

**Lahntal - Sterzhausen,
Baugebieterschließung
„Im Boden“**

- Baugrunduntersuchung -

Projekt- Nr. 202113849a1

Auftraggeber: Gade Schlüsselfertigbau GmbH

Gutachter: Dipl.- Geol. Markus Riegels

Datum: 16.06.2021

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 AUFTRAG	1
2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN	1
3 SITUATION	2
4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	3
4.1 Schichtenbeschreibung	3
4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkennwerte	7
5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	9
5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete	9
5.2 Durchlässigkeiten und Versickerungsvermögen	11
6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	12
6.1 Gründung Kanal und Leitungen	12
6.2 Leitungszone / Rohraufleger	13
6.3 Kanal-, Leitungsgraben / Wasserhaltung	13
6.3.1 Leitungsgraben	13
6.3.2 Wasserhaltung	15
6.4 Rückverfüllung / Wiedereinbau	15
7 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG STRASSENBAU	17
7.1 Unterbau, Planum	17
7.2 Oberbau	18
8 QUALITÄTSSICHERUNG UND VERDICHTUNGSKONTROLLEN	19
9 ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG	20
9.1 Asphalt	20
9.1 Auffüllung und natürlicher Boden	21
10 AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN	23
11 HINWEISE ZUR EUROPÄISCHEN GRUNDBAUNORMUNG (EC 7)	24
12 ANLAGEN	25

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite	
Tabelle 1	Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, ZTV A StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301	7
Tabelle 2	Charakteristische Bodenkennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte	8
Tabelle 3	Ergebnisse der Laboranalyse der Asphaltprobe	20
Tabelle 4	Ergebnisse der Laboranalyse – Auffüllung und Boden	22

1 AUFTRAG

Die Gade Schlüsselfertigbau GmbH erteilte uns am 05.05.2021 den Auftrag im Osten von Lahntal-Sterzhausen, für die geplante Erschließung des Baugebiets „Im Boden“, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und gutachterlich zu bewerten.

Das Baugrundgutachten soll beinhalten:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN ISO EN 14688-1:2011-06 und DIN EN ISO 22476-2:2005
- geotechnische Klassifikation der Schichten nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300, Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 17¹
- Angabe relevanter geotechnischer Boden- und Felskennwerte
- Aussagen zur Grundwassersituation aufgrund der Untersuchungsergebnisse
- Baugrundbeurteilung
- Gründungsempfehlungen für den Kanalbau
- Empfehlungen zur Anlage von Kanalgräben und deren Sicherung
- Empfehlung zur Grabenrückverfüllung und Wiedereinbaubarkeit des vorhandenen Materials
- Empfehlung zum Straßenbau mit Angaben von Material- und Verdichtungsanforderungen
- Empfehlungen zur ggf. erforderlichen Wasserhaltung
- abfalltechnische Bewertung der LAGA Analysen / Verfüllrichtlinie
- Angaben zur Durchlässigkeit und der Versickerungseignung des Untergrundes

2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen dienen zur Beurteilung der Baugrundsituation:

[1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 5118 (Marburg), M 1 : 25.000

¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

- [2] Topographische Karte, Blatt 5118 (Marburg), M 1 : 25.000
- [3] Lageplan, M 1 : 1000, zur Verfügung gestellt von HS Ingenieure
- [4] Ergebnisse der Außenarbeiten vom 11. und 12.05.2021
 - 4 Rammkernsondierung (RKS) bis max. 3,0 m unter Geländeoberkante (GOK)
 - Nivellement der Bohransatzpunkte
 - Festpunkt = Schachtdeckel (siehe Anlage 1)
 - Festpunkthöhe = 207,76 m NHN

3 SITUATION

Das Untersuchungsareal liegt am östlichen Ortsrand von Lahntal-Sterzhausen südlich der B62 und wird zurzeit landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt (siehe Foto).



Die angrenzende Gartenstraße ist mit Asphalt sowie einem Streifen, der als Parkfläche genutzt wird befestigt (siehe Foto umseitig).



Nach Auskunft des Planungsbüros HS Ingenieure ist eine Kanalverlegtiefe von rd. 2 bis 2,5 m unter GOK geplant.

4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Gemäß den Ergebnissen der Außenarbeiten und der geologischen Karte wird der gewachsene Untergrund im Untersuchungsgebiet von quartären Aueablagerungen der Lahn und den unterlagernden Sand- und Tonsteinen des Buntsandsteins gebildet.

4.1 Schichtenbeschreibung

Gemäß der Geländeansprache können im Wesentlichen folgende Bodenhorizonte (vgl. Anlage 2) unterschieden werden:

Auffüllung und Oberboden

Die Ackerflächen im Bereich von RKS 2 und 4 sind mit Oberboden in einer Schichtstärke von 0,3 bis 0,4 m, in Form von braunem, sandigem Schluff mit organischen Anteilen, bedeckt.

An den Randbereichen wurden zunächst Auffüllungen in Form von grobem Flusskies (RKS 1) sowie umgelagerten Oberboden und Lehm Böden, die bis in Tiefen von 0,9 m unter GOK reichen erbohrt. Innerhalb der aufgefüllten Lehm Böden wurden Ziegelreste beobachtet. Im Bereich von RKS 1 wurden aus der angrenzenden Straßenoberfläche 3 Asphaltproben entnommen. Die Asphaltdecke ist augenscheinlich zu unterschiedlichen Zeiten hergestellt worden (siehe Fotos).



Asphaltprobe A und B und RKS 1 am unteren Bildrand



Asphaltprobe A und B (Detail)



Asphaltprobe C



Asphaltprobe A, B und C

Die Asphalt Schichtstärken könne mit 3 bis 5 cm abgeschätzt werden.

Generell können Steine innerhalb der Auffüllung nicht ausgeschlossen werden, welche gemäß DIN 18300 in Abhängigkeit der Seitenlänge und des Volumenanteils in die Bodenklasse 6 oder 7 einzuordnen sind. Es wird auf die diesbezüglichen Angaben in der DIN 18300 verwiesen.

Auesedimente

Unterhalb der Auffüllungen bzw. dem Oberboden wurden in allen Sondierungen braune Auesedimente erbohrt, welche bindig und rollig ausgebildet sind. Typisch für Aueablagerungen ist, dass die horizontale und vertikale Verbreitung der einzelnen Schichten starken kleinräumigen Schwankungen unterliegt. Es ist mit Wechsellagerungen und daher mit grobkörnigen und ggf. wasserführenden Sedimentbereichen innerhalb der Lehme bzw. Lehmlinsen in den rolligen Böden zu rechnen.

Zu Oberst wurden überall bindige Auelehme in Schichtmächtigkeiten von ca. 0,5 bis 1,8 m erbohrt, welche bodenmechanisch als sandige, tonige und z.T. kiesige Schluffe eingestuft werden können. Während der Außenarbeiten wiesen die Auelehme überwiegend steifplastische bis halbfeste und im Übergang zum unterlagernden Flusskies bereichsweise weichplastische Zustandsformen auf. Die UK der Lehme liegt bei 0,9 bis 2,1 m unter jeweiliger GOK.

Die bindigen Auelehme lassen sich aufgrund ihrer plastischen Eigenschaften in die Boden-Gruppe der leicht- bis mittelplastischen Tone und Schluffe einzustufen, was sie als sehr wasserempfindlich charakterisiert. Besonders die leichtplastischen Schluffe und Tone (UL/TL) gelten als sehr wasserempfindlich. Außerdem verfügt das Material über thixotrope Eigenschaften. Die hohe Wasserempfindlichkeit sowie das thixotrope Verhalten des Lehms führen insbesondere bei dynamischen Beanspruchungen dazu, dass das Material durch Gefügestörung aus einem steifplastischen Zustand, quasi ohne signifikante Wassergehaltsänderung, in den weichplastischen oder sogar breiigen Zustand wechseln kann.

Unter den Auelehmen folgen bis zur Erkundungstiefe von 3,00 m überall die rolligen Flusskiese. Die Flusskiese sind bodenmechanisch als sandige Kiese einzustufen, die in den oberen Abschnitten Anteile an Schluff mit sich führen. Gemäß dem Sondierfortschritt kann die Lagerungsdichte als mitteldicht bis dicht eingestuft werden.

Die punktuelle Untersuchung des Geländes mittels Rammkernsondierungen ergibt insgesamt ein repräsentatives Bild von der Untergrundsituation. Es ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass sich in Bezug auf die Schichtenbeschreibung und die angegebenen Schichtgrenzen Abweichungen zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten ergeben. Gemäß DIN 4020 sind Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichprobe zu bewerten. Sie lassen für zwischen liegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu. Bezüglich des genauen Verlaufs der Schichtgrenzen, der Verbreitung und der Zusammensetzung der Bodentypen wird auf die Bohrprofilardarstellungen in der Anlage 2 verwiesen.

4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkennwerte

Tabelle 1 Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, ZTV A StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogenbereich ⁽¹⁾	Frostklasse ZTV E-StB	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18 300	Bohrarbeiten DIN 18301	Verdichtbarkeitsklassen ZTV A-StB
Auffüllung							
Kies, sandig, steinig	mitteldicht bis dicht	C	F1	[GW]	3, 5 ⁽³⁾	BN 1 BS 1 - 4	V 1
Schluff, sandig, tonig	steif	A	F3	[UL/TL /UM/TM]	4 ^{(2) (3)}	BB 2	V 3
Auesedimente							
Schluff, sandig, tonig	weich	B	F3	UL/TL /UM/TM	4 ^{(2) (3)}	BB 2	V 3
	steif					BB 2	
	halbfest					BB 3	
Kies, sandig, z.T. schwach schluffig	mitteldicht bis dicht	C	F1 – F2	GW/GU /GU*	3, 5 ⁽³⁾	BN 1 – 2 BS 1 – 4	V 1

⁽¹⁾ Boden und Fels, der vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte erfahrungsgemäß vergleichbare Eigenschaften und umweltrelevante Inhaltsstoffe aufweist. Zur genaueren Charakterisierung und Ermittlung von Eigenschaften und Kennwerten der Homogenbereiche sind gem. VOB 2012 (Erg. 2015) weitere bodenmechanische Untersuchungen (u.a. Siebungen, Wiegungen, Dichtebestimmungen, Bestimmung der Lagerungsdichte und Zustandsgrenzen, Scherversuche, Druckfestigkeitsbestimmungen) notwendig. Die Durchführung der dafür notwendigen Kernbohrungen und Baggerschürfe sowie die erforderlichen boden- und felsmechanischen Versuche sind mit der Geonorm GmbH abzustimmen.

⁽²⁾ In breiger Zustandsform sind die bindigen Böden in die Bodenklasse 2 einzuordnen.

⁽³⁾ In den Auffüllungen und den Sedimenten können erfahrungsgemäß auch größere Gesteinsbruchstücke enthalten sein, welche je nach Anzahl und Dimension in die Bodenklasse 6 oder 7 einzustufen sind. Wir verweisen auf die diesbezüglichen Angaben in der DIN 18300.

Tabelle 2 Charakteristische Bodenkennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogenbereich ⁽¹⁾	Wichte γ_k/γ_k' ⁽²⁾ [kN/m ³]	Kohäsion c_k' ⁽³⁾ [kN/m ²]	undrännierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	Reibungswinkel φ_k' ⁽⁴⁾ [Grad]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auffüllung							
Kies, sandig, steinig	mitteldicht bis dicht	A	21/11	0	0	32,5 - 35	30 – 100
Schluff, sandig, tonig	steif	B	20/10	5 – 8	50 – 80	25 - 27,5	7 – 10
Auesedimente							
Schluff, sandig, tonig	weich	B	19/9	3 - 5	25 - 50	25	4 – 7
	steif		20/10	5 – 8	50 – 80	25 - 27,5	7 – 10
	halbfest		20/10	8 - 12	80 - 150	25 - 27,5	10 - 12
Kies, sandig, z.T. schwach schluffig	mitteldicht bis dicht	C	20-21/ 10-11	0	0	32,5 – 35	30 - 120

⁽¹⁾ (siehe Fußnote Tabelle 1)

⁽²⁾ γ_k/γ_k' = charakteristischer Wert für Wichte (erdfeucht) / Wichte unter Auftrieb

⁽³⁾ c_k' = charakteristischer Wert für die Kohäsion des konsolidierten bindigen Bodens

⁽⁴⁾ φ_k = charakteristischer Wert für den inneren Reibungswinkel des nicht bindigen und des konsolidierten bindigen Bodens

5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete

Während der Außenarbeiten am 11. und 12.05.2021 konnte in keinem der Aufschlüsse Grundwasser eingemessen werden.

Aufgrund der Lage in der Talau der Lahn ist davon auszugehen, dass das Grundwasser sich in den grobklastischen Auekiesen bewegt. Der freie Grundwasserspiegel lag jedoch zum Zeitpunkt der Außenarbeiten unter 202,89 mNHN. Rd. 70 m südlich liegen bereits geflutete Gruben aus denen Kies abgebaut wurde. Weitere Gruben in Richtung Goßfelden werden zur zurzeit noch verfüllt. In wie weit eine ggf. betriebene Absenkung des Grundwasserspiegels in diesen Bereichen einen Einfluss auf die Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet hat, kann mit den zur Verfügung stehenden Informationen nicht beurteilt werden. Es wird unbedingt empfohlen, Informationen bezüglich möglicher Grundwasserabsenkungen zu beschaffen, um deren Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse im Baugebiet bewerten zu können.

Unter Berücksichtigung der angetroffenen Bodenfeuchte muss zumindest zeitweise mit Stauwasser in den Lehmen und den Auffüllungen gerechnet werden, welches sich auf undurchlässigeren, stärker bindigen Schichten aufstaut. Erfahrungsgemäß wird die Stau- und Schichtwasserbildung insbesondere durch Niederschläge stark beeinflusst. Es ist daher in Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen und besonders im Winterhalbjahr mit einem Auftreten von Stau- und Schichtwasser zu rechnen.

Der nächste Vorfluter ist der, wie schon beschriebene rd. 70 m entfernte Baggersee bzw. die auf der anderen Seite des Sees, rd. 250 m entfernte Lahn.

Das Grundwasser korrespondiert erfahrungsgemäß mit dem Vorfluter. Höhere Grundwasserspiegel, wie sie z.B. bei Hochwasserereignissen auftreten, sind daher zu erwarten.

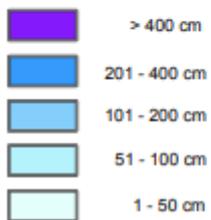
Vom RP in Gießen sind Hochwasserdaten aus dem Hochwasserrisikomanagementplan für die Lahn online zugänglich. Danach liegt das Untersuchungsgebiet bei extremen Hochwässern nicht innerhalb der Überschwemmungsgrenzen der Lahn (siehe Planauszug Hochwasserrisikomanagement umseitig).



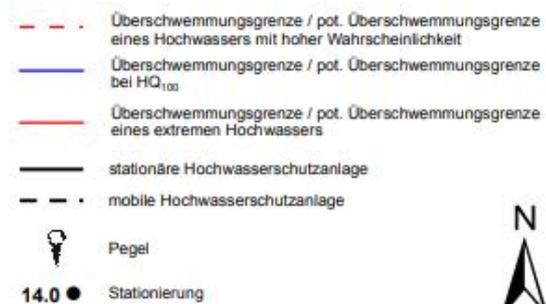
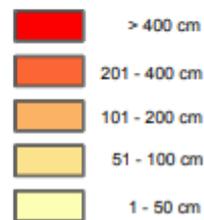
Legende

Wassertiefen HQ₁₀₀

Überschwemmungsfläche und pot. Überschwemmungsfläche hinter Verkehrsdamm, Wall und ähnlichem



pot. Überschwemmungsfläche hinter Hochwasserschutzanlage



Quelle: RP Gießen, Abteilung IV Umwelt, Dezernat 41.2 ©

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im hydraulischen Längsschnitt ca. auf Höhe des Flusskilometers 194,328 km. Für die verschiedenen Hochwasserereignisse sind folgende Wasserstände angegeben:

Station offiziell [km]	Station RKH [km]	HQ ₁₀ [m ü. NHN]	HQ ₁₀₀ [m ü. NHN]	HQ _{Extrem} [m ü. NHN]
194,328	194,333	204,03	204,54	204,96

Die angegebenen Hochwasserstände sind auch bei lang anhaltenden Hochwasserereignissen als Grundwasserstände zu erwarten.

Das Untersuchungsareal liegt nach dem Bearbeitungsstand des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) in der amtlich ausgewiesenen Trinkwasserschutzzone IIIB mit dem Namen WSG Marburg/Wehrda (WSG-ID 534-070).

5.2 Durchlässigkeiten und Versickerungsvermögen

Das Untersuchungsgebiet wird hydrogeologisch durch die gering durchlässigen Lehme und die durchlässigen Kiese charakterisiert.

Für die bindigen Lehme können erfahrungsgemäß Durchlässigkeiten von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s bis 1×10^{-9} m/s angenommen werden. Gemäß DIN 18130-1 sind die Böden als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig zu bewerten.

Die grobklastischen Kiese weisen in Abhängigkeit der Feinkornanteile Durchlässigkeiten von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s (Feinkorngehalte < 10 %) bis 5×10^{-6} m/s (Feinkorngehalte > 20 %) auf, womit sie gemäß DIN 18130-1 als stark durchlässig bis durchlässig zu bewerten sind. Bei Feinkorngehalten von > 25 % (je nach Schluff- und Tonanteil) entsprechen die Durchlässigkeiten denen von bindigen Böden.

Nach der aktuellen Ausgabe des **Arbeitsblatts DWA-A 138** vom April 2005 wird eine entwässerungstechnische Versickerung in Lockergesteinen bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis 1×10^{-6} m/s als sinnvoll angesehen. Bei k_f -Werten < 1×10^{-6} m/s besagt o.g. Regelwerk, dass eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet ist, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorgesehen werden muss (z.B. Drosselabfluss oder Überlauf an örtliches Kanalnetz).

Eine Versickerung ist demnach in den gut durchlässigen Flusskiesen möglich. Es wird eine ergänzende standortbezogene Untersuchung der Durchlässigkeit für eine Dimensionierung einer Versickerungsanlage empfohlen. Die Genehmigungsfähigkeit ist mit den zuständigen Behörden besonders im Hinblick auf die anzusetzende Grundwasserstände (siehe Kapitel 5.1) im Vorfeld abzustimmen.

6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Gemäß der aktuellen Ausgabe der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 sind für das Untersuchungsgebiet keine Erdbebenzone und keine geologische Untergrundklasse ausgewiesen.

Wie in Kapitel 3 erwähnt sind Verlegetiefen von max. 3,0 m unter GOK zu erwarten.

Nach den Sondierergebnissen befinden sich in der Sohltiefe der geplanten Leitung natürliche Bodenmaterialien in Form von Auekiesen. Bei Anschlussarbeiten am Bestand in der Gartenstraße ist in Teilbereichen, aufgrund bereits vorhandener Versorgungsleitungen, auch mit Grabenrückverfüllungen zu rechnen, zu deren Zusammensetzung derzeit keine Angaben gemacht werden können. Des Weiteren ist in der geplanten Verlegetiefe lokal mit Schichtwasserzutritten zu rechnen.

Bei Hochwasser muss mit Grundwasser im Niveau von 204,03 bis 204,96 mNHN gerechnet werden (HQ_{10} bis HQ_{Extrem})

6.1 Gründung Kanal und Leitungen

Die rolligen Auekiese sind, in Abhängigkeit der Feinkornanteile, als gut und mindestens steifplastische Auelehme als ausreichend tragfähig zu bewerten.

Sollten wider Erwarten aufgeweichte bindige Böden oder Auffüllungen in der Gründungssohle angetroffen werden, sind diese vollständig zu entfernen bzw. bis 0,5 m unter geplante Leitungssohle auszukoffern und gegen ein gut verdichtbares Mineralgemisch (z.B. 0/32 bis 0/45) auszutauschen. Des Weiteren wird empfohlen, ein Geotextil einzulegen, um ein Vermischen des Schotters mit den aufgeweichten Bodenschichten zu vermeiden. Das Geotextil ist so einzubringen, dass es auch an den Grabenwänden ein seitliches Ausweichen des Schotter im Bereich der aufgeweichten Bodenschichten verhindert.

Aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit der ggf. vorhandenen bindigen Lehmböden in der geplanten Verlegetiefe sollte die freigelegte Sohle unmittelbar nach Aushub durch eine Sauberkeitsschicht gegen Aufweichen durch Witterungseinflüsse geschützt werden. Der Aushub sollte generell in kurzen Abschnitten und im Bereich der ggf. vorhandenen bindigen Bodenmaterialien mittels Glattlöffel erfolgen, um das Bodengefüge nicht zu zerstören.

Ggf. sind in Teilabschnitten vorhandene Auffüllungen aufgrund unklarer Zusammensetzung und Verdichtung, vollständig aus der Grabensohle zu entfernen.

6.2 Leitungszone / Rohraufleger

Die Gestaltung und Ausführung des Rohrauflegers muss einen dauerhaften Schutz der Rohrleitung gewährleisten. Die unmittelbare Auflagerung des Rohres auf Fels sowie auf groben Steinen (in Anlehnung an EN 1610: < DN 200 bis 22 mm Korngröße, > DN 200 bis 40 mm Korngröße) ist unzulässig, sofern es nicht durch besondere Maßnahmen (Fels- oder Steinschutzmatten, Faserzementummantelung) geschützt wird. Werden im Bereich der Rohraufleger größere Bestandteile (als zuvor angeführt) angetroffen, so sind diese auszukoffern oder auf das gewünschte Maß zu zerkleinern.

Gemäß EN 1610 darf die Einbettung der Kanäle und Leitungen bis mind. 0,15 m über dem Scheitel bzw. bei hydraulisch gebundenen Baustoffen gemäß den Planungsanforderungen (Leitungszone) nur mit geeigneten, die Rohrleitung nicht schädigenden Erdstoffen erfolgen. Es ist ein nicht bindiges bis schwach bindiges Material mit einem Größtkorn von 22 mm (bei \leq DN 200) zu verwenden, welches lagenweise einzubauen und mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten ist.

Generell sind insbesondere die an das Rohr gestellten Anforderungen, die Angaben in den entsprechenden Regelwerken bzw. die Angaben im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die mechanische Widerstandsfähigkeit des Rohres sind auch die Hinweise des Rohrherstellers, insbesondere die Maßnahmen für die Auflagerung des Rohres auf Fels oder groben Steinen, zu beachten (Rohrstatik).

6.3 Kanal-, Leitungsgraben / Wasserhaltung

6.3.1 Leitungsgraben

In Abhängigkeit von der Geländeneigung können Leitungsgräben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. Es ist ein mindestens 0,6 m breiter möglichst waagerechter Schutzstreifen anzuordnen. Mit nachbrechenden Grubenwänden und damit verbundenen Mehrmassen muss gerechnet werden. Bei größeren Einbindetiefen kann im Bauzustand (Lastfall 2 bzw. BS-T) oberhalb des Grundwassers und weiteren in DIN 4124 definierten Randbedingungen, unter folgenden maximal zulässigen Winkeln geböscht werden:

Auffüllung, generell	$\beta \leq 45^\circ$
bindiger Boden, weichplastisch	$\beta \leq 45^\circ$

bindiger Boden, mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Kies, Sand	$\beta \leq 45^\circ$

Die Standsicherheit von Böschungen ist nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 nachzuweisen, wenn die Standsicherheit von Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann sowie Baugruben und/oder Böschungen von ≥ 5 m Höhe erstellt werden. Daraus ergeben sich erfahrungsgemäß flachere Böschungswinkel oder erforderliche Sicherungsmaßnahmen. Diese und weitere in der DIN 4124 definierte Randbedingungen sind unbedingt zu beachten.

Bei eingeschränkten Platzverhältnissen oder sofern angrenzende bestehende Leitungen und Bauwerke ein freies Böschchen verhindern, wird grundsätzlich empfohlen die Leitungsgräben und Baugruben durch mobile Verbauelemente zu sichern. Bei querenden Leitungen wird ggf. der Einbau eines Kammerdielenverbau erforderlich. Des Weiteren ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass zumindest bei größeren Verlegetiefen sowie bei Schachtbauwerken ein Verbau zur Minimierung der Erdarbeiten die wirtschaftlichere Variante ist.

Die Verbauelemente sind erschütterungsfrei (z.B. Eindrücken mit Bagger) - dem eigentlichen Aushub gleichlaufend - den statischen Erfordernissen gemäß in den Untergrund einzubringen. Es ist auf einen kraftschlüssigen Anschluss der Verbauelemente an die umgebenden Bodenschichten zu achten. Es gelten grundsätzlich die Angaben der DIN 4124.

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten muss zumindest abschnittsweise mit Ausspülungen in den Leitungsgrabenwänden durch die schichtwasserführenden Flussschichten oder Sandlagen (Fließsande) gerechnet werden. Um die Ausspülungen soweit wie möglich zu reduzieren wird auch hier der Einsatz eines Kammerdielenelement-Verbaus empfohlen. Die Dielenelemente sind dann in die wasserführenden Schichten vorlaufend in den Untergrund einzudrücken.

Beim Rückbau der Baugrubensicherung ist zu berücksichtigen, dass die Verbindung zwischen Füllboden und Grabenwand unabhängig von der Verbauart sichergestellt ist. Die Verbauelemente sind abschnittsweise so zu entfernen, dass der Füllboden in dem freigelegten Teil der Baugrube unverzüglich lagenweise eingebracht und verdichtet werden kann. Das Ziehen von Dielen und Verbauplatten nach dem Verfüllen ist unzulässig.

6.3.2 Wasserhaltung

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten sind bei den zu erwartenden „normalen“ Grundwasserständen wasserhaltende Maßnahmen während der Bauphase nur lokal aufgrund von zufließendem Tag-, Schicht- und Stauwasser zu erwarten. Das anfallende Wasser ist über Dränageleitungen und eine Flächendränage mit Dränagerohren, Pumpensümpfe (Schachtbrunnen) und leistungsstarken Schmutzwasserpumpen filterstabil zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Die Abstände der Dränagestränge und die Anzahl der Pumpensümpfe sind den tatsächlichen Wasserständen entsprechend während der Bauarbeiten zu wählen.

In Abhängigkeit der Witterung sowie Jahreszeit können zeitweise höhere Grundwasserstände, wie zum Zeitpunkt der Außenarbeiten, nicht ausgeschlossen werden. Speziell während anhaltender Niederschläge können verstärkt Grund-, Sicker- und Oberflächenwasserzutritte erfolgen (siehe Kap. 5.1).

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit der bindigen und gemischtkörnigen Bodenmaterialien ist im Hinblick auf die Bearbeitbarkeit und die Tragfähigkeit des Erdplanums ein Zulaufen von Oberflächenwasser bauseits zu verhindern. Es ist daher besonders auf eine sorgfältige Tagwasserhaltung zu achten, um die Zustandsform des Bodens nicht zu verschlechtern.

6.4 Rückverfüllung / Wiedereinbau

In der Verfüllzone zwischen Leitungszone und Rohplanum, ca. 0,5 - 0,6 m unter späterer Oberkante der Verkehrsflächen, sollten in der Regel grobkörnige Erdstoffe (z.B. bindigkeitsarme Steinerde) mit einem Anteil der Korngröße $< 0,06$ mm von weniger als 15 % verwendet werden.

Generell sind bei der Rückverfüllung größere Gesteinsbestandteile auszusortieren oder auf ein verdichtbares Maß zu zerkleinern. Das Größtkorn darf nicht größer als $\frac{2}{3}$ der Schüttlagenhöhe (30 cm) sein. Grundsätzlich sind für eine Rückverfüllung nicht geeignete Komponenten (z. B. Wurzeln etc.) auszusortieren. Zum Wiedereinbau vorgesehener Erdaushub ist vor Witterungseinflüssen (Niederschlägen) zu schützen (z. B. Abdeckung mittels Folie).

Die Wiedereinbaufähigkeit der beim Aushub anfallenden Auffüllungs- und Bodenmaterialien ist für Bereiche in denen Sackungen und Setzungen auszuschließen sind (Verkehrsfläche) unterschiedlich zu beurteilen:

rollige Auffüllungs- und Bodenmaterialien (Sand, Kies)

Feinkornarme bzw. -freie Auffüllungs- und Bodenmaterialien sind bei geeigneten Wassergehalten für eine Rückverfüllung des Kanalgrabens geeignet. Bei zu hohen Wassergehalten sind die Materialien vor dem Einbau gravitativ zu entwässern. Bei einem Feinkornanteil von > 15% gelten die Einbauempfehlungen für bindige Bodenmaterialien.

Das im Bereich des Anschlusses an die Gartenstraße zu erwartende Schottermaterial ist nach einem Ausbau und einer Umlagerung erfahrungsgemäß nicht mehr frostsicher, so dass es nicht mehr als Frostschutzmaterial verwendet werden kann. Das vorhandene grobkörnige Schottermaterial ist jedoch sehr gut für die Grabenverfüllung und den Einbau als Unterbauverstärkung geeignet.

bindige Auffüllungs- und Bodenmaterialien (Schluff, Ton)

Auffüllungs- und natürliche Bodenmaterialien, auch in steifplastischer Konsistenz, sind aufgrund ihres Wassergehalts und ihrer Wasserempfindlichkeit für die Rückverfüllung ohne zusätzliche Maßnahmen nicht geeignet. Eine Rückverfüllung der bindigen Materialien ist nur in Verbindung mit einer zusätzlichen Bodenverbesserung durch das Einarbeiten von hydraulischem Bindemittel (Weißfeinkalk oder Mischbinder aus Kalk und Zement), z.B. mit einem geeigneten Mischlöffel, möglich. Für eine Bodenverbesserung der natürlichen Lehme, z. B. mit Kalk oder Kalk-Zement 50/50, sind erfahrungsgemäß Bindemittelzugaben von 2 – 4 Gew.-% (entsprechen 35 – 70 kg / m³) erforderlich. Aufgrund der zu erwartenden Staubeentwicklung wird empfohlen, dies zuvor planungsseitig zu prüfen und bei ungünstigen Windverhältnissen eine Konditionierung des Verfüllmaterials in größerer Entfernung zur Bebauung vorzunehmen. Breiiger Boden lässt sich erfahrungsgemäß nicht oder nur mit großem Aufwand (mehrfaches Mischen, große Zugabemengen an Bindemittel) verbessern und sollte daher abgefahren werden.

Die Rückverfüllung hat lagenweise (max. 0,3 m vor der Verdichtung) mit o.g. geeignetem Material zu erfolgen.

Alternativ ist geeignetes, gut verdichtbares Fremdmaterial zu verwenden.

Es sind die geltenden behördlichen, abfall- und umwelttechnischen Vorschriften einzuhalten. Die Ergebnisse und Bewertung der abfalltechnischen Untersuchungen sind Kapitel 9 zu entnehmen.

7 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG STRASSENBAU

Es liegen keine Angaben über die Einstufung der betroffenen Straßen vor. Es werden daher allgemeine Empfehlungen für Verkehrsflächen gegeben.

7.1 Unterbau, Planum

Für Verkehrsflächen ist für den weiteren Aufbau auf dem Erdplanum eine Mindesttragfähigkeit erforderlich. Generell ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (entspricht $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$) bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ nachzuweisen (Mindestanforderungen an das Erd- Auffüllungsplanum gemäß ZTVE-StB und RStO 12²).

Es ist davon auszugehen, dass das Erd- bzw. Auffüllungsplanum im Bereich der rückverfüllten Leitungstrasse die Anforderungen an die Tragfähigkeit nach ZTVE-StB bzw. RStO 12 (Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ mit $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$) erfüllt.

In den Bereichen außerhalb rückverfüllter Gräben ist nach den Ergebnissen der Außenarbeiten von bindigen, nicht ausreichend tragfähigen Bodenmaterialien auszugehen.

Erfahrungsgemäß werden die geforderten Verdichtungswerte auf bindigen Böden nicht erreicht. Daher ist in diesen Abschnitten der Einbau einer Unterbauverstärkung aus gut tragfähigem Mineralgemisch oder mit bindemittelverbessertem Boden notwendig. Bei einer Bindemittelverbesserung, z.B. mit Kalk oder Kalk-Zement 50/50 muss bei den angetroffenen bzw. erwarteten Wassergehalten mit 2 bis 5 Gew. % Zugabemenge gerechnet werden.

Entsprechende Eignungsprüfungen unter Berücksichtigung der ZTVE-StB 2017 (u.a. Wassergehalte etc.) sind vorzusehen. Es wird eine Unterbaustärke von $\geq 0,3 \text{ m}$ empfohlen. Je nach Jahreszeit und Witterung ist im ungünstigen Fall mit Schichtstärken $> 0,6 \text{ m}$ zu rechnen. Um die exakte Schichtstärke der Unterbauverstärkung zu ermitteln sollten unbedingt einige Probefelder gem. ZTVE-StB 17 angelegt werden.

Auf den feinkornarmen rolligen Flusskiesen werden die Anforderungen erfahrungsgemäß, zumindest bei einer Nachverdichtung, erreicht.

Sämtliche Einbaumaterialien sind lagenweise dynamisch zu verdichten (Schaffuß- und Glattmantelwalze). Das Verformungsmodul ist mittels Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

² Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

7.2 Oberbau

Unter der Voraussetzung, dass das Unterbauplanum eine ausreichende Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ mit $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$) aufweist, wird empfohlen, den Aufbau entsprechend der Belastungsklassenzuordnung nach RStO vorzunehmen.

Der vorgesehene Aufbau ist planungsseitig im Hinblick auf die Ergebnisse der Baugrunderkundung zu überprüfen. Informationen über die Belastungsklasse der geplanten Verkehrsfläche liegen uns zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor. Die RStO 12 gibt für die Dicke des frostsicheren Oberbaus in Abhängigkeit der Belastungsklassen folgende Richtwerte an (Tabelle 6 der RStO angenommen F 3):

60 cm (Belastungsklasse 3,2 bis 1,0 / (früher Bauklassen III / IV / V))

50 cm (Belastungsklasse 0,3 / (früher Bauklassen VI))

Durch die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse wie Frosteinwirkungszone, Lage der Gradienten, Lage der Verkehrsfläche, Wasserverhältnisse und Ausführung der Randbereiche (Tabelle 7 der RStO) ergeben sich Mehr- oder Minderdicken, die seitens des Planers auf der Grundlage örtlicher Kenntnisse festzulegen sind. Aus der untersuchten Bodensituation und der uns vorliegenden Informationen ergeben sich zusätzlich folgende Randbedingungen:

- Frostempfindlichkeitsklasse F3
- Frosteinwirkungszone I $\pm 0,00 \text{ m}$
- günstige Wasserverhältnisse $\pm 0,00 \text{ m}$

Die Anforderungen an Verdichtungsgrad und Verformungsmodul des Oberbaus und des Untergrundes bzw. Unterbaus sind in den genannten einschlägigen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien enthalten und richten sich ebenfalls nach den Belastungsklassen. Außerdem sind die Bauweise (Frostschuttschicht, Kies- oder Schottertragschicht, hydraulisch gebundene Tragschicht oder Bodenverfestigung) sowie insbesondere die Art der geplanten Fahrbahndecke (Bitumendecke, Betondecke, Pflasterdecke usw.) zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind Tragschichten und Frostschutzschichten aus frostsicherem Material der Körnung 0/32 bis 0/45 aufzubauen und lagenweise mit einem dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten. Die gemäß RStO 12 bzw. ZTVE StB geforderten Verformungsmoduln auf Oberkante Tragschicht (i.d.R. min. $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$, Verhältniswert $\leq 2,2$) sind mittels Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

8 QUALITÄTSSICHERUNG UND VERDICHTUNGSKONTROLLEN

Zur Qualitätssicherung ist es erforderlich, neben der Eigenüberwachung (gemäß ZTVE-StB) durch den ausführenden Unternehmer, die Verdichtungsleistung beim Einbau des Verfüllmaterials mittels Lastplattendruckversuchen und Rammsondierungen als Fremdüberwachung prüfen zu lassen.

Straße

Auf dem rückverfüllten bzw. verstärkten Erdplanum ist erfahrungsgemäß ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ und auf OK ungebundener Tragschicht ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ mit einem Verhältniswert E_{v2}/E_{v1} von $\leq 2,2$ nachzuweisen (abhängig von den Bauklassen!, siehe Kap. 7).

Leitungsgraben

Die Rückverfüllung hat in Lagen von maximal 0,3 m (Schütthöhe vor der Verdichtung) zu erfolgen. In der Leitungszone ist ein Verdichtungsgrad von mind. 97 % Proctordichte zu erreichen. Außerdem haben der Wiedereinbau der Bodenmaterialien ebenso wie sämtliche Überschüttungs- und Einbauarbeiten gemäß den Angaben in der ZTVE-StB und den Erläuterungen hierzu zu erfolgen.

In Anlehnung an die ZTVE-StB ist an mehreren Prüfpositionen der Verdichtungsgrad nachzuweisen. Danach sind für Eigenüberwachungsprüfungen bei Leitungsgräben mindestens 3 Prüfpunkte je 150 m Länge pro m Grabentiefe erforderlich (Methode M 3).

Des Weiteren empfehlen wir für den Straßenbau folgenden Stichprobenumfang:

⇒ Erdplanum / OK Tragschicht: je 1 Lastplattendruckversuch alle 50 lfd.m.

Der Wiedereinbau der Bodenmaterialien hat ebenso wie sämtliche Überschüttungs- und Einbauarbeiten gemäß den Angaben in der ZTVE-StB und den Erläuterungen hierzu zu erfolgen.

Die Verdichtungsüberprüfung kann neben den direkten Prüfverfahren, wie Proctorversuchen und Dichtebestimmungen auch in Kombination mit indirekten Prüfverfahren (statische Plattendruckversuche nach DIN 18134, dynamische Plattendruckversuche nach TP-BF StB Teil 8.3, Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2:2005) erfolgen. Diese Prüfverfahren zeichnen sich in der Regel durch eine sehr rasche Ausführbarkeit aus.

Die Fremdüberwachung kann durch die Geonorm GmbH ausgeführt werden.

9 ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG

9.1 Asphalt

Im Rahmen der Außenarbeiten wurden 3 Einzelproben aus den asphaltierten Bereichen bei RKS 1 entnommen. Da in keiner der Proben organoleptische Auffälligkeiten beobachtet werden konnten wurde eine Asphaltmischprobe aus den 3 Einzelproben zusammengestellt und anschließend hinsichtlich ihres PAK-Gehaltes im Feststoff labortechnisch analysiert.

Der Laborbericht des DAR akkreditierten Labors Dr. Graner ist dem Gutachten als Anlage 3 beigelegt. Die Einstufung der Probe erfolgte anhand der Zuordnungswerte der LAGA „Bauschutt“ aus dem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 10.12.2015.

Tabelle 3 Ergebnisse der Laboranalyse der Asphaltprobe

Entnahmestelle	Σ PAK nach EPA (mg/kg TS)	Einstufung nach Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ ¹⁾	AVV – Nr. ²⁾	Einstufung nach RUVA-StB (Verwertungsverfahren)
MP Asphalt	1,02	Z 1.1	170302 (Ausbaupasphalt)	A, B (Heiß- und Kaltmischverfahren)

¹⁾Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 10.12.2015

²⁾ Abfallverzeichnis-Verordnung

Die Asphaltmischprobe enthält PAK-Gehalte von 1,02 mg/kg und wird in die **LAGA-Zuordnungsklasse Z 1.1** eingestuft. Aufgrund der nur sehr geringen Überschreitung des Z0 Grenzwertes für PAK (1,0 mg/kg), wird eine Nachanalytik vom Haufwerk oder alternativ der Einzelproben empfohlen.

Der Asphalt kann unter der AVV-Nr. 17 03 02 – Ausbauasphalt einem Recycling zugeführt werden.

Bei der geplanten Maßnahme sind das „Merkblatt für die Wiederverwendung pechhaltiger Ausbaustoffe im Straßenbau unter Verwendung von Bitumenemulsionen“ (FGSV-Nr. 775), die Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechhaltigen Bestandteilen von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Fassung 2005), die Ergänzenden Festlegungen zum Wiedereinsatz pechhaltiger Straßenbaustoffe („EF STRASSENPECH 2003“ Ausgabe 2007) sowie die allgemeinen bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus zu berücksichtigen. Bei einer Entsorgung des Asphalts sind die Annahmekriterien der Verwerter / Entsorger zu beachten.

9.1 Auffüllung und natürlicher Boden

Von den erbohrten Auffüllungs- und natürlichen Bodenschichten wurde eine Mischprobe (MP 1) zusammengestellt und labortechnisch auf die Parameter der LAGA-Richtlinie 2004 sowie die Ergänzungsparameter Tabelle 3a der hessischen Verfüllrichtlinie analysiert.

Die Einstufung der Proben erfolgte anhand der Zuordnungswerte der LAGA „Boden“ aus dem *Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 01.09.2018* sowie der *Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen; MUKLV Wiesbaden, 17.02.2014 (Verfüllrichtlinie)*.

Die Analyseergebnisse sind mit den Zuordnungswerten nach o.g. Liste im Anhang dargestellt. Der Vergleich der in der Mischprobe ermittelten Parametergehalte mit den entsprechenden Zuordnungswerten nach zuvor genanntem Merkblatt und Richtlinie ergab folgendes Ergebnis (siehe umseitig):

Tabelle 4 Ergebnisse der Laboranalyse – Auffüllung und Boden

Probe / Material	Entnahmestelle / Entnahmetiefe [m unter GOK]	LAGA-Parameter (Feststoff)	LAGA-Parameter (Eluat)	Einstufung nach Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ ¹⁾	Einhaltung der Verfüllrichtlinie ³⁾	AVV – Nr. ²⁾
MP 1	RKS 1 (0,00 – 3,00)	-	-	Z 0	O = ja M = ja U = ja.	17 05 04 (Boden und Steine)
	RKS 2 (0,40 – 3,00)					
	RKS 3 (0,25 – 3,00)					
	RKS 4 (0,30 – 3,00)					

Zuordnungswerte nach LAGA-Richtlinie:

Z 0 (uneingeschränkter Einbau)

Z 0* (uneingeschränkter Einbau, unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen, siehe Merkblatt¹⁾)

Z 1 (eingeschränkter offener Einbau)

Z 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen)

>Z 2 ausschließlich deponietechnische Verwertung (Entsorgung)

Zuordnungsbereiche der hess. Verfüllrichtlinie:

O – durchwurzelbare Bodenschicht (oberer Verfüllbereich)

M – mittlerer Verfüllbereich

U – unterer Verfüllbereich

n.a. – mit der vorliegenden Analytik nicht auswertbar

¹⁾Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 01.09.2018

²⁾Abfallverzeichnis-Verordnung

³⁾Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen; MUKLV Wiesbaden, 17.02.2014

Das Material der Mischprobe **MP 1** ist in die LAGA-Zuordnungsklasse **Z 0** einzustufen.

Mit der **Mischprobe MP 1** werden die Grenzwerte für den „oberen“, „mittleren“ und „unteren“ Verfüllbereich gemäß Hessischer Verfüllrichtlinie eingehalten.

Es ist zu beachten, dass bei weiteren Analysen zur Entsorgung der Bodenmaterialien (i.d.R. alle 500 m³ eine Analyse) von der vorliegenden Analyse abweichende ungünstigere Einstufungen möglich sind. Es sollten daher auch ungünstigere abfalltechnische Einstufungen zur Entsorgung der Aushubmassen in der Kostenschätzung und ggf. in der Ausschreibung berücksichtigt werden.

In Hessen wird von den Annahmestellen für die Entsorgung von Aushubmaterial erfahrungsgemäß nahezu ausschließlich eine Einstufung nach hessischer Verfüllrichtlinie verlangt. Es wird daher empfohlen, dies bei der Ausschreibung zu berücksichtigen bzw. rechtzeitig im Vorfeld entsprechende Analysen in einer ausreichenden Stückzahl zu veranlassen.

Wird Material von der Baustelle abgefahren, so ist es unter Zugrundelegung der oben genannten LAGA-Einstufung bzw. der Verfüllrichtlinie und den Annahmekriterien der Entsorger zu entsorgen bzw. kann unter Beachtung der LAGA –Wiedereinbaukriterien wiederverwendet werden.

Hinweis: Wir weisen darauf hin, dass aufgrund deponiespezifischer abfalltechnischer Anordnungen der zuständigen Regierungspräsidien und den darin enthaltenen Annahmekriterien (abweichende Parametergrenzwerte) eine abweichende Einstufung bei der Annahmestelle möglich ist, was im Einzelfall zu Mehrkosten führen kann. Es sollte daher immer neben der abfalltechnischen Einstufung auch das Analyseergebnis mit allen Einzelparametern bei einer Ausschreibung / Preisabfrage berücksichtigt werden.

Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass die hier durchgeführte Probenahme, aus dem Bohrgut der Rammkernsondierungen, streng genommen nicht die Probenahmekriterien für eine repräsentative Probenahme (LAGA PN 98) erfüllt. Es ist daher nicht auszuschließen, dass aufgrund der Annahmekriterien einzelner Deponien, die hier vorliegenden Analysen für eine Entsorgung nicht ausreichen. Es können somit im Vorfeld oder zu Beginn der Erdarbeiten ergänzende Baggerschürfe zur erneuten Beprobung der Bodenmaterialien erforderlich werden.

10 AUSFÜHRUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Wasserempfindlichkeit der anstehenden bindigen Lehme führt wie bereits erwähnt bei Regenwasserzufuhr grundsätzlich zu starken Aufweichungen. Das Befahren des Erdplanums (z.B. Baustraßen und Lagerflächen) mit schwerem Gerät und eine damit einhergehende dynamische Beanspruchung werden folglich zusätzlich zu einer Aufweichung des Bodens führen. Zur Erstellung eines befahrbaren Arbeitsplanums in der bindigen Lehmschicht sollte eine Schottertragschicht von mindestens 0,3 bis 0,5 m (in Abhängigkeit der Konsistenz) auf einem Geotextil (GRK 3) eingeplant werden. Bei ungünstiger Witterung ist ggf. ein mehrmaliges Nacharbeiten einzuplanen.

Grundsätzlich wird empfohlen, freigelegte Flächen im Lehm unverzüglich mit einer Schotter- oder Betonschicht bzw. mittels einer Bodenverbesserung durch Kalk-Zementzumischung vor Witterungseinflüssen zu schützen.

11 HINWEISE ZUR EUROPÄISCHEN GRUNDBAUNORMUNG (EC 7)

Die geplante Baumaßnahme ist gemäß DIN 1054 / DIN 4020 aufgrund der bisherigen Erkundungsergebnisse, Projektinformationen und Annahmen (Leitungsgräben bis 5 m Tiefe) in Verbindung mit den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Das vorliegende Gutachten ist daher nach DIN 4020 formal als Geotechnischer Entwurfsbericht einzuordnen. Im Hinblick auf die seit Juli 2012 geltende europäische Grundbaunormung ergeben sich hieraus weitere Planungs- sowie Kontrollpflichten für die Bauausführung (siehe auch DIN EN 1997-1:2009-09 (EC 7-1), Kapitel 2.8 und 4). Es wird empfohlen, nach Vorlage detaillierter Planungen die Angaben zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten.

Für die Bauphase ergeben sich Kontrollpflichten z.B. in Form von Baugrundabnahmen und Verdichtungskontrollen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Die Weitergabe des Gutachtens darf nur ungekürzt vorgenommen werden. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

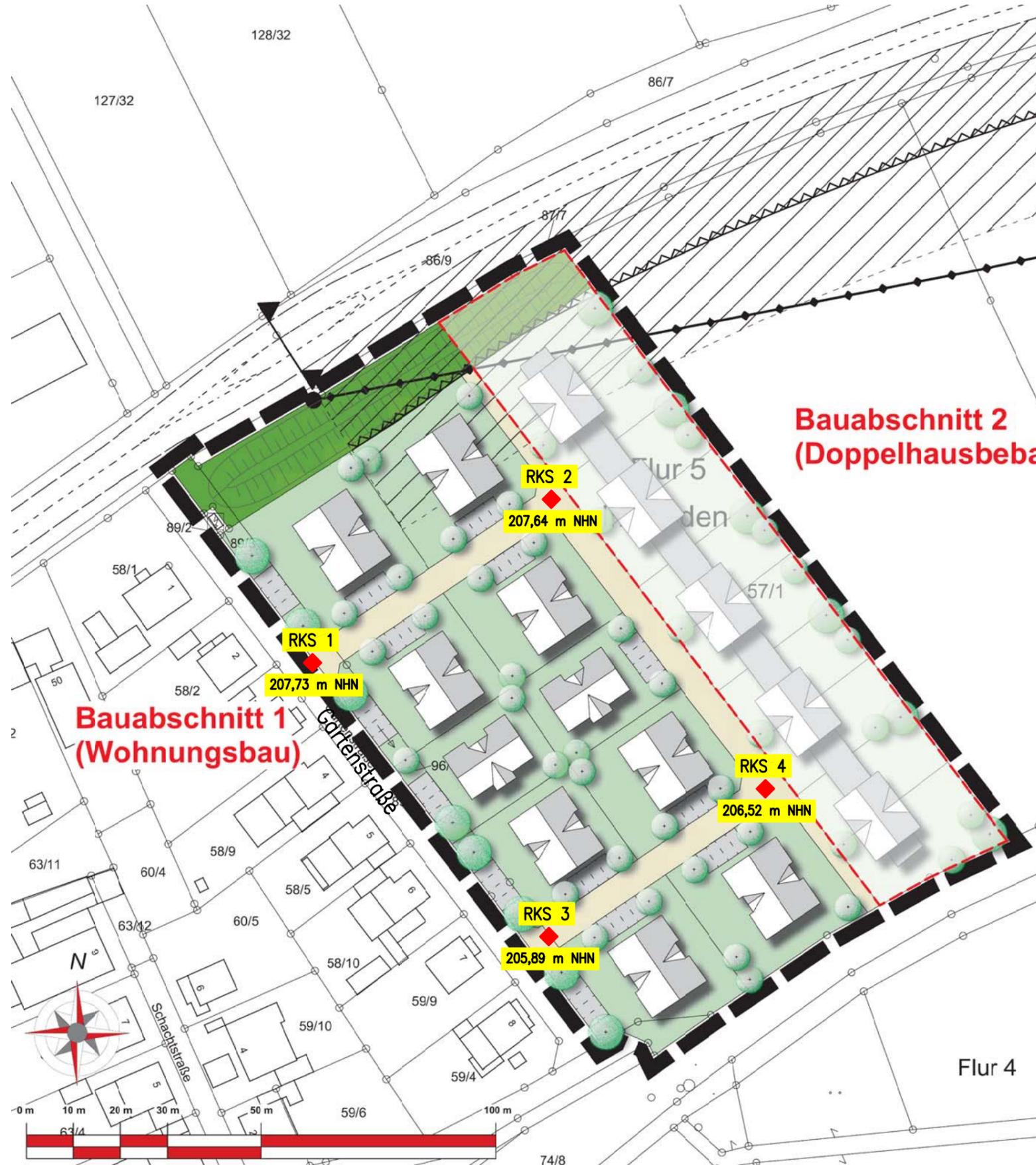
Geonorm GmbH

Gießen, 16.06.2021

Markus Riegels
Dipl.-Geologe

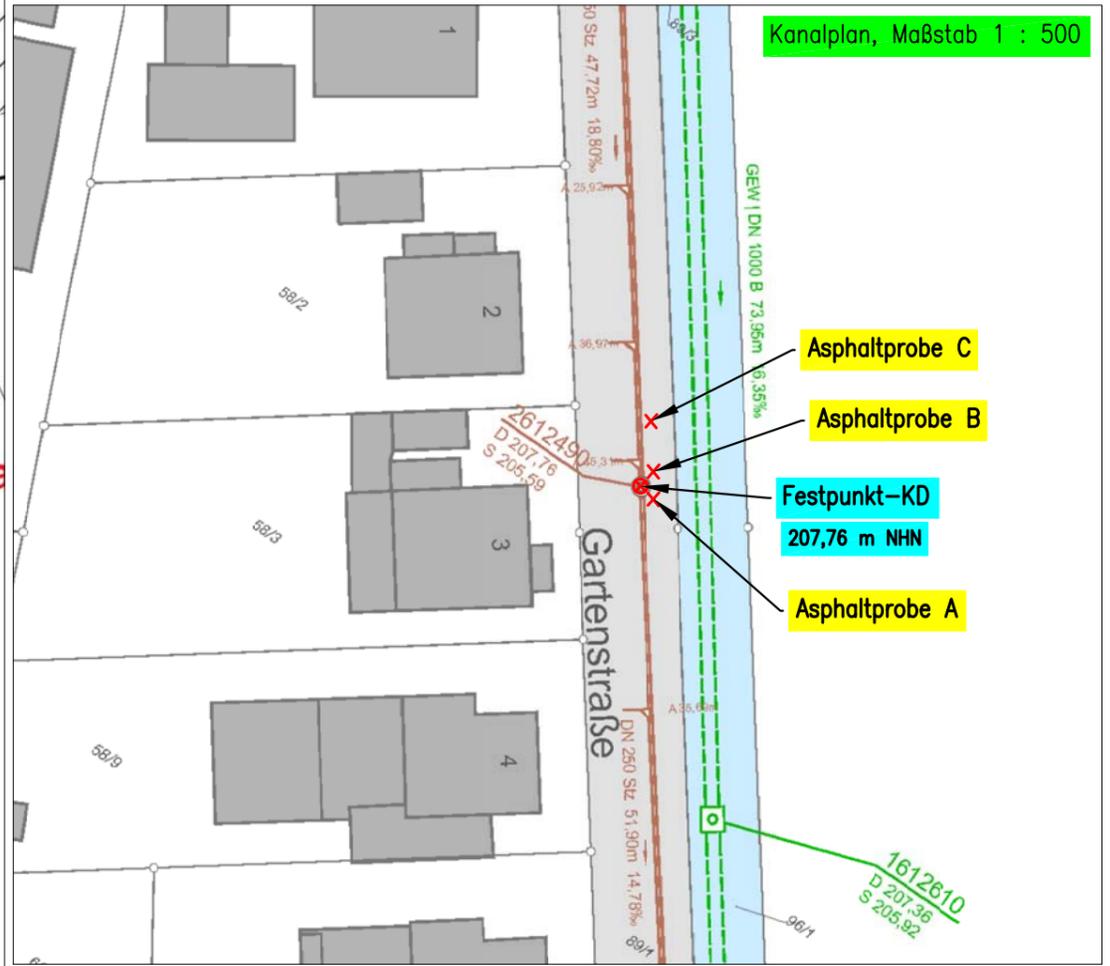
12 ANLAGEN

- Anlage 1 Lageplan, mit Eintragung der Aufschlusspositionen, M 1 : 1.000
- Anlage 2 Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN ISO EN 14688-1:2011-06
- Anlage 3 Analysenprotokoll zu der analysierten Asphalt-, Auffüllungs- und Bodenprobe und Auswertung nach LAGA „Boden“ aus dem Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 01.09.2018
- Anlage 4 Auswertung der Analytik nach hessischer Verfüllrichtlinie 2014



LEGENDE

- ◆ Rammkernsondierung mit Höhenwert



Geonorm

Ursulum 18 35396 Gießen Tel. 0641/94360-0 Fax 94360-40

Lageplan mit Eintragung der Bohrpunkte

Projekt: Lahntal-Sterzhausen, BG "Im Boden" - 1.+ 2. BA

Projekt-Nr.: 2021 13849 a 1

gezeichnet:	14.05.2021	van Duijn
geprüft:		
Maßstab:	1 : 1000	Anlage 1

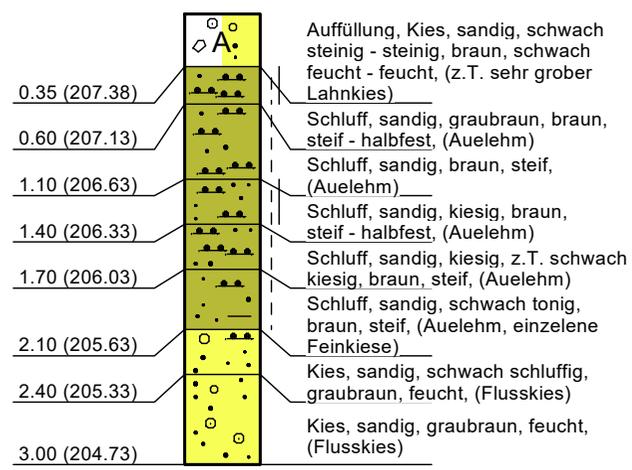
m NHN
211.00
210.00
209.00
208.00
207.00
206.00
205.00
204.00
203.00
202.00
201.00
200.00

Legende

	halbfest		Auffüllung
	steif - halbfest		Oberboden
	steif		Kies
	weich - steif		Schluff
	weich		

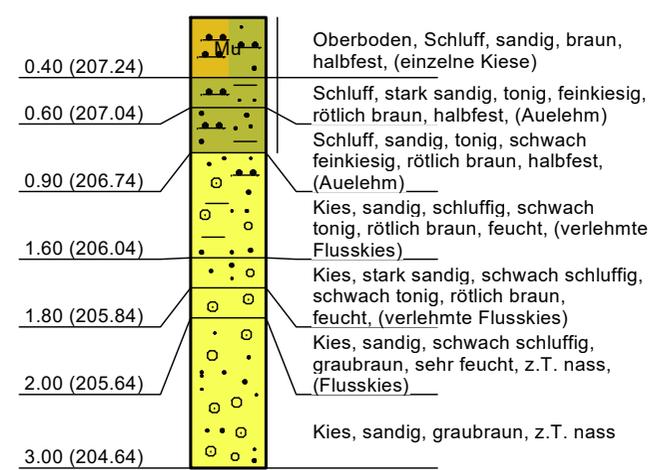
RKS 1

207,73 m NHN



RKS 2

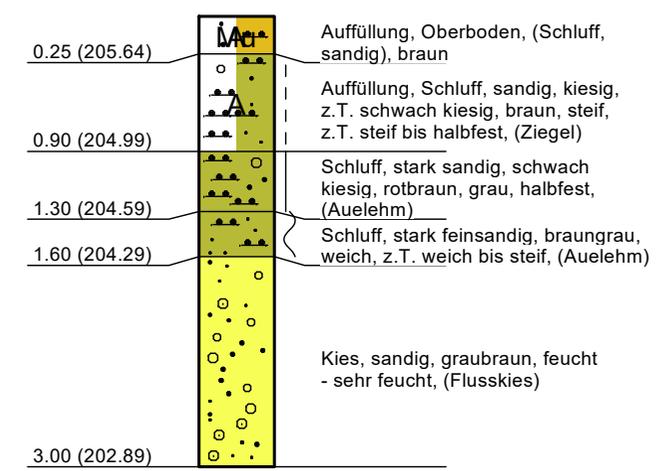
207,64 m NHN



bei 2,93 m zugefallen

RKS 3

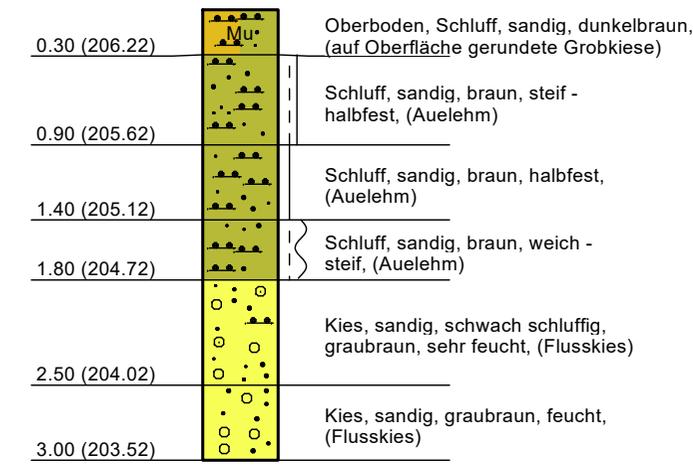
205,89 m NHN



bei 2,0 m zugefallen

RKS 4

206,52 m NHN



bei 2,93 m zugefallen

 Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Lahntal-Sterzhausen, BG "Im Boden" - 1.+ 2. BA		gezeichnet: 14.05.2021	van Duijn
	Projekt-Nr.: 2021 13849 a 1		geprüft:	
			Sp-Nr.: 13849a1-1	Maßstab 1 : 50 Anlage 2

Anlage 3

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Geonorm GmbH
Ursulum 18

Dreieich, 21.05.2021

35396 Gießen

Prüfbericht 2127849

Auftraggeber: Geonorm GmbH
Projektleiter: Herr Riegels
Auftrags-Nr.: vom 14.05.2021
Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"
Probenahmedatum: 12.05.2021
Probenahmeort: Sterzhausen
Probenahme durch: Auftraggeber
Probengefäße: Glasgefäß
Mind. ein beiliegendes Headspace defekt oder mind. eine Probe ohne Headspace (s. Bemerkung zu den Einzelproben)
Eingang am: 17.05.21
Beginn/Ende Prüfung: 17.05.2021 / 20.05.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Meßunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<http://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigen Gutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 70169464) Kr.: 69922
BIC: GENODEFIM07; IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht: 2127849
 Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"

21.05.2021

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.05.2021			
Labornummer:	2127849-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:	methanolüberschichtete Teilprobe für leichtflüchtige Parameter wurde im Labor abgefüllt.			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	92	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	9,2	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	17	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	26	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	30	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	37	mg/kg TS	0,5	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Thallium	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Zink	67	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
TOC	0,17	% TS	0,1	DIN EN 15936
EOX	u.d.B.	mg/kg TS	0,5	DIN 38414-17
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	u.d.B.	mg/kg TS	50	DIN EN 14039
Benzol	u.d.B.	µg/kg TS	100	DIN EN ISO 22155
Toluol	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Ethylbenzol	u.d.B.	µg/kg TS	100	
m-Xylol + p-Xylol	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Styrol	u.d.B.	µg/kg TS	100	
o-Xylol	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Cumol	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Summe der bestimmten BTEX	0,00	µg/kg TS		
1,1-Dichlorethen	u.d.B.	µg/kg TS	200	DIN EN ISO 22155 / Hb.
Dichlormethan	u.d.B.	µg/kg TS	500	Altlasten Bd.7 T.4
trans-1,2-Dichlorethen	u.d.B.	µg/kg TS	200	
1,1-Dichlorethan	u.d.B.	µg/kg TS	200	
cis-1,2-Dichlorethen	u.d.B.	µg/kg TS	200	
1,2-Dichlorethan	u.d.B.	µg/kg TS	500	
Trichlormethan	u.d.B.	µg/kg TS	100	
1,1,1-Trichlorethan	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Tetrachlormethan	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Trichlorethen	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Tetrachlorethen	u.d.B.	µg/kg TS	100	
Summe der bestimmten LHKW	0,00	µg/kg TS		

Prüfbericht: 2127849
 Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"

21.05.2021

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.05.2021			
Labornummer:	2127849-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:	methanolüberschichtete Teilprobe für leichtflüchtige Parameter wurde im Labor abgefüllt.			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Naphthalin	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthen	0,012	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	0,01	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,01	mg/kg TS		
PCB Nr. 28	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	DIN EN 15308
PCB Nr. 52	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 101	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 153	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 138	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
PCB Nr. 180	u.d.B.	mg/kg TS	0,005	
Summe der bestimmten PCB	0,00	mg/kg TS		

Prüfbericht: 2127849
 Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"

21.05.2021

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.05.2021			
Labornummer:	2127849-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:	methanolüberschichtete Teilprobe für leichtflüchtige Parameter wurde im Labor abgefüllt.			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4)				
pH-Wert	8,3			DIN EN ISO 10523
Elektrische Leitfähigkeit	38	µS/cm		DIN EN 27888
Chlorid	1,6	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	u.d.B.	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2
Chrom	6,0	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846
Thallium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2
Zink	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402



(Techn. Leitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
 n.n.: nicht nachweisbar
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze
 n.b.: nicht bestimmt

Projekt:	202113849a1 Sterzhäuser "Im Boden"		
Prüfbericht-Nr.:	2127849	Probenbezeichnung: MP 1	
Labor-Nr.:	2127849-001	Probenahmedatum: 12.05.2021	

Analysenbefund Feststoff (Bodenart Lehm/Schluff):							
Einbauklasse Parameter	Einheit	Zuordnungswerte Feststoff für Boden (nach LAGA)				Ergebnis	Zuordnungs- wert
		Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2		
EOX	mg/kg TS	1	1	3	10	u.d.B.	Z 0
KW (H 53)	mg/kg TS	100	200 ¹⁾	300 ¹⁾	1000 ¹⁾	u.d.B.	Z 0
BTEX	mg/kg TS	1	1	1	1	0	Z 0
LHKW	mg/kg TS	1	1	1	1	0	Z 0
PAK	mg/kg TS	3	3	3	30	0,01	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,6	0,9	3	u.d.B.	Z 0
PCB	mg/kg TS	0,05	0,1	0,15	0,5	0	Z 0
Arsen	mg/kg TS	15	15	45	150	9,2	Z 0
Blei	mg/kg TS	70	140	210	700	17	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	1	1	3	10	u.d.B.	Z 0
Chrom ges.	mg/kg TS	60	120	180	600	26	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	40	80	120	400	30	Z 0
Nickel	mg/kg TS	50	100	150	500	37	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	0,5	1	1,5	5	u.d.B.	Z 0
Zink	mg/kg TS	150	300	450	1500	67	Z 0
Thallium	mg/kg TS	0,7	0,7	2,1	7	u.d.B.	Z 0
Cyanide ges.	mg/kg TS	-	-	3	10	u.d.B.	Z 0
TOC	%	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾	1,5	5	0,17	Z 0
Bewertung Feststoff:							Z 0

Analysenbefund Eluat:							
Einbauklasse Parameter	Einheit	Zuordnungswerte Eluat für Boden (nach LAGA)				Ergebnis	Zuordnungs- wert
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2		
pH-Wert ³⁾		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	8,3	Z 0
Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	38	Z 0
Phenolindex ⁴⁾	mg/l	< 0,01	0,01	0,05	0,1	u.d.B.	Z 0
Arsen	mg/l	0,01	0,01	0,04	0,06	u.d.B.	Z 0
Blei	mg/l	0,02	0,04	0,1	0,2	u.d.B.	Z 0
Cadmium	mg/l	0,002	0,002	0,005	0,01	u.d.B.	Z 0
Chrom ges.	mg/l	0,015	0,03	0,075	0,15	0,006	Z 0
Kupfer	mg/l	0,05	0,05	0,15	0,3	u.d.B.	Z 0
Nickel	mg/l	0,04	0,05	0,15	0,2	u.d.B.	Z 0
Quecksilber	mg/l	0,0002	0,0002	0,001	0,002	u.d.B.	Z 0
Zink	mg/l	0,1	0,1	0,3	0,6	u.d.B.	Z 0
Thallium	mg/l	< 0,001	0,001	0,003	0,005	u.d.B.	Z 0
Chlorid	mg/l	10	10	20	30	1,6	Z 0
Cyanide ges.	mg/l	< 0,01	0,01	0,05	0,1 ⁵⁾	u.d.B.	Z 0
Sulfat	mg/l	50	50	100	150	u.d.B.	Z 0
Bewertung Eluat:							Z 0

Gesamteinstufung in Zuordnungsklasse gem. TR-LAGA (Boden):	Z 0
---	------------

Die Einstufung erfolgt durch Vergleich der Ergebnisse mit den Zuordnungswerten und stellt keine gutachterliche Bewertung dar.

u.d.b. = unter der Bestimmungsgrenze

¹⁾ Der angegebene Wert gilt für MKW C₁₀-C₂₂. Bei MKW C₁₀-C₄₀ gilt ein doppelt so hoher Grenzwert

²⁾ Bei einem C:N-Verhältnis >25 gilt 1 %

³⁾ niedrige pH-Werte stellen alleine kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

⁴⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, sind kein Ausschlusskriterium.

⁵⁾ Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar.) < 50 µg/l.

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Geonorm GmbH
Ursulum 18

Dreieich, 21.05.2021

35396 Gießen

Prüfbericht 2127849A

Auftraggeber: Geonorm GmbH
Projektleiter: Herr Riegels
Auftrags-Nr.: vom 14.05.2021
Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"
Probenahmedatum: 12.05.2021
Probenahmeort: Sterzhausen
Probenahme durch: Auftraggeber
Probengefäße: Glasgefäß
Eingang am: 17.05.21
Beginn/Ende Prüfung: 17.05.2021 / 21.05.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Meßunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<http://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 70169464) Kr.: 69922
BIC: GENODEFIM07; IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht: 2127849A

21.05.2021

Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.05.2021			
Labornummer:	2127849A-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:				
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	92	%		DIN EN 14346
Bestimmungen im Eluat - (DIN 19529)				
Fluorid	0,49	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1
Chlorid	8,5	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Nitrat	7,6	mg/l	0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	8,2	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403
Ammonium	u.d.B.	mg/l	0,02	DIN 38406-5
Antimon	u.d.B.	µg/l	2	DIN EN ISO 17294-2
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Barium	u.d.B.	µg/l	50	DIN EN ISO 17294-2
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	DIN EN ISO 17294-2
Bor	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2
Chrom	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2
Cobalt	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Molybdän	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Nickel	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	DIN EN ISO 12846
Selen	u.d.B.	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2
Thallium	u.d.B.	µg/l	0,5	DIN EN ISO 17294-2
Vanadium	u.d.B.	µg/l	2	DIN EN ISO 17294-2
Zink	u.d.B.	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402

Prüfbericht: 2127849A
 Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"

21.05.2021

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	12.05.2021			
Labornummer:	2127849A-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:				
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN 19529)				
Naphthalin	0,049	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Acenaphthylen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Acenaphthen	0,016	µg/l	0,01	
Fluoren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Phenanthren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Fluoranthren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Pyren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Benz(a)anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Chrysen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Benzo(b)fluoranthren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Benzo(a)pyren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Benzo(ghi)perylene	u.d.B.	µg/l	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	0,07	µg/l		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,02	µg/l		
2-Methylnaphthalin	u.d.B.	µg/l	0,1	DIN 38407-39
1-Methylnaphthalin	u.d.B.	µg/l	0,1	
PCB Nr. 28	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN EN ISO 6468
PCB Nr. 52	u.d.B.	µg/l	0,01	
PCB Nr. 101	u.d.B.	µg/l	0,01	
PCB Nr. 153	u.d.B.	µg/l	0,01	
PCB Nr. 138	u.d.B.	µg/l	0,01	
PCB Nr. 180	u.d.B.	µg/l	0,01	
Summe der bestimmten PCB	0,00	µg/l		



(Techn. Leitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
 n.n.: nicht nachweisbar
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze
 n.b.: nicht bestimmt

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Geonorm GmbH
Ursulum 18

Dreieich, 21.05.2021

35396 Gießen

Prüfbericht 2127850

Auftraggeber: Geonorm GmbH
Projektleiter: Herr Riegels
Auftrags-Nr.: vom 14.05.2021
Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"
Probenahmedatum: 12.05.2021
Probenahmeort: Sterzhausen
Probenahme durch: Auftraggeber
Probengefäße: Glasgefäß
Eingang am: 17.05.2021
Beginn/Ende Prüfung: 17.05.2021 / 20.05.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Meßunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<http://www.labor-graner.de/qualitaetsicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung
Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 70169464) Kr.: 69922
BIC: GENODEFIM07; IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht: 2127850
 Auftraggeberprojekt: 202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"

21.05.2021

Probenbezeichnung:	MP Asphalt			
Probenahmedatum:	12.05.2021			
Labornummer:	2127850-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:				
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	100	%		DIN EN 14346
Naphthalin	0,10	mg/kg TS	0,01	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Acenaphthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	0,15	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Fluoranthen	0,087	mg/kg TS	0,01	
Pyren	0,10	mg/kg TS	0,01	
Benz(a)anthracen	0,045	mg/kg TS	0,01	
Chrysen	0,095	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthen	0,11	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthen	0,032	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	0,046	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	0,027	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	0,030	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylene	0,20	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	1,02	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,92	mg/kg TS		



(Techn. Leitung)

Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
 n.n.: nicht nachweisbar
 u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
 Best.gr.: Bestimmungsgrenze
 n.b.: nicht bestimmt

Anlage 4

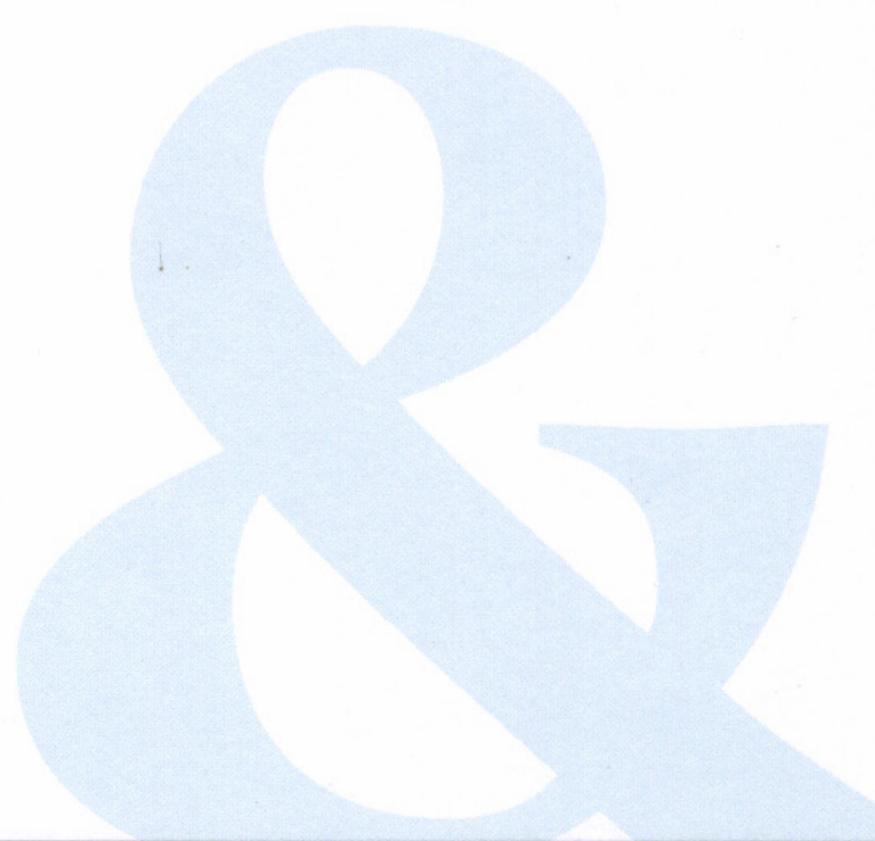
**Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und
Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen
(Staatsanzeiger für das Land Hessen – 17. Februar 2014)**

Projekt:	202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"		
Prüfbericht-Nr.:	2127849	Probenbezeichnung:	MP 1
Labor-Nr.:	2127849-001	Probenahmedatum:	12.05.2021

**Anhang I - Grenzwerte für die Verwertung
Tabelle 1: Durchwurzelbare Bodenschicht
Feststoff [mg/kg]**

Parameter	Grenzwert / Bodenart			Prüfergebnis
	Ton	Lehm/Schluff	Sand	
Arsen	20	15	10	9,2
Blei	100	70	40	17
Cadmium	1,5	1	0,4	u.d.B.
Chrom	100	60	30	26
Kupfer	60	40	20	30
Nickel	70	50	15	37
Quecksilber	1	0,5	0,1	u.d.B.
Zink	200	150	60	67
Thallium	1	0,7	0,4	u.d.B.
Parameter	Humusgehalt		Prüfergebnis	
	> 8%	≤ 8%		
Summe PAK (16 n. EPA)	10	3	0,01	
Benzo(a)pyren	1	0,3	u.d.B.	
Summe der best. PCB	0,1	0,05	0	

u.d.b. = unter der Bestimmungsgrenze



**Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und
 Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen
 (Staatsanzeiger für das Land Hessen – 17. Februar 2014)**

Projekt:	202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"		
Prüfbericht-Nr.:	2127849	Probenbezeichnung:	MP 1
Labor-Nr.:	2127849-001	Probenahmedatum:	12.05.2021

**Anhang I - Grenzwerte für die Verwertung
 Tabelle 2: Mittlerer Verfüllbereich
 Tabelle 2a - Feststoff [mg/kg]**

Parameter	Grenzwert	Prüfergebnis
Arsen ^{b)}	15	9,2
Blei	140	17
Cadmium ^{a)}	1	u.d.B.
Chrom	120	26
Kupfer	80	30
Nickel	100	37
Quecksilber	1	u.d.B.
Zink	300	67
Thallium ^{c)}	0,7	u.d.B.
Summe PAK (16 n. EPA)	3	0,01
Benzo(a)pyren	0,6	u.d.B.
Summe der best. PCB	0,1	0

Tabelle 2b - 10:1-Eluat gem. DIN EN 12457-4 [µg/l]

Parameter	Grenzwert	Prüfergebnis
pH-Wert	6,5 - 9	8,3
Leitfähigkeit	< 500 µS/cm	38
Arsen	10	u.d.B.
Blei	40	u.d.B.
Cadmium	2	u.d.B.
Chrom ges.	30	6
Kupfer	50	u.d.B.
Nickel	50	u.d.B.
Quecksilber	0,2	u.d.B.
Zink	100	u.d.B.
Thallium	1	u.d.B.
Cyanid gesamt	0,01 mg/l	u.d.B.
Chlorid	250 mg/l	1,6
Sulfat *	250 mg/l	u.d.B.
Phenolindex	0,01 mg/l	u.d.B.

u.d.b. = unter der Bestimmungsgrenze

* gilt nicht für Bauschutt und Straßenaufbruch

a) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

b) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

c) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1 mg/kg

**Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und
Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen
(Staatsanzeiger für das Land Hessen – 17. Februar 2014)**

Projekt:	202113849a1 Sterzhausen "Im Boden"		
Prüfbericht-Nr.:	2127849	Probenbezeichnung:	MP 1
Labor-Nr.:	2127849-001	Probenahmedatum:	12.05.2021

**Anhang I - Grenzwerte für die Verwertung
Tabelle 3: Unterer Verfüllbereich sowie Mittlerer Verfüllbereich (Wasserschutzgebiete Zone III und IIIA)
Tabelle 3a - Feststoff [mg/kg]**

Parameter	Grenzwert / Bodenart			Prüfergebnis
	Ton	Lehm/Schluff	Sand	
Arsen	20	15	10	9,2
Blei	100	70	40	17
Cadmium	1,5	1	0,4	u.d.B.
Chrom	100	60	30	26
Kupfer	60	40	20	30
Nickel	70	50	15	37
Quecksilber	1	0,5	0,1	u.d.B.
Zink	200	150	60	67
Thallium	1	0,7	0,4	u.d.B.
Cyanid gesamt	1	-	-	u.d.B.
Kohlenwasserstoffe	100	100	100	u.d.B.
EOX	1	1	1	u.d.B.
Summe der best. BTEX	1	1	1	0
Summe der best. LHKW	1	1	1	0
Summe PAK (16 n. EPA)	3	3	3	0,01
Benzo(a)pyren	0,3	0,3	0,3	u.d.B.
Summe der best. PCB	0,05	0,05	0,05	0

Tabelle 3b - 2:1-Eluat gem. DIN 19529 [µg/l]

Parameter	Grenzwert	Prüfergebnis
Fluorid	0,75 mg/l	0,49
Chlorid	250 mg/l	8,5
Nitrat	50 mg/l	7,6
Sulfat	250 mg/l	8,2
Cyanid gesamt ²⁾	0,005 mg/l	u.d.B.
Ammonium	0,5 mg/l	u.d.B.
Arsen	10	u.d.B.
Blei	7	u.d.B.
Cadmium	0,5	u.d.B.
Chrom ¹⁾	7	u.d.B.
Kupfer	14	u.d.B.
Nickel	14	u.d.B.
Quecksilber	0,2	u.d.B.
Zink	58	u.d.B.
Thallium	0,8	u.d.B.
Antimon	5	u.d.B.
Barium	340	u.d.B.
Bor	740	u.d.B.
Cobalt	8	u.d.B.
Molybdän	7	u.d.B.
Selen	7	u.d.B.
Vanadium	4	u.d.B.
Phenolindex	0,008 mg/l	u.d.B.
Naphthalin		0,049
2-Methylnaphthalin	Summe 1	u.d.B.
1-Methylnaphthalin		u.d.B.
Acenaphthylen	-	u.d.B.
Acenaphthen	-	0,016
Fluoren	-	u.d.B.
Phenanthren	-	u.d.B.
Anthracen	0,01	u.d.B.
Fluoranthren	0,025	u.d.B.
Pyren	-	u.d.B.
Benzo(a)anthracen	-	u.d.B.
Chrysen	-	u.d.B.
Benzo(b)fluoranthren	0,025	u.d.B.
Benzo(k)fluoranthren	0,025	u.d.B.
Benzo(a)pyren	0,01	u.d.B.
Indeno(123-cd)pyren	0,025	u.d.B.
Dibenz(ah)anthracen	0,01	u.d.B.
Benzo(ghi)perylen	0,025	u.d.B.
Summe 16 PAK n. EPA	-	0,07
Summe 15 PAK (o. Naph.)	0,2	0,02
Summe der best. PCB	0,01	0

u.d.b. = unter der Bestimmungsgrenze

1) Ist Chrom VI auszuschließen, kann der Wert der Trinkwasserverordnung von 50 µg/l verwendet werden.

2) Liegt kein freies Cyanid vor, gilt als Grenzwert der Wert der Trinkwasserverordnung von 50 µg/l