

## GUTACHTEN

Projekt: Niederschlagsversickerung im Gewerbegebiet NT 16  
'Kleiner Hellweg - An der Trift' in 33154 Salzkotten



### - Hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotenzials -

Auftraggeber: STADT SALZKOTTEN  
FACHBEREICH STADTENTWICKLUNG  
Am Garock 10, 33154 Salzkotten

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH  
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 21 08 98

Lippstadt, den 17. Februar 2022

- INHALTSVERZEICHNIS -

<b>1. <u>AUFGABENSTELLUNG / VORGANG / LAGE</u></b>	<b>3</b>
<b>2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u></b>	<b>5</b>
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
<b>3. <u>VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES</u></b>	<b>9</b>
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDE-/AUFFÜLLVERSUCHE)	9
3.2 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS	10
3.3 EXEMPLARISCHE ANLAGEN-DIMENSIONIERUNG SYSTEM ‚MULDE-RIGOLE‘	11
<b>4. <u>ANLAGEN</u></b>	<b>18</b>

## 1. Aufgabenstellung / Vorgang / Lage

In 33154 Salzkotten-Oberntudorf wird die Entwässerung des Gewerbegebiets NT 16 'Kleiner Hellweg - An der Trift' über Niederschlagsversickerung geplant. Aufgabe war die hydrogeologische Untersuchung des örtlichen Versickerungspotenzials mittels Auffüllversuchen sowie die Dimensionierung eines Versickerungsbauwerks bei ggf. vorliegender Positiveignung des Untergrundinventars.

Der FACHBEREICH STADTENTWICKLUNG der STADT SALZKOTTEN (Am Grarock 19, 33154 Salzkotten) beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens.

Auftraggeber: STADT SALZKOTTEN  
FACHBEREICH STADTENTWICKLUNG  
Am Grarock 19, 33154 Salzkotten

Bodengutachter: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH  
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Bei den Geländearbeiten wurde zunächst mittels Baggerschürfen flächig das Untergrundinventar aufgeschlossen und anschließend durch zwei großmaßstäblich angesetzte Versickerungsversuche das Versickerungspotenzial des Untergrundes ermittelt.

Gelände (30.11.2021)	- Baggerschurf inkl. ingenieurgeologischer Aufnahme - Versickerungsversuche (Auffüllversuche)	2 Stück 2 Stück
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

**Tabelle 1:** Geländetätigkeiten

Lage: Das Untersuchungsgebiet befindet sich zwischen den zu 33154 Salzkotten gehörigen Ortsteilen 'Niederntudorf' und 'Oberntudorf' und wird von Westen her durch die Straße 'Kleiner Hellweg' und von Norden her durch die Straße 'An der Trift' erschlossen. Die nähere Umgebung wird südlich durch landwirtschaftlich und nördlich durch gewerblich genutzte Flächen geprägt.

Vornutzung: Das relevante Grundstück lag am Untersuchungstag unbebaut vor. Dem IB KLEEGRÄFE liegen keine Hinweise auf Vornutzungen vor. Es existieren keine Hinweise/Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen. Es wird von einer rein landwirtschaftlichen Vornutzung ausgegangen.

Morphologie: Das relevante Areal fällt leicht nach Westen hin ein. Großräumig betrachtet liegen jedoch keine deutlichen Höhenunterschiede vor. Es handelt sich um die Frosteinwirkungszone I (gem. RStO 12).

Vorfluter: Es befinden sich keine relevanten Vorfluter im Nahbereich des Untersuchungsgebietes.

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 Planquadrat *'Karstgebiet'* als Gefährdungspotenzial 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 diesem Gutachten 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 Schürfe wurden zu Schichtprofilen entwickelt und relativ zur Geländeoberkante in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellung - Anlage 2.1).

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgte gemäß DIN nach der im Untergrund und Schurfgut vorhandenen Korngrößen. Die Schürfe stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen. Die bei der Bodenansprache gewonnenen Erkenntnisse sind zusammenfassend in der Tabelle 2 aufgeführt.

Bei den angetroffenen 'Verwitterungsbildungen' handelt es sich zwar der Korngröße nach um lehmiges bzw. kiesiges Material, dieses wurde jedoch aus einem übergeordneten Verband entnommen. Es handelt sich nicht um ein korngestütztes Lockergestein im engeren Sinne (wie z.B. Auenlehm, Flusskies o.ä.), sondern um ein zu unterschiedlichen Graden ver- bzw. angewittertes Halbfest- bis Festgestein.

<b>Ansatzpunkt</b>	<b>Schurf 1</b>	<b>Schurf 2</b>
Mutterboden	0,00 - 0,35	0,00 - 0,35
kiesiger Verwitterungslehm	0,35 - 0,50	0,35 - 0,60
stark verlehmtter Verwitterungsschutt	0,50 - 1,20	0,60 - 1,25
schwach verlehmtter Verwitterungsschutt	ab 1,20	ab 1,25
<b>Grundwasser</b>	-	-
Schurf-Endteufe	1,50	1,50

**Tabelle 2:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Angaben in m u.GOK;

braun: organische Beimengungen

Geologie: Das lokale oberkretazische Kalkmergel-Festgestein wurde bis zu den jeweiligen Endteufen lediglich von Form von lehmigen und kiesigen Verwitterungsbildungen angetroffen. Das ± unverwitterte Festgestein ist erst (weit) unterhalb der Schurfsohle zu erwarten. Oberflächennah wurden anthropogen beeinflusste bzw. aufgefüllte bindige und organische Oberböden angesprochen.

Bodenbelastungen: Grundsätzlich wurde das geförderte Schurfgut auch einer umweltgeologischen Bodenansprache unterzogen und auf auffällige bzw. schadstoffbehaftete Inhaltsstoffe kontrolliert. An den aufgeschlossenen Böden konnten keine sensorischen Auffälligkeiten erkannt werden.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die punktuellen Baggerschürfe beziehen.

Sofern Aushubmassen vom Grundstück abgefahren werden sollen, sollten diese ergänzend chemisch auf die Parameterumfänge gemäß LAGA<sub>Boden</sub>/TR-Boden und Deponieverordnung untersucht werden, um qualifizierte Aussagen zur Wiedereinbaueignung bzw. Entsorgung treffen zu können.

## 2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen nicht vor, daher kann keine Angabe über das Grundwasser-Schwankungspotenzial geliefert werden. Die Geländearbeiten wurden innerhalb einer niederschlagsmäßig 'normalen' Herbstperiode durchgeführt. Die angetroffenen Feuchtezustände stellen keine Maximalstände dar. In länger niederschlagsintensiven Perioden ist mit höherer Bodenfeuchte bzw. geringeren Grundwasser-Flurabständen zu rechnen. Es besteht ein **Grundwasser-Anstiegspotenzial**.

Untergrundnässe: Am Untersuchungstag (30.11.2021) konnte in den Schürfen kein Grundwasser festgestellt werden.

Die Vorlage von 'echtem' Grundwasser in Form eines zusammenhängen Kluftgrundwasserleiters, wird bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag sowie dem vorliegenden Untergrundinventar erst (weit) unterhalb der Schurfsohle erwartet.

Stauässepotenzial: Von den angetroffenen bindigen Oberböden, den Verwitterungslehmen und stark verlehmttem Verwitterungsschutt geht jeweils ein ausgeprägtes Stauässepotenzial aus. Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringern von bindigen Böden zu rechnen. Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässesensibilität und -anfälligkeit von bindigen Böden hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

Von mäßig bis schwach verlehmtem Verwitterungsschutt geht allenfalls ein geringes Staunässepotenzials aus.

Bemessungswasserstand: Für das vorliegende Vorhaben wird nach DIN 4022 (Anhang C) bzw. DIN EN ISO 22475-1 aufgrund der nicht ausreichenden Datengrundlage sowie dem Stauwasserpotenzial der bindigen Oberböden empfohlen, den Stauwasser-Bemessungswasserstand in Höhe der akt. GOK anzusetzen (akt. GOK = Geländeoberkante zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen).

**Der für das Versickern von Niederschlagwässern relevante mittlere höchste Grundwasserstand ist (deutlich) unterhalb der Schurf-Sohle, vermutlich bei > 4,0 m unter akt. GOK anzusetzen. Diese Annahme wird auch durch Bohrungen und Baggerschürfe gestützt, die im Zuge eines vorangegangenen Projekts im Nahbereich durchgeführt wurden.**

**Hydrogeologisches Fazit**: Grundwasser konnte am Untersuchungstag nicht gelotet werden und ist bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag erst (weit) unterhalb der Schurfsohle zu erwarten. Es besteht ein Grundwasser-Anstiegspotenzial und ein Staunässepotenzial bis zur Geländeoberkante. Der Stauwasser-Bemessungswasserstand ist aufgrund des Staunässepotenzials zunächst in Höhe der aktuellen Geländeoberkante anzusetzen.

Sofern ein 'Durchstich' in den unterlagernden schwach bindigen Verwitterungsschutt hergestellt wird, besteht eine natürliche Drainage im Untergrund. In diesem Fall ist der Grundwasser-Bemessungswasserstand 4,0 m unter akt. GOK relevant.

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden  $k_f$ -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten und prägenden Bodenschichten wie folgt angegeben werden.

<u>Bodenart</u>	<u><math>k_f</math> -Wert in m/s</u>
<u>- Oberboden/Mutterboden:</u>	
Schluff, tonig, z.T. schwach kiesig, organische Bestandteile .....	$10^{-7} - 10^{-9}$
<u>- Verwitterungslehm:</u>	
Schluff, tonig, kiesig, z.T. schwach steinig.....	$10^{-7} - 10^{-9}$
<u>- Verwitterungsschutt:</u>	
Kies, steinig, schwach schluffig.....	$10^{-4} - 10^{-6}$
<u>- Kalkmergelstein-Grundgebirge (nicht aufgeschlossen):</u>	
angewittert, halbfest-fest .....	$10^{-3} - 10^{-10}$

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 die Errichtung eines Versickerungsbauwerkes zur Versickerung der auf den versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswässer geplant. Anhand der durch die Korngrößenanalyse sowie durch die Versickerungsversuche (Auffüllversuche) im Gelände ermittelten Durchlässigkeiten soll - bei physikalischer Eignung der Böden und Einhaltung rechtlicher Bestimmungen - die Bemessung eines entsprechenden Versickerungsbauwerkes durchgeführt werden.

Richtlinien / Regelwerke: Die Hinweisgebungen, die Untersuchungen sowie die 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).*
- *DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138-1 im Entwurf 11/2020.*
- *'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: GGU-Seep, Software zum Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser).*

#### **3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Gelände-/Auffüllversuche)**

Zunächst erfolgte die Einmessung des Schurfs zur Kenntnisnahme der zur Verfügung stehenden Schurfvolumina. Als nächstes erfolgte die Wässerung des Aufschlussprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulen-Festlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Als versickerungsrelevanter Profilbereich wurden die folgenden, oberflächennah anstehenden Bodenschichten herangezogen, wobei die untere, stärker versickerungsfähige Schicht maßgeblich ist. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 3 und in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Schurf	S 1	S 2
Bereich	1,30 - 1,50 m unter GOK	1,30 - 1,50 m unter GOK
Versickerungs-Medium	Verwitterungsschutt	Verwitterungsschutt
Versuch 1 (m/s)	$\sim 7,35 \times 10^{-6}$	$\sim 1,08 \times 10^{-5}$
Bewertung DIN 18 130	‘durchlässig’	‘durchlässig’
DWA -Bewertung	Versickerungseignung nach DWA: $k_f > 1,0 \times 10^{-6}$ m/s	
MURL -Bewertung	Versickerungseignung nach MURL: $k_f > 5,0 \times 10^{-6}$ m/s	
Bewertung	<u>ausreichende</u> Versickerungseignung	

**Tabelle 3:** Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

DIN 18 130  $k_f$ -Werte: stark durchlässig / durchlässig / gering durchlässig / sehr gering durchlässig

### 3.2 Bewertung des Versickerungspotenzials

Die Versickerungsversuche belegen Durchlässigkeiten auf einem verhältnismäßig niedrigen Niveau. Hierzu ist anzumerken, dass der Großteil der Versickerungsleistung erfahrungsgemäß von den tiefstgelegenen und am geringsten verlehnten Bodenschichten erbracht worden ist.

Die oberflächennah anstehenden Lehme weisen typischerweise Durchlässigkeitsbeiwerte auf, die mehrere Zehnerpotenzen unterhalb derer des Verwitterungsschutts liegen.

Die über die Versickerungsversuche ermittelten Messergebnisse liegen im Bereich von  $k_f \sim 7,35 \times 10^{-6}$  m/s und  $k_f \sim 1,08 \times 10^{-5}$  m/s. Hierbei handelt es sich um Durchlässigkeiten im wasserrechtlich zulässigen Bereich. Der Untergrund weist eine materialspezifische Versickerungszulässigkeit auf. Materialspezifisch ist eine Versickerung innerhalb des Areals somit möglich / zulässig.

Grundwasserrelevante Faktoren: Es sollte aus hydrogeologischen, umweltgeologischen und wasserrechtlichen Aspekten ein Mindestabstand des tiefstgelegenen Bestandteils einer Versickerungsanlage zum höchstgelegenen Grundwasserstand (= geringster Flurabstand) von 1,0 m nicht unterschritten werden. Den g.g. Mindestabstand fordert u.a. das grundlegende Regelwerk der DWA-A 138. Bei den Geländeaufnahmen (30.11.2021) wurde jeweils kein Grundwasser angetroffen – und wird durch die hydrogeologischen Rahmenbedingungen auch nicht erwartet. Nicht relevant ist in diesem Zusammenhang das Staunässepotenzial.

**Der Mindestabstand zum Grundwasser i.e.S. kann demnach – nach bisherigem Kenntnisstand – dauerhaft eingehalten werden.**

Bodengenese: Bei den oberflächennah anstehenden Böden handelt es sich nicht durchgängig um unauffällige geogene / ‚gewachsene‘ Böden. In einem ersten Schritt sollten sämtliche bindige Oberböden, Verwitterungslehme und stark verlehmteter Verwitterungsschutt sowie ggf. noch vorliegende Füllböden aus dem Bereich einer potenziellen Versickerungsanlage sowie aus dem Sickerbereich entfernt und durch nachweislich wasserrechtlich unbedenkliches (geogenes) Füllmaterial ersetzt werden (bautechnischer Aufwand).

Ausschließlich innerhalb der ‚gewachsenen‘ und nachweislich unbedenklichen Böden ist von keinem Auswaschungspotenzial für potenzielle Schadstoffe auszugehen.

**Fazit:** Versickerungen sind bei Zugrundelegung des Boden- und Grundwasserinventars grundsätzlich technisch möglich und wasserrechtlich zulässig. Sie *können* materialspezifisch nicht innerhalb der oberflächennah anstehenden Lehme, sondern ausschließlich ‚flächig‘ innerhalb des tieferliegenden, gering verlehmteten Verwitterungsschutts durchgeführt werden  
Unter chemischen Gesichtspunkten sollte die Versickerung ausschließlich in chemisch und somit wasserrechtlich unbedenklichen Füll- (Ersatzmaterial) und Geogenböden stattfinden. Es sei deutlich auf die diesbezüglichen Sicherungsmaßnahmen (Vorreinigung) hingewiesen (s.u.).

**3.3 Exemplarische Anlagen-Dimensionierung System ‚Mulde-Rigole‘**

Ausführungsplanung: Gutachterlicherseits wird zwecks Ausarbeitung der Ausführungsplanung die Hinzuziehung eines Wasserbaubüros angeraten. Diesbezüglich können vom AN geeignete Ingenieurbüros genannt werden. Die Detailplanung sollte mit der zuständigen Fachbehörde (KREIS PADERBORN / Untere Wasserbehörde) präzisierend abgestimmt werden.

Angeschlossene undurchlässige Flächen ( $A_u$ ): Konkrete Anschlussgrößen liegen nicht vor. Es wird daher zunächst eine ‚Einheitsfläche von  $A_E = 1.000 \text{ m}^2$ ‘ angenommen. Hinsichtlich des Abflussbeiwertes wird ein Wert von  $\Psi = 0,9$  angesetzt. Es ergibt sich somit eine ‚angeschlossene undurchlässige Fläche‘ ( $A_u$ ) von  $900 \text{ m}^2$ .

Abstände: Die zu errichtende Versickerungsanlage sollte einen Sicherheitsabstand von mind. 6,0 m zu unterkellerten Gebäudeteilen einhalten, sofern

diese nicht über entsprechende Abdichtungen verfügen sollten. Bei nichtunterkellerten Gebäuden ist ein Abstand von 3,0 m einzuhalten. Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2,0 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Qualität der Wässer (nach RdErl. MURL NRW): Die anfallenden Niederschlagswässer werden von den Unterzeichnern in Anlehnung an den Erl. des MURL NRW zunächst vorläufig folgenden Verschmutzungsstufen zugeordnet:

- (a) Dachflächenwasser: Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei den im Untersuchungsgebiet zu errichtenden Gewerbebauten bzw. um Gebäude innerhalb eines Gewerbegebietes handelt, sind die anfallenden Dachflächenwässer als 'schwach belastet' (gering verschmutzt) zu charakterisieren.
- (b) Pkw-Stell- und Bewegungsflächen: Die Wässer der zu errichtenden Stell- und Bewegungsflächen für Pkw im Bereich einzelner Grundstücke werden als 'schwach belastet' ('gering verschmutzt') eingestuft.  
Ausnahme: Die Niederschlagswässer potenzieller Stellflächen für Sattelaufleger, potenzieller Wartungs- und Waschbereiche sowie sonstiger verschmutzungsintensiver Abschnitte, in denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, sind als 'stark verschmutzt' einzustufen. Dort wird die Führung über ein Abscheider-Bauwerk vor Einleitung in den Schmutzwasserkanal notwendig.
- (c) Straßenflächen: Die Wässer der Planstraßenbereiche werden ebenfalls als 'schwach belastet' ('gering verschmutzt') eingestuft.

Versickerung: Es sollte ausschließlich der gering verlehnte Verwitterungsschutt 'flächig' als Versickerungsmedium herangezogen werden. Bei der Anlagendimensionierung sollte ein abgeminderter Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5,0 \times 10^{-6}$  m/s angesetzt werden.

Vorschlag Anlagenart: Es bietet sich versickerungstechnisch die Errichtung einer kombinierten Mulden-/Rigolenanlage an (Mulde mit 'belebter Bodenzone'; Mulde unmittelbar über Rigole). Auf diese Weise erfolgt

- (a) die Schaffung von zusätzlichem Speichervolumen (Retentionserhöhung), eine mechanische Reinigung (Absatz, Sedimentation) sowie eine mikrobiologische Reinigung der 'schwach belasteten' Niederschlagswässer über eine 'belebte Bodenzone' (Mulde)
- (b) und technisch die Wassereingabe in die nachweislich versickerungsgerechten tieferen Profilmbereiche (Rigole).

Versickerungsrelevant ist ausschließlich der ausreichend gering bindige Verwitterungsschutt. Die Einbindung der Versickerungsanlage in die ausreichend durchlässigen Schichten sollte mindestens 1,0 m betragen. Sollten nach Freilegung der Rigolensohlen Auffüllungen, Schluffe, Schluff-Kies-Gemische oder deutlich verlehmt Verwitterungsschutt anstehen, so sind diese gegen ausreichend durchlässiges Material auszutauschen. Dies sollte gutachterlich abgenommen werden.

Abnahme/Kontrolle der Durchlässigkeiten: Notwendig ist die sorgfältige ingenieurgeologische Abnahme der Rigolensohle nach Aushub zwecks Überprüfung der tatsächlichen Positionierung im Verwitterungsschutt. Wichtig ist die Vorlage gering verlehmt Böden auf der Aushubsohle. Des Weiteren ist die Grundwassersituation und die Versickerungsleistung zu überprüfen und gegebenenfalls eine Maßnahmenanpassung durchzuführen. Die Arbeiten zur Erstellung der Versickerungsanlagen sind gutachterlich durch das IB KLEEGRÄFE zu begleiten.

Heranführung der Wasser: Die Fahrbahnen sollten idealerweise mit einem durchgehenden Quergefälle 'mit dem Hang' erstellt werden, so dass die Sammeleinrichtung nur auf einer Seite verlegt werden muss. Nach demselben Prinzip können auch die Zufahrten benachbarter Grundstücke nebeneinander platziert und entsprechend geneigt ausgeführt werden.

Befahrte Rinnen stellen die Verbindung zwischen Abschnitten her, in denen g.g. Zufahrten die Sammeleinrichtungen queren. Nach oben offene Rinnen nehmen die anfallenden Wasser auf und leiten diese hydraulisch an die eigentlichen Versickerungsanlagen weiter. Die abzuleitenden Wasser sind zunächst an der Oberfläche zu halten, um keine potenzielle Energie zu verlieren und keine Maßnahmen hinsichtlich der Frostsicherheit ergreifen zu müssen.

Details Mulde: Da es sich um ein Gewerbegebiet handelt, wird vom AN eine Muldenwasser-Aufstauhöhe von max. 0,30 m mit einer 0,30 m mächtigen 'belebten Bodenzone' angeraten (Gesamtmächtigkeit: 0,60 m). Die 'belebte Bodenzone' muss allerdings durch einen anzuliefernden Sand mit organischen Anteilen hergestellt werden. Die 'belebte Bodenzone' muss aus einem (Sand-)Bodenmaterial ausgebildet sein, das durchgängig und nachweislich eine Durchlässigkeit von  $k_f > 5,5 \times 10^{-5}$  m/s im eingebauten Zustand aufweist. Das Material sollte vor Einbau ingenieurgeologisch kontrolliert werden. Die Böschungsneigung der Mulde sollte einen Winkel von 26° (1:2) nicht überschreiten. Sehr wichtig ist eine horizontale Ausbildung des Sohlbereiches.

Die Mulden sind vor unbefugtem Betreten bzw. zur Unfallvermeidung zu sichern (Zaunanlagen).

Frostfall: Es sollte ein ausreichend dimensionierter 'Notüberlauf' für die Muldenwässer in die unterlagernde Rigole geschaffen werden (z.B. durch 'liegendes' U-Rohr aus PVC). Dieser 'Notüberlauf' sollte an der Oberkante der Mulde ansetzen. Der Überlauf dient ausschließlich als Sicherung für den *Frostfall* der Muldensohle notwendig und wird nicht für das Erreichen der eigentlichen Versickerungsleistung benötigt.

Erhaltungsarbeiten: Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten (z.B. Mäharbeiten) hinsichtlich einer langfristigen Funktions-Aufrechterhaltung. Die Mulde sollte weder bei der Errichtung noch im späteren Betriebszustand mit schwerem Gerät befahren werden, um schädliche Verdichtungen zu unterbinden.

Es sei auf den sehr positiv zu bewertenden Verdunstungsfaktor hingewiesen, welcher hinsichtlich der Dimensionierungsberechnung keine Berücksichtigung finden darf, jedoch als zusätzliche Sicherheit dient.

Die bei der Dimensionierungsberechnung der Mulde angegebene 'verfügbare Versickerungsfläche' betrifft ausschließlich den horizontalen Sohlbereich der Mulde. Die Böschungen zählen nicht hierzu.

Vor Auftrag der 'belebten Bodenzone' (Sand mit organischen Beimengungen) ist ein ausreichend durchlässiges Geotextil aufzulegen. Sinnvoll ist, dass an mehreren Stellen Einläufe geschaffen werden. Die Einläufe müssen mit geeigneten Maßnahmen erosionssicher erstellt werden (z.B. Steinschüttung mit unterlagerndem Geotextil o.ä.).

Zulauf / Höhenplanung: Vorgeschlagenes Gesamtsystem weist – vorbehaltlich der Forderung einer ausreichenden Einbindung – eine Gesamthöhe von mindestens 1,8 m auf. Anpassung können ggf. erfolgen.

Der Anlagenzulauf soll hydraulisch ohne Hebung erfolgen. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass höhenmäßig der Zulauf / die Einleitung in die Versickerungsanlage so hoch wie eben möglich liegen sollte. Je tiefer der Einlauf liegt, desto eher entsteht ein zusätzlicher technischer Aufwand zur Bodenlösung (Bodenklasse 6 - 7, Reißzahn oder Meißeleinsatz nicht auszuschließen). Angeraten wird eine Anlagenzuleitung in offenen, ggf. mit befahrbaren Gitterrosten abgedeckten Rinnen. In diesem Fall braucht keine frostsichere Leitungseinbindung zu erfolgen.

Technische Vorreinigung: Um langfristig eine hohe Versickerungsleistung der Anlagen zu gewährleisten, sollte vor die Mulden-/Rigolenkombination auf den einzelnen Gewerbegrundstücken ein Absatz-/Sedimentationsschacht (Absatz von *groben* Partikeln) vorgeschaltet und durchströmt werden, um Sink- und Schwebstoffe abzufangen. Diese Schächte sollten regelmäßig (mindestens jährlich) gereinigt werden.

Die Dimensionen des Absatzbauteils sind so zu wählen, dass je nach tatsächlich angeschlossener Fläche, eine ausreichende Absatzwirkung erzielt werden kann. Diese Dimensionierung erfolgt in der Regel durch ein wasserbautechnisches Ingenieurbüro.

Entsprechende Produkte existieren von einer Vielzahl von Herstellern, daher sind beim Einbau stets herstellerspezifische Vorgaben hinsichtlich Aufbau, Anschluss, etc. zu beachten. Geeignete Produkte/Hersteller können auf Anfrage gerne benannt werden.

Dimensionierung der Versickerungsanlage nach DWA / ATV: Es erfolgt eine überschlägige Anlagendimensionierung für eine Einzugsgebietsfläche von  $A_E = 1.000 \text{ m}^2$  ( $A_U = 900 \text{ m}^2$ ).

Anpassungen der Anlagendimension aufgrund größerer bzw. kleinerer Flächen oder geänderter Oberflächengestaltung können durch Interpolation angeglichen oder kurzfristig nachgereicht werden.

Aus Sicherheitsgründen wird bei den nachfolgenden Beispielsberechnungen das '5-jährige-Regenereignis' ( $n = 0,2$ ) zugrunde gelegt und ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  berücksichtigt. Hinsichtlich der Niederschlagsspende wurde das Rasterfeld 'Salzkotten (Südost)' herangezogen (KOSTRA-DWD 2010R, Version 3.2.3). Es wurde ein Zuschlagsfaktor von  $f_z = 1,2$  gewählt (Risikomaß: gering). Es wird bei der Dimensionierung davon ausgegangen, dass die Mulde direkt über der Rigole positioniert ist.

Es erfolgt die Berechnung einer einzelnen, 'großen' Versickerungsanlage. Es muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass die geometrische Ausgestaltung und die Aufteilung in mehrere kleine Anlagen letztlich wahlfrei ist, solange die in Tabelle 4 errechneten Rahmenbedingungen (Flächen, Volumen, etc.) erreicht werden. Dies kann ggf. auch landschaftsgestalterisch genutzt werden, um einzelne Anlagen besser in das vorhandene oder geplante Gelände zu integrieren.

	Parameter	$A_E = 1.000 \text{ m}^2$ ( $A_U = 900 \text{ m}^2$ )
Mulde	Freibord	0,10 m
	Muldentiefe $t_m$	0,30 m
	Länge $L_m$	37,83 m
	Breite $b_m$	2,0 m zzgl. Böschungen
	Versick.-Fläche vorh. $A_{s,m}$	75,67 $\text{m}^2$
	Mächtigkeit 'belebte Bodenzone'	0,30 m
	Muldenvolumen $V_{s,mu}$	23,20 $\text{m}^3$
Rigole	Länge $L_r$	37,83 m
	Breite $b_r$	2,00 m
	nutzbare Höhe $h_r$	1,10 m
Gesamtsystem	Tiefe $t_r$	$\geq 1,80 \text{ m}$ (vorbehaltlich einer ausreichenden Einbindung)

**Tabelle 4:** Dimensionierung einer kombinierten Mulden-/Rigolenanlage nach DWA / ATV

Die dimensionierte Anlage leistet eine vollständige Versickerung der Wässer der relevanten Berechnungsfläche in den Untergrund. Es handelt sich folglich nicht um eine Lösung, bei welcher ein +/- permanenter Drosselabfluss über einen Notüberlauf zu besorgen wäre.

Details Rigole: Nach Ausschachtung auf die notwendige Tiefe und Abnahme muss zunächst ein Geotextil (Mindestgüte GRK 3) eingelegt werden, um Aus-/Einspülungen zu unterbinden. Dieses Geotextil ist überlappend einzulegen und seitlich hochzuziehen. Das Rigolen-Füllmaterial muss vollständig (unten, seitlich, oben, Stirnseiten) umschlossen werden. Wichtig ist eine ausreichende Durchlässigkeit der Geotextilien. Diesbezügliche Angaben werden vom Hersteller geliefert.

Es wird bei sehr langen Versickerungsanlagen die horizontale Einlage von Sickerrohren zur Horizontalverteilung der Wässer angeraten. Für das Versickerungsrohr eignen sich Rohre aus HDPE-Material. Bei der Anlagendimensionierung wurde kein Rohr angesetzt.

Der Zufluss der Rigole und Rohre muss ausreichend groß dimensioniert sein. Ausschließlich bei Installation der o.g. Mulden-Notüberläufe in die Rigole in ausreichender Anzahl werden keine Entlüftungseinheiten in der Rigole notwendig.

Böschchen/Verbau: Die vorliegenden Böden können – je nach Konsistenzzustand der hangenden Lehme/Schutte und Verwitterungsbildungen soweit sie in einem nicht wassergesättigten Zustand vorliegen – mit einem max. Böschungswinkel von  $\beta = 45^\circ$  (weich) bzw.  $\beta = 60^\circ$  (steif) geböschet werden.

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

Rigolenmaterial: Als Rigolen-Füllmaterial sollte ein enggestuftes und gebrochener Fein-Kies in lockerer Schüttung verwendet werden (z.B. 8/11 oder 11/16 mm 'Edelsplitt'). Ein herkömmlicher Schotter ist diesbezüglich ungeeignet. Verdichtungen des Rigolen-Füllmaterials (z.B. durch Baustellenverkehr) sind zu unterbinden. Von großer Wichtigkeit ist eine horizontale Ausrichtung der Rigole. Mögliche Sonder-Bauweisen mit Versickerungsbausteinen (sog. Füllkörper-Rigole) werden zunächst ausgeklammert.

Sickerrohre: Es wird die horizontale Einlage von Sickerrohren zur Horizontalverteilung der Wässer nur bei großen Anlagen (Längen deutlich größer als 20 m) angeraten. Für das Versickerungsrohr eignen sich Rohre aus HDPE-Material, die von verschiedenen Herstellern angeboten werden. Geeignete Produkte können auf Nachfrage gerne benannt werden. Bei der Anlagendimensionierung wurden keine Rohre angesetzt.

Abschlußkommentar / Verzicht Regenwasserkanal: Die beispielhaft dimensionierte Anlage leistet eine vollständige Versickerung der Wässer der relevanten Berechnungsfläche ( $A_u = 900 \text{ m}^2$ ) in den Untergrund. Es handelt sich folglich nicht um eine Lösung, bei welcher ein +/- permanenter Drosselabfluss über einen Notüberlauf o.ä. zu besorgen wäre. *Rechnerisch* sind externe Notüberläufe für die dauerhafte Funktion der Versickerungsanlagen nicht notwendig.

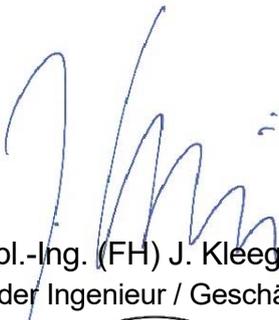
Es sei an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen, dass die Platzierung der Versickerungsanlagen im Straßenseitenbereich nach den Reliefbedingungen vor Ort und konkreten entwässerungstechnischen Planungen eines Fachbüros festgelegt werden sollte.

Seitens des IB KLEEGRÄFE wird empfohlen ein erfahrenes Wasserbau-Ingenieurbüro hinzuzuziehen, welches nach konkreten Planunterlagen die Möglichkeiten zur Einsparung des Regenwasserkanals zu prüfen und ggf. entsprechende Planungen umzusetzen hat. Zum aktuellen Kenntnisstand wird das Potenzial zu einer entsprechenden Einsparung gutachterlicherseits als gegeben angesehen.

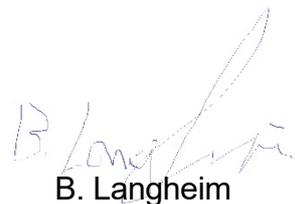
#### 4. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:250)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung
- Anlage 3.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 4.1: Dimensionierung einer Versickerungsanlage (n. GGU)
- Anlage 5.1: Fotodokumentation

*Kleegräfe*  
- Geotechnik GmbH -

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



  
B. Langheim  
(M. Sc. Geowissenschaften)

Verteiler: STADT SALZKOTTEN  
FACHBEREICH STADTENTWICKLUNG  
Am Garock 19, 33154 Salzkotten

1 x Druck + PDF

Projekt: Niederschlagversickerung im Gewerbegebiet NT16 in 33154 Salzkotten  
- Hydrogeologische Untersuchung des Versickerungspotenzials -

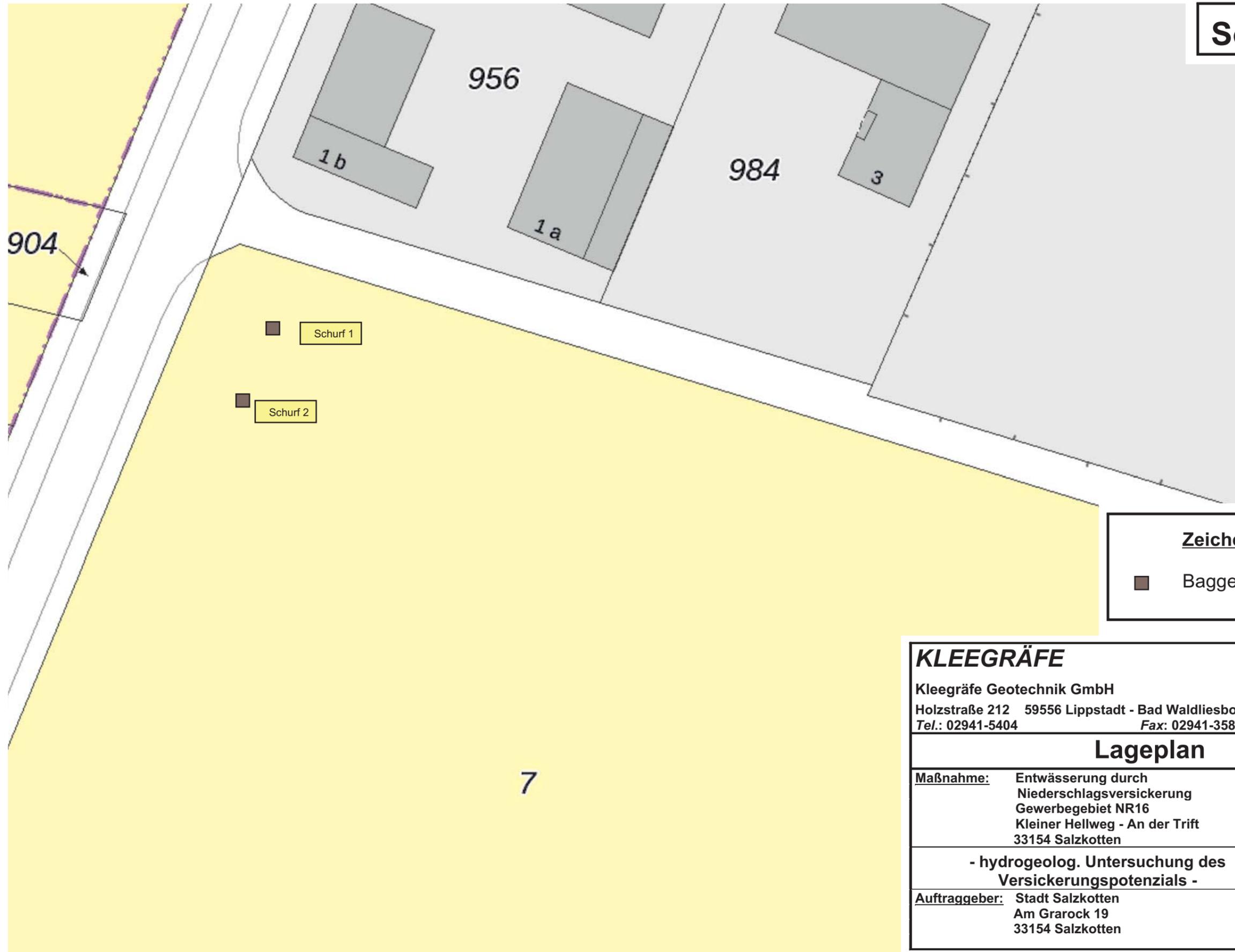
Seite 18

ANLAGE 1.1  
Lageplan (1:250)

# Solzkotten



Maßstab  
1 : 500  
5,0 m



## Zeichenerklärung:

■ Baggerschurf

## KLEEGRÄFE

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn  
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



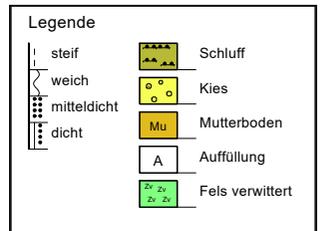
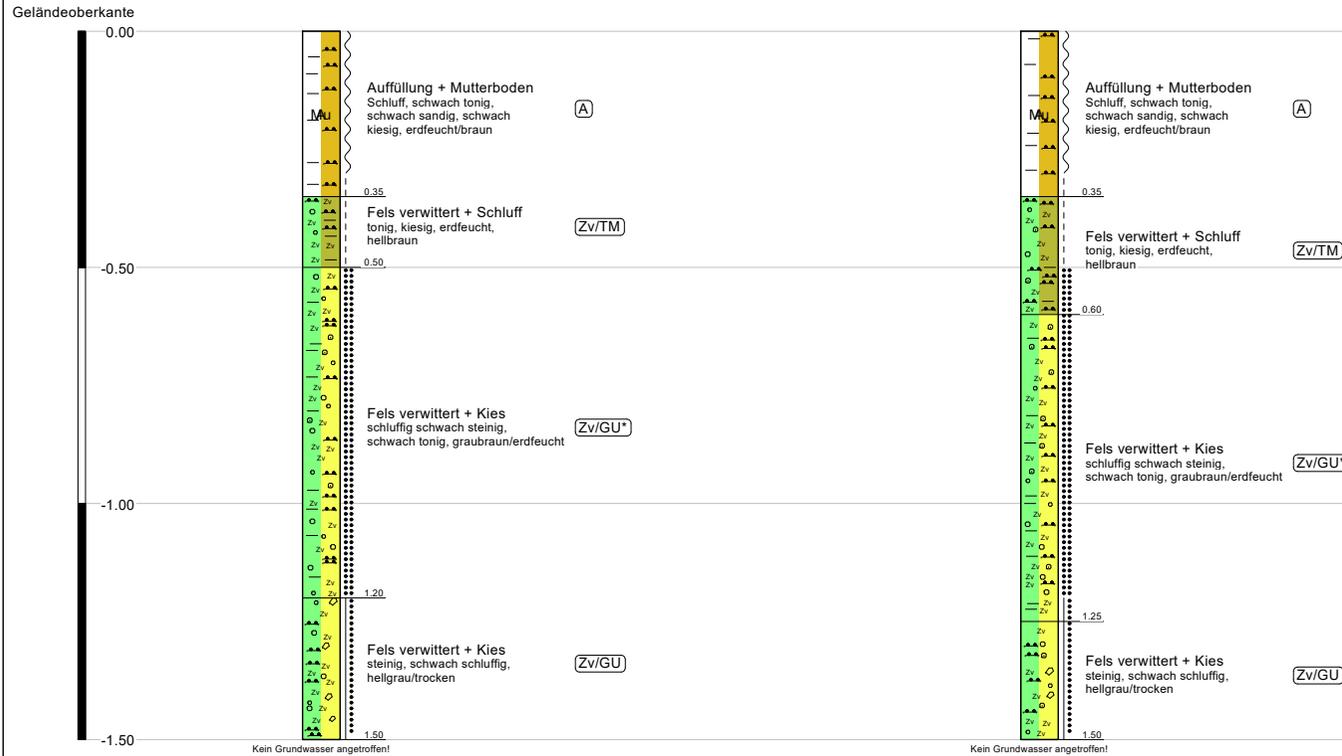
## Lageplan

<b>Maßnahme:</b> Entwässerung durch Niederschlagsversickerung Gewerbegebiet NR16 Kleiner Hellweg - An der Trift 33154 Salzkotten	<b>Bearb.-Nr.</b> 210898
	<b>- hydrogeolog. Untersuchung des Versickerungspotenzials -</b>
<b>Auftraggeber:</b> Stadt Salzkotten Am Garock 19 33154 Salzkotten	<b>Anlage:</b> 1
	<b>Blatt:</b> 1
	<b>Jan. / 2022</b>
	<b>Klee/Lang</b>
	<b>M. 1 : 500</b>

ANLAGE 2.1  
Schichtendarstellung

## Schurf 2

## Schurf 1



## KLEEGRÄFE

Kleegräfe Geotechnik GmbH  
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



### Schichtendarstellung

<b>Maßnahme:</b> Entwässerung durch Niederschlagsversickerung Gewerbegebiet NT16 33154 Salzkotten	<b>Bearb.-Nr.</b>
	210898 Anlage 2.1
<b>- hydr. Untersuchung Versickerungspotenzials -</b>	<b>Geologe:</b>
<b>Auftraggeber:</b> Stadt Salzkotten Am Grarock 19 33154 Salzkotten	Herr Langheim
	<b>Datum:</b> 30.11.2021

## ANLAGE 3.1

### Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Anlage: 3.1



Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$

<u>Maßnahme:</u>	hydrogeol. Ermittlung und Bewertung des Versickerungspotenzials über Baggerschürfe
<u>Ort:</u>	Gewerbegebiet NT 16, 'Kleiner Hellweg - An der Trift', 33154 Salzkotten
<u>Datum:</u>	30. November 2021

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m <sup>3</sup> /s	$k_f$ m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
Vers.- Schurf 1	1	55	0,15	30	0,6	3,33E-07	<b>7,35E-06</b>	kein GW; 1,0 - 1,5 m u.GOK (= verlehmt) Verwitterungsschutt
Vers.- Schurf 2	1	50	0,15	30	0,8	4,44E-07	<b>1,08E-05</b>	kein GW; 1,0 - 1,5 m u.GOK (= verlehmt) Verwitterungsschutt

Erläuterung  
r - Brunnenradius, mm  
h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m  
Q - Wasserzugabe in m<sup>3</sup>/s (Wasserspiegelkonstanthaltung)  
 $k_f$  - 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 4.1

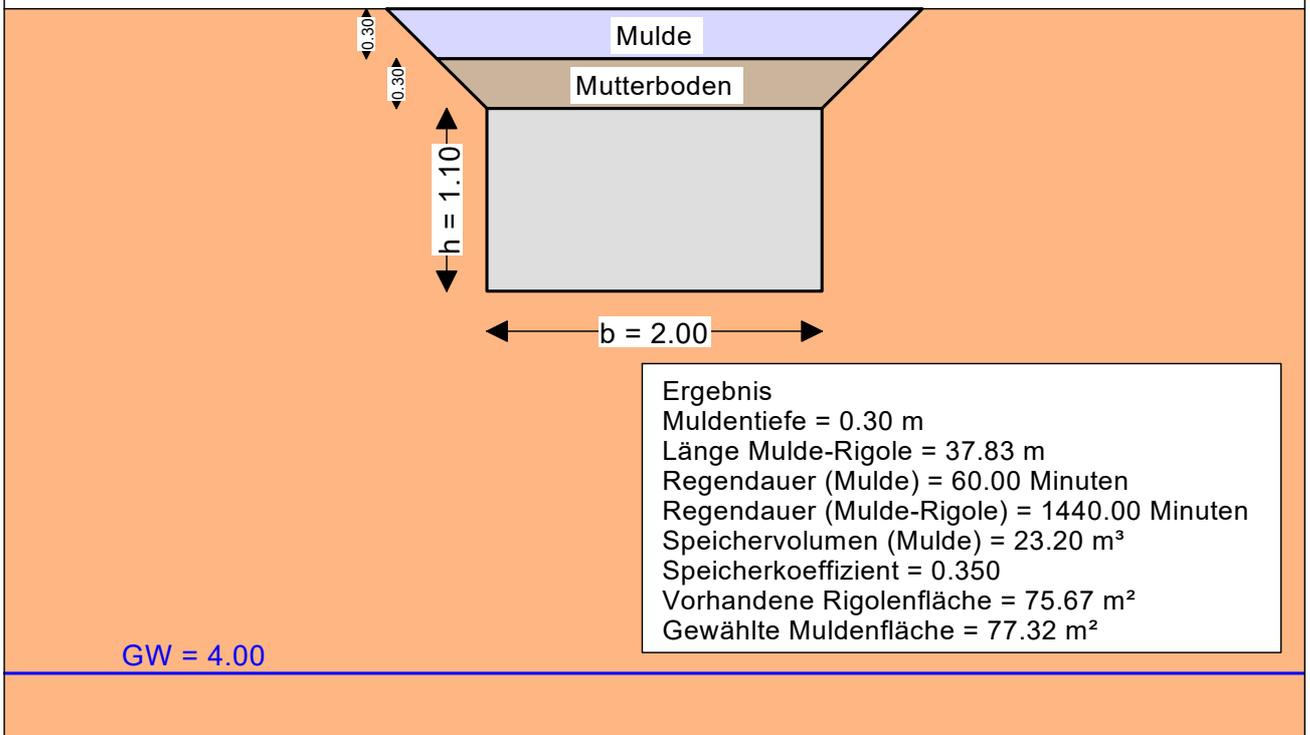
Dimensionierung einer Versickerungsanlage (n. GGU)

Entwässerung Gewerbegebiet NT16  
 Mulden-Rigolen-Versickerung  
 Durchlässigkeit (Mutterboden) =  $5.500 \cdot 10^{-5}$  m/s  
 Durchlässigkeit (Untergrund) =  $5.000 \cdot 10^{-6}$  m/s  
 Grundwasserflurabstand = 4.00 m  
 Zuschlagsfaktor  $f_z = 1.20$   
 Häufigkeit (Mulde) = 0.200  
 Häufigkeit (Rigole) = 0.200  
 Dicke Mutterboden = 0.30 m  
 Höhe (Rigole) = 1.10 m  
 Breite (Rigole) = 2.00 m  
 $A_u = 900.0$  m<sup>2</sup>

Zul. Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m  
 Versickerung nur über Sohle

angeschlossene undurchlässige Fläche ( $A_u$ ) = 900 m<sup>2</sup>

## Mulden-Rigolen-Versickerung



Salzkotten (Südost)				
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s·ha)]	L (Rigole) [m]	$r_{D(0.2)}$ [l/(s·ha)]	V (Mulde) [m <sup>3</sup> ]
5 min	298.6	-16.44	298.6	9.74
10 min	221.2	-9.87	221.2	14.03
15 min	180.9	-5.29	180.9	16.80
20 min	154.7	-1.83	154.7	18.71
30 min	121.5	3.14	121.5	21.06
45 min	93.5	8.15	93.5	22.72
60 min	76.7	11.60	76.7	23.20
90 min	56.6	15.76	56.6	22.07
2 h	45.6	18.82	45.6	20.13
3 h	33.7	23.34	33.7	15.13
4 h	27.2	26.55	27.2	9.19
6 h	20.0	30.53	20.0	-4.45
9 h	14.8	34.26	14.8	-26.43
12 h	11.9	36.04	11.9	-49.94
18 h	8.8	37.69	8.8	-98.46
24 h	7.1	37.83	7.1	-148.51
48 h	4.2	34.27	4.2	-355.79
72 h	3.1	30.55	3.1	-567.13

## KLEEGRÄFE

Kleegräfe Geotechnik GmbH  
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



### Dimensionierung Versickerungsrigole n. DWA-A 138

<b>Maßnahme:</b> Entwässerung Gewerbegebiet NT 16/Kl. Hellweg - An der Trift 33154 Salzkotten-Niederntudorf	Bearb.-Nr.
	210898
	Anlage 4.1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Bearbeiter:
<b>Auftraggeber:</b> Stadt Salzkotten Fachbereich Stadtentwicklung 33154 Salzkotten	Herr Langheim
	Datum:
	04.02.2022

ANLAGE 5.1  
Fotodokumentation

**Fotodokumentation**

**Seite 1**

**Anlage 5.1**

Situation am 30.11.2021



**Foto 1:** Blickrichtung ~N; Übersicht Schürfe

Situation am 30.11.2021



**Foto 2:** Blickrichtung ~SO; Übersicht Schürfe

**Fotodokumentation**

**Seite 2**

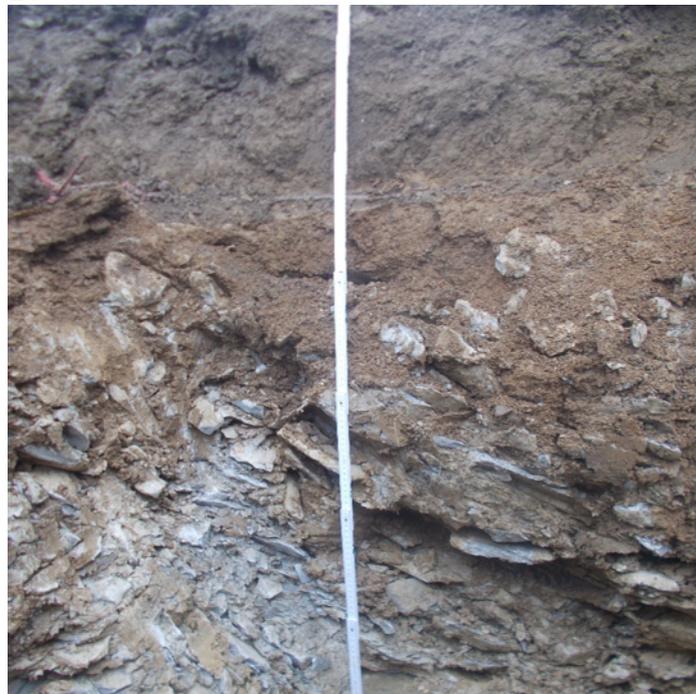
**Anlage 6.1**

Situation am 30.11.2021



**Foto 3:** Baggerschurf 1

Situation am 30.11.2021



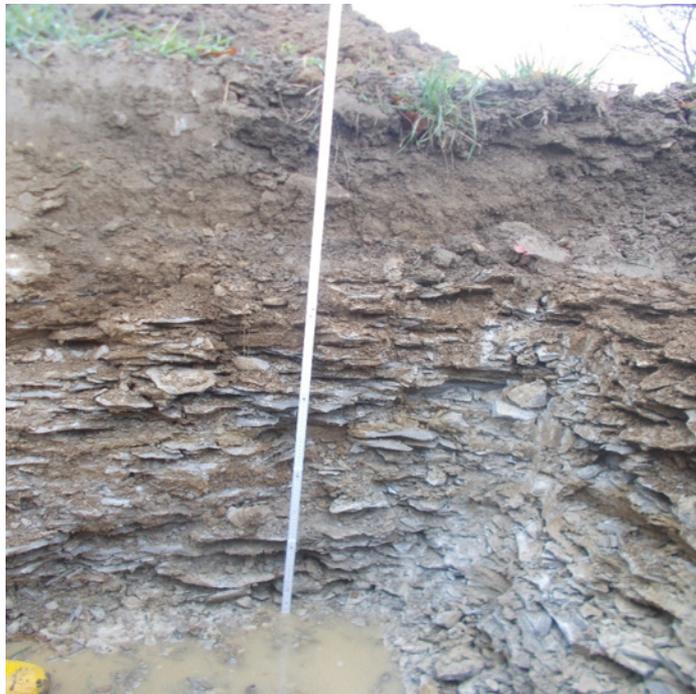
**Foto 4:** Baggerschurf 1

Situation am 30.11.2021



**Foto 5:** Baggerschurf 2

Situation am 30.11.2021



**Foto 6:** Baggerschurf 2