

**Solms-Oberbiel,
Am Weinberg Flurstück 50/5
Neubau eines Einfamilienhauses**

- Baugrunduntersuchung -

Projekt- Nr. 202114043a1

Auftraggeber: **Herr Sven Müller von der MG Immobilienentwicklung GmbH**

Gutachter: **Dipl.- Geol. Markus Riegels
B.Sc. Ang. Geow. Jan Legner**

Datum: **17.11.2021**

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 AUFTRAG	1
2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN	1
3 SITUATION	2
4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	2
4.1 Schichtenbeschreibung	2
4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkennwerte	5
5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	6
5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete	6
5.2 Bemessungswasserstand	7
5.3 Durchlässigkeiten und Versickerungsvermögen	7
6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	8
6.1 Baugrundverhältnisse	8
6.2 Gründungsempfehlung	9
6.2.1 Bodenpressungen und Setzungen (Streifenfundamente)	10
6.3 Fußbodenkonstruktion (Streifenfundamente)	11
6.4 Abdichtung und Dränage (gemäß DIN 18533)	12
7 BÖSCHUNG / WASSERHALTUNG	12
7.1 Bau- und Fundamentgruben	12
7.2 Wasserhaltung	14
8 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG	14
9 HINWEISE ZUR EUROPÄISCHEN GRUNDBAUNORMUNG (EC 7)	17
10 ANLAGEN	18

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1	Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, ZTV A StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301
	5
Tabelle 2	Charakteristische Bodenkennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte
	6
Tabelle 3	Ergebnisse der Laboranalyse – natürlicher und aufgefüllter Boden
	15
Tabelle 4	Überschreitungparameter nach hess. Verfüllrichtlinie
	15
Tabelle 5	Einbaumöglichkeit nach hess. Verfüllrichtlinie
	16

1 AUFTRAG

Herr Müller erteilte der Geonorm GmbH am 08.09.2021 den Auftrag, auf dem Untersuchungsgrundstück Am Weinberg (Flurstück 50/5) in Solms-Oberbiel, für den Neubau eines Einfamilienhauses, 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 auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse
- Baugrundbeurteilung
- Gründungsempfehlung
- Angabe der zulässigen Bodenpressung / Bettungsmodul sowie überschlägige Setzungs- und Grundbruchberechnungen
- Empfehlung zur Herstellung der Fußbodenunterkonstruktion mit Angaben von Material- und Verdichtungsanforderungen
- Empfehlung zur Gebäudeabdichtung
- Empfehlung zur Herstellung der Baugrube / Empfehlung zur Baugrubensicherung
- Empfehlung zur ggf. erforderlichen Grundwasserhaltung
- Angaben zur Bodendurchlässigkeit / Versickerungsvermögen
- Bewertung der Analysenergebnisse

2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen dienen zur Beurteilung der Baugrundsituation:

[1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 5416 (Braunfels), M 1 : 25.000

¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

- [2] Topographische Karte, Blatt 5416 (Braunfels), M 1 : 25.000
- [3] Grundrisse, Ansichten und Schnitte, M 1 : 100, vom 06.09.2021, zur Verfügung gestellt vom Architekt Markus Luther
- [4] Ergebnisse der Außenarbeiten vom 27.10.2021
 - 3 Rammkernsondierung (RKS) bis max. 2,80 m unter Geländeoberkante (GOK)
 - Nivellement der Bohransatzpunkte
 - Festpunkt = Schachtdeckel (siehe Anlage 1)
 - Festpunkthöhe = 167,92 m NHN

3 SITUATION

Das Untersuchungsareal liegt im Ortskern von Solms-Oberbiel. Der Bauherr plant am Untersuchungsstandort die Errichtung eines Einfamilienhauses mit den Maßen von rd. 9 m x 11 m in 3-geschossiger, unterkellelter Bauweise. Das Grundstück liegt an einem Hang, ist zurzeit unbebaut und wird als Wiesenfläche genutzt. Nach Rücksprache mit dem Architekten Markus Luther wird für die OK FFB EG eine Höhe von 167,92 m NHN und für die OK FFB KG eine Höhe von 165,19 m NHN angesetzt.

4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten und der geologischen Karte wird der gewachsene Untergrund im Untersuchungsgebiet von mitteldevonischen Schalsteinen (Diabastuffe) sowie Grauwackenschiefern und deren Verwitterungs- und Zersatzprodukten gebildet. Alle Rammkernsondierungen mussten aufgrund eines hohen Eindringwiderstandes (erfahrungsgemäß fest auf Fels) in geringer Bohrtiefe abgebrochen werden. Zuoberst wurden im Bereich des geplanten Gebäudes Oberböden und z.T. Auffüllungen erbohrt.

4.1 Schichtenbeschreibung

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

Oberboden, z.T. aufgefüllt und Auffüllung

Aufgrund der organischen Anteile und der charakteristischen dunkelbraunen Färbung können die oberen 0,4 m bis 0,5 m in allen Bohrungen als Oberboden eingestuft werden. Bodenmechanisch ist der Oberboden als stark sandiger Schluff zu beschreiben. Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wies der Oberboden eine halbfeste Konsistenz auf. Aufgrund der unterlagernden Auffüllungen ist der Oberboden in der Sondierung RKS 3 als aufgefüllt einzustufen. Unterhalb des aufgefüllten Oberbodens in der Bohrung RKS 3 folgen graubraune, bindige Auffüllungen, die bis in eine Tiefe von 0,8 m unter GOK reichen. Die bindigen Auffüllungen sind bodenmechanisch als sandige und schwach tonige Schluffe zu beschreiben und zeigten zum Zeitpunkt der Außenarbeiten eine halbfeste Konsistenz.

Verwitterungslehm

Unter dem Oberboden in RKS 1 und 2 wurden braune Verwitterungslehme der unterlagernden Schalsteine erbohrt. Bodenmechanisch sind die Lehme als Schluffe mit unterschiedlichen Gehalten an Sand, Ton und Kies einzustufen. Die angetroffenen Konsistenzen waren zum Zeitpunkt der Außenarbeiten halbfest. Die Verwitterungslehme wurden bis in Tiefen zwischen 1,2 m und 1,3 m unter jeweiliger GOK erbohrt.

Die bindigen Verwitterungslehme lassen sich aufgrund ihrer plastischen Eigenschaften in die Bodengruppe der leichtplastischen bis mittelpastischen Tone und Schluffe einordnen. Besonders die leichtplastischen Schluffe und Tone (UL/TL) gelten als sehr wasserempfindlich. Außerdem verfügen diese Böden über thixotrope Eigenschaften. Die hohe Wasserempfindlichkeit sowie das thixotrope Verhalten des Lehms führen insbesondere bei dynamischen Beanspruchungen dazu, dass das Material durch Gefügezerstörung aus einem steifplastischen Zustand, quasi ohne signifikante Wassergehaltsänderung, in den weichplastischen oder sogar breiigen Zustand wechseln kann.

Fels, zersetzt (Schalstein und Grauwackenschiefer)

Die Verwitterungslehme bzw. Auffüllungen werden bis zur jeweiligen Sondierentiefe von den Zersetzprodukten der anstehenden Festgesteine unterlagert. Der anstehende Fels besteht hier überwiegend aus den mitteldevonischen Schalsteinen. Der Schalstein ist eine Tuffbildung des givetischen Vulkanismus. Der Schalstein ist überwiegend sehr stark (druck-) verschiefert, was zu schaligen Absonderungen führt und Auslöser für die Namensgebung war. Lokal, in den Sondierungen RKS 1 und 2, wurden unterhalb des Schalsteinzersatzes die örtlichen zersetzten Grauwackenschiefer erbohrt.

Die hellbraun bis dunkelbraun und weiß gesprenkelt gefärbten, rolligen Zersatzprodukte liegen als kleinstückiges bis mürbes Bohrgut vor. Nach dem Bohrvorgang ist der Zersatz bodenmechanisch überwiegend als Kies / Sand-Gemisch mit wechselnden Anteilen an Schluff und Ton beschreiben. Erfahrungsgemäß kann die Lagerungsdichte, nach dem Sondierfortschritt, als mind. mitteldicht bis sehr dicht eingestuft werden.

Der Verwitterungsgrad nimmt generell mit zunehmender Tiefe ab. Aufgrund des dadurch bedingten ansteigenden Bohrwiderstandes mussten alle Rammkernsondierungen vor Erreichen der geplanten Bohrtiefe abgebrochen werden. Im verwitterten Zustand liegen die Gesteine, im Gegensatz zum zersetzten Festgestein, noch in einem im Verband befindlichen Korngefüge vor. Das Gestein zerfällt dann stückig, z.T. bröckelig-blättrig (leicht mürbe).

Es muss in den Auffüllungen und Verwitterungslehmen sowie den Zersatzmaterialien mit Felsbruchstücken der Bodenklasse 6 und 7 gerechnet werden. Unterhalb der erreichten Sondiertiefe muss mit kompaktem Fels gerechnet werden, welcher je nach Dimension und Ausprägung in die Bodenklasse 6 oder 7 einzustufen ist. Wir verweisen auf die diesbezüglichen Angaben in der DIN 18300.

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	Homogen- bereich ⁽¹⁾	Frost- klasse ZTV E-StB	Boden- gruppe DIN 18196	Boden- klassen DIN 18 300	Bohrarbeiten DIN 18301	Verdichtbar- keitsklassen ZTV A-StB
Oberboden, z.T. aufgefüllt	-	A	-	-	-	-	-
Auffüllung							
Schluff, sandig, schwach tonig	halbfest	B	F3	[UL/TL /UM/TM]	4 ^{(2) (3)}	BB 3 BS 1 – 4	V 3
Verwitterungs- lehm							
Schluff, sandig, tonig, kiesig	halbfest	C	F3	UL/TL /UM/TM	4 ^{(2) (3)}	BB 3 BS 1 – 4	V 3
Schalstein / Grauwacken- schiefer							
<u>Zersatz:</u> rollig	mitteldicht bis sehr dicht	D	F1 - F3	GW/GU /GU*	3, 5 ⁽³⁾	BN 1 - 2 BS 1 - 4 FV 1	V 1 – V 2
<u>Fels verwittert</u> ⁽⁴⁾	dicht bis kompakt	E	-	-	6 – 7	FV 1 – 6 FD 1 – 3	-

⁽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, Wiegunen, 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 breiiger Zustandsform sind die bindigen Böden in die Bodenklasse 2 einzuordnen.

⁽³⁾ In den Verwitterungslehmen und dem Zersatz 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.

⁽⁴⁾ Gering verwitterter Fels wurde nicht erbohrt, Kennwerte beruhen auf Erfahrungswerten.

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

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogen- bereich ⁽¹⁾	Wichte γ_k/γ_k' ⁽²⁾ [kN/m ³]	Kohäsion c_k' ⁽³⁾ [kN/m ²]	undrännierte Scher- festigkeit c_u [kN/m ²]	Reibungs- winkel ϕ_k' ⁽⁴⁾ [Grad]	Steife- modul E_s [MN/m ²]
Oberboden, z.T. aufgefüllt	-	A	-	-	-	-	-
Auffüllung							
Schluff, sandig, schwach tonig	halbfest	B	20/10	4 – 7	50 – 150	25 – 27,5	6 – 10
Verwitterungs- lehm							
Schluff, sandig, tonig, kiesig	halbfest	C	20/10	8 – 12	100 – 150	25 – 27,5	10 – 12
Schalstein / Grauwacken- schiefer							
<u>Zersatz:</u> rollig	mitteldicht bis sehr dicht	D	18-21/ 8-11	0 – 20	0 – 400	32,5 – 37,5	30 – 150
<u>Fels verwittert</u> ⁽⁵⁾	dicht bis kompakt	E	22/12	10 – 100	100 – 800	32,5 – >40	100 – 600

⁽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⁾ Die Scherfestigkeit des verwitterten Festgesteins (Gebirgsfestigkeit) ist abhängig vom Trennflächengefüge (Durchtrennungsgrad, Einfallen, Ausbildung, Klüftung u.a.m.), weshalb hier große Spannen angegeben werden müssen. Die niedrigsten Werte gelten für die Scherfestigkeit auf den Klüftflächen. Für Standsicherheitsberechnungen sind die Werte an der Untergrenze anzusetzen. Wenig verwitterter Fels wurde nicht erbohrt, sodass die angegebenen Werte auf Erfahrungswerten beruhen.

5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete

Während der Außenarbeiten am 27.10.2021 wurde in keinem der Aufschlüsse Grundwasser angetroffen.

Es muss jedoch zumindest temporär, lokal mit Stau- und Hangschichtwasser gerechnet werden, welches sich in den Auffüllungen und dem feinkornarmen Zersatz bewegt und sich auf

undurchlässigeren, stärker bindigen Schichten bzw. auf der stärker gebundenen Felsoberkante 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. Freies Grundwasser ist erst in größerer Tiefe zu erwarten.

Der nächste Vorfluter ist der in östlicher Richtung rd. 90 m entfernte, verrohrte Oberbieler Grundbach.

Das Untersuchungsareal liegt nach dem Bearbeitungsstand des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) in keiner amtlich ausgewiesenen Trinkwasser- oder Heilquellenschutzzone.

5.2 Bemessungswasserstand

Die Festlegung eines Bemessungswasserstandes ist aufgrund der geringen Sondiertiefe, der Hanglage und des bis zur Sondierendtiefe fehlenden Grundwassers nicht sinnvoll.

5.3 Durchlässigkeiten und Versickerungsvermögen

Für die bindigen Lehme können erfahrungsgemäß Durchlässigkeiten von 1×10^{-6} m/s bis 1×10^{-9} m/s angenommen werden. Sie sind gemäß DIN 18130-1 als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig zu bewerten. Der Felsersatz weist in Abhängigkeit der Feinkornanteile Durchlässigkeiten von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s bis $\leq 1 \times 10^{-8}$ m/s auf, womit der Zersatz gemäß DIN 18130-1 als durchlässig bis schwach durchlässig zu bewerten ist.

Die Durchlässigkeit der Festgesteine ist von mehreren Faktoren abhängig. Die tatsächliche Durchlässigkeit (Gebirgsdurchlässigkeit) ist entscheidend von der Anzahl und Ausprägung der Trennflächen (Klüftung, Schichtung) abhängig. Je nach Kluftweite und Kluftabstand kann für kompaktes Festgestein eine Spanne für die Durchlässigkeit von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-13} m/s angegeben werden. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Durchlässigkeiten in Festgestein hochgradig anisotrop (richtungsabhängig) sind.

Nach der aktuellen Ausgabe des **Arbeitsblatts DWA-A 138** vom April 2005 wird eine entwässerungstechnische Versickerung in Lockergesteinen bei Durchlässigkeitsbeiwerten von

$k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ als sinnvoll angesehen. Bei k_f -Werten $< 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ 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, aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Lehme und des nicht sicher vorhandenen hydraulischen Anschlusses im besser durchlässigen sandigen und kiesigen Zersatz (zum Vorfluter) sowie den als Grundwasserstauer wirkenden gebundenen Felschichten nicht zu empfehlen. Des Weiteren ist, aufgrund der Hanglage eine Vernässung der hangabwärtsliegenden Grundstücke zu erwarten.

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 schon in Kapitel 3 beschrieben wird für die OK FFB EG eine Höhe von 167,92 m NHN und für die OK FFB KG eine Höhe von 165,19 m NHN angesetzt.

6.1 Baugrundverhältnisse

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten stehen im angenommen Niveau der frostfreien Gründungssohle des KG (frostfrei -0,8 m) auf 164,39 m NHN in den Bohrungen RKS 1 und 2 Verwitterungslehme in halbfester Konsistenz an. Zwischen 1,2 m und 1,3 m unter jeweiliger GOK wurde der Felszersatz angetroffen. In der Sondierung RKS 3 liegt die angenommene frostfreie Gründungssohle unterhalb der erreichten Bohrtiefen und somit voraussichtlich im kompakten Fels.

Bei bindigen Böden ist generell die Konsistenz für die Eignung als Baugrund entscheidend. Hierbei sind mindestens steifplastische Konsistenzen als ausreichend bis eingeschränkt (in Abhängigkeit der Lasten und Fundamentdimensionen) und weichplastische Schichten als nicht tragfähig einzustufen.

Der zersetzte bis verwittrte Fels ist in Abhängigkeit der bindigen Anteile und der Lagerungsdichte i.d.R. als gut bis sehr gut tragfähig zu beurteilen.

Der Baugrund konnte, aufgrund des mit zunehmender Tiefe rasch ansteigenden Eindringwiderstandes nicht ausreichend tief erkundet werden. Die zur Erkundung aller gründungsrelevanten Schichten erforderlichen Tiefen gemäß EC 7 konnten daher nicht in allen Sondierungen erreicht werden. Da erfahrungsgemäß mit zunehmender Tiefe der Verwitterungsgrad ab und damit die Tragfähigkeit zunimmt, ist nach den vorliegenden Ergebnissen, davon auszugehen, dass in diesen Positionen sehr gut tragfähiger, verwitterter Fels unterhalb der erreichten Bohrtiefen ansteht.

6.2 Gründungsempfehlung

Bei einer 3-geschossigen Bauweise können die Lasten über den natürlichen, rolligen Zersatz in der Regel mit einer herkömmlichen Flachgründung über Streifenfundamente abgetragen werden.

Generell sollten, um gebäudeschädigende Setzungsunterschiede soweit wie möglich zu minimieren, alle Gebäudeteile auf einem Untergrund mit vergleichbarem Setzungsverhalten gegründet werden.

Aufgrund der, im Gegensatz zum Felszersatz, setzungsempfindlicheren Verwitterungslehme sind in Teilbereichen zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Es wird daher zur Vergleichmäßigung der Setzungen, im Bereich der Bohrungen RKS 1 und 2, empfohlen, die Verwitterungslehme mit Magerbetonplomben bis auf den Felszersatz zu durchgründen. Es ist im Bereich der Sondierungen RKS 1 und 2 vorläufig mit Austauschbeträgen von 0,3 m bis 0,5 m unter der angenommenen frostfreien Gründungssohle (164,39 m NHN) zu rechnen.

Sollten in anderen Bereichen wider Erwarten bindige Böden oder Auffüllungen in der Gründungssohle angetroffen werden, sind diese ebenfalls vollständig bis auf den Felszersatz zu entfernen und gegen Magerbeton auszutauschen. Der Umfang der Austauschbeträge ist mit dem Gutachter im Zuge eines Ortstermins festzulegen.

Um Auflockerungen zu vermeiden, muss der Aushub, zumindest für die Herstellung der Fundament- und Baugrubensohle, mit einem Glattlöffel (Baggerlöffel mit Schneide) erfolgen. Die freigelegte Gründungssohle ist, um sie vor Witterungseinflüssen zu schützen, sofort nach dem Freilegen mit einer Sauberkeitsschicht abzudecken.

Es muss mit zersetztem bis kompaktem Fels der Bodenklasse 6 bis 7 gerechnet werden. Für die Ausschreibungen sollte daher im jeden Fall eine Position für leicht bis schwer lösbaren Fels eingeplant werden (z.B. Einsatz eines hydraulischen Meisels oder Felsfräse). Mit Mehrmassen aufgrund von ausgebrochenen Graben- und Grubenwänden muss gerechnet werden.

Aufgrund der Grenzbebauung werden Erdarbeiten an der Bestandsbebauung (Wohnhausbestand) erforderlich.

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen uns keine aussagekräftigen Angaben über die Gründung des benachbarten Bestands vor. Es wird daher unbedingt empfohlen, die Gründungssituation der Nachbarbebauung im Vorfeld anhand von Aufgrabungen zu überprüfen.

Ein ggf. erforderliches Freigraben der Fundamente bzw. eine erforderliche Unterfangung des Bestandes hat abschnittsweise streng nach den Vorschriften der DIN 4123 zu erfolgen. Es ist zu beachten, dass die bereits genannte Norm darauf verweist, dass Unterfangungen trotz einwandfreier Ausführung nicht ohne Setzungen in einer Größenordnung von 0,5 cm zu bewerkstelligen sind.

Sofern die Gründung des Nachbarbestandes es zulässt, können die Betonplomben am Bestand abschnittsweise ($b = 1,25$ m im Sinne der Unterfangungsnorm) hergestellt werden.

Besonders im Hinblick auf die zu sichernde Nachbarbebauung wird die Gründung über eine Fundamentplatte, aufgrund des erfahrungsgemäß erheblichen Mehraufwands nicht als Vorzugsvariante empfohlen.

Es wird grundsätzlich empfohlen die Gründungssohle vom Gutachter abnehmen zu lassen.

6.2.1 Bodenpressungen und Setzungen (Streifenfundamente)

Bei einer Gründung der Fundamente auf dem natürlichen, rolligem Zersatz sollte folgender **maximal aufnehmbarer Sohldruck** nicht überschritten werden:

a) $\sigma_{zul} \leq 300 \text{ kN/m}^2$ für **Streifenfundamente** (entspricht $\sigma_{R,d} \leq 426 \text{ kN/m}^2$)

Fundamentbreite = $0,5 \text{ m} < b < 0,8 \text{ m}$

Fundamenteinbindetiefe frostfrei mind. $0,8 \text{ m}$ unter GOK

Überschlägige Setzungsberechnungen zeigen, dass bei dieser vorgeschlagenen Gründungsvariante und den dabei zugelassenen maximalen Bodenpressungen mit Setzungen in

einer Größenordnung von rd. 1,0 cm zu rechnen ist. Setzungsdifferenzen aufgrund von Unterschieden im Bodenaufbau, Aushubentlastung und Fundamentabmessungen sowie -auslastungen können in der Größenordnung der Gesamtsetzungen liegen. Erfahrungsgemäß sind 50 bis 70 % der Gesamtsetzungen nach Beendigung der Rohbauphase abgeklungen.

Es sind auch höhere Bodenpressungen oder größere Fundamente möglich, die jedoch zu größeren Setzungen führen werden.

Die Berechnungen wurden nach EC 7 für den kennzeichnenden Punkt einer Rechtecklast und unter Zugrundelegung der erbohrten Bodenprofile durchgeführt.

Die Berechnung des Grundbruches erfolgte gemäß DIN 4017:2006. Die Grundbruchsicherheit, bezogen auf EC 7, ist für die oben angegebenen Fundamentabmessungen und Einbindetiefen gewährleistet.

6.3 Fußbodenkonstruktion (Streifenfundamente)

Für gebettete Fußböden 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 gemäß ZTVE-StB und RStO 12²).

Die oben genannten Anforderungen werden auf den natürlichen rolligen Zersatzmaterialien erfahrungsgemäß bei trockener Witterung und einer Nachverdichtung erreicht. Auf den bindigen Verwitterungslehmen werden die Mindestanforderungen erfahrungsgemäß nicht erreicht oder nur nach langanhaltender trockener Witterung, so dass hier der Einbau einer Unterbauverstärkung aus gut tragfähigem Mineralgemisch (z.B. 0/32 bis 0/80) oder einer Bindemittelverbesserung z.B. durch Einmischen von Kalk-Zement einzuplanen ist. Es ist von einer Einbaustärke von $\geq 0,2 \text{ m}$ auszugehen. Um die exakte Schichtstärke der Unterbauverstärkung zu ermitteln, sollte unbedingt ein Probefeld angelegt werden. Der Aufbau der Unterbauverstärkung ist dynamisch zu verdichten. Das Verformungsmodul ist mittels dynamischer Plattendruckversuche gemäß TP BF-StB³ Teil 8.3 nachzuweisen.

Sofern die Anforderungen an das Planum erfüllt werden, ist anschließend bis zur Unterkante der Fußbodenplatte eine mindestens 0,20 m mächtige, kapillarbrechende Schicht aus Mine-

² Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

³ Technische Prüfvorschriften für Böden und Fels im Straßenbau

ralgemisch (0/32 – 0/45, ggf. ohne 0-Anteil) einzubauen und zu verdichten. Auf dem Planum der kapillarbrechenden Schicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ (entspricht $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gemäß TP BF-StB Teil 8.3) sicherzustellen.

6.4 Abdichtung und Dränage (gemäß DIN 18533)

Eine abschließende Angabe des Bemessungswasserstand ist mit den vorliegenden Ergebnissen nicht möglich (siehe Kapitel 5). Des Weiteren wird der angetroffene Baugrund von wenig durchlässigen Bodenmaterialien ($k_f < 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) bestimmt. Die Abdichtung kann demnach gemäß DIN 18533 nach **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** oder **W2-E** erfolgen. Dies bedeutet, dass entweder:

- a) ein Aufstauen von Niederschlagswasser (auch für vorübergehende Ereignisse) durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränage gemäß DIN 4095, zuverlässig verhindert
- b) oder gegen eine mäßige bzw. hohe Einwirkung von drückendem Wasser (z.B. schwarze Wanne bzw. WU-Richtlinie = weiße Wanne) abgedichtet werden muss.

Der Umfang der erforderlichen Abdichtung für nicht in das Gelände einbindende Gebäudeteile ist in Abhängigkeit der Höheneinstellung und der Ausführung der angrenzenden Freiflächen (z.B. Gefälle und Versiegelung) planungsseitig festzulegen.

Ohne Dränung ist gemäß DIN 18533 die OK Gelände als Bemessungswasserstand anzusetzen.

Eine sachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut.

7 BÖSCHUNG / WASSERHALTUNG

7.1 Bau- und Fundamentgruben

In Abhängigkeit von der Geländeneigung können Baugruben 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:

Verwitterungslehm, mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Zersatz, rollig	$\beta \leq 45^\circ$ bis 60°
Fels, verwittert bis unverwittert	$\beta = 45^\circ$ bis 80° (je nach Ausprägung-Kluftsystem / Verwitterungsgrad)

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.

Während der Bauphase sind die Böschungen zum Schutz gegen Niederschlag mit einer Folie abzudecken.

Dauerhafte Böschungen, wie sie ggf. für spätere Geländeanpassungen erforderlich werden, sind mit einem Winkel von $\beta \leq 30^\circ$ herzustellen.

Generell sind die Arbeiten beim Anlegen von Baugruben in der Nähe von Bestandsbebauungen, dem Freigraben angrenzender Fundamente bzw. einer Unterfangung des Bestandes streng nach den Vorschriften der DIN 4123 auszuführen. Es ist zu beachten, dass die bereits genannte Norm darauf verweist, dass Unterfangungen trotz einwandfreier Ausführung nicht ohne Setzungen in einer Größenordnung von 0,5 cm zu bewerkstelligen sind.

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen uns keine aussagekräftigen Angaben über die Gründung des Bestandes vor. Es wird daher unbedingt empfohlen, die Gründungssituation des Bestandes im Vorfeld anhand von Aufgrabungen zu überprüfen.

7.2 Wasserhaltung

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten können zumindest temporär, abschnittsweise Wasser haltende Maßnahmen, aufgrund von lokalen Stau- und Schichtwasserzuflüssen, während der Bauphase nicht ausgeschlossen werden. Anfallendes Grund- und Schichtwasser sowie Tagwasser ist mittels offener Wasserhaltung über Drainagegräben, Pumpensümpfe und leistungsstarke Schmutzwasserpumpen filterstabil zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Speziell während anhaltender Niederschläge können verstärkt Schicht-, Sicker- und Oberflächenwasserzutritte erfolgen.

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

8 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Von den erbohrten natürlichen und aufgefüllten Bodenmaterialien wurde eine Mischprobe (MP1) zusammengestellt und labortechnisch auf die Parameter der LAGA-Richtlinie 2004 sowie die Ergänzungsparameter der Verfüllrichtlinie (Tab. 3b „unterer Bereich“) analysiert. Die Zusammenstellung der Probe kann aus Tabelle 3 entnommen werden.

Die Einstufung der Probe erfolgte anhand der Zuordnungswerte der LAGA „Boden“ aus dem Merkblatt *„Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 01.09.2018, 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 3 Ergebnisse der Laboranalyse – natürlicher und aufgefüllter Boden

Probe / Material	Entnahmestelle / Entnahmetiefe [m unter GOK]	LAGA-Parameter (Feststoff)	LAGA-Parameter (Eluat)	Einstufung nach Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ ¹⁾	AVV – Nr. ²⁾
MP 1	RKS 1 (0,50 – 2,30) RKS 2 (0,40 – 2,80) RKS 3 (0,40 – 2,20)	-	-	Z 0	17 05 04 (Boden und Steine)

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)

¹⁾ Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Umwelt, Stand 01.09.2018²⁾ Abfallverzeichnis-Verordnung³⁾ 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 unbelastet fällt in die LAGA-Zuordnungs-kategorie **Z 0**.

Zur weiteren abfalltechnischen Einstufung wurde die Mischprobe nach der „Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen (Verfüllrichtlinie)“ vom 17.02.2014 bewertet. Die Analyseergebnisse sind im Anhang den Grenzwerten der hess. Verfüllrichtlinie gegenübergestellt.

In der folgenden Tabelle werden die für die Einstufung relevanten Parameter mit erhöhten Konzentrationen benannt:

Tabelle 4 Überschreitungparameter nach hess. Verfüllrichtlinie

Probenbezeichnung	Oberer Verfüllbereich	Mittlerer Verfüllbereich		Unterer Verfüllbereich	
	Tab 1 (Feststoff)	Tab 2a (Feststoff)	Tab 2b (Eluat)	Tab 3a (Feststoff)	Tab 3b (Eluat)
MP 1	-	-	-	-	Zink, Vanadium, Fluoranthren

PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

B-a-p = Benzo(a)pyren

n.a. = nicht analysiert

Aus der nachfolgenden Tabelle geht die Einbaumöglichkeit nach den Kriterien der hess. Verfüllrichtlinie hervor (siehe umseitig).

Tabelle 5 Einbaumöglichkeit nach hess. Verfüllrichtlinie

Probenbezeichnung	Oberer Verfüllbereich	Mittlerer Verfüllbereich	Unterer Verfüllbereich
MP 1	Einbau möglich	Einbau möglich	kein Einbau möglich

n.a. = nicht analysiert

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 günstigere und 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 Bodenmaterial 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 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 Erdarbei-

ten ergänzende Baggerschürfe zur erneuten Beprobung der Bodenmaterialien erforderlich werden.

9 HINWEISE ZUR EUROPÄISCHEN GRUNDBAUNORMUNG (EC 7)

Die geplante Baumaßnahme ist gemäß DIN 1054 / DIN 4020 aufgrund der bisherigen Erkundungsergebnisse, Projektinformationen und Annahmen (Lasten, Hanglage, Auffüllungen, etc.) 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).

Nach Vorlage weiterer Planungsdetails (Höheneinstellung) bzw. Überprüfung der angenommenen Lasten (u.a. Lastangaben von Stützen, Wänden sowie Vorgaben an das Setzungsverhalten) ist die Verbindlichkeit der, in dem vorliegenden Entwurfsbericht ausgearbeiteten Empfehlungen, zu prüfen. Ggf. sind dann für konkrete Gründungsempfehlungen ergänzende Erkundungen (z.B. Baggerschürfe) auszuführen, welche dann insgesamt in einem weiteren Geotechnischen Bericht (Endplanung) zusammengefasst werden müssen. Für die Bauphase ergeben sich Kontrollpflichten z.B. in Form von Verdichtungskontrollen und Baugrundabnahmen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

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

Geonorm GmbH



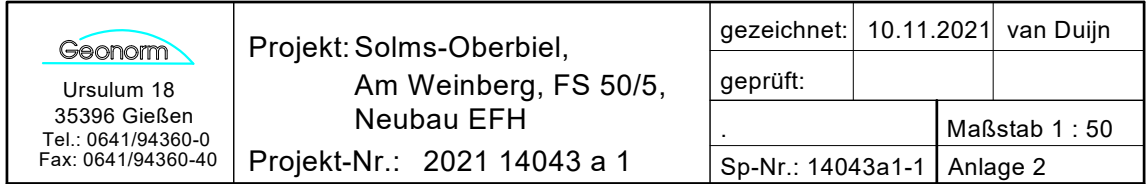
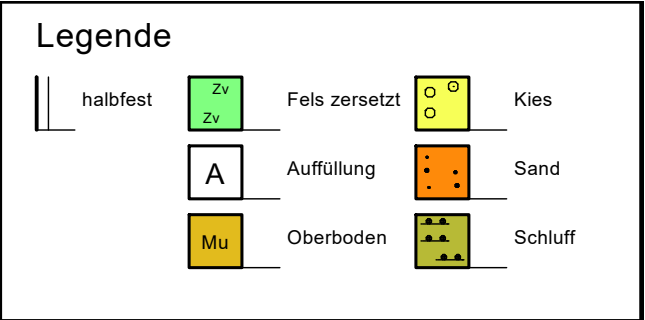
Markus Riegels
Dipl.-Geologe

Gießen, 17.11.2021

Jan Legner
B.Sc. Angewandte Geowissenschaften

10 ANLAGEN

- Anlage 1 Lageplan, mit Eintragung der Aufschlusspositionen, M 1 : 100
- 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
- Anlage 5 Probenahmeprotokoll MP 1 in Anlehnung an LAGA PN 98



Anlage 3

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

Geonorm GmbH
Ursulum 18

Dreieich, 16.11.2021

35396 Gießen

Prüfbericht 2167433

Auftraggeber: Geonorm GmbH
Projektleiter: Herr Legner
Auftrags-Nr.: vom 09.11.2021
Auftraggeberprojekt: 202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5
Probenahmedatum: 27.10.2021
Probenahmeort: Solms-Oberbiel
Probenahme durch: Auftraggeber
Probengefäße: Glasgefäß
Mind. eine Probe ohne Headspace oder mind. ein beiliegendes
Headspace defekt (s. Bemerkung zu den Einzelproben)
Eingang am: 10.11.21
Beginn/Ende Prüfung: 10.11.2021 / 15.11.2021

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: 2167433

16.11.2021

Auftraggeberprojekt: 202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	27.10.2021			
Labornummer:	2167433-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:	methanolüberschichtete Teilprobe für leichtflüchtige Parameter wurde im Labor abgefüllt.			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	88	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	4,5	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	2,9	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	21	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	29	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	23	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	100	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
TOC	0,32	% 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. Altlasten Bd.7 T.4
Dichlormethan	u.d.B.	µg/kg TS	500	
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: 2167433

16.11.2021

Auftraggeberprojekt: 202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	27.10.2021			
Labornummer:	2167433-001			
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	
Fluoranthren	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)fluoranthren	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthren	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	0,00	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,00	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: 2167433

16.11.2021

Auftraggeberprojekt: 202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	27.10.2021			
Labornummer:	2167433-001			
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	7,5			DIN EN ISO 10523
Elektrische Leitfähigkeit	27	µS/cm		DIN EN 27888
Chlorid	u.d.B.	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	u.d.B.	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

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

Geonorm GmbH
Ursulum 18

Dreieich, 16.11.2021

35396 Gießen

Prüfbericht 2167433A

Auftraggeber:	Geonorm GmbH
Projektleiter:	Herr Legner
Auftrags-Nr.:	vom 09.11.2021
Auftraggeberprojekt:	202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5
Probenahmedatum:	27.10.2021
Probenahmeort:	Solms-Oberbiel
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probengefäße:	Glasgefäß
Eingang am:	10.11.21
Beginn/Ende Prüfung:	10.11.2021 / 16.11.2021

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/qualitatssicherung.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: 2167433A

16.11.2021

Auftraggeberprojekt: 202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	27.10.2021			
Labornummer:	2167433A-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraction			
Bemerkung:				
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	88	%		DIN EN 14346
Bestimmungen im Eluat - (DIN 19529)				
Fluorid	0,36	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1
Chlorid	u.d.B.	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1
Nitrat	1,5	mg/l	0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	2,8	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403
Ammonium	0,028	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	53	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	12	µg/l	2	DIN EN ISO 17294-2
Zink	61	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2
Phenolindex	u.d.B.	mg/l	0,008	DIN EN ISO 14402

Prüfbericht: 2167433A

16.11.2021

Auftraggeberprojekt: 202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5

Probenbezeichnung:	MP 1			
Probenahmedatum:	27.10.2021			
Labornummer:	2167433A-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:				
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Bestimmungen im Eluat - (DIN 19529)				
Naphthalin	0,038	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Acenaphthylen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Acenaphthen	0,017	µg/l	0,01	
Fluoren	u.d.B.	µg/l	0,01	
Phenanthren	0,014	µg/l	0,01	
Anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	
Fluoranthren	0,033	µg/l	0,01	
Pyren	0,022	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	0,12	µg/l		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,09	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

Projekt:	202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5		
Prüfbericht-Nr.:	2167433	Probenbezeichnung:	MP 1
Labor-Nr.:	2167433-001	Probenahmedatum:	27.10.2021

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	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	4,5	Z 0
Blei	mg/kg TS	70	140	210	700	2,9	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	1	1	3	10	u.d.B.	Z 0
Chrom ges.	mg/kg TS	60	120	180	600	21	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	40	80	120	400	29	Z 0
Nickel	mg/kg TS	50	100	150	500	23	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	100	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	0,32	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	7,5	Z 0
Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	27	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	u.d.B.	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	u.d.B.	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.

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:	202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5			
Prüfbericht-Nr.:	2167433	Probenbezeichnung:	MP 1	
Labor-Nr.:	2167433	Probenahmedatum:	27.10.2021	
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	4,5
Blei	100	70	40	2,9
Cadmium	1,5	1	0,4	u.d.B.
Chrom	100	60	30	21
Kupfer	60	40	20	29
Nickel	70	50	15	23
Quecksilber	1	0,5	0,1	u.d.B.
Zink	200	150	60	100
Thallium	1	0,7	0,4	u.d.B.
Parameter	Humusgehalt		Prüfergebnis	
	> 8%	≤ 8%		
Summe PAK (16 n. EPA)	10	3	0	
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:	202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5		
Prüfbericht-Nr.:	2167433	Probenbezeichnung:	MP 1
Labor-Nr.:	2167433	Probenahmedatum:	27.10.2021
Anhang I - Grenzwerte für die Verwertung Tabelle 2: Mittlerer Verfüllbereich Tabelle 2a - Feststoff [mg/kg]			
Parameter	Grenzwert		Prüfergebnis
Arsen ^{b)}	15		4,5
Blei	140		2,9
Cadmium ^{a)}	1		u.d.B.
Chrom	120		21
Kupfer	80		29
Nickel	100		23
Quecksilber	1		u.d.B.
Zink	300		100
Thallium ^{c)}	0,7		u.d.B.
Summe PAK (16 n. EPA)	3		0
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		7,5
Leitfähigkeit	< 500 µS/cm		27
Arsen	10		u.d.B.
Blei	40		u.d.B.
Cadmium	2		u.d.B.
Chrom ges.	30		u.d.B.
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		u.d.B.
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:	202114043a1 Solms-Oberbiel, Am Weinberg FS 50/5		
Prüfbericht-Nr.:	2167433	Probenbezeichnung:	MP 1
Labor-Nr.:	2167433	Probenahmedatum:	27.10.2021

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	4,5
Blei	100	70	40	2,9
Cadmium	1,5	1	0,4	u.d.B.
Chrom	100	60	30	21
Kupfer	60	40	20	29
Nickel	70	50	15	23
Quecksilber	1	0,5	0,1	u.d.B.
Zink	200	150	60	100
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
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	0,36
Chlorid	250 mg/l	u.d.B.
Nitrat	50 mg/l	1,5
Sulfat	250 mg/l	2,8
Cyanid gesamt ²⁾	0,005 mg/l	u.d.B.
Ammonium	0,5 mg/l	0,028
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	61
Thallium	0,8	u.d.B.
Antimon	5	u.d.B.
Barium	340	u.d.B.
Bor	740	53
Cobalt	8	u.d.B.
Molybdän	7	u.d.B.
Selen	7	u.d.B.
Vanadium	4	12
Phenolindex	0,008 mg/l	u.d.B.
Naphthalin	Summe 1	0,038
2-Methylnaphthalin		u.d.B.
1-Methylnaphthalin		u.d.B.
Acenaphthylen		u.d.B.
Acenaphthen	-	0,017
Fluoren	-	u.d.B.
Phenanthren	-	0,014
Anthracen	0,01	u.d.B.
Fluoranthren	0,025	0,033
Pyren	-	0,022
Benz(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)perylene	0,025	u.d.B.
Summe 16 PAK n. EPA	-	0,12
Summe 15 PAK (o. Naph.)	0,2	0,09
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

Anlage 5

In Anlehnung an LAGA PN 98

F:\Projekt\2021\14043a1\14043a1 Labor\14043a1 PN-Protokoll.docx