

Versickerung von Niederschlagswasser

Dorpe-Südost in 51515 Kürten

(Gemarkung Dürscheid, Flur 2, Flurstücke 1904, 1908, 2801, 2130, 1860, 1122/186)

Auftraggeber: Stadthaus Immobilien & Consulting
Schwelmer Straße 265
58285 Gevelsberg

Bearbeiter: Diplom – Geologin Katja Sommer

Datum: 12.12.2022 (Anpassung Lageplan)
05.09.2022 (Umplanung)

Auftrag: 14.02./17.03.2022

Projektnummer: 1213-2

Seitenzahl: 17

Anlagen:	1.1	Übersichtsplan	Maßstab 1 : 5.000
	1.2	Lageplan - Untersuchungspunkte	Maßstab 1 : 750
	1.3	Lageplan - Versickerungsbereiche	Maßstab 1 : 750
	2	Bohrprofile	
	3	Arbeitsblätter DWA-A 138	
		Grundstück 3	
		Grundstück 4	
		Grundstück 5	
		Grundstück 6	
		Grundstück 7	
	Grundstück 8		
		Straße, 30-jähriges Ereignis	
		Straße, 5-jähriges Ereignis	
	4	Mulden-Rigole im Querschnitt, schematisch	Maßstab 1 : 50
	5	Schematischer Geländeschnitt, Beispiel	Maßstab 1 : 200

Inhalt

1	Allgemeines	3
1.1	Veranlassung.....	3
1.2	Projektablauf.....	4
1.3	Bisherige Untersuchungsberichte.....	4
1.4	Identität des Standortes	4
1.5	Verwendete Unterlagen und Kartenmaterialien.....	5
1.6	Grundstücksdaten (Flächen).....	6
2	Durchgeführte Maßnahmen	6
3	Aufbau des Untergrundes.....	7
4	Bestimmung des k_f-Wertes.....	8
5	Anlagen – Dimensionierungen.....	8
5.1	Grundstück Nr. 3	12
5.2	Grundstück Nr. 4	12
5.3	Grundstück Nr. 5	13
5.4	Grundstück Nr. 6	13
5.5	Grundstück Nr. 7	14
5.6	Grundstück Nr. 8	14
5.7	Straßenentwässerung	15
6	Ergänzende Hinweise	16
7	Schlussbemerkung	17

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung

Im Rahmen der Erschließung des Bebauungsplan-Gebietes 99, Dorpe – Südöst in 51515 Kürten (Gemarkung Dürscheid, Flur 2, Flurstücke 1904, 1908, 2801, 2130, 1860) ist zu klären, ob das im Bereich der zu versiegelnden Flächen anfallende Niederschlagswasser dem Untergrund vor Ort über geeignete Versickerungsanlagen zugeführt werden kann, da ein Anschluss an das Kanalnetzsystem nicht möglich ist.

Im Bereich des Bebauungsplanes sind aktuell sechs weitere Wohnhäuser (Häuser 3 – 8) geplant. Die Zufahrt erfolgt über eine T-förmig angelegte Stichstraße, die südlich von der Straße „Dorpe“ abzweigt. Die beiden im bereits rechtskräftigen B-Plans 99 liegenden Häuser 1 und 2 sind östlich und westlich der N-S angelegten Stichstraße geplant; die Grundstücke der Häuser 3 – 8 liegen südlich des E-W verlaufenden Abschnittes der Stichstraße (vgl. Lageplan, Anlage 1.2 – 1.3).

Die Neubemessung soll hier mit den maximal bebaubaren Flächen (GRZ 0,4) plus Nebenanlagen für das Baugebiet erfolgen.

Es ist geplant das südlich angrenzende Grundstück (Flurstück 1122/186) für die Versickerung von Niederschlagswasser aus dem Straßenbereich zu nutzen.

Die TERRASYSTEM GmbH wurde seitens des Grundstückseigentümers beauftragt, sofern möglich, einen entsprechenden Ausführungsvorschlag für die schadlose Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers für die Häuser 3 - 8 und die Straßenführung zu unterbreiten.

Im Rahmen einer Vorerkundung wurde seitens der TERRASYSTEM GmbH mit Bericht vom 26.05.2021 die prinzipielle Machbarkeit einer Flächenversickerung für die versiegelten Flächen der Wohnhäuser und einer Rigolenversickerung für die Straßenentwässerung dargestellt. Die Vorbemessung des erforderlichen Flächenbedarfs bei einer üblichen Bebauung / Versiegelung erfolgte für die übliche Bemessungshäufigkeit mit der Dauer von 10 Minuten. Ergänzend wurde mit Schreiben vom 13.01.2022 am Einzelbeispiel Grundstück Nr. 4 eine Bemessung für eine Niederschlagsdauer von 5 Minuten (gerechtfertigte Anwendung bei Flächenversickerungen in Fällen, bei denen ein Abfluss von einer Versickerungsfläche zu einem Schaden führen kann) dargestellt.

Mit Datum vom 18.08.2022 wurde ein Bericht zur Niederschlagswasserversickerung vorgelegt. Unter Berücksichtigung von Einwänden hinsichtlich der planerischen Umsetzung wird hier eine Alternative / Umplanung der Versickerungsanlagen dargestellt.

1.2 Projektablauf

Vorgespräche und Bemessungen:	ab 13.10.2021
Angebot:	09.02.2022
Auftragserteilung:	14.02./17.03.2022
Geländearbeiten:	05.04 und 13.04.2022, 09.08.2022
Berichterstellung:	18.08.2022
Berichterstellung, Umplanung:	05.09.2022
Anpassung Lageplan	12.12.2022

1.3 Bisherige Untersuchungsberichte

Grundlage der folgenden Ausführungen sind die unten aufgeführten, uns vorliegenden Berichte/Stellungnahmen:

- [1] Gutachten Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 04.07.2015
- [2] Gutachten Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 19.01.2016
- [3] Gutachten Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 16.02.2018
- [4] Stellungnahme (e-mail) Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 12.10.2018
- [5] Stellungnahme Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 26.10.2018
- [6] Bericht zur Versickerung von Niederschlagswasser der TERRASYSTEM GmbH vom 26.05.2021
- [7] Stellungnahme TERRASYSTEM GmbH vom 13.01.2022
- [8] Bericht zur Versickerung von Niederschlagswasser der TERRASYSTEM GmbH vom 18.08.2022

1.4 Identität des Standortes

Die Untersuchungsfläche war zum Zeitpunkt der Geländearbeiten eine hangige Weide südlich der Bestandswohnbebauung aus Ein- und Zweifamilienhäusern im Ortsteil Kürten-Dorpe. Die Zufahrt erfolgt über die nördlich gelegene Straße „Dorpe“. Südlich grenzt eine weitere Weidefläche an den Untersuchungsbereich. Ein Teil dieser Fläche ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen.

Andere Vornutzungen als die einer Wiesen-/Weidefläche sind der Verfasserin nicht bekannt.

Das Gefälle verläuft gemäß topographischer Karte über eine Höhendifferenz von ca. 15 m von NE nach SW. Die Geländehöhen der Gesamtfläche liegen zwischen ca. 205,9 m (Einmündung Straße „Dorpe“ im Nordosten) und 191 m NHN (südwestlicher Grundstücksbereich). Im Bereich der geplanten Bebauungsfläche der Häuser 3 – 8 liegen die Höhen zwischen ca. 200 (NE)- 203,5 (NW) m NHN und ca. 199,5 (SE) – 196,3 (SW) m NHN. Im Bereich der südlichen Flurstücksgrenze des Bebauungsbereiches (Flurstück 1860) befindet sich eine ca. um 1,5 m Richtung Süden abfallende Böschung.

Im Talbereich des südlich angrenzenden Flurstückes 1122/186 bildet sich bei extremen Starkregenereignissen ein Niederschlagsabfluss, der Richtung Südwesten entwässert. Im Bereich der Talsohle, vor dem Straßendamm der Straße „Dorpe“, befindet sich ein Feuchtwiesenbereich, in dem sich das Niederschlagswasser dann aufstaut. Im Rahmen des Starkregenereignisses im Sommer 2021 kam es hier zu Überflutungen von Grundstücken.

Koordinaten im UTM-System	H 5653537	R 2584521
Wasserschutzzone	keine	
überschwemmungs- / hochwassergefährdeter Bereich	nein	
Recherchierte lokale Grundwasserstände	keine relevanten GWMS vorhanden, > 10 m u. GOK	
Vorflut	ca. 1,3 km westlich fließt die Strunde Ri W	
Einzugsgebiet	27356811, Rheingraben Nord, Rhein / NRW	

Tab. 1: Recherchedaten zu den Grundstücken

Die geplanten Versickerungsanlagen weisen einen ausreichenden Abstand der Sohle zum mittleren Grundwasserhöchststand auf.

1.5 Verwendete Unterlagen und Kartenmaterialien

- Städtebaulicher Entwurf, Bebauungsplan 99, Dorpe-Südost, Maßstab 1 : 500
- Konzept Dezentrale Regenwasserentwässerung, Retz Architekten, Maßstab 1 : 750
- Gutachten Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure aus Juli 2015
- Gutachten Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure aus Januar 2016
- Stellungnahme Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 26.10.2018
- Stellungnahme (e-mail) Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 12.10.2018
- Gutachten Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure vom 16.02.2018
- Bericht zur Versickerung von Niederschlagswasser, TERRASYSTEM GmbH vom 26.05.2021
- Stellungnahme zu Versickerungsuntersuchungen, TERRASYSTEM GmbH vom 13.01.2022
- TIM-Online (Landesvermessung NRW)
- ELWAS-Web (Grundwasserdaten)
- Arbeitsblatt DWA-A 138, 2005
- KOSTRA-DWD 2010R
- DIN 1986-100, 2016
- Merkblatt DWA-M 153, 2007

1.6 Grundstücksdaten (Flächen)

Die relevanten Flächendaten der hier zu betrachtenden Grundstücke wurden bauseits vorgegeben. Die angesetzte Straßenfläche wurde im Rahmen dieser Umplanung nochmals angepasst.

Grundstück	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Straße
Gesamtgrundstück	ca. 1862 m ²	ca. 1128 m ²	ca. 1177 m ²	ca. 1746 m ²	ca. 1995 m ²	ca. 1957 m ²	-
Berechnungsfläche	568 m ²	413 m ²	419 m ²	609 m ²	737 m ²	745 m ²	-
Max. versiegelte Fläche	341 m²	248 m²	252 m²	366 m²	442 m²	447 m²	732 m²
GRZ 0,4	227 m ²	165 m ²	168 m ²	244 m ²	295 m ²	298 m ²	-
GRZ Nebenanlagen, gesamt	114 m ²	83 m ²	84 m ²	122 m ²	147 m ²	149 m ²	-
GRZ Nebenanlagen davon Garage	18 m ²	18 m ²	18 m ²	18 m ²	18 m ²	18 m ²	-
südliche Wiesenfläche	ca. 1294 m ²	ca. 715 m ²	ca. 758 m ²	ca. 1137 m ²	ca. 1258 m ²	ca. 1212 m ²	-

Tab. 2: Grundstücks-Flächendaten

2 Durchgeführte Maßnahmen

Auf dem zu untersuchenden Gelände wurden insgesamt 18 Kleinrammbohrungen (KRB 101 – 115, 201 - 203, DIN ISO 22475-1) zur Bodenprobengewinnung, Bodenansprache und Klassifizierung (DIN ISO 14688-1 DIN ISO 14688-2, DIN 4021alt) durchgeführt. KRB 101 – 103 wurden innerhalb der geplanten Anliegerstraße positioniert. Die Positionierung der Kleinrammbohrungen KRB 104 - 115 erfolgte immer paarweise pro Grundstück an den geplanten gegenüberliegenden Gebäudeecken. Zur Bestimmung der Lagerungsdichten und Konsistenzen im Untergrund wurde ergänzend pro Gebäude je eine Schwere Rammsondierung SRS 104, 106, 109, 110, 113 und 115 (DIN ISO 22475-2) durchgeführt. Sondierungen mit gleichen Nummernfolgen stellen jeweils einen Doppelaufschluss dar.

Die Bohrungen wurden jeweils auf Tiefen zwischen 3,0 m bis 5,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht.

An den Bohrungen KRB 107 und KRB 113 wurden aufgrund der erbohrten Kiessandschichten Versickerungsversuche im verrohrten Bohrloch durchgeführt.

Darüber hinaus wurden zusätzlich, in den Bereichen des südlichen Flurstückes und der südöstlichen Grundstücksgrenze zum südlichen Flurstück, drei Doppelring-Infiltrimeter – Versuche durchgeführt (VV5 – VV7), um die Sickerfähigkeit des oberflächennahen Untergrundes zu ermitteln. Die Ringanordnung erfolgte auf einer horizontalen Fläche unterhalb des anstehenden Mutterbodens bis maximal 0,3 m Tiefe.

Zwecks Erkundung der Sickerfähigkeit des Bodens im südlichen Grundstücksbereich von Flurstück 186 wurden ergänzend die Kleinrammbohrungen KRB 201 – 203 bis 0,8 – 1,05 m u. GOK abgeteuft. Nach erfolgtem Versickerungsversuch in diesen Tiefen wurde KRB 202 auf 2,5 m

u. GOK vertieft, um den generellen Schichtenaufbau in dem unterlagernden Bereich zu erfassen.

Für die Versuchsdurchführung wurde nach gründlicher Vornässung des Untergrundes eine definierte Wassermenge in einem gemessenen Zeitraum über die bekannte Fläche (Kleinrammbohrung bzw. Bodenfläche des inneren Rings) versickert. Die ermittelten Ergebnisse werden in Kap. 4 dargestellt.

Die Bohransatzpunkte und die Bereiche der Versickerungsversuche wurden nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die Positionen können Anlage 1.2 entnommen werden. Ergänzend wurde die Lage der Punkte aus den vorangegangenen Untersuchungen dargestellt. Die Ergebnisse der Bodenansprache der Bohrung werden in Kap. 3 und Anlage 2 dargestellt.

3 Aufbau des Untergrundes

Als erster erbohrter Bodenhorizont wurde im gesamten Untersuchungsbereich ein ca. 0,1 m – 0,4 m starker, teilweise umgelagerter, humoser Oberboden mit humusbedingter lockerer Lagerung bzw. weicher bis steifer Konsistenz festgestellt.

Es folgt bis 1,0 m – 2,2 m unter GOK ein steifer Hanglehm/Lösslehm. Das Material besteht aus Schluff und Ton oder Schluff und Feinsand als Hauptbodenarten sowie Gesteinsbruch, Fein- bis Mittelsand, Ton und Kies als beigemengte Nebenbodenarten in wechselnden Anteilen. In Teilbereichen handelt es sich bei dem Boden um umgelagertes Material mit wenig Ziegelsplitter.

Der schluffig-feinsandige, z.T. auch schluffig-kiesige Hanglehm wurde auch im Bereich der Versickerungsversuche VV2 – VV7 unter dem Oberboden festgestellt und war der relevante Horizont für die Versuchsanordnung.

Bis zu den erbohrten Endteufen von 3,0 m – 5,0 m u. GOK folgen die Schichten der tertiären Grafenberger Schichten. Diese besitzen im Untersuchungsbereich eine stark heterogene Zusammensetzung. Es treten überwiegend schluffig – feinsandige Tone mit steifer Konsistenz auf. Stellenweise sind den Tonen verschiedenmächtige Kiessand-Horizonte in unterschiedlichen Tiefen zwischengeschaltet.

Sickerfähige Horizonte wurden an KRB 1 (05.2021) zwischen 2,6 m und 3,3 m u. GOK, an KRB 107 ab 2,9 m bis mindestens 3,0 m (Bohrendteufe) und im Bereich der VV2 – VV7 im oberflächennahen Bereich (Mutterboden / Hanglehm) angetroffen. Die tonigen Abfolgen der tieferliegenden Grafenberger Schichten weisen keine ausreichende Sickerfähigkeit auf.

Ergänzende Untersuchungen im August 2022:

An den Bohrungen KRB 201 – 203 folgt unter dem 0,2 m – 0,3 m mächtigen humosen Oberboden ein stark feinsandiger Schluff mit dichter Lagerung (Hanglehm/Lösslehm). Das Material ist aufgrund des Austrocknungsgrades leicht verbacken. An den Bohrungen KRB 201 und 203 reicht der Hanglehm bis zur jeweiligen Bohrendteufe (1,0 m / 0,8 m u. GOK). An KRB 202 reicht das Material bis 1,4 m u. GOK und wird dann von einem halbfesten schluffig-

feinsandigem Ton (Grafenberger Schichten) unterlagert. Ab 2,2 m u. GOK bis zur Bohrendteufe folgt ein sandig-schluffiger Kies (ebenfalls Grafenberger Schichten).

Grundwasser wurde mit Hilfe der durchgeführten Bohrungen nicht festgestellt. Das Grundwasser ist lokal an den Kluftwasserleiter im Bereich des tieferliegenden devonischen Festgesteins gebunden. Durchhaltende **Sickerwasserhorizonte und Vernässungszonen** wurden ebenfalls nicht erkundet; erbohrt wurden lediglich geringe bis mittlere Bodenfeuchten.

4 Bestimmung des k_f -Wertes

Für die Bestimmung der k_f -Werte wurden an KRB 107 und KRB 113 sowie KRB 201 - 203 Versickerungsversuche im verrohrten Bohrloch durchgeführt und als Open-End-Test mit fallender Druckhöhe ausgewertet.

An KRB 107 wurde in einer Tiefe von 3 m u. GOK ein k_f -Wert von $8,6 \times 10^{-6}$ m/s bestimmt. Der Versickerungsversuch an der 3 m tiefen KRB 113 ergab keinen auswertbaren Durchlässigkeitsbeiwert.

Die in ca. 0,8 m – 1,05 m Tiefe durchgeführten Versickerungsversuche an KRB 201 – 203 ergaben k_f -Werte von $3,7 \times 10^{-6}$ m/s, $2,2 \times 10^{-6}$ m/s und $3,0 \times 10^{-6}$ m/s.

Die oberflächennah im Doppelring-Infiltrometer durchgeführten Versickerungsversuche VV5 – VV7 ergaben k_f -Werte von $6,8 \times 10^{-5}$ m/s, $7,7 \times 10^{-6}$ m/s und $2,3 \times 10^{-5}$ m/s.

Der oberflächennahe Untergrund (Hanglehm) und die Kies-Sand-Schicht an KRB 1 und KRB 107 weisen eine ausreichende Durchlässigkeit nach DIN 18130, Tl. 1 auf. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist demnach an diesen Standorten möglich und zulässig.

5 Anlagen – Dimensionierungen

Aufgrund der ergänzenden Untersuchungsergebnisse und der anzusetzenden maximalen Bebauungsflächen wurden die zunächst angedachten alleinigen Flächenversickerungen zugunsten von Muldenrigolen verworfen.

Die hydraulischen Berechnungen und Bemessungen der geplanten Versickerungsanlagen erfolgt gemäß den Vorlagen nach DWA-A 138, Stand April 2005. Für die Bemessungshäufigkeit wurde das für dezentrale Versickerungsanlagen gängige 5-jährige Ereignis festgelegt.

Für den Fall von Starkregen sind die Unterlieger-Grundstücke vor Schichtfluten aus dem Straßenbereich zu schützen. Dies ist im Zuge der landschaftsgärtnerischen Arbeiten als Ausformung morphologischer Schwellen/Gräben mit Überlauf auf die Muldenrigolen sicher zu stellen. Für die Dimensionierung der Muldenrigolen für die Straßenentwässerung wurde daher das 30-jährige Ereignis festgelegt.

Es ist vorgesehen die Ausführung der Garagendächer als Gründächer und Pflasterflächen mit Ökopflaster/Sickerpflaster vorzugeben.

Für die mit Wohngebäuden zu bebauenden maximalen Flächen (GRZ 0,4) wurde der mittlere Abflussbeiwerte von 0,8 (DIN 1986-100) gewählt. Für alle anderen Flächen wurde der Abflussbeiwert mit 0,3 angesetzt. Hierzu zählen Sickerpflaster (normaler Abflussbeiwert 0,25) und Gründächer (Abflussbeiwert 0,3). Falls die maximal mögliche Versiegelung (nach GRZ 0,4) nicht ausgenutzt wird, können die bemessenen Muldenrigolen entsprechend kleiner ausfallen. In Anlage 1.3 sind die maximalen Ausdehnungen der Muldenrigolen dargestellt.

Der Straßenbelag soll mit Schwarzdecke (Abflussbeiwert 0,9) ausgeführt werden.

Die Berechnungen der Versickerungsanlagen kann den Arbeitsblättern DWA-A 138 (Anlage 3) entnommen werden.

Wird die erforderliche Größe der Mulden bzw. das Speichervolumen eingehalten, kann die Form variabel an die Erfordernisse im Baufeld angepasst werden. Die unterhalb der Mulden positionierten Rigolen müssen vollflächig angelegt werden.

Die mögliche Einstauhöhe (Höhendifferenz zwischen GOK und Muldensohle, abzüglich eines Sicherheitsbetrages) wird für die Berechnung und Ausführungsplanung

- der Grundstücke 3 – 8 jeweils auf Tiefen zwischen 0,18 m - 0,2 m und
- der Straßenentwässerung auf 0,06 m beschränkt.

Dadurch verbleibt eine Reserve bis zur gewählten **Muldentiefe von 0,3 m (Grundstücke 3 – 8) bzw. 0,15 m (Straßenentwässerung)**.

Größere Einstauhöhen, kombiniert mit kleineren Muldenflächen, sind nicht zu empfehlen, da diese mit größeren Einstauzeiten des zu versickernden Regenwassers verbunden wären und damit die Gefahr der Verschlickung und Verdichtung der Oberfläche zunimmt.

Muldenaufbau: Als oberste Schicht wird auf das hergestellte Planum im Muldensohlenbereich ein Sand- und Mutterbodengemisch mit **20 cm Mächtigkeit** eingebracht. Diese erste Lage wird als begrünter, belebter Oberboden ausgeführt. Wir empfehlen ein Mischen von Mutterboden mit einem weitgestuften Sand im Verhältnis 1 : 1. Für diese Oberbodenschicht ist ein k_f – Wert von ca. 1×10^{-4} m/s bis 5×10^{-5} m/s nicht zu unterschreiten, um eine dauerhafte Funktion der Mulde zu gewährleisten.

Unter dieser Schicht wird ein mindestens 10 cm mächtiger Gegenfilter aus Mittel- und Grobsand eingebaut. Auch dieser Horizont fungiert nach einer Einfahrzeit als biologischer Filter.

Unterhalb des Muldenbodenaufbaus ist ein Bodenaustausch gegen Kies (z.B. Körnung 8/16 oder 2/8) vorzunehmen. Die für ein ausreichendes Speichervolumen erforderliche Rigolenhöhe liegt bei 0,4 m (Wohngebäude) bzw. 0,3 m (Straßenentwässerung).

Die Baugrubentiefe für die Muldenrigolen (Grundstücke 3 – 8) beträgt insgesamt 1 m unter GOK. Diese gliedert sich von oben nach unten in:

- 0,3 m Muldentiefe
- 0,2 m humoser Oberboden
- 0,1 m Sandgegenfilter
- 0,4 m Kieskörper

Die Positionierung der Muldenrigolen kann sowohl im südlichen Bereich der einzelnen Baugrundstücke, als auch bei Bedarf auf dem südlich angrenzenden Flurstück 1122/186 erfolgen. Im Lageplan der Anlage 1.3 sind beide Varianten dargestellt.

Die Baugrubentiefe für die Muldenrigolen für die Straßenentwässerung beträgt insgesamt mindestens 0,75 m unter GOK. Diese gliedert sich von oben nach unten in:

- 0,15 m Muldentiefe
- 0,2 m humoser Oberboden
- 0,1 m Sandgegenfilter
- 0,3 m Kieskörper

In Anbetracht der an KRB 202 festgestellten Kiesschicht in 2,2 m Tiefe, besteht die Möglichkeit die Baugruben zumindest punktuell so zu vertiefen, dass eine Wegsamkeit aus dem Rigolenkörper in den tieferliegenden Kieshorizont ermöglicht wird. Die Untersuchungen in den hangaufwärts gelegenen Grundstücksbereich ergaben für diese Kieshorizonte keine vollflächige Verbreitung mit größeren Mächtigkeiten, so dass diese Option im Rahmen der Baugrubenerstellung mittels Baggerschurf erkundet werden müsste.

Bei der Höhenpositionierung der Versickerungsanlagen sind die Höhenlagen der zu entwässernden Flächen sowie die entsprechenden Leitungszuführungen mit Gefälle zu beachten.

Die Sohlen der Versickerungsmulden sind horizontal zu orientieren. Ein schematischer Querschnitt durch die Versickerungsbauwerke ist in Anlage 4 dargestellt. Ein beispielhafter Geländeschnitt ist Anlage 5 zu entnehmen. Der Zulauf zu den Mulden erfolgt aus Pflegegründen idealerweise über eine offene Rinne, die z. B. in Natursteinpflaster oder aus Betonfertigteilen erstellt werden kann. Der Zulauf kann auch über mit Wasserbausteinen ausgekleidete Bereiche, die ein Ausspülen des Bodens verhindern, erfolgen. Für diese Bauweise ist jedoch der entsprechende Pflegeaufwand zu berücksichtigen

Ein unnötiges Verdichten des Untergrundes (z.B. mit Maschinen während der Bauphase) ist zu vermeiden.

Im Zusammenhang mit der gärtnerischen Gestaltung der Grundstücke und der Gefällesituation empfehlen wir den vorhandenen Mutterboden (auch aus den Bereichen der geplanten Straßenführung) abzuschleppen und mit einem weitgestuften Sand im Verhältnis 1 : 1 zu mischen und in den Bereichen der geplanten Versickerungsanlagen sowie der umgebenden Grünflächen wieder einzubringen. Vor dem Wiedereinbau des Mutterboden-Sand-Gemenges sollte das lehmige Planum mit der Zahnschaufel aufgezo-gen werden. Diese derart aufgearbeitete belebte Bodenzone ist zur Versickerung von Niederschlagswasser erfahrungsgemäß geeignet und besitzt genügend Reinigungskapazität.

Die Versickerungsflächen sind sofort nach der Erstellung des Planums zu begrünen, um eine Erosion der belebten Oberbodenzone zu verhindern. Nach DWA-A138 erfolgt die Begrünung der Mulden meist mit Raseneinsaat. Es wird auf die alternative Begrünung mit Bodendeckern oder Hochstauden hingewiesen – eine entsprechende Vergrößerung des Speichervolumens muss dann jedoch eingeplant werden. Das Anwenden von Herbiziden und Pestiziden im Bereich der Mulden sollte unterlassen werden. Maßnahmen zur Pflege und Hinweise zum Betrieb von Versickerungsmulden sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Das Wurzelwerk von Bäumen kann die Funktion einer Rigole beeinträchtigen. Gemäß DWA-Regelwerk ist daher ein entsprechender Abstand einzuhalten (Hälfte des möglichen Kronendurchmessers).

Maßnahme	Intervalle	Bemerkungen
Optische Kontrolle	monatlich	-
Mahd	bei Bedarf, mindestens 2 x jährlich	Mähgut entfernen
Entfernen von Laub, organischen Resten, Störstoffen	im Herbst, bei Bedarf	-
Reinigen des Überlaufs (wenn vorhanden)	mindestens 1 x jährlich	Laub entfernen, bei Bedarf oberste Kiesschicht austauschen
Wiederherstellen der Durchlässigkeit	bei Bedarf	Vertikutieren, Boden austauschen
Verhinderung von Auskolkungen im Zulaufbereich	beim Bau und bei Bedarf	Steinschüttungen oder Pflasterung im Zulaufbereich

Tab. 3: Betriebshinweise zur Versickerungsmulde in Anlehnung an DWA-A 138, Tabelle 5

Bei einer Ausführung der geplanten Versickerungsanlagen wie dargestellt, ist erfahrungsgemäß nicht von einer Gefährdung Dritter auszugehen (Gemeinwohlverträglichkeit).

5.1 Grundstück Nr. 3

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße im Bereich von Grundstück Nr. 3 auf insgesamt ca. 341 m² (227 m² Dachfläche Wohnhaus, 114 m² Nebenanlagen). Nach Berücksichtigung der vorgegebenen Korrekturfaktoren (Abflussbeiwerte) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 216 m², die über die Muldenrigole zu entwässern sind.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigole wurde der k_f -Wert mit $7,7 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

festgelegte Muldengröße:	32 m²
notwendiges Speichervolumen:	5,6 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,19 m
gewählte Muldentiefe:	0,30 m
Rigolenbreite, gewählt:	2,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,4 m
Rigolenlänge, berechnet:	14,8 m
Rigolenlänge, vorhanden:	16 m

5.2 Grundstück Nr. 4

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße im Bereich von Grundstück Nr. 4 auf insgesamt ca. 248 m² (165 m² Dachfläche Wohnhaus, 83 m² Nebenanlagen). Nach Berücksichtigung der vorgegebenen Korrekturfaktoren (Abflussbeiwerte) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 157 m², die über die Muldenrigole zu entwässern sind.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigole wurde der k_f -Wert mit $7,7 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

festgelegte Muldengröße:	24 m²
notwendiges Speichervolumen:	4,0 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,18 m
gewählte Muldentiefe:	0,30 m
Rigolenbreite, gewählt:	2,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,4 m
Rigolenlänge, berechnet:	11 m
Rigolenlänge, vorhanden:	12 m

5.3 Grundstück Nr. 5

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße im Bereich von Grundstück Nr. 5 auf insgesamt ca. 252 m² (168 m² Dachfläche Wohnhaus, 84 m² Nebenanlagen). Nach Berücksichtigung der vorgegebenen Korrekturfaktoren (Abflussbeiwerte) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 160 m², die über die Muldenrigole zu entwässern sind.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigole wurde der k_f -Wert mit $7,7 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

festgelegte Muldengröße:	22 m²
notwendiges Speichervolumen:	4,2 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,20 m
gewählte Muldentiefe:	0,30 m
Rigolenbreite, gewählt:	2,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,4 m
Rigolenlänge, berechnet:	10,6 m
Rigolenlänge, vorhanden:	11 m

5.4 Grundstück Nr. 6

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße im Bereich von Grundstück Nr. 6 auf insgesamt ca. 366 m² (244 m² Dachfläche Wohnhaus, 122 m² Nebenanlagen). Nach Berücksichtigung der vorgegebenen Korrekturfaktoren (Abflussbeiwerte) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 232 m², die über die Muldenrigole zu entwässern sind.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigole wurde der k_f -Wert mit $7,7 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

festgelegte Muldengröße:	34 m²
notwendiges Speichervolumen:	6,0 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,19 m
gewählte Muldentiefe:	0,30 m
Rigolenbreite, gewählt:	2,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,4 m
Rigolenlänge, berechnet:	15,9 m
Rigolenlänge, vorhanden:	17 m

5.5 Grundstück Nr. 7

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße im Bereich von Grundstück Nr. 7 auf insgesamt ca. 442 m² (295 m² Dachfläche Wohnhaus, 147 m² Nebenanlagen). Nach Berücksichtigung der vorgegebenen Korrekturfaktoren (Abflussbeiwerte) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 280 m², die über die Muldenrigole zu entwässern sind.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigole wurde der k_f -Wert mit $7,7 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

festgelegte Muldengröße:	41 m²
notwendiges Speichervolumen:	7,2 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,19 m
gewählte Muldentiefe:	0,30 m
Rigolenbreite, gewählt:	2,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,4 m
Rigolenlänge, berechnet:	19,1 m
Rigolenlänge, vorhanden:	20,5 m

5.6 Grundstück Nr. 8

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße im Bereich von Grundstück Nr. 8 auf insgesamt ca. 447 m² (298 m² Dachfläche Wohnhaus, 149 m² Nebenanlagen). Nach Berücksichtigung der vorgegebenen Korrekturfaktoren (Abflussbeiwerte) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 283 m², die über die Muldenrigole zu entwässern sind.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigole wurde der k_f -Wert mit $7,7 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

festgelegte Muldengröße:	41 m²
notwendiges Speichervolumen:	7,3 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,19 m
gewählte Muldentiefe:	0,30 m
Rigolenbreite, gewählt:	3,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,4 m
Rigolenlänge, berechnet:	13,0 m
Rigolenlänge, vorhanden:	13,7 m

5.7 Straßenentwässerung

Gemäß den vorliegenden Informationen und Planunterlagen beläuft sich die maximale zu entwässernde Flächengröße der Stichstraße auf insgesamt ca. 732 m². Nach Berücksichtigung des vorgegebenen Korrekturfaktors (Abflussbeiwert) ergibt sich eine rechnerische Gesamtgröße von ca. 659 m², die über eine Muldenrigolen-Anlage zu entwässern ist.

Für die Muldenbemessung wurde der k_f -Wert mit 5×10^{-5} m/s angesetzt. Für die Dimensionierung der zugehörigen Rigolen wurde der k_f -Wert mit $2,2 \times 10^{-6}$ m/s angesetzt.

Die (auch planerisch dargestellte) Dimensionierung der Muldenrigole erfolgte für das 30-jährige Ereignis mit dem ungünstigsten k_f -Wert von $2,2 \times 10^{-6}$ m/s. Die Bemessung für das 5-jährige Ereignis ist zur Übersicht ebenfalls aufgeführt.

30-jähriges Ereignis

festgelegte Muldengröße:	380 m²
notwendiges Speichervolumen:	24,6 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,06 m
gewählte Muldentiefe:	0,15 m
Rigolenbreite, gewählt:	3,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,3 m
Rigolenlänge, berechnet:	126,5 m
Rigolenlänge, vorhanden:	126,7 m

Die festgelegte Muldengröße kann den Erfordernissen der Hangmorphologie entsprechend auch in mehrere Einzelflächen unterteilt werden.

5-jähriges Ereignis, übliches Regenereignis

festgelegte Muldengröße:	380 m²
notwendiges Speichervolumen:	12,7 m³
berechnete Einstauhöhe:	0,04 m
gewählte Muldentiefe:	0,15 m
Rigolenbreite, gewählt:	3,0 m
Rigolenmächtigkeit (-höhe), gewählt:	0,3 m
Rigolenlänge, berechnet:	105,4 m
Rigolenlänge, vorhanden:	126,7 m

6 Ergänzende Hinweise

Bei den anstehenden bindigen Hanglehmen handelt es sich um sehr frost-, feuchtigkeits-, und bewegungsempfindliche Böden. Das Befahren mit schwerem Gerät bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und der Zutritt von Wasser in der Bearbeitungsphase sollten vermieden werden, da sonst ein tiefgründiges Aufweichen und eine Verschlechterung der Durchlässigkeiten zu besorgen sind. Ein entsprechend umsichtiger Umgang ist insbesondere in den Bereichen der geplanten Versickerungsanlagen vorzusehen.

Der ergänzende Einbau von Zisternen zur Regenwassernutzung kann zwar bei der Bemessung der Versickerungsanlagen nicht berücksichtigt werden, ist jedoch eine sinnvolle Ergänzung zur Reduzierung der Niederschlagswassermengen, die dem Untergrund über die Muldenrigolen zugeführt werden. In diesem Zusammenhang kann die Nutzung des Regenwassers nicht nur für die Gartenbewässerung sondern auch für Toilettenspülungen und die Waschmaschine eingeplant werden; hierbei ist die Einsparung von bis zu ca. 50% Trinkwasser möglich.

Die Bemessungshäufigkeit (und somit Versagenshäufigkeit) von dezentralen Versickerungsanlagen wird nach geltendem Regelwerk (DWA-A 138) in der Regel mit $n = 0,2/a$ (entspricht dem 5-jährigen Ereignis) angesetzt. In Fällen, bei denen ein erhöhtes Gefährdungspotential im Versagensfall vorliegt, ist die Überschreitungshäufigkeit entsprechend anzupassen. In der hier durchgeführten Bemessung der Versickerungsanlage für die Straßenentwässerung wurde - auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen des im Jahr 2021 stattgefundenen Starkregenereignisses – die Bemessungshäufigkeit $n = 0,03$ (entspricht dem 30-jährigen Ereignis) gewählt.

Um einen unkontrollierten Abfluss von Niederschlagswasser Richtung Südwesten, dem Taleinschnitt folgend, im Versagensfall der geplanten Versickerungsanlage zu verhindern, wird als ergänzende Absicherung die Gestaltung eines Walls, talwärts zu den geplanten Straßenentwässerungs-Muldenrigolen empfohlen. Die Wälle / Dämme können aus dem bindigen Bodenaushub mit einer Überschüttung aus humosem Oberboden, der im Zuge der Straßenerschließung und der Bebauung der Grundstücke anfällt, erstellt werden. Abschätzend ist von einer Basisbreite von ca. 5 m und einer Wallhöhe von 1 m auszugehen. Eine ergänzende Standsicherheitsbemessung nach DIN 4084, die entsprechende Wasserstände auf der Bergseite des Walls / Dammes berücksichtigt, wird empfohlen.

Die prinzipielle Anordnung des Walls / des Dammes und der länglichen Muldenformen orientiert sich ca. am Verlauf der Höhenlinien im Gelände, mit einer quasi parallelen Positionierung. Zur Vermeidung größerer Böschungseinschnitte aufgrund der Hangsituation wurden die Muldenfläche zweigeteilt. Die Einformung der Erdbauwerke in das Gelände kann beispielhaft an Anlage 5 / Geländeschnitt betrachtet werden. Für die erforderliche Entwurfsplanung sind die Erstellung eines Aufmaßes und eine Massenbilanzierung der Aushub- und Auftragsböden, seitens eines Außenanlagenplaners, erforderlich. Ergänzend ist ein geotechnisches Bodenmanagement unter Berücksichtigung des baubegleitenden Bodenschutzes in Kombination mit dem oben erwähnten Standsicherheitsnachweis zu planen.

Die Wälle sind durch geeigneten Bewuchs zu stabilisieren. Die Auswahl der geeigneten Pflanzen sollte unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Feuchtebedingungen mit einem Fachplaner

abgestimmt werden. Eine beispielhafte Ausführung mit Gräsern, Stauden, Buschwerk und Bäumen ist bildhaft in Anlage 1.3 und Anlage 5 dargestellt.

7 Schlussbemerkung

Die Angaben des vorliegenden Berichtes sind verfahrensbedingt nur in den Aufschlusspunkten belegt, so dass eventuell auftretende Abweichungen, die erst während der bzw. nach den Aushubarbeiten festgestellt werden können, eine abschließende Überprüfung notwendig machen. Der dafür notwendige Ortstermin erfolgt zweckmäßigerweise im Rahmen der Tiefbauarbeiten, wenn ein entsprechender Bagger vor Ort ist. Bis zur Abnahme der Baugrube bleiben Änderungen / Ergänzungen zum vorliegenden Bericht vorbehalten. Das Bauvorhaben wird gemäß DIN 4020 der geotechnischen Kategorie Geo 2 zugeordnet, es wird daher eine geotechnische Baubegleitung empfohlen.

Die geplanten Ausschachtungen erfolgen gemäß den ermittelten Bohrerergebnissen vorrausichtlich in den alten Bodenklassen 3 - 4.

Gemäß VOB 2012, Ergänzung 2015 (siehe auch DIN 18 300 neu) ergibt sich auf Grundlage der durchgeführten Kleinrammbohrung abschätzend für das Lösen, Aufnehmen und Verladen von Böden eine Einteilung in drei Homogenbereiche. Homogenbereich H1 umfasst den humosen Oberboden / Mutterboden, Homogenbereich H2 sämtliche korngetragene Horizonte und Homogenbereich H3 die bindigen Horizonte der Lehme.

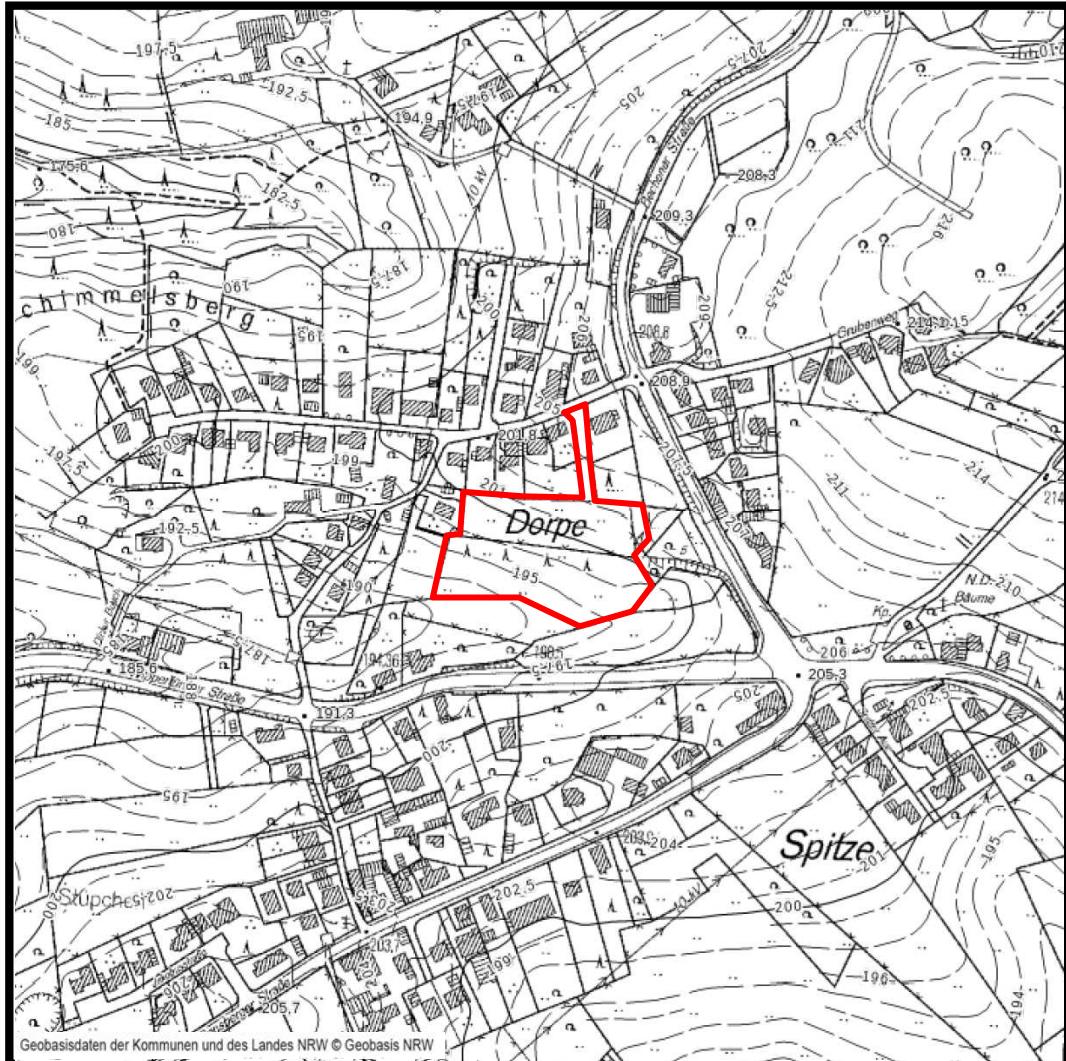
Bei denen im Bericht aufgeführten Flächendimensionen handelt es sich um Beispielflächen, die sich aus den maximal bebaubaren Flächen, ergeben; nach fertiggestellter Planung kann eine genaue Anpassung der Versickerungsanlagengrößen an die tatsächlich zu berücksichtigen versiegelten Flächengrößen erfolgen.

Der Bericht ist nur vollständig und mit allen Anlagen gültig. Größen- und Längenangaben dienen nicht zur Maßermittlung.

TERRASYSTEM GmbH
Lindlar, den 12.12.2022
ppa


Katja Sommer
Diplom – Geologin

Übersichtsplan 1 : 5 000

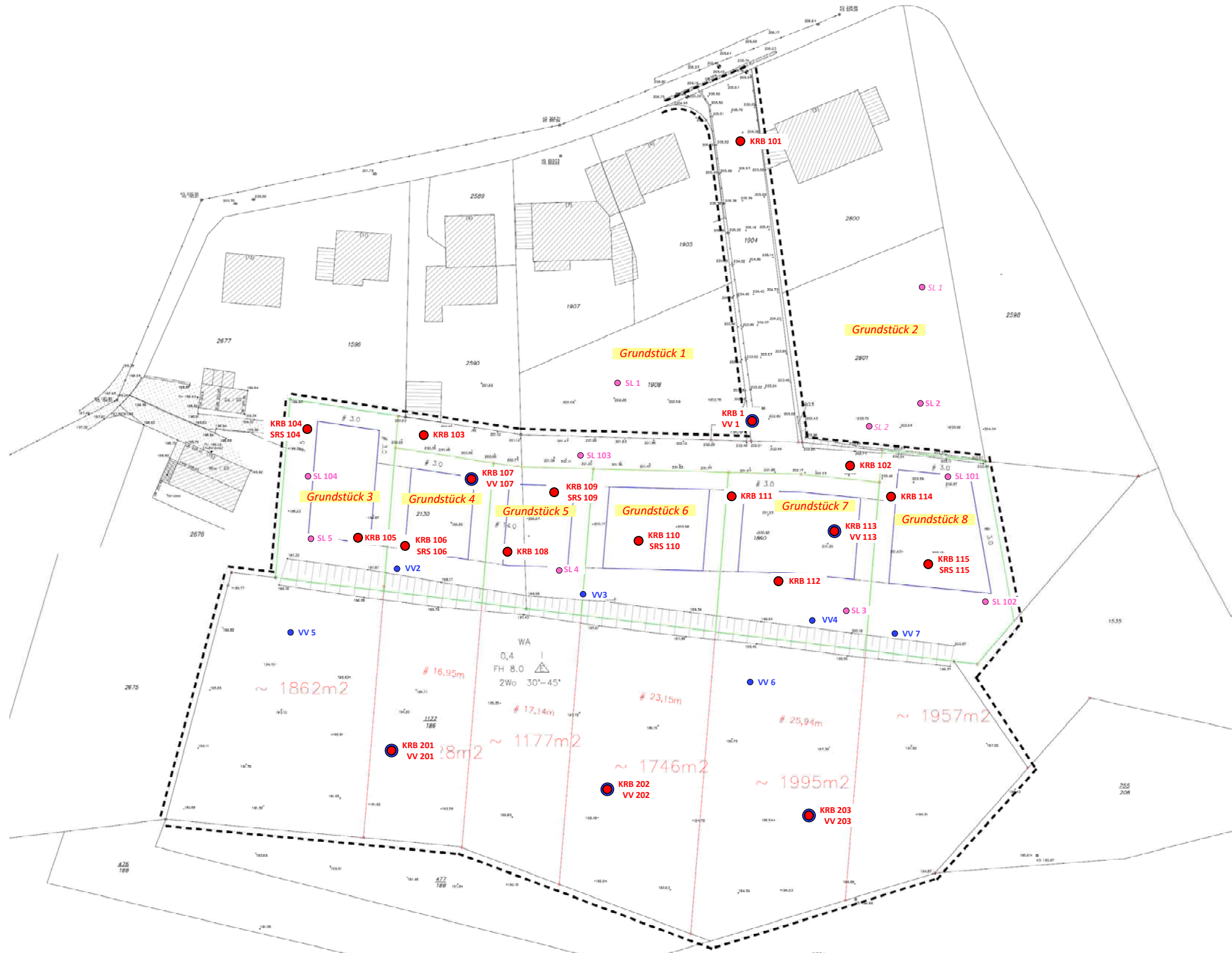


Legende:

 Untersuchungsbereich

Projektnummer:	1213-2
Projekt:	Versickerungsuntersuchung Dorpe 51515 Kürten
Auftraggeber:	Stadthaus Immobilien & Consulting Ingolf Müller Schwelmer Straße 265, Gevelsberg
Datum:	12.05.2022
Maßstab:	1 : 5 000
Quelle:	Landesvermessung NRW, DGK 5
 Bonnersüng 24 51789 Lindlar	Anlage 1.1

Lageplan 1 : 750 - Untersuchungspunkte

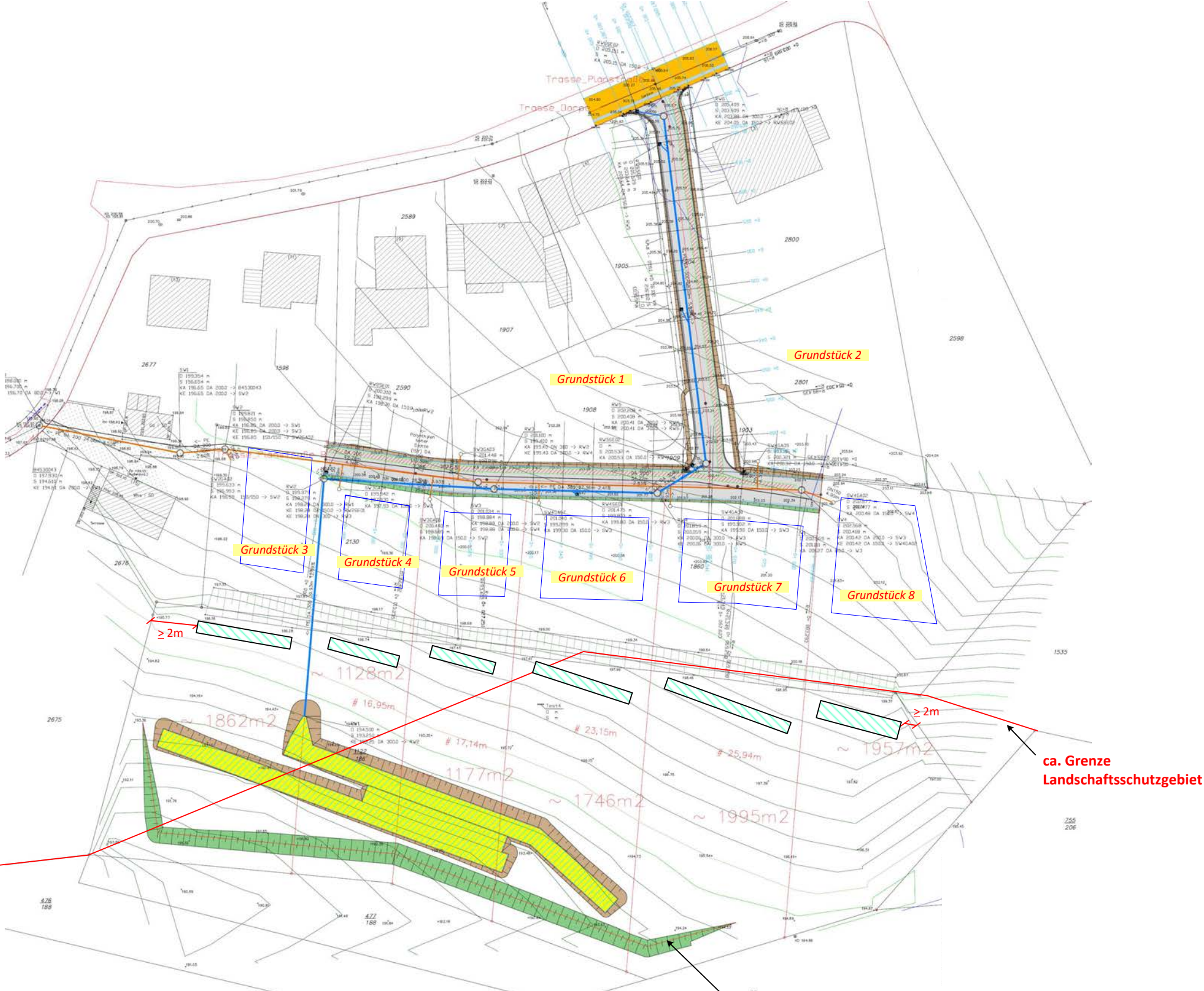


Legende:

- KRB
SRS Kleinrammbohrung
Schwere Rammsondierung
- VV Versickerungsversuch mit
Doppelringinfiltrometer
- KRB
VV Kleinrammbohrung
Versickerungsversuch in
Kleinrammbohrung
- SL (KRB 1 und VV 1 – VV 4 aus
Mai 2021)
- SL Slach & Partner mbB:
Kleinrammbohrung
(KRB umbenannt in SL)

Projektnummer:	1213-2
Projekt:	Versickerungsuntersuchung Dorpe 51515 Kürten
Auftraggeber:	Stadthaus Immobilien & Consulting Ingolf Müller Schwelmer Straße 265, Gevelsberg
Datum:	15.08.2022
Maßstab:	1 : 750
Quelle:	21-075 für bebaubare FlächenIII-Model.pdf vom 14.06.2022 21-075 Vorabzug (mit Pkte).pdf vom 08.06.2022

Lageplan 1 : 750 - Versickerungsbereiche



Legende:

- Beispiel-Muldenrigolen für bebaute Flächen (max. GRZ 0,4 plus Nebenanlagen)
- Beispiel-Muldenrigolen für Straße, Flächenbedarf 30-jähriges Ereignis

≥ 2m

≥ 2m

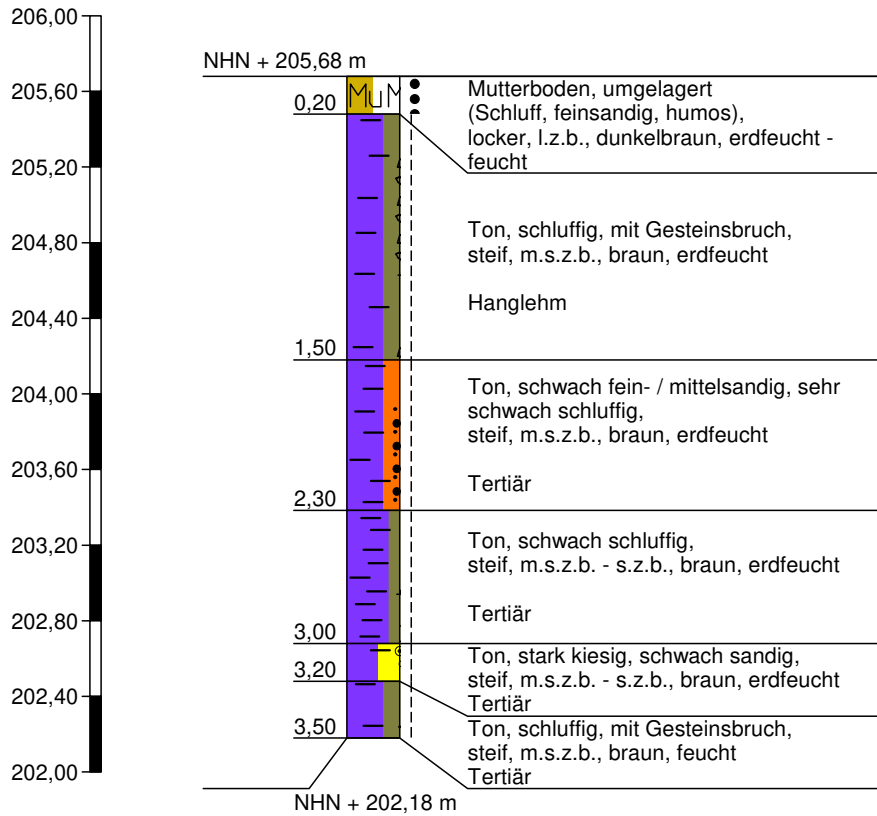
ca. Grenze Landschaftsschutzgebiet

Beispielhafte Darstellung von ergänzenden Maßnahmen zur Niederschlagswasserretention mit bepflanzttem Wall

Projektnummer:	1213-2
Projekt:	Versickerungsuntersuchung Dorpe 51515 Kürten
Auftraggeber:	Stadthaus Immobilien & Consulting Ingolf Müller Schwelmer Straße 265, Gevelsberg
Datum:	12.12.2022
Maßstab:	1 : 750
Quelle:	Lageplan BB_21-075 neues Verb u. Straßen/ Müllwagen ein wenden aus mit Rundbord Pflaster Mulden 01.09.2022B

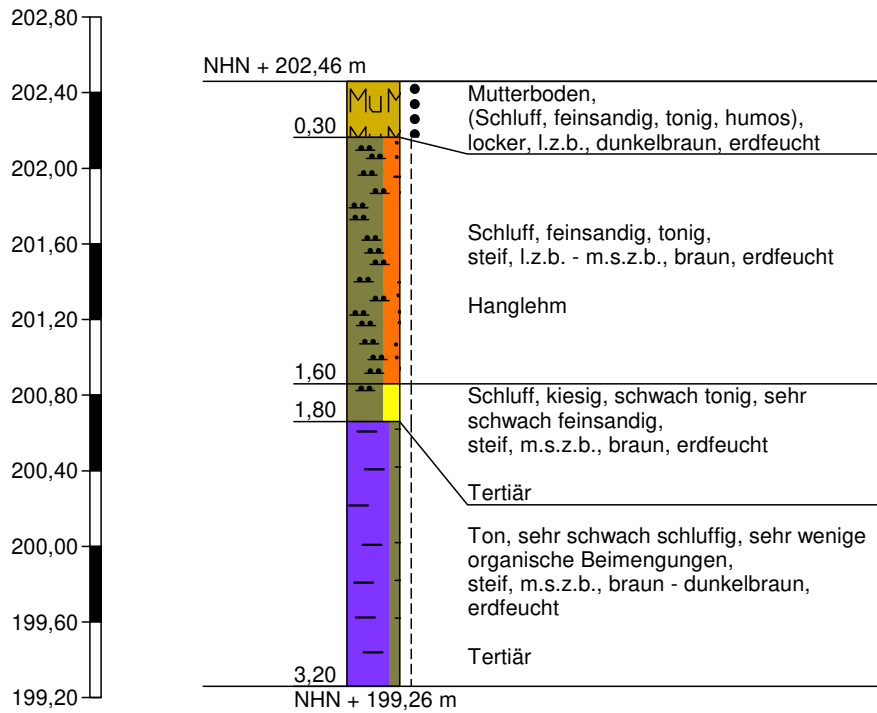
TERRASYSTEM
Bonnersüng 24
51789 Lindlar

KRB 101



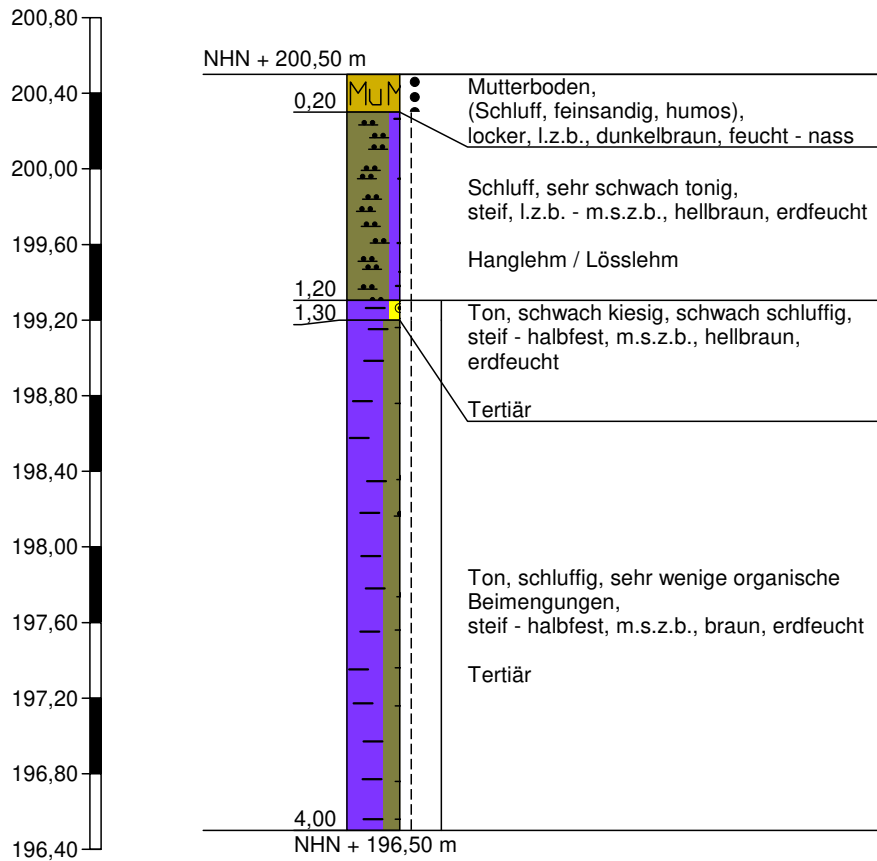
Höhenmaßstab 1:40

KRB 102



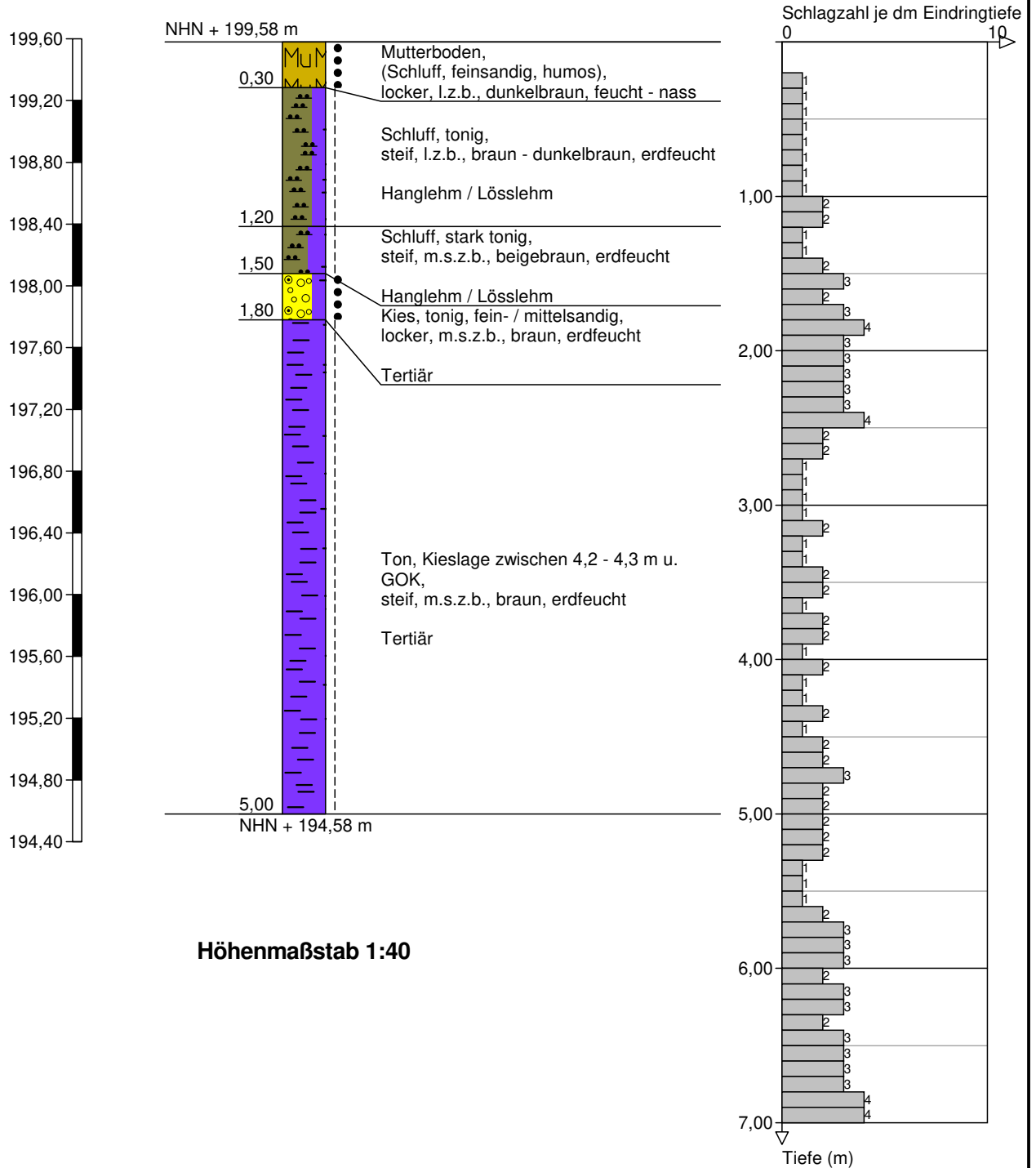
Höhenmaßstab 1:40

KRB 103

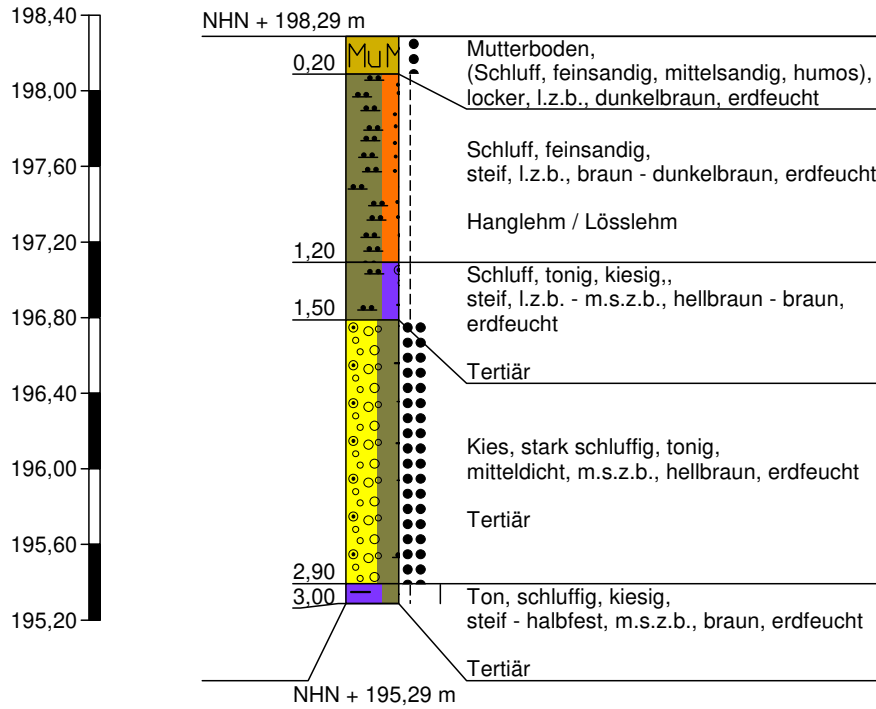


Höhenmaßstab 1:40

KRB 104 / SRS 104

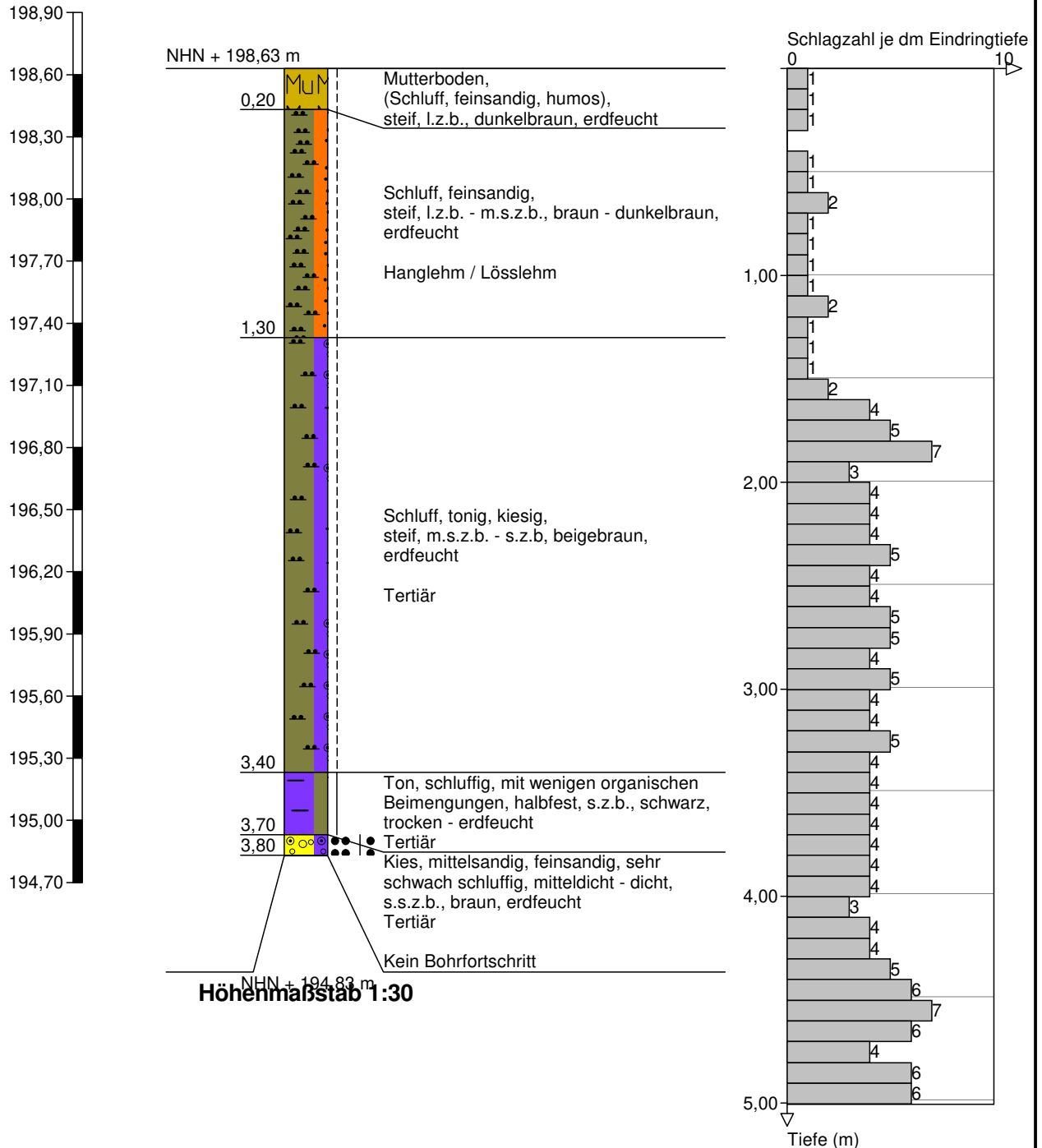


KRB 105

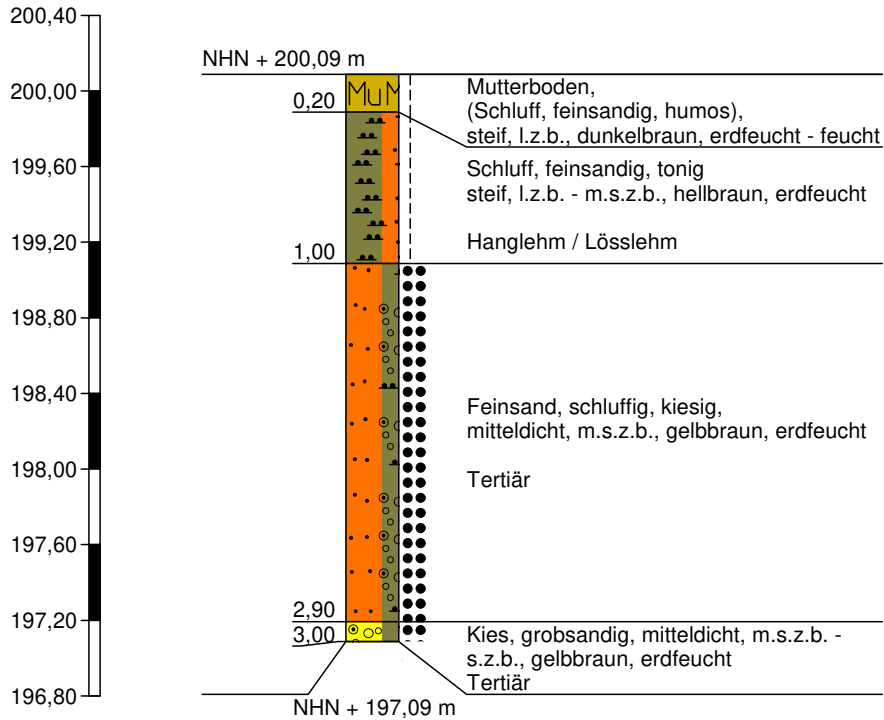


Höhenmaßstab 1:40

KRB 106 / SRS 106

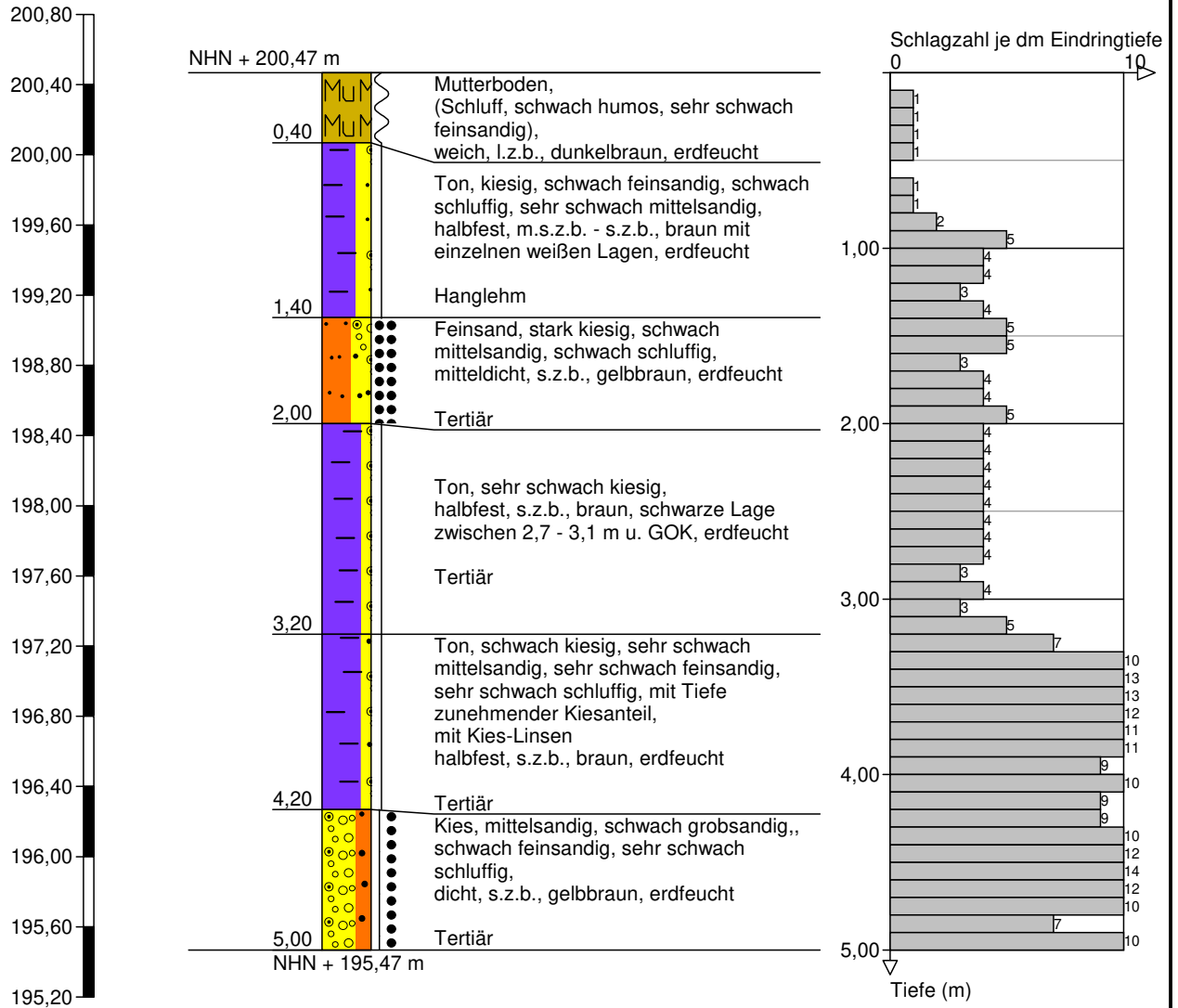


KRB 107



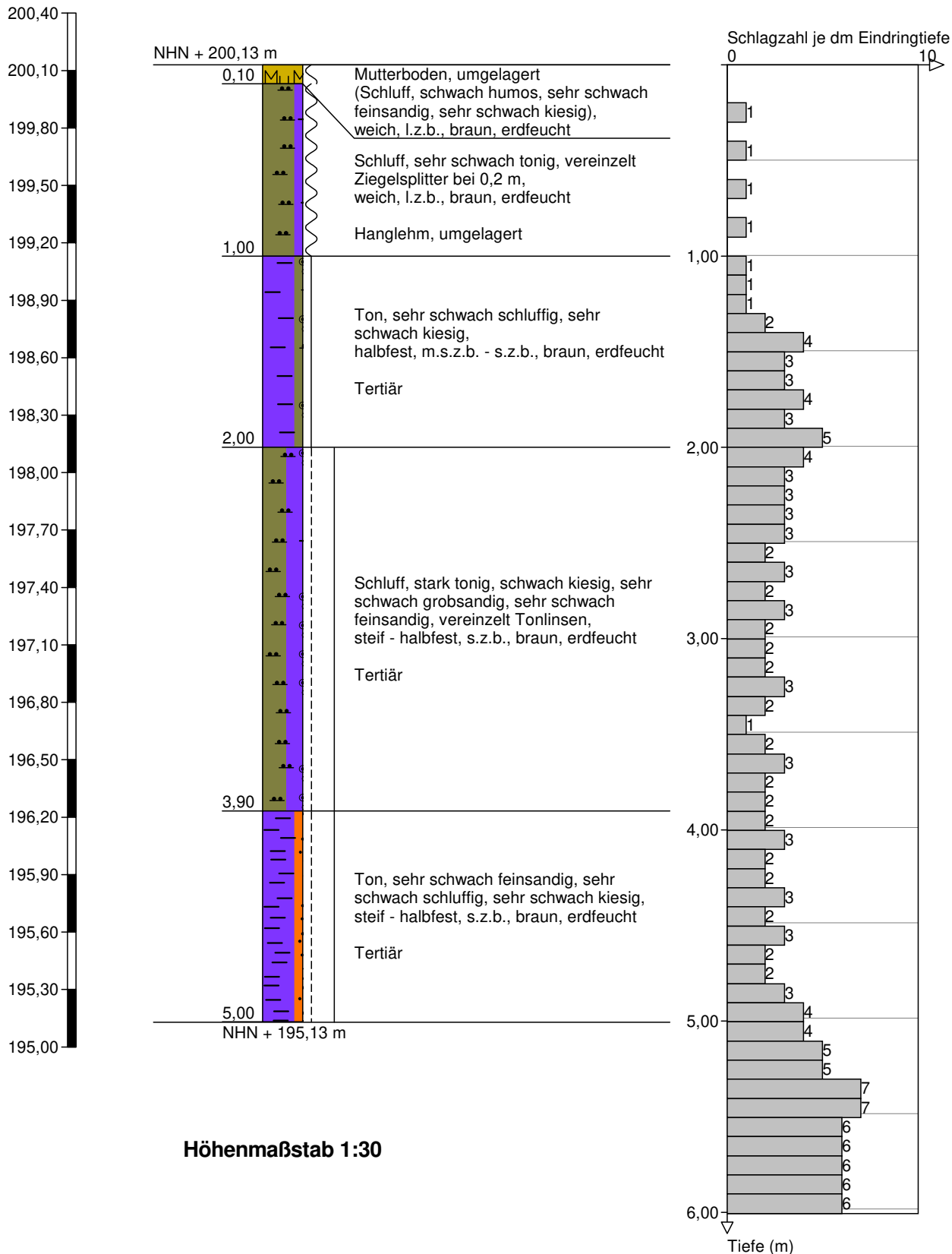
Höhenmaßstab 1:40

KRB 109 / SRS 109

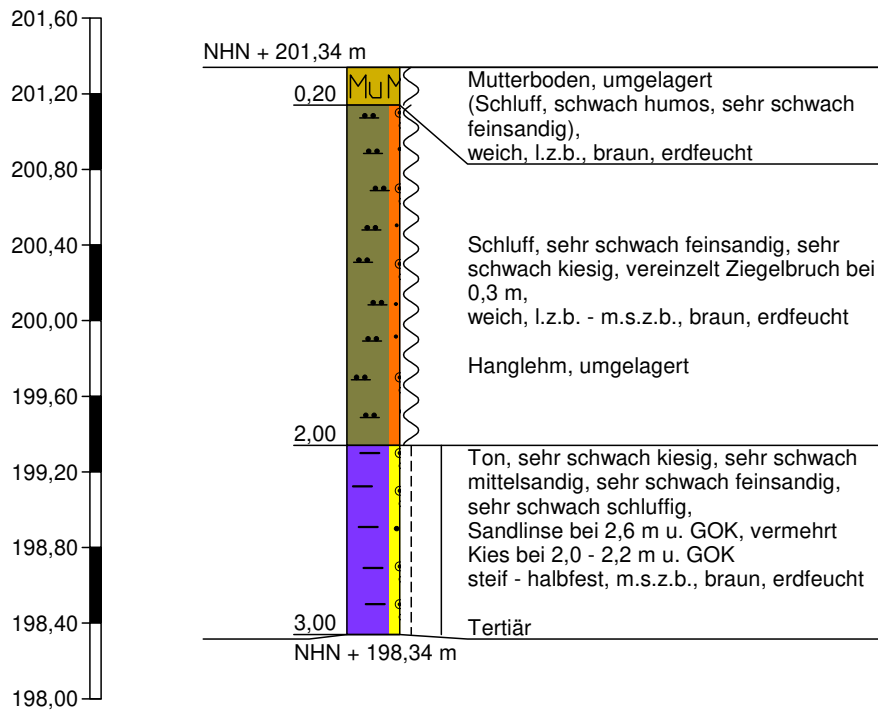


Höhenmaßstab 1:40

KRB 110 / SRS 110

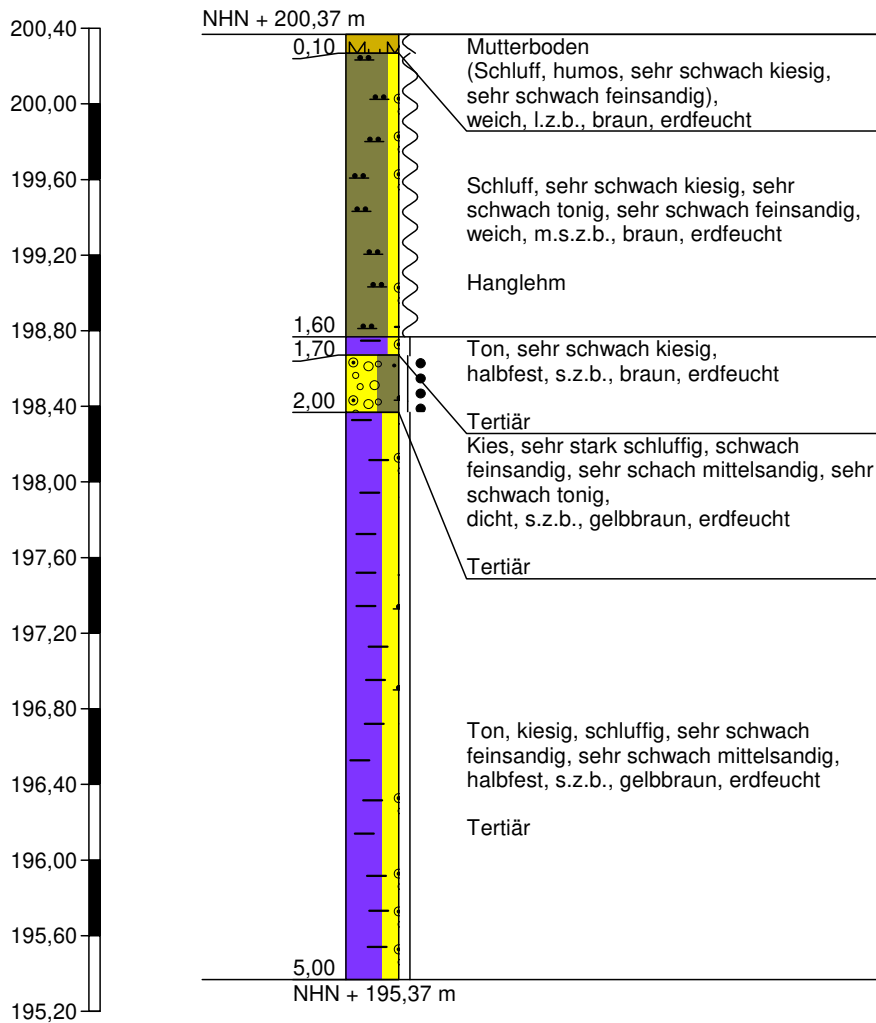


KRB 111



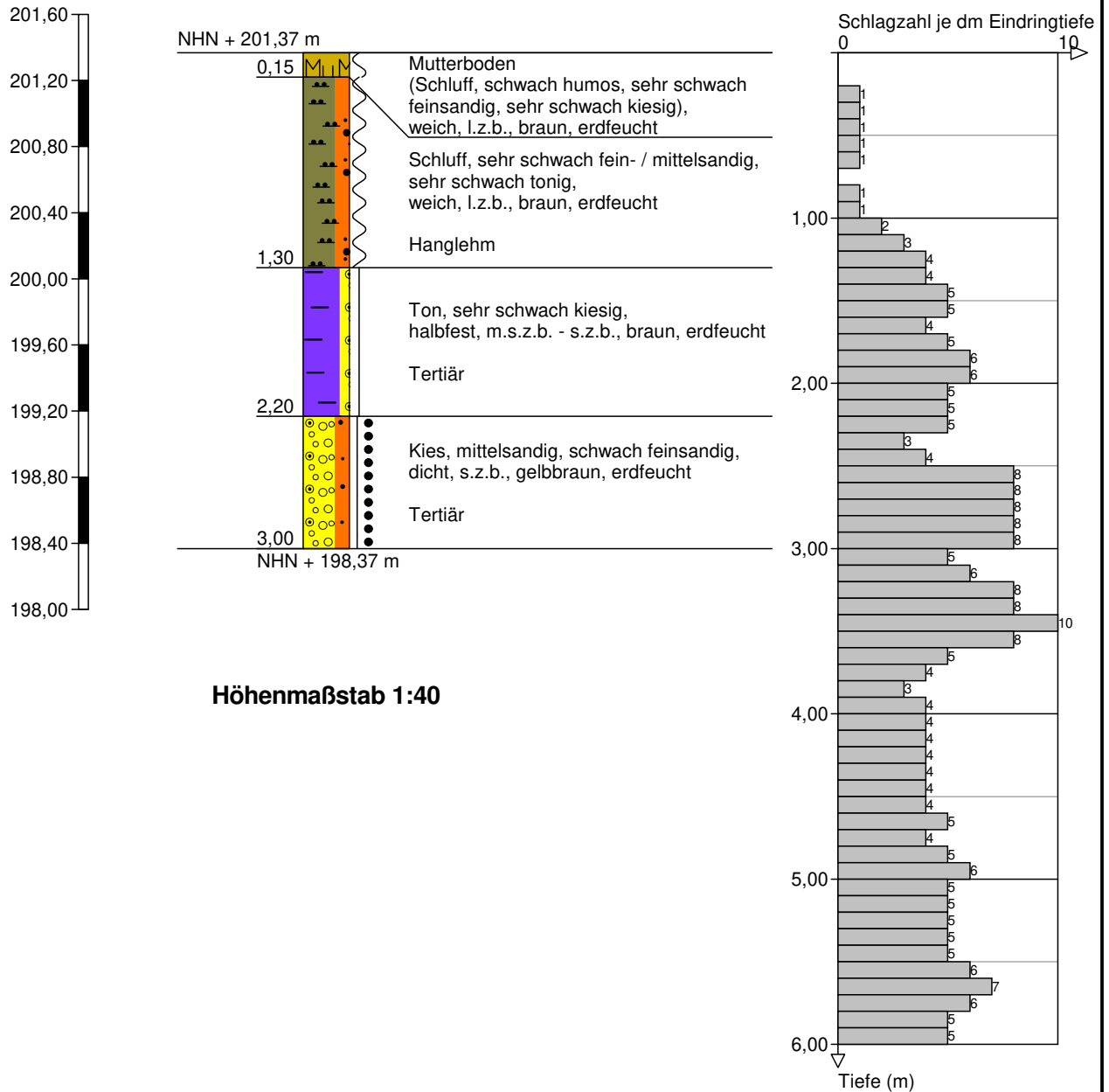
Höhenmaßstab 1:40

KRB 112

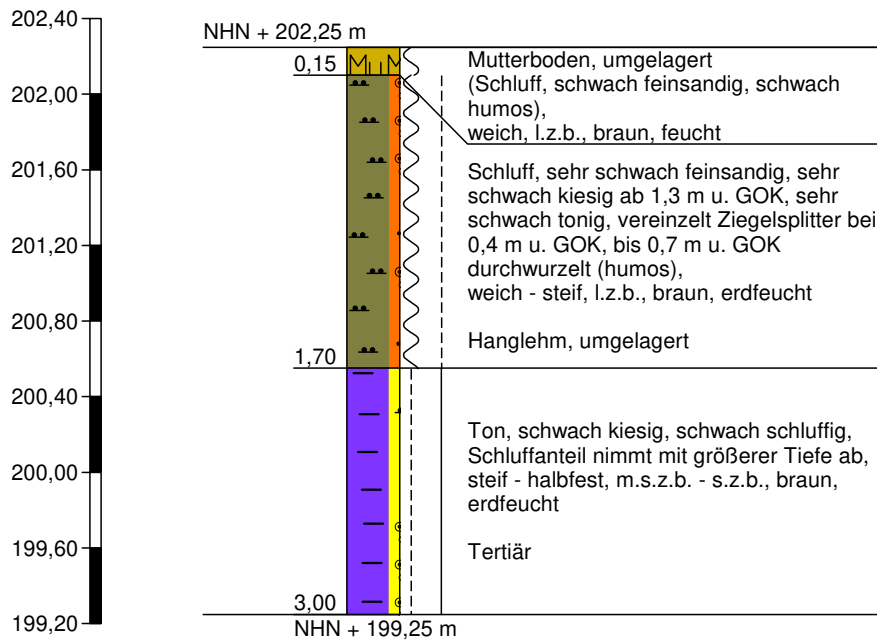


Höhenmaßstab 1:40

KRB 113 / SRS 113

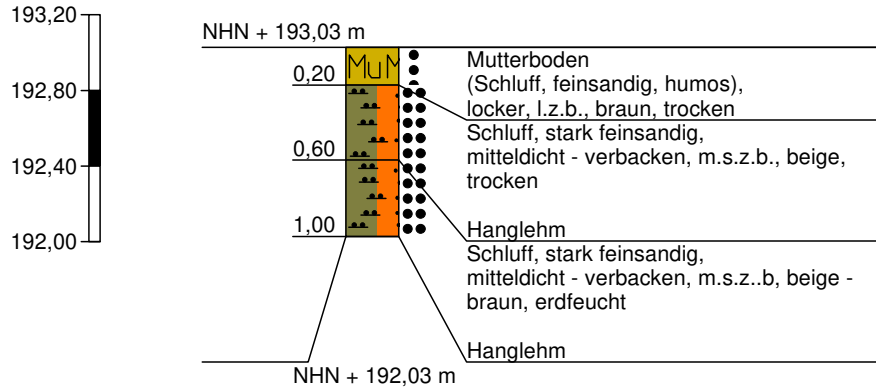


KRB 114



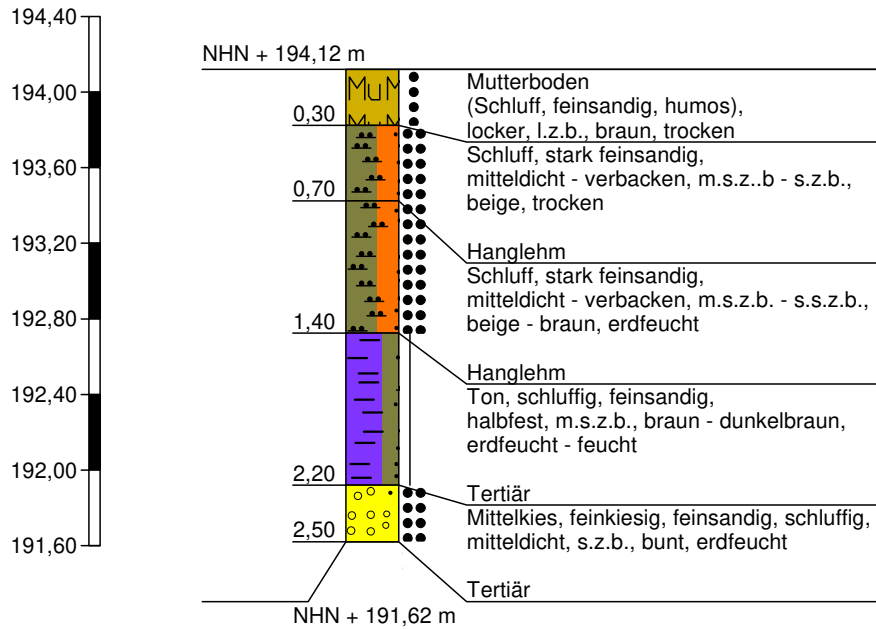
Höhenmaßstab 1:40

KRB 201



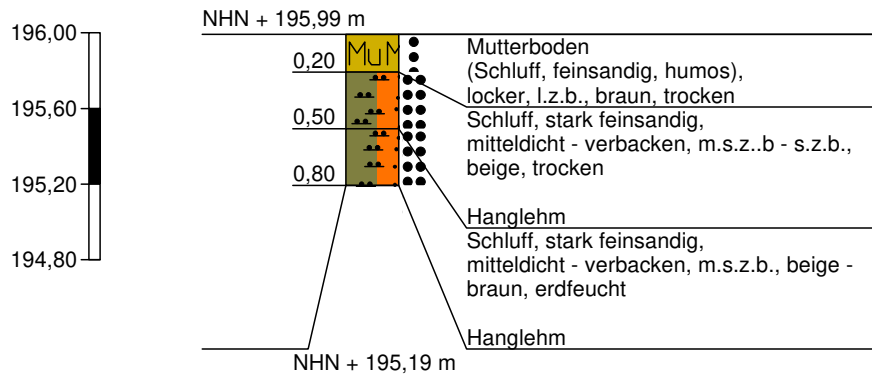
Höhenmaßstab 1:40

KRB 202



Höhenmaßstab 1:40

KRB 203



Höhenmaßstab 1:40

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Sand, S, sandig, s



Ton, T, tonig, t



Mudde, F, organische Beimengungen, o



Mittelkies, mG, mittelkiesig, mg



Kies, G, kiesig, g



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u



Steine, X, steinig, x



Mutterboden, Mu



Feinkies, fG, feinkiesig, fg



Grobsand, gS, grobsandig, gs

Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)



Ziegelbruch, Zb, mit Ziegelbruchstücken, zb

Korngrößenbereich

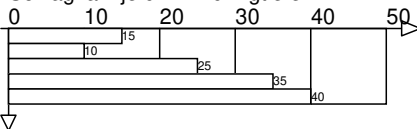
f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Rammdiagramm

Schlagzahl je dm Eindringtiefe



Tiefe (m)

Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht



sehr dicht

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 3

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abfluss- beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	227,00	0,80	181,60	Dachflächen, Wohnhaus
2	18,00	0,30	5,40	Dachfläche, Garage Gründach
3	96,00	0,30	28,80	Pflasterflächen, Sickerpflaster
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	341,00	0,63	215,80	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 08.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Grundstück 3	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	216 m ²
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n_M	0,20 1/a
	n_R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A_S,M	32 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,M	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h_R	0,4 m
RinnenBreite der Rigole	b_R	2,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d_i	---- m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	---- m
mittlerer Drosselabfluss	Q_Dr	---- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,R	7.7e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V_M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	2,9	<p>erforderliches Speichervolumen der Mulde</p> $V_M = 5,6 \text{ m}^3 \quad V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	3,9	
15	204,4	4,6	
20	172,5	5,0	
30	133,9	5,4	
45	101,5	5,6	
60	82,5	5,4	
90	59,4	4,4	
120	47,2	3,2	
180	34,2	0,6	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 3

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	353,3	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
10	253,3	0,0	
15	204,4	0,0	
20	172,5	2,2	
30	133,9	5,7	
45	101,5	8,9	
60	82,5	10,9	
90	59,4	12,5	
120	47,2	13,5	
180	34,2	14,5	
240	27,2	14,8	
360	19,8	14,8	
540	14,4	14,0	
720	11,5	13,1	
1080	8,4	11,5	
1440	6,7	10,2	
2880	4,4	8,4	
4320	3,5	7,4	
			<u>erforderliche Rigolenlänge</u> l_R = 14,8 m $l_R = \frac{(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_{f,R}}{2}}$
			<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 3,9 m³
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 8,66 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 9,5 m³

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe

b_M = 2,0 m **l_M = 14,8 m** **z_M = 0,19 m**

Überprüfung der Muldenfläche: **vorh. A_{S,M} = 29,7 m² < gew. A_{S,M} = 32,0 m²**

rechnerische Entleerungszeit: **t_E = 2,1 h**

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a: **vorh. t_E = 0,9 h < erf. t_E = 24 h**



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 4

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	165,00	0,80	132,00	Dachflächen, Wohnhaus
2	18,00	0,30	5,40	Dachfläche, Garage Gründach
3	65,00	0,30	19,50	Pflasterflächen, Sickerpflaster
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	248,00	0,63	156,90	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



VersickerungsExpert

Version 2016

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 08.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Grundstück 4	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	157 m ²
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n _M	0,20 1/a
	n _R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A _{S,M}	24 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,M}	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h _R	0,4 m
RinnenBreite der Rigole	b _R	2,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s _R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d _i	---- m
Aussendurchmesser des Rohres	d _a	---- m
mittlerer Drosselabfluss	Q _{Dr}	---- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,R}	7.7e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V _M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	2,1	<p><u>erforderliches Speichervolumen der Mulde</u></p> <p>V_M = 4,0 m³</p> $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	2,9	
15	204,4	3,3	
20	172,5	3,6	
30	133,9	3,9	
45	101,5	4,0	
60	82,5	3,9	
90	59,4	3,1	
120	47,2	2,2	
180	34,2	0,2	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

 TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 4

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	353,3	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u>
10	253,3	0,0	s = 0,33
15	204,4	0,0	$s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
20	172,5	1,8	<u>erforderliche Rigolenlänge</u>
30	133,9	4,3	l_R = 11,0 m
45	101,5	6,7	$l_R = \frac{(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_{f,R}}{2}}$
60	82,5	8,1	<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u>
90	59,4	9,3	V_R = 2,9 m³
120	47,2	10,0	<u>rechnerische Entleerungszeit</u>
180	34,2	10,7	t_E = 8,66 h
240	27,2	11,0	$t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
360	19,8	10,9	<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u>
540	14,4	10,3	V_{MR} = V_M + V_R = 6,9 m³
720	11,5	9,6	
1080	8,4	8,5	
1440	6,7	7,5	
2880	4,4	6,2	
4320	3,5	5,4	

3. Festlegung Muldenabmessungen

<u>Muldenbreite</u>	<u>Muldenlänge</u>	<u>erforderliche Muldentiefe</u>
---------------------	--------------------	----------------------------------

b_M = 2,0 m	l_M = 11,0 m	z_M = 0,18 m
------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

<u>Überprüfung der Muldenfläche:</u>	vorh. A_{S,M} = 21,9 m² < gew. A_{S,M} = 24,0 m²
--------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

<u>rechnerische Entleerungszeit:</u>	t_E = 2,0 h
--------------------------------------	------------------------------

<u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a:</u>	vorh. t_E = 0,9 h < erf. t_E = 24 h
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 5

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	168,00	0,80	134,40	Dachflächen, Wohnhaus
2	18,00	0,30	5,40	Dachfläche, Garage Gründach
3	66,00	0,30	19,80	Pflasterflächen, Sickerpflaster
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	252,00	0,63	159,60	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



VersickerungsExpert

Version 2016

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 08.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Grundstück 5	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	160 m ²
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n _M	0,20 1/a
	n _R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A _{S,M}	22 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,M}	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h _R	0,4 m
Rinnenbreite der Rigole	b _R	2,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s _R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d _i	---- m
Aussendurchmesser des Rohres	d _a	---- m
mittlerer Drosselabfluss	Q _{Dr}	---- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,R}	7.7e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V _M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	2,1	<p>erforderliches Speichervolumen der Mulde</p> <p>V_M = 4,2 m³</p> $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	2,9	
15	204,4	3,4	
20	172,5	3,7	
30	133,9	4,1	
45	101,5	4,2	
60	82,5	4,1	
90	59,4	3,4	
120	47,2	2,7	
180	34,2	0,9	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 5

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	353,3	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
10	253,3	0,0	
15	204,4	0,0	
20	172,5	1,2	
30	133,9	3,8	
45	101,5	6,1	
60	82,5	7,6	
90	59,4	8,8	
120	47,2	9,5	
180	34,2	10,3	
240	27,2	10,6	
360	19,8	10,6	
540	14,4	10,1	
720	11,5	9,4	
1080	8,4	8,3	
1440	6,7	7,4	
2880	4,4	6,1	
4320	3,5	5,4	
			<u>erforderliche Rigolenlänge</u> l_R = 10,6 m $l_R = \frac{(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_{f,R}}{2}}$
			<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 2,8 m³
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 8,66 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 7,0 m³

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe

b_M = 2,0 m **l_M = 10,6 m** **z_M = 0,20 m**

Überprüfung der Muldenfläche: **vorh. A_{S,M} = 21,2 m² < gew. A_{S,M} = 22,0 m²**

rechnerische Entleerungszeit: **t_E = 2,2 h**

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a: **vorh. t_E = 0,9 h < erf. t_E = 24 h**



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 6

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	244,00	0,80	195,20	Dachflächen, Wohnhaus
2	18,00	0,30	5,40	Dachfläche, Garage Gründach
3	104,00	0,30	31,20	Pflasterflächen, Sickerpflaster
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	366,00	0,63	231,80	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



VersickerungsExpert

Version 2016

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 08.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Grundstück 6	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	232 m ²
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n _M	0,20 1/a
	n _R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A _{S,M}	34 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,M}	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h _R	0,4 m
RinnenBreite der Rigole	b _R	2,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s _R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d _i	---- m
Aussendurchmesser des Rohres	d _a	---- m
mittlerer Drosselabfluss	Q _{Dr}	---- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,R}	7,7e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V _M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	3,1	<p>erforderliches Speichervolumen der Mulde</p> $V_M = 6,0 \text{ m}^3 \quad V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	4,2	
15	204,4	4,9	
20	172,5	5,4	
30	133,9	5,9	
45	101,5	6,0	
60	82,5	5,8	
90	59,4	4,7	
120	47,2	3,5	
180	34,2	0,8	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 6

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage	
5	353,3	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$	
10	253,3	0,0		
15	204,4	0,0		
20	172,5	2,2		
30	133,9	6,0		
45	101,5	9,4		
60	82,5	11,6		
90	59,4	13,3		
120	47,2	14,4		
180	34,2	15,5		
240	27,2	15,9		<u>erforderliche Rigolenlänge</u> l_R = 15,9 m $l_R = \frac{(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_{f,R}}{2}}$
360	19,8	15,8		
540	14,4	15,0		
720	11,5	14,0		
1080	8,4	12,3		
1440	6,7	10,9		
2880	4,4	9,0		
4320	3,5	7,9	<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 4,2 m³	
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 8,66 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$	
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 10,2 m³	

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe

b_M = 2,0 m **l_M = 15,9 m** **z_M = 0,19 m**

Überprüfung der Muldenfläche: **vorh. A_{S,M} = 31,7 m² < gew. A_{S,M} = 34,0 m²**

rechnerische Entleerungszeit: **t_E = 2,1 h**

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a: **vorh. t_E = 0,9 h < erf. t_E = 24 h**



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 7

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	295,00	0,80	236,00	Dachflächen, Wohnhaus
2	18,00	0,30	5,40	Dachfläche, Garage Gründach
3	129,00	0,30	38,70	Pflasterflächen, Sickerpflaster
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	442,00	0,63	280,10	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



VersickerungsExpert

Version 2016

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 08.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Grundstück 7	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	280 m ²
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n_M	0,20 1/a
	n_R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A_S,M	41 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,M	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h_R	0,4 m
Rinnenbreite der Rigole	b_R	2,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d_i	---- m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	---- m
mittlerer Drosselabfluss	Q_Dr	---- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,R	7.7e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V_M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	3,7	<p>erforderliches Speichervolumen der Mulde</p> $V_M = 7,2 \text{ m}^3 \quad V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	5,1	
15	204,4	6,0	
20	172,5	6,5	
30	133,9	7,1	
45	101,5	7,2	
60	82,5	7,0	
90	59,4	5,7	
120	47,2	4,2	
180	34,2	0,9	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 7

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	353,3	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
10	253,3	0,0	
15	204,4	0,0	
20	172,5	2,7	
30	133,9	7,3	
45	101,5	11,4	
60	82,5	14,0	
90	59,4	16,1	
120	47,2	17,4	
180	34,2	18,7	
240	27,2	19,1	
360	19,8	19,1	
540	14,4	18,1	
720	11,5	16,9	
1080	8,4	14,9	
1440	6,7	13,2	
2880	4,4	10,9	
4320	3,5	9,6	
			<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 5,1 m³
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 8,66 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 12,3 m³

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe

b_M = 2,0 m **l_M = 19,1 m** **z_M = 0,19 m**

Überprüfung der Muldenfläche: **vorh. A_{S,M} = 38,3 m² < gew. A_{S,M} = 41,0 m²**

rechnerische Entleerungszeit: **t_E = 2,1 h**

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a: **vorh. t_E = 0,9 h < erf. t_E = 24 h**



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 8

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	298,00	0,80	238,40	Dachflächen, Wohnhaus
2	18,00	0,30	5,40	Dachfläche, Garage Gründach
3	131,00	0,30	39,30	Pflasterflächen, Sickerpflaster
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	447,00	0,63	283,10	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 08.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Grundstück 8	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	283 m ²
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n_M	0,20 1/a
	n_R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A_S,M	41 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,M	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h_R	0,4 m
RinnenBreite der Rigole	b_R	3,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d_i	---- m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	---- m
mittlerer Drosselabfluss	Q_Dr	---- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,R	7.7e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V_M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	3,8	<p>erforderliches Speichervolumen der Mulde</p> $V_M = 7,3 \text{ m}^3 \quad V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	5,2	
15	204,4	6,0	
20	172,5	6,6	
30	133,9	7,2	
45	101,5	7,3	
60	82,5	7,1	
90	59,4	5,8	
120	47,2	4,4	
180	34,2	1,1	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 08.06.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Grundstück 8

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	353,3	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
10	253,3	0,0	
15	204,4	0,0	
20	172,5	1,7	
30	133,9	4,8	
45	101,5	7,6	
60	82,5	9,4	
90	59,4	10,8	
120	47,2	11,7	
180	34,2	12,6	
240	27,2	13,0	
360	19,8	13,0	
540	14,4	12,4	
720	11,5	11,6	
1080	8,4	10,2	
1440	6,7	9,1	
2880	4,4	7,5	
4320	3,5	6,6	
			<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 5,1 m³
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 8,93 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 12,5 m³

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe

b_M = 3,0 m **l_M = 13,0 m** **z_M = 0,19 m**

Überprüfung der Muldenfläche: **vorh. A_{S,M} = 39,0 m² < gew. A_{S,M} = 41,0 m²**

rechnerische Entleerungszeit: **t_E = 2,1 h**

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a: **vorh. t_E = 0,9 h < erf. t_E = 24 h**



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 30.08.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Straße

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	732,00	0,90	658,80	Schwarzdecke
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	732,00	0,90	658,80	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 30.08.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Straße	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	659 m ²
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n _M	0,03 1/a
	n _R	0,03 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A _{S,M}	380 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,M}	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h _R	0,3 m
RinnenBreite der Rigole	b _R	3,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s _R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d _i	--- m
Aussendurchmesser des Rohres	d _a	--- m
mittlerer Drosselabfluss	Q _{Dr}	--- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _{f,R}	2.2e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V _M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	556,7	17,4	<p><u>erforderliches Speichervolumen der Mulde</u></p> <p>V_M = 24,6 m³</p> $V = \left[(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	383,3	21,8	
15	304,4	23,9	
20	255,8	24,6	
30	197,8	23,9	
45	150,7	19,9	
60	123,3	14,3	
90	87,4	0,0	
120	68,5	0,0	
180	48,7	0,0	
240	38,3	0,0	
360	27,3	0,0	
540	19,5	0,0	
720	15,4	0,0	
1080	11,1	0,0	
1440	8,8	0,0	
2880	5,8	0,0	
4320	4,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 30.08.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Straße

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _D (n) [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	556,7	0,0	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
10	383,3	13,6	
15	304,4	31,8	
20	255,8	45,3	
30	197,8	65,0	
45	150,7	84,8	
60	123,3	98,6	
90	87,4	107,2	
120	68,5	112,9	
180	48,7	119,9	
240	38,3	123,8	
360	27,3	126,5	
540	19,5	125,5	
720	15,4	122,4	
1080	11,1	114,9	
1440	8,8	107,0	
2880	5,8	98,8	
4320	4,5	87,9	
			<u>erforderliche Rigolenlänge</u> l_R = 126,5 m $l_R = \frac{(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - \frac{V_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_{f,R}}{2}}$
			<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 37,6 m³
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 23,81 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 62,1 m³

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite

Muldenlänge

erforderliche Muldentiefe

b_M = 3,0 m

l_M = 126,5 m

z_M = 0,06 m

Überprüfung der Muldenfläche:

vorh. A_{S,M} = 379,4 m² < gew. A_{S,M} = 380,0 m²

rechnerische Entleerungszeit:

t_E = 0,7 h

Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a:

vorh. t_E = 0,1 h < erf. t_E = 24 h



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 30.08.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Straße

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	732,00	0,90	658,80	Schwarzdecke
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	732,00	0,90	658,80	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z

1.2



VersickerungsExpert

Version 2016

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung:	51515 Kürten - Spitze, Dorpe	Datum: 30.08.2022
Bearbeiter:	Dipl.-Geologin K. Sommer	
Bemerkung:	Muldenrigole, Straße	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	659 m ²
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2
Niederschlagsbelastung	Station	Kürten
	n_M	0,20 1/a
	n_R	0,20 1/a
Muldenparameter:		
mittlere Versickerungsfläche	A_S,M	380 m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,M	5.0e-5 m/s
Rigolenparameter:		
Höhe der Rigole	h_R	0,3 m
RinnenBreite der Rigole	b_R	3,0 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials	s_R	0,33
Innendurchmesser des Rohres	d_i	--- m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	--- m
mittlerer Drosselabfluss	Q_Dr	--- l/s
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f,R	2.2e-6 m/s

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

1. Bemessung Mulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V_M [m ³]	Erforderliche Größe der Mulde
5	353,3	9,8	<p>erforderliches Speichervolumen der Mulde</p> $V_M = 12,7 \text{ m}^3 \quad V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	253,3	12,1	
15	204,4	12,7	
20	172,5	12,1	
30	133,9	9,5	
45	101,5	3,4	
60	82,5	0,0	
90	59,4	0,0	
120	47,2	0,0	
180	34,2	0,0	
240	27,2	0,0	
360	19,8	0,0	
540	14,4	0,0	
720	11,5	0,0	
1080	8,4	0,0	
1440	6,7	0,0	
2880	4,4	0,0	
4320	3,5	0,0	



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

VersickerungsExpert

Version 2016

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

TerraSystem GmbH
500-0619-1234

Projekt

Bezeichnung: 51515 Kürten - Spitze, Dorpe

Datum: 30.08.2022

Bearbeiter: Dipl.-Geologin K. Sommer

Bemerkung: Muldenrigole, Straße

Bemessung des Mu-Ri-Elementes

2. Bemessung Rigole

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	l _R [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	353,3	1,8	<u>Gesamtspeicherkoeffizient</u> s = 0,33 $s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
10	253,3	20,9	
15	204,4	34,1	
20	172,5	43,5	
30	133,9	57,1	
45	101,5	69,7	
60	82,5	78,1	
90	59,4	85,5	
120	47,2	90,8	
180	34,2	97,6	
240	27,2	101,3	
360	19,8	105,1	
540	14,4	105,4	
720	11,5	103,3	
1080	8,4	97,4	
1440	6,7	90,6	
2880	4,4	80,9	
4320	3,5	73,0	
			<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u> V_R = 31,3 m³
			<u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 23,81 h $t_E = \frac{V_R}{\frac{k_{f,R}}{2} \cdot (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot l_R + Q_{Dr}}$
			<u>effektives Mulden-Rigolenspeichervolumen</u> V_{MR} = V_M + V_R = 44,0 m³

3. Festlegung Muldenabmessungen

Muldenbreite Muldenlänge erforderliche Muldentiefe

b_M = 3,0 m **l_M = 105,4 m** **z_M = 0,04 m**

Überprüfung der Muldenfläche: **vorh. A_{S,M} = 316,1 m² < gew. A_{S,M} = 380,0 m²**

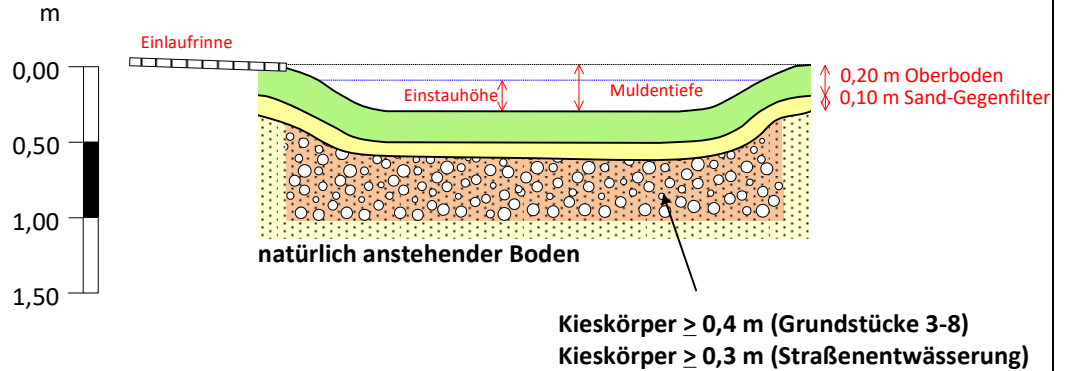
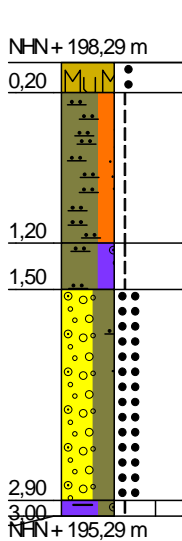
rechnerische Entleerungszeit: **t_E = 0,4 h**


Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a: **vorh. t_E = 0,1 h < erf. t_E = 24 h**

Muldenrigole im Schnitt, schematisch

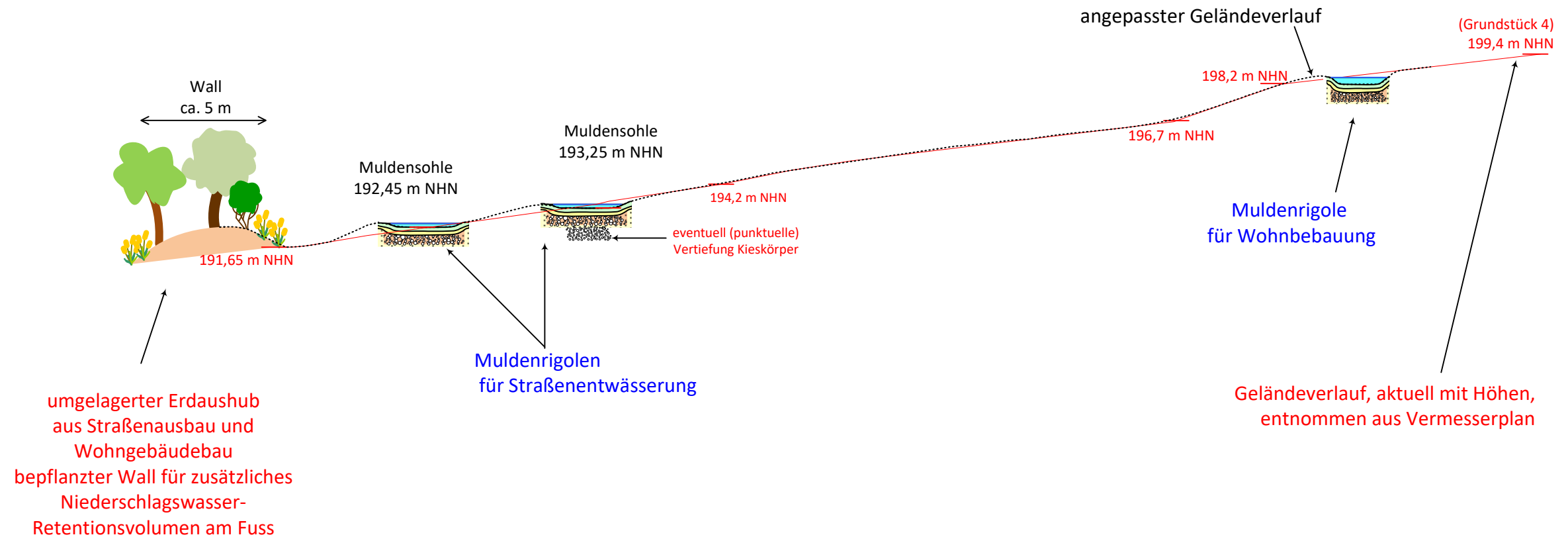
KRB 105

Grundstücke 3-8: Einstauhöhe 0,18 – 0,2 m, Muldentiefe 0,3 m
 Straßentwässerung: Einstauhöhe 0,06 m, Muldentiefe 0,15 m



Projektnummer:	1213-2
Projekt:	Versickerungsuntersuchung Dorpe 51515 Kürten
Auftraggeber:	Stadthaus Immobilien & Consulting Ingolf Müller Schwelmer Straße 265, Gevelsberg
Datum:	05.09.2022
Maßstab:	1 : 50
 Bonnersüing 24 51789 Lindlar	Anlage 4

Schematischer Geländeschnitt, Beispiel 1 : 200



Projektnummer:	1213-2
Projekt:	Versickerungsuntersuchung Dorpe 51515 Kürten
Auftraggeber:	Stadthaus Immobilien & Consulting Ingolf Müller Schweimer Straße 265, Gevelsberg
Datum:	05.09.2022
Maßstab:	1 : 200
Quelle:	-
TERRASYSTEM Bonnersüng 24 51789 Lindlar	Anlage 5