

Hydrogeologisches Gutachten
über die Versickerungsmöglichkeit
von Niederschlagsabflüssen

Bauvorhaben:

Errichtung von zwei Mehrfamilienhäusern,
Zeithstraße 24 in 53804 Much

Auftraggeber: Robert Höller
Neuer Traßweg 25
51427 Bergisch Gladbach

Projekt-Nr.: F250200900

Datum: 17.03.2025

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Veranlassung und Auftrag.....	3
2. Untersuchungsobjekt	3
3. Geologische Situation	4
4. Unterlagen und durchgeführte Untersuchungen.....	4
5. Ergebnisse.....	5
5.1 Bodenschichten.....	5
5.2 Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten	6
5.3 Untergrundwasser	7
6. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagsabflüssen	7
7. Bemessung Versickerungsanlagen (Mulden-Rigolen-Elemente).....	10
8. Schlussbemerkungen	12

Anlagen:

Anlage 1: Lageplan mit Eintrag Rammkernsondierpunkte

Anlage 2: Bohrprofile

Anlage 3: Dokumentation Versickerungsversuche

Anlage 4: Bemessung und Systemskizze einer Mulde (Mulde 1, Häuser)

Anlage 5: Bemessung und Systemskizze einer Rigole (Rigole 1, Häuser)

Anlage 6: Bemessung und Systemskizze einer Mulde (Mulde 2, nördliche Fläche)

Anlage 7: Bemessung und Systemskizze einer Rigole (Rigole 2, nördliche Fläche)

1. Veranlassung und Auftrag

Herr Robert Höller plant die Errichtung von zwei Mehrfamilienhäusern auf dem Grundstück Zeithstraße 24 in 53804 Much. Die von den Dachflächen der geplanten Neubauten sowie von Teilflächen der Häuserzuwegungen und von einigen Pkw-Stellplätzen zukünftig abfließenden Niederschlagsabflüsse sollen nach Möglichkeit auf dem Grundstück in den Untergrund versickert werden. Am 12.02.2025 wurde ich von Herrn Robert Höller damit beauftragt, ein hydrogeologisches Gutachten über die Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagsabflüssen auf dem Baugrundstück zu erstellen.

Das Gutachten (Geotechnischer Bericht) wird hiermit vorgelegt.

2. Untersuchungsobjekt

Das Baugrundstück befindet sich am westlichen Ortsrand des Hauptortes Much. Es handelt sich um die Parzelle Gemarkung Much, Flur 24, Flurstück 481. Das Grundstück liegt in mittlerer Hanglage am südöstlichen Talhang des Hohrbachtals.

Die Zeithstraße (B 56) verläuft nordwestlich des Grundstücks. In nordöstliche Richtung schließen sich Wohngrundstücke mit Doppelhausbebauungen und in südwestliche Richtung ein Gewerbegrundstück mit grenzständigem Gebäude an das Baugrundstück an. Entlang der südöstlichen Grundstücksseite verläuft eine Anwohnerstraße. Auf dem Baugrundstück existiert ein 1949 errichtetes Gewerbegebäude, welches grenzständig an das südwestliche Nachbargebäude heranreicht. Grundstücksteilflächen sind asphaltiert oder gepflastert. Eine Übersicht über die Grundstückslage gibt die nachfolgende Abbildung 1.

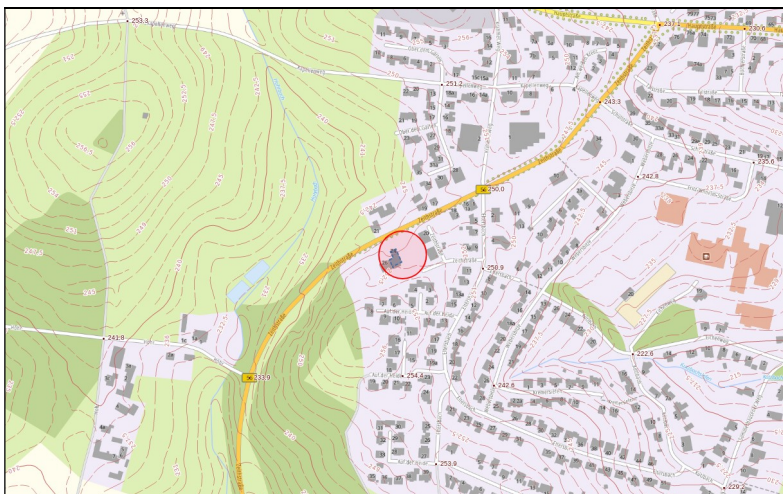


Abb. 1: Lage des Grundstücks (roter Kreis) in Much.

Die Planungen sehen den Rückbau des bestehenden Gewerbegebäude und die Errichtung von zwei Mehrfamilienhäusern auf dem Grundstück vor. Die von den Dachflächen der geplanten Neubauten sowie von Teilflächen der Häuserzuwegungen und von einigen Pkw-

Stellplätzen zukünftig abfließenden Niederschlagsabflüsse sollen nach Möglichkeit auf dem Grundstück in den Untergrund versickert werden.

Der überwiegende, südliche und mittlere Teil des Baugrundstücks liegt innerhalb der Schutzzone III und ein schmaler Streifen an der nördlichen Grundstücksseite innerhalb der Schutzzone II des festgesetzten Wasserschutzgebiets der Wahnbachtalsperre. Vorflut ist der Hohrbach ca. 100 m nordwestlich des Grundstücks.

3. Geologische Situation

Die Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 5110 Gummersbach, weist im Untergrund des Baugrundstücks und seiner näheren Umgebung die Bensberg-(Kühlbach-) Schichten des devonischen Grundgebirges aus. Laut der Geologischen Karte handelt es sich um Ton- und Schluffstein, meist geschiefert, sandig, streifig bis gebändert, z. T. Rotschieferlagen, und um Sandstein, tonig-schluffig, z. T. plattig, quarzitisch, im oberen Abschnitt auch Quarzit, vereinzelt Konglomerat.

Die Festgesteine des Grundgebirges werden in der Regel oberflächlich von Verwitterungslehm/-schutt und/oder Hang-/Hochflächenlehm oder Hangschutt überdeckt.

4. Unterlagen und durchgeführte Untersuchungen

Für die Planung und Durchführung der Untergrunderkundung wurde mir vom Auftraggeber ein Lageplan als PDF-Datei zugesandt. Auf Basis dieser Planunterlage habe ich am 22.02.2025 die folgenden Arbeiten zur Untergrunderkundung auf dem Baugrundstück durchgeführt:

- Festlegung / Lageeinmaß von fünf Rammkernsondierpunkten (RKS 1 bis RKS 5) in der Örtlichkeit.
- Abteufen von Rammkernsondierungen an den festgelegten Sondierpunkten RKS 1 bis RKS 5, Sondierdurchmesser 50 mm bis 40 mm, Bodenansprache nach DIN 4022 und organoleptisch, Probennahme je Schicht, Sondiertiefen zwischen 2,0 m und 3,2 m unter vorhandene Geländeoberkante (GOK) bis in verwitterte Grundgebirgsfelsschichten.
- Nivellement der vorhandenen Geländehöhen an den Sondierpunkten (gewählter Höhenfestpunkt: Kanalschachtdeckel auf dem Baugrundstück im vorhandenen asphaltierten Weg entlang der nordöstlichen Grundstücksseite, im Kanalbestandsplan der Gemeinde Much angegebene Schachtdeckelhöhe = 250,57 m NHN, Schachtnummer 11400046).
- Durchführung von Versickerungsversuchen (Versickerungstests) in den Sondierbohrlöchern der Sondierungen RKS 1 bis RKS 5.

Eine Übersicht über die Lage der Rammkernsondierpunkte gibt der Lageplan mit Eintrag der Sondierpunkte in der Anlage 1.

5. Ergebnisse

5.1 Bodenschichten

Auf dem Grundstück wurde an den fünf Sondierpunkten eine generell dreigliedrige Schichtenfolge bestehend aus verschiedenartigen Anfüllungen über natürlichem Hanglehm und/oder Verwitterungslehm/-ton über verwitterten Felsschichten in der Felsverwitterungszone des Grundgebirges angetroffen. Die Anfüllungen bestehen teils aus humosem Oberboden und Lehmboden, teils sind zusätzliche Erdbaustoffe (Natursteinschotter/-splitt) und Asphalt oder Beton in Oberflächenbefestigungen vorhanden. Am Sondierpunkt RKS 5 fehlt der Hang-/Verwitterungslehm, dort ist angefüllter Boden direkt über verwitterten Grundgebirgsfelschichten vorhanden. Nachfolgend werden die sondierten Schichten näher beschrieben. Weitere Einzelheiten können den Bohrprofilen in der Anlage 2 entnommen werden.

Am Sondierpunkt RKS 1 ist zuoberst angefüllter Oberboden (kiesiger, toniger Schluff, humos, mit Pflanzenmaterial) vorhanden. Der Oberboden reicht bis ca. 0,15 m unter vorhandene Geländeoberkante (GOK). Darunter folgt bis ca. 0,25 m unter GOK angefüllter Natursteinschotter. Unter diesen Anfüllungen steht bis ca. 1,8 m unter GOK natürlicher Hanglehm (toniger Schluff) und darunter bis ca. 2,3 m unter GOK natürlicher Verwitterungston (kiesiger, schluffiger Ton) an. Zuunterst wurde bis 2,6 m unter GOK sehr stark verwitterter toniger Sandstein (Erscheinung des Bohrguts in der Kernsonde: Sandgrus, tonig, mit Sandsteinbröckchen) sondiert.

Am Sondierpunkt RKS 2 ist zuoberst eine Flächenbefestigung bestehend aus einer ca. 0,1 m dicke Pflasterdecke (ca. 6 cm Betonsteinpflaster und ca. 4 cm dicke Pflasterbettungsschicht aus Natursteinsplitt) und einer ca. 0,1 m dicken ungebundenen Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) aus Natursteinschotter vorhanden. Unter dieser Flächenbefestigung ist bis ca. 1,4 m unter GOK angefüllter Lehmboden (kiesiger, teils steiniger, toniger Schluff) vorhanden. Unter diesen Anfüllungen steht bis ca. 2,4 m unter GOK natürlicher Hanglehm (toniger Schluff) und darunter bis ca. 2,8 m unter GOK natürlicher Verwitterungslehm (schwach sandiger, toniger Schluff) an. Zuunterst wurde bis 3,2 m unter GOK sehr stark verwitterter toniger Sandstein (Erscheinung des Bohrguts in der Kernsonde: Sandgrus, bröckelig, tonig) sondiert.

Am Sondierpunkt RKS 3 ist zuoberst eine Flächenbefestigung bestehend aus einer ca. 0,02 m dicken Schwarzdecke (Asphalt) und einer ca. 0,15 m dicken Betontragschicht vorhanden. Darunter folgt bis ca. 0,3 m unter GOK angefüllter Lehmboden (kiesiger, sandiger, toniger Schluff). Unter diesen Anfüllungen steht bis ca. 0,9 m unter GOK natürlicher Verwitterungslehm (schwach kiesiger, schwach sandiger, toniger bis stark toniger Schluff) an. Zuunterst wurde bis 2,4 m unter GOK sehr stark verwitterter toniger Sandstein (Erscheinung des Bohrguts in der Kernsonde: Sandgrus, bröckelig, tonig, zwischen ca. 2,2 m und 2,25 m unter GOK Tonschicht) sondiert.

Am Sondierpunkt RKS 4 ist zuoberst eine Flächenbefestigung aus Natursteinschotter vorhanden. Der Schotter reicht bis 0,75 m unter GOK. Innerhalb des Schotters wurde zwischen ca. 0,5 m und 0,55 m unter GOK Asphalt sondiert. Ob es sich dabei um ein

einzelnes Asphaltstück oder um eine ältere, flächig verbreitete Schwarzdecke handelt, kann anhand des Bohrguts nicht bestimmt werden. Unter dem Schotter steht bis ca. 1,7 m unter GOK natürlicher Hanglehm (kiesiger, toniger Schluff) an. Zuunterst wurde bis 2,0 m unter GOK sehr stark verwitterter toniger Sandstein (Erscheinung des Bohrguts in der Kernsonde: Sandgrus, tonig, mit Sandsteinbröckchen) sondiert.

Am Sondierpunkt RKS 5 ist zuoberst angefüllter Oberboden (kiesiger, toniger Schluff, humos, mit Pflanzenmaterial) vorhanden. Der Oberboden reicht bis ca. 0,2 m unter vorhandene Geländeoberkante (GOK). Darunter folgt bis ca. 0,6 m unter GOK angefüllter Lehm Boden (sandiger, kiesiger, toniger Schluff). Unter dieser Anfüllung wurde zuunterst bis 2,0 m unter GOK sehr stark verwitterter toniger Sandstein (Erscheinung des Bohrguts in der Kernsonde: Sandgrus, bröckelig, tonig, kiesige Sandsteinstücke) sondiert.

Der angefüllte Oberboden wies eine natürliche dunkelbraune Färbung, die angefüllten Lehm Böden eine natürliche braungraue Färbung und der angefüllte Natursteinschotter/-splitt natürliche graue und braungraue Färbungen auf. Die natürlich anstehenden Lehm- und Tonböden wiesen überwiegend eine natürliche braune sowie bereichsweise untergeordnet eine natürliche braungraue Färbung und der verwitterte Grundgebirgsfels eine natürliche braune Färbung auf. Organoleptisch wahrnehmbare Auffälligkeiten wurden an den sondierten Schichten nicht festgestellt.

Zum Untersuchungszeitpunkt waren die sondierten Böden und Erdbaustoffe überwiegend schwach feucht oder feucht sowie an den Sondierpunkten RKS 2 und RKS 4 bereichsweise sehr feucht. Die Konsistenz der angefüllten und natürlich anstehenden Lehm- und Tonböden wurde mittels Knetversuch nach DIN 4022 teils als weich, weich-steif oder steif beurteilt. Die Lagerungsdichte des angefüllten Natursteinschotters wurde anhand des Rammwiderstands beim Einrammen der Kernsonde teils als mitteldicht und teils als dicht beurteilt. Die verwitterten Grundgebirgsfelsschichten waren mit der Rammkernsonde ca. 0,3 m bis 1,5 m tief rammpbar. Dann traten Rammstillstände ein.

5.2 Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Bodenschichten bzw. deren Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) kann über verschiedene Methoden erfolgen (überschlägige Abschätzung anhand der Bodenansprache, Laborversuche, Feldmethoden). Im vorliegenden Fall wurden als Feldmethode in allen fünf Sondierbohrlöchern Versickerungsversuche durchgeführt, welche die natürlichen Bedingungen am besten erfassen und praxisnahe Werte liefern. In der nachstehenden Tabelle 1 sind die Versuchsergebnisse zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte

Versuchsstandort	Sondiertiefe [m u. GOK]	Bodenschicht	Durchlässigkeitsbeiwert k_{fu} [m/s]	Durchlässigkeitsbereich in Anlehnung an DIN 18130-1
RKS 1	2,6	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$1,1 \times 10^{-7}$ m/s	schwach durchlässig
RKS 2	3,2	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$7,0 \times 10^{-7}$ m/s	schwach durchlässig
RKS 3	2,4	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$9,1 \times 10^{-7}$ m/s	schwach durchlässig
RKS 4	2,0	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$2,7 \times 10^{-7}$ m/s	schwach durchlässig
RKS 5	2,0	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$2,8 \times 10^{-7}$ m/s	schwach durchlässig

In den Anfüllungen und in den Grundgebirgsdeckschichten (Hang- und Verwitterungslehm, Verwitterungston) wurden keine Versickerungsversuche durchgeführt. Im Hang- und Verwitterungslehm können anhand der vorgenommenen Bodenansprache und Probenbeurteilung nach Erfahrungswerten und einschlägigen Literaturangaben k_{fu} -Werte zwischen ca. 5×10^{-7} m/s und 5×10^{-8} m/s (schwach durchlässig) angenommen werden. Im Verwitterungston sind k_{fu} -Werte zwischen ca. 1×10^{-8} m/s und 1×10^{-10} m/s (sehr schwach durchlässig) anzunehmen.

5.3 Untergrundwasser

Freies Untergrundwasser wurde bis zu den Sondierendteufen nicht angetroffen. Der Grundwasserflurabstand zum obersten Grundwasserstockwerk mit beständiger Wasserzirkulation beträgt in der vorhandenen Talhanglage über dem Grundgebirge erfahrungsgemäß in der Regel mehr als 10 m. Lokal Stau- oder Schichtenwasser führende Bodenschichten oder örtliche sogenannte Wasseradern in geringerer Tiefe können nicht ausgeschlossen werden, sind aber oberhalb der für die vorgesehene Untergrundversickerung maßgeblichen Tiefen eher unwahrscheinlich.

6. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagsabflüssen

Die Versickerung von Niederschlagswasser muss nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ohne Beeinträchtigung des Allgemeinwohls erfolgen und die dafür installierten Versickerungsanlagen müssen den Regeln der Technik entsprechen. Im Allgemeinen ist die Einhaltung dieser Anforderungen gewährleistet, wenn bei Planung, Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen die Hinweise des Arbeitsblattes DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) beachtet werden.

Einfache Bemessungen von Versickerungsanlagen für Niederschlagsabflüsse werden daher in der Regel gemäß den Empfehlungen des Arbeitsblatts DWA-A 138 vorgenommen. Damit eine Anlagenbemessung bei allen Methoden nach gleichen Voraussetzungen erfolgen kann und die Berechnungen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 auf k_f -Werten der gesättigten Bodenzone basieren, gibt das Arbeitsblatt DWA-A 138 für die verschiedenen methodenspezifisch ermittelten k_f -Werte empirisch ermittelte Korrekturfaktoren an. Für die Festlegung von Bemessungs- k_f -Werten aus Feldmethoden (Versickerungsversuchen) beträgt der Korrekturfaktor = 2.

In der nachstehenden Tabelle 2 sind die Versuchswerte und die daraus mittels Korrekturfaktor festgelegten Bemessungs- k_f -Werte gegeneinander dargestellt. In der Spalte 3 der Tabelle sind die unmittelbar aus den Feldversuchen ermittelten Ergebnisse angegeben (Versuchswerte der ungesättigten Bodenzone, k_{fu}), die Spalte 4 enthält die mit dem Korrekturfaktor multiplizierten, für Berechnungen von Versickerungsanlagen maßgeblichen Bemessungs- k_f -Werte.

Tabelle 2: Bemessungs- k_f -Werte für eine Anlagenbemessung nach DWA-A 138

Versuchsstandort	Bodenschicht	k_{fu} -Wert (Versuchswert in der ungesätt. Bodenzone)	Bemessungs- k_f -Wert (Korrekturwert für eine Anlagenbemessung)
RKS 1	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$1,1 \times 10^{-7}$ m/s	$2,2 \times 10^{-7}$ m/s
RKS 2	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$7,0 \times 10^{-7}$ m/s	$1,4 \times 10^{-6}$ m/s
RKS 3	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$9,1 \times 10^{-7}$ m/s	$1,8 \times 10^{-6}$ m/s
RKS 4	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$2,7 \times 10^{-7}$ m/s	$5,4 \times 10^{-7}$ m/s
RKS 5	Felsverwitterungszone Grundgebirge, sehr stark verwitterter toniger Sandstein	$2,8 \times 10^{-7}$ m/s	$5,6 \times 10^{-7}$ m/s

Wesentliche Voraussetzung für eine Versickerung von Niederschlagswasser sind ausreichend durchlässige Untergrundschichten. Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch geeignete Durchlässigkeitsbereich für Versickerungsanlagen zwischen k_f -Werten 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s. Daneben sind für eine schadlose Versickerung weitere Empfehlungen des Arbeitsblattes zur Qualität der Niederschlagsabflüsse, zu Abständen einer Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen oder zum Grundwasserflurabstand zu beachten.

Im Untersuchungsbereich stehen unter schwach und sehr schwach durchlässigen lehmig-tonigen Deckschichten mit k_f -Werten deutlich unterhalb des gemäß DWA-A 138 entwässerungstechnisch geeigneten Durchlässigkeitsbereichs sehr stark verwitterte Grundgebirgsfelsschichten (tonige Sandsteine) in der oberen Felsverwitterungszone des Grundgebirges an. Diese weisen im mittleren und nordwestlichen Grundstücksbereich (Sondierungen RKS 2 und RKS 3) gemäß DWA-A 138 geeignete Bemessungs- k_f -Werte für eine Versickerung von Niederschlagsabflüssen auf.

Unter der Annahme, dass die Dachflächen der geplanten Gebäude nicht mit unbeschichteten Metallen oder mit anderen wassergefährdenden Stoffen hergestellt werden, sind die von den

Dachflächen abfließenden Niederschlagsabflüsse als unbelastet (= unverschmutzt) einzustufen. Die von den Gebäudezuwegungen und Pkw-Stellplätzen abfließenden Niederschlagsabflüsse sind als schwach belastet (= gering verschmutzt) einzustufen.

Der auf dem Grundstück anzunehmende Grundwasserflurabstand beträgt in der vorhandenen Hanglage über dem Grundgebirge mehr als 10 m, so dass unterhalb einer wenige Meter tiefen Versickerungsanlage ein nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 empfohlener Sickerraum > 1 m Mächtigkeit eingehalten werden kann. Die Entfernung des Grundstücks zur nordwestlichen Vorflut Hohrbach beträgt ca. 100 m, so dass auch diesbezüglich ein genügender Abstand eingehalten wird.

Genügende Abstände einer Untergrundversickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen und unterkellerten Gebäuden gemäß DWA-A 138 können bei angepasster Planung an die örtlichen Gegebenheiten ebenfalls eingehalten werden.

Aufgrund der Lage des Grundstücks innerhalb des festgesetzten Wasserschutzgebietes der Wahnbachtalsperre darf gemäß der Wasserschutzgebietsverordnung Wahnbachtalsperre eine Versickerung von (unverschmutztem und schwach belasteten) Niederschlagsabflüssen nur über die belebte Bodenzone erfolgen. Eine Versickerung auf dem Grundstück müsste demnach über Mulden vorgenommen werden. Da aber gleichzeitig die versickerungswirksamen, das Wasser aufnehmenden und ableitenden verwitterten Sandsteinschichten des Grundgebirges erst in größerer Tiefe von etwa 2 m bis 3 m unter vorhandene Geländeoberkante anstehen, kann eine Versickerung nicht allein über eine oberflächliche Versickerungsmulde erfolgen, sondern muss über ein tiefer in den Untergrund einbindendes Mulden-Rigolen-Element vorgenommen werden.

In der zusammenfassenden Beurteilung der vorgenannten Gegebenheiten und Bedingungen halte ich eine schadlose Versickerung der von den Gebäudedachflächen beider Häuser abfließenden Niederschlagsabflüsse über ein in Ost-West-Richtung langgestrecktes Mulden-Rigolen-Element im Grundstücksbereich zwischen den geplanten Wohnhäusern für möglich. Zusätzlich können über dieses Mulden-Rigolen-Element auch die Niederschlagsabflüsse von der zwischen den Gebäuden liegenden Zuwegung des südlichen Gebäudes und den dort außenliegenden Pkw-Stellplätzen mitversickert werden. Das Mulden-Rigolen-Element wird sich in seiner Längserstreckung in Ost-West-Richtung über den gesamten Bereich zwischen den Häusern erstrecken.

In der nordwestlichen Grundstücksecke halte ich eine Versickerung der von der Zuwegung des nördlichen Gebäudes und den dort außenliegenden Pkw-Stellplätzen abfließenden Niederschlagsabflüssen über ein kleines Mulden-Rigolen-Element ebenfalls für möglich.

In den übrigen untersuchten Grundstücksbereichen (Sondierungen RKS 1, RKS 4 und RKS 5) ist meines Erachtens eine schadlose Versickerung von Niederschlagsabflüssen in den Untergrund aufgrund dort nicht genügend durchlässiger Untergrundschichten nicht möglich.

Niederschlagsabflüsse von kleineren Gehwegflächen, Terrassen in üblicher Größe, etc., können auf dem Grundstück randlich dieser Flächen oberflächlich über die belebte Oberbodenzone versickert werden.

Niederschlagsabflüsse von der geplanten Grundstückszuwegung an der östlichen Grundstücksseite (Grundstückseinfahrt von der Zeithstraße bis Grundstücksausfahrt in die Anwohnerstraße) können nicht auf dem Grundstück versickert werden. Diese Abflüsse müssen in eine Kanalisation abgeleitet werden.

7. Bemessung Versickerungsanlagen (Mulden-Rigolen-Elemente)

Nachfolgend wird ein größeres Mulden-Rigolen-Element für die Versickerung der Dach- und Verkehrsflächenabflüsse zwischen den geplanten Häusern und ein kleineres Mulden-Rigolen-Element für die Versickerung der Verkehrsflächenabflüsse nördlich des nördlichen Hauses bemessen.

Die Bemessungen wurden nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 als einfaches Bemessungsverfahren mittels statistischer Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes für den üblich anzuwendenden überschreitbaren Lastfall eines fünfjährigen Regenereignisses durchgeführt. Verwendet wurden Regenreihen nach Kostra für das Rasterfeld Spalte 107, Zeile 141 (Much).

Mulden-Rigolen-Elemente sind Versickerungsanlagen, die aus einer Versickerungsmulde und einer darunter liegenden Rigole mit jeweils eigenen Füll- und Entleerungsprozessen bestehen. Die Bemessungen wurden jeweils getrennt für die Mulden und die Rigolen vorgenommen.

Für die Muldenbemessungen wurde für die herzustellenden Muldenoberböden jeweils ein Bemessungs- k_f -Wert 2×10^{-5} m/s angesetzt.

Für die Rigolenbemessungen wurde für die Rigole zwischen den Häusern der am Sondierpunkt RKS 3 ermittelte Bemessungs- k_f -Wert $1,8 \times 10^{-6}$ m/s und für die Rigole nördlich des nördlichen Hauses der am Sondierpunkt RKS 2 ermittelte Bemessungs- k_f -Wert $1,4 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

Die Niederschlagsabflussflächen wurden anhand der Planunterlage wie folgt berücksichtigt:
Fläche 1: Gründach je Haus $180,60 \text{ m}^2$, zwei Häuser gesamt $361,2 \text{ m}^2$ (Abflussbeiwert 0,5)
Fläche 2: Flachdach je Haus $188,99 \text{ m}^2$, zwei Häuser gesamt $377,98 \text{ m}^2$ (Abflussbeiwert 1,0)
Fläche 3: gepflasterte Zuwegung und Pkw-Stellplätze je Haus $123,2 \text{ m}^2$ (Abflussbeiwert 0,75)

Versickerung der Dach- und Verkehrsflächenabflüsse (Flächen 1, 2 und 3) zwischen den geplanten Häusern:

Mit den vorgenannten Bemessungsdaten ergibt sich für die Versickerung der Dach- und Verkehrsflächenabflüsse (Flächen 1, 2 und 3) zwischen den geplanten Häusern eine Versickerungsmulde wie folgt:

gewählte mittlere Muldeneinstauhöhe (Z_m)	0,25 m
berechnete mittlere Muldenfläche (A_s)	$76,22 \text{ m}^2$

Für die Kiesrigole unter der Rigole ergeben sich die folgenden Abmessungen:

gewählte Rigolenbreite (b_R)	2,40 m
gewählte Rigolenhöhe (h_R)	2,05 m
berechnete Rigolenlänge (L)	25,15 m
Körnung der Kiesfüllung	8/32 oder 16/32
Überdeckung der Kiesrigole mit Mulde	0,60 m
Gesamtaushubtiefe des Rigolengrabens	2,65 m

Der Muldengrundriss muss an die darunter bemessene Rigole angepasst werden. Empfohlen wird eine Muldenlänge von 26,4 m bei einer Muldenbreite von 2,9 m.

Versickerung der Verkehrsflächenabflüsse (Fläche 3) nördlich des nördlichen Hauses:

Mit den vorgenannten Bemessungsdaten ergibt sich für die Versickerung der Verkehrsflächenabflüsse (Fläche 3) nördlich des nördlichen Hauses eine Versickerungsmulde wie folgt:

gewählte mittlere Muldeneinstauhöhe (Z_m)	0,30 m
berechnete mittlere Muldenfläche (A_s)	8,81 m ²

Für die Kiesrigole unter der Rigole ergeben sich die folgenden Abmessungen:

gewählte Rigolenbreite (b_R)	1,20 m
gewählte Rigolenhöhe (h_R)	2,40 m
berechnete Rigolenlänge (L)	5,85 m
Körnung der Kiesfüllung	8/32 oder 16/32
Überdeckung der Kiesrigole mit Mulde	0,65 m
Gesamtaushubtiefe des Rigolengrabens	3,05 m

Der Muldengrundriss muss an die darunter bemessene Rigole angepasst werden. Empfohlen wird eine Muldenlänge von 6,0 m bei einer Muldenbreite von 1,5 m.

Die Kiesfüllungen der Rigolen sind mit einem Geotextil (Vlies) abzudecken. Die Rigolen müssen in die genügend durchlässigen verwitterten Grundgebirgsschichten einbinden. Die angegebenen Rigolengrabentiefen beziehen sich auf die vorhandene Geländeoberkante zum Untersuchungszeitpunkt am 22.02.2025. Sofern Geländeprofilierungen vorgenommen werden, müssen die Grabentiefen entsprechend angepasst werden. Die Sicherung der Baugruben während der Herstellung der Rigolen ist grundsätzlich gemäß der DIN 4124 auszuführen.

Die Herstellung der Mulden darf nur von einem hierfür qualifiziertem Fachbauunternehmen vorgenommen werden. Die Muldenböden (0,2 m bis 0,3 m dicke bewachsene Bodenzone) müssen mit einem humosen Mittel-/Feinsandgemisch mit einem Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) $\geq 2 \times 10^{-5}$ m/s hergestellt werden. Die genügende Durchlässigkeit ist durch Labor- oder Feldversuche nachzuweisen.

Mulden-Rigolen-Elemente sind Versickerungsbauwerke. Für den Betrieb ist eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen.

8. Schlussbemerkungen

Der vorliegende Bericht basiert auf den mir vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Planunterlagen und den von mir am 22.02.2025 vor Ort ermittelten Befunden. Die versickerungstechnische Beurteilung des Untergrundes auf dem Grundstück beruht auf fünf punktuellen Aufschlüssen (Rammkernsondierungen mit durchgeführten Versickerungsversuchen). Abweichungen von den dargestellten Verhältnissen in nicht untersuchten Bereichen sind möglich. Sollten während der Erdarbeiten zur Herstellung der Mulden-Rigolen-Elemente andere als die in dem vorliegenden Bericht dargestellten Untergrundverhältnisse angetroffen werden, ist mir Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds zu geben. Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Lindlar, den 17.03.2025



Dipl. Geologe Markus Förster

Anlage 1

Lageplan mit Eintrag Rammkernsondierpunkte

(1 Seite)



PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster
 F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
 Anlage 1: Lageplan mit Eintrag Rammkernsondierpunkte (RKS)

DRAUFSICHT

- GRUNDSTÜCKSFÄHLE = 1929 m²
- ZULÄSSIG GRZ 0.4 = 771.6 m²
- GEPLANT GRZ I: 2 GEBÄUDE 369.59 + 369.59 = 739.18 m²
- TERRASSEN 4.70 * 6 = 28.20 m²
- GEPLANTE GRZ I: 747.38 m² : 1929 m² = 0.387
- GEPLANT GRZ II: ZUFAHRTEN = 395.92 m²
- STELLPLÄTZE 12.00 * 10 = 120.00 m²
- GEPLANTE GRZ II: 1292.70 m² : 1929 m² = 0.67
- GEPLANTE STELLPLATZANZAHL: 26 STÜCK
- GEPLANTE STELLPLATZANZAHL: 26 STÜCK

Anlage 2

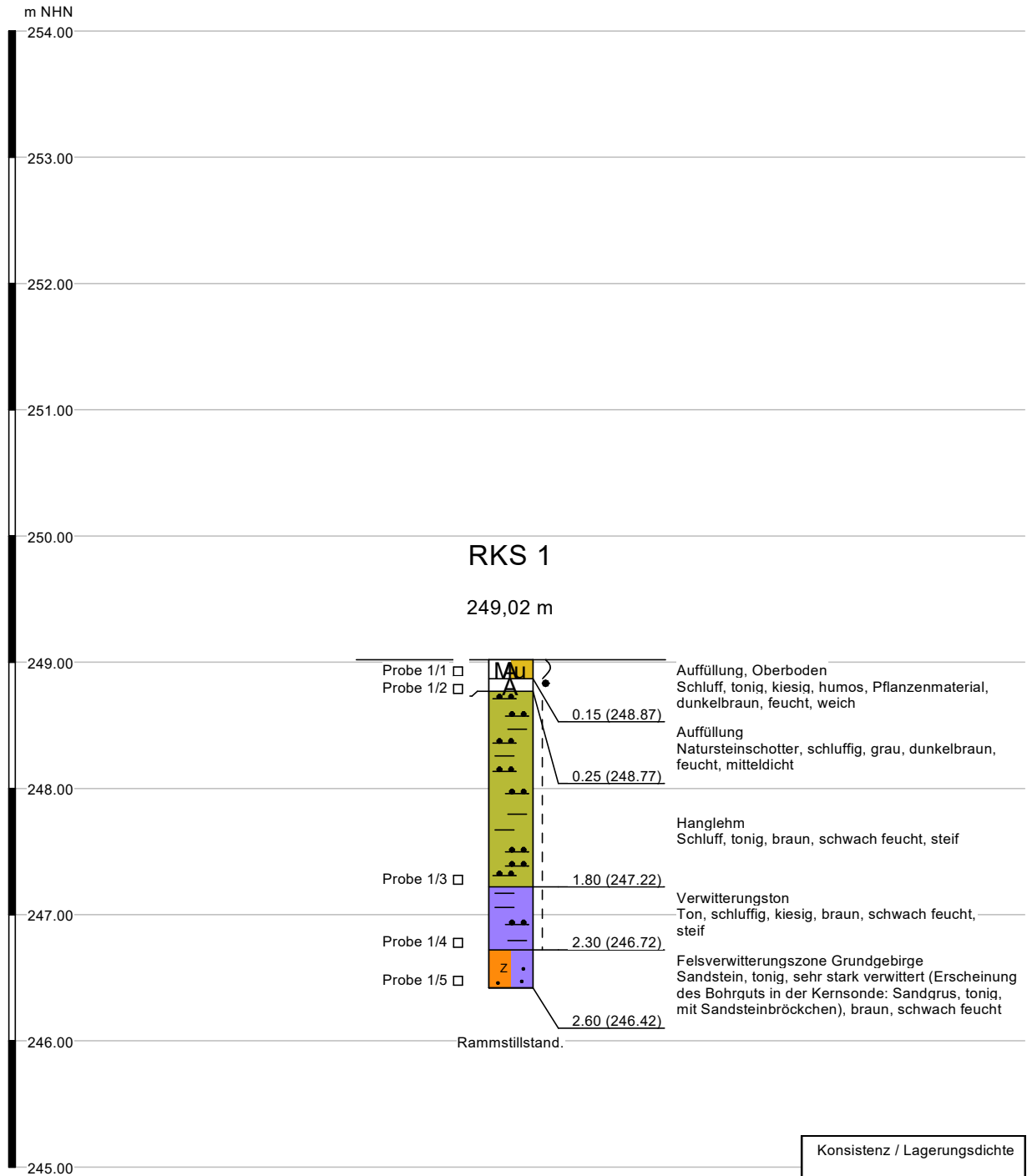
Bohrprofile
(5 Seiten)

PRO GEO -
Dipl. Geol. Markus Förster
Breun 98
51789 Lindlar

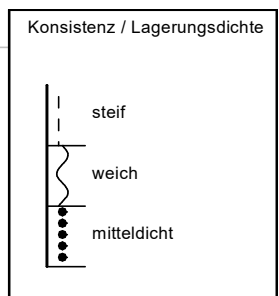
Robert Höller, Zeithstraße 24 in 53804 Much
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt-Nr.: F250200900

Anlage Nr. 2



Höhenmaßstab 1:50

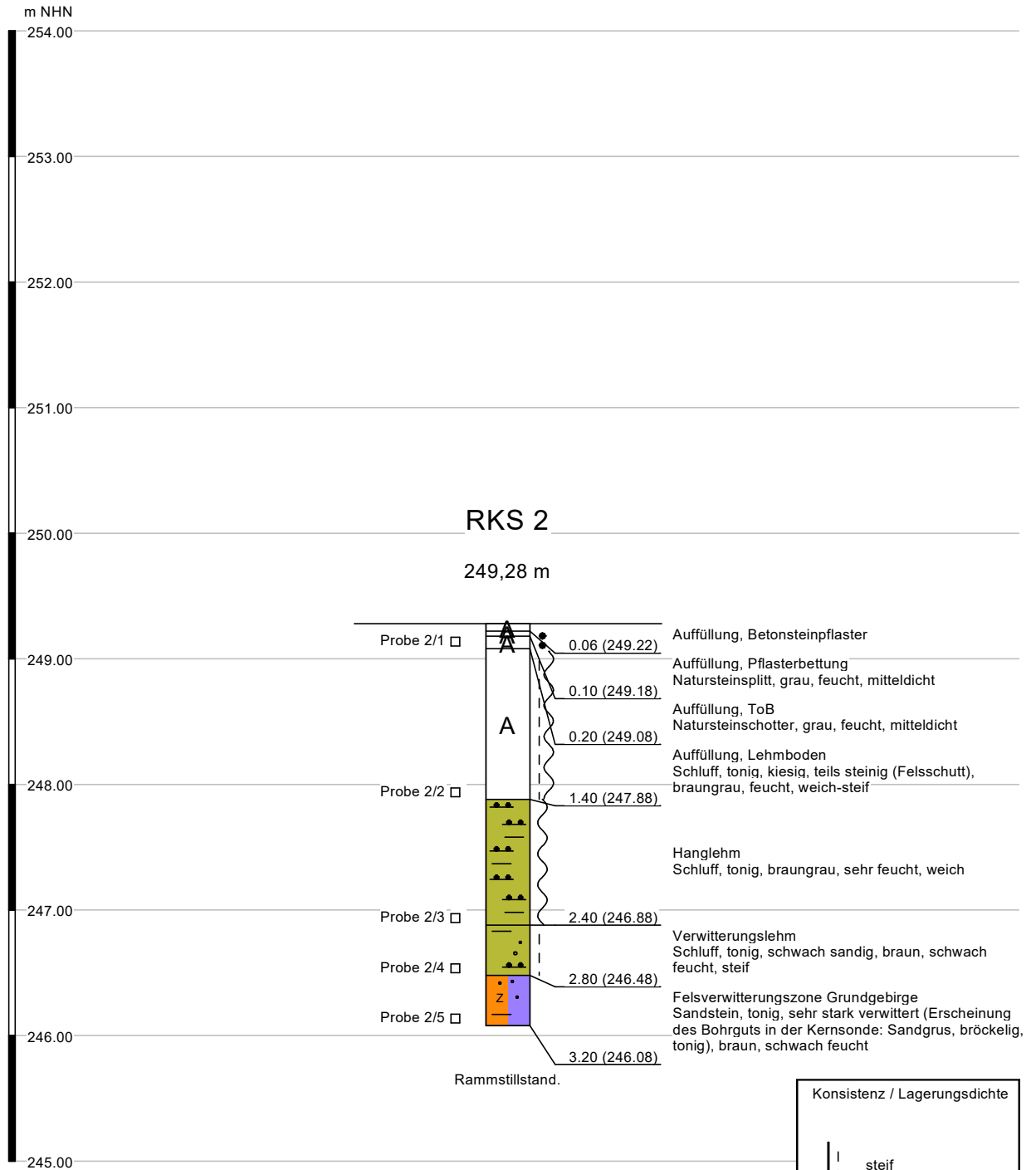


PRO GEO -
Dipl. Geol. Markus Förster
Breun 98
51789 Lindlar

Robert Höller, Zeithstraße 24 in 53804 Much
Bohrprofil nach DIN 4023

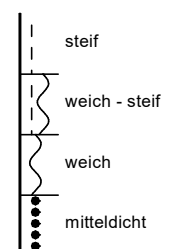
Projekt-Nr.: F250200900

Anlage Nr. 2



Höhenmaßstab 1:50

Konsistenz / Lagerungsdichte



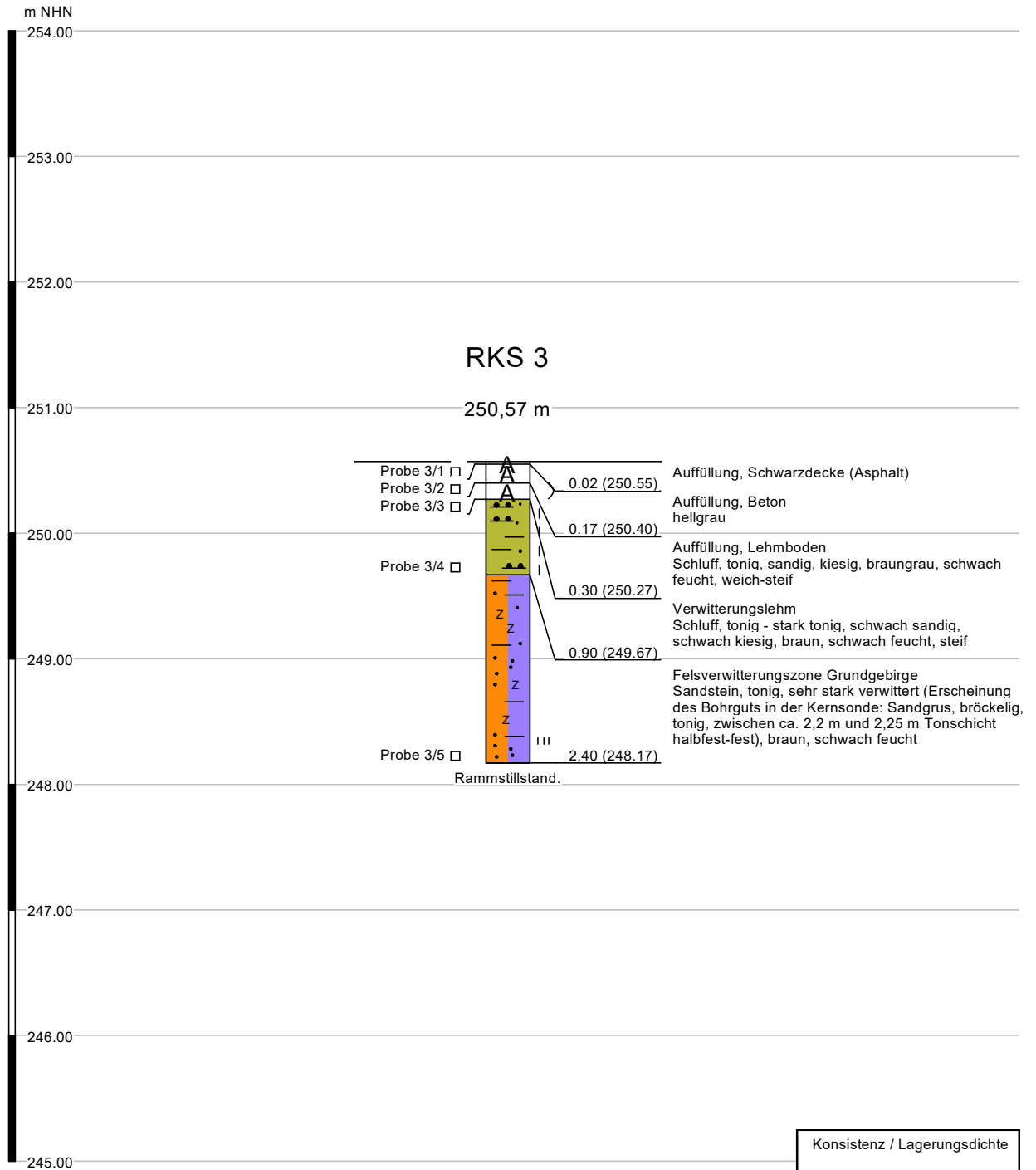
PRO GEO -
Dipl. Geol. Markus Förster
Breun 98
51789 Lindlar

Robert Höller, Zeithstraße 24 in 53804 Much

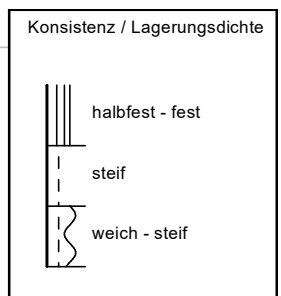
Projekt-Nr.: F250200900

Bohrprofil nach DIN 4023

Anlage Nr. 2



Höhenmaßstab 1:50

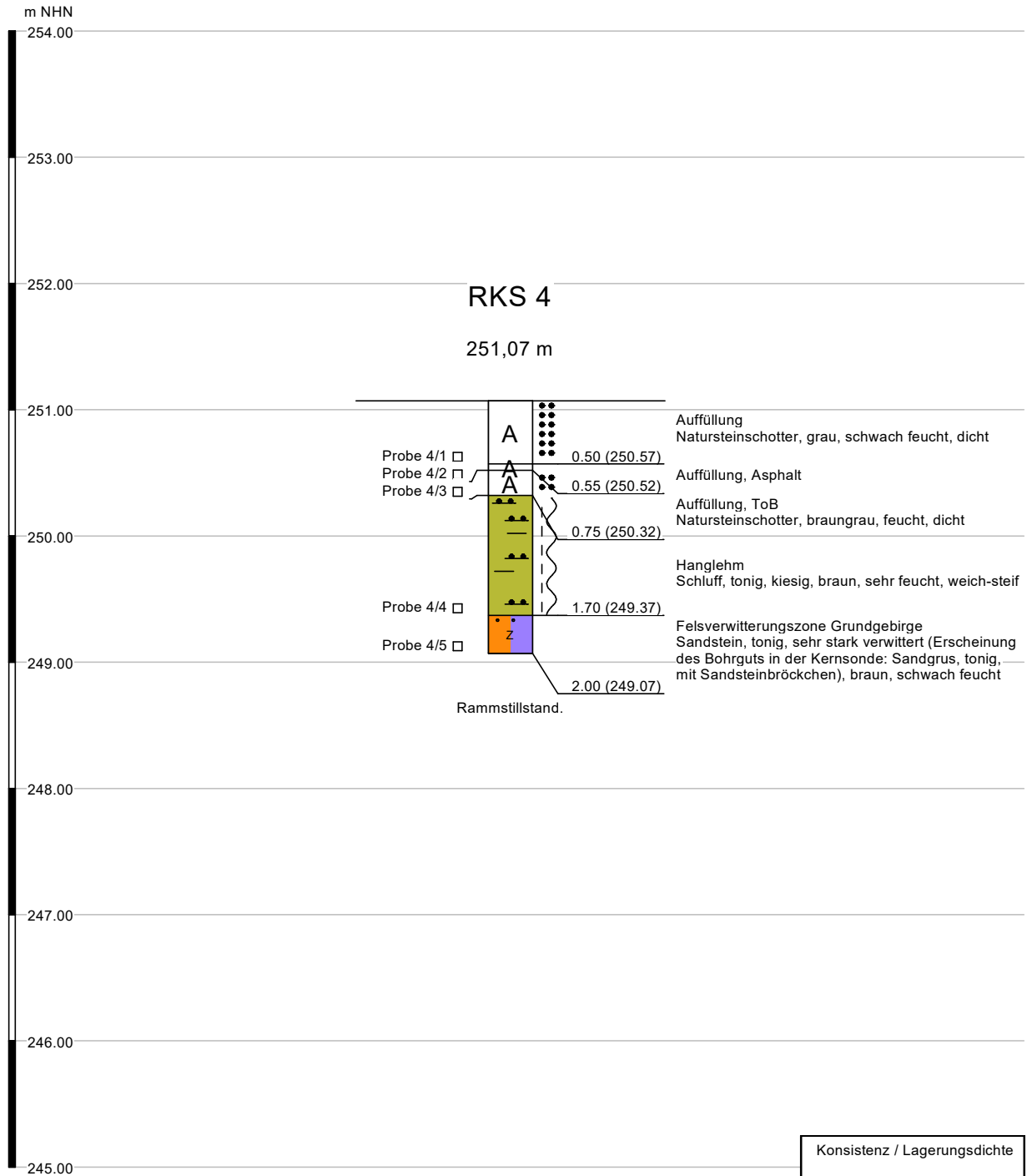


PRO GEO -
Dipl. Geol. Markus Förster
Breun 98
51789 Lindlar

Robert Höller, Zeithstraße 24 in 53804 Much
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt-Nr.: F250200900

Anlage Nr. 2



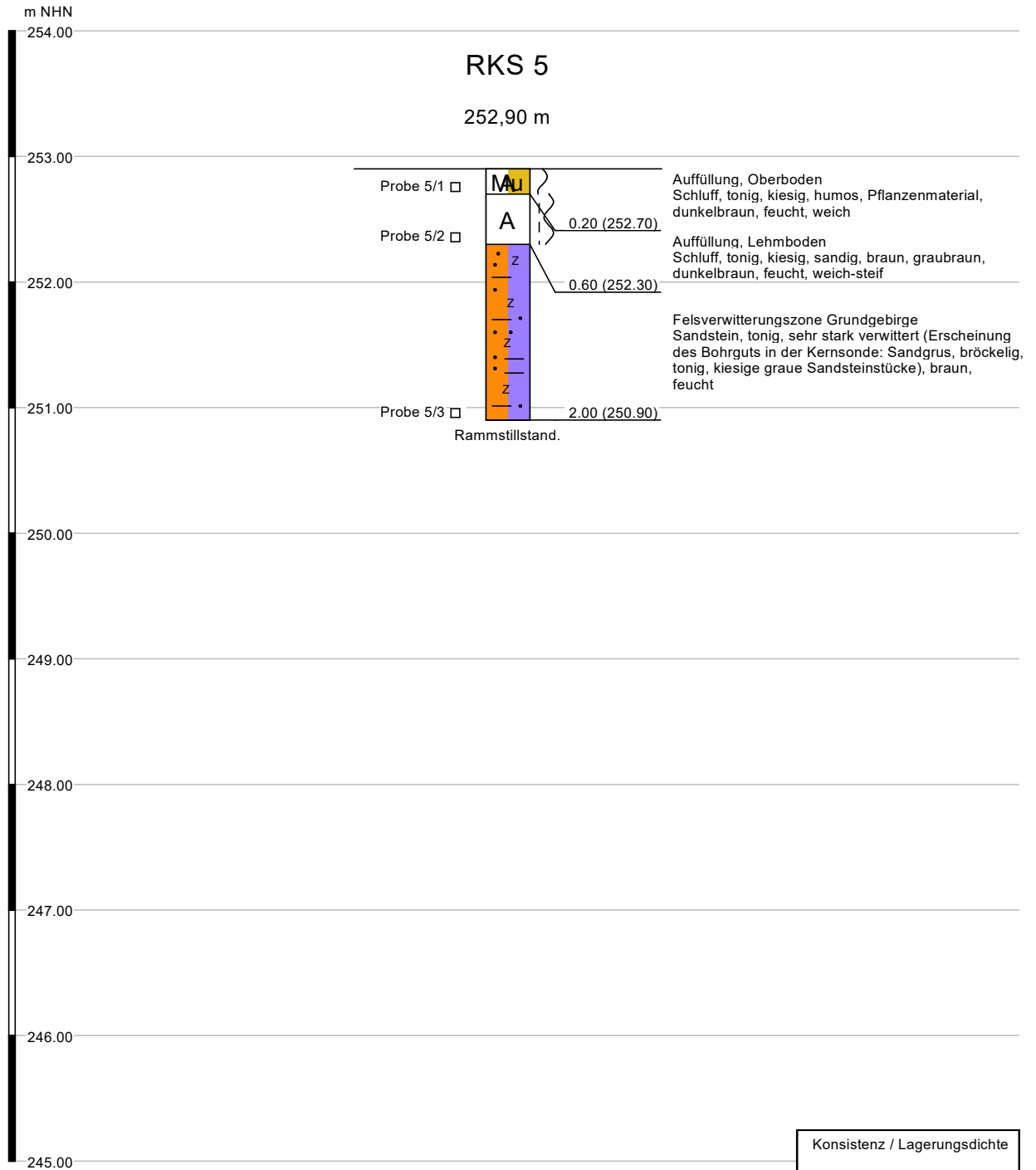
Höhenmaßstab 1:50

PRO GEO -
Dipl. Geol. Markus Förster
Breun 98
51789 Lindlar

Robert Höller, Zeithstraße 24 in 53804 Much
Bohrprofil nach DIN 4023

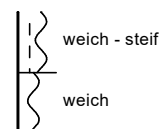
Projekt-Nr.: F250200900

Anlage Nr. 2



Höhenmaßstab 1:50

Konsistenz / Lagerungsdichte



Anlage 3

Dokumentation Versickerungsversuche

(1 Seite)

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeitthstraße 24 in 53804 Much

Anlage 3: Bohrlochversickerung (Testverfahren bei fallender Druckhöhe)

Versuchsauswertung nach "Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht"
BDG-Schriftenreihe Heft 15, Kap. 2.2.1.3, Auffüllversuche in Bohrlochern

Anzuwendende Formel:

$$k_{fu} = \frac{\pi \cdot \Delta H \cdot Ct}{Cu \cdot h \cdot \Delta t'}$$

wobei: ΔH = versickerte Wassersäule zwischen h_1 und h_2 pro Zeit [m]

h = mittlere Druckhöhe, näherungsweise: $h = (h_1 + h_2) / 2$ [m]

$\Delta t'$ = verstrichene Zeit zwischen h_1 und h_2 , wobei t' eine Korrektur der Absinkzeit auf eine einheitliche Eingabequerschnittsfläche ist: $t' = (t \cdot r_2) / r_1^2$ [s/m]

Cu = Korrekturfaktor (nach EARTH Manual)

Ct = Korrekturfaktor der Temperatur zur Normierung auf k_f -Werte bei 20°C (nach EARTH Manual)

Versuchsanordnung:

Versuchsdatum: Sondierung/Bohrung:	22.02.2025 RKS 1	22.02.2025 RKS 2	22.02.2025 RKS 3	22.02.2025 RKS 4	22.02.2025 RKS 5
Bohrlochtiefe T_b :	2,60 m	3,20 m	2,40 m	2,00 m	2,00 m
Bohrlochquerschnitt (Radius) r_2 :	0,020 m	0,020 m	0,020 m	0,020 m	0,020 m
Querschnitt Eingaberohr (Radius) r_1 :	0,018 m	0,018 m	0,018 m	0,018 m	0,018 m
Unverrohrte Länge des Bohrlochs a :	0,30 m	0,30 m	0,40 m	0,30 m	0,30 m
Wassersäule (Druckhöhe) bei Versuchsbeginn h_1 :	2,20 m	2,00 m	2,00 m	1,30 m	1,70 m
Wassersäule (Druckhöhe) bei Versuchsende h_2 :	1,90 m	1,45 m	0,38 m	1,10 m	1,50 m
Versuchszeit Δt :	1800 s	600 s	1800 s	900 s	600 s
Korrekturfaktor C_t :	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Korrekturfaktor C_u :	50	50	55	45	50
<u>Ergebnis:</u> Versuchswert k_{fu} :	1,1E-07 m/s	7E-07 m/s	9,1E-07 m/s	2,7E-07 m/s	2,8E-07 m/s

Anlage 4

Bemessung und Systemskizze einer Mulde (Mulde 1, Häuser)

(3 Seiten)

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much

Anlage 4: Exemplarische Berechnung einer Mulde (Mulde 1, Häuser)

Die Ermittlung der erforderlichen Muldengröße erfolgt gemäß dem Arbeitsblatt DWA A-138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) unter Verwendung der Formel

$$A_s = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{Z_m}{D \cdot 60 \cdot f_z} - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + \frac{k_f}{2}}$$

und schrittweiser Berechnung mit ortsspezifischen Regenspenden nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2000 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Verwendet wurden die Regenspenden für eine Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) a = 5 Jahre.

Berechnungsgrundlagen:

A_{E1}	angeschlossene Niederschlagsabflussfläche 1	=	361,2	m ²
Ψ_{m1}	mittlerer Abflussbeiwert Fläche 1	=	0,5	
A_{E2}	angeschlossene Niederschlagsabflussfläche 2	=	377,98	m ²
Ψ_{m2}	mittlerer Abflussbeiwert Fläche 2	=	1	
A_{E3}	angeschlossene Niederschlagsabflussfläche 3	=	123,2	m ²
Ψ_{m3}	mittlerer Abflussbeiwert Fläche 3	=	0,75	
A_u	Rechenwert undurchlässige Fläche ($A_{E1} \cdot \Psi_{m1} + A_{E2} \cdot \Psi_{m2} + A_{E3} \cdot \Psi_{m3}$)	=	650,98	m ²
Z_m	gewählte Muldeneinstauhöhe	=	0,25	m
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	=	0,00002	m/s
$r_{D(n)}$	maßgebende Regenspende für die Dauer D [min] und die Häufigkeit n [1/a] nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141.	=	30,7	l/s*ha
D	maßgebende Regendauer (Dauer des Bemessungsregens)	=	180	min
f_z	Zuschlagsfaktor	=	1,2	

Berechnung:

$$A_s = \frac{651 \cdot 10^{-7} \cdot 30,7}{\frac{0,25}{180 \cdot 60 \cdot 1,2} - 10^{-7} \cdot 30,7 + \frac{0,00002}{2}}$$

$$A_s = 76,22 \text{ m}^2$$

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
Anlage 4: Systemskizze Muldenversickerung (Mulde 1, Häuser)

Abmessungen der berechneten Mulde:

mittlere Muldenfläche (A_s): 76,22 m²
mittlere Muldeinstauhöhe (Z_m): 0,25 m

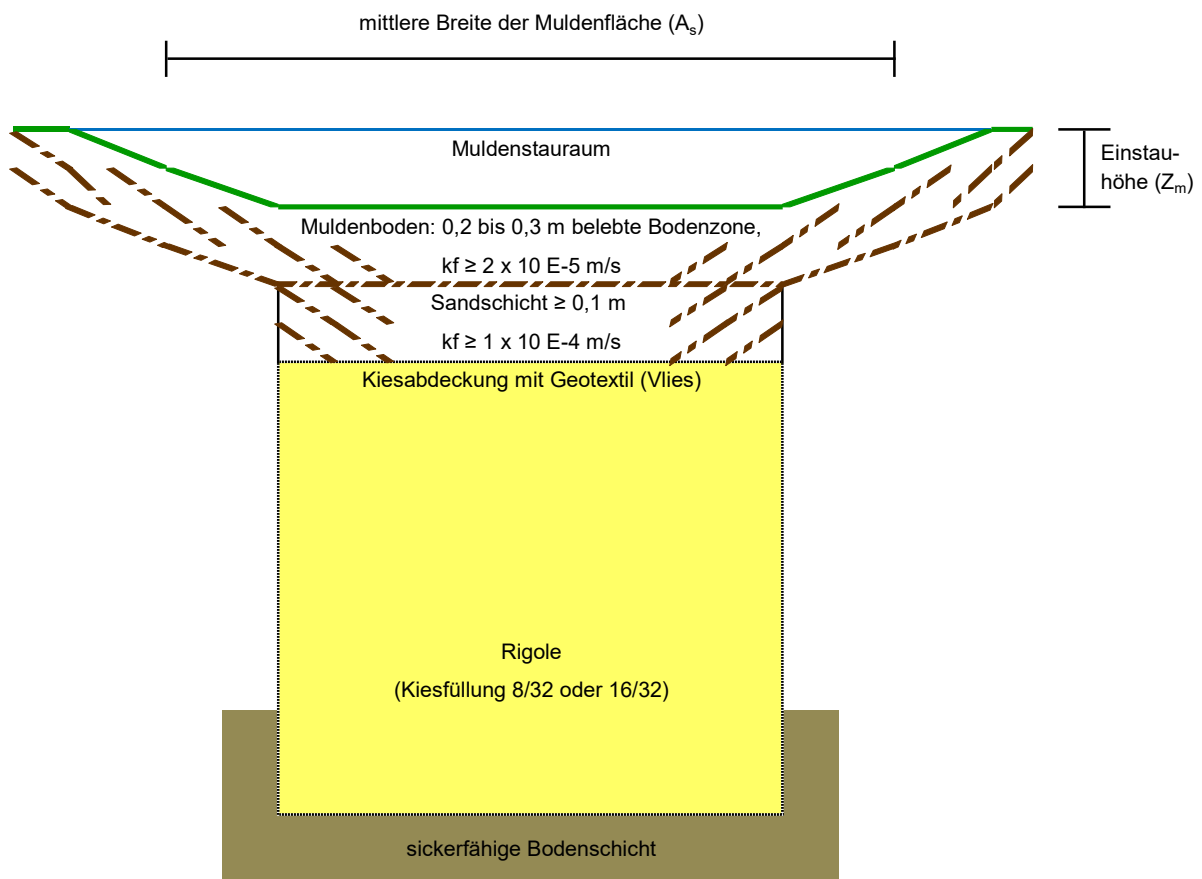
Am Muldenboden muss eine 20 bis 30 cm dicke belebte Bodenschicht hergestellt werden.

Die Wasserdurchlässigkeit dieses Muldenbodens darf 2×10^{-5} m/s nicht unterschreiten.

Die Böschungen sind nicht steiler als 1:2 anzulegen, die Profile sind auszurunden.

Die Mulde ist regelmäßig zu warten (regelmäßige Mahd, Reinigung von Laubfall, bei Bedarf Vertikutierung) und vor Missbrauch (z. B. Auffüllen mit Unrat oder Gartenabfällen) zu schützen.

Mulden-Rigolen-Querschnittsskizze:



PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

Dateneingabe in gelbhinterlegte Felder (rote Schrift):

Projektbezeichnung: F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
 Anlagennummer: Anlage 4: Exemplarische Berechnung einer Mulde (Mulde 1, Häus
 Anlagennummer: Anlage 4: Systemskizze Muldenversickerung (Mulde 1, Häuser)

KOSTRA-Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Much

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
angeschlossene Fläche A_E [m ²]	361,2	377,98	123,2
mittlerer Abflussbeiwert ψ_m	0,5	1,0	0,75
undurchlässige Fläche A_u [m ²]:	650,98		
gewählte Muldeneinstauhöhe Z_m [m]:	0,25		
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]:	0,00002		
Zuschlagsfaktor:	1,2		

	Regendauer D [min]	Regenspende $r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	mittlere Muldenfläche [m ²]
	5	333,3	32,33
	10	218,3	42,37
	15	168,9	48,96
	20	139,2	53,40
	30	106,1	59,99
	45	80,4	66,15
	60	66,1	70,24
	90	49,8	74,35
	120	40,8	76,20
	180	30,7	76,22
	240	25,1	74,41
	360	18,9	69,30
	540	14,2	61,58
	720	11,6	55,27
	1080	8,8	46,44
1 Tag	1440	7,1	39,50
2 Tage	2880	4,4	26,61
3 Tage	4320	3,3	20,51
4 Tage	5760	2,7	17,01
5 Tage	7200	2,3	14,60
6 Tage	8640	2,0	12,76
7 Tage	10080	1,8	11,53

Anlage 5

Bemessung und Systemskizze einer Rigole (Rigole 1, Häuser)

(3 Seiten)

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much

Anlage 5: Exemplarische Berechnung einer Rigole (Rigole 1, Häuser)

Die Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge erfolgt gemäß dem Arbeitsblatt DWA A-138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) unter Verwendung der Formel

$$L = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot S_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_z} + \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

und schrittweiser Berechnung mit ortsspezifischen Regenspenden nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Verwendet wurden die Regenspenden für eine Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) a = 5 Jahre.

Berechnungsgrundlagen:

A_E	angeschlossene Fläche (Fläche A_u - 1,2,3)	=	650,98	m ²
ψ_m	mittlerer Abflussbeiwert Fläche	=	1	
A_u	Rechenwert undurchlässige Fläche ($A_E \times \psi_m$)	=	650,98	m ²
b_R	gewählte Rigolenbreite	=	2,40	m
h_R	gewählte Rigolenhöhe (Höhe der Kiesfüllung) (Gesamttiefe des Bauwerks = Kiesfüllung + Muldenüberdeckung)	=	2,05	m
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	=	0,0000018	m/s
S_{RR}	Gesamtspeicherkoeffizient der Rigole mit einer Kiesfüllung der Körnung 8/32 oder 16/32	=	0,35	
$r_{D(n)}$	maßgebende Regenspende für die Dauer D [min] und die Häufigkeit n [1/a] nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141.	=	4,4	l/s*ha
D	maßgebende Regendauer (Dauer des Bemessungsregens)	=	2880	min
f_z	Zuschlagsfaktor	=	1,2	

Berechnung:

$$L = \frac{651 \cdot 10^{-7} \cdot 4,4}{\frac{2,40 \cdot 2,05 \cdot 0,35}{2880 \cdot 60 \cdot 1,2} + \left(2,40 + \frac{2,05}{2} \right) \cdot \frac{0,000002}{2}}$$

$$L = 25,15 \text{ m}$$

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
Anlage 5: Maße und Systemskizze der berechneten Rigole (Rigole 1, Häuser)

Abmessungen der berechneten Rigole:

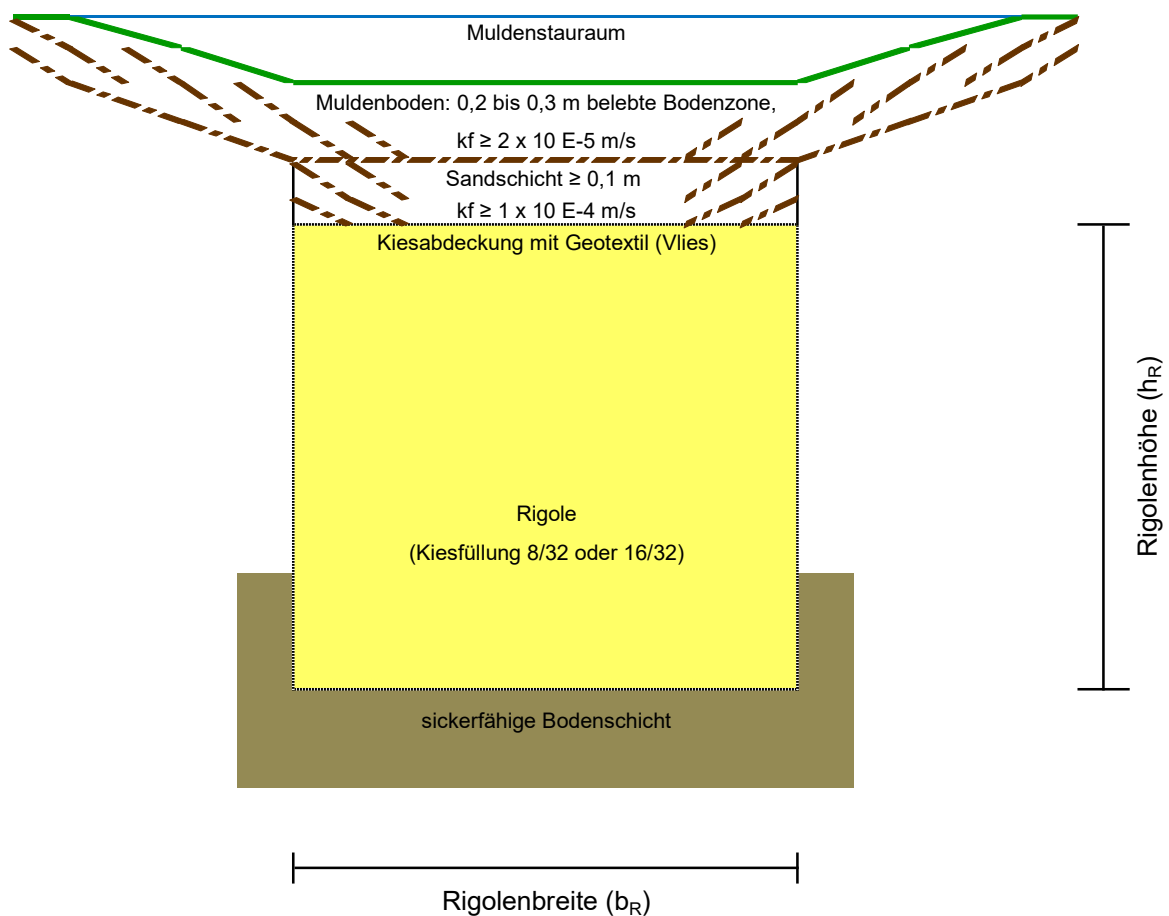
Rigolenlänge (L): 25,15 m
Rigolenbreite (b_R): 2,40 m
Rigolenhöhe (h_R): 2,05 m

Überdeckung mit Mulde: 0,60 m
Gesamtaushubtiefe: 2,65 m

Körnung Kiesfüllung: 8/32 oder 16/32

Abdeckung des Kieses mit einem Geotextil (Vlies).

Mulden-Rigolen-Querschnittsskizze:



PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

Dateneingabe in gelbhinterlegte Felder (rote Schrift):

Projektbezeichnung: F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
 Anlagenummer: Anlage 5: Exemplarische Berechnung einer Rigole (Rigole 1, Häus
 Anlagenummer: Anlage 5: Maße und Systemskizze der berechneten Rigole (Rigole

KOSTRA-Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Much

	Fläche Au - 1, 2, 3
angeschlossene Fläche AE [m²]	650,98
mittlerer Abflussbeiwert ψ_m	1,00
undurchlässige Fläche Au [m²]:	650,98
gewählte Rigolenbreite [m]:	2,40
gewählte Rigolenhöhe [m]:	2,05
Überdeckung mit Boden [m]:	0,60
Gesamtaushubtiefe [m]:	2,65
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]:	0,0000018
Speicherkoefizient Füllmaterial:	0,35
Rohrdurchmesser [m]:	0
Gesamtspeicherkoefizient:	0,35
Zuschlagsfaktor:	1,2

	Regendauer D [min]	Regenspende $r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	Rigolenlänge [m]
	5	333,3	4,53
	10	218,3	5,93
	15	168,9	6,88
	20	139,2	7,56
	30	106,1	8,63
	45	80,4	9,79
	60	66,1	10,71
	90	49,8	12,06
	120	40,8	13,12
	180	30,7	14,70
	240	25,1	15,90
	360	18,9	17,70
	540	14,2	19,51
	720	11,6	20,80
	1080	8,8	22,71
1 Tag	1440	7,1	23,47
2 Tage	2880	4,4	25,15
3 Tage	4320	3,3	24,93
4 Tage	5760	2,7	24,29
5 Tage	7200	2,3	23,38
6 Tage	8640	2,0	22,25
7 Tage	10080	1,8	21,48

Anlage 6

Bemessung und Systemskizze einer Mulde (Mulde 2, nördliche Fläche)

(3 Seiten)

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much

Anlage 6: Exemplarische Berechnung einer Mulde (Mulde 2, nördliche Fläche)

Die Ermittlung der erforderlichen Muldengröße erfolgt gemäß dem Arbeitsblatt DWA A-138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) unter Verwendung der Formel

$$A_s = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{Z_m}{D \cdot 60 \cdot f_z} - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + \frac{k_f}{2}}$$

und schrittweiser Berechnung mit ortsspezifischen Regenspenden nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2000 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Verwendet wurden die Regenspenden für eine Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) a = 5 Jahre.

Berechnungsgrundlagen:

A_{E1}	angeschlossene Niederschlagsabflussfläche 1	=	0	m ²
Ψ_{m1}	mittlerer Abflussbeiwert Fläche 1	=	0	
A_{E2}	angeschlossene Niederschlagsabflussfläche 2	=	0	m ²
Ψ_{m2}	mittlerer Abflussbeiwert Fläche 2	=	0	
A_{E3}	angeschlossene Niederschlagsabflussfläche 3	=	123,2	m ²
Ψ_{m3}	mittlerer Abflussbeiwert Fläche 3	=	0,75	
A_u	Rechenwert undurchlässige Fläche ($A_{E1} \cdot \Psi_{m1} + A_{E2} \cdot \Psi_{m2} + A_{E3} \cdot \Psi_{m3}$)	=	92,4	m ²
Z_m	gewählte Muldeneinstauhöhe	=	0,30	m
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	=	0,00002	m/s
$r_{D(n)}$	maßgebende Regenspende für die Dauer D [min] und die Häufigkeit n [1/a] nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141.	=	30,7	l/s*ha
D	maßgebende Regendauer (Dauer des Bemessungsregens)	=	180	min
f_z	Zuschlagsfaktor	=	1,1	

Berechnung:

$$A_s = \frac{92,4 \cdot 10^{-7} \cdot 30,7}{\frac{0,30}{180 \cdot 60 \cdot 1,1} - 10^{-7} \cdot 30,7 + \frac{0,00002}{2}}$$

$$A_s = 8,81 \text{ m}^2$$

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much

Anlage 6: Systemskizze Muldenversickerung (Mulde 2, nördliche Fläche)

Abmessungen der berechneten Mulde:

mittlere Muldenfläche (A_s): 8,81 m²

mittlere Muldeinstauhöhe (Z_m): 0,30 m

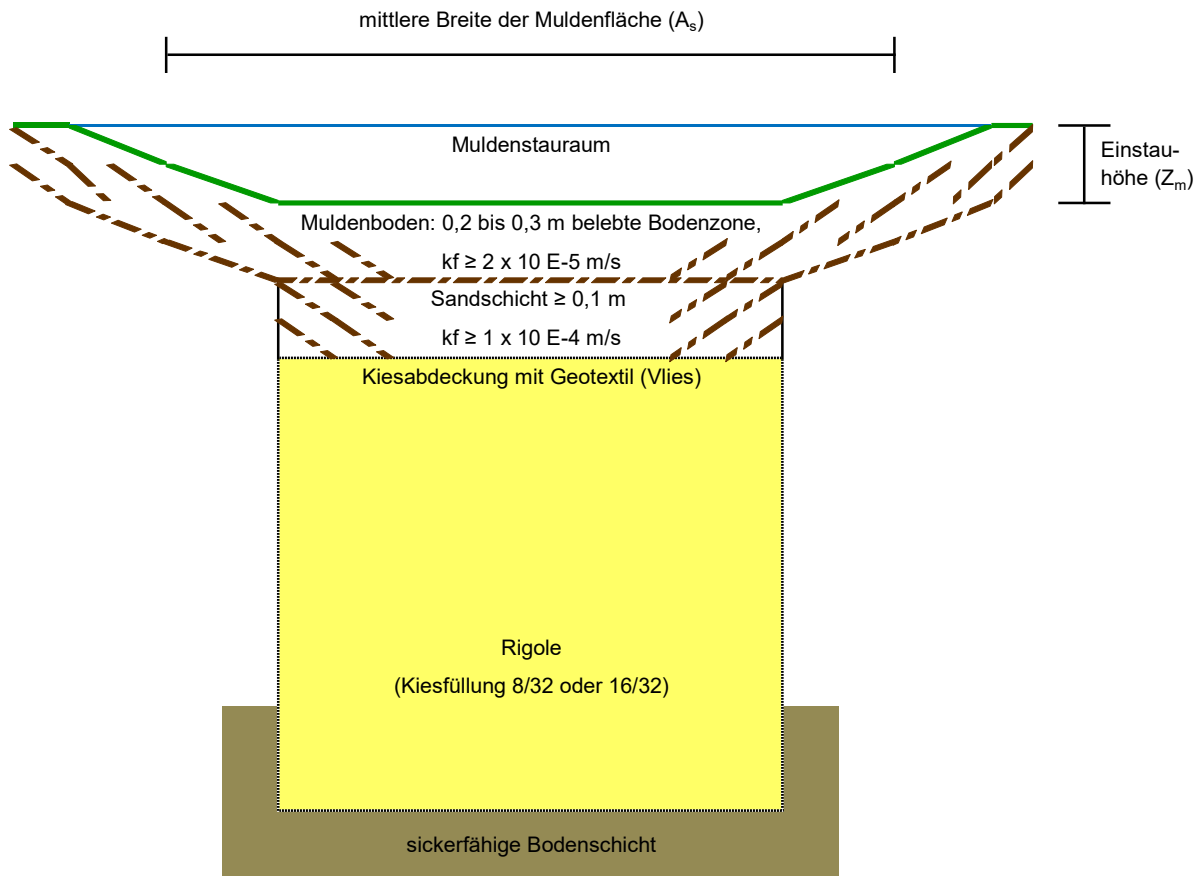
Am Muldenboden muss eine 20 bis 30 cm dicke belebte Bodenschicht hergestellt werden.

Die Wasserdurchlässigkeit dieses Muldenbodens darf 2×10^{-5} m/s nicht unterschreiten.

Die Böschungen sind nicht steiler als 1:2 anzulegen, die Profile sind auszurunden.

Die Mulde ist regelmäßig zu warten (regelmäßige Mahd, Reinigung von Laubfall, bei Bedarf Vertikutierung) und vor Missbrauch (z. B. Auffüllen mit Unrat oder Gartenabfällen) zu schützen.

Mulden-Rigolen-Querschnittskizze:



PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

Dateneingabe in gelbhinterlegte Felder (rote Schrift):

Projektbezeichnung: F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
 Anlagennummer: Anlage 6: Exemplarische Berechnung einer Mulde (Mulde 2, nördl
 Anlagennummer: Anlage 6: Systemskizze Muldenversickerung (Mulde 2, nördliche F

KOSTRA-Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Much

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
angeschlossene Fläche A_E [m ²]			123,2
mittlerer Abflussbeiwert ψ_m			0,75
undurchlässige Fläche A_u [m ²]:	92,4		
gewählte Muldeneinstauhöhe Z_m [m]:	0,30		
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]:	0,00002		
Zuschlagsfaktor:	1,1		

	Regendauer D [min]	Regenspende $r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	mittlere Muldenfläche [m ²]
	5	333,3	3,48
	10	218,3	4,56
	15	168,9	5,27
	20	139,2	5,76
	30	106,1	6,50
	45	80,4	7,21
	60	66,1	7,72
	90	49,8	8,29
	120	40,8	8,61
	180	30,7	8,81
	240	25,1	8,78
	360	18,9	8,42
	540	14,2	7,72
	720	11,6	7,07
	1080	8,8	6,10
1 Tag	1440	7,1	5,27
2 Tage	2880	4,4	3,65
3 Tage	4320	3,3	2,84
4 Tage	5760	2,7	2,37
5 Tage	7200	2,3	2,04
6 Tage	8640	2,0	1,79
7 Tage	10080	1,8	1,62

Anlage 7

Bemessung und Systemskizze einer Rigole (Rigole 2, nördliche Fläche)

(3 Seiten)

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much

Anlage 7: Exemplarische Berechnung einer Rigole (Rigole 2, nördliche Fläche)

Die Ermittlung der erforderlichen Rigolenlänge erfolgt gemäß dem Arbeitsblatt DWA A-138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) unter Verwendung der Formel

$$L = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot S_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_z} + \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

und schrittweiser Berechnung mit ortsspezifischen Regenspenden nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Verwendet wurden die Regenspenden für eine Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) a = 5 Jahre.

Berechnungsgrundlagen:

A_E	angeschlossene Fläche (Fläche 3)	=	123,2	m ²
ψ_m	mittlerer Abflussbeiwert Fläche	=	0,75	
A_u	Rechenwert undurchlässige Fläche ($A_E \times \psi_m$)	=	92,4	m ²
b_R	gewählte Rigolenbreite	=	1,20	m
h_R	gewählte Rigolenhöhe (Höhe der Kiesfüllung) (Gesamttiefe des Bauwerks = Kiesfüllung + Muldenüberdeckung)	=	2,40	m
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	=	0,0000014	m/s
S_{RR}	Gesamtspeicherkoeffizient der Rigole mit einer Kiesfüllung der Körnung 8/32 oder 16/32	=	0,35	
$r_{D(n)}$	maßgebende Regenspende für die Dauer D [min] und die Häufigkeit n [1/a] nach den hydrometeorologischen Daten des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD 2020 für das Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141.	=	3,3	l/s*ha
D	maßgebende Regendauer (Dauer des Bemessungsregens)	=	4320	min
f_z	Zuschlagsfaktor	=	1,1	

Berechnung:

$$L = \frac{92 \cdot 10^{-7} \cdot 3,3}{\frac{1,20 \cdot 2,40 \cdot 0,35}{4320 \cdot 60 \cdot 1,1} + \left(1,20 + \frac{2,40}{2} \right) \cdot \frac{0,0000014}{2}}$$

$$L = 5,85 \text{ m}$$

PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
Anlage 7: Maße und Systemskizze der berechneten Rigole (Rigole 2, nördliche Fläche)

Abmessungen der berechneten Rigole:

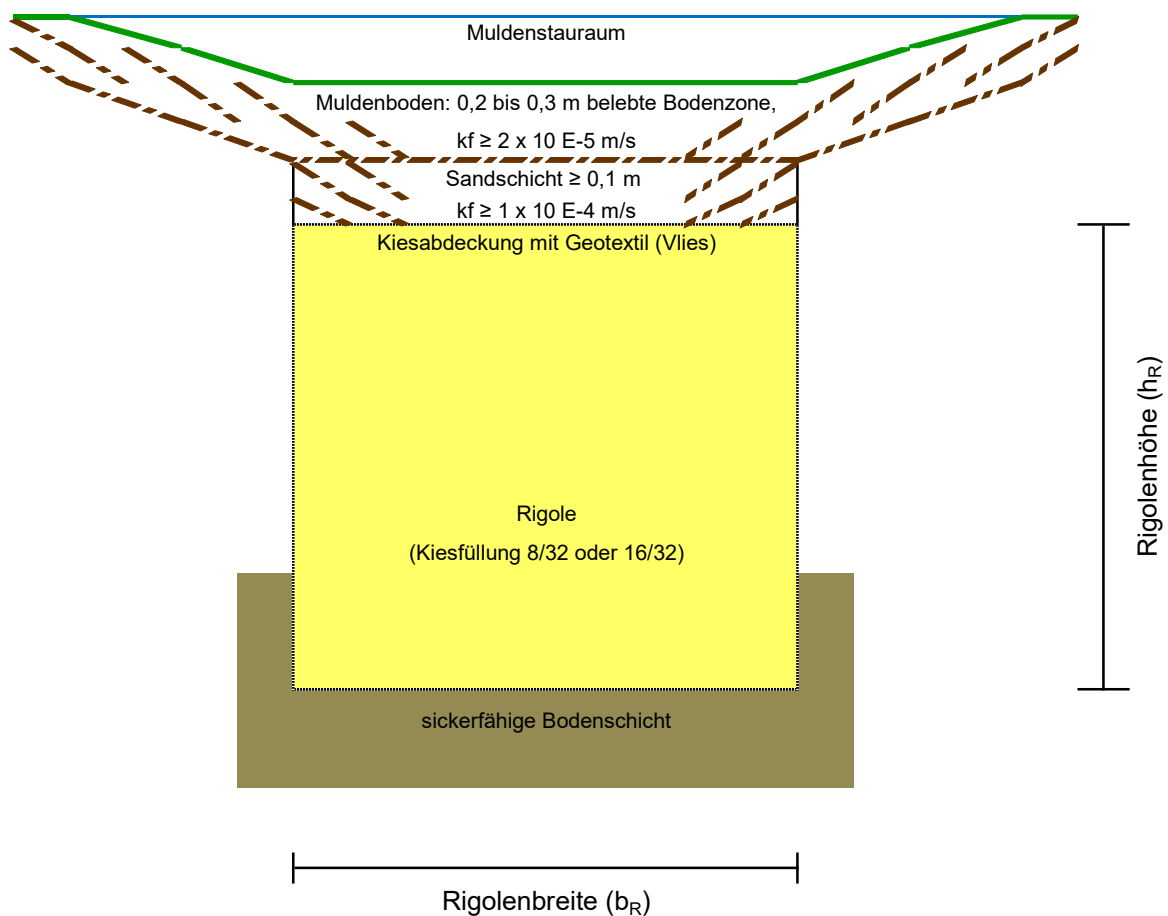
Rigolenlänge (L): 5,85 m
Rigolenbreite (b_R): 1,20 m
Rigolenhöhe (h_R): 2,40 m

Überdeckung mit Boden / Mulde 0,65 m
Gesamtaushubtiefe: 3,05 m

Körnung Kiesfüllung: 8/32 oder 16/32

Abdeckung des Kieses mit einem Geotextil (Vlies).

Mulden-Rigolen-Querschnittsskizze:



PRO GEO - Dipl. Geologe Markus Förster

Dateneingabe in gelbhinterlegte Felder (rote Schrift):

Projektbezeichnung: F250200900; Robert Höller, BV Zeithstraße 24 in 53804 Much
 Anlagenummer: Anlage 7: Exemplarische Berechnung einer Rigole (Rigole 2, nördl.)
 Anlagenummer: Anlage 7: Maße und Systemskizze der berechneten Rigole (Rigole 2, nördl.)

KOSTRA-Rasterfeld: Spalte 107 / Zeile 141. Much

	Fläche 3
angeschlossene Fläche AE [m²]	123,2
mittlerer Abflussbeiwert ψ_m	0,75
undurchlässige Fläche Au [m²]:	92,4
gewählte Rigolenbreite [m]:	1,20
gewählte Rigolenhöhe [m]:	2,40
Überdeckung mit Boden [m]:	0,65
Gesamtaushubtiefe [m]:	3,05
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]:	0,0000014
Speicherkoefizient Füllmaterial:	0,35
Rohrdurchmesser [m]:	0
Gesamtspeicherkoefizient:	0,35
Zuschlagsfaktor:	1,1

	Regendauer D [min]	Regenspende $r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	Rigolenlänge [m]
	5	333,3	1,01
	10	218,3	1,32
	15	168,9	1,53
	20	139,2	1,68
	30	106,1	1,92
	45	80,4	2,18
	60	66,1	2,38
	90	49,8	2,69
	120	40,8	2,92
	180	30,7	3,28
	240	25,1	3,55
	360	18,9	3,96
	540	14,2	4,38
	720	11,6	4,68
	1080	8,8	5,14
1 Tag	1440	7,1	5,34
2 Tage	2880	4,4	5,82
3 Tage	4320	3,3	5,85
4 Tage	5760	2,7	5,76
5 Tage	7200	2,3	5,59
6 Tage	8640	2,0	5,36
7 Tage	10080	1,8	5,21