

GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME

Projekt: Untersuchung des Versickerungspotentials
'Zum Hohlen Rain 26-30'
in 59955 Winterberg-Züschen

- hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotentials -

Auftraggeber:



Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 20 02 42

Lippstadt, den 05. März 2020

- INHALTSVERZEICHNIS -

1. <u>AUFGABENSTELLUNG / VORGANG / LAGE</u>	3
2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	5
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
3. <u>VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES</u>	8
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	8
3.2 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS	9
3.3 HINWEISE ZUR NIEDERSCHLAGSWASSERABFÜHRUNG	11
4. <u>INGENIEURGEOLOGISCHE BAUGRUNDBEURTEILUNG</u>	15
4.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	15
4.2 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	16
4.3 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	17
4.4 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C	19
5. <u>ANLAGEN</u>	20

1. Aufgabenstellung / Vorgang / Lage

In 59955 Winterberg-Züschen soll an der Straße 'Zum Hohlen Rain 26-30' auf zwei Grundstücken der VINCENZO AMALFI U. PAULA MARTONE IMMOBILIEN GBR im Zuge eines Bauvorhabens das Versickerungspotenzial untersucht werden.

Der Bauherr [REDACTED] beauftragte über den Planer SMP SCHMIDT & MENGERINGHAUSEN ARCHITEKTEN GMBH (Hauptstraße 73, 59939 Olsberg) das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Stellungnahme.

Auftraggeber: [REDACTED]

Planer: SMP SCHMIDT & MENGERINGHAUSEN ARCHITEKTEN GMBH
Hauptstraße 73, 59939 Olsberg

Bodengutachter: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Aufgabe war ausschließlich die Durchführung einer hydrogeologischen Untersuchung über die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes.

Es war zunächst notwendig, die Zusammensetzung der Böden zu bestimmen. Anschließend wurde das Untergrund-Versickerungspotenzial mittels Versickerungsversuchen ('Auffüllversuche') ermittelt und beurteilt.

Gelände (20.02.2020)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 mm) - Einmessung in Höhe und Lage - Versickerungsversuche (Auffüllversuche)	5 Stück 5 Stück 4 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (DIN EN ISO 17892-4) - Wassergehaltsbestimmung (DIN EN ISO 17892-1)	2 Stück 2 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor.

Die Bohrungen wurden lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Als absoluter Höhenbezugspunkt diente die OK Deckel eines Schachtbauwerkes im Bereich der Straße 'Zum Hohlen Rain' (Kd.-Nr. 271163; Höhe = 525,19 mNN).

Lage: Das Untersuchungsgebiet ist im westlichen Bereich des zu 59955 Winterberg gehörigen Ortsteils 'Züschen' gelegen und gliedert sich in die zwei Grundstücke 'SO 1' und 'SO 2'.

Die Straße 'Zum Hohlen Rain' erschließt das Grundstück 'SO 1' von Osten und das Grundstück 'SO 2' von Norden her. Die weitere Umgebung wird von Wohnbebauung sowie Grün-/Ackerflächen geprägt. Die vorhandenen Grundstücke liegen aktuell als Grünflächen vor. Im Bereich des Grundstückes 'SO 2' befindet sich eine Stell- und Bewegungsfläche.

Nutzung: Das Areal wird offenbar ausschließlich als Grün- bzw. Ackerfläche mit einer provisorisch angelegten Stell- und Bewegungsfläche vorgenutzt. Anderweitige Vornutzungen sind nicht bekannt. Es existieren keine Hinweise / Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen.

Morphologie: Zwischen den Bohransätzen existieren Höhendifferenzen von max. 2,08 m. Das Untersuchungsgebiet fällt dabei vor allem in nördlicher und untergeordnet östlicher Richtung ein. Nördlich der 'Dechant-Dobbener-Straße' beginnt bereits der Anstieg zum Gegenhang, sodass die genannte Straße den relativen Tiefpunkt im Nahbereich darstellt.

Es handelt sich um die Frosteinwirkungszone II-III (gem. RStO 12).

Vorfluter: Vorfluter befinden sich im unmittelbaren Nahbereich. Die 'Ahre' verläuft ca. 400 m südlich und die 'Sonneborn' ca. 700 m östlich des Untersuchungsgebietes mit einer südöstlich gerichteten Entwässerungsrichtung.

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Nach der 'Karte der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland, hier: NRW' (1:350 000, Geologischer Dienst NRW, 2006) ist das Arbeitsgebiet in einem 'Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen' gelegen.

Das Online-Fachinformationssystem 'Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW' des Geologischen Dienstes NRW gibt für das von der Maßnahme betroffene KM-Quadrat 10150 keine besonderen Gefährdungspotenziale an.

Das Areal ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Überschwemmungsgebieten, Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen.

Vorbemerkung: Kenntnisse über das Vorhandensein nicht zur Wirkung gekommener Kampfmittel und/oder archäologischer Artefakte/Bodendenkmäler liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung.

Die in dieser Stellungnahme gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden. Das Gutachten ist geistiges Eigentum der Fa. KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH.

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Die Bodenansprache erfolgte durch einen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellung - Anlage 2.1).

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) erfolgte gemäß DIN nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. Bei dem angetroffenen 'Verwitterungskies' handelt es sich zwar der Korngröße nach um ein kiesiges Material, dieses wurde jedoch aus einem übergeordneten Verband entnommen. Es handelt sich nicht um ein korngestütztes Lockergestein im engeren Sinne (wie z.B. Fluß-Kies), sondern um ein zu unterschiedlichen Graden ver- bzw. angewittertes Halbfest- bis Festgestein (verwitterter Tonstein).

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen.

Grundstück	BS	Ansatz	Mutterboden	Hangschutt	Hanglehm	Verw.-Kies	Grundwasser	Endteufe
`SO 1`	1	525,45	-0,11	0,11-1,10	-	ab 1,10	-	1,20*
	2	526,48	-0,10	0,38-0,50	0,10-0,38	ab 0,50	-	0,60*
	3	527,53	-0,15	-	0,15-0,48	ab 0,48	-	0,60*
`SO 2`	4	527,10	-0,28	0,28-1,00	-	ab 1,00	-	1,80*
	5	525,98	-0,20	-	0,20-0,50	ab 0,50	-	0,70*

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Angaben in m u.GOK / mNN

* = kein weiterer Bohrfortschritt; **Organikanteile (Huminstoffe/Gras/Wurzeln)**

Geologie: Das lokale Festgestein (Ton- / Schluffstein des Devon) wurden bis zu den jeweiligen Endteufen der Bohrungen lediglich in verwitterter Form angetroffen. Oberhalb folgen Hangschutte und -Lehme sowie geringmächtige organische Mutterböden.

Bodenbelastung: Grundsätzlich wurde das geförderte Bohrgut auch einer umweltgeologischen Bodenansprache unterzogen und auf auffällige bzw. schadstoffbehaftete Inhaltstoffe kontrolliert. Auffüllungen wurden nicht angetroffen. Innerhalb der gewachsenen Böden wurden vorwiegend keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die Bodenproben beziehen und Bohrungen punktuelle Aufschlüsse darstellen.

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den erbohrten Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Da die Geländearbeiten innerhalb einer 'normalen' Niederschlagsperiode im Winter durchgeführt wurden, stellen die angetroffenen Nässeverhältnisse keine Hoch- oder Maximalstände dar. Es ist daher von einem Anstiegspotenzial auszugehen.

In keiner der fünf Bohrungen konnte am Untersuchungstag (20.02.2020) bis zur maximal erreichten Endteufe von 1,80 m u.GOK (GOK = Geländeoberkannte) Grundwasser oder 'zusammenhängende Untergrundfeuchte' direkt angetroffen werden.

Längerfristige Messdaten liegen nicht vor. Aus diesem Grund kann keine belastbare Angabe über das Grundwasser-Schwankungspotenzial geliefert werden.

Das Stauäссеptenzial auf den angetroffenen Hanglehmen ist als deutlich zu charakterisieren. Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringering der bindigen Böden zu rechnen.

Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässesensibilität und -anfälligkeit der Lehme hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

In Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung liegt auf dem Verwitterungskies und dem Hangschutt ein geringes Stauäссеptenzial vor.

Aufgrund der ausgeprägten Morphologie des Untersuchungsgebietes ist zudem stets mit dem potenziellen Zutritt von Schicht- und Hangwasser zu rechnen.

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten relevanten Bodenschichten wie folgt abgeschätzt werden.

<u>Bodenart</u>	<u>k_f-Wert in m/s</u>
<u>- Mutterboden</u> Schluff, organisch, schwach feinsandig, schwach kiesig, z.T.(schwach) humos, z.T. schwach tonig	$10^{-7} - 10^{-9}$
<u>- Hangschutt:</u> Kies, schluffig, (schwach) tonig, schwach sandig, z.T. schwach organisch	$10^{-5} - 10^{-6}$
<u>- Hanglehm:</u> Schluff, kiesig, (schwach) tonig, schwach feinsandig, z.T. schwach organisch	$10^{-7} - 10^{-9}$
<u>- Verwitterungskies:</u> Kies, (schwach) steinig, schwach schluffig, schwach tonig, z.T. schwach feinsandig	$10^{-4} - 10^{-6}$

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18 130)		
• stark durchlässig	: > 10^{-4}	m/s
• durchlässig	: $10^{-4} - 10^{-6}$	m/s
• gering durchlässig	: $10^{-6} - 10^{-8}$	m/s
• sehr gering durchlässig	: < 10^{-8}	m/s

3. Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Es ist vorgesehen, anfallendes Niederschlagswasser – bei physikalischer Eignung der Böden und Einhaltung rechtlicher Bestimmungen – weitestgehend im Untergrund versickern zu lassen.

Richtlinien / Regelwerke: Die Hinweisgebungen, Untersuchungen sowie Bewertung erfolgen in enger Anlehnung an folgende Regelwerke / Verwaltungsvorschriften:

- *DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 'Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser' (Ausgabe: April 2005).*
- *'Wasserrundbrief 3 - Niederschlagswasserversickerung' [RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft vom 18. Mai 1998 (IV B 5 – 673/2-29010 / IV B 6 – 031 002 0901) zur Durchführung des § 51a des Landeswassergesetzes LWG für das Land Nordrhein-Westfalen vom 4. Juli 1979 (GV.NW. S. 488) in der Neufassung vom 25. Juni 1995 (GV. NW. S. 926/SGV NW. 77)].*
- *Software zur Anlagendimensionierung: DWA / ATV – Versickerungsexpert, Software zum Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser), Version 4.0/2006.*

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Zur Ermittlung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) ist es notwendig, den k_f -Wert ("Durchlässigkeitsbeiwert") für die relevanten Lockersedimente festzustellen.

Durchführung der Versickerungsversuche im Gelände: Die Versickerungsversuche wurden als hydrostatisches Verfahren (Auffüllversuche) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt ('open-end-test'). Die Versuchsdurchführung erfolgte innerhalb der Bohrlöcher der BS 1, BS 2, BS 3 und BS 5. Als versickerungsrelevanter Profillbereich wurden der Hangschutt, Hanglehm und der Verwitterungskies herangezogen.

Als erster Schritt des Versickerungsversuchs erfolgte eine Wässerung des Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Die Ergebnisse der Versuche sind der Anlage 5.1 zu entnehmen. In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse dieser Versickerungsversuche dargestellt.

Grundstück	‘SO 1’			‘SO 2’
Bohrloch	BS 1	BS 2	BS 3	BS 5
Versick.-Medium	Verw.-Kies / Hangschutt / z.T Hanglehm			
Gültigkeitsbereich	0,20-1,20 m	0,10-0,60 m	0,45-0,60 m	0,20-0,70 m
Untergrundnässe	-	-	-	-
Versuch 1 (k_f in m/s)	$\sim 2,7 * 10^{-5}$	$\sim 4,2 * 10^{-5}$	$\sim 6,4 * 10^{-5}$	$\sim 6,0 * 10^{-5}$
Versuch 2 (k_f in m/s)	$\sim 2,9 * 10^{-5}$	$\sim 4,5 * 10^{-5}$	$\sim 5,7 * 10^{-5}$	$\sim 6,0 * 10^{-5}$
Bewertung DIN 18 130	‘durchlässig’			
DWA + MURL Bewertung	Versickerungseignung nach DWA: $k_f > 1 * 10^{-6}$ m/s Versickerungseignung nach MURL: $k_f > 5 * 10^{-6}$ m/s			
Bewertung Unterzeichner	<u>ausreichende</u> Versickerungseignung			

Tabelle 3: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

Bei den Versickerungsversuchen konnte als Ergebnis eine ausreichende Versickerungsleistung ermittelt werden.

Die anstehenden Verwitterungskiese weisen ausreichend hohe Versickerungsleistungen auf. Die praktisch ermittelten Durchlässigkeiten stehen in Einklang zu den theoretischen Werten der Laborversuche (Kap. 4.1).

3.2 Bewertung des Versickerungspotenzials

Materialspezifische Bewertung: Die Versickerungsversuche (Feldversuche) belegen Durchlässigkeiten im Bereich von $k_f \sim 10^{-5}$ m/s. Nach DIN 18 130 ist der versickerungsrelevante Boden als ‘durchlässig’ zu charakterisieren.

Die verlehnten Verwitterungskiese (verw. Tonstein) führen einen differierenden Lehmanteil. Der Großteil der Versickerungsleistung wird von den tieferen Verwitterungskieschichten erbracht worden sein. Die oberflächennahen Lehmböden sind erfahrungsgemäß nicht ausreichend versickerungsfähig. Innerhalb der gering verlehnten Verwitterungskiese kann technisch eine Versickerung erfolgen.

Die bindigen und kiesigen Lockergesteins-Schichten stellen einen Porenwasserleiter dar, bei dem der Wasserdurchfluss im nutzbaren Porenvolumen zwischen dem

Korngerüst erfolgt. Das Halbfest- und Festgestein bildet demgegenüber einen Trennfugenwasserleiter, wobei das Wasser sich in Klüften, Störungen und Schichtfugen bewegt. Hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit sind die Festgesteine anisotrop, d.h. sie weisen, abhängig von ihrem Kluft- und Störungssystem, stark unterschiedliche Durchlässigkeiten in verschiedenen Richtungen auf. Der Wasserabfluss erfolgt somit nicht bzw. nicht durchgängig vertikal, sondern entsprechend des Störungs- / Kluftsystems.

Morphologische Bewertung: Das Arbeitsareal weist kleinräumig betrachtet einen Geländeeinfall in nördlicher Richtung auf. Hier erfolgt zunächst ein hangabwärts gerichteter Abfluss entsprechend der Geländemorphologie innerhalb der Verwitterungskiese und auf dem darunter anstehenden Tonstein.

Die 'Dechant-Dobbener-Straße' stellt den örtlich tiefsten Teil des Areals dar. Nördlich der g.g. Straße erfolgt der Geländeanstieg in den Gegenhang. Eine nachteilige Beeinflussung von zu einem späteren Zeitpunkt möglicherweise zu errichtender Bauwerke / Gebäude Dritter nördlich der 'Dechant-Dobbener-Straße' durch im Untersuchungsgebiet versickerter Niederschlagswässer wird daher nicht erwartet.

Grundwasserrelevante Faktoren: Eine bei der Versickerung von Niederschlagswässern sehr wichtige und mitentscheidende Größe ist das Vorhandensein von Grundwasser und sein Flurabstand. Es sollte aus hydrogeologischen und umweltgeologischen Aspekten ein Mindestabstand des tiefstgelegenen Bestandteils einer Versickerungsanlage zum höchstgelegenen Grundwasserstand (= geringster Flurabstand) von 1,0 m nicht unterschritten werden. Genannter Mindestabstand wird in dem grundlegenden Regelwerk der DWA-Regelwerk A 138 empfohlen.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass bei den Geländearbeiten bis zu den erreichten Endteufen kein Grundwasser angetroffen wurde und aufgrund der Höhenlage des Areals in Verbindung mit der Drainung durch das Grundgebirge auch nicht erwartet wird.

Bodengenese: Bei dem versickerungsrelevanten Boden (Hangschutt und Verwitterungskies) handelt es sich durchgängig um einen 'gewachsenen', geogenen Boden. Schadstoffmobilisierungen sind demnach nicht zu befürchten oder zu erwarten.

Fazit: Die bei einer potenziellen Versickerung vom Wasserrecht geforderte dauerhaft schadlose Abführung von Niederschlagswasser kann bei den bestehenden topographischen und geologischen Rahmenbedingungen grundsätzlich eingehalten werden. Versickerungsmedium stellt ausschließlich der geogene gering verlehmt Hangschutt / Verwitterungskies.

Konkrete und aktuelle Planunterlagen zu einer möglichen Regenversickerungsanlage liegen nicht vor. Daher wird im Folgenden von Annahmen ausgegangen, die vorerst als orientierend anzusehen sind. Diese sind ggf. bei aktueller Planung anzupassen.

Grundsätzlich bietet sich versickerungstechnisch die Errichtung einer tiefliegenden Rigolenkonstruktion an, um möglichst große Abstände zu vorhandenen Gebäuden zu realisieren und gesichert versickerungsfähige Schichten zu erreichen.

3.3 Hinweise zur Niederschlagswasserabführung

Anhand der Ergebnisse der im Gelände mittels der Auffüllversuche gewonnenen Durchlässigkeiten zeigt sich eine ausreichende Versickerungseignung des untersuchten Grundstücksbereiches.

Vorflutereingabe: Aufgrund des Nichtvorhandenseins eines Vorfluters im unmittelbaren Nahbereich existiert keine Möglichkeit einer Einleitung.

Qualität der Wässer: Die anfallenden Wässer der geplanten Stell- und Bewegungsflächen, die an die Versickerungsanlage angeschlossen werden sollen, werden vom AN in Anlehnung an den RdErl. des MURL NRW als 'schwach belastet' / 'gering verschmutzt' eingestuft.

Angeschlossene undurchlässige Flächen (A_u): Für die Stell- und Bewegungsflächen werden orientierende Größen von 2.800 m² ('SO 1') und 800 m² ('SO 2') angenommen. Kalkulatorisch wird bei der jeweiligen Gesamtfläche der Grundstücke nachfolgend von 25 % versiegelter / asphaltierter Teilfläche und 75 % geschotterter Fläche ausgegangen. Für die tatsächlich anfallenden Flächen können entsprechend Hochrechnungen erfolgen bzw. Anpassungen vorgenommen werden.

Hinsichtlich des Abflussbeiwertes wird ein Wert von $\Psi = 0,9$ für zukünftig versiegelte / asphaltierte Flächen bzw. $\Psi = 0,1$ für zukünftig geschotterte Flächen angesetzt.

Bereich	Art	Abfluss- beiwert ψ	anzurechnende Einzugsgebiets- fläche A_E	angeschlossene undurchlässige Fläche A_u
Fläche 'SO 1' (2.800 m ² Ge- samfläche)	asphaltierte Fahrwege	0,9	700 m ²	630 m ²
	geschotterte Parkplätze	0,1	2100 m ²	210 m ²
Fläche 'SO 2' (800 m ² Ge- samfläche)	versiegelte Flächen	0,9	200 m ²	180 m ²
	geschotterte Flächen	0,1	600 m ²	60 m ²

Tabelle 4: Angeschlossene undurchlässige Flächen (A_u)

Rigolenmaterial/-ausbildung: Es wurde ein Porenanteil von 0,35 angesetzt, was die Verwendung eines Kieses ohne Feinkornanteil in lockerer Schüttung als Rigolen-Füllmaterial voraussetzt. Ideal wird von den Unterzeichnern der Einbau von gebrochenem 'Rigolenkies' (z.B. 8/16 oder 16/32 mm) angesehen. Ein herkömmlicher Schotter ist diesbezüglich ungeeignet. Verdichtungen des Rigolen-Füllmaterials (z.B. durch Baustellenverkehr) sind zu unterbinden. Aus g.g. Grund sind Bereiche mit Kiesrigolen auch nach Fertigstellung nicht überfahrbar.

Es ist auf eine horizontale Ausbildung der Rigolensohle zur optimalen Wasserverteilung zu achten. Das Rigolenmaterial muss eine vollständige Vlies-Ummantelung aufweisen (z.B. Geotextil), um Einspülungen von Feinstanteilen zu unterbinden. Ansonsten kann eine langfristige Funktionsweise der Anlage nicht gewährleistet werden.

Abstände: Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, dass Versickerungsanlagen jeglicher Art einen Mindestabstand von 6 m zu (unterkellerten) Bauwerken einhalten sollten, bei denen nicht zweifelsfrei geklärt ist, ob diese über eine entsprechende Abdichtung verfügen, um evtl. Schäden etc. auszuschließen und rechtlichen Auseinandersetzungen keine Handhabe zu liefern. Nichtunterkellerte Gebäude / Bauwerke bedürfen eines Sicherheitsabstandes von 3 m. Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Positionierung der Versickerungsanlage/-n: Die Anlagen sollten unter Berücksichtigung der o.g. Mindestabstände nach Vorlage der exakten Planungen vorgenommen werden. Sinnvoll erscheint eine Positionierung innerhalb der morphologisch tiefergelegenen Grundstücksbereiche.

Abnahme: Sollte nach Auskoffnung der jeweiligen Rigolensohlen Unsicherheit hinsichtlich der Vorlage einer versickerungsgerechten Schicht (schwach verlehnte Verwitterungskiese) existieren, so sollte der Bodengutachter hinsichtlich Durchführung einer ingenieurgeologischen Abnahme und konkreten Eignungsüberprüfung hinzugerufen werden.

Dimensionierung der Versickerungsanlage als Kiesrigole nach DWA / ATV: Es erfolgen Anlagendimensionierungen für eine Einzugsgebietsfläche von $A_E = 2.800 \text{ m}^2$ bzw. $A_E = 800 \text{ m}^2$ ($\psi_m = 0,9$; $A_u = 840 \text{ m}^2$ bzw. $A_u = 240 \text{ m}^2$).

Aus Sicherheitsgründen wird bei den nachfolgenden Beispielsberechnungen das '5-jährige-Regenereignis' ($n = 0,2$) zugrunde gelegt und ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ berücksichtigt. Der vorgenannte Durchlässigkeitsbeiwert beinhaltet einen deutlichen Abschlag gegenüber den tatsächlich im Gelände ermittelten Werten und berücksichtigt in ausreichendem Maße eine Abnahme der Versickerungsleistung im Laufe der Zeit.

Hinsichtlich der Niederschlagsspende wurde nach KOSTRA DWD 2010R-Atlas das Rasterfeld 2353 ('Winterberg') herangezogen. Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).

Grundstück/Fläche	'SO 1'	'SO 2'
Kies-Rigole (klassisch)	$A_E = 2.800 \text{ m}^2$ ($A_u = 840 \text{ m}^2$)	$A_E = 800 \text{ m}^2$ ($A_u = 240 \text{ m}^2$)
Speicherkoefizient S_R	35 %	35 %
Länge L_r	27,5 m	7,9 m
Breite b_r	2,5 m	2,5 m
nutzbare Höhe h_r	1,0 m	1,0 m
eff. Rig.-Volumen V_r	24,1 m^3	6,9 m^3
rechnerische Entleerungszeit t_E	8,1 h	8,1 h

Tabelle 5: Dimensionierung einer **Kies-Rigole** nach DWA / ATV (Anlage 6.1/6.2)

Potentiell besteht aus gutachterlicher Sicht aufgrund der o.g. Dimensionierungen der Rigolen die Möglichkeit eine Aufteilung der Anlagen innerhalb der Grundstücke vorzunehmen.

Es sei darauf hingewiesen, dass bei der Planung der Rigolen das Gesamtrigolenvolumen einzuhalten ist und es sich bei dem berechneten System (Kies-Rigole) um eine nicht überfahrbare Anlage handelt. Sollte dies im Zuge der weiteren Planung nicht realisierbar sein, bietet sich als alternative Versickerungsanlage ein überfahrbares

Füllkörperrigolensystem an. Entsprechende Hinweisgebungen können bei Bedarf kurzfristig nachgereicht werden.

Eine mögliche Aufteilung und eine potentielle Positionierung der (nicht überfahrbaren) Rigolen ist in der Anlage 1 (Lageplan) unmaßstäblich skizziert.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauer-sicherung sind nach DIN 4123 einzuhalten.

Stell- und Bewegungsflächen: Staunässebildungen müssen im Straßen-Oberbau vermieden werden. Für die Errichtung ist daher 'ausreichend durchlässiges' Material zu verwenden und es ist die verzögerungsfreie Weitergabe der Wässer in den tieferen Untergrund sicherzustellen. Eine Einleitung in 'stauende' Schichten darf keinesfalls erfolgen.

Drosselung: Da dem AN zum Zeitpunkt der Erstellung der Stellungnahme keine Planungsdetails diesbezüglich vorlagen beschränkt sich die empfohlene Dimensionierung der Versickerungsanlage auf die Bauweise ohne eine potentielle Drosselabgabe. Sollte eine Bauweise der Versickerungsanlage inkl. Drosselung der Wässer angestrebt werden, so wird um Mitteilung gebeten, um die Dimensionierung entsprechend anpassen/optimieren zu können.

4. Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden zwei Korngrößenanalysen mit den im unteren Profilbereich anstehenden versickerungsrelevanten Böden durchgeführt. Dazu wurden die Mischproben „MP 'SO 1'“ (Einzelproben: 1/4, 2/4, 3/3) und „MP 'SO 2'“ (Einzelproben: 4/3, 4/4, 5/3) des jeweiligen Grundstückes erstellt. In der Anlage 3.1 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Probe / (Genese)	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ (mm)	k _f -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
MP 'SO 1' (Zv/G)	13,3		13,8	72,9	<0,063	<1,0x10 ⁻⁵	7,10 %
MP 'SO 2' (Zv/G)	20,6		23,9	55,5	<0,063	<1,0x10 ⁻⁵	8,54 %

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: Zv/G = Verwitterungstonstein; **fett** = prägend

* k_f-Wertbestimmung: bei nicht bindigen Böden nach BEYER

DIN 18 130-Einstufung: **stark durchlässig** / **durchlässig** / **gering durchlässig** / **sehr gering durchlässig**

Der untersuchte Verwitterungstonstein zeichnet sich durch das Vorhandensein nicht-bindiger (d.h. sandiger-kiesiger) Komponenten aus, welche den Charakter des Materials prägen. Dennoch ist hier angemerkt, dass bindige, d.h. tonig-schluffige Anteile in gewissem Umfang vorliegen. Der untersuchte Boden verhält sich bei einer Wasserzufuhr dennoch eher wie ein rolliger Boden, als ein bindiger Boden.

Bodenbezeichnung nach DIN 4022 und Bodenklassen nach DIN 18 196:

MP 'SO 1': Kies, schwach sandig, schwach bindig (DIN 18 196: GU/GU*)

MP 'SO 2': Kies, sandig, bindig (DIN 18 196: GU)

Durchlässigkeit: Die theoretische Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizienten) nach BEYER bei nicht bindigen Böden ergibt eine Durchlässigkeit der Größenordnung von k_f <10⁻⁵ m/s. Nach DIN 18 130 ist der Boden als ~ 'durchlässig' zu charakterisieren. Das untersuchte Untergrundinventar weist somit ein vermutlich geringes Staunässepotenzial auf.

Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1): Der Boden weist eine 'mäßige' Durchfeuchtung im Bereich unterhalb der materialspezifischen Wassersättigung auf (Anlagen 4.1).

Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTVE-StB kann der untersuchte Boden in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 - F3 eingestuft werden (‘gering-mittel frostempfindlich’ bis ‘sehr frostempfindlich’).

Bodenmechanisches Fazit: Die untergrundprägenden Verwitterungstonsteine zeigen prägende bzw. deutliche nicht bindige Gemeineteile auf. Es existiert ein lediglich mäßiges Staunässepotenzial. Das Erdplanum kann in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2-F3 eingestuft werden.

4.2 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 7 werden, abgeleitet aus den bodenmechanischen Laborversuchen und basierend auf örtlichen Erfahrungs- und Literaturwerten, Schwankungsbreiten der bodenmechanischen Kennwerte für die gründungsrelevanten Bodenschichten aufgeführt. Sie stellen gemäß DIN 1054 ‘vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte’ (charakteristische Werte) dar.

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ_k bzw. $\varphi_{s,k}$ (°)	c_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
<u>Hanglehm:</u> Schluff, kiesig, (schwach) tonig, (schwach) sandig, z.T. organisch; weich-steif	18,5 - 19,5	8,5 - 9,5	22,5 - 27,5	0-2	4.000 - 8.000
<u>Hangschutt:</u> Kies, schluffig, (schwach) tonig, schwach sandig, z.T. organisch; mitteldicht	19,5 - 20,5	11,5 - 12,5	32,5 - 35,0	0	30.000 - 50.000
<u>Verwitterungs-Kies:</u> Kies, (schwach) steinig, schwach schluffig, schwach tonig, z.T. schwach sandig; mitteldicht-dicht	20,5 - 21,5	12,5 - 13,5	32,5 - 35,0	0	50.000 - 80.000

Tabelle 7: Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

γ	= Wichte des erdfeuchten Bodens	γ'	= Wichte d. Bodens unter Auftrieb
φ_k	= Reibungswinkel	$\varphi_{s,k}$	= Ersatzreibungswinkel
c_k	= Kohäsion	$E_{s,k}$	= Steifeziffer

4.3 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In der Tabelle 8 erfolgt die Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300_{alt}), der Homogenbereiche (DIN 18 300_{neu}), die Angabe des Gruppensymbols, der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Homogen- bereiche (DIN 18300: 2019-09)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Boden- lösung
Mutterboden ¹⁾	1	-	OU	F 3	'Löffel- bagger'
Hanglehm ¹⁾	4, u.U. 2	ERD 1	UM/TM/UL/TL/ GU*	F 3	
Hangschutt	3 - 5		GU/GU*/X	F 2 - F 3	
Verw.-Tonstein	4 - 6		Zv/GU/GU*/X	F 2 - F 3	
Grundgebirge	6 - 7	ERD 2	Zv/Z	kein Boden	Reißzahn, ggf. Meißel

Tabelle 8: Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

¹⁾ = bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

Erläuterung Tabelle 8

Bodenklassen (DIN 18 300: 2012-09)	Bodenklasse 1: Oberboden Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 5: schwer lösbarere Bodenarten Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels oder vergl. Bodenarten Bodenklasse 7: schwer lösbarer Fels
Homogenbereiche (DIN 18 300: 2019-09)	ERD 1: mit Löffelbagger lösbar (siehe Tab. 9a) ERD 2: ggf. Anbaugeräte erforderlich (siehe Tab. 9b)
nach DIN 18 196	X Steine OU Schluffe mit organischen Beimengungen GU/GU* Kies-Schluff-Gemische UL/TL leicht plastische Schluffe / Tone UM/TM mittel plastische Schluffe / Tone Z/Zv Fels allgemein / verwittert
nach ZTVE-StB	F 1 nicht frostempfindlich F 2 gering bis mittel frostempfindlich F 3 sehr frostempfindlich

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden mindestens bis zu den jeweils erreichten Endteufen mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (überwiegend Bodenklasse 4 bzw. Homogenbereich ERD 1).

Wo Bauteile deutlich tiefer als die erreichten Bohr-/Rammendteufen eingebunden werden, empfiehlt es sich hierfür kalkulatorisch die Bodenklassen 6-7/7 bzw. der Homogenbereich ERD 2 in Ansatz zu nehmen. Hierfür kann es erforderlich sein, Anbaugeräte zur Lösung des Grundgebirges vorzuhalten, weshalb die entsprechende Position in einem LV vorab abgefragt werden sollte.

4.4 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle 9a, 9b) erfolgt für das Gewerk 'Erdarbeiten' gemäß DIN 18300:2019-09 im Hinblick auf eine angenommene Geotechnische Kategorie GK 1. Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend starken Baggers zur Bodenlösung. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

Nr. nach VOB	Kennwert/Eigenschaft	Wertebereich
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	≤ 20 %
2c	Anteil große Blöcke	≤ 5 %
6	undrainierte Scherfestigkeit	≤ 150 kN/m ²
9	Konsistenz	~ 0,4 - 1,2
12	Plastizitätszahl	~ 0,15 - 0,30
14	Lagerungsdichte D	> 0,5 bzw. n.b.
20	Bodengruppen	X, GU, GU*, UL, UM, TL, TM, Zv
21	Ortsübliche Bezeichnung	Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungskies

Tabelle 9a: Kennwerte für Homogenbereich ERD 1 (Abgrenzung siehe Tabelle 8)

n.b. = nicht bestimmbar

Nr. nach VOB	Kennwert/Eigenschaft	Wertebereich
1	Benennung von Fels	Ton-/Schluffstein
3	Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit	angewittert bis unverwittert, mäßig veränderlich
8a	Trennflächenrichtung	n.b.
8b	Trennflächenabstand	n.b.
8c	Gesteinkörperform	n.b.

Tabelle 9b: Kennwerte für Homogenbereich ERD 2 (Abgrenzung siehe Tabelle 8)

n.b. = nicht bestimmbar

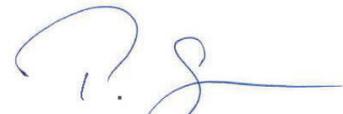
5. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:1.000)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung
- Anlage 3.1: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmung
- Anlage 5.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 6.1-6.2: Dimensionierung einer Versickerungsmulde (n. DWA)



Kleegräfe
- Geotechnik GmbH -

Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe
(Beratender Geowissenschaftler BDG / Geschäftsführer)



P. Gaßmann
(B.Eng. Umweltmonitoring)



Verteiler:



Projekt:

*Untersuchung des Versickerungspotenzials,
'Zum Hohlen Rain 26-30' in 59955 Winterberg-Züschen
- hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotentials -*

ANLAGE 1.1
Lageplan (1:1.000)

ANLAGE 2.1
Schichtendarstellung

ANLAGE 3.1

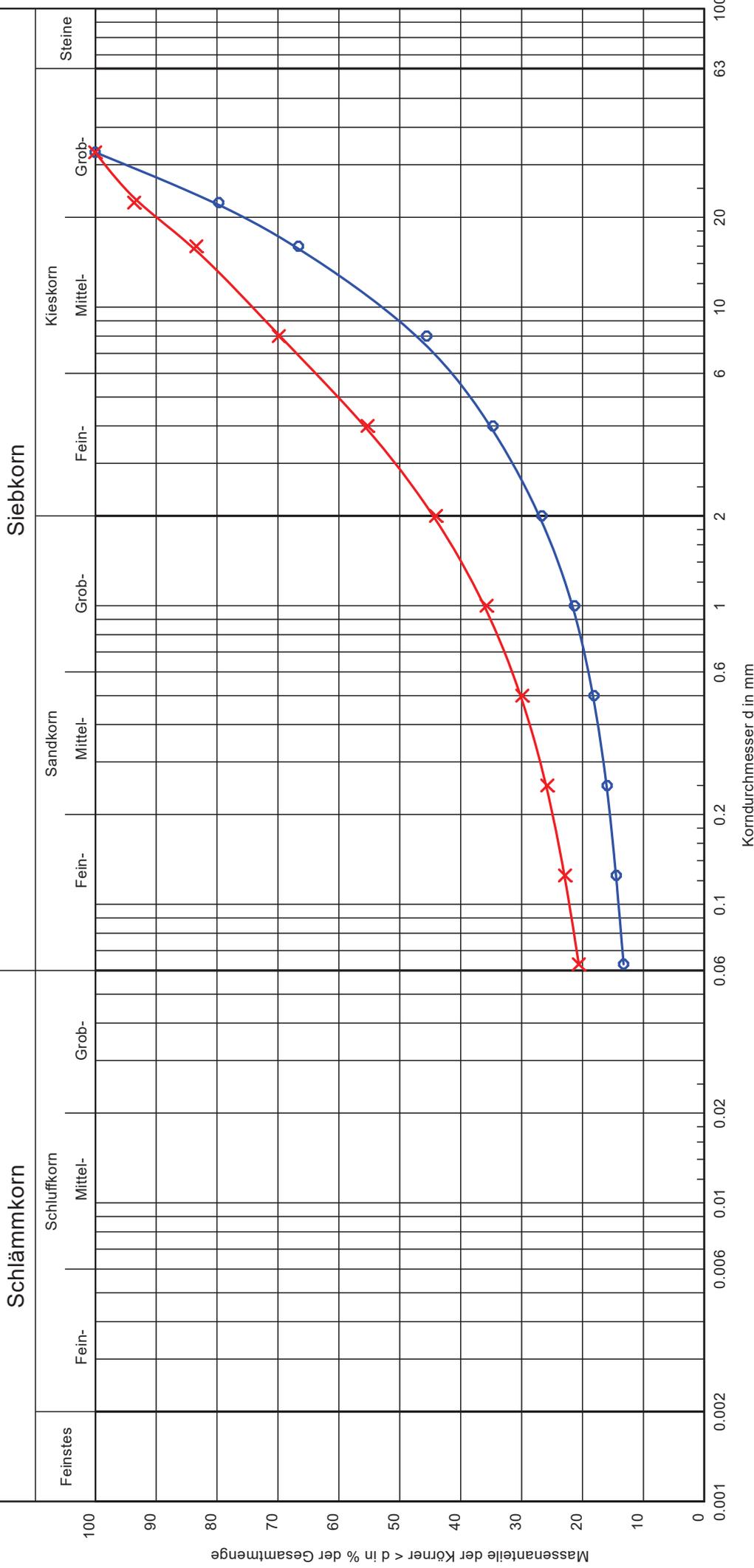
Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)

Körnungsline

Untersuchung des Versickerungspotentials

Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschchen
- hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotentials -

Prüfungsnummer: Proben MP 'SO 1', MP 'SO 2'
Probe entnommen am: 20.02.2020
Art der Entnahme: gestörte Proben
Arbeitsweise: Sieb-Analysen



Bezeichnung:	Probe MP 'SO 1'	Bezeichnungen:	MP 'SO 1': kf-Wert (Beyer): < 1 x 10 ⁻⁵ m/ss
Bodenart:	G, u', gs'		MP 'SO 2': kf-Wert (Beyer): < 1 x 10 ⁻⁵ m/s
Tiefe:	0,48-1,20 m (min.-max.)		
k [m/s] (Hazen):	-		
Entnahmestelle:	BS 1, 2, 3		
Cu/Cc	-/-		

Körnungslinie

Untersuchung des Versickerungspotentials

Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschen
- hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotentials -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 04.03.2020

Prüfungsnummer: Proben MP 'SO 1', MP 'SO 2'

Probe entnommen am: 20.02.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe MP 'SO 1'
Bodenart: G, u', gs'
Tiefe: 0,48-1,20 m (min.-max.)
k [m/s] (Hazen): -
Entnahmestelle: BS 1, 2, 3
Cu/Cc -/
d10/d30/d60 [mm]: - / 2.634 / 12.767
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 494.56

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
33.0	0.00	0.00	100.00
22.4	100.30	20.28	79.72
16.0	64.70	13.08	66.64
8.0	104.14	21.06	45.58
4.0	53.72	10.86	34.72
2.0	39.79	8.05	26.67
1.0	26.49	5.36	21.32
0.5	15.78	3.19	18.13
0.25	10.73	2.17	15.96
0.125	7.34	1.48	14.47
0.063	5.96	1.21	13.27
Schale	65.61	13.27	-
Summe	494.56		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

Untersuchung des Versickerungspotentials

Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschen
- hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotentials -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 04.03.2020

Prüfungsnummer: Proben MP 'SO 1', MP 'SO 2'

Probe entnommen am: 20.02.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe MP 'SO 2'
Bodenart: G, u, ms', gs'
Tiefe: 0,50-1,80 m (min.-max.)
k [m/s] (Hazen): -
Entnahmestelle: BS 4, 5
Cu/Cc -/
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.487 / 4.965
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 697.93

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
33.0	0.00	0.00	100.00
22.4	44.68	6.40	93.60
16.0	71.22	10.20	83.39
8.0	94.53	13.54	69.85
4.0	101.72	14.57	55.27
2.0	78.41	11.23	44.04
1.0	57.94	8.30	35.74
0.5	40.79	5.84	29.89
0.25	28.64	4.10	25.79
0.125	20.30	2.91	22.88
0.063	15.83	2.27	20.61
Schale	143.87	20.61	-
Summe	697.93		
Siebverlust	0.00		

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmungen

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Untersuchung des Versickerungspotentials

Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschen
- hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotentials -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 04.03.2020

Prüfungsnummer: Proben MP 'SO 1', MP 'SO 2'

Entnahmestelle: BS 1-5

Tiefe: 0,48 - 1,80 m (min.-max.)

Bodenart:

Art der Entnahme: gestörte Proben

Probe entnommen am: 20.02.2020

Probenbezeichnung:	Probe MP 'SO 1'	Probe MP 'SO 2'				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	925.80	1197.16				
Trockene Probe + Behälter [g]:	890.70	1137.54				
Behälter [g]:	396.14	439.61				
Porenwasser [g]:	35.10	59.62				
Trockene Probe [g]:	494.56	697.93				
Wassergehalt [%]	7.10	8.54				

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

ANLAGE 5.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Anlage: 5.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

<u>Maßnahme:</u>	Untersuchungen auf einem Grundstück, Sonnenhotel Paula´s Hof
<u>Ort:</u>	Zum Hohlen Rain 26-30 in 59955 Winterberg-Züschchen
<u>Datum:</u>	20. Februar 2020

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m³/s	k_f m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 1	1	30	1,00	3,75	1,00	4,44E-06	2,69E-05	kein GW; 0,20-1,20 m (Hangschutt / verw. Tonstein)
	2	30	1,00	10,37	3,00	4,82E-06	2,92E-05	
BS 2	1	30	0,50	4,83	1,00	3,45E-06	4,18E-05	kein GW; 0,10-0,60 m (Hanglehm / Hangschutt / verw. Tonstein)
	2	30	0,50	13,45	3,00	3,72E-06	4,51E-05	
BS 3	1	30	0,45	3,5	1,00	4,76E-06	6,41E-05	kein GW; 0,45-0,60 m (Hanglehm / verw. Tonstein)
	2	30	0,45	11,78	3,00	4,24E-06	5,72E-05	
BS 5	1	30	0,50	3,37	1,00	4,95E-06	5,99E-05	kein GW; 0,20-0,70 m (Hanglehm / verw. Tonstein)
	2	30	0,50	16,83	5,00	4,95E-06	6,00E-05	

Erläuterung

r - Brunnenradius, mm
h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
Q - Wasserzugabe in m³/s (Wasserspiegelkonstanzhaltung)
 k_f - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

k_f	$> 10^{-4}$	m/s : 'stark durchlässig'
k_f	$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s : 'durchlässig'
k_f	$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s : 'gering durchlässig'
k_f	$< 10^{-8}$	m/s : 'sehr gering durchlässig'

ANLAGE 6.1 – 6.2

Dimensionierung einer Versickerungsanlage (n. DWA)



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

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6.1
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Paula's Hof, Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschchen Datum: 04.03.2020
 Bearbeiter: Frau Gaßmann
 Bemerkung: Rigolenversickerung (Fläche 'SO 1')

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	Beschreibung der Fläche
1	700,00	0,90	630,00	asphaltierte Fahrflächen
2	2100,00	0,10	210,00	Schotterflächen
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	2800,00	0,30	840,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



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

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6.1
KleeGräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung:	Paula's Hof, Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschchen	Datum:	04.03.2020
Bearbeiter:	Frau Gaßmann		
Bemerkung:	Rigolenversickerung (Fläche 'SO 1')		

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	840	m²
Höhe der Rigole	h	1	m
Breite der Rigole	b	2,5	m
Drosselabfluss	Q_Dr		l/s
Speicherkoefizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,00002	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm²/m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station	Winterberg	
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	317,6	10,8	<u>Gesamtspeicherkoefizient</u>
10	229,0	15,4	s_{RR} = 0,35
15	184,2	18,4	$s_{RR} = \frac{s_R}{b \cdot h} \cdot \left[b \cdot h + i \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
20	155,6	20,5	<u>erforderliche Rigolenlänge</u>
30	120,2	23,2	l = 27,5 m
45	90,9	25,4	$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_z} + \left(b + \frac{h}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$
60	73,7	26,6	<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u>
90	53,7	27,3	V = 24,1 m³
120	43,0	27,5	
180	31,4	27,0	
240	25,2	26,3	
360	18,5	24,4	
540	13,6	21,8	
720	10,9	19,5	
1080	8,1	16,5	<u>rechnerische Entleerungszeit</u>
1440	6,5	14,2	t_E = 8,1 h
2880	4,3	10,6	$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2} \right) \cdot l + Q_{Dr}}$
4320	3,4	8,7	



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

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6.2
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Paula's Hof, Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschen Datum: 04.03.2020
 Bearbeiter: Frau Gaßmann
 Bemerkung: Rigolenversickerung (Fläche 'SO 2')

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abfluss- beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	200,00	0,90	180,00	versiegelte Flächen Schotterflächen
2	600,00	0,10	60,00	
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	800,00	0,30	240,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



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

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6.2
KleeGräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Paula's Hof, Zum Hohlen Rain 26-30, 59955 Winterberg-Züschchen Datum: 04.03.2020
 Bearbeiter: Frau Gaßmann
 Bemerkung: Rigolenversickerung (Fläche 'SO 2')

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	240	m ²
Höhe der Rigole	h	1	m
Breite der Rigole	b	2,5	m
Drosselabfluss	Q_Dr		l/s
Speicherkoefizient des Füllmaterials	s_R	0,35	
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,00002	m/s
Innendurchmesser des Rohres	d_i	----	m
Aussendurchmesser des Rohres	d_a	----	m
Wasseraustrittsfläche	A_Austritt	----	cm ² /m
Anzahl der Rohre	i	0	
Niederschlagsbelastung	Station	Winterberg	
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsrigole

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	l [m]	Erforderliche Größe der Anlage
5	317,6	3,1	<u>Gesamtspeicherkoefizient</u>
10	229,0	4,4	s_{RR} = 0,35
15	184,2	5,3	$s_{RR} = \frac{s_R}{b \cdot h} \cdot \left[b \cdot h + i \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{1}{s_R} \cdot d_i^2 - d_a^2 \right) \right]$
20	155,6	5,9	<u>erforderliche Rigolenlänge</u>
30	120,2	6,6	l = 7,9 m
45	90,9	7,3	$l = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}}{\frac{b \cdot h \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_z} + \left(b + \frac{h}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$
60	73,7	7,6	<u>effektives Rigolenspeichervolumen</u>
90	53,7	7,8	V = 6,9 m³
120	43,0	7,9	
180	31,4	7,7	
240	25,2	7,5	
360	18,5	7,0	
540	13,6	6,2	
720	10,9	5,6	
1080	8,1	4,7	<u>rechnerische Entleerungszeit</u>
1440	6,5	4,1	t_E = 8,1 h
2880	4,3	3,0	$t_E = \frac{V}{\frac{k_f}{2} \cdot \left(b + \frac{h}{2} \right) \cdot l + Q_{Dr}}$
4320	3,4	2,5	