachten). Die Grund-Stabilisierung sollte vornehmlich auf einem Geotextil erfolgen (GRK 5, überlappend verlegt). Das Geotextil sollte bis ca. 0,50 m oberhalb des Grund-Stabilisierungspolsters geführt und dort umgeschlagen werden (allseitige Umhüllung des Grund-Stabilisierungspolsters mit Geotextil als Suffusionsschutz). Wir empfehlen, um die erforderliche Mächtigkeit der Zusatzstabilisierung genauer definieren zu können, das frühzeitige Anlegen und Prüfen von kleinen schotterstabilisierten Probefeldern (vor der flächigen Planumstieferlegung). Die Stabilisierungsmittel sind lagenweise auf eine Verdichtungsleistung von ≥ 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten (Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$; Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134-300). Der Erdabtrag ist rückschreitend, das Einbringen des Stabilisierungsmaterials ist vor Kopf vorzunehmen. Bei der Verdichtung ist die ZTV E-StB 7 Anforderung zu beachten. Die Baugrundreaktion ist hierbei zu beobachten.

Mögliche Ausführungsarten für den Oberbau der Verkehrsflächen ergeben sich auf Basis der RStO 12. Die Stärken der Frostschutz- bzw. Schottertragschichten sind so zu wählen, dass sowohl die geforderten Verformungsmodule (E_{v2} -Werte), als auch die Stärke des frostsicheren Oberbaues eingehalten werden. Alle Baustoffe des frostsicheren Oberbaues müssen den Vorgaben der TL SoB-StB 04/07 (güteüberwachte frostsichere Lieferkörnung) entsprechen und lagenweise verdichtet werden. Die Einhaltung der E_{v2} -Werte und der Verdichtungsanforderungen ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$) sollten über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134-300 überprüft werden. Diese sind dem Erdbauunternehmen in Form von Eigenüberwachungskontrollen gem. ZTV E-StB 17 (empfohlene Prüfmethode M3) aufzuerlegen. Stichpunktartige Fremdüberwachungskontrollen sollten darüber hinaus vorgesehen werden. Vor dem flächenhaften Aufbau der Frostschutz-/Schottertragschichten empfiehlt sich anhand von einigen kleinen Prüffeldern die Erreichbarkeit der Anforderungen zu untersuchen, um ggf. noch frühzeitig Korrekturen am vorgesehenen Gesamtaufbau vornehmen zu können. Die Verkehrsflächen sind mit einer dauerhaften Entwässerungsmöglichkeit zu versehen, damit es zu keinem Wassereinstau in den Schottertragschichten kommen kann. Die Angaben der RAS-Ew, der ZTV Ew-StB, der ZTV Pflaster StB 06 und ggf. der RiStWag (sofern das Projektgelände in einem Wasserschutzgebiet liegt; gem. frei zugänglicher Daten des HLNUG liegt das Baufeld nicht in einem Trinkwasserschutzgebiet) sind zu beachten.

Grundforderungen der RStO 12 für eine Pflasterbauweise in der Belastungsklasse Bk1,0

(exemplarisch angenommener Aufbau gem. Tafel 3, Zeile 1 RStO 12)¹²

- Es ist eine Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Oberbaues von 65 cm erforderlich (s.o.). Dies bedeutet, dass für eine Bauweise der Belastungsklasse Bk1,0 unterhalb der Pflasterdecke, welche eine Mächtigkeit von 12 cm aufweisen sollte (8 cm Pflasterdecke auf 4 cm Pflasterbettung), ein frostsicheres, gebrochenes Naturstein-Schottermaterial (frostsicherer Lieferkörnung gem. TL SoB-StB 04/07) von mind. 53 cm Mächtigkeit einzubauen ist, welches sich aus 33 cm Frostschutzschotter und darauf 20 cm Schottertragschichtmaterial zusammensetzt.

¹² Die Ausbauform legt der Generalplaner fest. Bei Änderungen gegenüber den Annahmen sind ggf. neue Stellungnahmen erforderlich.

- Auf der OK der Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Auf der OK der Frostschuttschicht ist (unter der Schottertragschicht) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Auf dem Erdplanum ist, vor dem Aufbringen der Frostschuttschicht, grundsätzlich ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

Grundforderungen der RStO 12 für eine Asphaltdeckenbauweise in der Belastungsklasse Bk1,0

(exemplarisch angenommener Aufbau gem. Tafel 1, Zeile 1 der RStO 12)¹³

- Es ist eine Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Oberbaues von 65 cm erforderlich (s.o.). Dies bedeutet, dass unterhalb der Asphaltdecke, welche eine Mächtigkeit von 18 cm (4 cm Asphaltdeckschicht auf 14 cm Asphalttragschicht) aufweisen sollte, ein Frostschuttschotter (frostsichere Lieferkörnung gem. TL SoB-StB 04/07) von mind. 47 cm Mächtigkeit einzubauen ist.
- Auf dem Erdplanum ist, vor dem Aufbringen der Frostschuttschicht, ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich (Grundstabilität). Auf der OK der Frostschuttschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

Ergänzende Angaben zur Ausführung von Gehwegen:

Gemäß RStO 12 ist für Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 (im Baufeldbereich gegeben) eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues von 30 cm zu gewährleisten. Ergänzend zu dem Kriterium der Frostsicherheit sind auch die Kriterien der Tragfestigkeit zu erfüllen. Auf dem Erdplanum ist gem. RStO 12 ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

Wie bereits zuvor zum Straßenbau erläutert, wird die gem. RStO 12 geforderte Erdplanumtragfestigkeit nicht vorliegen (Ausnahme verfüllte Kanalgräben, vgl. Kap. 8.3), so dass entsprechende Grundstabilisierungsarbeiten analog zum Straßenbau erforderlich werden.

Auf der OK Schotter- oder Kiestragschicht bzw. einer Frostschuttschicht (unterhalb der Pflaster- bzw. Asphaltdecke) ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen. Bei Belastung durch Wartungs- und Unterhaltungsfahrzeuge ist auf der OK der Schotter- oder Kiestragschicht bzw. der Frostschuttschicht dagegen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ erforderlich (vgl. RStO 12, Kap. 5, Tafel 6, Fußnote 20). Eine auch nur gelegentliche Nutzung durch andere Kraftfahrzeuge ist nicht berücksichtigt. Im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge ist die Befestigungsdicke auf die Verkehrsbelastung (siehe Empfehlungen zum Straßenbau) abgestimmt zu wählen.

Bei dem o.g. frostsicheren Gesamtaufbau gem. RStO 12 von 30 cm müsste somit bei einer Pflasterbauweise auf ca. 18 cm Schotter (30 cm frostsicherer Gesamtaufbau abzüglich 12 cm für Pflaster und Bettung) bzw. bei einer Asphaltbauweise auf ca. 20 cm Schotter (30 cm frostsicherer Gesamtaufbau abzüglich 10 cm für Asphaltdecke) ein Verformungsmodul von mind. 80 MN/m^2 erzielt werden, was aus unserer Sicht (auch nach Sicherstellung der geforderten Mindest-Erdplanumtragfestigkeit von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$) nicht sicher erreicht werden kann. Daher empfehlen wir, einen frostsicheren Gesamtaufbau von 40 cm (davon mind. 28 cm Schotter bei einer Pflasterbauweise bzw. mind. 30 cm Schotter bei einer Asphaltbauweise über dem stabilisierten Erdplanum) auszuführen, um neben dem Kriterium der

¹³ Die Ausbauform legt der Generalplaner fest. Bei Änderungen gegenüber den Annahmen sind ggf. neue Stellungnahmen erforderlich.

Frostsicherheit auch die geforderte Mindest-Tragfestigkeit von $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ auf der OK der Schottertragschicht einhalten zu können.

Die Einhaltung der E_{V2} -Werte und der Verdichtungsanforderungen ($E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$) sollten über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134-300 überprüft werden. Vor dem flächenhaften Aufbau empfiehlt sich erneut, anhand von kleinen Prüffeldern die Erreichbarkeit der Anforderungen zu untersuchen. Auf Ebenheit und auf eine ausreichende Entwässerungsmöglichkeit der Gehwege ist bei der Wahl der Bauweise besonders zu achten. Werden z.B. Gehwege am tiefer liegenden Rand der Straße angeordnet, so ist es insbesondere aus entwässerungstechnischen Gründen zweckmäßig, Planum und Frostschutzschicht der Fahrbahn und der Gehwegbefestigung hindurchzuführen.

Für Gehwege sind bei einer Pflasterbauweise folgende E_{V2} -Werte und Aufbaustärken einzuhalten:

(exemplarischer Aufbau gem. Tafel 6, Zeile 2, RStO 12)¹⁴

Erdplanumsstabilisierung gem. Angaben Straßenbau: auf Erdplanum $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

darauf mind. 28 cm Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht: darauf mindestens $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$

darauf 4 cm Pflasterbettung und 8 cm Pflasterdecke

Für Gehwege sind bei einer Asphaltbauweise folgende E_{V2} -Werte und Aufbaustärken einzuhalten:

(exemplarischer Aufbau gem. Tafel 6, Zeile 2, RStO 12)¹⁵

Erdplanumsstabilisierung gem. Angaben Straßenbau: auf Erdplanum $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

darauf mind. 30 cm Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht: darauf mindestens $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$

darauf 10 cm Asphalttragdeckschicht oder Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht

Baustraßen

Sofern die Erschließungstrassen nicht als Baustraßen fungieren sollen, wird die Anlage und die Unterhaltung von auf den Baustellenverkehr angepassten separaten temporären Baustraßen erforderlich werden. Nach dem Abschieben vorhandener Oberböden kann zur Stabilisierung von temporären Baustraßen eine Schotterstabilisierung in einer Mächtigkeit von mind. ca. 0,60 m vorgenommen werden, welche über einem Geotextil (GRK 5, überlappend verlegt) lagenweise verdichtet aufgebaut werden kann. In Bereichen mit ggf. anstehendem weichen Untergrund kann als ergänzende Basislage grobkörniges Material (Körnung z.B. 100/200) in den weichen Untergrund eingedrückt werden und mit dem vorgenannten Schotter abgedeckt werden. Alternativ kann zur Stabilisierung von Baustraßen eine Bodenverbesserung der unterhalb der Oberböden anstehenden Böden (Mächtigkeit ca. 0,45 m) mit einer darüber anzuordnenden Schotterabdeckung (z.B. Körnung 0/45) in einer Mächtigkeit von mind. ca. 0,40 m vorgesehen werden. Instandhaltungen / Nachschotterungen von Baustraßen sind, ebenso wie deren Rückbau und die abschließende Abdeckung mit den sachgerecht zwischengelagerten Oberböden, ergänzend zu berücksichtigen.

¹⁴ Die Ausbauform legt der Generalplaner fest. Bei Änderungen gegenüber den Annahmen sind ggf. neue Stellungnahmen erforderlich.

¹⁵ Die Ausbauform legt der Generalplaner fest. Bei Änderungen gegenüber den Annahmen sind ggf. neue Stellungnahmen erforderlich.

8.5 Orientierende Sachverhalte zur Bebauung der Baufelder

Detaillierte Planunterlagen zu den Neubauvorhaben (u.a. genaue Lage der Gebäude auf den Baufeldern, Höheneinordnung der Bauwerke sowie Lastangaben bzw. Bauwerksabmessungen) liegen nicht vor. Im Zuge der nachfolgenden orientierenden Baugrundbeurteilung wird sowohl von einer nicht unterkellerten als auch von einer eingeschossig unterkellerten Bauweise (d.h. Bauwerkseinbindetiefe bis max. rund 3 m unter GOK) der geplanten Wohnbebauung ausgegangen.

Die nachfolgend dargestellten orientierenden Ausführungsgrundsätze sind vor der Bauausführung durch bauteilspezifische Detailuntersuchungen zu überprüfen, zu verifizieren und anzupassen (ergänzende Baugrunduntersuchungen). Die Detailuntersuchungen sollten nach dem Bekanntsein der Lage der Bauwerke auf den Grundstücken, der Höheneinordnungen, Konstruktionsformen und Lasten (d.h. nach dem vorliegen detaillierter Architektenpläne) projektiert bzw. ausgeführt werden.

➤ Bauwerksgründung

Am Projektstandort liegt auf Basis der bisherigen Erkenntnisse eine inhomogene Baugrundsituation vor (Wechsellagerung aus feinkörnigen und i.d.R. gemischtkörnigen Böden). Für die Gründung der Wohngebäude sind die gut tragfähigen natürlichen Sand-Ablagerungen sowie steifplastische Lehmlagerungen geeignet. Vorhandene Auffüllungen und gering tragfähige sowie instabile natürliche Böden (z.B. feinkörnige Böden mit geringeren Konsistenzen als steifplastisch), sind im Lasteinwirkungsbereich (Lastausbreitungswinkel ab den Außenkanten der Gründungskörper ist zu beachten) von Gründungskörpern entweder vollständig zu entfernen und gegen verdichtungsfähiges Material (z.B. Schotter-Fremdmaterial) zu ersetzen oder mittels punktueller / linienförmiger Magerbetonaustauschkörper zu durchgründen (Magerbetoneinbindung mind. 0,20 m in den Lastboden). Zur Gründung können grundsätzlich Einzel- und Streifenfundamente vorgesehen werden. Bei einer Lastableitung über die o.g. Lastböden (natürlicher Sand bzw. steifplastischer Lehm) werden zul. Sohlspannungen von $\geq 175 \text{ kN/m}^2$ (aufnehmbarer Sohldruck zul. σ im Sinne der früheren DIN 1054: 2005-1; Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{Rd} \geq 245 \text{ kN/m}^2$) möglich sein (Grundbruchsicherheitsbetrachtungen sind im Zuge der Detailuntersuchungen vorzunehmen). Neben den Einzel- und Streifenfundamenten können auch tragende Bodenplatten (Flächengründungen) zur Lastableitung vorgesehen werden, welche sich insbesondere bei inhomogenen Baugrundverhältnissen in den geplanten Bauwerksgrundrissen anbieten.

➤ Baugrubenböschungen

Für die Anlage temporärer Baugrubenböschungen gelten grundsätzlich die Vorgaben der DIN 4124, mit den nachfolgend aufgeführten Böschungsneigungen. Die Baugrubenböschungen werden vermehrt in gemischtkörnigen Böden verlaufen, die bei ungünstigsten hydrologischen Bedingungen wasserführend sein können und so zum Fließen und Ausbrechen neigen. Tritt ein Fließen auf, sind die entsprechenden Zonen mit einem Grobsteinprisma zu stützen bzw. bereichsweise geringere Böschungsneigungen zu wählen. Zusatzvoraussetzung für alle Böschungen ist, dass eine mögliche Wasserspiegellinie (Sicker-/Stauwasser) durch Wasserhaltungsmaßnahmen vollständig aus den Böschungssystemen abgesenkt wird (die Wasserlinie darf die Böschungssysteme nicht schneiden). Die in den Böschungsbereichen anstehenden Böden sind erosionsanfällig, so dass diese mit Folien abzudecken und so gegen Niederschläge zu schützen sind. Die weiteren Vorgaben der DIN 4124 (z.B. lastfreie Streifen) und die Aushubgrenzen gem. DIN 4123 zu

Bestandsbauwerken sind einzuhalten. Können die Vorgaben der DIN 4124 bzw. DIN 4123 nicht eingehalten werden, so sind gesonderte Standsicherheitsnachweise (z.B. EC 7) durch einen Statiker zu führen bzw. sind Verbau- und / oder Unterfangungsmaßnahmen und ggf. Straßen(teil)sperrungen vorzusehen. Gleiches gilt, wenn aus Platzgründen keine DIN-konformen Böschungsneigungen realisiert werden können.

Auffüllungen	≤ 45° (*)
grob-/gemischtkörnige natürliche Böden	≤ 45° (*)
feinkörnige natürliche Böden, weichplastisch	≤ 45° (*)
feinkörnige natürliche Böden, mind. steifplastisch:	≤ 60° (*)

(*) nur gültig, wenn Sickerlinie innerhalb der Böschungssysteme abgesenkt wird (d.h. Sickerlinie darf Böschung nicht schneiden)

➤ **Bauwerksabdichtung**

Die Grund- und Sickerwassersituation wurde im Kap. 5 beschrieben. Auf Basis der bisherigen Erkenntnisse kann demnach davon ausgegangen werden, dass der Bemessungswasserstand (im Sinne des höchsten Grundwasserstandes) unterhalb der Bauwerksebenen angesiedelt sein wird. In Folge von Niederschlägen sind jedoch (temporäre) Sickerwasserbildung zu erwarten, die in den Arbeitsräumen bzw. auf den Erdplanumsebenen zu einem Sickerwassereinstau (in variierenden d.h. unbekanntem Höhen) führen können, da der Baugrund fast durchweg Wasserdurchlässigkeiten von $< 1 \times 10^{-4}$ m/s aufweist. Die temporär zu erwartenden Sickerwasserbildungen sind maßgeblich bei der Auswahl des erforderlichen Abdichtungssystems gem. DIN 18533-1:2017-07, welches von einem Sachverständigen für Bauwerksabdichtungen geplant und überwacht werden sollte; vorab gelten hierzu die folgenden Hinweise:

Auf Basis der DIN-Vorgaben (DIN 18533-1:2017-07) und der festgestellten Baugrund- und Grundwasser- / Sickerwassersituation kann grundsätzlich für erdberührte Bauteile eine Abdichtung gem. Kap. 8.5 der DIN 18533-1:2017-07 gewählt werden, die allerdings die Ausführung einer Drainanlage gem. DIN 4095 voraussetzt, so dass dann gem. DIN 18533-1:2017-07 die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Drainung) gegeben ist. Es ist zunächst planerisch bzw. bauherrenseitig zu prüfen, ob überhaupt eine geeignete dauerhaft rückstausichere Vorflut für Drainagewasser am Projektstandort vorliegt und welche genehmigungsrechtlichen Randbedingungen bei einer Einleitung des Drainwassers einzuhalten sind. Es ist ferner nachweislich sicherzustellen, dass die Vorflut jederzeit funktionstüchtig und rückstausicher ist (u.a. ist die Rückstaulinie bei einem vorgesehenen Anschluss an die Kanalisation zu eruieren) sowie dass die Ausführungsvorgaben der DIN 4095 bei der Drainherstellung genauestens eingehalten werden. Werden Pumpvorlagen zur Wasserhebung / zum Wasserabtransport eingesetzt, so sollten diese über redundante Systeme verfügen, um einen Feuchtigkeitsschaden am Bauwerk (beim Ausfall von Pumpen und / oder der Stromversorgung) verhindern zu können. Eine Versickerung anfallenden Drainagewassers über die natürlichen Sand- Abfolgen ist grundsätzlich möglich (vgl. hierzu Kap. 5), jedoch ist die Versickerungsanlage mit einem dauerhaft rückstausicheren Notüberlauf auf einer Kote tiefer der UK der tiefsten Bauwerks-Fußbodenkonstruktion bzw. der Drainageebene zu versehen (Rückstaulinie bei einem vorgesehenen Anschluss des Notüberlauf an die Kanalisation ist zu beachten / zu eruieren).

Sofern keine Drainanlage gem. DIN 4095 ausgeführt wird, ist eine Abdichtung gem. Kap. 8.6 der DIN 18533-1:2017-07 erforderlich; alternativ ist eine druckwasserdichte Bauweise in wu-Beton („weiße Wanne“) vorzusehen (die wu-Richtlinie des DAfStb ist zu beachten). Die weiteren Vorgaben / Empfehlungen (u.a.

Rissklassen und Raumnutzungsklassen sowie hinsichtlich der Wandsockel-Abdichtungen) der DIN 18533-1:2017-07 sind grundsätzlich zu beachten / einzuhalten. Oberflächenwasser ist grundsätzlich von den Bauwerken fern zu halten.

➤ **Erdarbeiten / Wasserhaltung / Rückverfüllung von Arbeitsräumen**

Im Zuge der Baufeldvorbereitung sind die Oberböden flächig abzuschleifen, welche bei Bedarf (z.B. für die Anlage von Grünflächen o.ä.) sachgerecht auf dem Baufeld zwischengelagert werden können. Die Erdplanumsebenen sollten höhenmäßig so angeordnet werden, dass unterhalb der Fußboden-/Bodenplattenkonstruktionen der Einbau eines mind. 0,25 m starken Stabilisierungspolsters möglich wird. In den Erdplanumsebenen ggf. anstehende instabile aufgeweichte Bodenzonen sowie Auffüllungen sind erforderlichenfalls zusätzlich mit Schotter zu stabilisieren / gegen Schotter auszutauschen. Das Schotterpolster ist auf einem Geotextil (GRK 5, überlappend verlegt) aufzubauen. Das Geotextil ist bis ca. 0,50 m oberhalb der Polster zu führen und dort umzuschlagen (allseitige Umhüllung des Schotterpolsters mit Geotextil als Suffusionsschutz). Für das Schotterpolster sollte geeignetes Fremdmaterial in Form von gebrochenem Natursteinschotter mit wenig „0“-Korn (z.B. Körnung 0/45, frostsichere Lieferkörnung gem. TL SoB-StB 04/07) Verwendung finden (LAGA-Richtlinie ist wiederum zu beachten). Das Schotterpolster ist lagenweise auf eine Verdichtungsleistung von $\geq 100\%$ der einfachen Proctordichte (Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$; Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134-300) zu verdichten (die Baugrundreaktion ist hierbei zu beobachten). Für das Polster ist, bei Ausführung einer Plattengründung, ein Fundamentüberstand, ab den Außenkanten der Bodenplatte, gleich seiner Aufbauhöhe erforderlich (45° Lastausbreitungswinkel).

Bei allen Erdarbeiten ist die Empfindlichkeit der anstehenden Böden gegenüber Wasserzutritt und gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung (es erfolgt eine umgehende Verbreitung der Böden) zu beachten, so dass die Erdarbeiten bei trockenen Witterungsbedingungen ausgeführt werden sollten. Es besteht darüber hinaus Fließgefahr beim Anschnitt wassergesättigter Bodenzonen. Ein der ZTV E - StB 17 entsprechender Planumsschutz ist zu gewährleisten. Bodenabtragsarbeiten sollten grundsätzlich rückschreitend und vornehmlich mit Baggerlöffeln ohne Zahnbesatz vorgenommen werden. Das Einbringen von Schottermassen ist „vor Kopf“ vorzunehmen. Ein Befahren nicht ausreichend geschützter Planumsbereiche mit Baumaschinen (i.W. mit Radfahrzeugen) ist zu unterlassen.

Auf Basis der bisherigen Erkenntnisse wird die Grundwasseroberfläche im Zuge der Erdarbeiten nicht unterschritten werden. Für das den Baugruben bei ungünstigen Witterungsbedingungen ggf. zusetzende Wasser (Sicker-, Stau- und/oder Niederschlagswasser) ist im Bedarfsfall eine bauzeitliche Wasserhaltung vorzusehen. Eine ggf. erforderliche Wasserhaltung kann in einfacher innenliegender Form (unter Zuhilfenahme des zuvor empfohlenen Schotterpolsters als flächiges Fassungselement und unter dem Einsatz von Pumpensäugern) erfolgen. In Baugrubenbereichen in denen natürliche schwach schluffige Sand-Ablagerungen anstehen, wird zusetzendes Schicht- und Niederschlagswasser, aufgrund der vorliegenden hohen Untergrunddurchlässigkeiten, in den Baugrund versickern.

Hinsichtlich der Wiederverfüllung von Arbeitsräumen und ggf. anzulegender Kanal-/Leitungsgräben eignen sich die im Zuge des Bauvorhabens anfallenden Böden nicht durchweg, da diese nicht durchweg Wassergehalte aufweisen um die erforderliche Verdichtungsleistung von $\geq 100\%$ der einfachen Proctordichte zu erzielen. Für die Rückverfüllung können beim Aushub anfallende nicht durchnässte schwach schluffige natürliche Sande als geeignet angesehen werden (niederschlagsgeschützte Zwischenlagerung bis zum Wiedereinbau ist zu berücksichtigen). Bei erhöhten Bodenfeuchtegehalten ist vor dem Wiedereinbau eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln vorzunehmen.¹⁶ Feinkörnige Böden sowie stärker schluffige Sande eignen sich prinzipiell nur, sofern diese vor dem Wiedereinbau ebenfalls einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln unterzogen werden. Wenn Massendefizite an geeigneten Aushubmassen vorliegen bzw. keine Separation / Aufbereitung / Zwischenlagerung von Aushubmassen erfolgen soll, sind geeignete verdichtungsfähige und gegenüber dem anstehenden Baugrund suffusionssichere¹⁷ Fremdmaterialien vorzusehen (Verdichtungsleistung grundsätzlich $\geq 100\%$ der einfachen Proctordichte, LAGA-Richtlinie ist wiederum zu beachten).

¹⁶ Bei einer Bodenverbesserung ist das Bindemittel, um eine ausreichende Homogenisierung gewährleisten zu können, mittels hydraulischer Bagger-Anbaufräsen einzumischen. Auf die Kalkstaubflugproblematik wird hingewiesen. Ein Unterheben des Bindemittels mit der Standard-Baggerschaufel ist nicht zulässig.

¹⁷ Geotextilien (GRK 5) sind überall dort vorzusehen bzw. zu verwenden, wo keine Filterstabilität an den Grenzflächen gegeben ist. Ob eine Filterstabilität an den Grenzflächen vorliegt (z.B. zwischen dem anstehenden Baugrund und den im Arbeitsraum eingesetzten Schüttstoffen bzw. zwischen den einzelnen im Arbeitsraum eingesetzten Schüttstoffen) ist von der gewählten Kornabstufung abhängig. Nach Bekanntsein der eingesetzten Stoffe bzw. bei Bedenken sind im Bedarfsfalle ergänzende Stellungnahmen anzufordern.

9 Frostempfindlichkeiten, Homogenbereiche, Geodynamik

Tabelle 4: Frostempfindlichkeiten

Schicht	Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17)
Auffüllungen	F 1* - F 3
feinkörnige natürliche Böden (Lehm)	F 3
grob-/gemischtkörnige natürliche Böden (Sand / Kies)	F 1* - F 3

*wenn $\leq 5\%$ Korn $< 0,063$ mm bzw. wenn ≥ 5 Gew.-% $< 0,063$ mm bei $C_u \geq 15$ oder ≥ 15 Gew.-% $< 0,063$ mm bei $C_u \leq 6$. Für $6 < C_u < 15$ kann linear interpoliert werden.
 F 1 = nicht frostempfindlich, F 2 = gering frostempfindlich, F 3 = sehr frostempfindlich

Tabelle 5: Einteilung von Böden in Homogenbereiche gem. DIN 18300:2015-08

	Homogenbereich 1	Homogenbereich 2	Homogenbereich 3
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Lehm	Sand / Kies
Bodengruppen gem. DIN 18196	SE - SW / SU / SU* / ST / ST* / GE - GW / GU / GU* / GT / GT*	TL / TM (TA / UL / UM / UA / ST* / SU*)	SE - SW / SU / SU* / ST / ST* / GE - GW / GU / GU* / GT / GT*
Stein- und Blockanteil (DIN EN ISO 14688-2), [M.-%]	i.d.R. $\leq 15\%$, bereichsweise $> 15\%$ möglich	$< 5\%$	$< 5\%$
Dichte erdfeucht (DIN 18125), [kN/m³]	16,0 - 22,0	18,0 - 21,0	16,0 - 22,0
Konsistenz I_c (DIN EN ISO 17892-12)	-----	i.d.R. 0,50 - 1 bereichsweise > 1 bzw. $< 0,50$ möglich	-----
Plastizität I_p (DIN EN ISO 17892-12), [%]	-----	8 - 40	-----
Lagerungsdichte D (DIN 4094)	$< 0,10 - > 0,50$	-----	$< 0,10 - > 0,50$
Wassergehalt w (DIN EN ISO 17892-1), [M.-%]	1 - 25	10 - 40	2 - 35
organischer Anteil c_{org} (DIN 18128), [M.-%]	0 - 7	0 - 10	0 - 7
undrainierte Kohäsion c_u, [kN/m²]	-----	$< 10 - 400$	-----

Geodynamik

Das Baufeld liegt gem. DIN 4149 (Ausgabe 04/2005) in der Erdbebenzone „0“ und der empfohlenen Untergrundklasse „T“.

10 Schlussbemerkungen

In einem konkreteren Planungsstadium sollten die (bislang auf vorläufigen Randbedingungen und Annahmen basierenden) ausgesprochenen Empfehlungen nochmals überprüft, konkretisiert und ggf. ergänzt werden bzw. wird die Ausführung einer ergänzenden Baugrunddetailuntersuchung für die Erschließungsmaßnahme empfohlen; bis dahin gelten die dargestellten Empfehlungen und Ergebnisse als vorläufig. Grundsätzlich sind, im Falle, dass sich im Laufe der weiteren Projektplanung Änderungen oder Konkretisierungen in grundbautechnischer Hinsicht ergeben, ergänzende Stellungnahmen anzufordern. Vorgaben aus der auszuführenden Rohrstatik sind ergänzend zu beachten / einzuhalten. Für die auf den späteren Baufeldern vorgesehenen Bauwerke werden grundsätzlich bauwerksspezifische Detail-Baugrunduntersuchungen empfohlen.

Bei Freilegung der Kanalsohlen bzw. bei Beginn der Tiefbauarbeiten bitten wir um Nachricht, um eine erneute Überprüfung der Baugrundsituation vornehmen zu können, da wir uns in Abhängigkeit der angetroffenen Situation ergänzende bzw. vom jetzigen Stand abweichende Ausführungsempfehlungen vorbehalten. Die Einhaltung der formulierten Verdichtungs- / Tragfähigkeitsanforderungen und der übrigen qualitätsbestimmenden geotechnischen Parameter ist bauzeitlich zu überprüfen. Hierzu sind dem Erdbauunternehmen Eigenüberwachungsprüfungen gem. ZTV E-StB 17 (empfohlene Prüfmethode M3) aufzuerlegen. Stichpunktartige Fremdüberwachungskontrollen sollten darüber hinaus vorgesehen werden. Hinsichtlich der zu erreichenden Verformungsmodule und Verdichtungsgrade empfehlen wir, frühzeitig klein dimensionierte Prüffelder mit den vorgesehenen Aufbauten anzulegen, um noch Mächtigkeitskorrekturen bzw. Anpassungen der Empfehlungen vornehmen zu können.

Das Erfordernis einer Beweissicherung an der bereichsweise angrenzenden Altbebauung vor Aufnahme der Bauarbeiten und eine baubegleitende Überwachung der entstehenden Erschütterungen sollte vom Planer / Bauherren überprüft werden. Auf Basis der Ergebnisse der baubegleitenden Kontrollen kann geprüft werden, ob eine Änderung des Bauablaufes erforderlich wird (z.B. Wechsel von dynamischen Verdichtungsweisen auf rein statische Verdichtungsweisen oder Anpassung der Gerätegrößen).

Sollten sich zu dem Gutachten Fragen ergeben bzw. fehlen Angaben die für die weitere Planung notwendig sind, so bitten wir um Rücksprache.

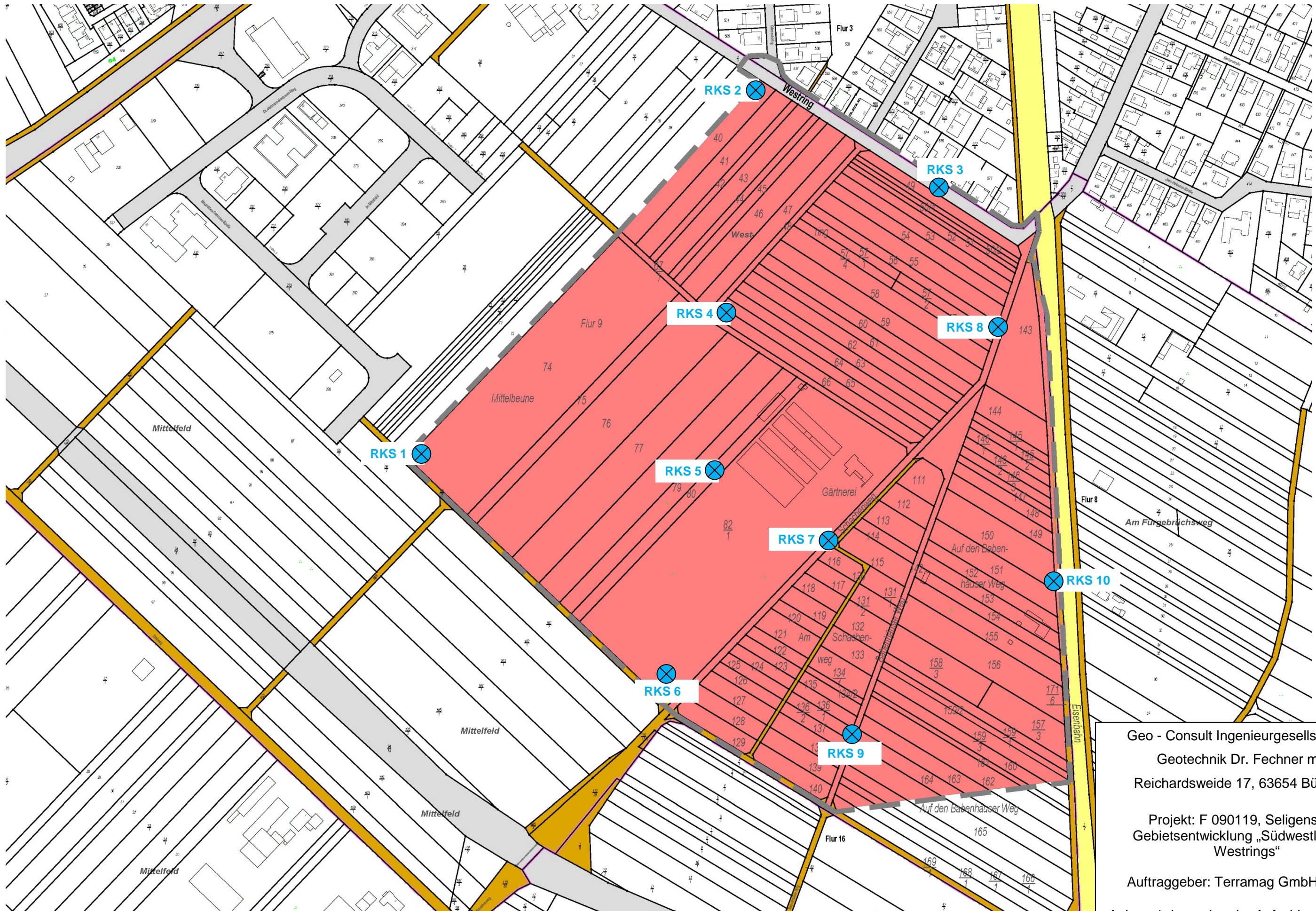
Das orientierende Gutachten gilt nur in seiner Gesamtheit.

Büdingen, den 09.03.2019

Markus Junghans (Geschäftsführer)

Dipl. Ing. Edgar Kraus (Betriebsleiter)

Anlage 1



Geo - Consult Ingenieurgesellschaft für
 Geotechnik Dr. Fechner mbH
 Reichardsweide 17, 63654 Büdingen

Projekt: F 090119, Seligenstadt,
 Gebietsentwicklung „Südwestlich des
 Westrings“

Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau

Anlage 1: Lageplan der Aufschlusspositionen

Anlage 2

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 15.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten

	Torf, H, torfig, h		Ton, T, tonig, t
	Steine, X, steinig, x		Schluff, U, schluffig, u
	Sand, S, sandig, s		Mutterboden, Mu
	Mudde, F, organische Beimengungen, o		Mittelsand, mS, mittelsandig, ms
	Kies, G, kiesig, g		Grobsand, gS, grobsandig, gs
	Feinsand, fS, feinsandig, fs		Feinkies, fG, feinkiesig, fg
	Auffüllung, A		Blöcke, Y, mit Blöcken, y






Korngrößenbereich f - fein
 m - mittel
 g - grob

Nebenanteile ' - schwach (<15%)
 - - stark (30-40%)

Homogenbereiche nach DIN 18300

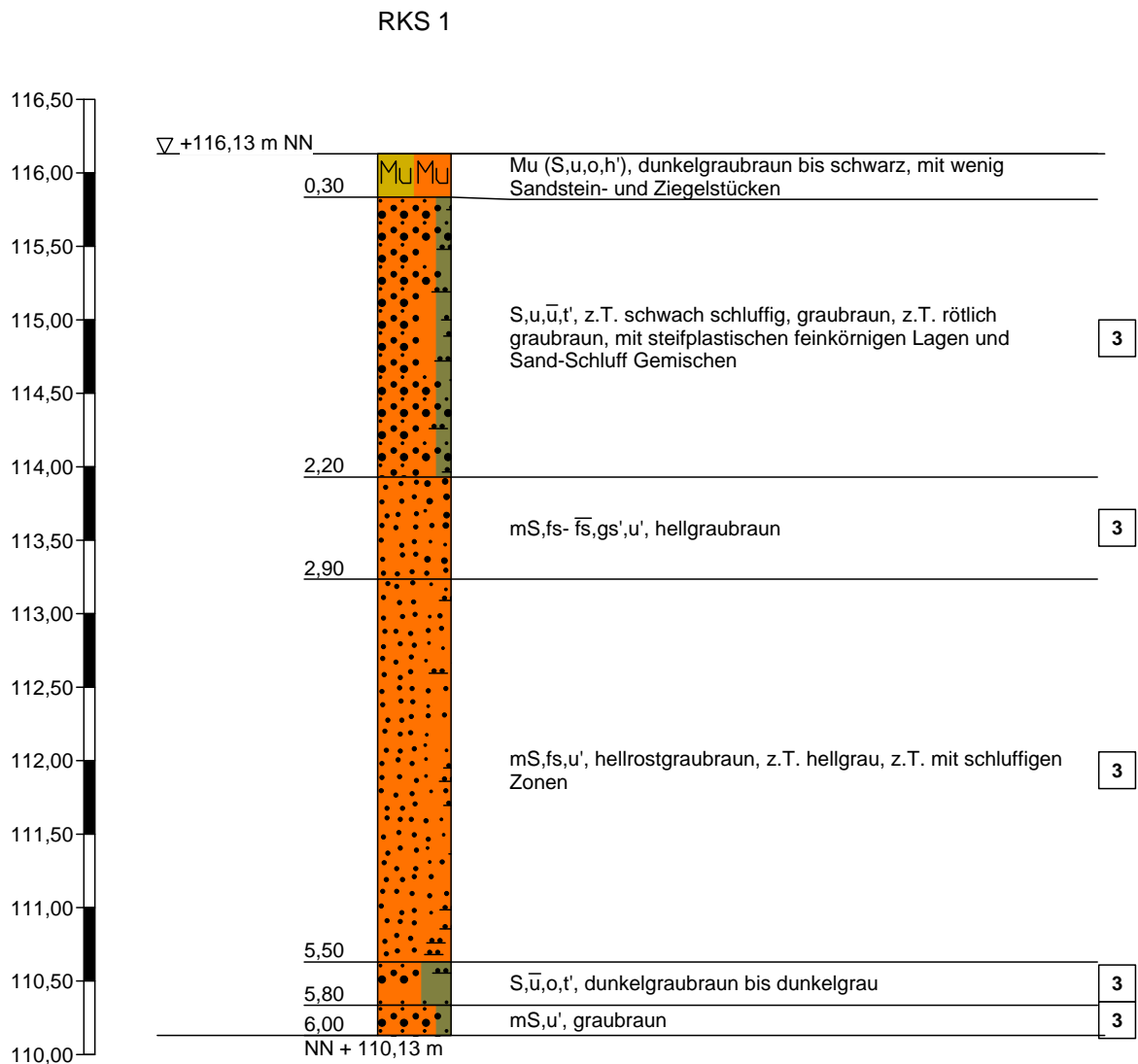
- 1 Homogenbereich 1: Auffüllungen
- 2 Homogenbereich 2: Lehm
- 3 Homogenbereich 3: Sand / Kies

Konsistenz

 breiig
 weich
 steif
 halbfest
 fest

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 15.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

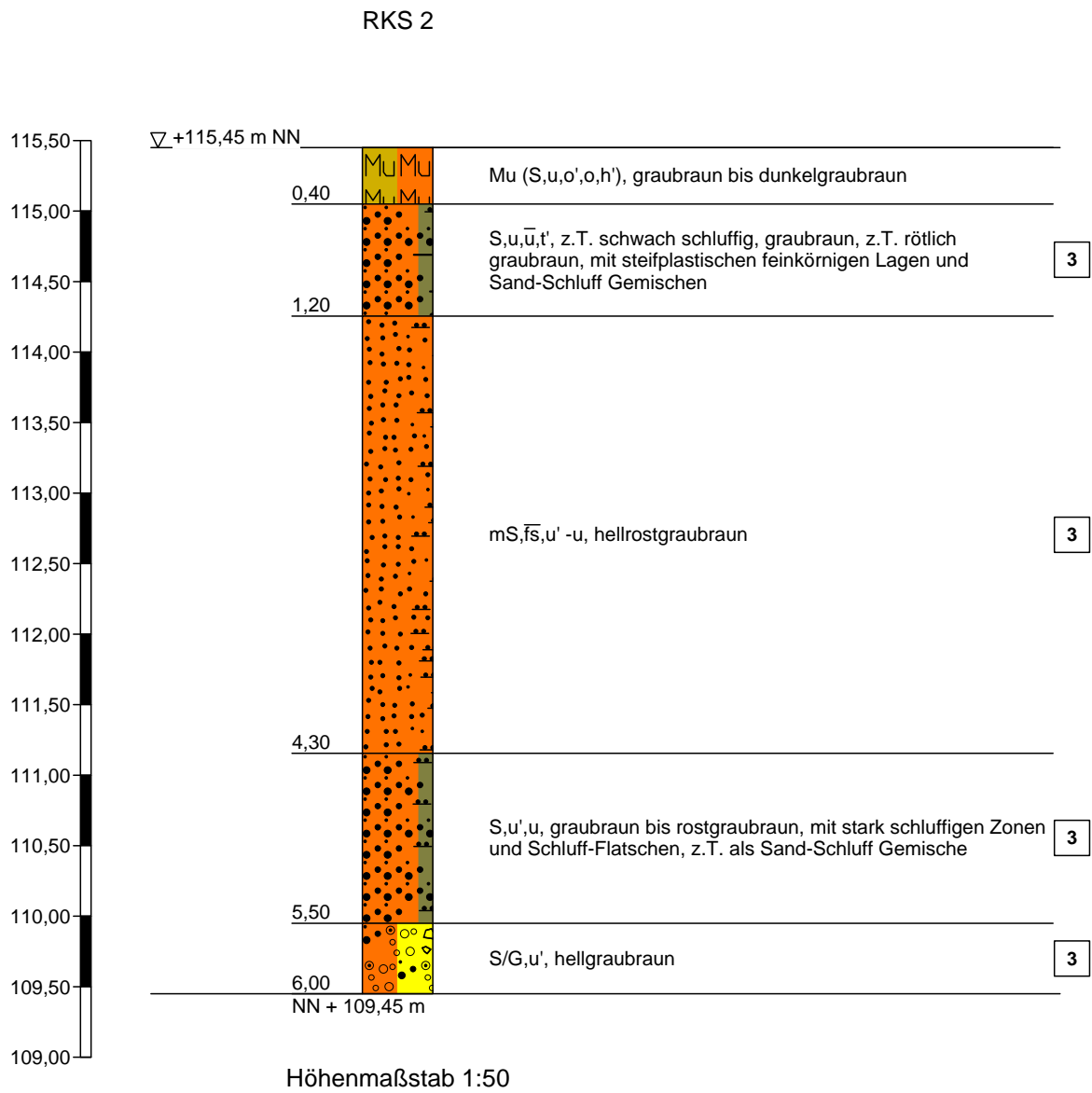
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:50

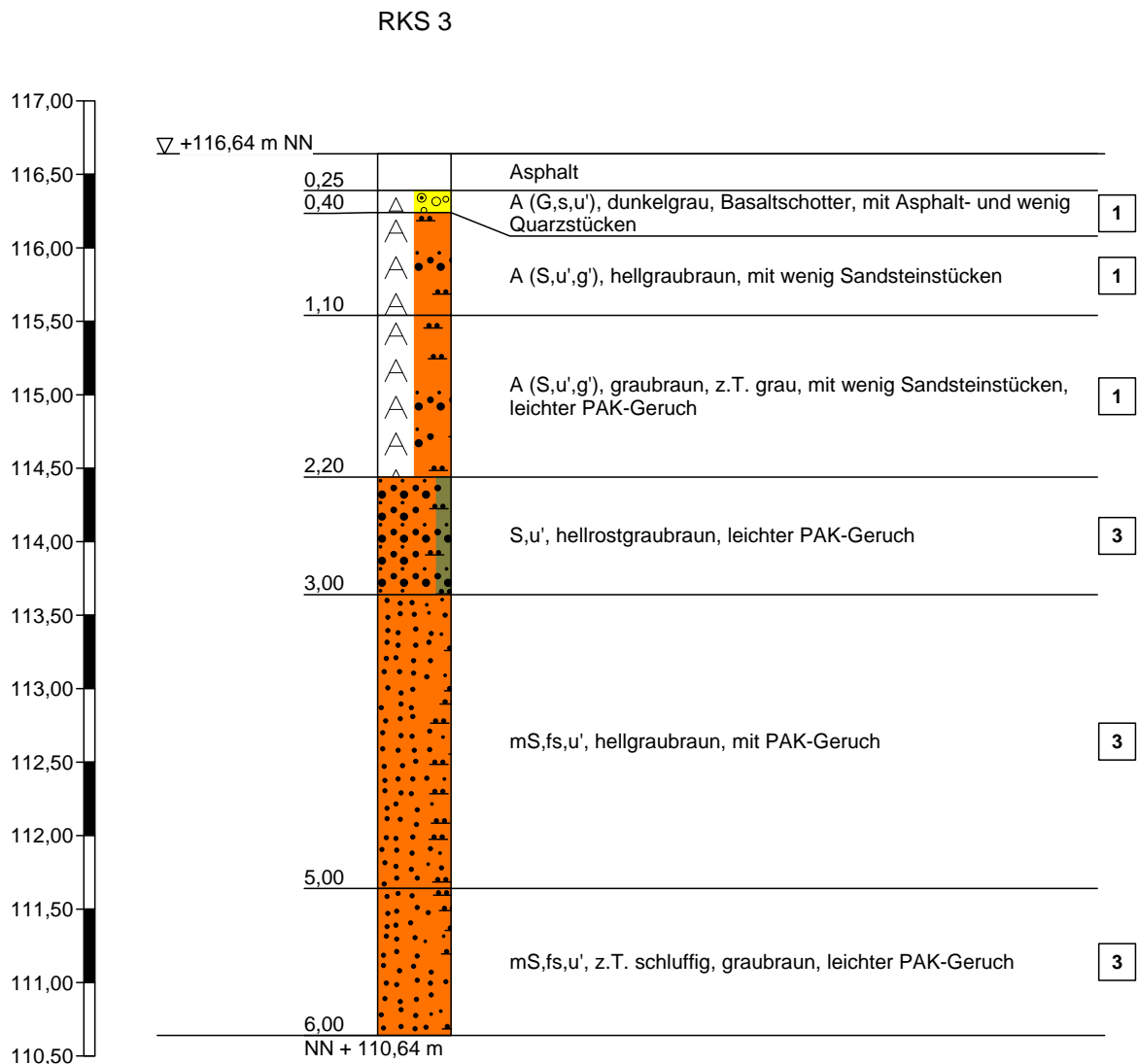
Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 15.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 14.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

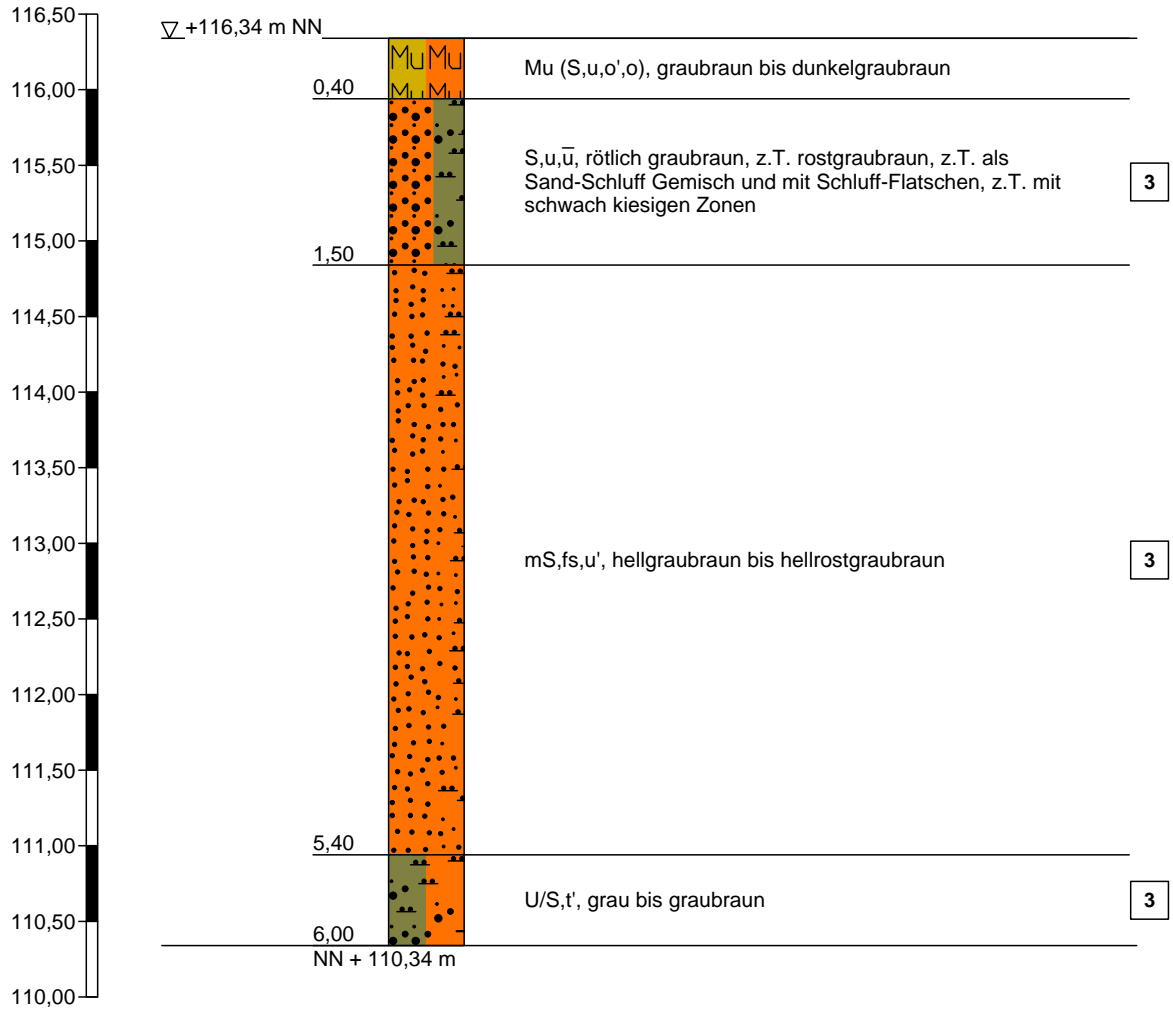
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 15.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

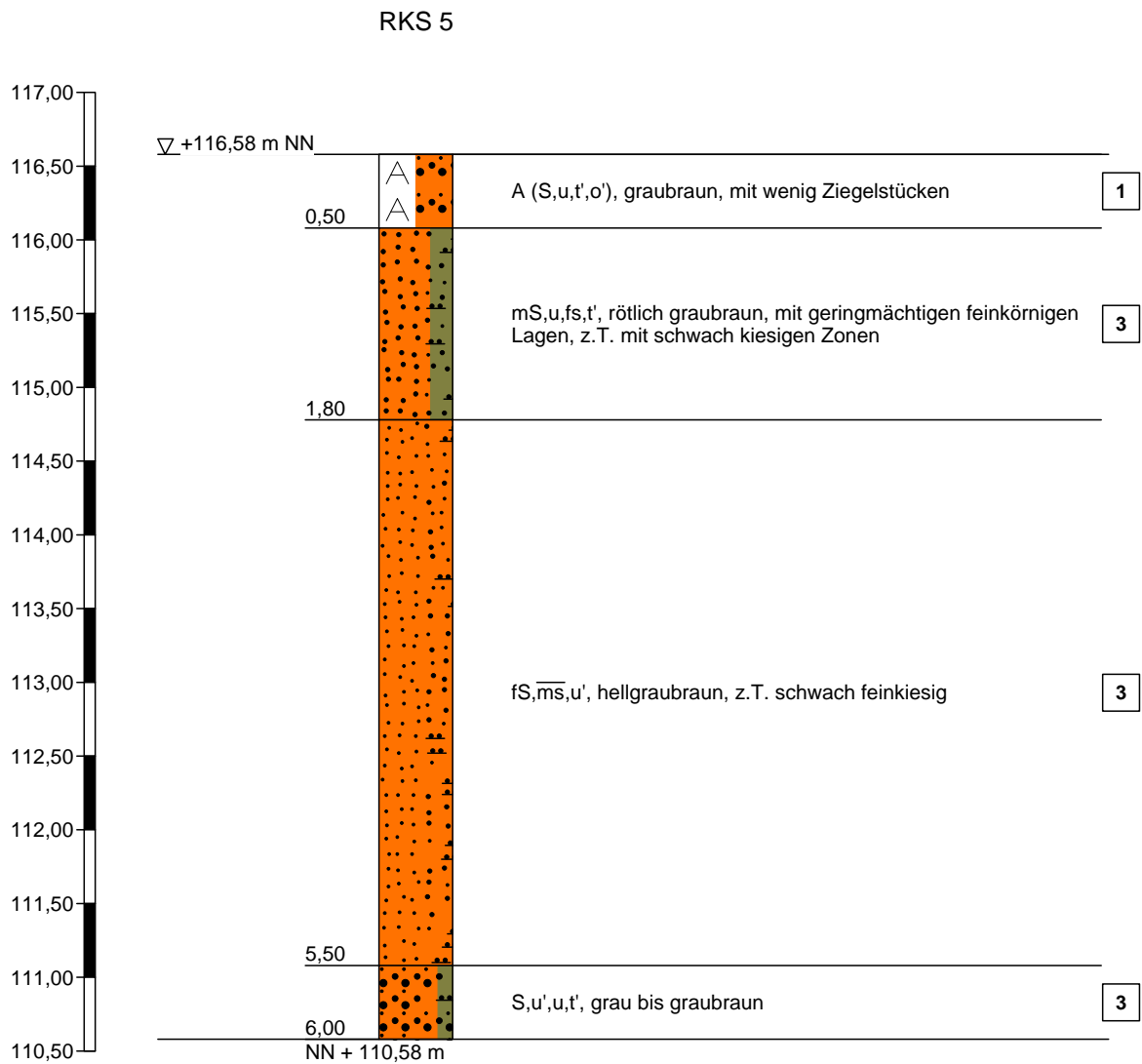
RKS 4



Höhenmaßstab 1:50

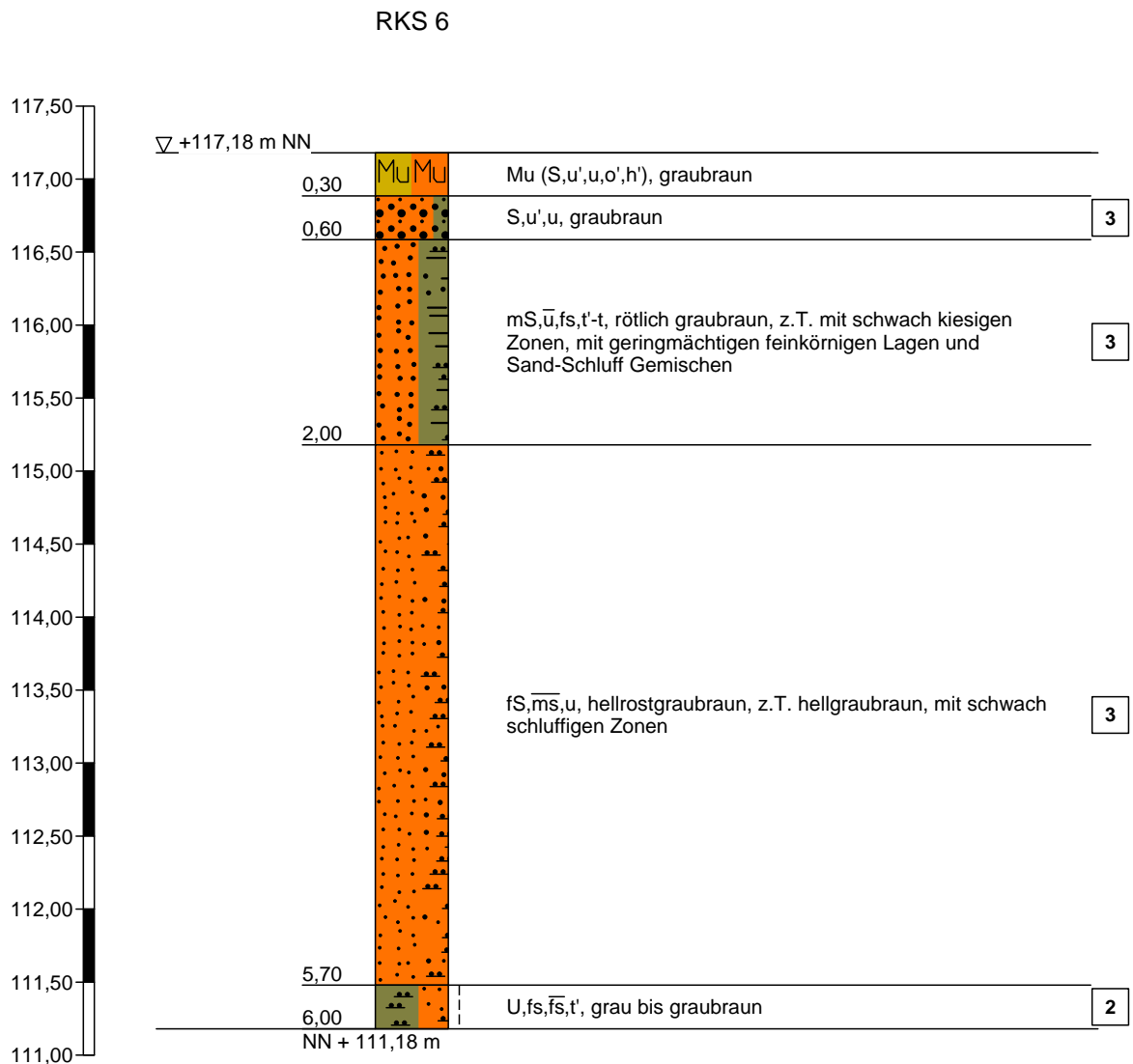
Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 14.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 14.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

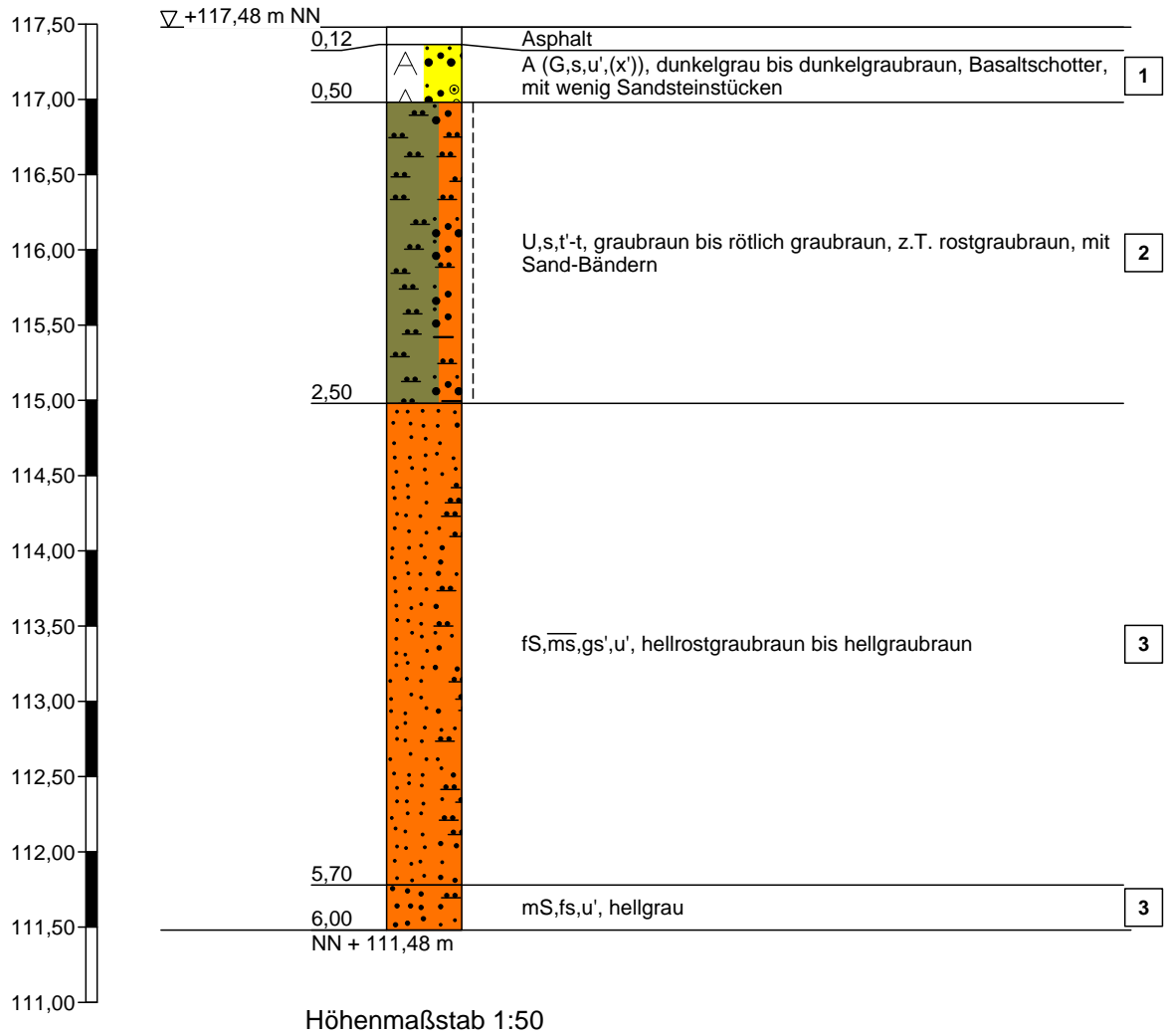


Höhenmaßstab 1:50

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 14.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

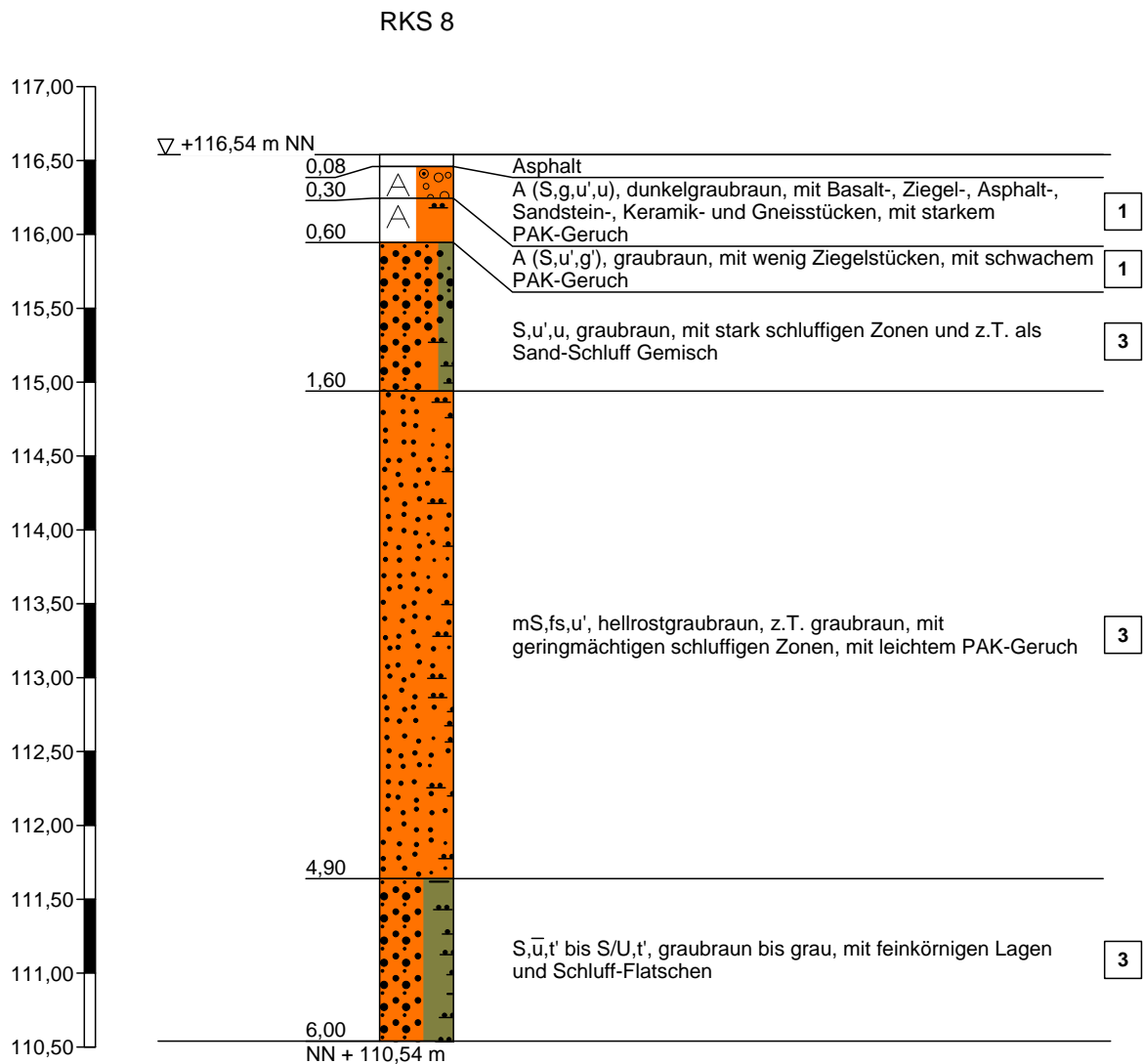
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 7



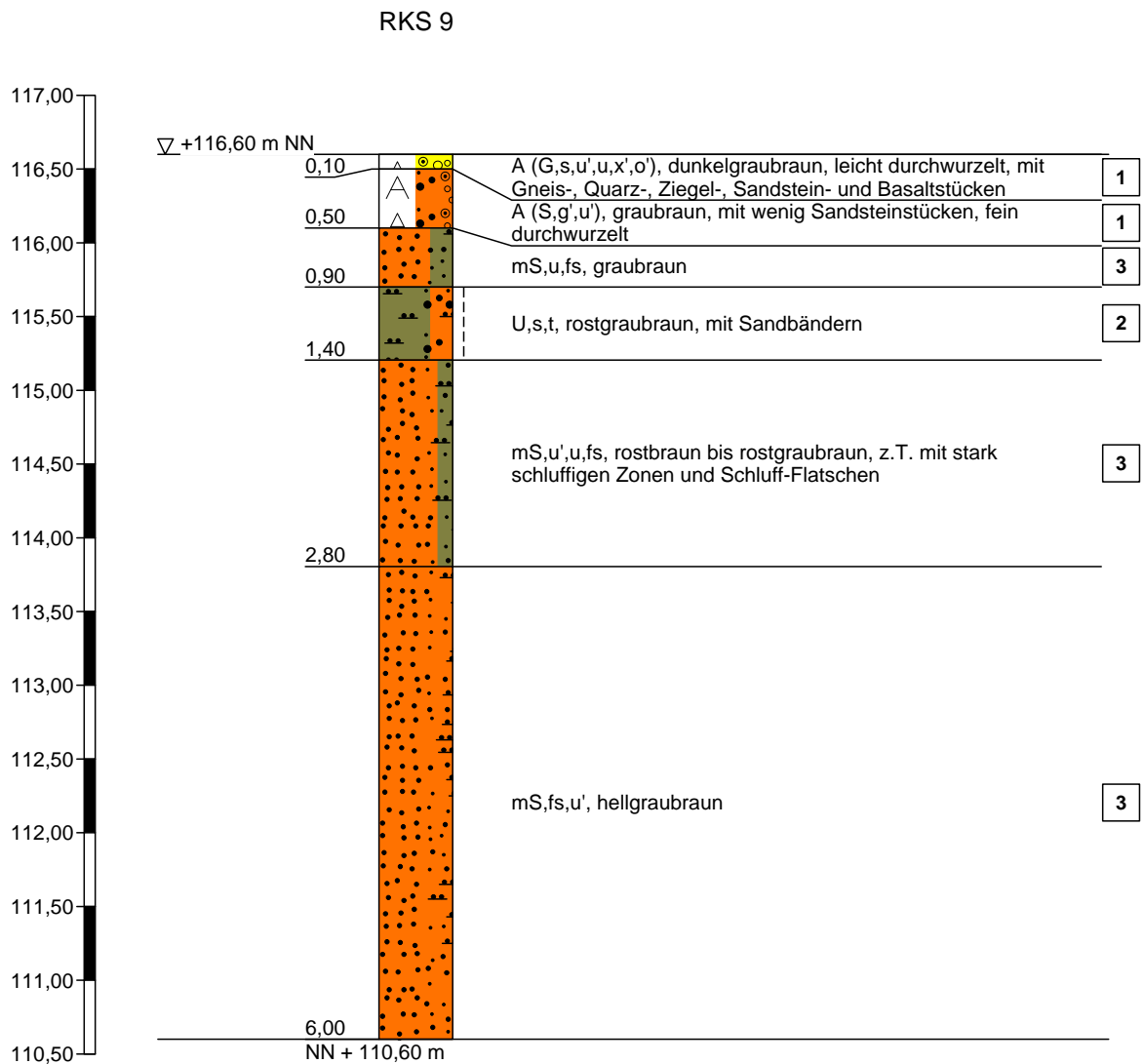
Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 14.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



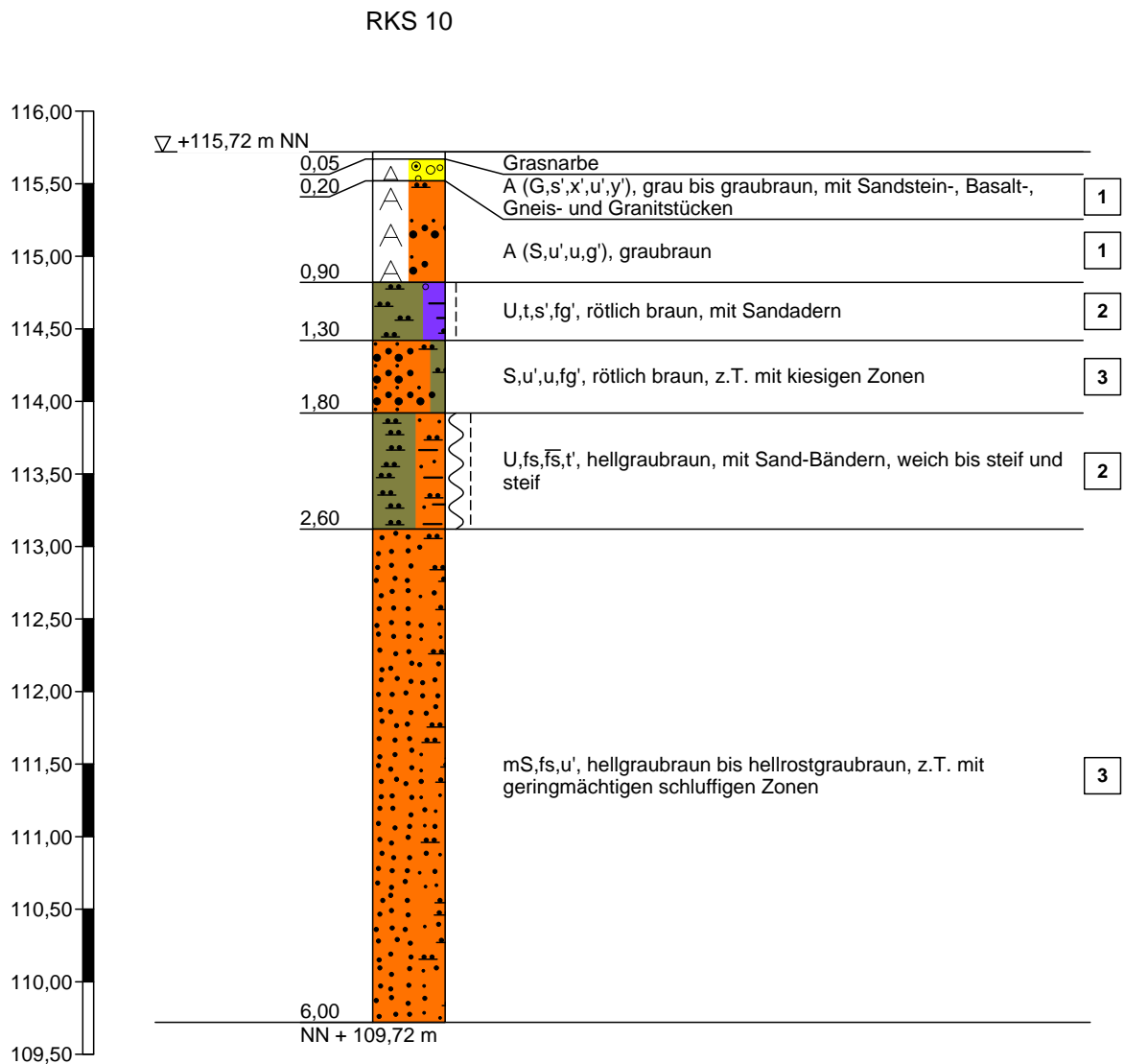
Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 15.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH Reichardsweide 17 63654 Büdingen	Projekt: F 090119, Gebietsentwicklung "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt	Anlage 2
	Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau	Datum: 15.02.2019
		Bearb.: Hr. Junghans

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Anlage 3

F 090119, BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt
Ergebnisübersicht der Bodenmechanik

Probe	Entnahmetiefe (m)	Boden	Wn (%)	WI (%)	Wp (%)	Ip	Ic	DIN 18196	Glühverlust (%)
RKS 1/2	0,30 - 2,20	Sand	13,5						1,24
RKS 1/3	2,20 - 2,90	Sand	10,8					SU	
RKS 1/5	5,50 - 5,80	Sand	28,3						4,58
RKS 2/3	1,20 - 4,30	Sand	5,7					SU	
RKS 3/2	0,25 - 0,40	Auffüllung	5,0						
RKS 3/3	0,40 - 1,10	Auffüllung	10,9						
RKS 3/4	1,10 - 2,20	Auffüllung	10,5						
RKS 3/5	2,20 - 3,00	Sand	9,8						
RKS 5/2	0,50 - 1,80	Sand	14,5					SU*	
RKS 5/3	1,80 - 5,50	Sand	8,1					SU	
RKS 6/3	0,60 - 2,00	Sand	9,7					SU*	
RKS 6/4	2,00 - 5,70	Sand	7,2					SU*	
RKS 7/2	0,12 - 0,50	Auffüllung	6,1						
RKS 7/3	0,50 - 2,50	Lehm	18,1						2,18
RKS 7/4	2,50 - 5,70	Sand	5,9					SU	0,55
RKS 8/4	0,60 - 1,60	Sand	11,1						
RKS 8/5	1,60 - 4,90	Sand	7,3						
RKS 8/6	4,90 - 6,00	Sand	21,3						
RKS 9/1	0,00 - 0,10	Auffüllung	8,3						
RKS 9/2	0,10 - 0,50	Auffüllung	8,8						
RKS 9/5	1,40 - 2,80	Sand	7,0						
RKS 10/1	0,05 - 0,20	Auffüllung	4,2						
RKS 10/2	0,20 - 0,90	Auffüllung	12,2						
RKS 10/3	0,90 - 1,30	Lehm	18,1	37,4	16,8	0,206	0,937	TM	2,90
RKS 10/4	1,30 - 1,80	Sand	9,0						
RKS 10/5	1,80 - 2,60	Lehm	21,1						

Geo-Consult GmbH

Reichardsweide 17

63654 Büdingen

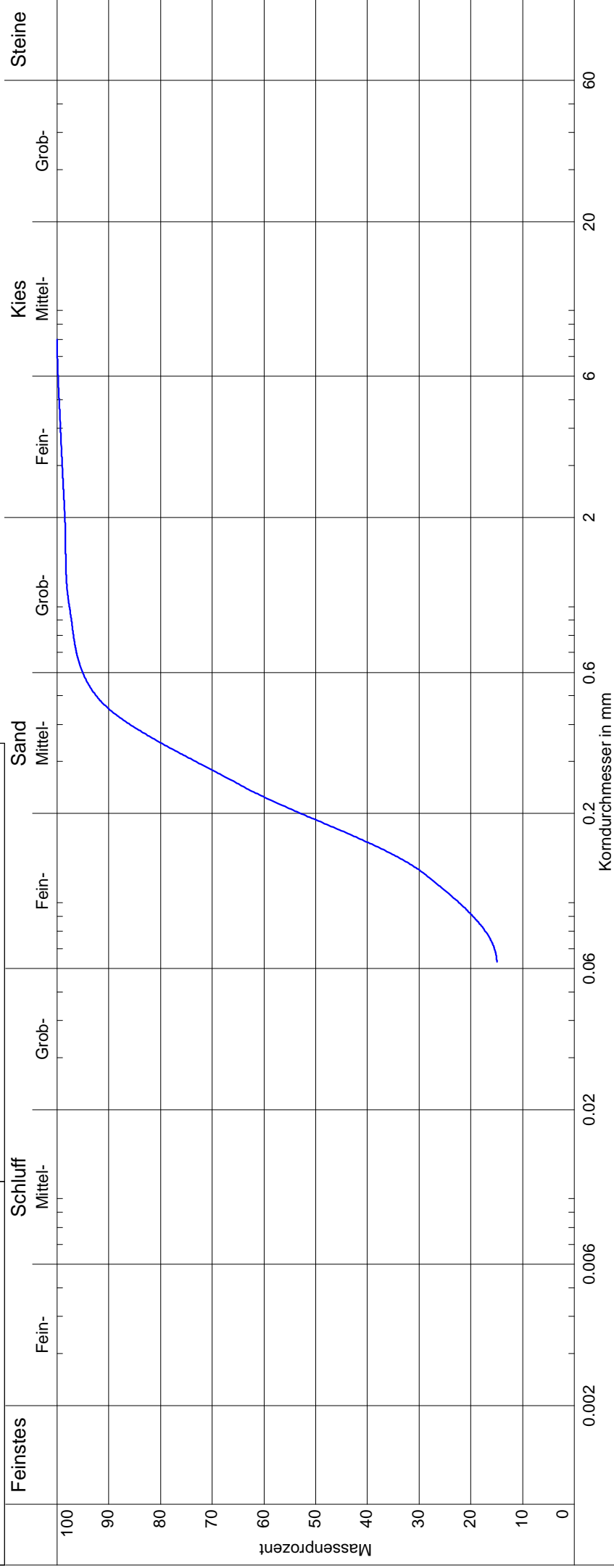
Projekt : BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt

Projektnr.: F 090119

Datum : 22.02.2019

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4



Labornummer	2/3
Entnahmestelle	RKS 2
Entnahmetiefe	1,20 m - 4,30 m unter GOK
Anteil < 0.063 mm	15.0 %
Bodengruppe	SU
Frostempfindl.klasse	-
kf nach Beyer	-
kf nach Kaubisch	5.3E-06 m/s
kf nach Hazen	-
kf nach USBR	1.5E-05 m/s

Geo-Consult GmbH

Reichardsweide 17

63654 Büdingen

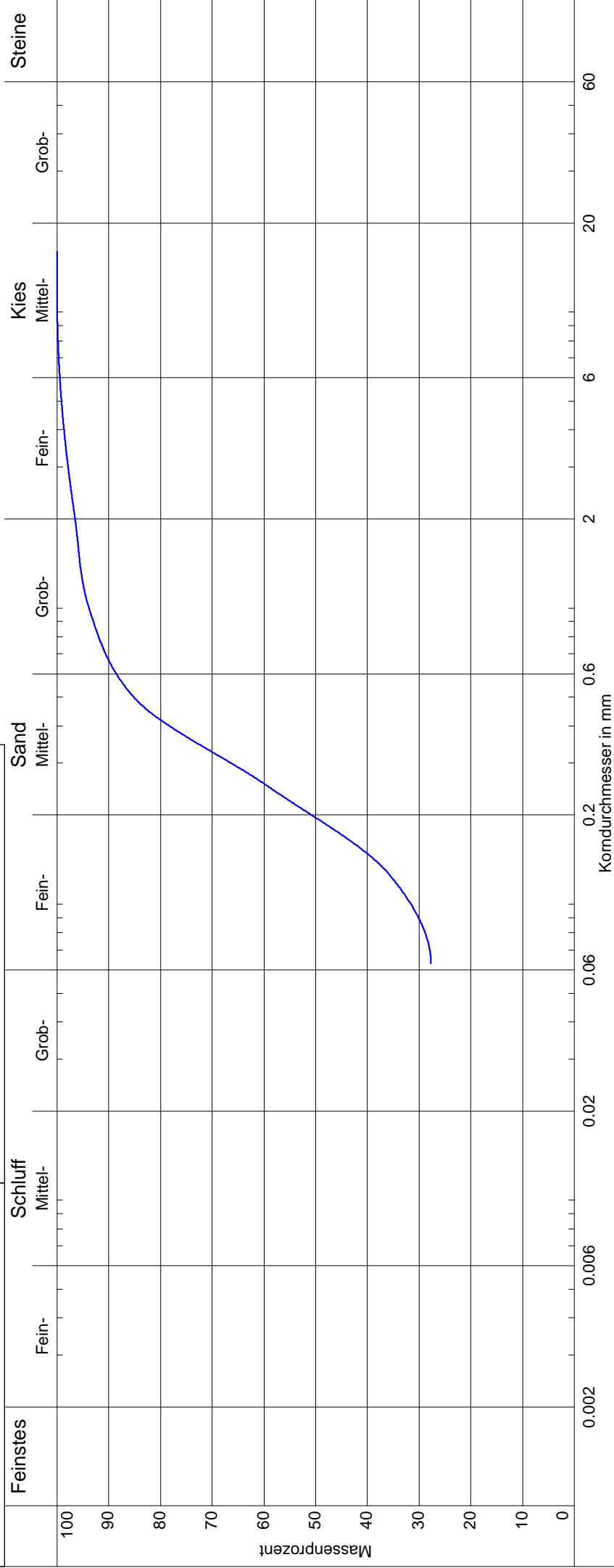
Projekt : BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt

Projektnr.: F 090119

Datum : 22.02.2019

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4



Labornummer	5/2
Entnahmestelle	RKS 5
Entnahmetiefe	0,50 m - 1,80 m unter GOK
Anteil < 0.063 mm	27.7 %
Bodengruppe	SU
Frostempfindl.klasse	F3
kf nach Beyer	-
kf nach Kaubisch	2.9E-07 m/s
kf nach Hazen	-
kf nach USBR	-

Geo-Consult GmbH

Reichardsweide 17

63654 Büdingen

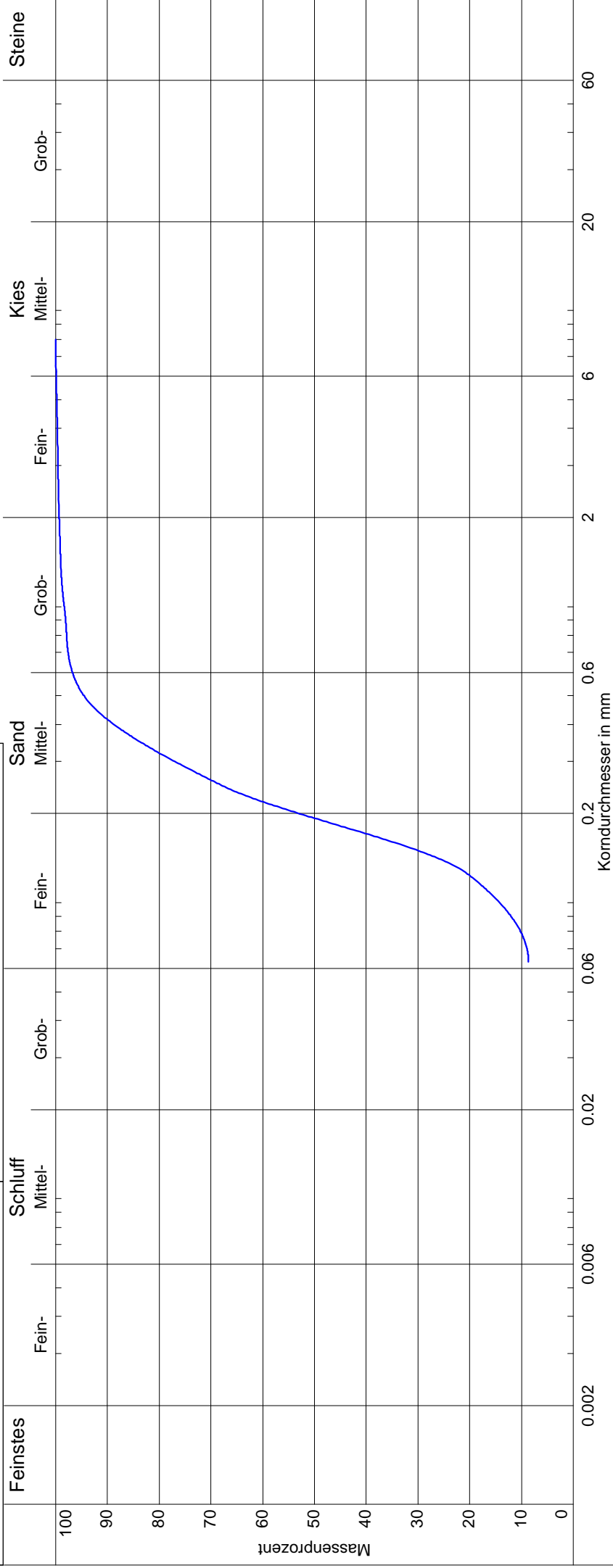
Projekt : BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt

Projektnr.: F 090119

Datum : 22.02.2019

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4



Labornummer	5/3
Entnahmestelle	RKS 5
Entnahmetiefe	1.80 m - 5.50 m unter GOK
Anteil < 0.063 mm	8.7 %
Bodengruppe	SU
Frostempfindl.klasse	F1
kf nach Beyer	7.9E-05 m/s
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Hazen	7.2E-05 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)

Geo-Consult GmbH

Reichardsweide 17

63654 Büdingen

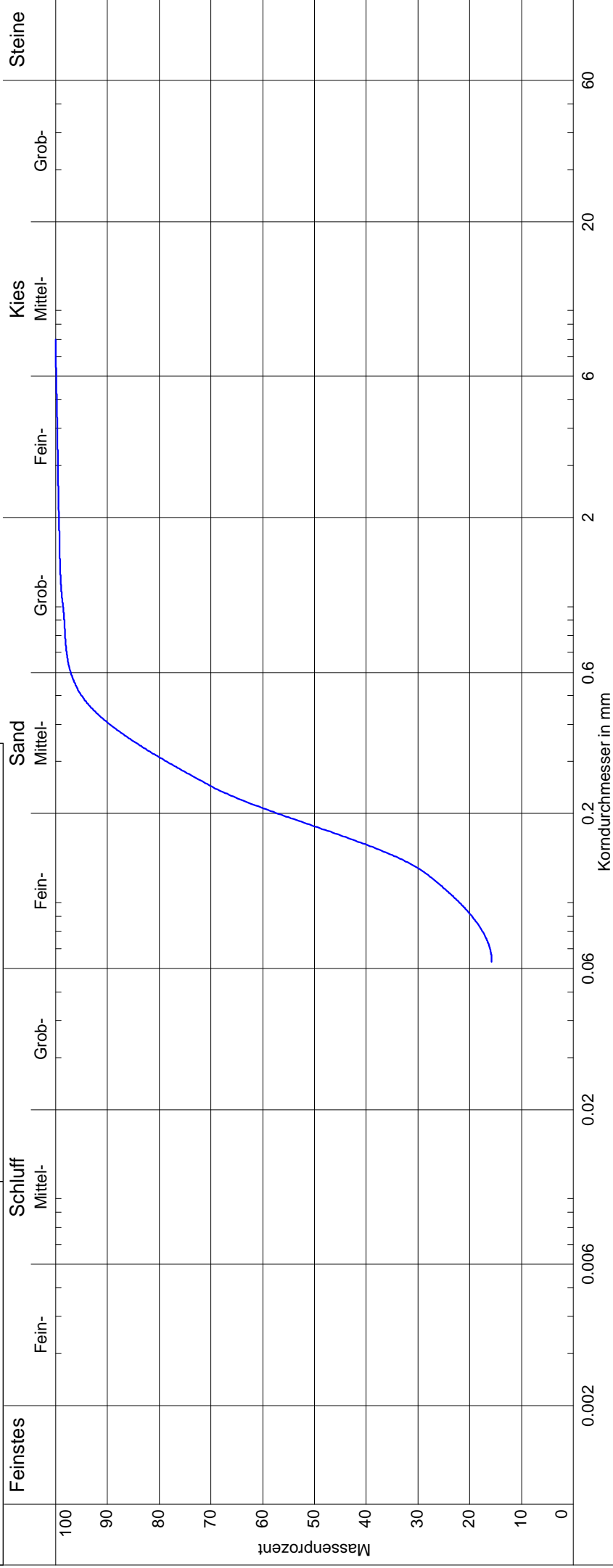
Projekt : BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt

Projektnr.: F 090119

Datum : 22.02.2019

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4



Labornummer	6/4
Entnahmestelle	RKS 6
Entnahmetiefe	2,00 m - 5,70 m unter GOK
Anteil < 0.063 mm	15.7 %
Bodengruppe	SU
Frostempfindl.klasse	F3
kf nach Beyer	-
kf nach Kaubisch	4.4E-06 m/s
kf nach Hazen	-
kf nach USBR	1.5E-05 m/s

Geo-Consult GmbH

Reichardsweide 17

63654 Büdingen

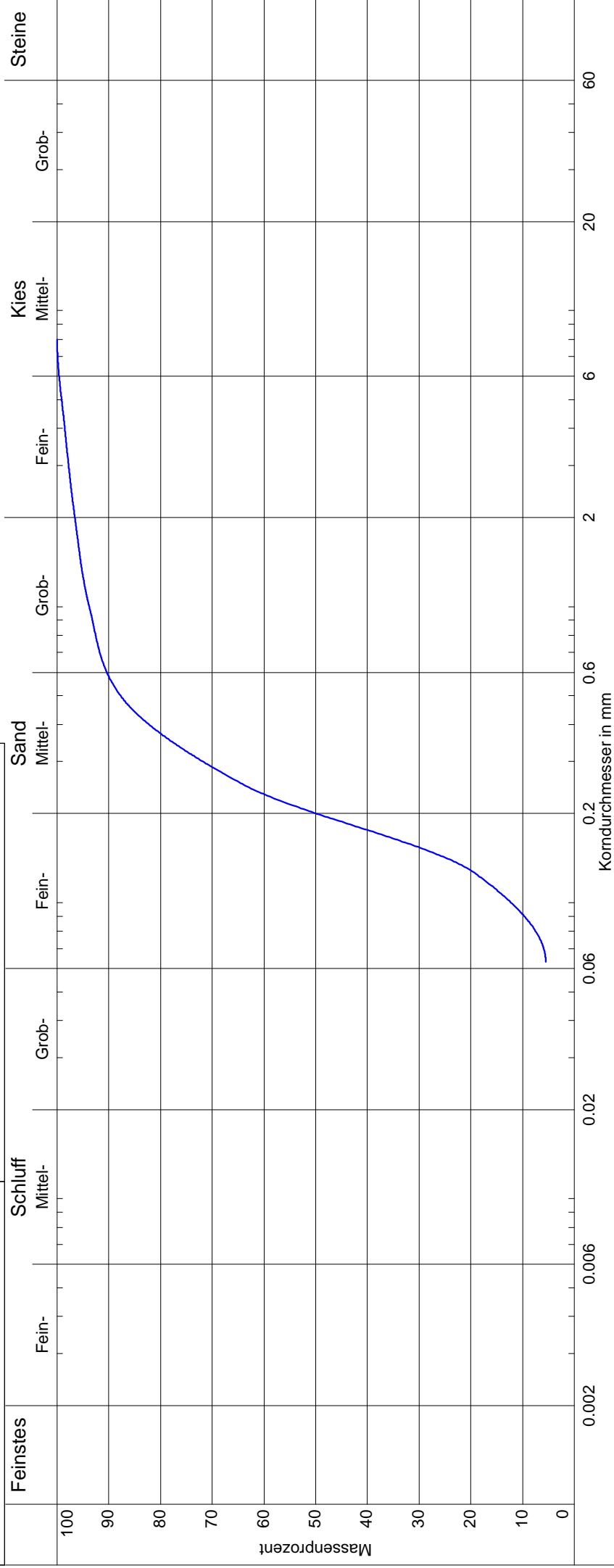
Projekt : BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt

Projektnr.: F 090119

Datum : 22.02.2019

Kornverteilung

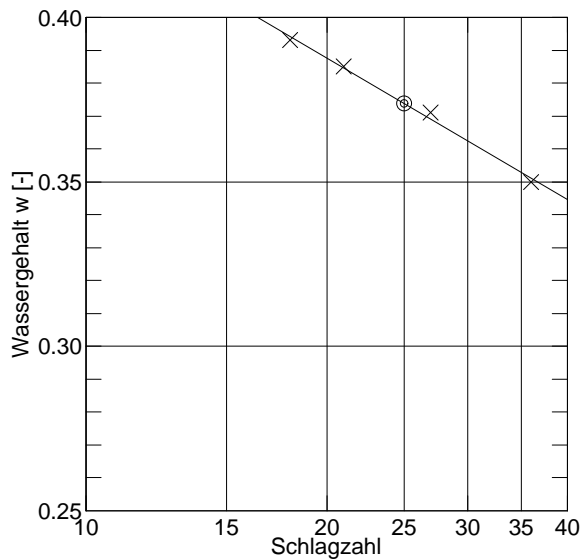
DIN EN ISO 17892-4



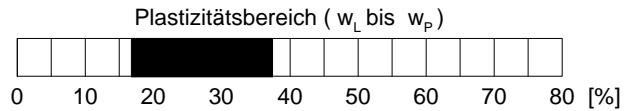
Labornummer	7/4
Entnahmestelle	RKS 7
Entnahmetiefe	2,50 m - 5,70 m unter GOK
Anteil < 0.063 mm	5.5 %
Bodengruppe	SU
Frostempfindl.klasse	F1
kf nach Beyer	1.1E-04 m/s
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Hazen	9.7E-05 m/s
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)

Geo-Consult GmbH	Projekt : BG "Südwestlich des Westrings", Seligenstadt
Reichardsweide 17	Projektnr.: F 090119
63654 Büdingen	Anlage : 3
	Datum : 22.02.2019
Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12	Labornummer: 10/3
	Tiefe : 0,90 m - 1,30 m unter GOK
	Bodenart : Lehm
Entnahmestelle: RKS 10	Art der Entrn. : gestört
Ausgef. durch : Hr. Sittner	Entrn. am : 15.02.2019

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	1	2	3	4	1	2	3	
Zahl der Schläge	18	21	27	36				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	173.71	179.68	173.35	171.50	144.83	152.81	149.43	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	163.18	167.51	163.12	160.56	142.17	150.20	147.64	
Behälter m_B [g]	136.42	135.94	135.57	129.32	126.37	134.62	136.97	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	10.53	12.17	10.23	10.94	2.66	2.61	1.79	
Trockene Probe m_t [g]	26.76	31.57	27.55	31.24	15.80	15.58	10.67	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.393	0.385	0.371	0.350	0.168	0.168	0.168	0.168



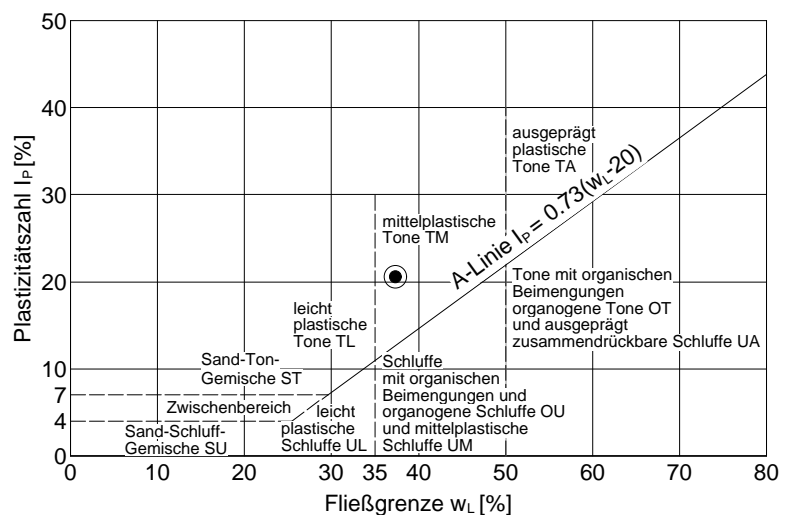
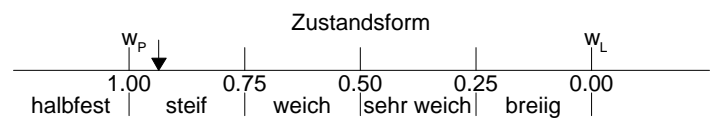
Wassergehalt $w_N = 0.181$
 Fließgrenze $w_L = 0.374$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.168$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.206$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.063$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.937$



Anlage 4

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 -
70736 Fellbach

Geo-Consult
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Dr. Fechner mbH
Herr Markus Junghans
Reichardsweide 17
63654 Büdingen

Standort Fellbach

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 3

Datum: 27.02.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0020463/01-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0020463
Ihr Auftrag: schriftlich vom 19.02.2019
Projekt: Gebietsentwicklung, "Südwestlich des Westrings",
Seiligenstadt
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 19.02.2019
Prüfzeitraum: 19.02.2019 - 27.02.2019
Probenart: Asphalt



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UST-19-0020463-07	UST-19-0020463-08	UST-19-0020463-09
Bezeichnung:		3/1	7/1	8/1

Original

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg	0,09	15	0,63
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	6	<0,05
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	59	0,26
Fluoren	mg/kg	<0,05	41	0,13
Phenanthren	mg/kg	0,12	42	0,45
Anthracen	mg/kg	<0,05	27	0,05
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	140	0,08
Pyren	mg/kg	<0,05	95	0,14
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	50	0,05
Chrysen	mg/kg	<0,05	55	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	39	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	23	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	35	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	3	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	12	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	26	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg	0,21	660	1,8

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 27.02.2019 um 17:09 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden

Parameter	Norm
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(ghi)perylen	DIN ISO 18287:2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05
Eluat	DIN EN 12457-4:2003-01
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)

(UAU) - Verfahren durchgeführt am Standort Augsburg

Anlage 5

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 -
70736 Fellbach

Geo-Consult
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Dr. Fechner mbH
Herr Markus Junghans
Reichardsweide 17
63654 Büdingen

Standort Fellbach

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 9

Datum: 27.02.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0020463/02-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0020463
Ihr Auftrag: schriftlich vom 19.02.2019
Projekt: Gebietsentwicklung, "Südwestlich des Westrings",
Seiligenstadt
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 19.02.2019
Prüfzeitraum: 19.02.2019 - 27.02.2019
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UST-19-0020463-01	UST-19-0020463-02	UST-19-0020463-03	UST-19-0020463-04
Bezeichnung:		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4

Original

Trockensubstanz	%	93,1	92,8	95,3	94,1
TOC	% TS	0,5	0,6	<0,1	<0,1
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	56	<50	<50	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Probe Nr.:		UST-19-0020463-01	UST-19-0020463-02	UST-19-0020463-03	UST-19-0020463-04
Bezeichnung:		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	0,11	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,18	<0,05	0,06	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	1,9	<0,05	0,36	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	2	<0,05	0,47	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	19	<0,05	4,8	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	3,6	<0,05	0,93	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	20	<0,05	5,7	<0,05
Pyren	mg/kg TS	14	<0,05	3,9	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	6,4	<0,05	1,9	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	5,9	<0,05	1,6	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	7,5	<0,05	2,2	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	2,5	<0,05	0,72	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	4	<0,05	1,2	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	1,1	<0,05	0,33	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	2,3	<0,05	0,7	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	2,4	<0,05	0,7	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	92,9	--	25,6	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		--	--	--	--
Arsen	mg/kg TS	3,5	6,3	2	3,6
Blei	mg/kg TS	16,3	14,1	6,9	9,5
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	10,4	17,9	8,2	14,4
Kupfer	mg/kg TS	6,9	7,4	3	3,3
Nickel	mg/kg TS	10,9	22,6	7,1	9,5
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Zink	mg/kg TS	20,7	27,8	9,2	12,2

Probe Nr.:		UST-19-0020463-01	UST-19-0020463-02	UST-19-0020463-03	UST-19-0020463-04
Bezeichnung:		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat
pH-Wert		8,4	8,1	8,7	8,4
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	54	52	53	55
Chlorid	mg/l	2,6	0,6	1,84	<0,5
Sulfat	mg/l	0,7	<0,5	<0,5	2,05
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Schwermetalle

Arsen	mg/l	0,002	0,006	0,002	<0,001
Blei	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmium	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Chrom (Gesamt)	mg/l	0,001	0,001	<0,001	<0,001
Kupfer	mg/l	0,001	0,002	<0,001	<0,001
Nickel	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Quecksilber	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Thallium	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zink	mg/l	0,017	0,019	0,012	0,002

Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UST-19-0020463-05
Bezeichnung:		MP 5

Original

Trockensubstanz	%	93,9
TOC	% TS	<0,1
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--

Probe Nr.:		UST-19-0020463-05
Bezeichnung:		MP 5

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		--
Arsen	mg/kg TS	0,7
Blei	mg/kg TS	8,3
Cadmium	mg/kg TS	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	10
Kupfer	mg/kg TS	2,9
Nickel	mg/kg TS	8,4
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05
Thallium	mg/kg TS	<0,25
Zink	mg/kg TS	11,2

Probe Nr.:		UST-19-0020463-05
Bezeichnung:		MP 5

Eluat

Eluat		Filtrat
pH-Wert		8,5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	34
Chlorid	mg/l	<0,5
Sulfat	mg/l	0,6
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005
Phenol-Index	mg/l	<0,01

Schwermetalle

Arsen	mg/l	<0,001
Blei	mg/l	<0,001
Cadmium	mg/l	<0,0001
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001
Kupfer	mg/l	<0,001
Nickel	mg/l	<0,001
Quecksilber	mg/l	<0,0001
Thallium	mg/l	<0,001
Zink	mg/l	0,002

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 27.02.2019 um 17:26 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Trockensubstanz	DIN ISO 11465:1996-12
TOC	DIN EN 13137:2001-12
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262:2012-04 (UAU)
EOX	DIN 38414-S 17:2017-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
Benzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Ethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Toluol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
o-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
m,p-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Styrol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Isopropylbenzol (Cumol)	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
n-Propylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,3,5-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,4-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe AKW	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Trichlorfluormethan (R11)	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	DIN EN ISO 22155:2013-05
Dichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
trans-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
Summe LHKW	DIN EN ISO 22155:2013-05
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 138	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Eluat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	DIN 38 404-C5:2009-07
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403:2002-07 (UAU)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Verfahren durchgeführt am Standort Augsburg

Probenahmeprotokoll nach LAGA

1. Anlass/Grund der Probennahme/Auftraggeber

Erstellen einer Deklarationsanalyse für die Verwertung von Boden
im Zuge der Erschließung eines Baugebietes
Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

2. Gemeinde/Ort/Landkreis/Flurstück

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, vgl. Lageplan in
Anlage 1

3. Art des Abfalles

Auffüllungen aus den Aufschlüssen RKS 3 und RKS 8

4. Probenahmetag / Kennzeichnung der Probe

14. und 15.02.2019, Mischprobe „MP 1“

5. Firma/Probennehmer

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH,
Reichardsweide 17, 63654 Büdingen, Herr Edgar Kraus

6. Schadstoffe

Keine bekannt. Innerhalb der Auffüllungen wurden neben Natursteinstücken (Basalt, Quarz,
Gneis und Sandstein) auch diffus verteilt Ziegel- und Asphaltstücke erkannt.

7. Herkunft des Abfalles / Probenmaterials

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, aus den Aufschlüssen
RKS 3 und RKS 8, vgl. Lageplan in Anlage 1

8. Beschreibung des Abfalles bei der Probennahme, Details vgl. Anlage 2

Grob-/gemischtkörnige Auffüllungen in Form von Sand und Kies / Schotter

9. Farbe/Geruch

Graue und graubraune Farbabstufungen; geruchlos-erdig sowie PAK-Geruch

10. Festigkeit/Konsistenz/Homogenität

vergleichsweise inhomogen

11. Art der Lagerung

im eingebauten Zustand gelagert

12. Lagerungsdauer

unbekannt

- 13. Einflüsse auf den Abfall (z. B. Witterung, Niederschläge)**
Niederschläge, Sickerwasser
- 14. Art der Probennahme**
Probenahme mittels 2 Kleinrammbohrungen (Ø 50 - 60 mm), Erstellen einer Mischprobe aus den entnommenen Einzelproben der Auffüllungen aus den vorgenannten 2 Aufschlüssen
- 15. Art des Probengefäßes**
Kunststoffeimer mit Deckel
- 16. Anwesend, Zeugen**
Hr. Alexander Sittner, Baustoffprüfer, Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH, Reichardsweide 17, 63654 Büdingen
- 17. Wurden Vergleichsproben genommen, ggf. durch wen?**
nein
- 18. Beobachtungen bei der Probennahme, z. B. Reaktionen, Gasentwicklung**
keine
- 19. Voruntersuchungen bei der Probennahme**
keine
- 20. Probenüberführung und Lagerung bis zur analytischen Untersuchung**
gekühlt
- 21. Untersuchungslabor**
SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH, Höhenstraße 24, 70736 Fellbach
- 22. Sonstige Bemerkungen zur Probennahme**
keine
- 23. Ort/Datum/Unterschrift**
Seligenstadt, den 15.02.2019



Dipl.-Ing. Edgar Kraus

Probenahmeprotokoll nach LAGA

1. Anlass/Grund der Probennahme/Auftraggeber

Erstellen einer Deklarationsanalyse für die Verwertung von Boden
im Zuge der Erschließung eines Baugebietes
Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

2. Gemeinde/Ort/Landkreis/Flurstück

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, vgl. Lageplan in
Anlage 1

3. Art des Abfalles

Auffüllungen aus den Aufschlüssen RKS 5, RKS 7, RKS 9 und RKS 10

4. Probenahmetag / Kennzeichnung der Probe

14. und 15.02.2019, Mischprobe „MP 2“

5. Firma/Probennehmer

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH,
Reichardsweide 17, 63654 Büdingen, Herr Edgar Kraus

6. Schadstoffe

Keine bekannt. Innerhalb der Auffüllungen wurden neben Natursteinstücken (Basalt, Quarz,
Gneis, Granit und Sandstein) auch diffus verteilt Ziegelstücke erkannt.

7. Herkunft des Abfalles / Probenmaterials

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, aus den Aufschlüssen
RKS 5, RKS 7, RKS 9 und RKS 10, vgl. Lageplan in Anlage 1

8. Beschreibung des Abfalles bei der Probennahme, Details vgl. Anlage 2

Grob-/gemischtkörnige Auffüllungen in Form von Sand und Kies / Schotter

9. Farbe/Geruch

Graue und graubraune Farbabstufungen; geruchlos-erdig

10. Festigkeit/Konsistenz/Homogenität

vergleichsweise inhomogen

11. Art der Lagerung

im eingebauten Zustand gelagert

12. Lagerungsdauer

unbekannt

- 13. Einflüsse auf den Abfall (z. B. Witterung, Niederschläge)**
Niederschläge, Sickerwasser
- 14. Art der Probennahme**
Probenahme mittels 4 Kleinrammbohrungen (Ø 50 - 60 mm), Erstellen einer Mischprobe aus den entnommenen Einzelproben der Auffüllungen aus den vorgenannten 4 Aufschlüssen
- 15. Art des Probengefäßes**
Kunststoffeimer mit Deckel
- 16. Anwesend, Zeugen**
Hr. Alexander Sittner, Baustoffprüfer, Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH, Reichardsweide 17, 63654 Büdingen
- 17. Wurden Vergleichsproben genommen, ggf. durch wen?**
nein
- 18. Beobachtungen bei der Probennahme, z. B. Reaktionen, Gasentwicklung**
keine
- 19. Voruntersuchungen bei der Probennahme**
keine
- 20. Probenüberführung und Lagerung bis zur analytischen Untersuchung**
gekühlt
- 21. Untersuchungslabor**
SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH, Höhenstraße 24, 70736 Fellbach
- 22. Sonstige Bemerkungen zur Probennahme**
keine
- 23. Ort/Datum/Unterschrift**
Seligenstadt, den 15.02.2019



Dipl.-Ing. Edgar Kraus

Probenahmeprotokoll nach LAGA

1. Anlass/Grund der Probennahme/Auftraggeber

Erstellen einer Deklarationsanalyse für die Verwertung von Boden
im Zuge der Erschließung eines Baugebietes
Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

2. Gemeinde/Ort/Landkreis/Flurstück

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, vgl. Lageplan in
Anlage 1

3. Art des Abfalles

Natürliche Böden aus den Aufschlüssen RKS 3 und RKS 8

4. Probenahmetag / Kennzeichnung der Probe

14. und 15.02.2019, Mischprobe „MP 3“

5. Firma/Probennehmer

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH,
Reichardsweide 17, 63654 Büdingen, Herr Edgar Kraus

6. Schadstoffe

Keine bekannt.

7. Herkunft des Abfalles / Probenmaterials

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, aus den Aufschlüssen
RKS 3 und RKS 8, vgl. Lageplan in Anlage 1

8. Beschreibung des Abfalles bei der Probennahme, Details vgl. Anlage 2

Grob-/gemischtkörnige Böden in Form von Sand mit bereichsweise eingeschalteten Sand-
Schluff Gemischen sowie feinkörnigen Böden (granulometrisch Schluff)

9. Farbe/Geruch

Graue, rostgraubraune und graubraune Farbabstufungen; geruchlos-erdig sowie mit PAK-
Geruch

10. Festigkeit/Konsistenz/Homogenität

vergleichsweise inhomogen, feinkörnige Böden erkundungszeitlich mit weich- bis
steifplastischen und steifplastischen Zustandsformen

11. Art der Lagerung

im eingebauten Zustand gelagert

12. Lagerungsdauer

unbekannt

13. Einflüsse auf den Abfall (z. B. Witterung, Niederschläge)

Niederschläge, Sickerwasser

14. Art der Probennahme

Probenahme mittels 2 Kleinrammbohrungen (\varnothing 50 - 60 mm), Erstellen einer Mischprobe aus den entnommenen Einzelproben der natürlichen Böden aus den vorgenannten 2 Aufschlüssen

15. Art des Probengefäßes

Kunststoffeimer mit Deckel

16. Anwesend, Zeugen

Hr. Alexander Sittner, Baustoffprüfer, Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH, Reichardsweide 17, 63654 Büdingen

17. Wurden Vergleichsproben genommen, ggf. durch wen?

nein

18. Beobachtungen bei der Probennahme, z. B. Reaktionen, Gasentwicklung

keine

19. Voruntersuchungen bei der Probennahme

keine

20. Probenüberführung und Lagerung bis zur analytischen Untersuchung

gekühlt

21. Untersuchungslabor

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH, Höhenstraße 24, 70736 Fellbach

22. Sonstige Bemerkungen zur Probennahme

keine

23. Ort/Datum/Unterschrift

Seligenstadt, den 15.02.2019



Dipl.-Ing. Edgar Kraus

Probenahmeprotokoll nach LAGA

1. Anlass/Grund der Probennahme/Auftraggeber

Erstellen einer Deklarationsanalyse für die Verwertung von Boden
im Zuge der Erschließung eines Baugebietes
Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

2. Gemeinde/Ort/Landkreis/Flurstück

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, vgl. Lageplan in
Anlage 1

3. Art des Abfalles

Natürliche Böden aus den Aufschlüssen RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 5 (ohne Oberböden)

4. Probenahmetag / Kennzeichnung der Probe

14. und 15.02.2019, Mischprobe „MP 4“

5. Firma/Probennehmer

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH,
Reichardsweide 17, 63654 Büdingen, Herr Edgar Kraus

6. Schadstoffe

Keine bekannt.

7. Herkunft des Abfalles / Probenmaterials

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, aus den Aufschlüssen
RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 5, vgl. Lageplan in Anlage 1

8. Beschreibung des Abfalles bei der Probennahme, Details vgl. Anlage 2

Grob-/gemischtkörnige Böden in Form von Sand und Kies mit bereichsweise eingeschalteten
Sand-Schluff Gemischen sowie feinkörnigen Böden (granulometrisch Schluff)

9. Farbe/Geruch

Graue, braune, rostgraubraune und graubraune sowie rötlich braune Farbabstufungen;
geruchlos-erdig

10. Festigkeit/Konsistenz/Homogenität

vergleichsweise inhomogen, feinkörnige Böden erkundungszeitlich mit weich- bis
steifplastischen und steifplastischen Zustandsformen

11. Art der Lagerung

im eingebauten Zustand gelagert

12. Lagerungsdauer

unbekannt

13. Einflüsse auf den Abfall (z. B. Witterung, Niederschläge)

Niederschläge, Sickerwasser

14. Art der Probennahme

Probenahme mittels 4 Kleinrammbohrungen (\varnothing 50 - 60 mm), Erstellen einer Mischprobe aus den entnommenen Einzelproben der natürlichen Böden aus den vorgenannten 4 Aufschlüssen

15. Art des Probengefäßes

Kunststoffeimer mit Deckel

16. Anwesend, Zeugen

Hr. Alexander Sittner, Baustoffprüfer, Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH, Reichardsweide 17, 63654 Büdingen

17. Wurden Vergleichsproben genommen, ggf. durch wen?

nein

18. Beobachtungen bei der Probennahme, z. B. Reaktionen, Gasentwicklung

keine

19. Voruntersuchungen bei der Probennahme

keine

20. Probenüberführung und Lagerung bis zur analytischen Untersuchung

gekühlt

21. Untersuchungslabor

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH, Höhenstraße 24, 70736 Fellbach

22. Sonstige Bemerkungen zur Probennahme

keine

23. Ort/Datum/Unterschrift

Seligenstadt, den 15.02.2019



Dipl.-Ing. Edgar Kraus

Probenahmeprotokoll nach LAGA

1. Anlass/Grund der Probennahme/Auftraggeber

Erstellen einer Deklarationsanalyse für die Verwertung von Boden
im Zuge der Erschließung eines Baugebietes
Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

2. Gemeinde/Ort/Landkreis/Flurstück

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, vgl. Lageplan in
Anlage 1

3. Art des Abfalles

Natürliche Böden aus den Aufschlüssen RKS 6, RKS 7, RKS 9 und RKS 10 (ohne Oberböden)

4. Probenahmetag / Kennzeichnung der Probe

14. und 15.02.2019, Mischprobe „MP 5“

5. Firma/Probennehmer

Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH,
Reichardsweide 17, 63654 Büdingen, Herr Edgar Kraus

6. Schadstoffe

Keine bekannt.

7. Herkunft des Abfalles / Probenmaterials

63500 Seligenstadt, geplantes Baugebiet „Südwestlich des Westrings“, aus den Aufschlüssen
RKS 6, RKS 7, RKS 9 und RKS 10, vgl. Lageplan in Anlage 1

8. Beschreibung des Abfalles bei der Probennahme, Details vgl. Anlage 2

Grob-/gemischtkörnige Böden in Form von Sand mit bereichsweise eingeschalteten Sand-
Schluff Gemischen sowie feinkörnigen Böden (granulometrisch Schluff)

9. Farbe/Geruch

Graue, braune, rostgraubraune und graubraune sowie rötlich braune Farbabstufungen;
geruchlos-erdig

10. Festigkeit/Konsistenz/Homogenität

vergleichsweise inhomogen, feinkörnige Böden erkundungszeitlich mit weich- bis
steifplastischen und steifplastischen Zustandsformen

11. Art der Lagerung

im eingebauten Zustand gelagert

12. Lagerungsdauer

unbekannt

13. Einflüsse auf den Abfall (z. B. Witterung, Niederschläge)

Niederschläge, Sickerwasser

14. Art der Probennahme

Probenahme mittels 4 Kleinrammbohrungen (\varnothing 50 - 60 mm), Erstellen einer Mischprobe aus den entnommenen Einzelproben der natürlichen Böden aus den vorgenannten 4 Aufschlüssen

15. Art des Probengefäßes

Kunststoffeimer mit Deckel

16. Anwesend, Zeugen

Hr. Alexander Sittner, Baustoffprüfer, Geo-Consult Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Dr. Fechner mbH, Reichardsweide 17, 63654 Büdingen

17. Wurden Vergleichsproben genommen, ggf. durch wen?

nein

18. Beobachtungen bei der Probennahme, z. B. Reaktionen, Gasentwicklung

keine

19. Voruntersuchungen bei der Probennahme

keine

20. Probenüberführung und Lagerung bis zur analytischen Untersuchung

gekühlt

21. Untersuchungslabor

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH, Höhenstraße 24, 70736 Fellbach

22. Sonstige Bemerkungen zur Probennahme

keine

23. Ort/Datum/Unterschrift

Seligenstadt, den 15.02.2019



Dipl.-Ing. Edgar Kraus

Anlage 6

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736
Fellbach

Geo-Consult
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Dr. Fechner mbH
Herr Markus Junghans
Reichardsweide 17
63654 Bidingen

Standort Fellbach

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 28.02.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0020463/03-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0020463
Ihr Auftrag: schriftlich vom 19.02.2019
Projekt: Gebietsentwicklung, "Südwestlich des Westrings",
Seiligenstadt
Eingangsdatum: 19.02.2019
Probenahme durch: Auftraggeber
Prüfzeitraum: 19.02.2019 - 28.02.2019
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP 6
Probe Nr.: UST-19-0020463-06

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	88,0	DIN EN 14346:2007-03

Organochlorpestizide

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Hexachlorbenzol	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
alpha-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
beta-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
Aldrin	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
o,p`-DDT	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
p,p`-DDT	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS
o,p`-DDD	mg/kg TS	<0,010	DIN ISO 10382:2003-05, Abweichung: GC-MS

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 28.02.2019 um 12:34 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.