

Dietzhöhlztal-Rittershausen
Erweiterung Friedhof Rittershausen

- Baugrunduntersuchung -

Projekt- Nr. 2024 15402a1

Auftraggeber: Gemeinde Dietzhöhlztal

Gutachter: Dipl.- Geol. Norbert Weller
B.Sc. Ang. Geow. Jan Legner

Datum: 02.04.2025

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 AUFTRAG	1
2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN	1
3 SITUATION	2
4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	4
4.1 Schichtenbeschreibung	4
4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkennwerte	7
5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	8
5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete	8
5.2 Durchlässigkeiten	8
6 ANFORDERUNGEN AN DIE FRIEDHOFSERWEITERUNG	9
6.1 Vorbemerkung	9
6.2 Aufbau eines Erdgrabes	10
6.2.1 Überdeckung	11
6.2.2 Verwesungszone	11
6.2.3 Filterzone	11
7 SCHLUSSFOLGERUNG UND BEWERTUNG	12
7.1 Geotechnische Beurteilung	12
7.2 Bodenkundliche Beurteilung	13
8 BÖSCHUNG / WASSERHALTUNG	14
8.1 Bau- und Fundamentgruben für Dränage / Entwässerungsgräben	14
8.2 Wasserhaltung	14
9 SCHLUSSBEMERKUNG	15
10 ANLAGEN	15

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1 Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, ZTV A StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301	7

1 AUFTRAG

Die Gemeinde Dietzhölztal erteilte der Geonorm GmbH am 28.05.2024 den Auftrag, auf dem Untersuchungsareal nordwestlich des Friedhofs Rittershausen, für die Erweiterung des Friedhofs, Bodenuntersuchungen durchzuführen und gutachterlich zu bewerten.

Das Baugrundgutachten soll beinhalten:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN ISO EN 14688-1 und DIN EN ISO 22476-2
- geotechnische Klassifikation der Schichten nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300, Frostepfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 17¹
- Aussagen zur Grundwassersituation auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse
- Bewertung der Bodendurchlässigkeit
- Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise unter Berücksichtigung der hydrologischen Verhältnisse
- Empfehlung zur Herstellung der Gruben / Empfehlung zur Grubensicherung
- Empfehlung zur ggf. erforderlichen Grundwasserhaltung
- Bewertung der Böden zur Eignung als Friedhof

2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen dienen zur Beurteilung der Baugrundsituation:

- [1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 5115 (Ewersbach), M 1 : 25 000
- [2] Topografische Karte, 5115 (Ewersbach), M 1 : 25 000
- [3] Bebauungsplan Friedhofserweiterung, vom 26.03.2024, zur Verfügung gestellt vom Ingenieurbüro Zillinger
- [4] Broschüre, „Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen“, Umwelt und Geologie, Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8, Karl-Josef Sa-

¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

bel, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden, 2007

- [5] Bodengutachten zur Friedhofserweiterung Dietzhölztal-Rittershausen / Bodenkundliche Aufnahme und Bewertung durch einen Bodenkundler, vom 07.02.2025, HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH
- [6] Ergebnisse der Außenarbeiten vom 31.07. und 01.08.2024:
- 6 Rammkernsondierung (RKS) bis max. 4,0 m unter Geländeoberkante (GOK)
 - Nivellement der Bohransatzpunkte mit GPS

3 SITUATION

Das Untersuchungsareal liegt im Südwesten von Dietzhölztal-Rittershausen (siehe Abb. 1). Da ein Teil des vorhandenen Friedhofs wegen Schichtenwasser nicht genutzt werden kann, plant die Gemeinde Dietzhölztal die Erweiterung des Friedhofs auf den Flurstücken 192 bis 197. Die geplante Erweiterungsfläche grenzt unmittelbar zum bestehenden Friedhof in nordwestlicher Richtung. Das Areal liegt an einem Hang, ist zurzeit unbebaut und wird als Wiesenfläche genutzt (siehe Abb. 2 und 3 umseitig).



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (rot umrandet).

Zur Überprüfung der Bodenverhältnisse sowie der hydrogeologischen Beschaffenheit wurden von der Geonorm GmbH sechs Rammkernsondierungen ausgeführt. Die genaue Lage der Sondierstellen ist dem Lageplan in der Anlage 1 zu entnehmen.



Abbildung 2: Erweiterungsfeld in Blickrichtung Südosten.



Abbildung 3: Erweiterungsfeld in Blickrichtung Nordwesten.

Unser Büro wurde am 23.01.2025 von der Gemeinde Dietzhölztal mit der Durchführung einer ergänzenden bodenkundlichen Aufnahme beauftragt. Auftragsgrundlage war unser Angebot vom 05.12.2024 (AN-Nr.: 2024 00746).

Dazu wurde ein Baggerschurf am 08.02.2025. durch die Firma HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH durchgeführt. Der Schurf und die Rückstellproben aus unseren Rammkernsondierungen wurden gemäß bodenkundlicher Kartieranleitung (KA5) bewertet.

Auf Basis der bodenkundlichen Untersuchungen ist die Beurteilung der anstehenden Böden hinsichtlich der Eignung zur Friedhofsnutzung abzugeben.

4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Gemäß den Ergebnissen der Außenarbeiten und der geologischen Karte wird der gewachsene Untergrund im Untersuchungsgebiet von quartären Hangsedimenten und den Verwitterungsprodukten der devonischen Ton- und Sandsteine gebildet (siehe Auszug aus geologischer Karte in Abb. 4). Zuerst wurden Oberböden erbohrt.

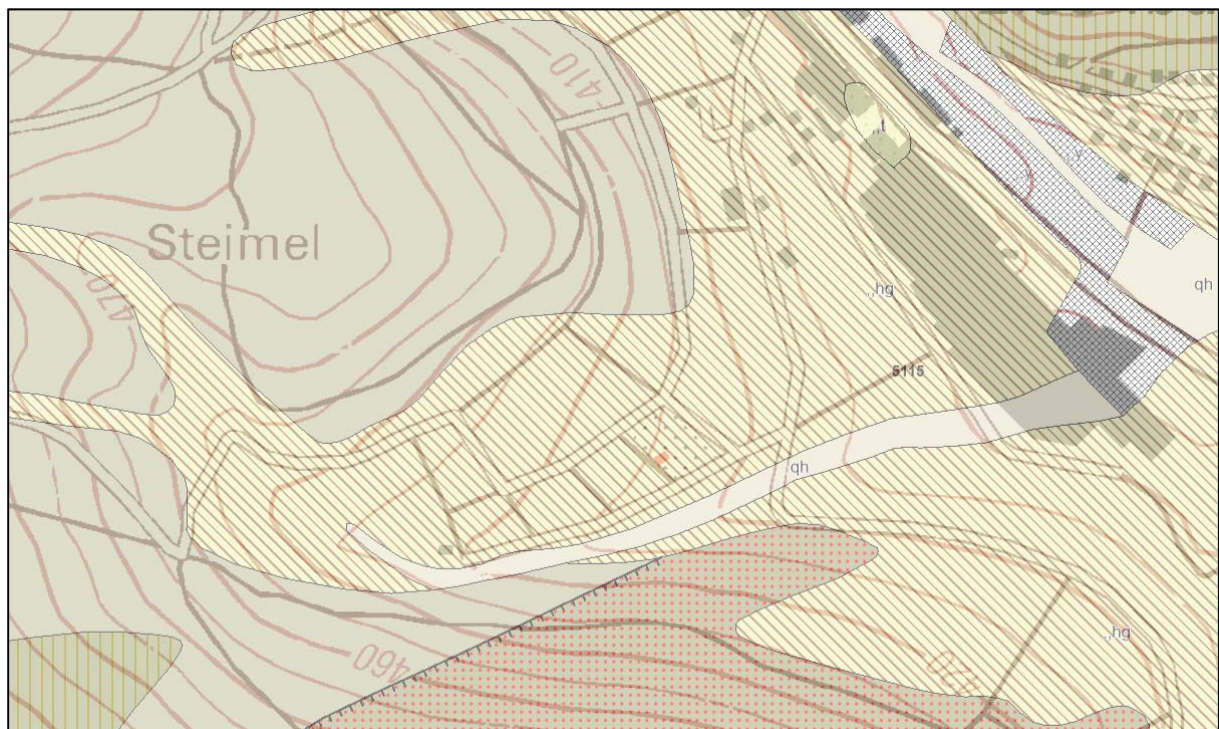


Abbildung 4: Auszug aus der geologischen Karte.

4.1 Schichtenbeschreibung

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

Oberboden

Aufgrund der organischen Anteile und der charakteristischen braunen Färbung können die oberen 0,25 m bis 0,55 m in den Bohrungen als Oberboden eingestuft werden. Bodenmechanisch ist der Oberboden als sandiger Schluff mit unterschiedlichen Kiesanteilen zu beschreiben.

Hangsedimente

Unterhalb des Oberbodens wurden in allen Sondierungen, bis in Tiefen zwischen 1,8 m und 4,0 m unter jeweiliger GOK, hellbraune bis graubraune Hangsedimente erbohrt. Die Hangsedimente sind bindig und rollig ausgebildet und liegen z.T. in Wechsellagerung vor.

Die **bindigen Lehme** sind bodenmechanisch als Schluffe mit wechselnden Gehalten an Sand, Kies und Ton einzustufen. Während der Außenarbeiten wiesen die Lehme steifplastische bis halbfeste Zustandsformen auf.

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

Die **rolligen Kiese** sind bodenmechanisch als Kiese mit lokal wechselnden schluffigen und sandigen Anteilen zu beschreiben. Anhand des Sondierfortschritts ist die Lagerungsdichte der rolligen Kiese als überwiegend mitteldicht bis dicht zu bewerten.

Zersetzter und verwitterter Ton- und Sandstein

Unterhalb der Hangsedimente folgt in allen Sondierungen, außer der RKS 2, das Festgestein in Form von zersetztem Ton- und Sandstein. Die hellbraun bis hellgrau gefärbten zersetzten Ton- und Sandsteine sind rollig ausgebildet. Bodenmechanische ist der rollige Zersatz als sandiger Kies mit lokalen Gehalten an Schluff und Ton zu beschreiben. Die rolligen Zersatzmaterialien können nach dem Sondierfortschritt als mitteldicht bis sehr dicht gelagert angenommen werden. Der Verwitterungsgrad nimmt generell mit zunehmender Tiefe ab. In Tiefen von rd. 2,65 m bis 3,3 m unter jeweiliger GOK mussten 5 von 6 Sondierungen aufgrund des hohen Eindringwiderstandes vorzeitig abgebrochen werden. Erfahrungsgemäß ist davon

auszugehen, dass ab diesen Tiefenlagen der Zersatz in verwitterten Fels übergeht. Im verwitterten Zustand liegen der Ton- und Sandstein, im Gegensatz zum zersetzten Festgestein, noch in einem im Verband befindlichem Korngefüge vor. Das Gestein zerfällt dann erfahrungsgemäß stückig, z.T. bröckelig-blättrig (leicht mürbe).

Innerhalb der erbohrten Bodenschichten muss erfahrungsgemäß mit dem Vorhandensein größerer Gesteinsbestandteile und dickbankigeren Gesteinsformationen der Ton- und Sandsteine gerechnet werden, die im Rahmen der punktuellen Sondierungsarbeiten nicht erfasst werden können. Es ist daher in den Bodenschichten mit größeren Gesteinsbruchstücken zu rechnen, welche je nach Dimension in die Bodenklasse 6 oder 7 eingestuft werden müssen. Generell ist unterhalb der Bohrendtiefe mit Fels der Bodenklasse 6 und 7 zu rechnen. Wir verweisen auf die diesbezüglichen Angaben in der DIN 18300. Nach unserem derzeitigen Kenntnisstand kann ein ausreichend dimensionierter Hydraulikbagger den Felszersatz bis in die notwendige Aushubtiefe lösen. Ggf. ist im Fels ein Hydraulikhammer mit Meisel einzuplanen.

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

4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkennwerte

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

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogen- bereich ⁽¹⁾	Frost- klasse ZTV E-StB	Boden- gruppe DIN 18196	Boden- klassen DIN 18 300	Bohrarbeiten DIN 18301	Verdichtbar- keitsklassen ZTV A-StB
Oberboden	-	O	-	-	-	-	-
Hangsedimente							
Schluff, sandig, tonig, kiesig	steif bis halbfest	B1	F3	UL/TL /UM/TM /UA/TA	4 ^{(2) (3)}	BB 2 – 3 BS 1 – 4	V 3
Kies, sandig, z.T. schluffig, tonig	mitteldicht bis dicht	B2	F1 – F3	GW /GU/GU*	3, 5 ⁽³⁾	BN 1 – 2 BS 1 – 4	V 1 – V 2
Ton- und Sandstein							
<u>Zersatz:</u> rollig	mitteldicht bis sehr dicht	Z1	F1 – F3	SW /SU/SU* /ST/ST*	3, 5 ⁽³⁾	BN 1 – 2 BS 1 – 4 FV 1	V 1 – V 2
<u>verwittert</u> ⁽⁴⁾	kompakt	Z2	-	-	6 - 7	FV 1 – 3 FD 1 – 2	-

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

⁽⁴⁾ Dieser Verwitterungsgrad wurde nicht erbohrt, sodass die Angaben auf Erfahrungswerten beruhen.

5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete

Während der Außenarbeiten am 31.07. und 01.08.2024 wurde nur in der Sondierung RKS 4 Grundwasser in einer Tiefe von 2,76 m unter GOK angetroffen (entspricht 414,67 m NHN).

Bei dem angetroffenen Grundwasser handelt es sich erfahrungsgemäß um Stau- und Hangschichtwasser, welches sich diffus im feinkornarmen Zersatz bewegt und sich auf der stärker gebundenen Felsoberkante aufstaut.

Erfahrungsgemäß wird die Stau- und Schichtwasserbildung insbesondere durch Niederschläge stark beeinflusst. Es ist daher in Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen und besonders im Winterhalbjahr mit einem verstärkten Auftreten von Stau- und Schichtwasser zu rechnen. Freies Grundwasser ist erst in größerer Tiefe zu erwarten.

Der nächste Vorfluter ist ein, in südlicher Richtung rd. 110 m entfernter, unbekannter Bach, welcher nach Osten zum Stauweiher entwässert.

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

5.2 Durchlässigkeiten

Für die bindigen Böden können erfahrungsgemäß Durchlässigkeiten von 10^{-6} m/s bis 10^{-10} m/s angenommen werden. Sie sind gemäß DIN 18130-1 als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig zu bewerten.

Die rolligen Kiese und Zersatzmaterialien weisen in Abhängigkeit der Feinkornanteile Durchlässigkeiten von $k_f = 10^{-5}$ m/s bis $\leq 10^{-8}$ m/s auf, womit sie gemäß DIN 18130-1 als durchlässig bis schwach durchlässig zu bewerten ist. Bei Feinkorngehalten von $> 15 \%$ (je nach Schluff- und Tonanteil) entsprechen die Durchlässigkeiten denen von bindigen Böden (siehe oben).

Die Durchlässigkeit der Lehme und Kiese wurde im Labor durch Auswertung der Kornverteilung anhand von vier Einzelproben überprüft (siehe Anlage 3). Hierbei wurden folgende Durchlässigkeiten ermittelt (gemäß DWA-A 138 der Faktor 0,2 berücksichtigt, siehe umseitig):

Kornverteilung 1 $k_f = 7,20 \times 10^{-9}$ m/s (RKS 2/3, Lehm)

Kornverteilung 2 $k_f = 1,30 \times 10^{-8}$ m/s (RKS 3/4, Kies)

Kornverteilung 3 $k_f = 1,94 \times 10^{-7}$ m/s (RKS 4/3, Kies)

Kornverteilung 4 $k_f = 1,78 \times 10^{-7}$ m/s (RKS 5/3, Kies)

Die untersuchten Böden sind demnach gemäß DIN 18130-1 als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig zu bewerten.

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

6 ANFORDERUNGEN AN DIE FRIEDHOFSERWEITERUNG

6.1 Vorbemerkung

Das Friedhofs- und Bestattungsgesetz vom 05.07.2007 (GVBl 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 Erweiterung 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 Rittershausen 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.

6.2 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 mittelmäßig 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 [4] in 3 Zonen (Überdeckung, Verwesungszone und Filterzone):

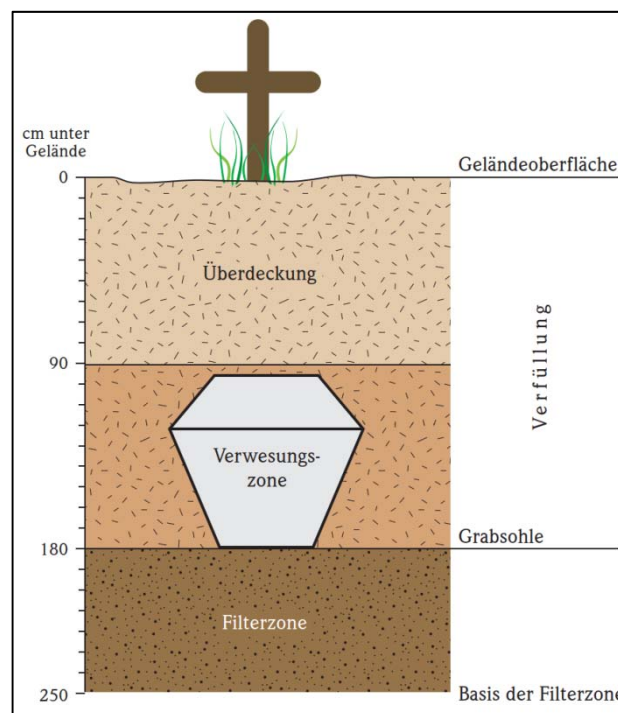


Abbildung 5: Schematischer Aufbau eines Erdgrabes aus [4].

6.2.1 Überdeckung

Die Geländeoberfläche bildet die Überdeckung bis mind. $\geq 0,9$ 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 $> 10\text{-}15$ 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.

6.2.2 Verwesungszone

Die Verwesungszone, in welcher sich der Sarg befindet, folgt bis hin zur Grabsohle (ca. 1,8 m u. GOK) [4].

Die obersten 40 cm der Sargbedeckung sollten aus lehmigen Bodenarten bestehen, um Fäulnisgeruch zu verhindern. Da diese 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 muss über ausreichende Filter- und Sorptionseigenschaften verfügen, um alle Feststoffe der von den Leichen ausgehenden Flüssigkeiten zurückzuhalten.

Die mittlere bis untere Verfüllung 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 (entspricht $k_f = 2,3 - 4,6 \times 10^{-6}$ m/s) 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).

6.2.3 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 - $\geq 2,50$ m und schließt mit der Basis ab. Bei Tiefgräbern verlängert sich der Abstand auf $\geq 3,50$ m unter GOK.

Es werden nichtbindige Böden bzw. Auffüllungen, wie weitgestufte Sand-Kies-Gemische empfohlen. Es kann ein 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 (entspricht $k_f = 1,16 \times 10^{-5}$ m/s) betragen, um Verunreinigungen des Grundwassers auszuschließen. Um Haftwasser zu vermeiden, sollte die Feldkapazität nicht mehr als 40 Vol. % betragen.

7 SCHLUSSFOLGERUNG UND BEWERTUNG

7.1 Geotechnische Beurteilung

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten wird der Untergrund im Bereich der Friedhofserweiterung von Hanglehm und -schutt gebildet. Grundwasser wurde nur in der Sondierung RKS 4 angetroffen, welches jedoch als Stau- und Hangschichtwasser zu bewerten ist. Auch in anderen Bereichen kann ein Stau- und Hangschichtwasserfluss nicht ausgeschlossen werden (vgl. kap. 5). Das Stau- und Hangschichtwasser bewegt sich erfahrungsgemäß entlang der grobkörnigeren, besser durchlässigen Bereiche innerhalb der Hangablagerungen (sandiger Kies) und staut sich auf dem Hanglehm und der stärker gebundenen Felsoberkante auf.

Zur Trockenhaltung des Friedhofsgeländes empfehlen wir, an der hangseitigen Friedhofsbegrenzung der geplanten Erweiterungsfläche mindestens eine Querdränage sowie bei Bedarf zusätzlich weitere Quer- und Längsdränagen anzulegen, welche tiefer als die Grubensohle der Gräber einbinden muss. Die Drängräben sind mit einer ausreichenden Breite von mindestens 1 m zu erstellen. Wir empfehlen, die Erfahrungen aus dem bestehenden Friedhof zu nutzen.

Aufgrund der angetroffenen Bodensituation und Erfahrungen in vergleichbaren Fällen ist mit einem geringen Wasserzudrang in die Drängräben zu rechnen. Um einen ausreichenden Abfluss des in den Drängräben eintretenden Stau- und Hangschichtwassers zu gewährleis-

ten, wird in Abhängigkeit von der Grabenlänge bzw. Rohrlänge ein Rohrdurchmesser von mindestens DN 100 empfohlen. Die Sohle und die Wände des Drängrabens sind mit einem Trenn- und Filtervlies zu versehen, um ein Einschlämmen von Feinkorn in die Sicker- bzw. Dränschicht (z.B. Kies 8/16) zu verhindern. Der Einbau der Sickerschicht ist vollflächig ab der Geländeoberfläche mit staufreiem Anschluss an die Dränleitung durchzuführen.

Entsprechend DIN 4095 sind Dränleitungen so zu verlegen, dass sie in ihrer gesamten Länge jederzeit gereinigt werden können. Hierzu müssen Spül- und Kontrollschächte bei Richtungswechsel der Rohre und seitlichen Anschlüssen am Hoch- und Tiefpunkt, mindestens jedoch alle 50 m vorgesehen werden.

Durch Niederschläge bedingte Oberflächenwässer auf dem Friedhofsgelände sollten weitgehend vor Eintritt auf die Grabfelder über Entwässerungsgräben / Dränagen gesammelt und abgeführt werden, um eine zusätzliche Anreicherung des unterirdischen Wasserabflusses und damit einen verstärkten Schichtwasserandrang in die Gräberfelder zu vermeiden.

Der Standort befindet sich außerhalb eines Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet (siehe Kap. 5.1) und ist diesbezüglich für eine Nutzung als Friedhof geeignet.

7.2 Bodenkundliche Beurteilung

Die Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchung werden in Anlage 4, Kap. 3.2 dargestellt. Das Büro HG GmbH kommt zu dem Ergebnis, dass die Grabbarkeit zumindest in Teilbereichen und das Auftreten von Stauwasser, mit den entsprechenden negativen Auswirkungen auf die Zersetzung der Körper suboptimal sind. Jedoch verhindert die Überdeckung mit bindigem und steinfreiem Boden das Austreten von Fäulnisgeruch. Des Weiteren werden die übrigen Anforderungen nach [4] am vorgesehenen Standort überwiegend erfüllt (siehe Tabelle 3-2 in [4]) und nach den vorliegenden Ergebnissen ist keine Gefährdung einer hypothetischen Trinkwassernutzung zu besorgen. HG Büro kommt zu dem Schluss, dass die Anforderungen ausreichend erfüllt sind und der Standort uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet ist.

Für eine abschließende Bewertung der Schicht- und Stauwasserbildung wird die Errichtung von mind. 3 Bodenwassermessstellen empfohlen (z.B. Erstellung von Pegeln in Bagger-schürfen oder in Rammkernsondierungen), welche im Bereich der zukünftigen Verwesungszone zu verfiltern und mindestens über ein hydrologisches Jahr zu beobachten ist. Hieraus können zukünftig Maßnahmen zur Standortverbesserung abgeleitet werden.

Ferner wird für eine Verbesserung des Boden-pH-Wertes durch eine gezielte Kalkung im Bereich der Verwesungszone empfohlen, welche sich positiv auf die mikrobiologische Aktivität auswirkt.

8 BÖSCHUNG / WASSERHALTUNG

8.1 Bau- und Fundamentgruben für Dränage / Entwässerungsgräben

Grundsätzlich können in Abhängigkeit von der Geländeneigung betretbare Baugruben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. Mit nachbrechenden Grubenwänden und damit verbunden Mehrmassen muss generell gerechnet werden. Bei größeren Einbindetiefen kann im Bauzustand (Lastfall 2 / BS-T) oberhalb des Grundwassers unter folgenden maximal zulässigen Winkeln geböscht werden:

Hanglehm, mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Hangschutt	$\beta \leq 45^\circ$
Fels zersetzt (je nach Ausprägung)	$\beta \leq 45^\circ$ bis 70°

Dauerhafte Böschungen, wie sie ggf. für spätere Geländeanpassungen erforderlich werden, sind mit einem Winkel von $\beta \leq 30^\circ$ herzustellen. Es wird empfohlen, die erforderlichen Gruben z.B. mittels Verbauplatten zu sichern.

8.2 Wasserhaltung

Grundwasserhaltende Maßnahmen werden nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erforderlich. Anfallendes (örtlich auftretendes) (Hang-) Schichtwasser sowie Tagwasser ist aus der Grabstelle mittels offener Wasserhaltung (Dränage, Pumpen etc.) zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Speziell während anhaltender Niederschläge können verstärkt Schicht-, Sicker- und Oberflächenwasserzutritte erfolgen.

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

9 SCHLUSSBEMERKUNG

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 [4] sind zu beachten.

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.

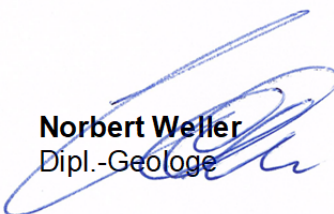
Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in geotechnischer Sicht ergeben, so sind auf Basis der vorliegenden Untersuchungen ergänzende Empfehlungen anzufordern.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

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

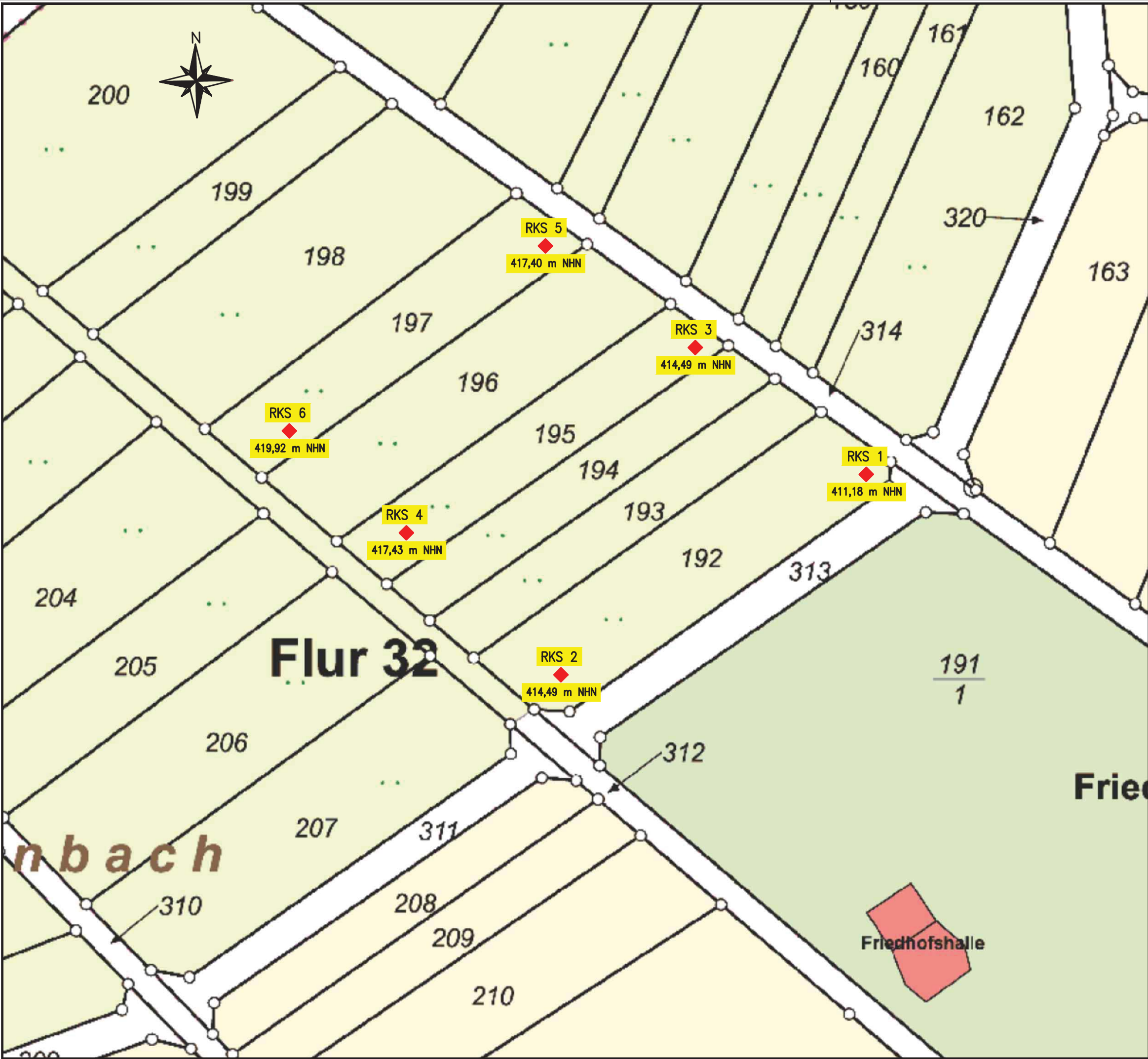
Geonorm GmbH

Gießen, 02.04.2025


Norbert Weller
Dipl.-Geologe
Jan Legner
B.Sc. Angewandte Geowissenschaften

10 ANLAGEN

- | | |
|----------|---|
| Anlage 1 | Lageplan, mit Eintragung der Aufschlusspositionen, M 1 : 500 |
| Anlage 2 | Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN ISO EN 14688-1 |
| Anlage 3 | Kornverteilung gemäß DIN 18123 |
| Anlage 4 | Bodengutachten zur Friedhofserweiterung Dietzhöhlztal-Rittershausen / Bodenkundliche Aufnahme und Bewertung durch einen Bodenkundler, vom 07.02.2025, HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH |



LEGENDE

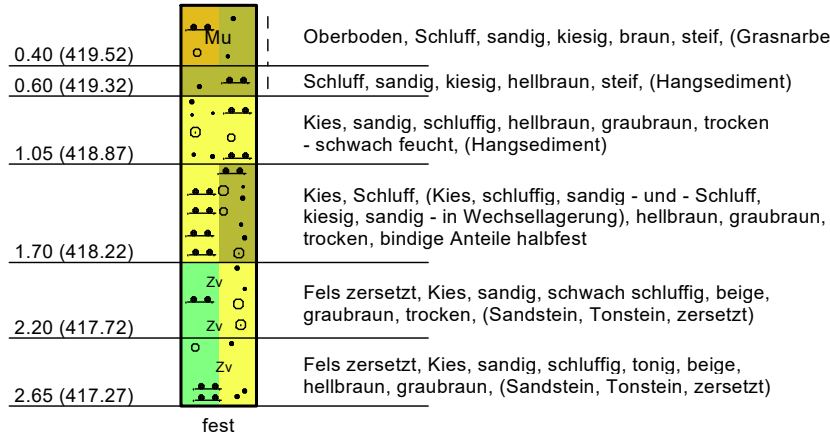
◆

Rammkernsondierung
mit Höhenwert (per GPS)

Geonorm Ursulum 18 35396 Gießen Tel. 0641/94360-0 Fax 94360-40		
Lageplan mit Eintragung der Bohrpunkte		
Projekt: Dietzhöhlztal–Rittershausen, Erweiterung Friedhof Rittershausen		
Projekt–Nr.: 2024 15402 a 1		
gezeichnet:	17.06.2024	van Duijn
geprüft:		
Maßstab:	1 : 500	Anlage 1

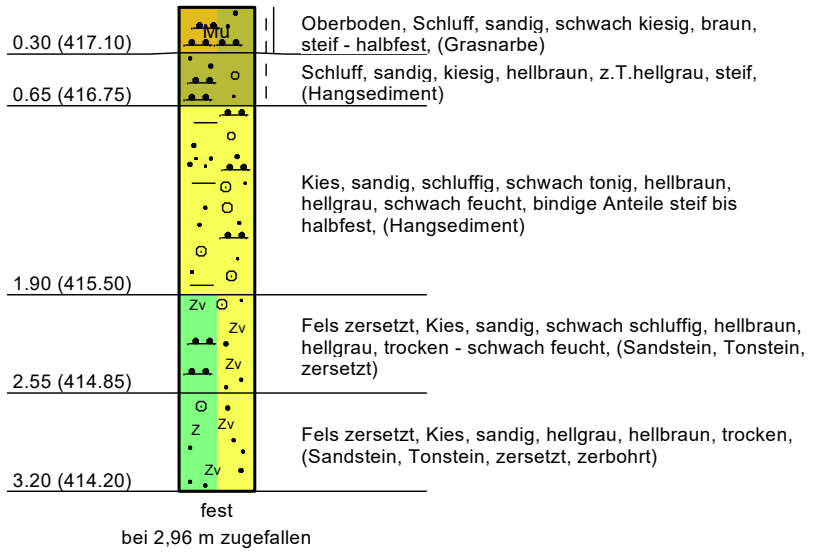
RKS 6

419,92 m NHN



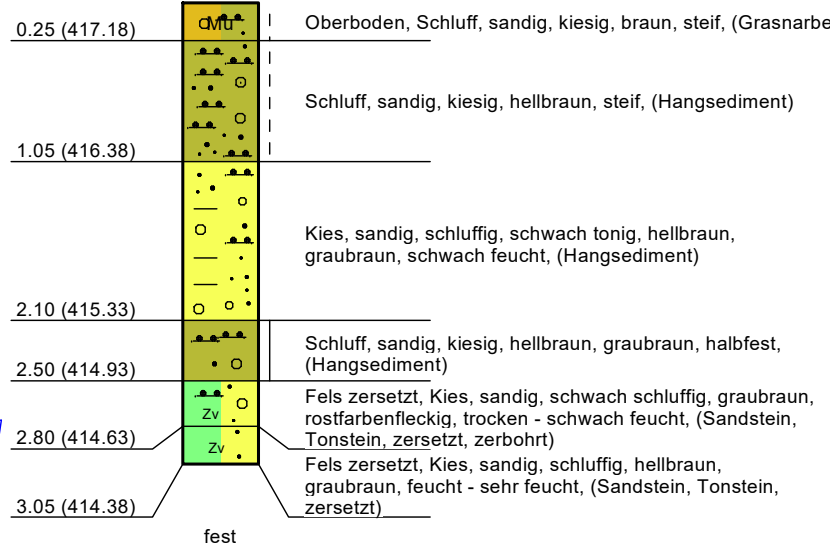
RKS 5

417,40 m NHN



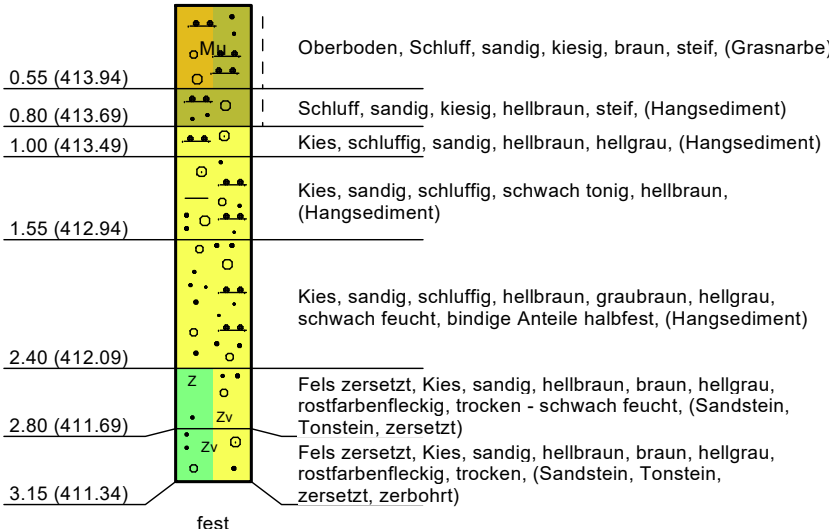
RKS 4

417,43 m NHN



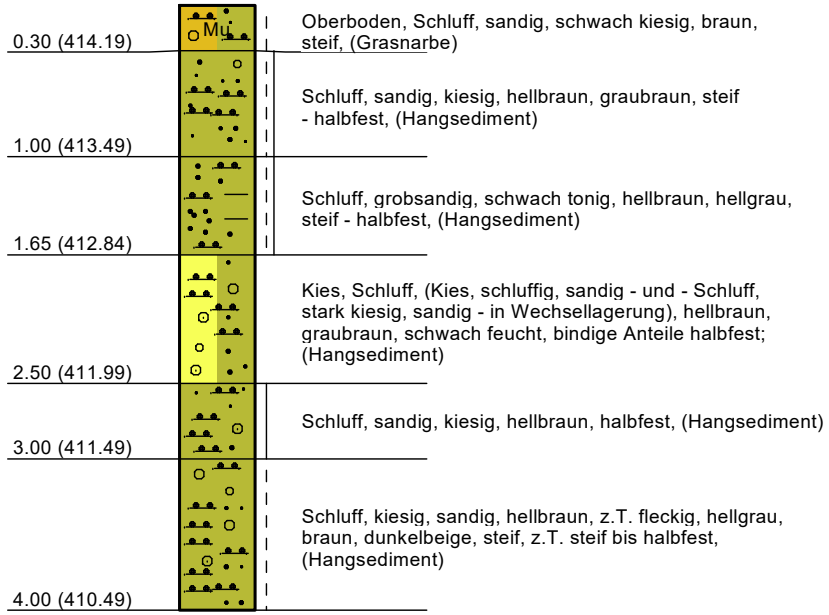
RKS 3

414,49 m NHN



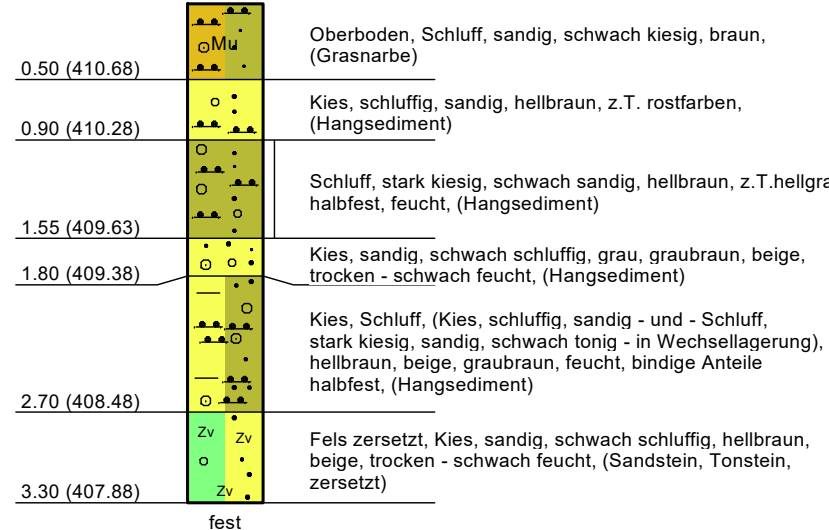
RKS 2

414,49 m NHN

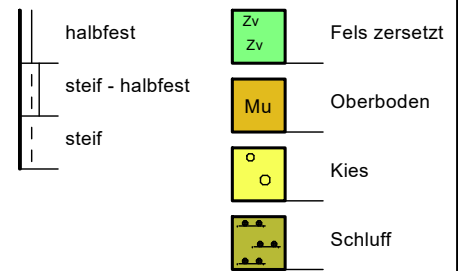


RKS 1

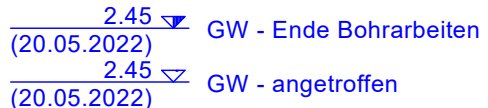
411,18 m NHN



Legende



Legende



Geonorm

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

Projekt: Dietzhölztal-Rittershausen

Erweiterung Friedhof
Rittershausen

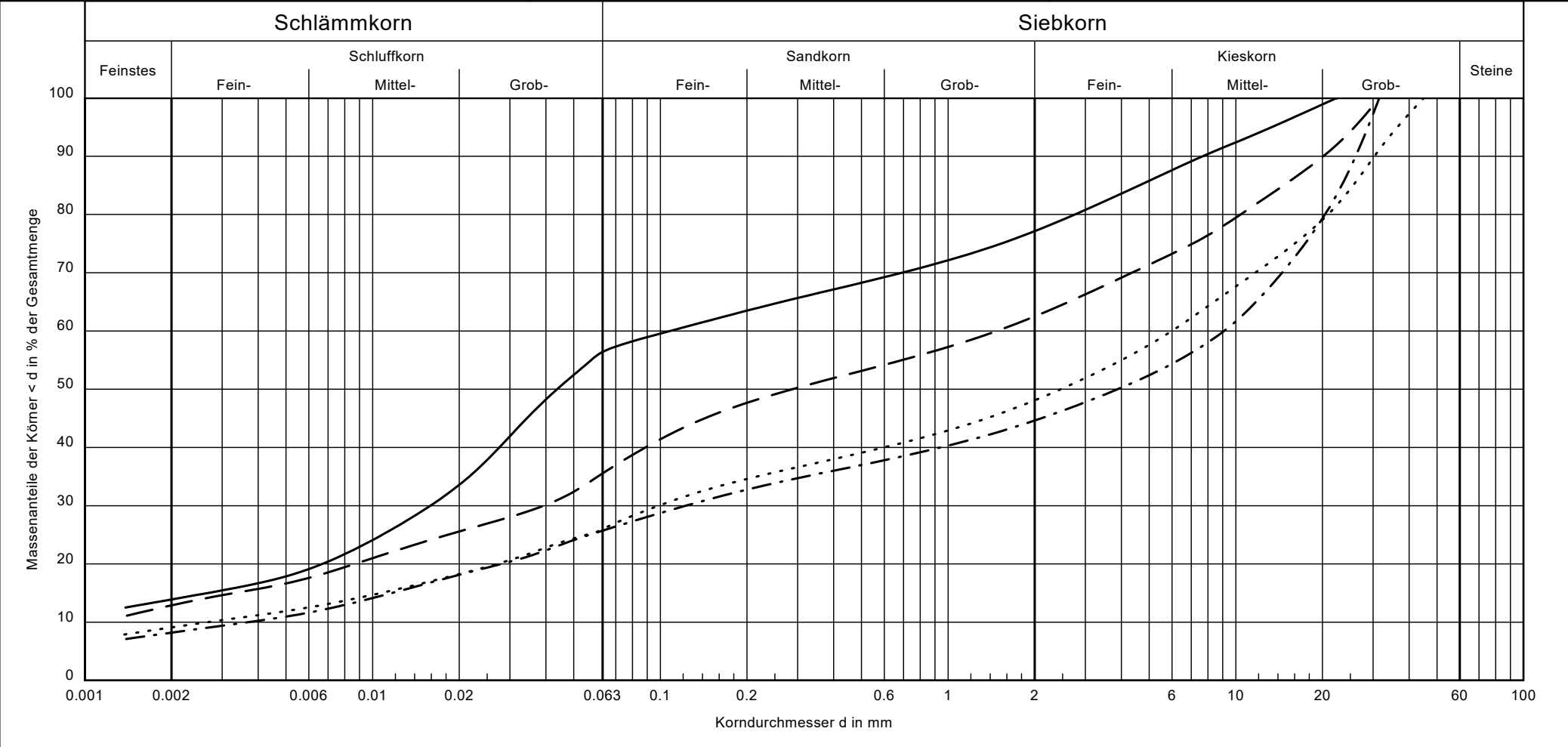
Projekt-Nr.: 2024 15402 a 1

gezeichnet: 17.09.2024 van Duijn

geprüft:

Maßstab 1 : 50

Sp-Nr.: 15402a1_1 Anlage 2



Bezeichnung:	—————	—— — — —	- - - - -		Bemerkungen:	3 Anlage: 18.10.2024 Bericht:
Bodenart:	U, g, s, t'	G, s, u, t'	G, s, u, t'	G, s, u, t'		
Tiefe:	1,0 - 1,65 m	1,0 - 1,55 m	1,05 - 2,1 m	0,65 - 1,9 m		
k [m/s]:	3.6 · 10 ⁻⁸ USBR	6.5 · 10 ⁻⁸ USBR	9.7 · 10 ⁻⁷ USBR	8.9 · 10 ⁻⁷ USBR		
Entnahmestelle:	RKS 2/3	RKS 3/4	RKS 4/3	RKS 5/3		
U/Cc:	-/-	-/-	2459.9/0.4	2249.7/0.6		
T/U/S/G [%]:	13.9/42.5/20.7/22.9	12.9/22.7/26.9/37.5	8.2/17.5/18.9/55.4	9.1/16.9/22.1/51.9		

Anlage 4

Projekt:

**Bodengutachten zur Friedhofserweiterung Dietzhölztal-
Rittershausen
Bodenkundliche Aufnahme und Bewertung durch einen
Bodenkundler**

Auftraggeber:

**Geonorm GmbH
Ursulum 18
35396 Gießen**

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

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: Bodenkennwerte gem. /4/ S. 8	6
Tabelle 3-2: 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	5

II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Bodenkundliche Profilaufnahmen

III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /1/ Dietzhölztal-Rittershausen, Erweiterung Friedhof Rittershausen - Baugrunduntersuchung - Projekt- Nr. 2024 15402a1, Geonorm GmbH, Gießen, 18.10.2024
- /2/ Friedhofs- und Bestattungsgesetz (FBG) vom 5. Juli 2007, GVBl. I 2007, 338, zuletzt geändert durch Gesetz vom 23. August 2018 (GVBl. S. 381)
- /3/ <https://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>; 07.02.2025
- /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>; 04.02.2025
- /6/ <https://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de>; 04.02.2025
- /7/ 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/ Einstufung der Grabbarkeit auf Grundlage der DIN 18300 und Verknüfungsregel 1.35 der Methodendokumentation Bodenkunde, K. Friedrich, L. Jedmowski Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Kommission V, September 2013, Rostock
- /9/ Chemische Eigenschaften und Prozesse, Ruben Kretzschmar in: Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Scheffer/Schachtschabel, Schachtschabel et al., Spektrum, Heidelberg, 2018
- /10/ Bodenorganismen und ihr Lebensraum, Ingrid Kögel-Knabner in: Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Scheffer/Schachtschabel, Schachtschabel et al., Spektrum, Heidelberg, 2018
- /11/ Gefährdung der Bodenfunktionen, Berndt-Michael Wilke in: Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Scheffer/Schachtschabel, Schachtschabel et al., Spektrum, Heidelberg, 2018
- /12/ G. Hintermaier-Erhard, W. Zech, Wörterbuch der Bodenkunde, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1997

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

1. Ausgangslage / Auftrag

Die Gemeinde Dietzhölztal erteilte der Geonorm GmbH am 28.05.2024 den Auftrag, auf dem Untersuchungsareal nordwestlich des Friedhofs Rittershausen, für die Erweiterung des Friedhofs, Bodenuntersuchungen durchzuführen und gutachterlich zu bewerten /1/. Die Geonorm GmbH beauftragte unser Haus am 03.02.2025 mit der bodenkundlichen Bewertung.

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.

Am 08.02.2025 wurden im Untersuchungsbereich insgesamt 1 Baggerschurf bis 2,4 m u. GOK durch die Gemeinde Dietzhölztal (im Folgenden AG genannt) gegraben und durch unser Haus nach /7/ aufgenommen. Des Weiteren wurden die Rückstellproben der bereits durch den AG niedergebrachten RKS (vgl. /1/) ebenfalls durch unser Haus nach /7/ aufgenommen. Die Ergebnisse sind im Folgende dargestellt.

2. Standortverhältnisse

2.1 Lage in Schutzgebieten

Der geplante Friedhof liegt weder in einem Trinkwasser- noch in einem Heilquellenschutzgebiet. Schutzgebiete sind nur mehrere km entfernt ausgewiesen und können nicht beeinflusst werden (s. Abbildung 2-1) /3/.

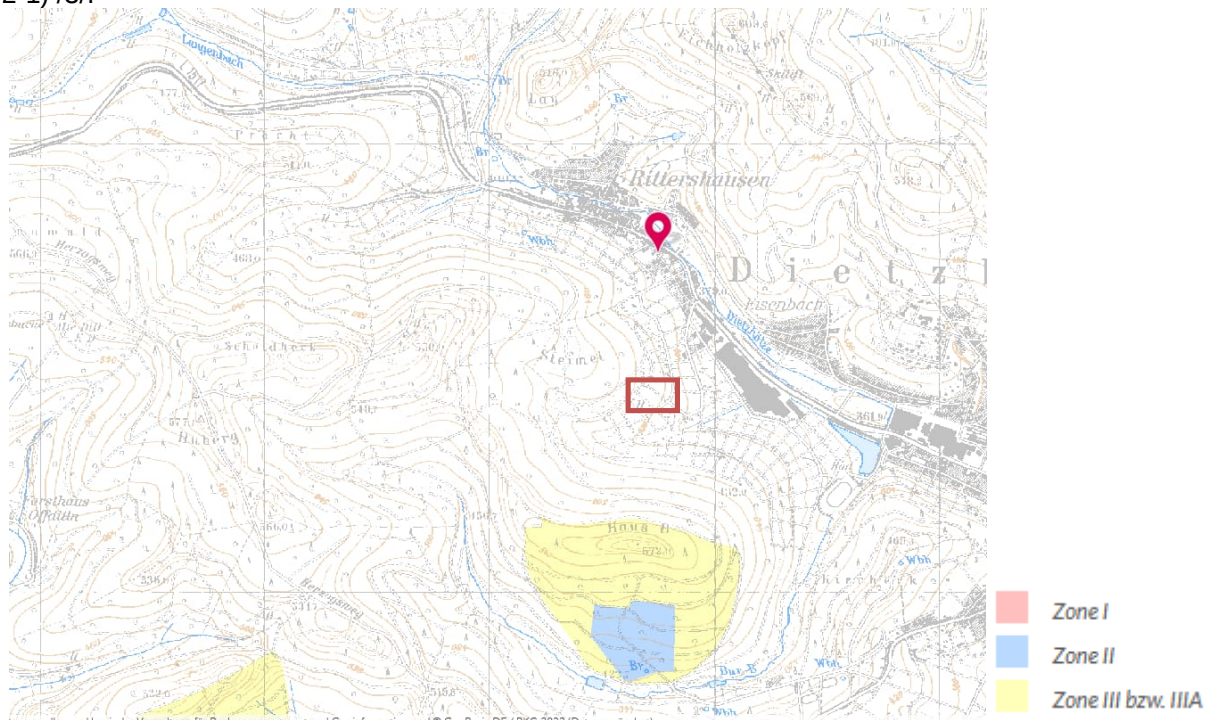


Abbildung 2-1: Lage der geplanten Friedhofserweiterung und WSG-Schutzzonen gem. /3/ [ohne Maßstab]

2.2 Geologie

Am Standort selbst sind gem. /5/ Hanglehm und Fließerde („hg; Schluff, tonig bis sandig, oft steinig, braun bis goldgelb) verbreitet (s. Abbildung 2-2).

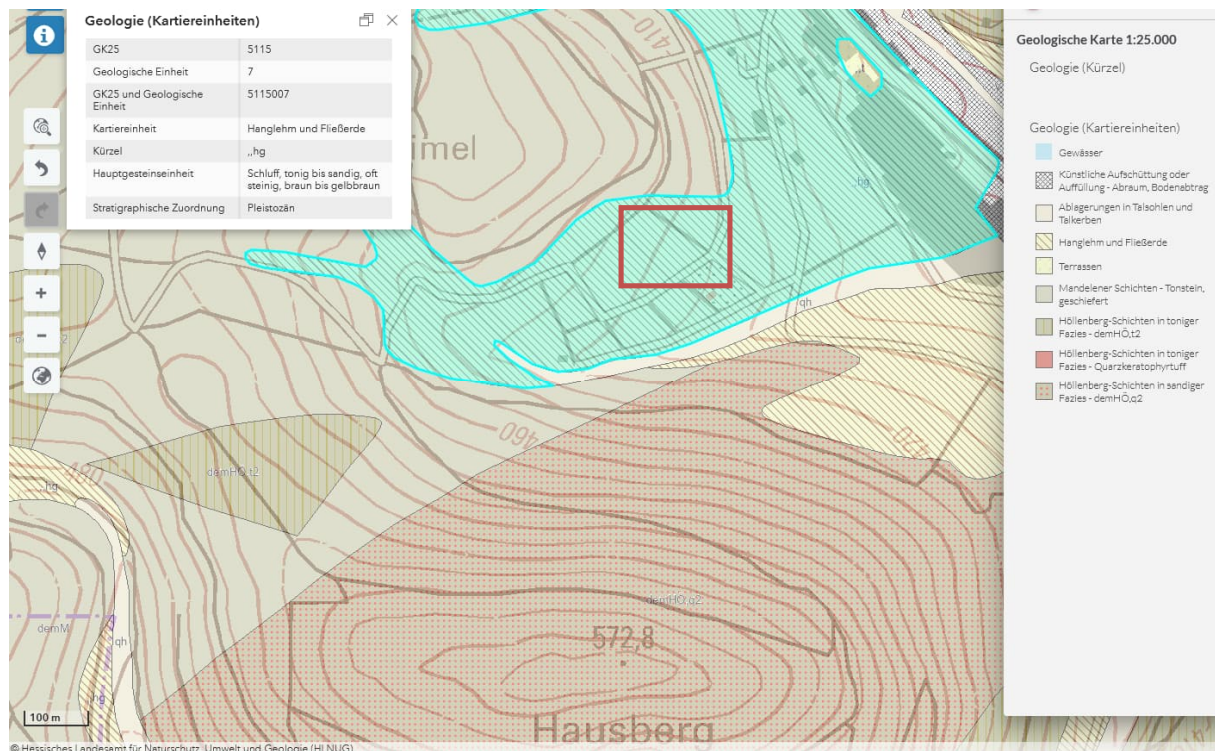


Abbildung 2-2: Lage der geplanten Friedhofserweiterung und Geologische Karte M 1:25.000 gem. /5/ [ohne Maßstab]

2.3 Hydrogeologie

Grund-, Schicht-, Hang- und Sickerwasser wurde am Untersuchungstag nicht angetroffen. Im Schurf wurden in >0,4 m u.GOK Redoximorphosen angetroffen, die auf Stauwasser oder Hangzugswasser hinweisen.

In RKS 4 wurde 2,76 m u.GOK (414,67 m NHN) Grundwasser durch den AG angetroffen /1/.

Am Standort ist die Hydrogeologische Einheit 08P 08P 9 Baus *Unterdevonische Tonschiefer und Sandsteine- Festgestein, Kluft, silikatisch* ausgebildet, der als *Grundwasser-Geringleiter*, Durchlässigkeits-Klasse 10: *gering bis äußerst gering* (<1E-5), deklariert ist. Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wird mit *mittel* (Verweildauer des Sickerwassers 3 - 10 Jahre) angegeben /3/.

2.4 Boden

Am Standort sind gem. /6/ *Pseudogley-Parabraunerden 3 bis 6 dm Fließerde (Hauptlage) über 3 bis 8 dm Fließerde (Mittellage) über Fließschutt (Basislage) mit schwach metamorph überprägtem siliziklastischem Sedimentgestein (Paläozoikum, Präperm)* (vorwiegend konkave Reliefpositionen, Unterhänge im Rheinischen Schiefergebirge; 6.4.3) ausgebildet. Der Geländemorphologie folgend schließt sich südlich der Bodenkomplex: *Gleye mit Gley-Kolluvisolen und Hanggleyen und Pseudogleyen aus fluviatilen, kolluvialen und/oder solifluidalen Sedimenten (Holozän oder Pleistozän) mit schwach metamorph überprägtem siliziklastischem Sedimentgestein sowie Metamorphiten (Paläozoikum, Präperm)* (unebene Talböden und Kerbtäler im Rheinischen Schiefergebirge; 2.4) an.



- Bodenarten der angrenzenden Flurstücke sL (sL/, sL/S)
- Feldkapazität der angrenzenden Flurstücke (FK) gering (<130 bis ≤260 mm)
- Mittleres Ertragspotenzial
- Keine Standorttypisierung der angrenzenden Flurstücke
- Keine Hinweise zu den Wasserverhältnissen

3. Bodenkundliche Bewertung des Baggerschurf

3.1 Bodenprofile

Die Bodenansprache nach /7/ erfolgte am 06.02.2025 an Baggerschurf, das Bodenprofil ist Anlage 1 zu entnehmen. Die mit dem eingesetzten Bagger erreichbare Tiefe betrug 2,4 m u. GOK.

Am Standort wurden folgende Bodenform angetroffen: *reliktische (Acker-) Pseudogley-Braunerde aus Lehmschluff über stark Schuttgrus führendem Sandlehm über Schuttgrussandlehm*.

Diese decken sich bedingt mit den in der Karte (Maßstab 1:50.000) ausgewiesenen Böden. Es kann angenommen werden, dass der ehem. Bt-Horizont aufgrund der ehem. Ackernutzung erodiert wurde, es sich somit um eine degradierte Parabraunerde handelt.

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, wenn kein CaCO_3 nachgewiesen wurde, auf die Datenbank der Bodenkennwerte /6/ zurückgegriffen (pH-Wert¹ Oberboden 6,5, pH-Wert Unterboden 6,26 und pH-Wert Untergrund² 7,6); die Werte dort sind u.E. nach plausibel für die angetroffenen Bodenformen (Einschränkungen s. Kap. 3.2).

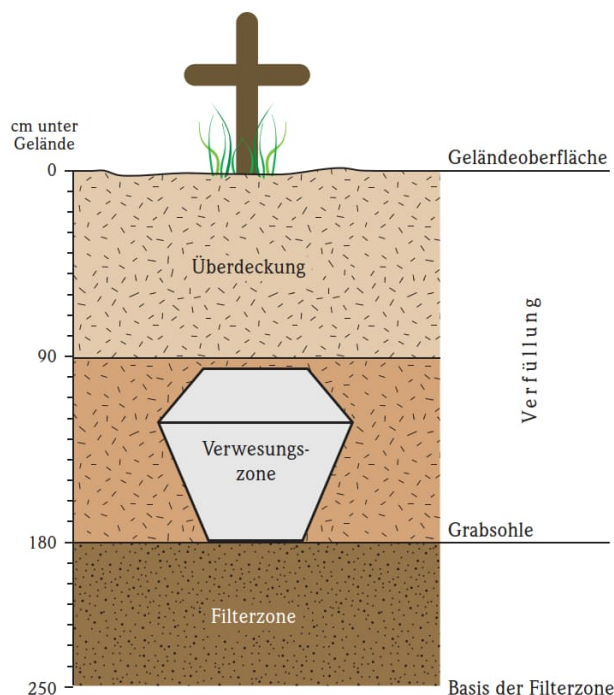


Abbildung 3-1: Schematischer Aufbau eines Erdgrabes /4/ S. 7

¹ Lössreiche Substrate mit Peliten, 90. Perzentil

² Substrate aus Peliten, 50. Perzentil; da im Baggerschurf carbonatfrei und 90. = pH 7,6

Die Auswertung der erhobenen Basisdaten ist für den Schurf in den Tabelle 3-1 zusammengestellt.

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

Horizont	Bodenart	cm u. GOK	Luftkapazität	Feldkapazität	kf [cm/d]	Grabbarkeit /8/	Boden-zu-stands-beschreibung	Zone nach Abbildung 3-1
Ah+rAp	Ut2, Ut3	20	13/14	44/43	35/38	Klasse 1	pH 6,5	Überdeckung
Bv	Uls	40	8	35	17	Klasse 2	pH 6,26	Überdeckung
IIISwd	Slu	80	10	33	24	Klasse 5	pH 6,26	Überdeckung
Bv-Cv	Slu	110	10	33	24	Klasse 5	pH 6,26	(Überdeckung)/Verwesung
ilCv	Sl2	240	13	23	77	Klasse 7	pH <6,2 ¹ bis 5,0	Verwesung/Filter

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

Hinweise auf Staunässe (Pseudovergleyung) liegen vor. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) variiert von mittel bis hoch /7/.



Abbildung 3-2: Baggerschurf am 06.02.2025

Die Boden-pH-Werte sind sehr schwach sauer bis neutral und liegen im Silikat- und Carbonat-Pufferbereich /7/. In periodisch anoxischen Böden kann allerdings durch Ferrollyse (Re-Oxidation des gelösten Fe^{2+} unter Freisetzung von H^+) der pH-Bereich auf <3 abgesenkt werden /9/. Dies wäre im Bereich der Stauwasser- resp. Stauhorizonte möglich. Allerdings wurde auch dieser Bodenhorizont noch als min. „sehr carbonatarm“ angesprochen; dementsprechend ist dort u.E. nach momentan noch ein gewisses Puffervermögen des CaCO_3 gegeben.

Während Bakterien Böden mit einem pH-Bereich von 5–7 bevorzugen, sind Pilze in sauren Böden dominante Vertreter der Bodenmikroorganismen /10/. Von den Mikroorganismen sind es aber die Bakterien,

¹ Carbonatfrei vgl. Anlage 1

die die höchsten Abbauleistungen aufweisen /11/. Dementsprechend ist der Boden-pH-Wert im Untergrund als weniger günstig hinsichtlich der biologischen Aktivität zu beurteilen.

Die Rückstellproben der RKS /1/ bestätigen im Wesentlichen die Erkenntnisse des Baggerschurfes, wobei die Mächtigkeit der bindigen Bodenarten nach NNW zunimmt und auf der Achse RKS5 - RKS6 bereits 1,9 bis 2,5 m beträgt. Dies überrascht insofern, als mit ansteigendem Gelände eigentlich eine reduzierte Deckschicht zu erwarten wäre. Vergleicht man die Bodenansprache an den Rückstellproben mit der geotechnischen Ansprache aus /1/, so fällt auf, dass bei letztgenannter sich ein plausibleres Bild mit abnehmender Mächtigkeit der bindigen Böden bei ansteigender Höhe ergibt (s.d. Anlage 2). Dieser Widerspruch ist mutmaßlich durch die Probenahme bedingt, stellt aber kein wirkliches Problem für die Bewertung des Standortes dar.

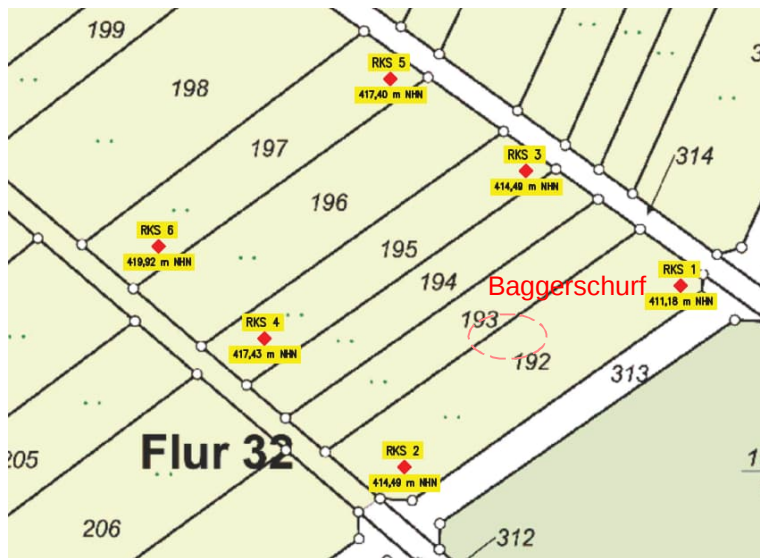


Abbildung 3-3: Lage der RKS /1/ Anlage 1 und Lage des Baggerschurf vom 06.02.2025

3.2 Anforderungen nach /4/ und gutachterliche Bewertung

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

Tabelle 3-2: Erfüllung der Voraussetzung der Anforderungen gem. /4/ S. 8f

Aufschluss	Abstand Kapillarsaum ≤ 0,7 m	Durchlüftung ausreichend	SW wird zügig in Untergrund abgeleitet	Verunreinigung des GW ist auszuschließen	Kein Aus tritt von Fäulnisgeruch	Biologische Aktivität nicht gehemmt	„Schwer lösbare Bodenarten“	bis 1,8 m grabbar	Merkmale für zeitw. Gw und Sw
Schurf	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Ja	Ja	ja	Evtl. aufgrund des pH-Wertes im schwach bis mäßig sauren Bereich	Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	Sw, insbes. von 0,4- 0,8 m und 2,0- 2,2 m u. GOK
RKS 1	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Nein	Ja			Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	-
RKS 2	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Nein	Ja			Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	-
RKS 3	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Nein	Ja			Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	-
RKS 4	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Nein	Ja			Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	-
RKS 5	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Nein	Ja			Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	-
RKS 6	Ja	Ja; LK in Verwesungszone ≥ 10%	Nein	Ja			Ja, mit fortschreitender Profiltiefe	Ja	-

Die Grabbarkeit ist zumindest in Teilbereichen suboptimal, ebenso das Auftreten von Stauwasser mit den entsprechend negativen Auswirkungen auf die Zersetzung der Körper. Gleichzeitig ist aber davon auszugehen, dass die Überdeckung mit bindigem und steinfreiem Boden das Austreten von Fäulnisgeruch verhindert.

Basierend auf den vorliegenden Erkenntnissen ist keine Gefährdung einer hypothetischem Trinkwassernutzung zu besorgen.

Die Anforderungen sind damit u.E. nach ausreichend erfüllt, demnach ist der Standort uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet.

Der gesamte Hang weist ein Gefälle von $<5^\circ$ auf. Der Zersatz der Pelite (Fließschutt, Basislage) wirkt als temporäre GwLeiter (Interflow), wobei die hangende Fließerde ebenfalls zeitweise wassergesättigt ist. Dies ist gut am Schurf 1 zu erkennen, wobei die Höhe des stauwasser-/hangzugsbeeinflussten Teil des Bodenprofils, also der Flurabstand, bereits an der Geländemorphologie zu erkennen ist.

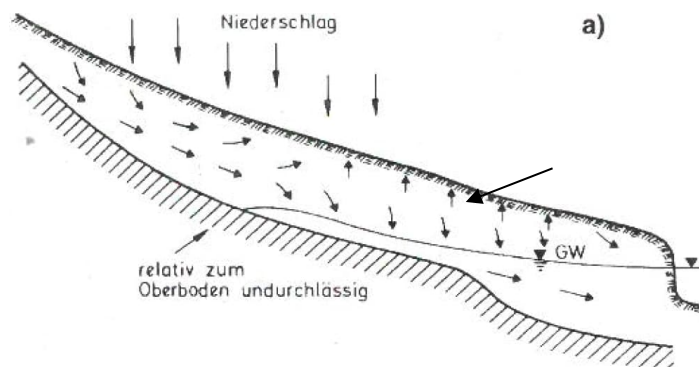


Abbildung 3-4: Prinzip des Interflow aus /12/, S. 136 (verändert)

Eine hangseitige Drainage zur Ableitung von Hangzugswasser (Interflow) könnte ggf. eine nachhaltige Verbesserung des Bodenwasserhaushalts zu Folge haben, da mit Ausnahme von Schurf 1 kein (reiner) Stauhorizont angetroffen wurde. Um diese Frage abschließend zu beantworten wäre aber die Errichtung einer Bodenwassermessstelle am Standort erforderlich um den tatsächlichen Interflow-Andrang bewerten zu können. 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 Schätztabelle 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 /9/.

4. Zusammenfassung

Der Standort ist durch lehmige bis sandige, teilw. steinige Böden geprägt. Es finden sich Hinweise auf Stauwasser im Bereich der Verwesungszone.

Die Grabbarkeit wird mit zunehmender Profiltiefe schwieriger und der sehr schwach bis mäßige sauren Boden-pH-Wert als weniger günstig für die mikrobiologische Aktivität zu bewerten. Allerdings ist die Luftkapazität und Entwässerung in der Verwesungszone gegeben, ebenfalls die Überdeckung mit bindigem, steinfreiem Boden. Somit ist der Standort u.E. nach uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet.

Büro HG GmbH

Gießen, den 07.02.2025

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

M.Sc. Tobias Weidner

HG-Management-System, Formblatt zum Prozess 5

Aufnahmeblatt Bodenkartierung



Büro HG GmbH

 ANL-01
 Vers. 1.1
 Erst./geänd.: bh
 Seite 1/2

Wdr/doe

Datum	06.02.25	Witterung S. 74	WT2	Relief S. 63	PNR:	24079/1					
Bohrungs-Nr.	Schurf	Aktuelle Nutzung S. 72	G	Inklination	Anlage:						
Rechtswert	50°50'16"N	Neigung S. 58	N 2.1	Exposition	Blatt:	1/2					
Hochwert	8°17'08"E	Wölbung S. 59	WS1	Form							
Höhe	415 m										
Humusform (mit Mächtigkeit der Auflagehorizonte)		Bodenformeltypische (Acker-)		Seitenzahlen beziehen sich auf KA 5							
		Pseudogley-Braunerde aus Lehmschluff über stark Schuttruss führender Sandeilm über Schuttrussandeilm									
Untergrenze	Horizont S. 79 ff	Bodenart S. 142	Humus (%) S. 111	Carb. (%) S. 169	Farbe	Redox S. 54 + 113	L.-Dichte S. 124 ff	Feuchte S. 114	Skelett (%) S. 150	Wurzel (W/dm ²) S. 129	Bemerkung / Gefüge S. 117 ff
10	Ah	Ult2	h3	G	10YR 3/3	—	Ld1	Feu3	mGr f2	Wf4	Kru
20	rAp	Ult3	h3	—	10YR 3/3	—	Ld1-2	Feu3	mGr f2	Wf2	Kru
40	Bv	Ult3	—	—	10YR 5/4	—	Ld2	Feu3	X f2	Wf1	Sub
80	II Swd	Slu	—	—	10YR 5/8	ed f6 es f3 fb f5	Ld3	Feu2	X f2 Gr f4	—	sup-pot Mn-Konkretionen!
110	Bv-Cv	Slu	—	—	10YR 4/4	—	Ld3	Feu2	X f1 Gr f3	—	Sub
140	II Cv	Sl2	—	—	10YR 5/4	es f3	Ld3	Feu2	X f2 Gr f3	—	Sub Mn-Konkr./Beläge/Hell. Konk.
180	II Cv	Sl2	—	—	—	es f2	Ld3	Feu2-3	X f3 X f2	Gr f3	Sub Mn-Beläge
200	II Cv	Sl2	—	—	—	—	Ld3	Feu2-3	X f4 X f3	Gr f3	Sub Vergär. Verwitterung

Wdr / boe

PNr:	24079/1
Anlage:	
Blatt:	1

Datum	06.02.25			Witterung s. 74		Relief s.63				
Bohrungs-Nr.	RKS 1			Aktuelle Nutzung s. 72		Inklination				
Rechtswert			Neigung s. 58			Exposition				
Hochwert			Wölbung s.59			Form				
Höhe					Bodenform					
Humusform (mit Mächtigkeit der Auflagehorizonte)					Seitenzahlen beziehen sich auf KA 5					
Untergrenze	Horizont S. 79 ff	Bodenart S. 142	Humus (%) S. 111	Carb. (%) S. 169	Farbe S. 54 + 113	L.-Dichte S. 124 ff	Feuchte S. 114	Skelett (%) S. 150	Wurzel (W/dm²) S. 129	Bemerkung / Gefüge S. 117 ff
50		UB	h2-3		10YR 4/3					
80		Siu	h1		10YR 5/4					
155		Si3	h1		10YR 4/6					
180		Si2	h0		10YR 5/4					
270		Si4	h0		10YR 6/3					
330		Si3	h0		10YR 5/3					

Büro HG GmbH

Wdrlboe

Datum		06.02.25	Witterung S. 74		Relief S. 63		PNr.: 24079/1				
Bohrungs-Nr.		RE 5 2	Aktuelle Nutzung S. 72		Inklination		Anlage:				
Rechtswert			Neigung S. 58		Exposition		Blatt: 1				
Hochwert			Wölbung S. 59		Form						
Höhe			Bodenform		Seitenzahlen beziehen sich auf KA 5						
Humusform (mit Mächtigkeit der Auflagehorizonte)											
Untergrenze	Horizont S. 79 ff	Bodenart S. 142	Humus (%) S. 111	Carb. (%) S. 169	Farbe	Redox S. 54 + 113	L.-Dichte S. 124 ff	Feuchte S. 114	Skelett (%) S. 150	Wurzel (W/dm²) S. 129	Bemerkung / Gefüge S. 117 ff
30		Uk2	h1-2		10YR 4/3						
100		Uk3	h1		10YR 5/8						
165		Uk3	h1		10YR 4/4						
250		Uk2	h0		10YR 4/4						
300		Uk3	h0		10YR 5/8						
400		Uk3	h0		10YR 6/8						

HG-Management-System, Formblatt zum Prozess 5

Aufnahmeblatt Bodenkartierung

Büro HG GmbH

Verf.: ANL-01
Erst./geänd.: bh
Seite 1/2

Wdr/bae

Datum	06.02.25	Witterung S. 74		Relief S.63		PNr:	24079/1				
Bohrungs-Nr.	1163	Aktuelle Nutzung S. 72		Inklination		Anlage:					
Rechtswert		Neigung S. 58		Exposition		Blatt:	1				
Hochwert		Wölbung S. 59		Form							
Höhe											
Humusform (mit Mächtigkeit der Auflagehorizonte)				Seitenzahlen beziehen sich auf KA 5							
Untergrenze	Horizont S. 79 ff	Bodenart S. 142	Humus (%) S. 111	Carb. (%) S. 169	Farbe	Redox S. 54 + 113	L.-Dichte S. 124 ff	Feuchte S. 114	Skelett (%) S. 150	Wurzel (W/dm ²) S. 129	Bemerkung / Gefüge S. 117 ff
55		Ut2	h1-h2		10YR 4/13						
80		Ut3	h1		10YR 4/14						
100		U15	h1		10YR 4/6						
155		Slu	h0		10YR 5/4						
240		Ls2	h0		10YR 5/4						
280		Sl3	h0		10YR 5/3						
315		Sl3	h0		10YR 5/4						

vdr/bae

Datum		06.02.25	Witterung S. 74				Relief S. 63		PNr:		24079/1
Bohrungs-Nr.		RKS 4	Aktuelle Nutzung S. 72				Inklination		Anlage:		
Rechtswert			Neigung S. 58				Exposition		Blatt:		1
Hochwert			Wölbung S. 59				Form				
Höhe							Bodenform				
Humusform (mit Mächtigkeit der Auflagehorizonte)										Seitenzahlen beziehen sich auf KA 5	
Untergrenze	Horizont S. 79 ff	Bodenart S. 142	Humus (%) S. 111	Carb. (%) S. 169	Farbe	Redox S. 64 + 113	L.-Dichte S. 124 ff	Feuchte S. 114	Skelett (%) S. 150	Wurzel (W/dm ²) S. 129	Bemerkung / Gefüge S. 117 ff
25		Ut3			10YR 4/4						
105		ULs			10YR 5/4						
210		Stu			10YR 4/4						
250		ULs			10YR 5/4						
280		St2			10YR 4/6						
305		St3			10YR 5/6						



Büro HG GmbH

wdr / boe

Datum		06.02.25	Witterung s. 74		Relief s. 63		PNr: 24079/1		Anlage:		1	
Bohrungs-Nr.		R1255	Aktuelle Nutzung s. 72		Inklination		Blatt:					
Rechtswert			Neigung s. 58		Exposition							
Hochwert			Wölbung s. 59		Form							
Höhe			Bodenform		Seitenzahlen beziehen sich auf KA 5							
Humusform (mit Mächtigkeit der Auflagehorizonte)												
Untergrenze	Horizont S. 79 ff	Bodenart S. 142	Humus (%) S. 111	Carb. (%) S. 169	Farbe	Redox S. 64 + 113	L.-Dichte S. 124 ff	Feuchte S. 114	Skelett (%) S. 150	Wurzel (W/dm ²) S. 129	Bemerkung / Gefüge S. 117 ff	
1		Uf3			10YR 4/2							
2		Uls			10YR 4/6							
3		Lu			10YR 5/4							
4		S13			10YR 5/4							
5		S13			10YR 5/3							

