Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Baugrund und Bodenmanagement mbH

BAUGRUNDGUTACHTEN

Standortprüfung einer möglichen Friedhofserweiterung

Projekt:	Standortprüfung für die Erweiterung der Friedhofsfläche Stadtteil Weifenbach 35216 Biedenkopf
ILG-Projekt-Nr.:	21238
Projektleiter:	Dipl. Geol. O. Gast
Projektbearbeiter:	A. Gerlich, M.Sc.
Auftraggeber:	Magistrat der Stadt Biedenkopf Fachbereich IV – Bauen und Umwelt Hainstr. 63 35216 Biedenkopf
Datum:	11. Januar 2022

ILG - Stolzenmorgen 25 - 35394 Gießen - Tel. 0641/972147-0 - Fax -29 - Info@ILG-Geologen.de - www.ILG-Geologen.de

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

0 AUFTRAG 4

1 UNTERLAGEN 5

2 LAGE / ÖRTLICHE SITUATION 7

3 VORLÄUFIGE INFORMATIONEN ZUR STANDORTPRÜFUNG 11

4 DURCHGEFÜHRTE GELÄNDE- / LABORUNTERSUCHUNGEN 12

5 BAUGRUND 14
5.1 Allgemeine geologische Situation 14
5.2 Schichtenfolge / Homogenbereiche 15
5.3 Homogenbereiche und Bodenklassen gemäß DIN 18300 / DIN 18320 18
5.4 Boden- und felsmechanische Kennwerte 19

6 WASSERFÜHRUNG IM BAUGRUND 20
6.1 Grundwasserstand 20
6.2 Versickerungsfähigkeit des Baugrunds 20

7 ANFORDERUNGEN AN DIE FRIEDHOFSERWEITERUNG 21
7.1 Vorbemerkungen 21
7.2 Aufbau eines Erdgrabes 22
7.2.1 Überdeckung 23
7.2.2 Verwesungszone 23
7.2.3 Filterzone 24

8 SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNG 25
8.1 Geotechnische Beurteilung 25
8.2 Bodenkundliche Beurteilung 26

9 SCHLUSSBEMERKUNGEN 27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Seite

Abbildung 1: Lage der Projektfläche (rot unterlegt), Quelle: Google Earth (Zugriff: 14.12.2021) 7

Abbildung 2: Kartendarstellung der Wasserschutzgebiete (Projektbereich rot markiert) [**K 3**]..... 8

Abbildung 3: Projektfläche am 16.11.2021, Blick nach Norden 9

Abbildung 4: Projektfläche am 16.11.2021, Blick nach Südwesten 9

Abbildung 5: Projektfläche am 16.11.2021, Nordosten..... 10

Abbildung 6: Mögliche Erweiterung der Friedhofsfläche (Fläche mit blauer Schraffur) [**U 2**] 11

Abbildung 7: Ausschnitt aus der Geologischen Karte (Projektfläche rot umkreist) [**K 4**] 14

Abbildung 8: Klassifikation der Verwitterungsgrade nach FGSV-Merkblatt Nr. 543 [**R 13**] 16

Abbildung 9: Klassifikation der Verwitterungsstufen nach dem FGSV-Merkblatt Nr. 532 [**R 14**]..... 16

Abbildung 10: Schematischer Aufbau eines Erdgrabes [**U 1**] 22

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1: Tabellarische Übersicht der Homogenbereiche / Bodenklassen DIN 18300 / 18320..... 18

Tabelle 2: Obere und untere charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche O / A / B 19

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert)..... 20

ANLAGENVERZEICHNIS

1 Lageplan (Luftbild) der Projektfläche mit Einzeichnung der Untersuchungspositionen (o. M.)

2 Legende, zeichnerische Darstellung der Bodenaufschlüsse nach DIN EN ISO 14688 (M 1:50, vertikal)

3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

4 Bodenkundliche Aufnahme zur Friedhofserweiterung Biedenkopf - Stadtteil Weifenbach, von HG, Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, 35394 Gießen vom 15.12.2021

0 AUFTRAG

Der Magistrat der Stadt Biedenkopf plant die **Erweiterung des Friedhofes** in Weifenbach.
Die südlich vom bestehenden Friedhof gelegene Fläche (Gemarkung Weifenbach, Flur 1, Flurstücke 558/329 und 559/329) soll in den bestehenden Friedhof integriert werden. Die Friedhofserweiterung ist mit Erdbestattungen vorgesehen.

Unser Büro wurde per Schreiben vom 11.10.2021 vom Magistrat der Stadt Biedenkopf mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung beauftragt. Auftragsgrundlage ist unser Angebot vom 27.08.2021.

Die Baugrundverhältnisse am Projektstandort sind darzustellen und zu erläutern.

Auf Basis der geotechnischen Untersuchung und der ermittelten Aufschluss- und Laborergebnisse war zunächst die Beurteilung der bestehenden Böden hinsichtlich einer orientierenden Eignung zur Friedhofserweiterung abzugeben.

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse wird eine Friedhofserweiterung mit Erdbestattungen prinzipiell in Aussicht gestellt. Die vorliegenden gemischtkörnigen bis bindigen Boden- und Felsmaterialien sind aus „gutachterlicher Sicht“ nach den aktuell vorliegenden Ergebnissen eingeschränkt geeignet. Außerdem wird eine Ausnahmegenehmigung durch die Wasserbehörde aufgrund der Lage in einem Trinkwasserschutzgebiet der qualitativen Schutzzone III nötig.

Unser Büro wurde per Schreiben vom 08.12.2021 vom Magistrat der Stadt Biedenkopf mit der Durchführung einer **ergänzenden bodenkundlichen Aufnahme** beauftragt. Auftragsgrundlage war unser Angebot vom 03.12.2021.

Die Aufnahme der Schürfe gemäß bodenkundlicher Kartieranleitung (KA5) samt bodenkundlicher Bewertung wurden durch die Firma HG, Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH, 35394 Gießen (kurz Büro HG GmbH), durchgeführt, siehe **Anlage 4.**

Auf Basis der bodenkundlichen Untersuchung ist die Beurteilung der bestehenden Böden hinsichtlich der Eignung zur Friedhofserweiterung abzugeben.

1 UNTERLAGEN

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens lagen unserem Büro zu dem geplanten Bauvorhaben folgende Unterlagen / Informationen vor:

[**U 1**] Broschüre, „Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen“, Umwelt und Geologie, Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8, Karl-Josef Sabel, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden, 2007

[**U 2**] Angebotsanfrage: Informationen zum Bauvorhaben und Lageplan mit Einzeichnung der Projektfläche, M 1:2.500, von Magistrat der Stadt Biedenkopf, 35216 Biedenkopf, Stand: 23.08.2021; per E-Mail vom 23.08.2021

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

[**K 1**] Geologische Karte, Blatt 5016 Bad Laasphe / 5017 Biedenkopf, Maßstab 1:25.000 [H.L.f.B. Wiesbaden]

[**K 2**] Topografische Karte, Blatt 5016 Bad Laasphe / 5017 Biedenkopf, Maßstab 1:25.000 [H.L.f.B. Wiesbaden]

[**K 3**] Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (GruSchu) http://gruschu.hessen.de/ (Abfragedatum: 14.12.2021), Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), 65203 Wiesbaden

[**K 4**] Geologie-Viewer Hessen, http://geologie.hessen.de (Abfragedatum: 14.12.2021), Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), 65203 Wiesbaden

[**K 5**] Die erdbebengerechte Baunorm und die Zuordnung von Orten zu den Erdbebenzonen (DIN EN 1998-1/NA (Fassung 2011-01), vormals DIN 4149:2005-04) https://www.gfz-potsdam.de/ (Abfragedatum: 14.12.2021), Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), 14467 Potsdam

Normen, Richtlinien, Regelwerke und Literatur:

[**R 1**] LAGA 1997: Länderarbeitsgemeinschaft Abfall "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen" – Technische Regeln –, Stand: 06.11.1997 LAGA

[**R 2**] LAGA M20: Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen" – Technische Regeln, Allgemeiner Teil – Überarbeitung, Stand: 06.11.2003

[**R 3**] Hessische Regierungspräsidien (2018): Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen" der hessischen Regierungspräsidien (Abt. Umwelt), Stand: 01.09.2018

[**R 4**] DepV: Deponieverordnung, Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 27.04.2009; Stand: 30.06.2020

[**R 5**] BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999, Stand: 19.06.2020

[**R 6**] Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen, 17.02.2014, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Staatsanzeiger Nr. 10 (S. 211), Stand: 03.03.2014

[**R 7**] Merkblatt Nr. 551: Merkblatt über die Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004, FGSV

[**R 8**] Merkblatt Nr. 564: Merkblatt zur Herstellung, Wirkungsweise und Anwendung von Mischbindemitteln, Ausgabe 2012, FGSV

[**R 9**] DIN EN 1997-2 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010 – Ausgabe 10-2010, Beuth-Verlag

[**R 10**] DIN Taschenbuch 36: Erd- und Grundbau – Ausgabe 08-2014, Beuth-Verlag

[**R 11**] DIN Taschenbuch 113/1 +113/2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, Teil 1 und 2 – Ausgabe 11-2018, Beuth-Verlag

[**R 12**] DIN Taschenbuch 376: Untersuchungen von Bodenproben und Messtechnik – Ausgabe 06-2019, Beuth-Verlag

[**R 13**] Merkblatt Nr. 543: Merkblatt zur Felsbeschreibung für den Straßenbau, Ausgabe 1992, FGSV

[**R 14**] Merkblatt Nr. 532: Merkblatt über das Bauen mit und im Fels, Ausgabe 2015, FGSV

[**R 15**] Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5), 5. Auflage, Hrsg. von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten, Hannover, 2005

2 LAGE / ÖRTLICHE SITUATION

Die Projektfläche befindet sich auf einem Grundstück (Gemarkung Weifenbach, Flur 1, Flurstücke 558/329 und 559/329) in 35216 Biedenkopf, ST Weifenbach. Sie befindet sich im Nordwesten von Weifenbach in Ortsrandlage.

Nachfolgende Abbildung 1 gibt einen großräumigen Überblick über die Lage der Projektfläche.

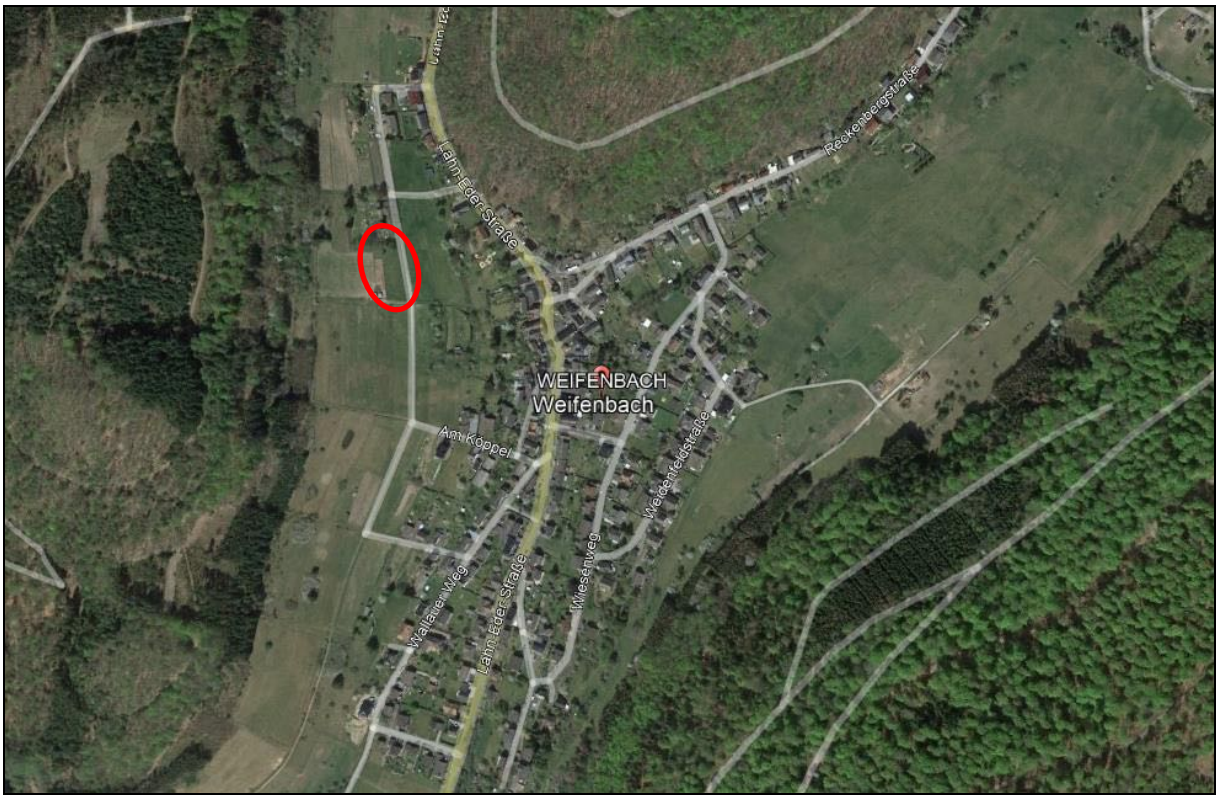


Abbildung 1: Lage der Projektfläche (rot unterlegt), Quelle: Google Earth (Zugriff: 14.12.2021)

Das umliegende Gelände weist ein Gefälle nach Osten – in Richtung Vorfluter – auf (deutliche Hanglage).

Der Vorfluter *Graubach* entwässert nordwestlich des Projektbereichs in einer Entfernung von ca. 500 m auf einem höheren Niveau. Der Vorfluter *Weifenbach* entwässert östlich des Projektbereichs in einer Entfernung von ca. 150 m auf einem niedrigeren Niveau.

Der Untersuchungsbereich liegt nach den allgemein zugänglichen Informationen in einem Trinkwasserschutzgebiet (WSG-ID: 534-015, WSG Quellen I-V, Weifenbach u. TB III u. IV, Wallau) der qualitativen Schutzzone III [**K 3**], siehe Abbildung 2.

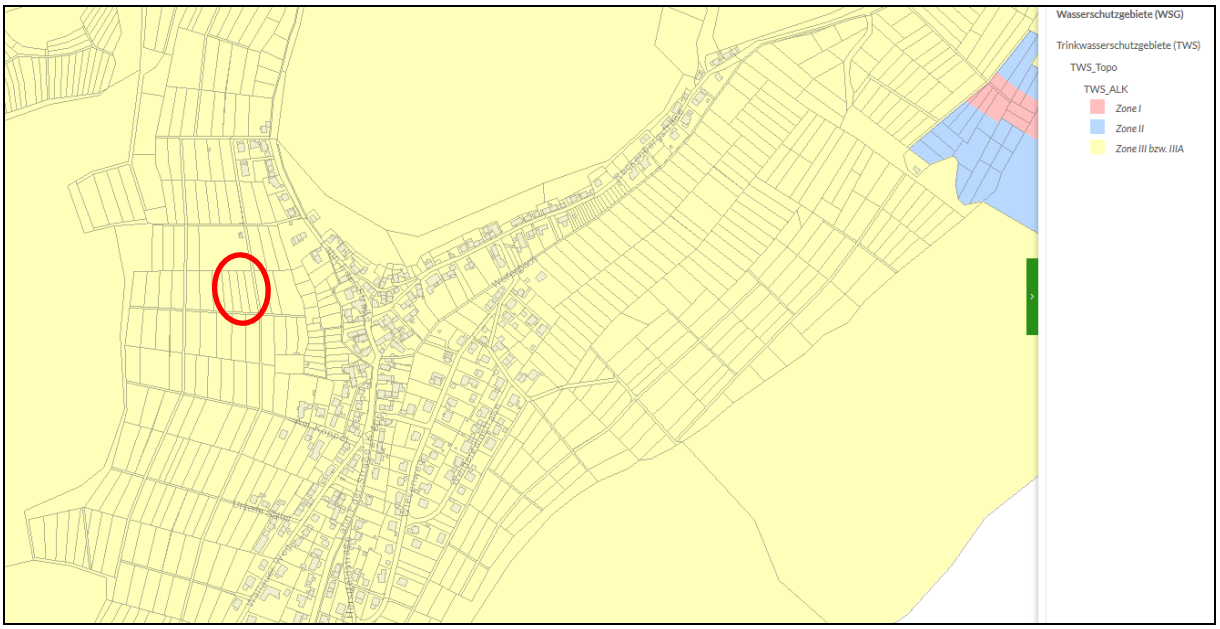


Abbildung 2: Kartendarstellung der Wasserschutzgebiete (Projektbereich rot markiert) [**K 3**]

Zum Zeitpunkt der Geotechnischen Untersuchungen (16.11.2021) stellte sich die Projektfläche als Wiesenfläche dar.

Die örtliche Situation an dem Untersuchungstag geht aus den nachfolgenden Abbildungen 3 bis 5 hervor.

Abbildung 3: Projektfläche am 16.11.2021, Blick nach Norden

Abbildung 4: Projektfläche am 16.11.2021, Blick nach Südwesten

Abbildung 5: Projektfläche am 16.11.2021, Nordosten

3 VORLÄUFIGE INFORMATIONEN ZUR STANDORTPRÜFUNG

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen uns folgende Angaben vor [**U 2**]:

Der Magistrat der Stadt Biedenkopf plant die Erweiterung des Friedhofes in Biedenkopf, ST Weifenbach. Die südlich vom bestehenden Friedhof gelegene Fläche (Gemarkung Weifenbach, Flur 1, Flurstücke 558/329 und 559/329) soll in den bestehenden Friedhof integriert werden, sollte eine Nutzung möglich sein, siehe Abbildung 6. Die Friedhofserweiterung ist mit Erdbestattungen vorgesehen.

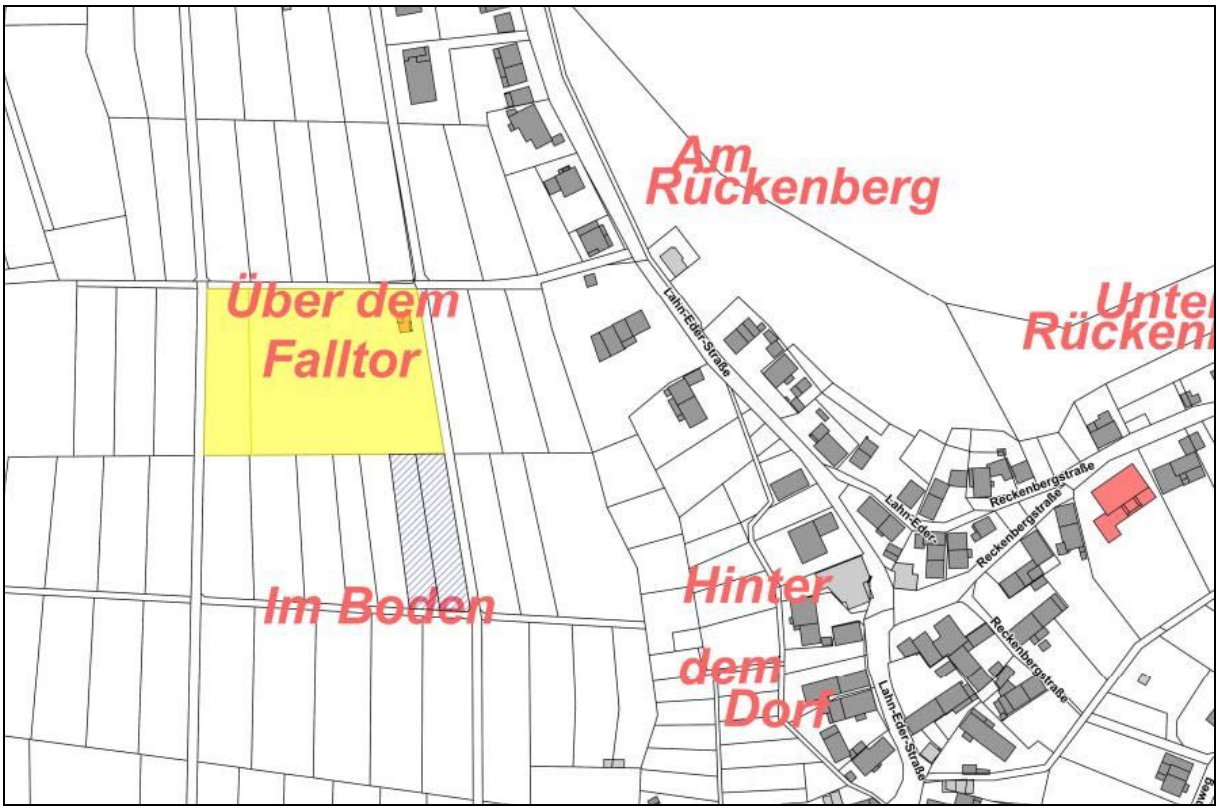


Abbildung 6: Mögliche Erweiterung der Friedhofsfläche (Fläche mit blauer Schraffur) [**U 2**]

4 DURCHGEFÜHRTE GELÄNDE- / LABORUNTERSUCHUNGEN

Die geotechnischen Geländearbeiten wurden am **16.11.2021** durchgeführt.

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse am Projektstandort zu erhalten, wurden **6 Baggerschürfe** (SCH 1 - SCH 6) zur Entnahme von Bodenproben, Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrogeologischen Verhältnisse in eine Tiefe von max. 3,0 m u. GOK durchgeführt.

Die geplante Erkundungstiefe von 3,0 m u. GOK konnte mit dem eingesetzten Bagger an den Untersuchungspositionen SCH 2 (2,9 m u. GOK), SCH 4 (2,5 m u. GOK), SCH 5 (2,2 m u. GOK) und SCH 6 (2,3 m u. GOK) nicht erreicht werden (Geräteauslastung erreicht; Zusatz unter jeweiliger Profilsäule in Anlage 2: Schurfende!). Die Baggerschürfe wurden jeweils bis zur gerätetechnisch maximal möglichen Tiefe ausgeführt.

Die Beprobung der anstehenden Erdstoffe erfolgte schichtenorientiert. Alle Baggerschürfe wurden nach erfolgter Beprobung / Profilaufnahme / Fotodokumentation mit örtlichem Material verfüllt.

Die Untersuchungspositionen wurden nach Höhe und Lage eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde der Wirtschaftsweg östlich der Projektfläche (OK Straßenmitte = ±0,00 möH) eingemessen.

Die Lage der Untersuchungspositionen und des Höhenbezugspunktes kann dem Lageplan (Luftbild) der **Anlage 1**, o. M., entnommen werden.

Die Bodenprofile (Homogenbereiche, Bodenart, Kornverteilung, Mächtigkeit, Farbe, etc.) sind in der **Anlage 2** in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 graphisch in zwei Profilschnitten dargestellt (M 1:50, vertikal).

An ausgewählten Bodenproben wurden im Erdbaulabor ILG bodenmechanische Laboruntersuchungen durchgeführt.

Hierbei wurde folgendes Analyseprogramm in Ansatz gebracht:

- 3 x Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18121
- 3 x Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123 (Siebungen, nach vorherigem abschlämmen der Feinkornanteile)

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche liegen der **Anlage 3** bei.

Um orientierende Hinweise auf eine durch Stauwassereinfluss verursachte Versauerung der Böden zu erhalten, wurden an 2 Einzelproben (4/3, 5/3) jeweils eine Analyse des pH-Werts im Feststoff ($CaCl_2$) gemäß DIN EN 15933:2012-11 durchgeführt. Kopien der Analysebefunde liegen **Anlage 4** bei.

Laborchemische Analysen des Aushubmaterials waren auftragsgemäß nicht vorgesehen.

5 BAUGRUND

5.1 Allgemeine geologische Situation

Den allgemeinen geologischen Karten- und Literaturangaben zufolge ist im Bereich des Untersuchungsgebietes mit folgenden – für das Bauvorhaben relevanten – geologischen Einheiten zu rechnen:

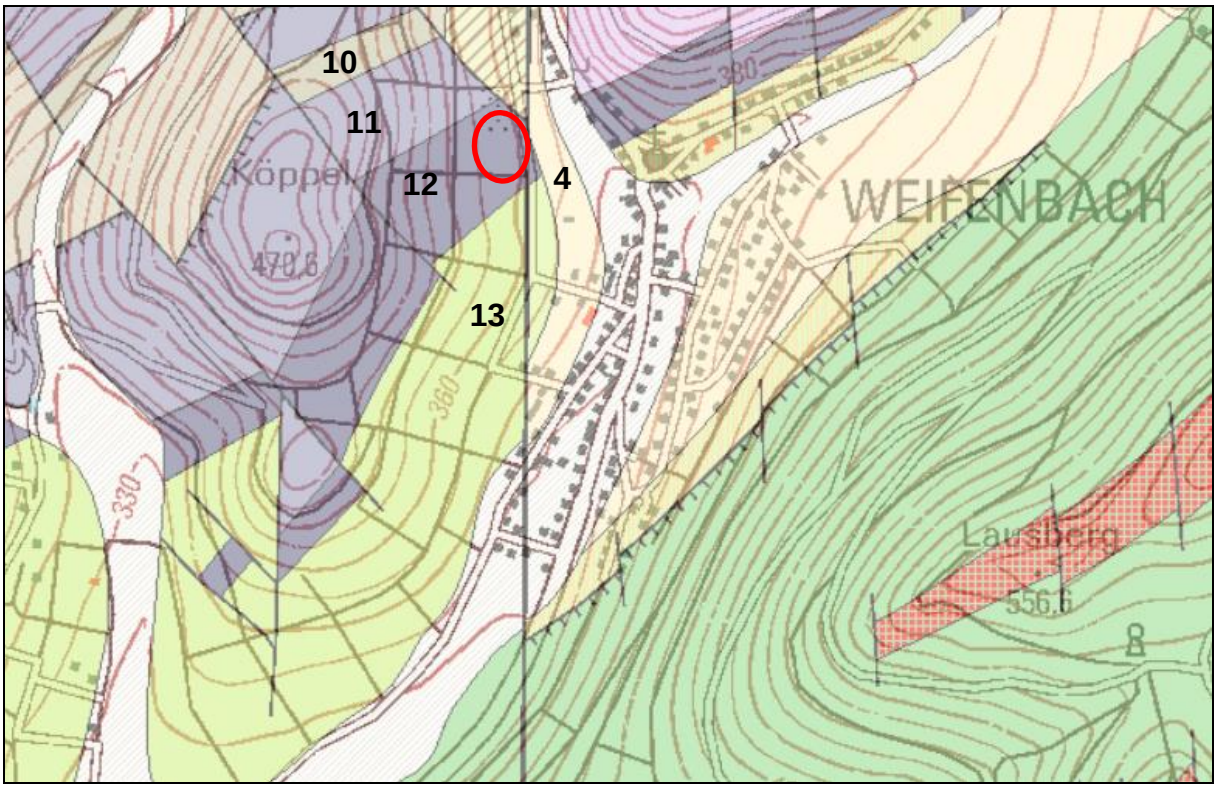


Abbildung 7: Ausschnitt aus der Geologischen Karte (Projektfläche rot umkreist) [**K 4**]

- **12** (violett): Dunkle Alaunschiefer mit lyditischen Lagen; Unterkarbon
- **4** (beige): Lehmiger, steiniger Gehängeschutt; Diluvium
- **10** (braun): Ton- und Alaunschiefer mit Kalk- und Eisensteinbänken; Unterkarbon
- **11** (hellviolett): Bunte und schwarze Lydite und Kieselkalke; Unterkarbon
- **13** (grün): Rote und grüne Tonschiefer mit Sandsteinlagen; Oberdevon

5.2 Schichtenfolge / Homogenbereiche

Im Bereich der Untersuchungsfläche stellt sich die Abfolge der Material-/Bodenschichten konkret wie folgt dar:

- **Auffüllungen (Oberboden)**
  Zuoberst wurde in allen Untersuchungspositionen SCH 1 - SCH 6 ein örtlich umgelagerter, aufgefüllter Oberboden [= Homogenbereich O] aufgeschlossen. Die Schichtmächtigkeiten liegen bei jeweils bei 20 cm und 30 cm. Erfahrungsgemäß kann der Oberboden bereichsweise auch mächtiger ausgebildet sein.

- **Gewachsener Boden (Hangschutt)**
  Unterhalb des Oberbodens wurde in allen Untersuchungspositionen SCH 1 - SCH 6 ein verlehmter Hangschutt [= Homogenbereich A] bis zum jeweiligen Schurfende von max. 3,0 m u. GOK aufgeschlossen. Die Schichtmächtigkeit liegt bei mind. ≥ 140 cm (SCH 6) und max. ≥ 200 cm (SCH 4). Es handelt sich um ein gemischtkörniges bis bindiges Gemenge aus Schluff, (Fein-) Sand und (Fein-) Kies, bereichsweise schwach steinig bis steinig und schwach blockig. Tendenziell weist der Hangschutt in der südlichen Hälfte höhere Anteile an Schluff auf. Der Hangschutt wird i. d. R. mit zunehmender Tiefe grobkörniger. Der Übergang zum im Unterlager nachfolgenden Schichtglied Felszersatz ist „fließend".

- **Felszersatz (Alaunschiefer)**
  An der Basis wurde unterhalb des Hangschutts in allen Untersuchungspositionen SCH 1 - SCH 6 ein Felszersatz in Form von braunem Alaunschiefer [= Homogenbereich B] in unterschiedlichen Brauntönen bis zum jeweiligen Schurfende von max. 3,0 m u. GOK aufgeschlossen. Der Felszersatz liegt zunächst in umgelagerter Form vor. Der Verwitterungsgrad nimmt mit der Tiefe ab.

Auf die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (Wassergehalt und Kornverteilung, siehe **Anlage 3**) wird verwiesen.

Unterhalb des Felszersatzes folgt nach derzeitiger Einschätzung **schwach verwittertes bis kompaktes Felsgestein** (Verwitterungsstufen 1 - 3). Dieses konnte mit den ausgeführten Baggerschürfen nicht aufgeschlossen werden, sodass keine bautechnischen Angaben zum Felsgestein – ohne ergänzende Untersuchungen – getätigt werden können.

Nach unserer derzeitigen Einschätzung kann ein ausreichend dimensionierter Hydraulikbagger den Fels bis in die notwendige Aushubtiefe lösen (ggf. Einsatz Hydraulikhammer mit Meißel).

Gesteinsver-witterungsgrade	Kurz-zeichen	Beschreibung Erscheinungsbild	Merkmale	Feldversuche: Hammerschlag/Rückprallhammer
unverwittert	VL	keine sichtbare Verwitterung schwache Verfärbung an Trenn-flächen	frischer Eindruck, unverändert gesund – fest hart – sehr hart C > 50 MPa	heller Klang bei Hammerschlag hinterläßt keinen Eindruck mehrere Hammerschläge er-forderlich ritzbar mit Schwierigkeiten R_m = 30 +/- 10
angewittert	VA	Gestein fest – gering entfestigt Verfärbung der Kluftwandungen und der angrenzenden Gesteins-bereiche Variante: Gestein verfärbt aber fest	frisch, aber evtl. leichte Entfestigung (Indexvers.) merkbar enge Kornbindung mäßig hart C = 25–50 MPa	weniger heller Klang evtl. leichte Einkerbung mit einem festen Schlag brechbar nicht bis schwach ritzbar R_m = 20 +/- 10
mäßig entfestigt	VE	Gestein ist entfestigt (spürbar verändert) aber noch nicht mürbe Verfärbung der Kluftwandungen und des Gesteins	spürbar verändertes Gestein z.T. geöff-nete Kornbindung schwach absandend C = 5–25 MPa	dumpfer Klang stärkere Einker-bung bei festem Schlag mit Ham-mer leicht in kleinere Stücke – aber größere Stücke mit Hand nicht zerbrechbar R_m < 10–15
stark entfestigt	VE	Gestein ist deutlich bis stark ent-festigt starke Verfärbung der Kluftwan-dungen und des Gesteins	Gestein ist brüchig mürbe, absandend sehr weich C = 1–5 MPa	brüchig bei Hammerschlag Hammer gute Einkerbung, größere Stücke mit Hand zer-brechbar; gut ritzbar R_m = 0
zersetzt	VZ	Gestein ist völlig entfestigt oder zersetzt, Gesteinsgefüge jedoch erkennbar	Verhalten wie bindi-ger oder nicht-bindiger Boden; extrem weich C < 1 MPa	kann von Hand gelöst werden Teil der Minerale von Hand zu zer-reiben in Wasser zu plastifizieren
Erläuterungen: C = Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins, R_m = Werte der Prüfung mit dem Rückprallhammer DIN 1048, Teil 2, Mittel aus 10 Einzelwerten				

Abbildung 8: Klassifikation der Verwitterungsgrade nach FGSV-Merkblatt Nr. 543 [**R 13**]

Bezeichnung	Beschreibung	Stufe
frisch	Kein sichtbares Zeichen von Verwitterung des Gesteins; möglicherweise leichte Verfärbung an den Hauptoberflächen oder Trennflächen.	0
schwach verwittert	Verfärbung weist auf Verwitterung des Gesteins und der Oberflächen der Trennflächen hin.	1
mäßig verwittert	Weniger als die Hälfte des Gesteins ist verwittert oder zersetzt. Frisches oder verfärbtes Gestein liegt entweder als ein zusammenhängendes Stein-skelett oder als Steinkerne vor.	2
stark verwittert	Mehr als die Hälfte des Gesteins ist zersetzt oder zerfallen. Frisches oder verfärbtes Gestein liegt entweder als ein zusammenhängendes Steinskelett oder als Steinkerne vor.	3
vollständig verwittert	Das gesamte Gestein ist zu Boden zersetzt und/oder zerfallen. Die ursprüngliche Gebirgsstruktur ist größtenteils noch unversehrt.	4
zersetzt	Das gesamte Gestein ist zu Boden umgewandelt. Die Gebirgsstruktur und die Gesteinstextur sind aufgelöst. Das Gesteinsvolumen ist stark verändert, aber der Boden hat sich nicht wesentlich bewegt.	5

Abbildung 9: Klassifikation der Verwitterungsstufen nach dem FGSV-Merkblatt Nr. 532 [**R 14**]

Ab der jeweiligen Sondierendteufe (Sonde steht auf!) ist mit dem Vorhandensein von gering verwitterten bis kompakten Festgestein oder auch mit Geröll-/ Blockschuttlagen der <u>Bodenklassen 6 und 7</u> (DIN 18300, VOB Teil C, Ausgabe 2012) zu rechnen.

Organoleptische Auffälligkeiten (z. B. Hinweis auf Altlasten) wurden während der Bodenprobenahme nicht festgestellt.

Bei allen genannten Schichtmächtigkeitsangaben (siehe Bodenprofile der **Anlage 2**) handelt es sich um die in den jeweiligen Untersuchungspunkten ermittelten Werte. Es ist nicht auszuschließen, dass an nicht untersuchten Stellen hiervon abweichende Schichtmächtigkeiten vorliegen.

Die Bodenprofile (Homogenbereiche, Bodenart, Kornverteilung, Mächtigkeit, Farbe, etc.) sind in der **Anlage 2** in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 graphisch dargestellt (M 1:50, vertikal).

5.3 Homogenbereiche und Bodenklassen gemäß DIN 18300 / DIN 18320

Die festgestellten Bodenschichten wurden gemäß DIN 18300 und DIN 18320 in folgende Homogenbereiche und Bodenklassen eingeteilt.

Tabelle 1: Tabellarische Übersicht der Homogenbereiche / Bodenklassen DIN 18300 / 18320

Bodenschicht	Homogenbereich DIN 18300 / DIN 18320 [VOB/C 2012 Ergänzungsband 2015]	Bodenklasse (DIN 18300) [VOB/C 2012]
Auffüllungen (Oberboden)	**O** (DIN 18320)	1
Gewachsener Boden (Hangschutt)	**A**	3 / 4 / 5 (6) (wenn stark aufgeweicht 2)
Felszersatz (Alaunschiefer)	**B**	3 - 6 (7)

Die DIN 18300 „Erdarbeiten“ gilt seit der Ausgabe 2015 nicht mehr für *„Oberbodenarbeiten und Rodungsarbeiten sowie den Schutz von Bäumen, Pflanzenbestandteilen und Vegetationsflächen“*. Die DIN 18320 *„Landschaftsbauarbeiten“* gilt uneingeschränkt für **alle Oberbodenarbeiten** bzw. auch für alle, die mit dem Oberboden umgehen, auch dann, wenn es sich dabei um „schweren“ Erdbau handelt. Damit sind die Arbeiten mit Oberboden immer nach den Grundsätzen des Landschaftsbaus auszuführen. Der Oberboden gilt dabei grundsätzlich – unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen – als ein eigener Homogenbereich.

Ab der jeweiligen Sondierendteufe (Sonde steht auf!) ist mit dem Vorhandensein von verwitterten bis kompakten Festgestein oder auch mit Geröll-/ Blockschuttlagen der Bodenklassen 6 und 7 (DIN 18300, VOB Teil C, Ausgabe 2012) zu rechnen.

5.4 Boden- und felsmechanische Kennwerte

Unter Zugrundelegung der Einteilung der Böden in Gruppen nach DIN 18196 und den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche können bei den aufgeführten Homogenbereichen / Bodenschichten folgende auf der sicheren Seite liegenden boden- und felsmechanischen Kennwerte angesetzt werden.

Tabelle 2: Obere und untere charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche O / A / B

Homogenbereich		**O**	**A**	**B**
Bodenschicht		**Auffüllungen** (Oberboden)	**Gewachsener Boden** (Hangschutt)	**Felszersatz** (Alaunschiefer)
Bodengruppen n. DIN 18916		OH / OU (UL / SU*)	GU / GU* / GT / GT* / SU / SU* / UL / TL	-
Bodengruppen n. DIN 18915		1 (4 / 5)	n.e.	n.e.
Konsistenz / Lagerungsdichte		n.e.	mitteldicht - dicht / steif	(dicht)
Wasserempfindlichkeit		n.e.	mittel - hoch	gering - hoch
Frostempfindlichkeit		n.e.	F 2 - F 3	F 1 - F 3
Wichte$_{erdfeucht}$ (γ)	**[kN/m³]**	n.e.	19,0 - 21,0	(19,0 - 22,0)
Kohäsion (c'_k)	**[kN/m²]**	n.e.	0 - 5	(0)
Reibungswinkel (φ'_k)	**[°]**	n.e.	27,5 - 35,0	(32,5 - 37,5)
Korngrößenverteilung	**-**	siehe Bodenprofile der Anlage 2 / Bodenmechanik der Anlage 3		
Stein- / Blockanteile	**-**	gering (bis zu 5 %)	gering (bis zu 5 %)	gering - mittel (bis zu 20 %)
Wassergehalt (w)	**%**	5 - 20	5 - 25	(3 - 17)
Undränierte Scherfestigkeit (c_U)	**kPa**	n.e.	0	0
Organischer Anteil (V_{gl})	**%**	n.e.	1 - 6	0 - 5

Die oberen und unteren Werte sind in Abhängigkeit der jeweiligen Bodengruppe sowie der Konsistenz und Lagerungsdichte angegeben. Nach DIN 1054 ist für erdstatische Berechnungen jeweils die ungünstigste Kombination von oberen und unteren Werten für voneinander unabhängige Parameter anzusetzen.

n.e. = nicht erforderlich

F 1 = nicht frostempfindlich / F 2 = gering bis mittel frostempfindlich / F 3 = sehr frostempfindlich

( ) = Ersatzwerte für Felszersatz

6 WASSERFÜHRUNG IM BAUGRUND

6.1 Grundwasserstand

„Freies Grundwasser“ war im Zuge der Felduntersuchungen (16.11.2021) bis zur maximalen Erkundungstiefe von 3,0 m u. GOK nicht festzustellen.

Generell können – insbesondere wegen der Hangsituation – zeitlich und örtlich begrenzt **auftretende Hang-/ Sicker-/ Schichtwasserbildungen** vor allem nach starken Niederschlägen nicht ausgeschlossen werden.

Inhomogenitäten (Materialunterschiede, Trenn-/Schichtflächen, etc.) des Bodens können zu Unterschieden in der Wasserdurchlässigkeit und damit zu örtlichen **Staunässebildungen** führen.

6.2 Versickerungsfähigkeit des Baugrunds

Die Durchlässigkeit der Böden hängt maßgeblich von ihrer Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte ab, bei bindigen Böden entscheidend auch vom Gefüge und der Wassertemperatur und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) ausgedrückt.

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert)

Bodenschicht	k-Wert (m/s)	Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130-1
Gewachsener Boden (Hangschutt) [Homogenbereich A]	1×10^{-5} - 5×10^{-9}	durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Felszersatz (Alaunschiefer) [Homogenbereich B]	1×10^{-5} - 1×10^{-8}	durchlässig bis schwach durchlässig

7 ANFORDERUNGEN AN DIE FRIEDHOFSERWEITERUNG

7.1 Vorbemerkungen

Das Friedhof- und Bestattungsgesetz vom 5. Juli 2007 (GVBI 2007, S. 338-351) regelt das Friedhofswesen als Teil des Selbstverwaltungsrechts u.a. der Kommunen sowie das Bestattungswesen als Teil des Rechts der öffentlichen Sicherheit und Ordnung.

In den geläufigen Regelwerken liegen keine detaillierten Angaben hinsichtlich der einzusetzenden Erdmaterialien oder dem Verfahren zum Einbau bei Erweiterungen eines Friedhofes vor.

Empfehlungen werden in Anlehnung an die Broschüre „Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen“ in Hessen des HLNUG [**U 1**] ausgesprochen.

Ziel ist es, bei **Sargerdbestattungen** (wie in Weifenbach geplant) eine schnelle und vollständige Verwesung der Leiche bis zum Ende der Ruhefrist zu gewährleisten. Dabei sind die Gefährdung der menschlichen Gesundheit, Geruchsbelästigungen und schädliche Verunreinigungen der Umwelt im Rahmen der Verwesung auszuschließen.

Im Falle einer ausschließlichen Urnenbestattung bedarf es keiner Beurteilung der Eignung der Bodenbeschaffenheit, da keine Verwesung stattfindet.

Vor der Entscheidung über das Erweitern von Friedhöfen ist ein bodenkundliches Sachverständigengutachten zur Einhaltung der Anforderungen einzuholen.

7.2 Aufbau eines Erdgrabes

Die Verwesung wird im Wesentlichen durch die Bodenverhältnisse bestimmt. Sie verläuft bei trockenen, belebten und gut durchlüfteten Böden optimal.

Erdgräber unterteilen sich generell in mehrere, funktionale Zonen. Grundlegend eignen sich grobkörnige Böden bzw. sand- und kiesreiche Böden und Verfüllmaterialien, wie grobkörniger oder mittelkörniger Sand oder Feinkies am besten für das Anlegen von Erdgräbern. Mittelkies und Feinsand weisen eine ausreichende Eignung auf. Schluffreiche Böden und Tonböden erfüllen die Anforderungen nicht.

Die Bodenklassen 3 und 4 nach DIN 18300 (Ausgabe 09/2012) sind bevorzugt einzusetzen.

Die Gliederung des Bodenaufbaus bei Erdgräbern erfolgt gemäß [U 1] in <u>3 Zonen</u> (Überdeckung, Verwesungszone und Filterzone):

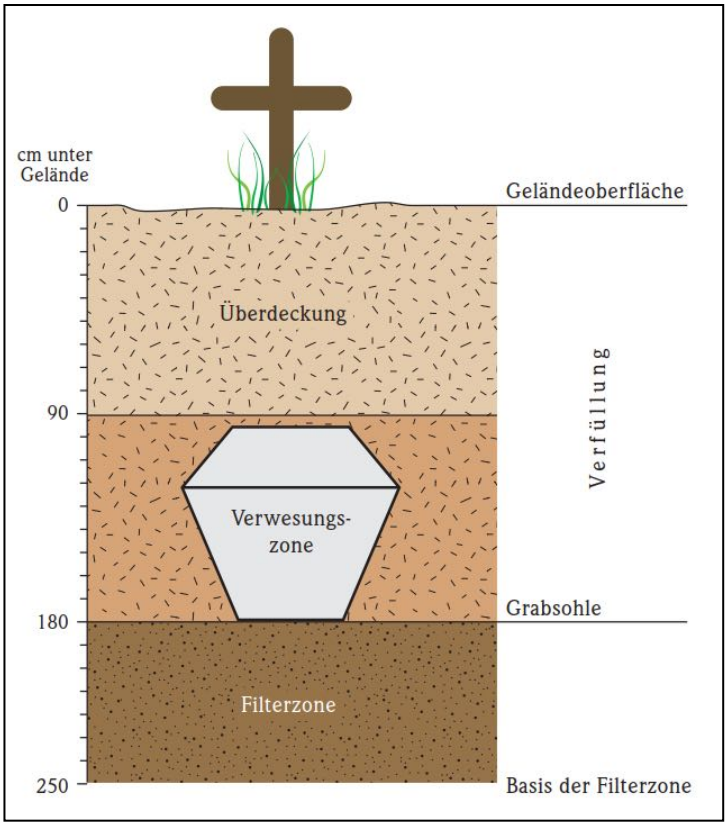


Abbildung 10: Schematischer Aufbau eines Erdgrabes [**U 1**]

7.2.1 Überdeckung

Die Geländeoberfläche bildet die Überdeckung bis mind. ≥ 0,9 m u. GOK. Aus gutachterlicher Sicht wird eine Abdeckung von 1,0 - 1,2 m u. GOK empfohlen.
Zur Anwendung muss Bodenmaterial eingesetzt werden, welches eine hohe Luftkapazität von > 10-15 Vol. % für eine ausreichende Durchlüftung gewährleistet [**U 1**]. Es eignen sich **nichtbindige Böden bzw. Auffüllungen, wie weitgestufte Sand-Kies-Gemische (z.B. Sand-Kies-Gemisch 0/8 oder 0/16)**. Die Kornfraktion Sand sollte den größten Anteil ausmachen. Grobe Steine > 150 mm sind nicht zu verwenden.
Die Substrate der Überdeckung und der Verwesungszone bilden die **Verfüllung,** welche grabbar sein muss.

7.2.2 Verwesungszone

Die Verwesungszone, in welcher sich der Sarg befindet, folgt bis hin zur Grabsohle (ca. 1,8 m u. GOK) [**U 1**].
Die <u>obersten 40 cm der Sargbedeckung</u> sollten aus lehmigen Bodenarten bestehen, um Fäulnisgeruch zu verhindern. Da die Schicht nicht Sickerwasser stauend wirken darf, empfiehlt sich ein **gemischtkörniger Boden**, beispielsweise **Sand-Schluff- oder Sand-Lehm-Gemische** (bspw.: 25 - 40 % Schluff, Rest Sand).
Das Material bedarf ausreichenden Filter- und Sorptionseigenschaften, um alle Feststoffe der von den Leichen ausgehenden Flüssigkeiten zurückzuhalten.
Die <u>mittlere bis untere Verfüllung</u> der Verwesungszone darf nicht Sickerwasser stauend wirken und muss eine hohe Wasserdurchlässigkeit gewährleisten. Im Bereich der Grabsohle sollte eine mittlere Wasserdurchlässigkeit von mind. 20 - 40 cm/d und eine mittlere Luftkapazität von 8 Vol. % vorherrschen, um eine zügige Ableitung von Sickerwasser zu gewährleisten. Es empfehlen sich **schwach schluffige bis schluffige Sande** (bspw.: max. 25% Schluff, Rest Sand).

7.2.3 Filterzone

Der Abstand zwischen Grabsohle und höchstem Grundwasserstand sowie des geschlossenen Kapillarsaumes sollte mind. 0,7 m betragen.
Dies gewährleistet eine ausreichende Filterstrecke des Sickerwassers. Dementsprechend folgt die Filterzone ab 1,80 - ≥ 2,50 m und schließt mit der Basis ab. Bei Tiefgräbern verlängert sich der Abstand auf ≥ 3,50 m GOK.
Es werden nichtbindige Böden bzw. Auffüllungen, wie **weitgestufte Sand-Kies-Gemische** empfohlen. Es kann ein breites Korngrößenspektrum (z.B. Sand-Kies-Gemisch 0/8 oder 0/16) zur Verwendung kommen.
Die Kornfraktion Sand sollte den größten Anteil ausmachen. Der k-Wert sollte hoch sein, darf aber nicht mehr als 100 cm/d betragen, um Verunreinigungen des Grundwassers auszuschließen. Um Haftwasser zu vermeiden, sollte die Feldkapazität nicht mehr als 40 Vol. % betragen.

8 SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNG

Der Magistrat der Stadt Biedenkopf plant die Erweiterung des Friedhofes in Weifenbach.
Die südlich vom bestehenden Friedhof gelegene Fläche (Gemarkung Weifenbach, Flur 1, Flurstücke 558/329 und 559/329) soll in den bestehenden Friedhof integriert werden. Die Friedhofserweiterung ist mit Erdbestattungen vorgesehen.

8.1 Geotechnische Beurteilung

Zunächst erfolgte am 16.11.2021 eine geotechnische Untersuchung mittels Baggerschürfen. Die geotechnische Untersuchung soll zunächst orientierende Aussagen darüber treffen, ob der Standort prinzipiell als Friedhofserweiterung geeignet ist und ergänzende bodenkundliche Untersuchungen eingeleitet werden müssen.

Gemäß Kap. 7.2 werden unterschiedliche Bodenmaterialien für die jeweilige Verfüllzone eines Erdgrabes benötigt. **Die vorliegenden gemischtkörnigen bis bindigen Boden- und Felsmaterialien (Hangschutt, Felszersatz) sind aus „gutachterlicher Sicht“ nach den aktuell vorliegenden Ergebnissen eingeschränkt geeignet, was auf die vorliegenden bindigen Anteile zurückzuführen ist.** Sollten die Voraussetzungen gemäß [**U 1**] allerdings teilweise nicht oder nur eingeschränkt erfüllt sein, ist der Standort bzw. der Flächenanteil des Standortes nicht uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet. Unter Umständen können Maßnahmen zur Verbesserung der Verwesungsbedingungen durchgeführt werden.

Eine Grund-/ Schicht-/ Sicker-/ Hangwasserführung war im Zuge der Felduntersuchungen (16.11.2021) bis zur maximalen Erkundungstiefe von 3,0 m u. GOK nicht festzustellen.

In den Schutzzonen I, II, III bzw. IIIA von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten sowie den Schutzzonen I, II, III bzw. III/1 von Heilquellenschutzgebieten ist die Erweiterung von Friedhöfen verboten. **Der Untersuchungsbereich liegt nach den allgemein zugänglichen Informationen in einem Trinkwasserschutzgebiet (WSG-ID: 534-015, WSG Quellen I-V, Weifenbach u. TB III u. IV, Wallau) der qualitativen Schutzzone III [K 3].** Ausnahmen können i. d. R. von der zuständigen Wasserbehörde zugelassen werden, wenn wasserwirtschaftliche, hydrogeologische und ökologische Gesichtspunkte dem Vorhaben nicht entgegenstehen [**U 1**].

Laborchemische Analysen des Aushubmaterials waren auftragsgemäß nicht vorgesehen.

Nach der durchgeführten geotechnischen Untersuchung konnte festgestellt werden, dass der Standort eingeschränkt als Friedhofsfläche geeignet ist. Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurde das Büro HG GmbH für ergänzende bodenkundliche Untersuchungen beauftragt.

8.2 Bodenkundliche Beurteilung

Im Zuge der Standortprüfung wurde am 07.12.2021 eine ergänzende bodenkundliche Untersuchung durch das Büro HG GmbH durchgeführt. Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurden keine weiteren Baggerschürfe durchgeführt. Die durch ILG entnommenen Proben wurden zur bodenkundlichen Auswertung zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchung werden in **Anlage 4, Kap. 3.2** dargestellt. Das Büro HG GmbH kommt zu dem Ergebnis, dass mehrere Anforderungen nach [**U 1**] am vorgesehenen Standort nicht erfüllt werden, siehe Tabelle 3-8. Dies ist vorrangig mit Hinweisen auf Staunässe (Pseudovergleyung) in Verbindung mit angetroffenen bindigen Böden, einem ungünstigen Milieu und erschwerter Grabbarkeit in Filter- und Verwesungszone zurückzuführen. **Somit ist der Standort nicht uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet.**

Ferner werden Maßnahmen vorgeschlagen, die eine Nutzung als Friedhof jedoch zukünftig zulassen könnten:

- Einzelgrabdränung
- Geländeaufschüttung
- Bodensubstrataustausch
- Kalkung der Verwesungszone, um eine Verbesserung des Boden-pH-Wertes zu erreichen

Hinsichtlich eines auftretenden Stauwassers wird empfohlen, eine Bodenwassermessstelle am Standort zu errichten und über ein hydrologisches Jahr zu beobachten. Hieraus können zukünftig Maßnahmen zur Standortverbesserung abgeleitet werden.

9 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Empfehlungen und Hinweise der Handlungsanweisung „Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen“, Umwelt und Geologie, Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8 [U 1] sind zu beachten.

Für die geplante Erweiterung des Friedhofes (Gemarkung Weifenbach, Flur 1, Flurstücke 558/329 und 559/329) in 35216 Biedenkopf ST Weifenbach, wurden Baugrunduntersuchungen und bodenkundliche Aufnahmen durchgeführt. Hierbei erfolgte eine Erkundung der vorhandenen Bodenverhältnisse bis max. 3,0 m u. GOK.

Es wird grundsätzlich darauf hingewiesen, dass nur punktuelle Bodenaufschlüsse vorliegen und das die Baugrundbeschaffenheit zwischen den vorhandenen Aufschlusslokalitäten different ausgebildet sein kann.

Werden im Zuge der Aushubarbeiten Böden angetroffen, die von den Beschreibungen im vorliegenden Gutachten abweichen, sind die Materialien / Böden vorsorglich zu separieren und es ist ein Bodengutachter einzuschalten.
Ggf. sind dann zusätzliche Beprobungen und Analysen erforderlich.

Das vorliegende Baugrundgutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.
Veröffentlichungen – auch in Auszügen – bzw. die Weitergabe an Dritte bedürfen ausdrücklich unserer schriftlichen Genehmigung.

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 11. Januar 2022 wieder.

ILG Lenz + Gast GmbH

Die Bodengutachter

Dipl. Geol. O. Gast
(Geschäftsinhaber & Projektleiter)

Dipl. Geol. J. Lenz
(Geschäftsinhaber)

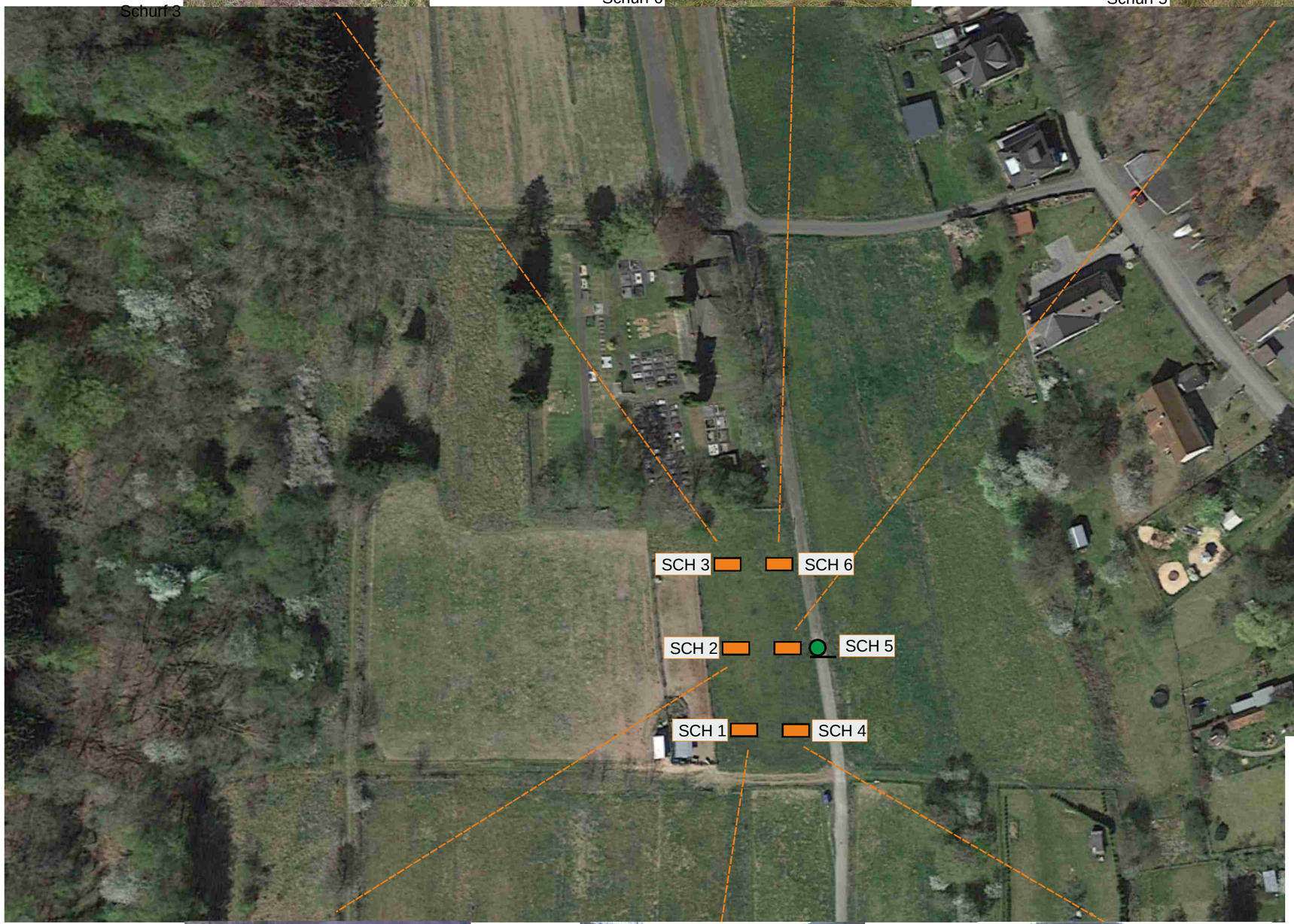
Anlage 1

Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspositionen

Schurf 3

Schurf 6

Schurf 5



Schurf 2

Schurf 1

Schurf 4

Projekt	Standortprüfung: Erweiterung der Friedhofsfläche 35216 Biedenkopf-Weifenbach		
Auftraggeber	Magistrat der Stadt Biedenkopf		
Planart	Lageplan mit Untersuchungspositionen		
Maßstab	o. M.	Anlage	1
Projektbearb.	He.	Projektleiter	Ga.
Projektnr.	21238	Datum	15.12.2021
Planident.	21238_Friedhof_Biedenkopf-Weifenbach/Anlage_1_Lageplan		
Plangrundlage	Luftbild, Google-Earth, Zugriff: 19.11.2021		

Legende

Baggerschurf (SCH)

Höhenbezugspunkt (OK Straßenmitte = 0,00 möH)

ILG - Ingenieurgesellschaft Lenz & Gast GbR
Europastraße 11, 35394 Gießen
Tel.: 0641-9721470,E-Mail: info@ilg-geologen.de

Anlage 2

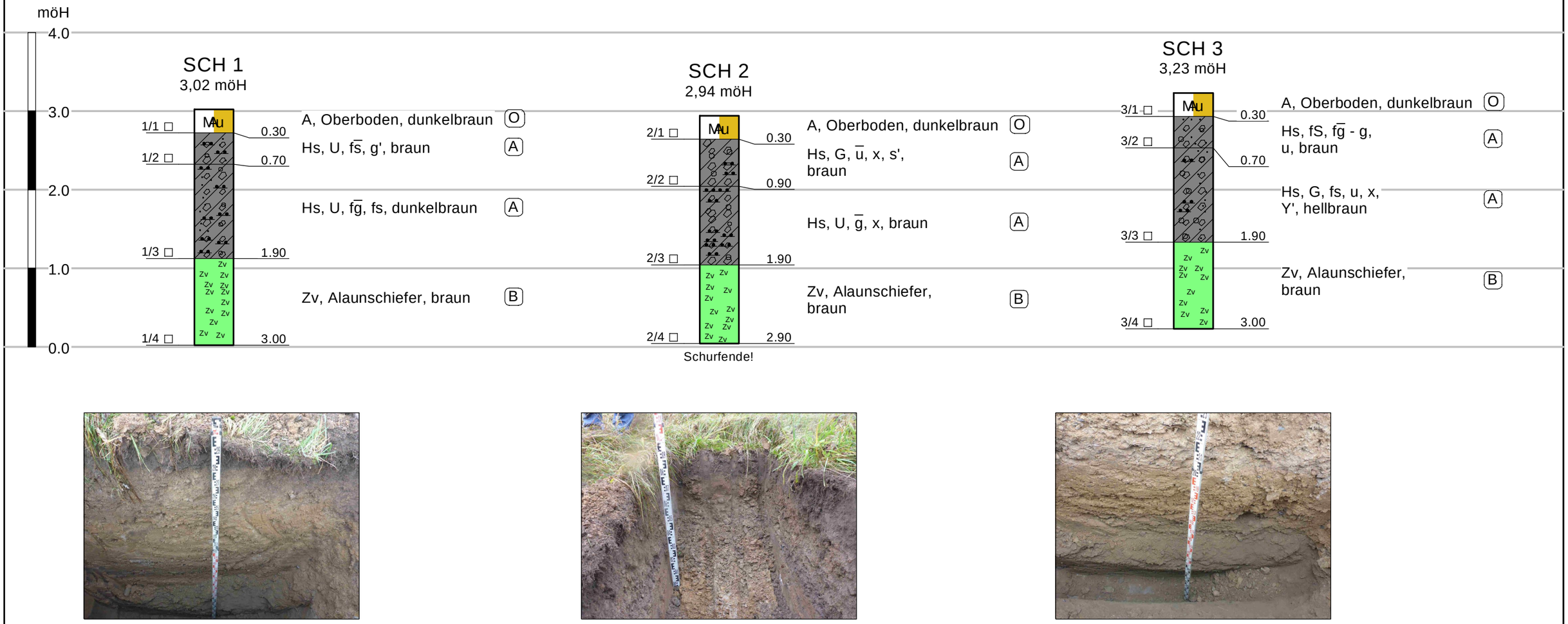
Legende, Zeichnerische Darstellung der Bodenaufschlüsse

nach DIN EN ISO 14688

2 Profilschnitte

(M 1:50, vertikal)

Profilschnitt 1



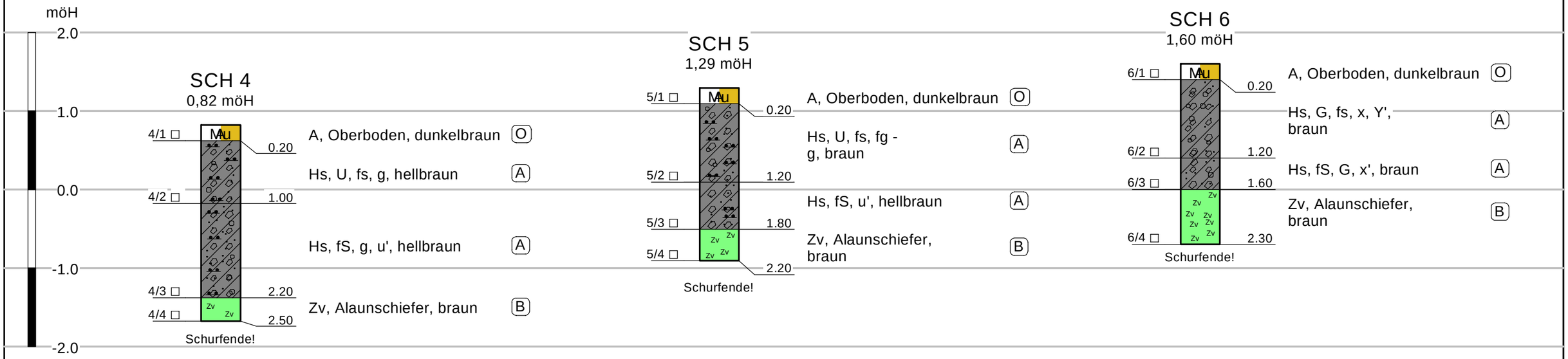
Legende

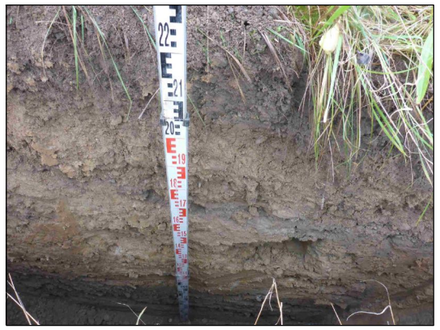
Zv Fels verwittert (Zv)	feinkiesig (fg)	Schluff (U)
Hangschutt (Hs)	Kies (G)	schluffig (u)
A Auffüllung (A)	kiesig (g)	B Homogenbereich
Mu Oberboden (Oberboden)	Feinsand (fS)	
steinig (x)	feinsandig (fs)	

Projekt:	Standortprüfung: Erweiterung der Friedhofsfläche 35216 Biedenkopf-Weifenbach		
Auftraggeber:	Magistrat der Stadt Biedenkopf		
Planart:	Profilschnitt		
Maßstab:	1:50 (vertikal)	Anlage:	2.1
Projektbearbeiter:	He.	Projektleiter:	Ga.
Projekt-Nr.:	21238	Datum:	15.12.2021

ILG Lenz+Gast GmbH
Stolzenmorgen 25
35394 Gießen

Profilschnitt 2





Legende

Zv Fels verwittert (Zv)	steinig (x)	Schluff (U)
Hangschutt (Hs)	Kies (G)	schluffig (u)
A Auffüllung (A)	kiesig (g)	B Homogenbereich
Mu Oberboden (Oberboden)	Feinsand (fS)	
Steine (X)	feinsandig (fs)	

Projekt:	Standortprüfung: Erweiterung der Friedhofsfläche 35216 Biedenkopf-Weifenbach		
Auftraggeber:	Magistrat der Stadt Biedenkopf		
Planart:	Profilschnitt		
Maßstab:	1:50 (vertikal)	Anlage:	2.2
Projektbearbeiter:	He.	Projektleiter:	Ga.
Projekt-Nr.:	21238	Datum:	15.12.2021

ILG Lenz+Gast GmbH
Stolzenmorgen 25
35394 Gießen

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Projekt:	Standortprüfung: Erweiterung der Friedhofsfläche 35216 Biedenkopf-Weifenbach
Projekt-Nr.:	21238
Anlage:	3.1
Datum:	15.12.2021

Wassergehalt
DIN 18 121

Probenbezeichnung		**2/2**	**2/3**	**2/4**					
Tiefe (m u. GOK)		0,30 - 0,90	0,90 - 1,90	1,90 - 2,90					
Homogenbereich		A	A	B					
Feuchte Probe + Behälter	[g]	3003,6	2682,0	4013,2					
Trockene Probe + Behälter	[g]	2783,1	2463,5	3746,1					
Behälter	[g]	852,0	848,1	1250,9					
Wasser	[g]	220,5	218,5	267,1					
Trockene Probe	[g]	1931,1	1615,4	2495,2					
Feuchte Probe	[g]	2151,6	1833,9	2762,3					
Wassergehalt	[-]	0,114	0,135	0,107					
Wassergehalt	**[%]**	**11,4**	**13,5**	**10,7**					

Probenbezeichnung									
Tiefe (m u. GOK)									
Homogenbereich									
Feuchte Probe + Behälter	[g]								
Trockene Probe + Behälter	[g]								
Behälter	[g]								
Wasser	[g]								
Trockene Probe	[g]								
Feuchte Probe	[g]								
Wassergehalt	[-]								
Wassergehalt	**[%]**								

ILG
Lenz + Gast GmbH
Stolzenmorgen 25
D-35394 Gießen

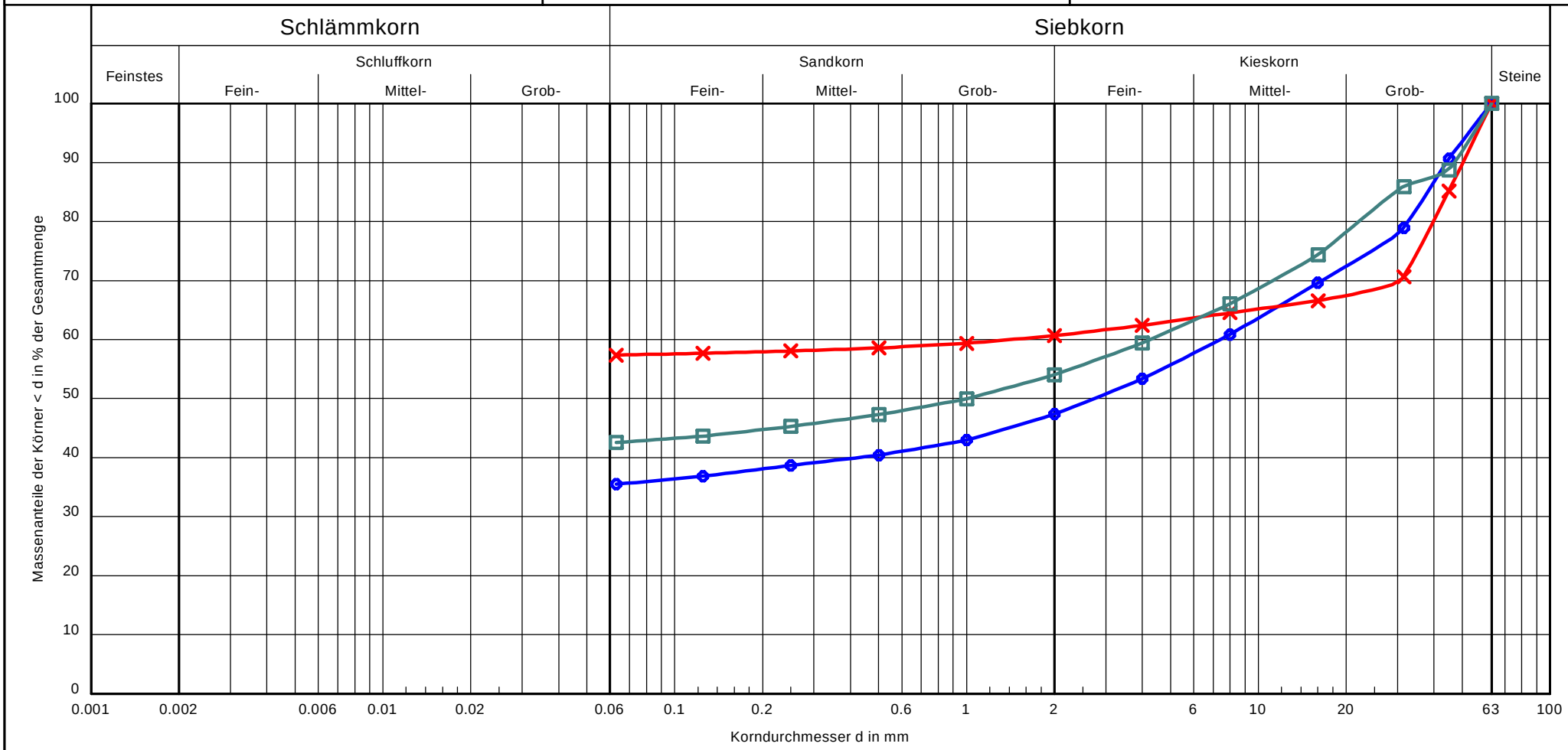
Bearbeiter: Ge.

Datum: 15.12.2021

Korngrößenverteilung

Standortprüfung: Erweiterung der Friedhofsfläche
35216 Biedenkopf-Weifenbach

Prüfungsnummer: 21238
Probe entnommen am: 16.11.2021
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse nach DIN 18123 mit Feinkornabschlämmung



Bezeichnung:	Homogen-bereich:	Tiefe:	Signatur:	Bodenart:	Bodengruppe (DIN 18196):	T/U/S/G/X [%]:	Frost-sicherheit:	k-Wert nach Hazen [m/s]:	Reibungs-winkel [°]:	U/Cc:
2/2	A	0,30 - 0,90 m u. GOK		G, $\bar{u}$, s'	GU*	- /35.5/11.9/52.6/ -	F3	-	31.5	-/-
2/3	A	0,90 - 1,90 m u. GOK		U, $\bar{g}$		- /57.4/3.3/39.3/ -	-	-	30.1	-/-
2/4	B	1,90 - 2,90 m u. GOK		G, U, s'		- /42.6/11.5/46.0/ -	-	-	31.0	-/-

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung nach DIN 18123
Bodengruppen nach DIN 18196

Anlage: 3.2

Anlage 4

Bodengutachten zur Friedhofserweiterung

Biedenkopf - Stadtteil Weifenbach,

von HG, Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH,

35394 Gießen vom 15.12.2021

Gutachten

Büro für
Hydrogeologie und
Umwelt GmbH

Hydrogeologie
Grundwassermodelle
Boden- und Grundwasser-
schutz
Geothermie
Brunnenbau
Rohstoffgewinnung
Bodenkunde
Wirtschaftlichkeitsanalysen

Dipl.-Geol. Dr. Bernd Hanauer
Dipl.-Geol. Dr. Christoph
Möbus
Dipl.-Umweltwiss. M.Sc.
Dr. Thomas Hanauer

Europastraße 11
35394 Gießen
Telefon: 06 41 / 9 44 22 0
Telefax: 06 41 / 9 44 22 11
E-Mail: hg@buero-hg.de
Internet: www.buero-hg.de

QM-System in Anlehnung an
DIN EN ISO 9001

Projekt:

Bodengutachten zur Friedhofserweiterung Biedenkopf - Stadtteil Weifenbach
Bodenkundliche Aufnahme und Bewertung durch einen Bodenkundler

Auftraggeber:

ILG - Ingenieurgesellschaft Lenz + Gast mbH
(Rödgener Straße 59/61 - Gebäude 114)
Stolzenmorgen 25
35394 Gießen

GEPRÜFT
Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH
geprüft am: 10.01.2022
durch: than
Freigabe am: 10.01.2022
durch: than

p:\pro2021\21067\21067-01-g01\gu_fh-erweiterung_21-12-15.doc

© Büro HG GmbH

PNr.: 21067/1 than/wol

Datum: 15.12.2021

I. Inhaltsverzeichnis (Text)

		Seite
1.	Ausgangslage / Auftrag	1
2.	Standortverhältnisse	2
2.1	Lage in Schutzgebieten	2
2.2	Geologie	2
2.3	Hydrogeologie	3
2.4	Boden	3
3.	Bodenkundliche Bewertung der Baggerschürfe	5
3.1	Bodenprofile	5
3.2	Anforderungen nach /4/ und gutachterliche Bewertung	8
4.	Zusammenfassung	10

➢ Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Angetroffene Bodenformen gem. /7/	5
Tabelle 3-2:	SCH 1 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	6
Tabelle 3-3:	SCH 2 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	6
Tabelle 3-4:	SCH 3 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	6
Tabelle 3-5:	SCH 4 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	7
Tabelle 3-6:	SCH 5 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	7
Tabelle 3-7:	SCH 6 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	7
Tabelle 3-8:	Erfüllung der Voraussetzung der Anforderungen gem. /4/ S. 8f	8

➢ Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Lage der geplanten Friedhofserweiterung und WSG-Schutzzonen gem. /2/ [ohne Maßstab]	2
Abbildung 2-2:	Lage der geplanten Friedhofserweiterung und Geologische Karte M 1:25.000 gem. /5/ [ohne Maßstab]	3
Abbildung 2-3:	Lage der geplanten Friedhofserweiterung und Bodenformen gem. /6/ [ohne Maßstab]	4
Abbildung 3-1:	Schematischer Aufbau eines Erdgrabes /4/ S. 7	6

© Büro HG GmbH

II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Bodenkundliche Profilaufnahmen**

Anlage 2 **Prüfberichte AGROLAB *(zur Verfügung gestellt durch Auftraggeber)***

© Büro HG GmbH

III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

/1/ Friedhofs- und Bestattungsgesetz (FBG) vom 5. Juli 2007, GVBl. I 2007, 338, zuletzt geändert durch Gesetz vom 23. August 2018 (GVBl. S. 381)

/2/ https://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de; 06.12.2021

/3/ Regierungspräsidium Gießen (02.11.1987):
Verordnung zum Schutz der Trinkwassergewinnungsanlagen der Wasserwerke Wohratal und Stadtallendorf des Wasserverbandes Mittelhessische Wasserwerke, Landkreis Marburg-Biedenkopf, vom 2. November 1987, StAnz. 48/1987 S. 2373.

/4/ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2007): Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen, Umwelt und Geologie, Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8.

/5/ https://geologie.hessen.de/mapapps/resources/apps/geologie/index.html?lang=de; 07.12.2021

/6/ https://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de; 07.12.2021

/7/ Eckelmann, W. (Hrsg.) 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. verbesserte u. erweiterte Auflage (KA5), Hrsg. von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten, Hannover

/8/ Chemische Eigenschaften und Prozesse, Ruben Kretzschmar in: Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Scheffer/Schachtschabel, Schachtschabel et al., Spektrum, Heidelberg, 2018

/9/ Bodenorganismen und ihr Lebensraum, Ingrid Kögel-Knabner in: Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Scheffer/Schachtschabel, Schachtschabel et al., Spektrum, Heidelberg, 2018

/10/ Gefährdung der Bodenfunktionen, Berndt-Michael Wilke in: Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Scheffer/Schachtschabel, Schachtschabel et al., Spektrum, Heidelberg, 2018

© Büro HG GmbH

IV. Verzeichnis verwendeter Abkürzungen

GOK	Geländeoberkante
Gw...	Grundwasser...
FK	Feldkapazität
Sw…	Stauwasser…
N, E, S, W	Himmelsrichtungen
ne´	nordöstlich
LK	Luftkapazität
L	Lehm
l	lehmig
S	Sand
s	sandig
T	Ton
t	tonig
U	Schluff
u	schluffig
WSG	Wasserschutzgebiet

© Büro HG GmbH

1. Ausgangslage / Auftrag

Die Stadt Biedenkopf - Stadtteil Weifenbach (Hessen) plant eine mögliche Friedhoferweiterung.

Nach dem Friedhofs- und Bestattungsgesetz (FBG) /1/ obliegt den Gemeinden (§ 2 Abs. 1) oder den Kirchen, Religions- und Weltanschauungsgemeinschaften (§ 3 Abs. 1) das Anlegen, die Unterhaltung und die Erweiterung von Friedhöfen.

Der § 5 regelt, dass die Friedhofsträger verpflichtet sind, vor ihrer Entscheidung ein Gutachten eines geeigneten bodenkundlichen Sachverständigen einzuholen (Abs. 3), der die Eignung der Flächen für Erdbestattungen prüft und die Verwesungsdauer durch die Bemessung der Mindestzeit der Ruhefrist abschätzt. Darüber hinaus wird ein besonderes Augenmerk auf den Gewässerschutz gelenkt, der sich vor allem auf das Grundwasser bezieht.

Derartige Gutachten können insbesondere vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) oder von anerkannten Sachverständigen gemäß der Verordnung zur Anerkennung von Sachverständigen im Bereich Bodenschutz vom 19. Oktober 2006 (GVBl, I 534-542) erstellt werden.

Der geplante Friedhof liegt in der Schutzzone III der Quellen I-V, Weifenbach u. TB III u. IV, Wallau /2/.

In den Schutzzonen I, II und III bzw. IIIA von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten, den Schutzzonen I, II und III bzw. III/1 von Heilquellenschutzgebieten sowie Überschwemmungsgebieten und Talauen ist die Neuanlegung bzw. Erweiterung von Friedhöfen verboten. Die jeweils gültige Schutzgebietsverordnung ist zu beachten (hier: Verordnung v. 02.11.1987, StAnz Nr. 48/1987, S. 2373ff, insbesondere S. 2374 /3/).

Ausnahmen hiervon können i. d. R. von der zuständigen Wasserbehörde zugelassen werden, wenn wasserwirtschaftliche, hydrogeologische und ökologische Gesichtspunkte dem Vorhaben nicht entgegenstehen und der Leichenabbau gewährleistet ist.

Am 16.11.2021 wurden im Untersuchungsbereich insgesamt 6 Baggerschürfe bis max. 3,0 m u. GOK durch die Ingenieurgesellschaft Lenz und Gast mbH (im Folgenden AG genannt) gegraben und geotechnisch aufgenommen. Die Ergebnisse und entnommenen Proben wurden unserem Büro zu bodenkundlicher Auswertung zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse sind im Folgende dargestellt.

© Büro HG GmbH

2. Standortverhältnisse

2.1 Lage in Schutzgebieten

Der geplante Friedhof liegt in der Schutzzone III der Quellen I-V, Weifenbach u. TB III u. IV, Wallau. Die Distanz zu den Schutzzonen I beträgt ca. 1,1, 1,3 und ≥1,4 km. Weitere Schutzgebiete sind nicht betroffen (s. Abbildung 2-1) /2/.

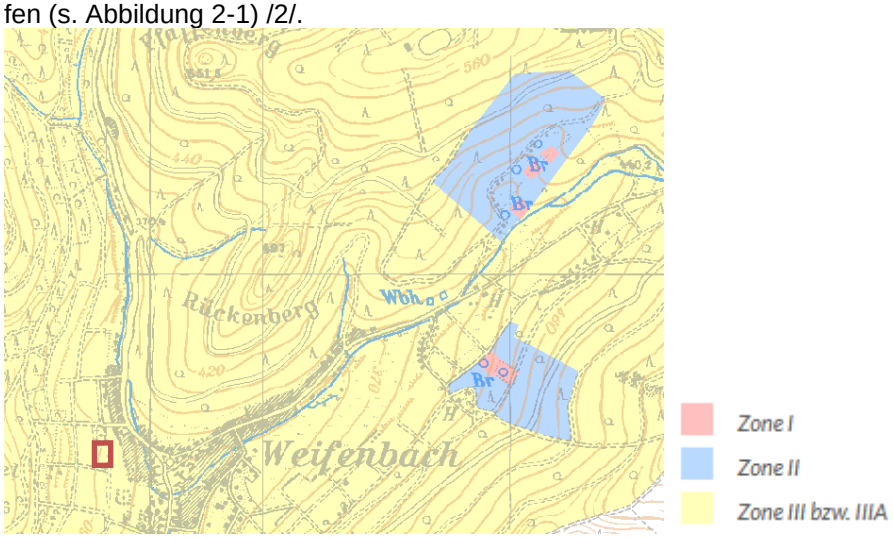


Abbildung 2-1: Lage der geplanten Friedhofserweiterung und WSG-Schutzzonen gem. /2/ [ohne Maßstab]

2.2 Geologie

Am Standort selbst sind gem. /5/ *Dunkle Alaunschiefer mit lyditischen Lagen aus dem Unterkarbon* ausgebildet; n‘ davon *Lehmiger, steiniger Gehängeschutt des Quartärs* und s‘ *rote und grüne Tonschiefer mit Sandsteinlagen des Oberdevon* (s. Abbildung 2-2).

© Büro HG GmbH

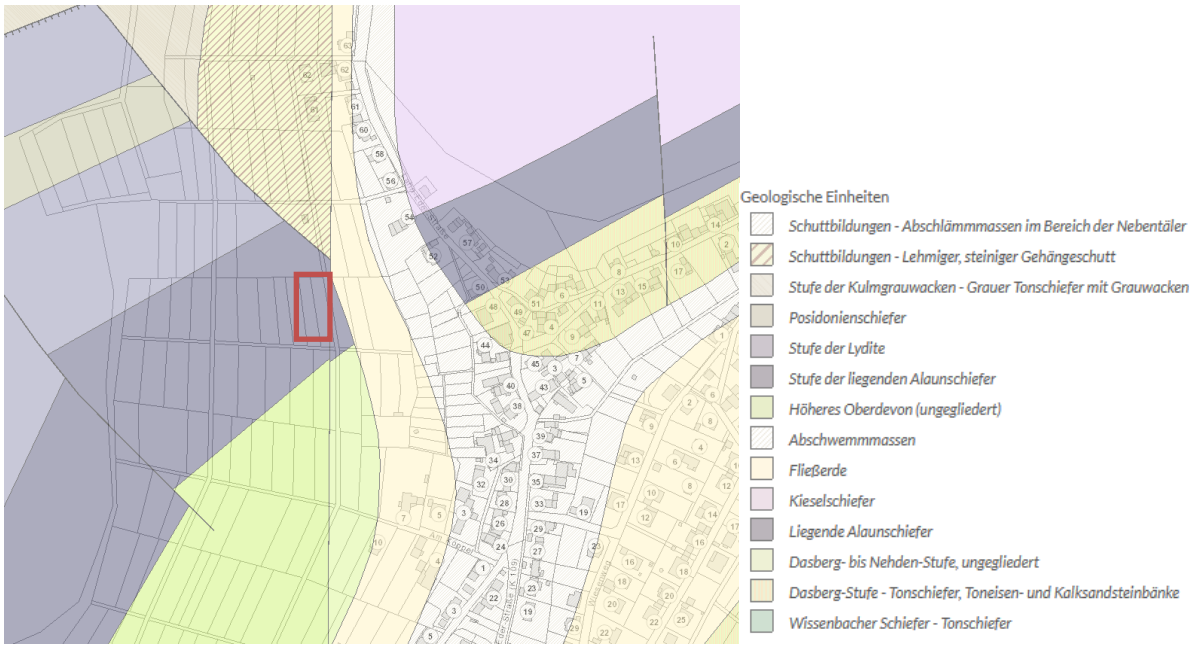


Abbildung 2-2: Lage der geplanten Friedhofserweiterung und Geologische Karte M 1:25.000 gem. /5/ [ohne Maßstab]

2.3 Hydrogeologie

Grund-, Schicht-, Hang- und Sickerwasser wurde am Untersuchungstag (16.11.2021) laut Mitteilung des AG vom 01.12.2021 nicht festgestellt.

Am Standort ist der Grundwasserkörper-ID (EU) DEHE_2580_01 aus Sediment ausgebildet, der als Grundwasser-Geringleiter, Durchlässigkeits-Klasse 5: gering (>1E-7 bis 1E-5), deklariert ist. Der sich s‘ anschließende Grundwasserkörper-ID (EU) DEHE_2580_01 wird sogar mit der Durchlässigkeit-Klasse 10: gering bis äußerst gering (<1E-5) angegeben /2/.

2.4 Boden

Am Standort sind gem. /6/ *Braunerden aus 2 bis 6 dm Fließerde (Hauptlage) über Fließschutt (Basislage) mit schwach metamorph überprägtem siliziklastischem Sedimentgestein (Paläozoikum, Präperm)* ausgebildet. Der Geländemorphologie folgend schließt sich am Talgrund der *Bodenkomplex: Gleye mit Gley-Kolluvisolen und Hanggleyen und Pseudogleyen Substrat aus fluviatilen, kolluvialen und/oder solifluidalen Sedimenten (Holozän oder Pleistozän) mit schwach metamorph überprägtem siliziklastischem Sedimentgestein sowie Metamorphiten (Paläozoikum, Präperm)* an.

 © Büro HG GmbH

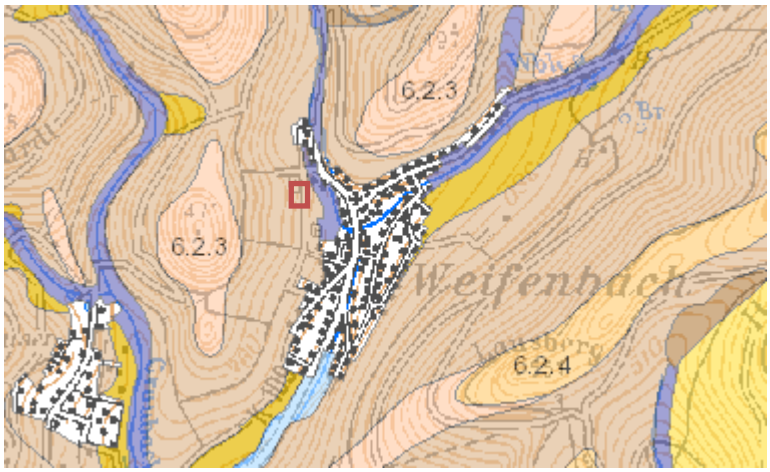


Abbildung 2-3: Lage der geplanten Friedhofserweiterung und Bodenformen gem. /6/ [ohne Maßstab]

Die Auswertung der amtlichen Bodenschätzung gem. /6/ gibt für den Standort an:

- Bodenart gem. amtl. Bodenschätzung sL (sL/, sL/S)
- Feldkapazität (FK) gering (<130 bis ≤260 mm)
- Mittleres Ertragspotenzial
- Keine Standorttypisierung
- Keine Hinweise zu des Wasserverhältnissen

© Büro HG GmbH

3. Bodenkundliche Bewertung der Baggerschürfe

3.1 Bodenprofile

Die Bodenansprache nach /7/ erfolgte am 07.12.2021 an den kühl gelagerten, verschlossenen Proben. Wir gehen daher davon aus, dass sich die Bodenfeuchteverhältnisse nicht wesentlich verändert haben. Die Bodenprofile sind Anlage 1 zu entnehmen.

Am Standort wurden folgende Bodenformen angetroffen:

Tabelle 3-1: Angetroffene Bodenformen gem. /7/

SCH 1	Pseudogley aus Schutt führendem (Deck)Lehm über tiefem Schutt-(Deck)schluff
SCH 2	(tief pseudovergleyte) Braunerde aus Schutt führendem (Deck)Lehm über Skelett-(Deck)schluff über (Zersatz-)Schutt
SCH 3	Pseudogley-Braunerde aus Schutt führendem (Deck)Lehm über tiefem Skelett-(Deck)schluff über (Zersatz-)Schutt
SCH 4	Pseudogley aus Schutt führendem (Deck)Lehm über Skelett-(Deck)ton über (Zersatz-)Schutt
SCH 5	Pseudogley-Braunerde aus Schutt führendem (Deck)Lehm über tiefem Schutt-(Deck)schluff über Schutt führendem (Zersatz-)Schluff über (Zersatz-)Schutt
SCH 6	(tief pseudovergleyte) Braunerde aus Schutt führendem (Deck)Lehm über tiefem Skelett-(Deck)schluff über Schutt führendem (Zersatz-)Schluff über (Zersatz-)Schutt

Diese decken sich nur in Teilen mit den in der Karte (Maßstab 1:50.000) ausgewiesenen Braunerden, da in jedem Schurf, wenn auch teilweise in unterschiedlichen Tiefen, ein Hinweis auf Staunässe (Pseudovergleyung) angetroffen wurde.

Die Ableitung der Bodenkennwerte aus den in Anlage 1 dokumentierten Basisdaten gem. /4/ ist im Folgenden dokumentiert und der jeweiligen Zone gem. Abbildung 3-1 zugewiesen. Für die Ermittlung des Boden-pH-Werts wurde zunächst auf die Datenbank der Bodenkennwerte /6/ zurückgegriffen; die Werte dort sind u.E. nach plausibel für die angetroffenen Bodenformen.

© Büro HG GmbH

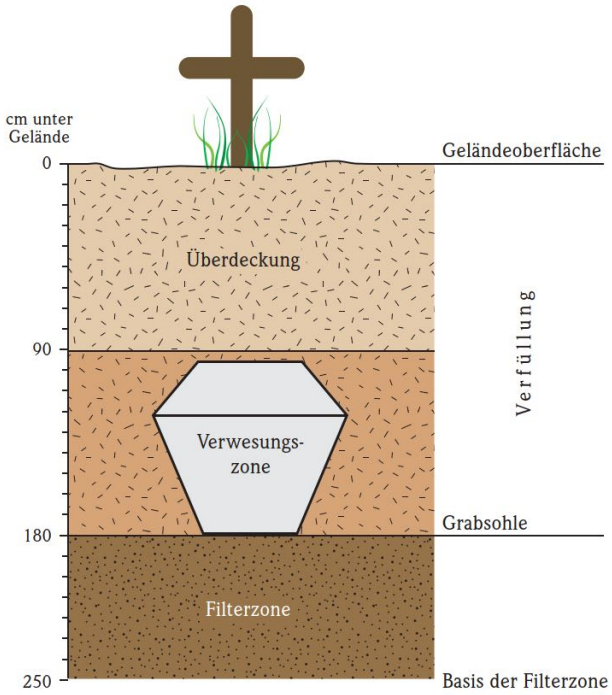


Abbildung 3-1: Schematischer Aufbau eines Erdgrabes /4/ S. 7

Die Auswertung der erhobenen Basisdaten ist für jeden Schurf in den Tabelle 3-2ff zusammengestellt.

Tabelle 3-2: SCH 1 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8

Horizont	cm u. GOK	Luftkapazität	Feldkapazi-tät	kf [cm/d]	Grabbarkeit	Bodenzu-standsbe-schreibung[1]	Zone nach Abbildung 3-1
Ah	30	12	41	51	Klasse 1	pH 5,1	Überdeckung
Sw	70	12	39	51	Klasse 4	pH 5,07	Überdeckung
Sd-Cv	190	10	41	44	Klasse 4	pH 5,00	Verwesung (Filter)
Sd-Cv	300	6	37	17	Klasse 4	pH 5,00	Filter

[1] Bodenkennwerte Lössarme Substrate aus Peliten (50. Perzentil / Median) /6/

Tabelle 3-3: SCH 2 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8

Horizont	cm u. GOK	Luftkapazität	Feldkapazi-tät	kf [cm/d]	Grabbarkeit	Bodenzu-standsbe-schreibung[1]	Zone nach Abbildung 3-1
Ah	30	12	41	51	Klasse 1	pH 5,1	Überdeckung
Bv	90	12	41	51	Klasse 5	pH 5,07	Überdeckung
Cv-Sw	190	6	37	10	Klasse 5	pH 5,07	Verwesung (Filter)
Cv-Swd	290	3	37	7	Klasse 5	pH 5,07	Filter

[1] Bodenkennwerte Lössarme Substrate aus Peliten (50. Perzentil / Median) /6/

Tabelle 3-4: SCH 3 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8

Horizont	cm u. GOK	Luftkapazität	Feldkapazi-tät	kf [cm/d]	Grabbarkeit	Bodenzu-standsbe-schreibung[1]	Zone nach Abbildung 3-1
Ah	30	12	41	51	Klasse 1	pH 5,1	Überdeckung
Sw-Bv	70	11	39	38	Klasse 4	pH 5,07	Überdeckung
Cv	190	10	33	24	Klasse 6	pH 5,00	Verwesung

© Büro HG GmbH

							(Filter)
Cv	300	8	32	26	Klasse 6	pH 5,00	Filter

[1] Bodenkennwerte Lössarme Substrate aus Peliten /6/

Tabelle 3-5: SCH 4 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8

Horizont	**cm u. GOK**	**Luftkapazität**	**Feldkapazität**	**kf [cm/d]**	**Grabbarkeit**	**Bodenzustandsbeschreibung[1]**	**Zone nach Abbildung 3-1**
Ah	20	12	41	51	Klasse 1	pH 5,1	Überdeckung
Sw	100	10	41	44	Klasse 5	pH 5,07	Überdeckung (Verwesung)
Sw	220	12	39	51	Klasse 4	**pH 5,0[2]**	Verwesung, Filter
Sd-Cv	250	6	37	10	Klasse 6	pH 5,00	Filter

[1] Bodenkennwerte Lössarme Substrate aus Peliten (50. Perzentil / Median) /6/
[2]s. Anlage 2

Tabelle 3-6: SCH 5 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8

Horizont	**cm u. GOK**	**Luftkapazität**	**Feldkapazität**	**kf [cm/d]**	**Grabbarkeit**	**Bodenzustandsbeschreibung[1]**	**Zone nach Abbildung 3-1**
Ah	20	12	41	51	Klasse 1	pH 5,1	Überdeckung
Bv-Sw	120	11	39	38	Klasse 4	pH 5,07	Überdeckung, Verwesung
Sw	180	13	39	43	Klasse 4	pH **4,9[1]**	Verwesung
Sd-Cv	220	10	33	24	Klasse 6	pH 5,00	Filter

[1] Bodenkennwerte Lössarme Substrate aus Peliten (50. Perzentil / Median) /6/
[2]s. Anlage 2

Tabelle 3-7: SCH 6 Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8

Horizont	**cm u. GOK**	**Luftkapazität**	**Feldkapazität**	**kf [cm/d]**	**Grabbarkeit**	**Bodenzustandsbeschreibung[1]**	**Zone nach Abbildung 3-1**
Ah	20	12	41	51	Klasse 1	pH 5,1	Überdeckung
Bv	120	11	39	38	Klasse 4	pH 5,07	Überdeckung, Verwesung
Sw	160	6	37	10	Klasse 4	pH 5,07	Verwesung
Sd-Cv	230	k.A.	k.A.	k.A.	Klasse 6	pH 5,00	(Verwesung) Filter

[1] Bodenkennwerte Lössarme Substrate aus Peliten (50. Perzentil / Median) /6/

Die LK der Feinbodenart ist als mittel bis hoch, die FK ebenfalls als mittel bis hoch anzusprechen /7/.

Problematisch ist, dass mit Ausnahme von SCH 3, im Bereich der geplanten Verwesungszone Hinweise auf Staunässe (Pseudovergleyung) vorliegen. Diese Pseudovergleyung ist auch in der Fotodokumentation des AG (s. dort) gut zu erkennen. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) variiert von gering bis hoch, liegt jedoch im Ober- und Unterboden durchgängig im mittleren bis hohen Bereich /7/.

Die Grabbarkeit ist im Untergrund teilweise erschwert (Bodenklasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten).

 © Büro HG GmbH

Die Boden-pH-Werte sind mäßig sauer und liegen im Silikat- und Austauscher-Pufferbereich /7/. In periodisch anoxischen Böden kann allerdings durch Ferrolyse (Re-Oxidation des gelösten Fe^{2+} unter Freisetzung von H^+) der pH-Bereich auf <3 abgesenkt werden /8/. Dies wäre im Bereich der Stauwasser- resp. Stauhorizonte möglich. Aus diesem Grund wurden exemplarisch an zwei Bodenproben auch der pH-Wert bestimmt (s. Anlage 2):

- 4/3 = 5,0
- 5/3 = 4,9

Hinweise auf eine deutliche Versauerung über die /6/ genannten Werte finden sich somit nicht. Der pH-Wert-Bereich 4,7 bis 5,4 wird als „mäßig sauer“ bezeichnet /7/. Während Bakterien Böden mit einem pH-Bereich von 5–7 bevorzugen, sind Pilze in sauren Böden dominante Vertreter der Bodenmikroorganismen /9/. Von den Mikroorganismen sind es aber die Bakterien, die die höchsten Abbauleistungen aufweisen /10/. Dementsprechend ist das Milieu als eher ungünstig hinsichtlich der biologischen Aktivität zu beurteilen, aber nicht konservierend.

3.2 Anforderungen nach /4/ und gutachterliche Bewertung

Zur Übersicht sind in der folgenden Tabelle die Anforderungen gem. /4/ S. 8f zusammengefasst.

Tabelle 3-8: Erfüllung der Voraussetzung der Anforderungen gem. /4/ S. 8f

Schurf	Abstand Kapillarsaum ≤0,7 m	Durchlüftung ausreichend	SW wird zügig in Untergrund abgeleitet	Verunreinigung des GW ist auszuschließen	Kein Austritt von Fäulnissgeruch	Biologische Aktivität nicht gehemmt	„Schwer lösbare Bodenarten“	bis 1,8 m grabbar	Merkmale für zeitw. Gw und Sw
SCH 1	Ja	Ja	Nein	Ja	Bedingt gegeben (Sarg-Überdeckung durch teilw. durch Schluffe anstatt Lehme)	Bedingt gegeben (Milieu als eher ungünstig hinsichtlich der biologischen Aktivität)	-	Ja	-
SCH 2	Ja	LK in Verwesungszone <10%	Nein	Ja			-	Ja	Sw
SCH 3	Ja	Ja	Ja	Ja			in Verwesungs- und Filterzone	Ja	-
SCH 4	Ja	Ja	Nein	Ja			in Filterzone	Ja	Sw
SCH 5	Ja	Ja	Nein	Ja			in Filterzone	Ja	Sw
SCH 6	Ja	LK in Verwesungszone <10%	Nein	Ja			in Filterzone	Ja	(Sw)

Basierend auf den vorliegenden Erkenntnissen keine Gefährdung der Trinkwassernutzung zu besorgen.

Allerdings werden mehrere der Anforderungen nicht erfüllt, demnach ist der Standort **nicht uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet**. In diesem Fall gilt aber:
Unter Umständen können Maßnahmen zur Verbesserung der Verwesungsbedingungen wie Einzelgrabdränung, Fangdränung, Geländeaufschüttung, Bodensubstrataustausch usw. durchgeführt werden, die

© Büro HG GmbH

an dieser Stelle wegen der Individualität der Problemstellungen nicht alle aufgeführt werden können. Ziel der Maßnahmen muss der Nachweis der Erfüllung der o. a. Anforderungen sein (/4/ S. 9).

Der Standort weist ein Gefälle von 8,5° aus und liegt damit knapp unterhalb des Grenzbereichs für den Hang-Pseudogley (≥9°). Dennoch ist fraglich, ob eine hangseitige Drainage zur Ableitung von Hangzugswasser (Interflow) eine nachhaltige Verbesserung des Bodenwasserhaushalts zu Folge hat, da die Feinbodenart des Unterbodens und Untergrunds aus Schluffen und Tonen besteht.
Für das nur eher kurzzeitige Auftreten des Stauwassers spricht allerdings, dass trotz regenreicher Periode zum Zeitpunkt der Bodenansprache durchgängig nur eine mittlere Bodenfeuchte („feucht", feu3) und kein Wasser selbst (s. Kapitel 2.3) angetroffen wurde. Um diese Frage abschließend zu beantworten wäre die Errichtung einer Bodenwassermessstelle am Standort erforderlich. Diese wäre im Bereich der zukünftigen Verwesungszone zu verfiltern und mindestens über ein hydrologisches Jahr zu beobachten.

Eine Verbesserung des Boden-pH-Werts kann über eine gezielte Kalkung im Bereich der Verwesungszone erreicht werden. Der Kalkbedarf ist abhängig von der Basenneutralisationskapazität des Bodens, die durch Titration experimentell bestimmbar ist; alternativ kann auf Schätztabellen zurückgegriffen werden. Auf eine Erhöhung auf >6 sollte dabei verzichtet werden, da hier aufgrund durch die Neutralisierung der schwach sauren Gruppen der Kalkbedarf exponentiell ansteigt /8/.

Da aufgrund der räumlichen Nähe und unter Berücksichtigung der in Abbildung 2-2 und Abbildung 2-3 dargestellten Untergrundverhältnisse ist davon auszugehen, dass zumindest in Teilen des Friedhofes mit ähnlichen Schwierigkeiten umzugehen ist, die dessen Nutzung aber dennoch zulassen.

© Büro HG GmbH

4. Zusammenfassung

Der Standort ist durch schluffig bis tonige Böden mit hohen und nach unten zunehmenden Skelettanteilen geprägt. Des Weiteren fanden sich durchgängig Hinweise auf Stauwasser, überwiegend im Bereich der (zukünftigen) Verwesungszone. Aussagen zu Häufigkeit und Dauer des Stauwassers lassen sich nur nach weiteren bodenhydrologischen Untersuchungen treffen. Die Grabbarkeit ist im tieferen Untergrund in Teilen eingeschränkt.
Das mäßig-saure Bodenmilieu ist eher ungünstig für die mikrobiologische Aktivität, aber nicht konservierend.

Der Standort ist demnach nicht uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet; Maßnahmen zur Verbesserung von Verwesungsbedingungen wären entsprechend zu ergreifen. Eine hangseitige Drainage allein dürfet nach aktuellem Kenntnisstand wahrscheinlich keine ausreichende Verbesserung darstellen.

Eine Gefährdung der w' und nw' gelegen Trinkwassergewinnungsanlagen ist durch die Nutzung als Friedhof nicht zu besorgen.

Büro HG GmbH
Gießen, den 15.12.2021

Dipl.-Umweltwiss. M.Sc. Dr. Thomas Hanauer
Zertifizierter Bodenkundlicher Baubegleiter

gez. B.Sc. Helena Wollny

© Büro HG GmbH