

Anlage 4

Baugrunduntersuchung (Geonorm vom Juni 2020)

**Mainhausen - Zellhausen,
Wohngebiet „Zellhausen Süd“**

Baugebieterschließung

- ergänzende Baugrunduntersuchung -

Projekt- Nr. 202013235a1

Auftraggeber: Terramag GmbH, Hanau

Gutachter: Dipl. - Geol. Karsten Langguth
Dipl. - Geol. Norbert Weller

Datum: 09.06.2020

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	6
5. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	8
5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete	8
5.2 Bemessungswasserstand	8
5.3 Bodendurchlässigkeit	8
5.4 Versickerungsvermögen	9
6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN -	
WOHNBAU	10
6.1 Baugrundbeurteilung Wohnbebauung	10
6.2 allgemeine Gründungsempfehlung Wohnbebauung	10
7. BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN -	
KANALBAU	11
7.1 Gründung der Kanalleitung	11
7.2 Leitungszone / Rohraufleger	11
7.3 Bodenpressungen für Schachtbauwerke	12
7.4 Kanalgraben / Wasserhaltung / Auftriebssicherung	12
7.4.1 Kanalgraben / Baugrube	12
7.4.2 Wasserhaltung	13
7.4.3 Auftriebssicherung	14
7.5 Rückverfüllung / Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen	14
7.5.1 Rückverfüllung / Wiedereinbau	14
7.5.2 Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen	15
8. BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN -	
STRASSENBAU	16

8.1	vorhandener Straßenaufbau	16
8.2	Empfehlungen zum Straßenneuaufbau	16
9.	ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG	19
9.1	Schwarzdecke	19
9.2	natürlicher Boden	20
10.	SCHLUSSBEMERKUNGEN	22
11.	ANLAGEN	23

TABELLENVERZEICHNIS

		Seite
Tabelle 1	Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18319	6
Tabelle 2	Charakteristische Bodenkennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte	7
Tabelle 3	Mächtigkeit Straßenaufbau – Babenhäuser Straße und Wirtschaftsweg	16
Tabelle 4	Ergebnis der Laboranalyse – Schwarzdecke	19
Tabelle 5	Ergebnisse der Laboranalyse – natürlicher Boden	20

1. AUFTRAG

Die Terramag GmbH aus Hanau erteilte der Geonorm GmbH mit Schreiben vom 07.04.2020 den Auftrag, zur geplanten Erschließung des Baugebietes „Zellhausen Süd“ in Mainhausen - Zellhausen ergänzende Baugrunduntersuchungen durchzuführen und diese gutachterlich zu bewerten. Weiterhin sind die erbohrten Materialien abfalltechnisch zu untersuchen.

Das Baugrundgutachten soll beinhalten:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN EN ISO 14688-1:2011-06
- geotechnische Klassifikation der Schichten nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300 und DIN 18301, Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17¹
- Angabe relevanter geotechnischer Bodenkennwerte; Einteilung in Homogenbereiche
- Aussagen zur Grundwassersituation und Versickerungsmöglichkeiten auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse
- Angaben zur allgemeinen Bebaubarkeit (Gründung von Gebäuden)
- Gründungsempfehlungen für den Kanal- und Straßenbau
- Empfehlungen zur Anlage von Kanalgräben und deren Sicherung
- Empfehlungen zur Wasserhaltung
- Angaben zur Grabenrückverfüllung und Wiederverwendung der angetroffenen Bodenmaterialien sowie zu den Material- und Verdichtungsanforderungen
- Gründungsempfehlungen für den Straßenbau
- abfalltechnische Bewertung der Analysenergebnisse

2. UNTERLAGEN / MASSNAHMEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen dienen zur Beurteilung der Baugrundsituation:

[1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 5919 (Seligenstadt), M 1 : 25.000

¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (Fassung 2017)

- [2] Topographische Karte von Hessen, Blatt 5919 (Seligenstadt), M 1 : 25.000
- [3] Baugrundgutachten zur Baugebietserschließung Wohngebiet „Zellhausen Süd“ in Mainhausen-Zellhausen der Geonorm GmbH unter der Projekt-Nr. 201912604a1 vom 29.04.2019
- [4] Übersichtsplan vom 08.10.2019, ohne Maßstab; zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber
- [5] Ergebnisse der Außenarbeiten vom 13. und 20.05.2020:
- 5 Rammkernsondierungen (RKS) bis max. 4,3 m unter Geländeoberkante (u. GOK)
 - Nivellement der Sondier- und Bohransatzpunkte
- Festpunkte = Kanaldeckel in der Babenhäuser Straße und Friedensstraße
(siehe Anlage 1)
- Festpunkthöhe = FP 1: 124,26 m NHN; FP 2: 127,14 m NHN; FP 3: 125,21 m NHN;
FP 4: 122,93 m NHN
- [6] Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchungen (Schwarzdecke, natürlicher Boden)

3. SITUATION

Das Untersuchungsareal liegt am südlichen Ortsrand von Zellhausen auf einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche. Der Steinweg begrenzt das Areal nach Westen und die Babenhäuser Straße nach Osten. Nach Norden folgt Wohnbebauung und nach Süden ein Feldweg mit weiteren landwirtschaftlichen Nutzflächen (siehe Foto 1). Die Geländehöhen im Untersuchungsgebiet (bezogen auf die einzelnen Ansatzpunkte) liegen zwischen 122,78 m NHN (RKS 4) und 126,64 m NHN (RKS 3). Zwei Sondierungen (RKS 1 und 2) wurden auf bzw. nahe der Babenhäuser Straße zur Feststellung des vorhandenen Verkehrsflächenaufbaus abgeteuft (siehe Foto 2).

Die Grundwasserfließrichtung ist vermutlich nach Nordosten in Richtung des Vorfluters Mühlbach anzunehmen, welche ca. 650 m nordöstlich des Areals in nördliche Richtung dem Main als Hauptvorfluter zuströmt.



Foto 1 und 2: RKS 3 mit Blick nach Nordwesten auf das Erschließungsgebiet und RKS 2 auf der Babenhäuser Straße

Es ist geplant, das Areal als Wohngebiet zu erschließen. Bereits im Jahr 2019 fanden Baugrunduntersuchungen in einer direkt nordwestlich angrenzenden Fläche statt und sind unter /3/ dokumentiert. Mit dem nun zu untersuchten Gebiet soll das geplante Wohngebiet erweitert werden. Seitens des Auftraggebers liegen über die Lage von geplanten Straßen und Gebäuden sowie Tiefen und Dimensionen von geplanten Leitungstrassen bisher keine Angaben vor.

4. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Gemäß den Ergebnissen der Außenarbeiten und der geologischen Karte wird der natürliche Untergrund von quartären Ablagerungen des Mains gebildet. Als jüngste Ablagerung wurde im bestehenden Straßenverlauf anthropogenes Auffüllungsmaterial aus dem Straßenbau angetroffen.

4.1 Schichtenbeschreibung

Für die Zusammensetzung der einzelnen Schichten und deren Mächtigkeit verweisen wir auf die Bohrprofilardarstellung in der Anlage 2. Gemäß der Geländeansprache können im Wesentlichen folgende Bodenhorizonte unterschieden werden:

Oberboden

Im Bereich der Sondierungen RKS 3 und 4 wurde ein graubraun gefärbter, ca. 0,3 m mächtiger Oberboden aus schwach schluffigem Sand erbohrt. Dieser wies im Bereich der RKS 3 anthropogene Fremdbestandteile in Form von umgelagerten Ziegelresten auf.

Oberflächenbefestigung

Mit den in der Babenhäuser Straße sowie im östlich gelegenen Wirtschaftsweg abgeteuften Sondierungen RKS 1 und 2 wurde eine 0,05 und 0,07 m mächtige Oberflächenbefestigung aus Schwarzdecke erbohrt. Diese war nach Farbe und Geruch unauffällig. Ebenfalls unauffällig ist die Schwarzdecke im Wirtschaftsweg in Verlängerung zum Steinweg nahe der RKS 5, deren Mächtigkeit mit ca. 0,04 m angegeben werden kann.

Auffüllung

Ab der Geländeoberkante der Sondierung RKS 5 sowie direkt unterhalb der Oberflächenbefestigung aus Schwarzdecke der RKS 1 und 2 wurden bis 0,4 und max. 1,5 m u. GOK braun, dunkelbraun, grau und rotbraun gefärbte Auffüllungen erbohrt. Die Auffüllungsmaterialien sind rollig ausgebildet und lassen sich bodenmechanisch als Sand sowie Sand-Kies-Gemisch mit teils schluffigen Anteilen beschreiben. In der RKS 2 wurde zudem oberflächennah eine Lage aus Material in Stein- und Kies Korngröße angetroffen. Neben gebrochenem Schotter wurden keine anthropogenen Fremdbestandteile beobachtet. Sensorische Auffälligkeiten (Farbe, Geruch) wurden nicht festgestellt.

Nach Auswertung der Bohrwiderstandsdiagramme können die rolligen Auffüllungsmaterialien im Bereich der RKS 1 und 2 bis ca. 0,5 m Tiefe erfahrungsgemäß als dicht gelagert und im Bereich der RKS 5 als locker gelagert beurteilt werden.

Ablagerungen des Mains

Direkt unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllungen folgen in allen Sondierungen bis zur jeweiligen Bohrendtiefe von max. 4,3 m u. GOK die natürlichen Ablagerungen des Mains. Je nach dominierender Korngröße können die Ablagerungen in bindige (Schluff, Ton) oder rollige Bodenmaterialien (Sand) unterteilt werden. Im Untersuchungsbereich wurden bindige Bodenmaterialien vorwiegend als Zwischenlage in den rolligen Ablagerungen erkundet. Die Ablagerungen des Mains weisen oberflächennah eine braune bis gelbbraune und im Grundwasserschwankungsbereich eine hellbraune, graue und hellgraue Färbung auf.

Die bindigen Ablagerungen können bodenmechanisch als schwach toniger bis toniger, sandiger Schluff bzw. Ton mit geringen Anteilen an Schluff und Sand beschrieben werden. Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wiesen sie eine steifplastische bis halbfeste Konsistenz auf.

Die rolligen Ablagerungen treten bodenmechanisch meist als gut sortierter Sand auf, der bis etwa 2 – 3 m u. GOK schluffige Bestandteile in unterschiedlichen Anteilen aufweist. Die

Sondierung RKS 4 wies bei ca. 3,5 m u. GOK auch geringe organische Bestandteile und eine dunklere Färbung auf. Nach Auswertung der Bohrwiderstandsdiagramme können die natürlichen, rolligen Ablagerungen erfahrungsgemäß als mind. mitteldicht gelagert beurteilt werden.

Die feinsandreichen, bindigen Ablagerungen lassen sich aufgrund ihrer plastischen Eigenschaften in die Bodengruppe der leichtplastischen Schluffe (UL) und Tone (TL) einordnen, was sie als sehr wasserempfindlich charakterisiert. Außerdem verfügt das Material über thixotrope Eigenschaften. Die hohe Wasserempfindlichkeit sowie das thixotrope Verhalten 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 (= Bodenklasse 2) wechseln kann.

Die punktuelle Untersuchung mittels Rammkernsondierungen ergibt insgesamt ein repräsentatives Bild von der Untergrundsituation. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, 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 zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu.

Bezüglich des genauen Verlaufs der Schichtgrenzen, der Verbreitung und der Zusammensetzung der Bodentypen wird auf die SondierprofilDarstellungen in der Anlage 2 verwiesen.

4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkenwerte

Tabelle 1 Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18319

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogenbereich ⁽¹⁾	Frostklasse ZTV E-StB	Boden- gruppe DIN 18196	Boden- klassen DIN 18 300	Bohrarbeiten DIN 18301	Verdichtbar- keitsklassen ZTV A-StB
Oberboden	-	A	-	-	-	-	-
Auffüllung							
Kies-Sand-Gemisch, teils steinig	mitteldicht bis dicht	B	F1	[GW], [GE], [SE], [SW]	3 ⁽³⁾	BN	V 1
Kies-Sand-Gemisch, schluffig	locker bis dicht	C	F2, F3	[SW], [GW]	3 ⁽³⁾	BN 1, BN 2	V 2, V 3
Ablagerungen des Mains							
Schluff / Ton, sandig	steif	D	F3	UL/TL /UM/TM	4 ⁽²⁾	BB 2	V 3
	halbfest					BB 3	
Sand, schluffig	mitteldicht	E	F2, F3	SW, SU	3	BN 1, BN 2	V 2, V 3
Sand	mitteldicht	F	F1	SE, SI	3	BN	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 breiiger Zustandsform sind die bindigen Böden in die Bodenklasse 2 einzuordnen.

⁽³⁾ Es 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. Es ist insbesondere im Bereich der Bebauung (alte Fundamente etc.) sowie bei Vorhandensein unterirdischer Anlagen mit größeren Bestandteilen zu rechnen.

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]
Oberboden	-	A	-	-	-	-	-
Auffüllung							
Kies-Sand-Gemisch, teils steinig	mitteldicht bis dicht	B	18-19 / 10-11	0	0	32,5 – 40	30 – 150
Kies-Sand-Gemisch, schluffig	locker bis dicht	C	18-20 / 10-12	0 – 2	0	30 – 35	10 – 30
Ablagerungen des Mains							
Schluff / Ton, sandig	steif	D	19,5-20,5 / 9,5-10,5	3 – 8	50 – 100	22,5 – 27,5	8 – 10
	halbfest		20,5-21 / 10,5-11	6 – 10	80 – 200	22,5 – 27,5	10 – 14
Sand, schluffig	mitteldicht	E	18-20 / 10-12	0 – 1	0	32,5	30 – 70
Sand	mitteldicht	F	18/10	0	0	32,5	50 – 90

⁽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 13. und 20.05.2020 konnte aufgrund des vorzeitigen Verstärkens der tieferen Sondierungen ab ca. 3,9 m u. GOK kein freies Wasser eingemessen werden. Jedoch geben erbohrte natürliche, sehr feuchte Bodenmaterialien sowie eine hellere Färbung zur Tiefe hin einen Hinweis auf zumindest zeitweise vorhandenes Grundwasser.

In niederschlagsreichen Witterungsperioden sowie insbesondere während des Winterhalbjahres muss mit Schichtwasser auf den bindigen Zwischenlagen der natürlichen Ablagerungen sowie einem höheren Grundwasserstand gerechnet werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt nach Angaben des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Wiesbaden, in keinem Wasserschutzgebiet.

5.2 Bemessungswasserstand

Für die Festlegung eines Bemessungswasserstandes sind langjährige Grundwasserbeobachtungen notwendig. Hierzu sind die Erfahrungen aus dem benachbarten Bestand zu berücksichtigen. Weiterhin sind die Grundwassermessdaten der in der Nähe liegenden Grundwassermessstellen bei den zuständigen Behörden planungsseitig anzufordern.

Freies Grundwasser konnte zum Zeitpunkt der Außenarbeiten aufgrund des vorzeitigen Verstärkens der tieferen Sondierungen nicht eingemessen werden. Wegen der vorhandenen Hanglage ist eine Angabe eines vorläufigen Bemessungswasserstandes nicht sinnvoll.

5.3 Bodendurchlässigkeit

Gemäß der DIN 18130-1 können für die erbohrten, natürlichen Ablagerungen des Mains erfahrungsgemäß folgende Durchlässigkeitsbeiwerte k_f angegeben werden:

- Schluff / Ton, sandig $k_f = 1 \times 10^{-6}$ bis 1×10^{-9} m/s,
- Sand, schluffig $k_f < 1 \times 10^{-5}$ bis 1×10^{-7} m/s,
- Sand $k_f = 1 \times 10^{-4}$ bis 1×10^{-5} m/s.

Die erbohrten natürlichen Ablagerungen des Mains am Untersuchungsstandort sind gemäß der DIN 18130-1 nur für die feinkornarmen und -freien Sand-Ablagerungen als durchlässig zu bezeichnen. Die schluffreichen Sande und bindigen Ablagerungen sind als schwach und sehr schwach durchlässig zu beurteilen.

5.4 Versickerungsvermögen

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. vom April 2005 wird eine entwässerungstechnische Versickerung in Lockergesteinen bei einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis 1×10^{-6} m/s als sinnvoll angesehen. Bei k_f -Werten $< 1 \times 10^{-6}$ m/s besagt o. g. Regelwerk, dass eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet ist, sodass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorgesehen werden muss (z. B. Drosselabfluss oder Überlauf an ein örtliches Kanalnetz).

Die angetroffenen natürlichen Ablagerungen des Mains weisen aufgrund ihrer abgeschätzten Durchlässigkeit nur im Bereich der feinkornarmen bis -freien, rolligen Bodenmaterialien (schwach schluffiger Sand und Sand) eine ausreichende bis gute Versickerungseignung auf. Es wird empfohlen, Versickerungsanlagen so anzuordnen, dass ihre Sohle mind. in den feinkornarmen Sanden zu liegen kommt.

Unabhängig von unseren Empfehlungen sind unbedingt die zuständigen Fachbehörden bezüglich der zulässigen Rahmenbedingungen bei der Versickerung von Niederschlagswasser zu befragen bzw. die Planung im Vorfeld des eigentlichen Genehmigungsverfahrens mit diesen abzustimmen. Weiterhin empfehlen wir die Ausführung von Versickerungsversuchen im Bereich von geplanten Versickerungsanlagen.

6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN - WOHNBAU

Gemäß der aktuellen Ausgabe der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 gehört Mainhausen-Zellhausen zu der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse S.

6.1 Baugrundbeurteilung Wohnbebauung

Der vorhandene Oberboden ist generell für eine Gründung nicht geeignet und aus dem Gründungsbereich zu entfernen. Die vorhandenen rolligen, geringmächtigen Auffüllungen sind als gut verdichtbar zu beurteilen und können nach erfolgter, kontrollierter Nachverdichtung für einen Wiedereinbau verwendet werden. Die entsprechenden umwelt- / abfalltechnischen Vorgaben der Behörden sind dabei einzuhalten.

Natürliche, bindige und feinkornreiche rollige Bodenmaterialien der Main-Ablagerungen weisen ohne Zusatzmaßnahmen nur bei mind. steifplastischer Konsistenz für den ein- bis zweigeschossigen Wohnbau eine ausreichende Tragfähigkeit auf. Die darunter folgenden, natürlichen und erfahrungsgemäß mind. mitteldicht gelagerten, feinkornarmen Sande des Mains sind als gut tragfähig zu beurteilen. Ggf. aufgeweichte, bindige Bodenmaterialien sind als nicht ausreichend tragfähig zu beurteilen.

6.2 allgemeine Gründungsempfehlung Wohnbebauung

Bei einer Bebauung des Untersuchungsareals mit 1- bis 2-geschossigen Wohnhäusern kann auf den natürlichen bindigen, mind. steifplastischen bzw. rolligen, mind. mitteldicht gelagerten Ablagerungen des Mains gegründet werden. Ggf. durch nasse Witterung verursachte aufgeweichte Bodenmaterialien im Gründungsniveau sind mittels Bindemittel (z. B. Kalk-Zement) zu verbessern oder durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Es wird empfohlen, je geplanten Gebäudestandort Einzeluntersuchungen zur Gründung sowie ggf. abfalltechnische Untersuchungen durchzuführen.

7. BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN - KANALBAU

Gemäß der aktuellen Ausgabe der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 gehört Mainhausen-Zellhausen zu der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse S.

Über die Kanalsohlentiefe und die Dimensionierung der vorgesehenen Leitungen liegen bauseits bisher keine Angaben vor. Für die Gründungsempfehlung der Kanalleitung wird von einer Verlegetiefe auf Höhe der Bestandsleitungen im Anschlussbereich von ca. 1,9 bis 2,4 m u. GOK ausgegangen. Unter Berücksichtigung des Rohrauflegers und der Rohrwandstärke ist vorläufig mit Grabentiefen von bis zu ca. 3,0 m u. GOK auszugehen.

Nach den Sondierergebnissen liegt die angenommene Aushubsohle der vorgesehenen Kanalleitungen innerhalb der natürlichen, meist rolligen Ablagerungen des Mains. Freies Grundwasser wurde bei den Bohrungen bis zur Bohrendtiefe von max. 4,3 m u. GOK nicht angetroffen.

7.1 Gründung der Kanalleitung

Die natürlichen rolligen Ablagerungen des Mains sind als gut und bindige, mind. steifplastische Ablagerungen als ausreichend tragfähig zu bewerten. Ggf. aufgeweichte, bindige Bodenmaterialien in der Rohrsohle weisen keine ausreichende Tragfähigkeit auf und müssen ausgetauscht werden. Die aufgeweichten Materialien sind bis auf mindestens steifplastischen Boden oder bis auf den unterlagernden Sand bzw. bis mind. 0,5 m unter der geplanten Rohrsohle auszukoffern und durch gut verdichtbares Schottermaterial (0/32 - 0/56) zu ersetzen. 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 Schotters im Bereich der aufgeweichten Bodenschichten verhindert. Der Aushub sollte generell in kurzen Abschnitten und mittels Glattlöffel erfolgen, um das Bodengefüge nicht zu zerstören.

7.2 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: \leq 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 Rohr- / Anschlussleitung 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) bzw. 40 mm (bei $>$ 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.

7.3 Bodenpressungen für Schachtbauwerke

Schachtbauwerke können auf den natürlichen bindigen, mindestens steifplastischen bzw. rolligen, mind. mitteldicht gelagerten Ablagerungen des Mains gegründet werden. Hierbei sollte eine max. Bodenpressung (aufnehmbarer Sohldruck) von 200 kN/m² nicht überschritten werden. In Abhängigkeit der Bauwerksdimension und der Auslastung ist mit Setzungen von bis zu 2,0 cm zu rechnen. Bindige, aufgeweichte Lehme sind aus der Gründungssohle vollständig zu entfernen.

7.4 Kanalgraben / Wasserhaltung / Auftriebssicherung

7.4.1 Kanalgraben / Baugrube

Unter Berücksichtigung der erforderlichen Aushubtiefe sowie der in den rolligen Ablagerungen des Mains nicht ausreichend standsicheren Böschung (bei $>$ 45°) wird der Einsatz von Verbaulementen oder eines Kammerdielenverbaus empfohlen.

Die Verbaulemente sind erschütterungsfrei - dem eigentlichen Aushub voreilend bzw. gleichlaufend - den statischen Erfordernissen gemäß in den Untergrund einzubringen. Es ist auf einen kraftschlüssigen Anschluss der Verbaulemente an die umgebenden Bodenschichten zu achten. Es gelten grundsätzlich die Angaben der DIN 4124. 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.

Grundsätzlich können in Abhängigkeit von der Geländeneigung betretbare Baugruben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m bzw. sofern die obersten 0,5 m mit 45° vorgeböschet werden auch bis 1,75 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. Mit nachbrechenden Grubenwänden und damit verbundenen Mehrmassen muss generell und insbesondere im Sand gerechnet werden.

Bei größeren Einbindetiefen kann im Bauzustand (Lastfall 2 / BS-T) oberhalb des Grundwassers und weiteren, in der DIN 4124 definierten Randbedingungen unter folgenden, maximal zulässigen Winkeln geböschet werden:

- Auffüllung, generell $\beta \leq 45^\circ$
- Ablagerungen des Mains, mind. steifplastisch..... $\beta \leq 60^\circ$
- Ablagerungen des Mains, weichplastisch bzw. rollig $\beta \leq 45^\circ$

Die Standsicherheit von Böschungen ist nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 nachzuweisen, wenn u.a. die Standsicherheit von vorhandenen Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann sowie eine Böschung von mehr als 5,0 m Höhe erstellt wird. Daraus ergeben sich erfahrungsgemäß flachere Böschungswinkel oder erforderliche Sicherungsmaßnahmen. Diese und weitere in der DIN 4124 definierte Randbedingungen sind unbedingt zu beachten.

7.4.2 Wasserhaltung

Im Rahmen der Sondierungen wurde bis zur Bohrendtiefe von max. 4,3 m u. GOK kein freies Grundwasser angetroffen. Anfallendes Tagwasser ist während der Bauzeit über Drainagegräben, Pumpensümpfe und Schmutzwasserpumpen filterstabil zu fassen und kontrolliert abzuleiten.

7.4.3 Auftriebssicherung

Aufgrund der vorhandenen Hanglage ist die Angabe eines vorläufigen Bemessungswasserstandes nicht sinnvoll (siehe Kap. 5). Nach Vorlage von konkreten Planungsdetails ist die Notwendigkeit einer Auftriebssicherung zu überprüfen.

7.5 Rückverfüllung / Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen

7.5.1 Rückverfüllung / Wiedereinbau

In der Verfüllzone zwischen Leitungszone und Rohplanum (ca. 0,5 - 0,6 m unter späterer Oberkante der Verkehrsflächen) sollten im Bereich von Verkehrsflächen 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, Holz etc.) auszusortieren. Zum Wiedereinbau vorgesehener Erdaushub ist vor Witterungseinflüssen (u. a. Niederschläge), z. B. durch Abdecken mit Folie, zu schützen.

Die Wiedereinbaufähigkeit der beim Aushub anfallenden Materialien ist wie folgt zu beurteilen:

Auffüllungen

Erfahrungsgemäß weisen rollige Auffüllungen im erdfeuchten Zustand eine gute Verdichtbarkeit auf. Die entsprechenden umwelt- / abfalltechnischen Vorgaben der Behörden sind dabei einzuhalten.

natürlicher Boden (Ablagerungen des Mains)

Nach den Ergebnissen der abfalltechnischen Analysen können die natürlichen Bodenmaterialien vor Ort für einen Wiedereinbau (ggf. unter Zumischung von Bindemittel) genutzt werden (siehe Kapitel 9).

Alternativ ist geeignetes, gut verdichtbares Fremdmaterial zu verwenden.

7.5.2 Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen

Die Grabenrückverfüllung hat in Lagen von maximal 0,3 m (Schütthöhe vor der Verdichtung) zu erfolgen. Das Einbaumaterial ist lagenweise, z. B. mit einem mittelschwer wirkenden Verdichtungsgerät oder mittels Verdichtungsrad, zu verdichten. Der Wiedereinbau der Bodenmaterialien ebenso wie sämtliche Überschüttungs- und Einbauarbeiten hat gemäß den Angaben in der ZTV E-StB und den Erläuterungen hierzu zu erfolgen.

In der Leitungszone ist ein Verdichtungsgrad von 97 % der Proctordichte und darüber in Abhängigkeit des Feinkornanteils der einzubauenden Bodenmaterialien ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} > 98$ % nachzuweisen. In Anlehnung an die ZTV E-StB ist der Verdichtungsgrad punktuell nachzuweisen. Danach sind für Eigenüberwachungsprüfungen bei Leitungsgräben mindestens 3 Prüfpunkte je 150 m Länge pro m Grabentiefe erforderlich (Methode M 3).

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.

8. BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN - STRASSENBAU

8.1 vorhandener Straßenaufbau

In der östlich an das geplante Wohngebiet angrenzenden Babenhäuser Straße sowie dem daran anschließenden Wirtschaftsweg wurde jeweils eine Sondierung (RKS 1 und 2) zur Feststellung des Verkehrsflächenaufbaus sowie zur Probengewinnung abgeteuft. Die Mächtigkeit der Deckschicht bzw. der Tragschicht konnten aus den Ergebnissen der Rammkernsondierungen vom 13.05.2020 ermittelt werden. In der folgenden Tabelle 3 ist die Mächtigkeit des Straßenaufbaus aufgeführt.

Tabelle 3 Mächtigkeit Straßenaufbau – Babenhäuser Straße und Wirtschaftsweg

Prüfpunkt / Sondierpunkt	vorhandener Aufbau		
	Deckschicht / Art [cm]	ungebundene Tragschicht [cm]	gesamt [cm]
RKS 1 (Wirtschaftsweg)	Asphalt 5,0	10,0 Kies, sandig	15,0
RKS 2 (Babenhäuser Straße)	Asphalt 7,0	13,0 Steine, kiesig (Schotter); 25,0 Kies, sandig	45,0

8.2 Empfehlungen zum Straßenneuaufbau

Der frostsichere Oberbau sollte entsprechend der Bauklassenzuordnung nach RStO 12 vorgenommen werden. Bauseits liegen bisher keine Angaben zur Verkehrsflächenbelastung vor.

Das Planum des Verkehrsflächenaufbaus (außerhalb rückverfüllter Kanalgräben) wird aufgrund der Ergebnisse der Außenarbeiten in Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und F2 (bindige und feinkornreiche, rollige Ablagerungen des Mains) zu liegen kommen. Die angetroffenen bindigen Ablagerungen des Mains wiesen zum Zeitpunkt der Außenarbeiten eine steifplastische Zustandsform auf.

Die RStO 12 gibt für die Dicke des frostsicheren Oberbaus in Abhängigkeit der Belastungsklassen folgende Richtwerte an (Tabelle 6 der RStO, angenommen F3):

50 cm (Belastungsklasse Bk0,3 / (früher Bauklasse VI))

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

65 cm (Belastungsklasse Bk100 bis Bk10 (früher Bauklassen SV / I / II))

Durch die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse wie Frosteinwirkungszone, Lage der Gradienten, Lage der Trasse, 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 den uns vorliegenden Informationen ergeben sich folgende Randbedingungen:

- Frostwirkungszone I ± 0,0 cm
- ungünstige Wasserverhältnisse, da Schicht- und Grundwasser zeitweise oder dauernd höher als 1,5 m unter Planum + 5,0 cm

Aus den vorstehenden Randbedingungen ist der erforderliche, frostsichere Oberbau gemäß RStO um 5 cm zu erhöhen.

Auf dem Erdplanum ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ nachzuweisen (Mindestanforderungen an das Erd-/ Auffüllungsplanum gemäß ZTV E-StB und RStO 12²). Erfahrungsgemäß sind die o.g. Anforderungen in den anstehenden, bindigen Bodenmaterialien selbst bei guten Witterungsbedingungen und steifplastischer Zustandsform nicht erreichbar. Bei Niederschlägen kann es zusätzlich zu einem Aufweichen der Materialien kommen. Sofern die Werte nicht erreicht werden, ist eine Unterbauverstärkung aus z. B. Mineralgemisch (0/32 – 0/56) von mind. 0,2 m oder eine Verbesserung mit Bindemittel, z.B. Kalkzement, von mind. 0,3 m einzuplanen. Bei einer Bindemittelzugabe ist erfahrungsgemäß von 2 – 4 Gew.-% in Abhängigkeit der bindigen Anteile und des Wassergehalts des Bodens auszugehen (entspricht ca. 36 – 72 kg/m³). Der Einsatz von hydraulischem Bindemittel ist aufgrund der Staubentwicklung und der benachbarten Bebauung zu prüfen.

Die o.g. Anforderungen werden auf den rolligen Ablagerungen des Mains nur bei einer ausreichenden Schichtstärke von mind. 0,5 m, einer geeigneten Kornabstufung und einer kontrollierten Nachverdichtung erreicht (siehe hierzu auch unsere Empfehlungen aus Kap. 6.2).

² Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

Der Verhältniswert liegt jedoch materialbedingt meist bei $> 2,5$. Es wird empfohlen, Probefelder, z. B. zur Festlegung von Bindemittelzugaben, Unterbauschichtstärken u.a., anzulegen.

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 Frostschuttschichten aus frostsicherem Material der Körnung 0/32 bis 0/56 aufzubauen und lagenweise mit einem dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten. Die gemäß RStO 12 bzw. ZTV E 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.

9. ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG

9.1 Schwarzdecke

Im Rahmen der Außenarbeiten wurden wie vom Auftraggeber gefordert, zwei Einzelproben von der vorhandenen Schwarzdecke in der Babenhäuser Straße (RKS 2/1) sowie dem angrenzenden Wirtschaftsweg (RKS 1/1) entnommen (siehe Tabelle 4). Sie wurden hinsichtlich ihres Gehaltes an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feststoff labortechnisch untersucht. Die vollständigen Laborberichte sind dem Gutachten als Anlage 4 beigefügt.

Die abfalltechnische Bewertung der Analysen erfolgt auf Grundlage der Anforderungen des Merkblattes „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Staatliche Umweltämter vom Sept. 2018.

Die Analysen ergaben folgende Ergebnisse:

Tabelle 4 Ergebnis der Laboranalyse – Schwarzdecke

Probe	Entnahmetiefe [m]	Σ PAK nach EPA [mg/kg TS]	pechhaltig	Einstufung nach Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“	Verwertung	Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) – Nr.
RKS 1/1 (Wirtschaftsweg)	0,00 – 0,05	0,364	nein	Z 0	Heiß- und Kaltmischverfahren	17 03 02 (Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen)
RKS 2/1 (Babenhäuser Straße)	0,00 – 0,07	67,006	ja	>Z 2	Kaltmischverfahren	17 03 01* (kohlenteerhaltige Bitumengemische)

Die Schwarzdecke aus dem Bereich der RKS 1 (Wirtschaftsweg) kann vor Ort im Heiß- und Kaltmischverfahren wieder eingebaut werden. Schwarzdeckenaufbruch aus der Babenhäuser Straße (RKS 2) darf nur im Kaltmischverfahren wieder eingebaut werden.

Straßenaufbruchmaterialien sollten vorrangig einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Auf die „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01)“ wird hingewiesen.

9.2 natürlicher Boden

Von den erbohrten, natürlichen Bodenmaterialien wurde eine Mischprobe erstellt und labor-technisch auf die Parameter der LAGA-Richtlinie 2004 analysiert. Die Probenzusammenstellung kann der nachfolgenden Tabelle 5 entnommen werden.

Die abfalltechnische Bewertung der Analyse erfolgt auf Grundlage der Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Boden – Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel, Abteilung Staatliche Umweltämter vom September 2018 für die Bodenart „Sand“.

Die Analysenergebnisse sind den Zuordnungswerten des hessischen Merkblattes in der Anlage 3 im Anhang gegenübergestellt. Der vollständige Laborbericht ist dem Gutachten als Anlage 4 beigefügt.

Der Vergleich der in der Mischprobe ermittelten Parametergehalte mit den entsprechenden Zuordnungswerten des hessischen Merkblattes ergab folgende Ergebnisse:

Tabelle 5 Ergebnisse der Laboranalyse – natürlicher Boden

Probe / Material	Entnahmestelle / Entnahmetiefe [m unter GOK]	LAGA-Parameter (Feststoff)	LAGA-Parameter (Eluat)	Einstufung nach LAGA	Abfallverzeichnisverordnung (AVV) – Nr.
MP Boden 1	RKS 3 (0,3 – 2,2) RKS 4 (0,3 – 2,0) RKS 5 (0,6 – 2,8)	-	-	Z 0	17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)

Zuordnungswerte nach hessischem Merkblatt:

Z 0 (uneingeschränkter Einbau)

Z 0* (Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen)

Z 1 (eingeschränkter offener Einbau)

Z 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen)

In der untersuchten Bodenmischprobe wurden nach dem hessischen Merkblatt keine einstu- fungsrelevant erhöhten Gehalte festgestellt. Das untersuchte Bodenmaterial ist der **LAGA- Zuordnungs-klasse Z 0** zuzuordnen (siehe Tabelle 5).

Das Untersuchungsareal liegt in keinem Wasserschutzgebiet.

Das untersuchte Bodenmaterial darf vor Ort uneingeschränkt wieder eingebaut werden. Bei einer Verwendung nach außerhalb sind die Wiedereinbaukriterien nach der LAGA-Richtlinie sowie bei einer Entsorgung grundsätzlich die Annahmekriterien der Entsorger und Deponien zu berücksichtigen.

Es ist zu beachten, dass bei einer abschließenden Analyse 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 Ausschreibung und der Kostenschätzung berücksichtigt werden.

Im Raum Mittelhessen 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.

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 Probennahme nach 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. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die geplante Baumaßnahme ist gemäß DIN 1054 / DIN 4020 aufgrund der bisherigen Erkundungsergebnisse in Verbindung mit den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks (Leitungsgräben vorläufig bis 5 m Tiefe) in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen. Das vorliegende Gutachten ist daher nach DIN 4020 formal als Geotechnischer Entwurfsbericht einzustufen. Im Hinblick auf die seit Juli 2012 geltende europäische Grundbaunormung ergeben sich hieraus weitere Planungspflichten 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 bzw. Überprüfung der angenommenen Verlegetiefen, Verkehrslasten, Rohrdimensionen etc. ist die Verbindlichkeit der in dem vorliegenden Entwurfsbericht ausgearbeiteten Empfehlungen zu prüfen. Ggf. sind für konkrete Gründungsempfehlungen ergänzende Erkundungen 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

Gießen, den 09.06.2020

Norbert Weller

Dipl. - Geologe

Karsten Langguth

Dipl. - Geologe

Markus Riegels

Dipl. - Geologe, Geschäftsführer

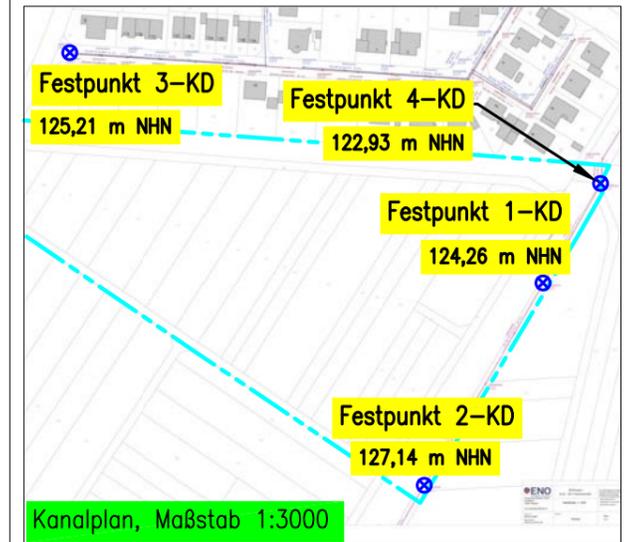
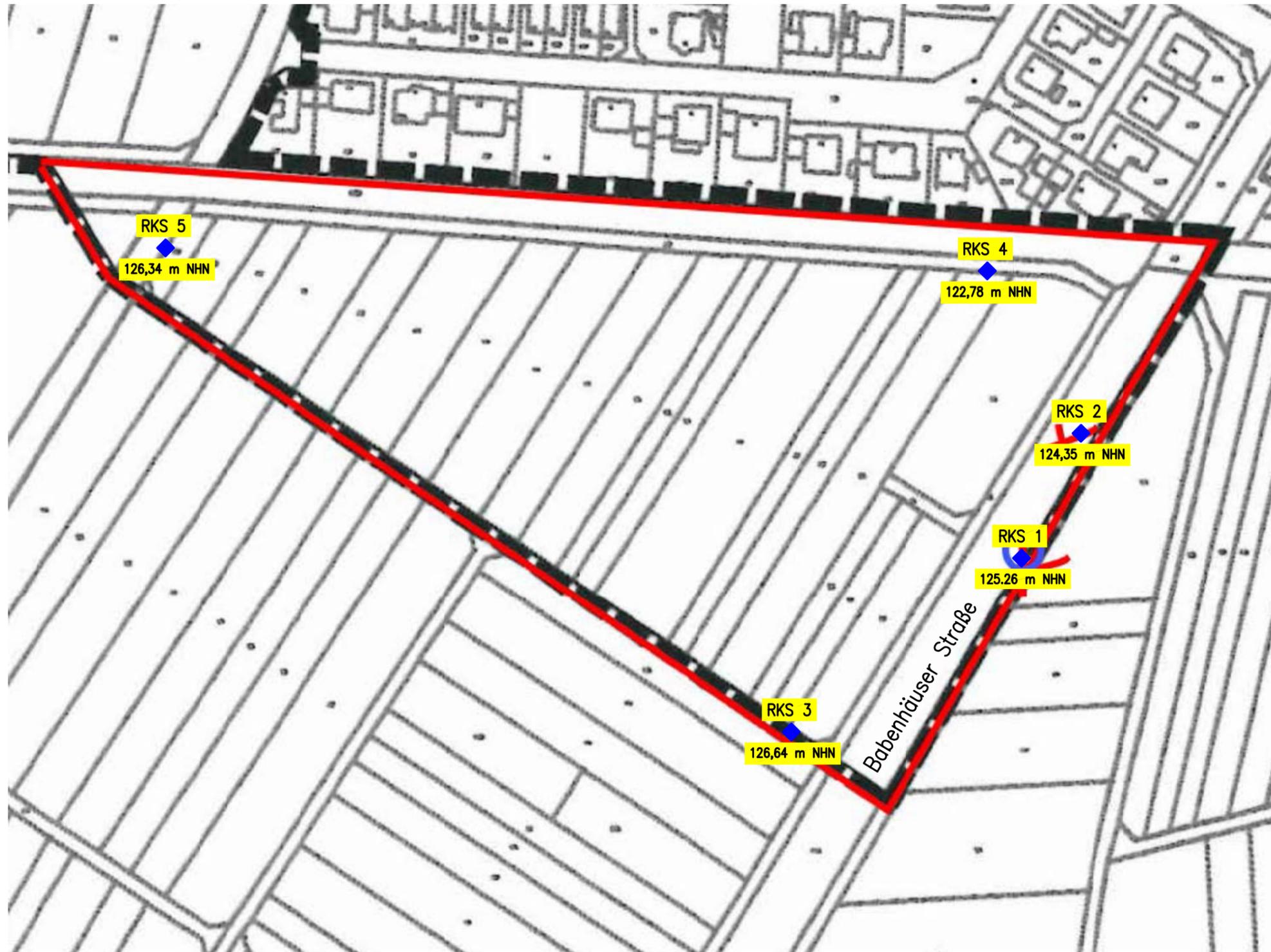
11. ANLAGEN

- Anlage 1 Lageplan, M 1 : 1.500, mit Eintragung der Aufschlusspunkte
- Anlage 2 Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN ISO EN 14688-1:2011-06
- Anlage 3 Tabelle zur Zuordnung der Bodenmischprobe gem. TR-LAGA
- Anlage 4 Analysenprotokolle zu den untersuchten Schwarzdecken-Einzelproben und der Bodenmischprobe



LEGENDE

- ◆ Rammkernsondierung mit Höhenwert



Geonorm

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

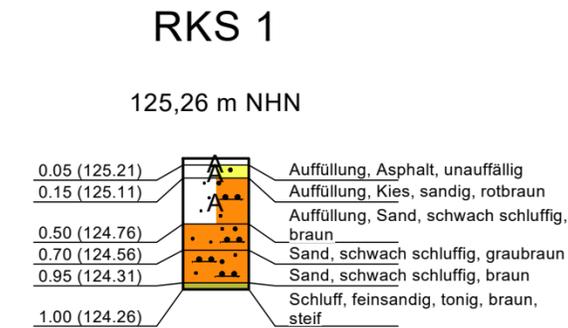
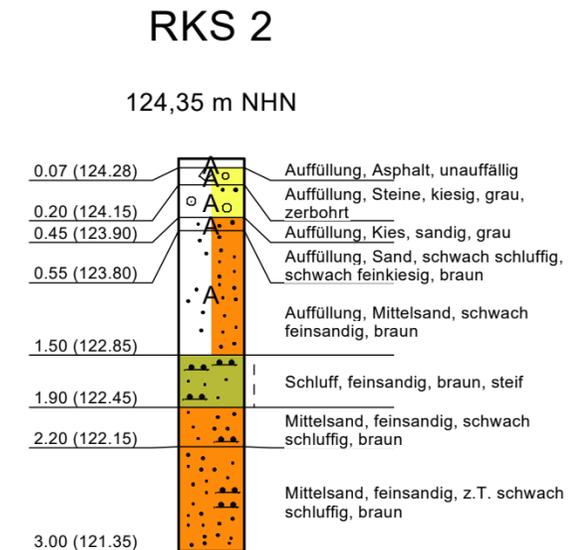
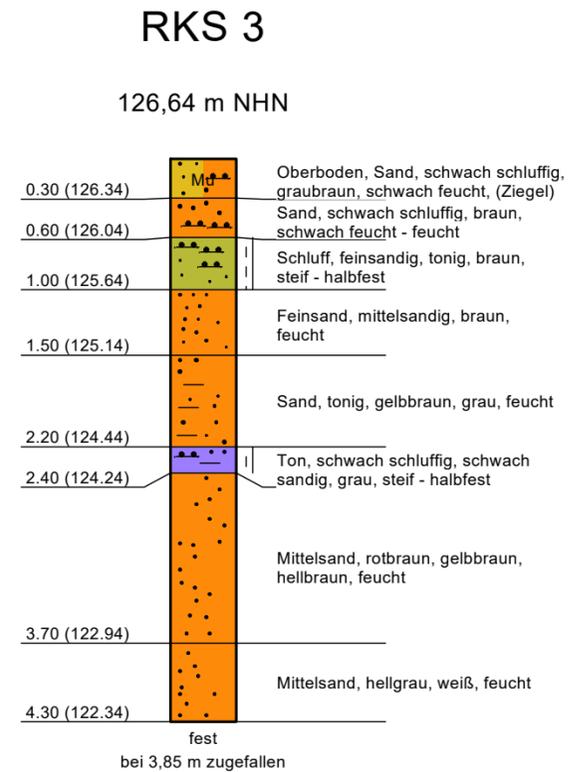
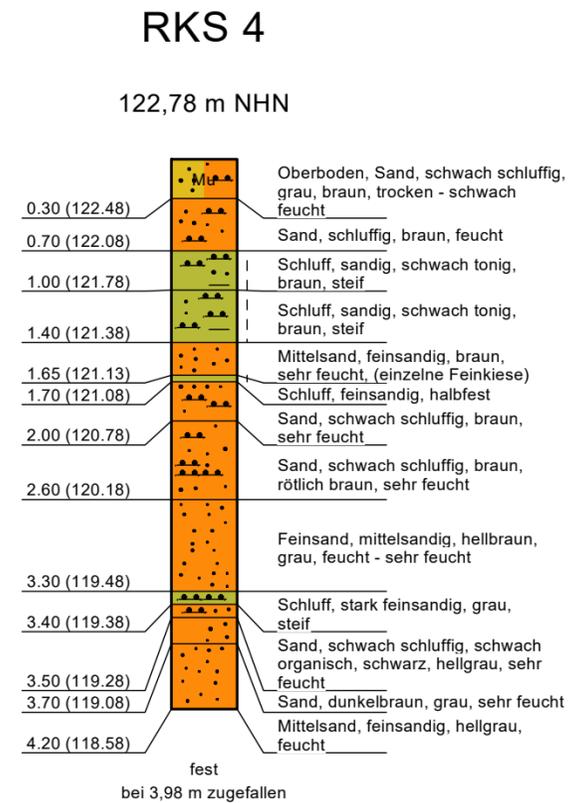
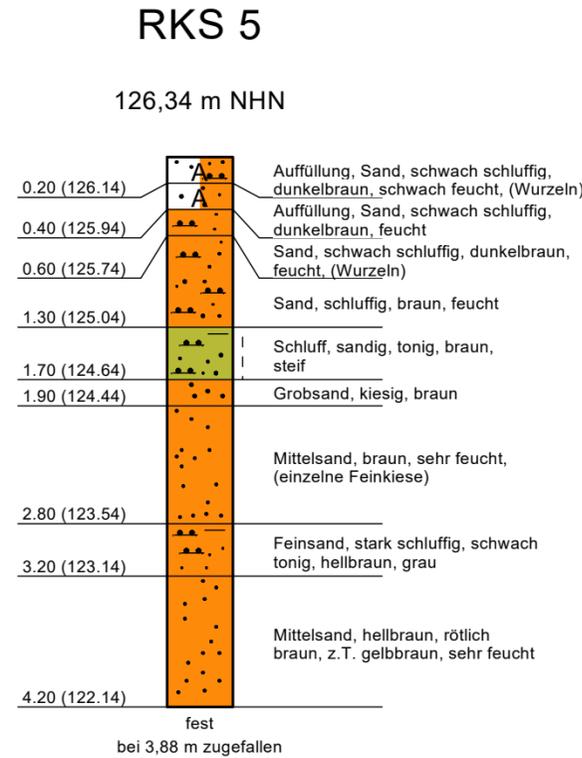
Lageplan mit Eintragung
der Bohrpunkte

Projekt: Mainhausen-Zellhausen, Wohn-
gebiet "Zellhausen-Süd"

Projekt-Nr.: 2020 13235 a 1

gezeichnet:	22.05.2020	van Duijn
geprüft:		
Maßstab:	1 : 1500	Anlage 1

m NHN
129.00
128.00
127.00
126.00
125.00
124.00
123.00
122.00
121.00
120.00
119.00
118.00



Legende

	halbfest	A	Auffüllung	■	Mittelsand
	steif - halbfest	Mu	Oberboden	■	Feinsand
	steif	◇	Steine	■	Sand
		○	Kies	■	Schluff
		■	Grobsand	■	Ton

 Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Mainhausen-Zellhausen, Wohngebiet "Zellhausen-Süd", BG-Erschließung Projekt-Nr.: 2020 13235 a 1	gezeichnet: 22.05.2020	van Duijn
		geprüft:	
		Maßstab 1 : 50	
		Sp-Nr.: 13235a1-1	Anlage 2

Anlage 3

Projekt:	202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet		
Prüfbericht-Nr.:	2034112	Probenbezeichnung:	MP Boden
Labor-Nr.:	2034112-001	Probenahmedatum:	20.05.2020

Analysenbefund Feststoff (Bodenart Sand):							
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	10	15	45	150	3,3	Z 0
Blei	mg/kg TS	40	140	210	700	5,2	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1	3	10	u.d.B.	Z 0
Chrom ges.	mg/kg TS	30	120	180	600	7,1	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	20	80	120	400	4,2	Z 0
Nickel	mg/kg TS	15	100	150	500	6,6	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	1	1,5	5	u.d.B.	Z 0
Zink	mg/kg TS	60	300	450	1500	14	Z 0
Thallium	mg/kg TS	0,4	0,7	2,1	7	u.d.B.	Z 0
Cyanide ges.	mg/kg TS	1	-	3	10	u.d.B.	Z 0
TOC	%	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾	1,5	5	u.d.B.	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	8,4	Z 0
Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	18	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	0,004	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	0,0056	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

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

Geonorm GmbH
Ursulum 18

Dreieich, 20.05.2020

35396 Gießen

Prüfbericht 2031947

Auftraggeber: Geonorm GmbH
Projektleiter: Herr Langguth
Auftrags-Nr.: vom 14.05.2020
Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet
Probenahmedatum: 13.05.2020
Probenahmeort: Zellhausen
Probenahme durch: Auftraggeber
Probengefäße: Glasgefäß
Eingang am: 15.05.20
Beginn/Ende Prüfung: 15.05.2020 / 19.05.2020

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, Dr. Manfred Holz
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 70169464) Kr.: 69922
BIC: GENODEFIM07; IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht: 2031947

20.05.2020

Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet

Probenbezeichnung:	RKS 1/1			
Probenahmedatum:	13.05.2020			
Labornummer:	2031947-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:				
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	100	%		DIN EN 14346
Naphthalin	0,019	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	0,029	mg/kg TS	0,01	
Phenanthren	0,083	mg/kg TS	0,01	
Anthracen	0,019	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	0,031	mg/kg TS	0,01	
Benzo(b)fluoranthen	0,032	mg/kg TS	0,01	
Benzo(k)fluoranthen	u.d.B.	mg/kg TS	0,01	
Benzo(a)pyren	0,023	mg/kg TS	0,01	
Indeno(123-cd)pyren	0,022	mg/kg TS	0,01	
Dibenz(ah)anthracen	0,019	mg/kg TS	0,01	
Benzo(ghi)perylen	0,087	mg/kg TS	0,01	
Summe der 16 PAK nach EPA	0,364	mg/kg TS		
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	0,345	mg/kg TS		



Prüfbericht: 2031947
 Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet

20.05.2020

Probenbezeichnung:	RKS 2/1		
Probenahmedatum:	13.05.2020		
Labornummer:	2031947-002		
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion		
Bemerkung:			
	Gehalt	Einheit	Best.gr. Verfahren
Trockenrückstand	100	%	DIN EN 14346
Naphthalin	0,43	mg/kg TS	0,01 DIN ISO 18287
Acenaphthylen	0,066	mg/kg TS	0,01
Acenaphthen	1,5	mg/kg TS	0,01
Fluoren	0,97	mg/kg TS	0,01
Phenanthren	15	mg/kg TS	0,01
Anthracen	3,7	mg/kg TS	0,01
Fluoranthen	12	mg/kg TS	0,01
Pyren	8,4	mg/kg TS	0,01
Benz(a)anthracen	6,0	mg/kg TS	0,01
Chrysen	4,2	mg/kg TS	0,01
Benzo(b)fluoranthen	5,2	mg/kg TS	0,01
Benzo(k)fluoranthen	1,5	mg/kg TS	0,01
Benzo(a)pyren	3,4	mg/kg TS	0,01
Indeno(123-cd)pyren	2,0	mg/kg TS	0,01
Dibenz(ah)anthracen	0,84	mg/kg TS	0,01
Benzo(ghi)perylene	1,8	mg/kg TS	0,01
Summe der 16 PAK nach EPA	67,006	mg/kg TS	
Summe der 15 PAK ohne Naphthalin	66,576	mg/kg TS	

Ergänzung zu Prüfbericht 2031947

Die Trockenrückstände der Proben wurden nicht bestimmt. Die Analysenergebnisse beziehen sich deshalb auf angenommene Trockensubstanzanteile von 100 %.



(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, 29.05.2020

35396 Gießen

Prüfbericht 2034112

Auftraggeber: Geonorm GmbH
Projektleiter: Herr Langguth
Auftrags-Nr.: vom 25.05.2020
Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet
Probenahmedatum: 20.05.2020
Probenahmeort: Zellhausen
Probenahme durch: Auftraggeber
Probengefäße: Glasgefäß
Mind. ein beiliegendes Headspace defekt oder mind. eine Probe ohne Headspace (s. Bemerkung zu den Einzelproben)
Eingang am: 26.05.20
Beginn/Ende Prüfung: 26.05.2020 / 29.05.2020

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, Dr. Manfred Holz
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 70169464) Kr.: 69922
BIC: GENODEFIM07; IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht: 2034112
 Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet

20.05.2020

Probenbezeichnung:	MP Boden			
Probenahmedatum:	20.05.2020			
Labornummer:	2034112-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
Bemerkung:	methanolüberschichtete Teilprobe für leichtflüchtige Parameter wurde im Labor abgefüllt.			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	91	%		DIN EN 14346
Cyanid gesamt	u.d.B.	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 17380
Arsen	3,3	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 11885
Blei	5,2	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Cadmium	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 11885
Chrom	7,1	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Kupfer	4,2	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
Nickel	6,6	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	14	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 11885
TOC	u.d.B.	% TS	0,1	DIN EN 13137
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 38407-9
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 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: 2034112

20.05.2020

Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet

Probenbezeichnung:	MP Boden			
Probenahmedatum:	20.05.2020			
Labornummer:	2034112-001			
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	u.d.B.	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	0,00	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: 2034112
 Auftraggeberprojekt: 202013235a1 Zellhausen, Wohngebiet

29.05.2020

Probenbezeichnung:	MP Boden			
Probenahmedatum:	20.05.2020			
Labornummer:	2034112-001			
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	8,4			DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit	18	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	4,0	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	5,6	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