

ingeo-consult GbR • Am Truxhof 1 • 44229 Dortmund

Klosterholzer Immobilien & Bauträger GmbH
Herrn Magnus Stratmann
Klosterholzstraße 54

58285 Gevelsberg



Ingenieurgesellschaft für Geotechnik

Gesellschafter
Dipl.-Ing. Rolf Funke
Dipl.-Geol. Karsten Weber

Am Truxhof 1
44229 Dortmund
fon 0231/9678985-0
fax 0231/9678985-5
mobil 0175/93458-32/-41

mail office@ingeo-consult.de

05. Februar 2024
Wb.g01
Proj.-Nr. 23/316

**Errichtung von 18 Doppelhaushälften
in Ennepetal, Rüggeberger Straße
- Baugrunderkundung, Bestimmung der Untergrund-
durchlässigkeit, Vorbemessung einer Versickerungsanlage -**

1. Bericht

Bankverbindungen:
Dortmunder Volksbank
IBAN: DE96 4416 0014 6412 2365 00
BIC: GENODEM1DOR

Sparkasse Dortmund
IBAN: DE90 4405 0199 0001 3188 70
BIC: DORTDE33XXX

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkungen	3
2. Baugrund	4
2.1 Geologie	4
2.2 Umfang der Felduntersuchungen.....	5
2.3 Schichtenfolge, Eindringwiderstände	5
2.4 Bodengruppen, bodenmechanische Kennwerte.....	6
2.4.1 Mutterboden	6
2.4.2 Schluffstein/Sandstein	6
2.5 Ermittlung der Untergrounddurchlässigkeit	7
3. Grundwasser.....	9
4. Geotechnische Beratung	9
4.1 Vordimensionierung einer Versickerungsanlagen	9
5. Hinweise für die Bauausführung	12
6. Schlussbemerkungen	14

1. Vorbemerkungen

Die Klosterholzer Immobilien & Bauträger GmbH, Gevelsberg, hat den Neubau von 18 Doppelhaushälften an der Rüggeberger Straße in Ennepetaler Ortsteil Homberge (Gemarkung Ennepetal, Flur 33, Flurstücke 78, 384 u 457) vorgesehen. Die Vorplanung wird gegenwärtig durch das Bauplanungsbüro Dipl.-Ing. Fr.-W. Stratmann, Gevelsberg, aufgestellt.

Die ingeo-consult GbR, Dortmund, wurde beauftragt, für dieses Bauvorhaben eine **Baugrund- erkundung durchzuführen**. Weiterhin sollte die Untergrunddurchlässigkeit gemessen und mit Blick auf die angedachte Versickerung von Niederschlagswasser beurteilt werden. Bei gegebener Machbarkeit sollte für ein "Musterdoppelhaus" eine Versickerungsanlage vordimensioniert werden.

Für die Bearbeitung wurden der ingeo-consult GbR die nachfolgend aufgeführten Planunterlagen zur Verfügung gestellt:

- Amtlicher Lageplan, Maßstab 1 : 200, mit Darstellung der örtlichen Topografie sowie der vorhandenen u. geplanten Bebauung, aufgestellt durch ÖbVI Dipl.-Ing. W. Hüttenschmidt, Gevelsberg, Stand: 01.08.2023
- Lageplan (Vorplanung), Maßstab 1 : 500, aufgestellt durch das Bauplanungsbüro Dipl.-Ing. Fr.-W. Stratmann, Gevelsberg, Stand: 08.05.2023

Danach liegt das Baugrundstück östlich der Rüggeberger Straße und umfasst die Liegenschaften Rüggeberger Straße Nr. 85 sowie Nr. 85a bis 85f und grenzt im Osten an die Rüggeberger Straße 83b. Die Geländeoberfläche fällt hier von +323,7 m NHN (im Süden) auf +317,4 m NHN (im Nordosten) ab. Im Baufeld stehen gegenwärtig noch die zukünftig rückzubauenden Wohnhäuser Rüggeberger Straße 79 und 83a einschl. zugehöriger Schuppen u. Garagen. Die Freiflächen sind überwiegend in gartentypischer Weise grasbewachsen und durch Strauch-/Buschwerk und Bäume strukturiert. Zudem führt ein im Westen asphaltierter und nach Osten mit Schotter befestigter Weg zum Bestandsgebäude Rüggeberger Straße 83a.

Die Vorplanung sieht die Errichtung von 9 Doppelhäusern mit jeweils rechteckigem Grundriss von 12,50 m x 10,62 m vor. Zusätzlich ist jeweils an beiden Giebelseiten ist die Aufstellung von Garagen (Grundrissfläche: 5,00 m x 3,00 m) vorgesehen.

Die Lage der geplanten Bebauung kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden.

2. Baugrund

2.1 Geologie

Nach dem Blatt 4710 "Radevormwald" der Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Maßstab 1 : 25.000 (GK 25; Stand: 1919), sowie Blatt C 4710 "Dortmund" der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100.000 (GK 100; Stand: 1987), stehen im Untersuchungsgebiet Festgesteine des Mitteldevon unter einer allenfalls geringmächtigen quartären Lockergesteinsdecke an.

Quartäre Sedimente sind für das Untersuchungsgebiet in der o. g. Karte nicht dargestellt. Nach den Erfahrungen der ingeo-consult GbR sind aber teilweise wenigstens geringmächtige (< 2 m) Deckschichten anzutreffen (verm. Hanglehm und Hangschutt).

Das Grundgebirge wird aus den sog. Brandenburg- Schichten der Eifel-Stufe aufgebaut, die gem. GK 100 eine Wechselfolge aus schluffig-tonigen Sandsteinen und geschieferten Schluff- u. Tonsteinen darstellen. In der GK 25 sind für diese Formation der sog. "Lenne-Schiefer" rote u. grüne Schiefer mit Grauwacken ausgewiesen.

Die Festgesteine sind am Schichtbeginn meist stark verwittert und können aus bodenmechanischer Sicht teilweise Lockergesteinscharakter aufweisen. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab und es folgen gesteinharte Formationen.

Dem Fachinformationssystem "Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen"¹ des Geologischen Dienstes in NRW zufolge, wirken auf das 500 m x 500 m-Quadrat, in dem das Baufeld liegt, keine der ausgewiesenen Georisiken (Bergbau, Methanausgasung, Karst, Gasaustritte in Bohrungen und Erdbeben) ein.

¹ https://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/

2.2 Umfang der Felduntersuchungen

Zur Vorerkundung des Baugrundes wurden an bauseits vorgegebenen Stellen in der Nordhälfte des Baugebiets am 14.12.2023 drei Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 3) niedergebracht. Die erreichbaren Aufschlusstiefen betragen 1,90...2,70 m unter Geländeniveau. Zudem wurde neben den vorgenannten Untersuchungsstellen sowie an einem weiteren Standort im nördlichen Untersuchungsgebiet bauseits Baggerschürfe zur Durchführung von Versickerungsversuchen ausgehoben.

Die Lage der Untersuchungsstellen kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind in Form von Schichtprofilen in der Anlage 1/2 aufgetragen.

Wegen der vorliegenden Vermessung wurde auf ein gesondertes örtliches Höhenaufmaß verzichtet. Die Geländehöhen wurden auf der Grundlage der im Amtlichen Lageplan dokumentierten Höhenpunkte interpoliert und liegen im Bereich der Sondieransatzpunkte zwischen den Koten +317,8 m NHN (RKS 3) und +323,4 m NHN (RKS 1).

2.3 Schichtenfolge, Eindringwiderstände

Die bei den Rammkernsondierungen gewonnenen Bodenproben wurden vom Bearbeiter der ingeo-consult GbR bodenmechanisch angesprochen. Danach stehen im Bereich der Aufschlusspunkte ab Geländeoberfläche folgende Bodenschichten an:

0,00 m bis 0,10 m/0,50 m

Mutterboden, z. T aufgefüllt,
teilweise Holz- u. Pflanzenreste

bis 1,90 m/2,70 m
(Endteufe der Ramm-
kernsondierungen)

Schluffstein/Sandstein, stark verwittert

Im Bereich der Rammkernsondierungen RKS 1 u. RKS 2 steht umgelagerter Oberboden an, der bei RKS 2 in sehr geringem Maße mit Ziegelresten durchsetzt ist. Im Bereich der RKS 1 lagert der Oberboden auf einer 40 cm dicken Lage aus Holz- u. Pflanzenresten.

Unterhalb der Oberbodenüberdeckung folgen stark verwitterte, d. h. entfestigte Schluff- oder Sandsteine mit teilweise erhaltenen Festgesteintexturen.

2.4 Bodengruppen, bodenmechanische Kennwerte

2.4.1 Mutterboden

Bodengruppen nach DIN 18196	Gruppe OU:	Schluffe mit organischen Beimengungen bzw. organogene Schluffe
-----------------------------	------------	----------------------------------------------------------------

Der Mutterboden muss vor Beginn der Erdarbeiten gesondert gewonnen werden. Sofern er weitgehend frei von Fremdbestandteilen ist, kann er für den späteren Wiedereinbau im Baufeld zwischengelagert werden. Ansonsten ist die Entsorgung des Oberbodens vorzusehen.

2.4.2 Schluffstein/Sandstein

Bodenklassen nach DIN 18196 (nur für stark verwittert) bis	Gruppe GW/GI: weit/intermitt. gestufte Kiese Gruppe GU/GU*: Kies-Schluff-Gemische
------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Die Festgesteine sind am Schichtbeginn stark verwittert und geht mit zunehmender Tiefe vom verwitterten über den angewitterten Schluffstein/Sandstein in unverwitterte, klüftige Formationen über über. Es ist davon auszugehen, dass bei Schlagzahlen der mittelschweren Rammsonde von $N_{10} \geq 100$ (Schläge je 10 cm Eindringtiefe) Festgestein ansteht, das bereits nur noch verwittert bis angewittert ist und zur Tiefe in gesteinsfesten Fels übergeht.

Der Sandstein verwittert, ähnlich wie der Schluffstein, grusig-sandig-schluffig und kann daher im stark verwitterten Zustand die Merkmale eines gemischt- bis feinkörnigen Lockergesteins aufweisen. Dementsprechend sind die Böden im Bereich der Verwitterungszone des Grundgebirges durch eine hohe Bewegungsempfindlichkeit gekennzeichnet, d. h. der stark verwitterte Fels weicht bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasser (Oberflächen-, Stau- und Schichtwasser) und dynamischer Beanspruchung relativ schnell auf bzw. nimmt eine schlechtere Zustandsform an.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit stellt bereits das stark verwitterte Grundgebirge in Verbindung mit den zur Tiefe folgenden, festeren Formationen einen guten Baugrund dar, in den Bauwerkslasten unter Berücksichtigung des Sohlwiderstands eingeleitet werden können.

Für erdstatische Berechnungen sind die Kennwerte des Sandsteins in der nachstehenden Tabelle in Abhängigkeit vom Verwitterungsgrad zusammengestellt.

Tab. 1: Boden-/felsmechanische Kennwerte des Schluff-/Sandsteins

Boden-/Felsart	γ [kN/m ²]	γ' [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]
Schluffstein/Sandstein, stark verwittert	20...22	11	25...30	5...10	40...60
Schluffstein/Sandstein, verwittert bis angewittert	22...24	13	25/30*	15...30	60...150
Schluffstein/Sandstein, unverwittert, klüftig	24...26	15	25/30*	> 50	> 150

* Für die Berücksichtigung von Reibungskräften ist im angewitterten Grundgebirge die Reibung auf vorhandenen Trennflächen anzusetzen. Dabei ist auf Trennflächen innerhalb des Sandsteins ein Reibungswinkel von $\varphi \leq 30^\circ$ anzunehmen. Bei Schluffsteinen ist für die Reibung auf Trennflächen ein Reibungswinkel von $\varphi \leq 25^\circ$ zu berücksichtigen.

In der vorstehenden Tabelle bedeuten:

γ = Wichte des feuchten Bodens/Felsens; γ' = Wichte des Bodens/Felsens unter Auftrieb; φ' = Reibungswinkel des drainierten Bodens/Felsens; c' = Kohäsion des drainierten Bodens/Felsens; E_s = Steifemodul

2.5 Ermittlung der Untergurnddurchlässigkeit

Zur Ermittlung der Wasseraufnahmerate der oberflächennah anstehenden Böden wurden im Bau-
feld bauseits vier Baggerschürfe bis in Tiefen von 0,9...1,3 m Tiefe unterhalb der Geländeober-
fläche bis in die Verwitterungszone des Grundgebirges ausgehoben. Auf der gereinigten, vorge-
wässerten Schurfsohle wurde von der ingeo-consult GbR eine sog. Schurfversickerung durch-
geführt.

Hierzu wurden die Schürfe Sch 3 u. Sch 4 bis 23,5...36,5 cm über Schurfsohle mit Wasser befüllt
und nach einer Vorbewässerungszeit von 15 Minuten, die bei einem mittleren Wasserdruck
($h = \frac{1}{2} \times (h_{\max} + h_{\min})$) über die Schurfgrundfläche (**L x B**) innerhalb eines Zeitraums von
60...90 Minuten versickernde Wassermenge ermittelt. Daraus wurde die Versickerungsrate **Q** er-
rechnet. Der Abstand zwischen Versickerungsebene und Grundwasser wurde auf Grund der örtli-
chen Feststellungen (s. Abschnitt 3.) als ungünstige Annahme - mit **S** = 1,00 m angesetzt.

In den Schürfen Sch1 u. Sch 2 war die Ausführung von Versickerungsversuchen nicht möglich, da
das einlaufende Wasser unmittelbar versickerte und sich kein Aufstau innerhalb des Schürfe erzie-
len ließ.

Die rechnerische Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k_f) erfolgt in Anlehnung an die empirische Formel nach MAROTZ (1968):

$$k_f = \frac{2 \cdot Q \cdot S}{L \cdot B \cdot (S + h)}$$

In der vorstehenden Formel bedeuten:

L = Länge des Schurfs [m]

B = Breite des Schurfs [m]

h = Mittl. Wassersäule im Schurf [m]

Q = Versickerungsrate [m³/s]

S = Abstand vom Grundwasserspiegel [m]

Die Bodenart in der Prüfebene sowie die Ergebnisse der ausgeführten Versickerungsversuche sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tab. 2: Versickerungsraten und Durchlässigkeitsbeiwerte im Untersuchungsgebiet

Schurf Nr.	Prüfebene	Versickerungsversuch					Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
		Dauer [s]	Druckhöhe [cm]	Absenkung s [cm]	Versickerungsrate Q		
					[l/Std.]	[l/(Std. x m²)]	
1	1,0 m x 0,8 m im ((Ust))	nicht auswertbar, da einlaufendes Wasser unmittelbar versickert					
2	0,8 m x 0,8 m im ((Sst))	nicht auswertbar, da einlaufendes Wasser unmittelbar versickert					
3	1,0 m x 0,8 m im ((Ust))	3600	22,0	13,0	104,0	130,0	ca. $5,9 \times 10^{-5}$
4	0,8 m x 0,8 m im ((Ust))	2700	18,5	5,0	42,7	66,7	ca. $3,1 \times 10^{-5}$

Das Ergebnis von Feldversuchen sollte gemäß DWA-A 138, Anhang B, Tabelle B.1, mit einem Korrekturfaktor von 2 multipliziert werden. Daraus ergibt sich für die Verwitterungszone des Grundgebirges im untersuchten Grundstücksbereich ein rechnerischer Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6,2 \times 10^{-5} \dots 1,2 \times 10^{-4}$ m/s. Der untersuchte Boden ist daher in Anlehnung an DIN 18130² als "durchlässig" bis "stark durchlässig" bis einzustufen.

² DIN 18130 wurde im November 2021 zurückgezogen und durch DIN EN ISO 17892-11 ersetzt. Letztere wurde im März 2021 aktualisiert und enthält - anders als die Vorgängernorm - keine Klassifizierung nach Durchlässigkeitsbereichen in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert mehr.

Unter Berücksichtigung möglicher Inhomogenitäten, d. h. unterschiedlicher Durchlässigkeiten der anstehenden Böden wird seitens der ingeo-consult GbR empfohlen, der Bemessung von Versickerungsanlagen vorsorglich nur einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ für die Verwitterungszone des Grundgebirges zu Grunde zu legen.

3. Grundwasser

Bei der Durchführung der Feldarbeiten am 14.12.2023 wurde bis zur Endteufe der Aufschlüsse kein Wasser angetroffen. Im Gegenteil zeichneten sich die Böden durch geringe Wassergehalte aus. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist erst in größeren Tiefen innerhalb klüftiger Formationen des Grundgebirges zu erwarten.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass etwa 100 m ostnordöstlich des Baufeldes der Gertebach als örtlicher Vorfluter entspringt. Das Gewässer liegt hier etwa 15...20 Höhenmeter tiefer als das betrachtete Grundstück.

Nach den Erfahrungen der ingeo-consult GbR können aber nach starken bzw. lang anhaltenden Niederschlägen lokale Stau- bzw. Schichtenwassereinflüsse nicht ausgeschlossen werden. Hierbei handelt es sich um versickernde Niederschläge, die mindestens kurzzeitig innerhalb der fein- bis gemischtkörnigen Verwitterungszone des Grundgebirges aufgestaut werden und dem Gefälle der Schichten folgend talwärts abfließen können. Für die Bauausführung und den Bauendzustand sind deshalb Sicherungsmaßnahmen gegen Stau- und Schichtenwasser vorzusehen (s. Abschnitt 4.3 und 5.1).

4. Geotechnische Beratung

4.1 Vordimensionierung einer Versickerungsanlagen

Es ist vorgesehen, sämtliche befestigten Dach-, Wege-, Platz- und Terrassenflächen jeder Doppelhaushälfte an jeweils eine im Gartenbereich anzuordnende Rigole anzuschließen. In den nachfolgenden Tabellen sind die jeweiligen befestigten Flächen für eine Doppelhaushälfte sowie die sich gem. DIN 1986-100, Tabelle 9, ergebenden abflusswirksamen Flächen zusammengestellt (s. nächste Seite):

Tab. 3: "Musterhaus: Befestigte/Abflusswirksame Flächen

Teilfläche	A_E	C_s	$A_{U,s}$	C_m	$A_{U,m}$
Dachflächen					
Wohnhaus	132,75 m ²	1,0	132,75 m ²	0,9	119,48 m ²
Garage	18,00 m ²	1,0	18,00 m ²	0,9	16,20 m ²
Wege-, Platz- u. Terrassenflächen					
Zufahrt/Zuwegung	24,50 m ²	0,2	4,90 m ²	0,1	2,45 m ²
Terrasse	18,75 m ²	0,9	16,88 m ²	0,7	13,13 m ²
Gesamtfläche	194,00 m²		172,53 m²		151,26 m²

C_s = Spitzenabflussbeiwert; C_m = Mittlerer Abflussbeiwert; A_E = Einzugsgebietsfläche; A_U = Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche

Für die Bemessung von Versickerungsanlagen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" (April 2005) ist für den Betrieb einer Versickerungsanlage sicherheitshalber eine Mindestdurchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s erforderlich. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickertraums, d. h. der Abstand zwischen UK Versickerungsanlage und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand bzw. einem Grundwassernichtleiter mindestens 1,0 m betragen. In Ausnahmefällen (bei unbedenklichen Niederschlagswasserabflüssen und geringer stofflicher Belastung) sind auch geringere Sickertraummächtigkeiten mindestens jedoch 0,5 m vertretbar.

Der Untergrund im Grundstücksbereich erfüllt die Anforderungen an die Durchlässigkeit (s. Abschnitt 2.5). Ebenso kann die erforderliche Sickertraummächtigkeit als gegeben vorausgesetzt werden (s. Abschnitt 3.).

Auf Grundlage der bisher durchgeführten Baugrunderkundungen wird für die Versickerung innerhalb der Verwitterungszone des Grundgebirges ein Bemessungswert der Untergrunddurchlässigkeit von $k_f = 1,0 \times 10^{-5}$ m/s zu Grunde gelegt (s. Abschnitt 2.5). Da die Versickerungsanlage unterhalb der bisherigen Prüfebene eingebunden werden muss, ist dieser Wert nach Freilegung der Rigolensohle unbedingt durch einen zusätzlichen Versickerungsversuch zu bestätigen. Andernfalls ist eine Neubemessung der Anlage durchzuführen (s. Abschnitt 6.).

Für die Bemessung der Versickerungsanlage wurden die ortsspezifischen Starkniederschlags-spenden (r_N) vom Deutschen Wetterdienst (KOSTRA-Atlas: Zeile 133, Spalte 107) in Abhängigkeit der Niederschlagsdauer (D) bei einer Wiederkehrzeit von 5 Jahren ($n = 0,2$ bzw. $T = 5$) angesetzt. Bei einem vorgegebenen Rigolenquerschnitt wird die Regendauer und Regenspende so lange variiert, bis sich die maximal erforderlichen Rigolenlänge ergibt. **Es erfolgt eine beispielhafte Vorbemessung für eine abflusswirksame Fläche von $A_{u,m} = 155 \text{ m}^2$** (vgl. Tabellen 3.).

Es wird eine Rohr-Rigole mit einer Sohlbreite von $b_R = 2,65 \text{ m}$, einer Breite in Höhe der Decke von $3,00 \text{ m}$ und einer nutzbaren Höhe (gemessen von der Rigolensohle bis zur Abdeckung) von $h = 0,80 \text{ m}$ mit einem an den Zulaufschacht anzuschließenden Sicker-/Verteilungsrohr DN 200 angesetzt. Der Berechnungsgang ist der Anlage 1/3 zu entnehmen.

Die maximal erforderliche Rigolenlänge ergab sich auf der Grundlage eines 5-jährigen Ereignisses bei einer Regendauer von $D = 6$ Stunden mit einem Zufluss von $Q_{zu} = 0,28 \text{ l/s}$ zu $L = 6,69 \text{ m}$, was einem erforderlichen Speichervolumen von $V = 4,67 \text{ m}^3$ entspricht.

Seitens der Ingeo-consult GbR wird empfohlen, für jedes Doppelhaus und deren angeschlossene Flächen eine **Rigole von 7,0 m Sohlänge** auszuführen. Die Gesamtaushubtiefe beträgt zur Gewährleistung eines frostsicheren Zulaufs und der erforderlichen Mindestüberdeckung ca. $1,6 \text{ m}$. Die sich ergebenden Lage der Versickerungsanlagen (einschl. Zulaufschacht) sind im Lageplan der Anlage 1/1 gekennzeichnet. Die Anlage 1/4 enthält unmaßstäbliche Systemschnitte (quer u. längs) durch eine Einzelanlage.

Als Trennschicht zwischen der Rigolenoberfläche (Sohle, Wände, Decke) und dem umgebenden Boden muss vollflächig ein filterstabiles Filtervlies mit folgenden Mindestspezifikationen (gem. DWA-M 511) angeordnet werden:

▪ Flächenbezogene Masse	ρ_A	\geq	400 g/m²
▪ Wirksame Öffnungsweite	O_{90}	$=$	ca. 0,065 mm
▪ Zugfestigkeit (gem. DIN EN ISO 10319)	T_{max}	\geq	6 kN/m
▪ Durchschlagfestigkeit (Lochdurchmesser im Kegelfallversuch gem. DIN EN ISO 13433)	D_C	\leq	40 mm
▪ Wasserdurchlässigkeit (in eingebautem Zustand (Berechnung aus V_{H50}))	$k_{geotextil}$	\geq	$1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Die Rigole sowie die Arbeitsräume des Zulaufschachtes sind mit einem durchlässigen Material mit möglichst großem Porenvolumen (z. B. Kies- oder Schotterfüllung, Körnung 8/16 mm, 11/22 mm oder 16/32 mm) zu verfüllen und nach Umschlagen des Geotextils mit bindigem Boden abzudecken.

Neben sämtlichen Rigolen muss jeweils ein Zulaufschacht (z. B. DN 1000) angeordnet werden, an den die Zulaufleitung anzuschließen ist. Die Zulaufschächte müssen jeweils mit einem Schlammfang oder alternativ mit einem geotextilen Filtersack ausgerüstet werden, um Schwebstoffe von der Rigole fernzuhalten und somit einer Verschlämmung des Filtermaterials sowie einer Kolmation von Sohle und Wandung vorzubeugen.

Weitere technische und konstruktive Hinweise zur Ausführung der Rigolenversickerung können dem Arbeitsblatt DWA-A 138 entnommen werden. Der Abschnitt 5. enthält ergänzende Hinweise für die Bauausführung.

5. Hinweise für die Bauausführung

Es wurde bereits erwähnt, dass in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer vorangegangener Niederschläge Stau- und Schichtwassereinflüsse eintreten (vgl. Abschnitt 3.). Die ingeo-consult GbR empfiehlt deshalb, während der Bauzeit eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe und Tauchpumpen) zur Ableitung des anfallenden Stau-, Schicht- und Oberflächenwassers vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Hierbei handelt es sich um eine Ergänzung zur obligatorischen Tagwasserhaltung und damit im Sinne der VOB/C um eine besondere Leistung.

Während der gesamten Bauzeit sind Tagwasserzutritte zur Baugrube durch geeignete Maßnahmen (s. Abschnitt 5.1) zwingend auszuschließen. **Insbesondere muss der Eintrag von Feinstbestandteilen unbedingt verhindert werden**, da hierdurch Kluffüllungen entstehen können, die zu einer irreversiblen Kolmation, d. h. einer mitunter tiefgründigen, nachhaltigen Abdichtung der Rigole (Wände u. insbesondere Sohle) führen.

Bei der Durchführung von Erdarbeiten ist zu beachten, dass die im Baufeld anstehenden, z. T. gemischtkörnigen Böden bei hohen Wassergehalten bewegungsempfindlich sind. Aus diesem Grund muss während der Erdarbeiten eine dynamische Beanspruchung des Baugrundes weitgehend verhindert werden. Da die Aushubebenen teilweise innerhalb verwitterten Festgesteins liegen, ist der Einsatz einer Grabenschaufel (Schaufel ohne Zähne) nicht zweckmäßig. Der Aushub kann daher auch mittels eines zahnbewehrten Löffels erfolgen.

Aufgrund der Ausprägung des entfestigten Festgesteins mit nach wie vor vorhandenen Trennflächen ist ein profilgerechter Aushub hier nicht immer möglich. Daher ist mit einem geologisch bedingten Mehrausbruch zu rechnen, der in Abhängigkeit vom Trennflächenabstand im Bereich der geplanten Aushubsohle im Mittel ca. 10...30 cm betragen kann.

Der Aushub der Rigole muss **zwingend rückschreitend** erfolgen. Dabei sind die Angaben und Hinweise der DIN 4124 "Baugruben und Gräben - Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbaue" zu berücksichtigen. Innerhalb der Lockergesteinsüberdeckung sollten die Böschungsneigungen maximal $b = 45^\circ$ betragen. Bei Böschungen innerhalb des Festgesteins sind bei günstigem Trennflächengefüge Böschungsneigungen bis $b = 80^\circ$ zulässig. Die Raumstellung der gefügeprägenden Trennflächen ist beim Aushub zu überprüfen. Ggf. sind die Felsböschungen abzuflachen. Beim Profilieren der Felsböschungen ist darauf zu achten, dass keine Gefügauflockerung auftritt. Hierzu ist das vorhandene Trennflächengefüge auszunutzen.

Die Baugrubensohle ist störungsfrei herzustellen und vollständig von bindigen Materialien (einschl. Nachfall) zu befreien. Die Baugrubenwandungen sind aufzurauen bzw. von "verschmierten Partien" zu befreien. Auch anschließend sind vermeidbare Einwirkungen auf die freigelegte Rigolensohle u. Wandungen (z. B. Befahren, Begehen) auszuschließen.

Vor dem vollständigen Aushub ist die angenommene Durchlässigkeit der etwa 1,6 m unter Geländeneiveau freizulegenden Rigolensohle (s. Abschnitt 4.4) auf einer Teilfläche durch einen zusätzlichen Versickerungsversuch zu bestätigen, da die bisherigen Versuche lediglich in ca. 0,9...1,3 m Tiefe ausgeführt wurden. Sofern eine geringere Untergrounddurchlässigkeit gemessen wird, muss die generelle Machbarkeit nochmals beurteilt und die Anlage neu bemessen werden.

Nach Fertigstellung der Baugrube muss der Einbau des filterstabilen Geotextils (Details: s. Abschnitt 4.1) erfolgen. Die einzelnen Bahnen sind mindestens 0,5 m zu überlappen oder alternativ zu vernähen.

Bei der Anordnung der Versickerungsanlage ist ein lichter Mindestabstand von der Grundstücksgrenze von 2,0 m einzuhalten. Weiterhin muss der Abstand von vorhandenen, unterkellerten Gebäuden mindestens 6 m betragen, sofern diese nicht gegen drückendes Wasser abgedichtet sind. Nach Einhaltung der Grenzabstände ist eine Gefährdung benachbarter baulicher Anlagen ausgeschlossen.

6. Schlussbemerkungen

Die "Musterhaus-Rigole" lässt sich im Bereich der Häuser 1.1 und 8.2 aus Platzgründen nicht herstellen, ohne einen Grenzabstand von 2,0 m zu verletzen. Die Realisierbarkeit Rigolen 8.1 sowie 9.1 u. 9.2 setzt voraus, dass bei den zugehörigen Wohnhäusern kein Kellergeschoss ausgebildet wird.

Um sicherzustellen, dass die Rigolensole innerhalb von Böden mit ausreichender Durchlässigkeit angeordnet wird bzw. eine ordnungsgemäße Herstellung erfolgt, sind eine Überwachung der Erdarbeiten, eine versuchstechnische Überprüfung der Sohldurchlässigkeit (vgl. Abschnitte 4.1 u. 5.) und eine Baugrubenabnahme durch die ingeo-consult GbR unabdingbar. Hierzu bitten um frühzeitige Benachrichtigung.

Abschließend wird nochmals deutlich gemacht, dass die Versickerungsanlage für ein 5-jährliches Ereignis ausgelegt ist (s. Abschnitt 4.1). Bei stärkeren Niederschlagsereignissen kann es demnach zum Überlauf der Rigolen kommen. Für diesen Fall wird die Genehmigungsbehörde möglicherweise einen Überflutungsnachweis fordern.

Sollten im Zuge der weiteren Planung Abweichungen von den diesem Bericht zu Grunde liegenden Annahmen erfolgen, bitten wir um Benachrichtigung, damit ggf. eine ergänzende geotechnische Beurteilung erfolgen kann.

ingeo-consult GbR

gez. Funke
(Dipl.-Ing.)



Weber
(Dipl.-Geol.)

Anlagen: 1/1 bis 1/4

Verteiler:

- Klosterholzer Immobilien & Bauträger GmbH, Herrn Magnus Stratmann,
Klosterholzstraße 54, 58285 Gevelsberg, 3 x



Lage und Nr. :

- der Rammkernsondierung (RKS)
- des Schurfes (Sch)
- Planung (ohne Gewähr)
- gepl. Rigole



ingeo-consult GbR
 Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
 Am Truxhof 1 Tel.: 0231/9678985 - 0
 44229 Dortmund Fax.: 0231/9678985 - 5

Klosterholzer Immobilien & Bauträger GmbH
 Errichtung von 18 Doppelhaushälften in
 Ennepetal, Rüggeberger Straße

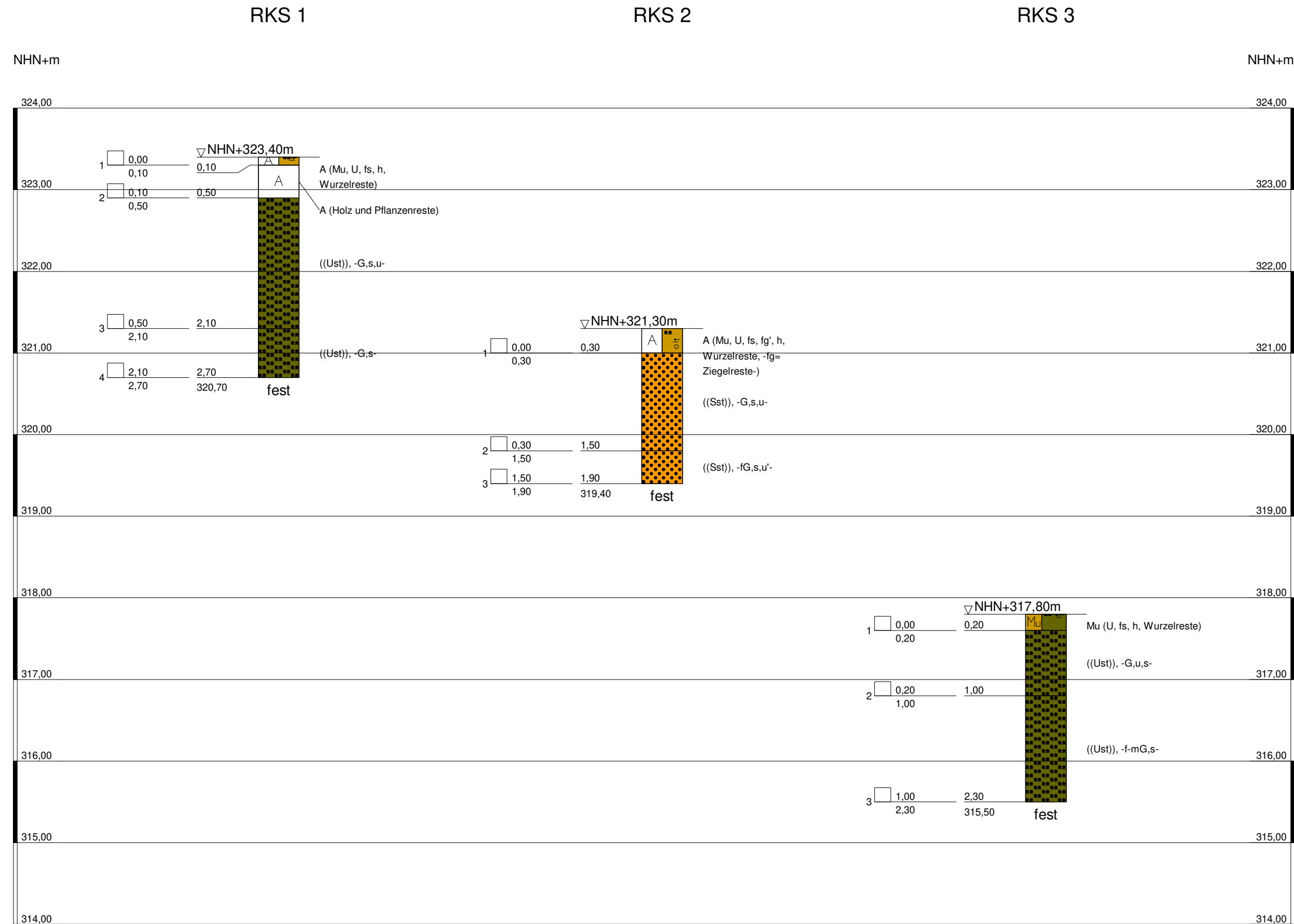
Proj.-Nr.:
 23/316

Lageplan, Maßstab 1 : 500

Anlage Nr.:
 1/1

Längenmaßstab	Höhenmaßstab	Datum	gezeichnet	Bearbeiter
----	----	02.02.2024	Rossel	Weber

Schnitt A - A



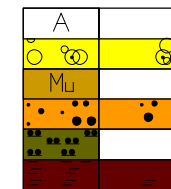
ZEICHENERKLÄRUNG (nach DIN 4023)

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

□ Bohrprobe (Glas 0.7l)

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G	g
Mutterboden		Mu	
Sand	sandig	S	s
Schluff		U	
Torf	humos	H	h



FELSARTEN

Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANTEILE

'	schwach (< 15 %)
-	stark (ca. 30-40 %)
"	sehr schwach; = sehr stark



ingeo-consult GbR
 Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
 Am Truxhof 1 44229 Dortmund
 Tel.: 0231/9678985-0 Fax.: 0231/9678985-5

Klosterholzer Immobilien & Bauträger GmbH	Proj.-Nr.:			
Errichtung von 18 Doppelhaushälften in Ennepetal, Rüggeberger Straße	23/316			
Schichtprofile und Ramdigramme Schnitt A - A	Anlage-Nr.:			
	1/2			
Längenmaßstab: -----	Höhenmaßstab: 1 : 50	Datum: 02.02.2024	Gezeichnet: Rossel	Bearbeiter: Weber

Hydraulische Bemessung einer Rohr-Rigolen- bzw. Rigolenversickerung

Das erforderliche Speichervolumen des Versickerungsbeckens wird unter Berücksichtigung eines Zuschlagsfaktors bestimmt:

$$V = [A_u \times 10^{-7} \times r_{D(n)} - (b_R + h/2) \times L \times k_f/2] \times D \times 60 \times f_z$$

$$L = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{1}{2} (b_R + b) \cdot h \cdot S_{RR} + (b_r + \frac{h}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}} \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

V	= Speichervolumen in m ³
A _E	= Einzugsgebietsfläche in m ²
ψ _m	= mittlerer Abflussbeiwert (dimensionslos)
A _u	= undurchlässige Fläche in m ²
b _R	= Sohlbreite der Rigole in m
b	= Breite der Rigole in Höhe UK Zulauf in m
h	= Nutzbare Höhe der Rigole (ab UK Zulauf) in m
S _{RR}	= Speicherkoeffizient des Füllmaterials in der Rigole (dimensionslos)
d _i bzw. d _a	= Innen- bzw. Außendurchmesser von Verteilerrohren (optional)
n _{Vr}	= Anzahl von Verteilerrohren (optional)
S _{RR}	= Gesamtspeicherkoeffizient der Rohrrigole (dimensionslos)
k _f	= Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone in m ²
r _{D(n)}	= maßgebende Regenspende in l/(s x ha)
D	= Dauer des Bemessungsregens
Q _s	= Versickerungsrate = A _s x k _{f, u}
f _z	= Zuschlagsfaktor gem. ATV-DVWK-A 117

Festlegung der angeschlossenen befestigten Fläche (A_u)

Teilfläche	A _E [m ²]	C _m [-]	A _u [m ²]
Dachfläche (Wohnhaus)	132,75	0,90	119,48
Dachfläche (Garage)	18,00	0,90	16,20
Zufahrt/Zuwegung	24,50	0,10	2,45
Terrasse	18,75	0,70	13,13
(zur Aufrundung)	3,74	1,00	3,74
Summe	197,74		155,00

Festlegung des Bemessungswerts für die mittlere Durchlässigkeit (k_f)

$k_f =$ 1,00E-05 m/s

Festlegung des Rigolenquerschnitts (b_R, h)

$b_R =$ 2,65 m
 $b =$ 3,00 m
 $h =$ 0,80 m

Festlegung des Speicherkoeffizienten der Rigole (S_R, S_{RR})

$S_R =$ 0,300
 $d_i =$ 0,200 m
 $d_a =$ 0,206 m
 $n_{Vr} =$ 1 St.

$V_{Rigole} = \frac{1}{2} \times (b_R + b) \times h =$ 2,260 m³/m

$V_{Rohr,brutto} = d_a^2/4 \times \pi \times n_{Vr} =$ 0,033 m³/m

$V_{Rohr,netto} = d_i^2/4 \times \pi \times n_{Vr} =$ 0,031 m³/m

$V_{Porenspeicher} = (V_{Rigole} - V_{Rohr,brutto}) \times S_R =$ 0,668 m³/m

$S_{RR} = (V_{Rohr,netto} + V_{Porenspeicher})/V_{Rigole} =$ 0,309 [-]

Bestimmung der erforderlichen Rigolenlänge (L) und des Speichervolumens (V)

Die Versickerungsrigole soll für eine Häufigkeit von $n =$ 0,2 /a bemessen werden. Dies entspricht einer Wiederkehrzeit von 5 Jahren.

Die Bemessung erfolgt gem. DWA-A 138, Abschnitt A2.4.

Um das Risikomaß einer Unterbemessung gering zu halten, wird gem. ATV-DVWK-A 117 folgender Zuschlagfaktor f_z angesetzt:

1,2

Für die schrittweise Berechnung des Speichervolumens V wird die örtliche Regenspende gem. der Regenreihe für das Rasterfeld Spalte 133/Zeile 107 (Ennepetal) gem. KOSTRA-DWD berücksichtigt.

D	$r_{N,5}$	L
5,0 min	313,3 l/(s x ha)	2,48 m
10,0 min	201,7 l/(s x ha)	3,17 m
15,0 min	154,4 l/(s x ha)	3,62 m
20,0 min	127,5 l/(s x ha)	3,95 m
30,0 min	97,2 l/(s x ha)	4,45 m
45,0 min	74,1 l/(s x ha)	4,98 m
60,0 min	61,1 l/(s x ha)	5,35 m
90,0 min	46,5 l/(s x ha)	5,86 m
2,0 h	38,3 l/(s x ha)	6,18 m
3,0 h	29,2 l/(s x ha)	6,55 m
4,0 h	24,0 l/(s x ha)	6,68 m
6,0 h	18,2 l/(s x ha)	6,69 m
9,0 h	13,9 l/(s x ha)	6,49 m
12,0 h	11,4 l/(s x ha)	6,15 m
18,0 h	2,8 l/(s x ha)	1,79 m
24,0 h	2,4 l/(s x ha)	1,69 m
48,0 h	2,1 l/(s x ha)	1,75 m
72,0 h	1,9 l/(s x ha)	1,68 m

D - Regendauer einschl. Unterbrechungen

r_N - Regenspende

V - Speichervolumen der Rigole

Es ergibt sich eine Zuflussrate von:

q = 0,28 l/s

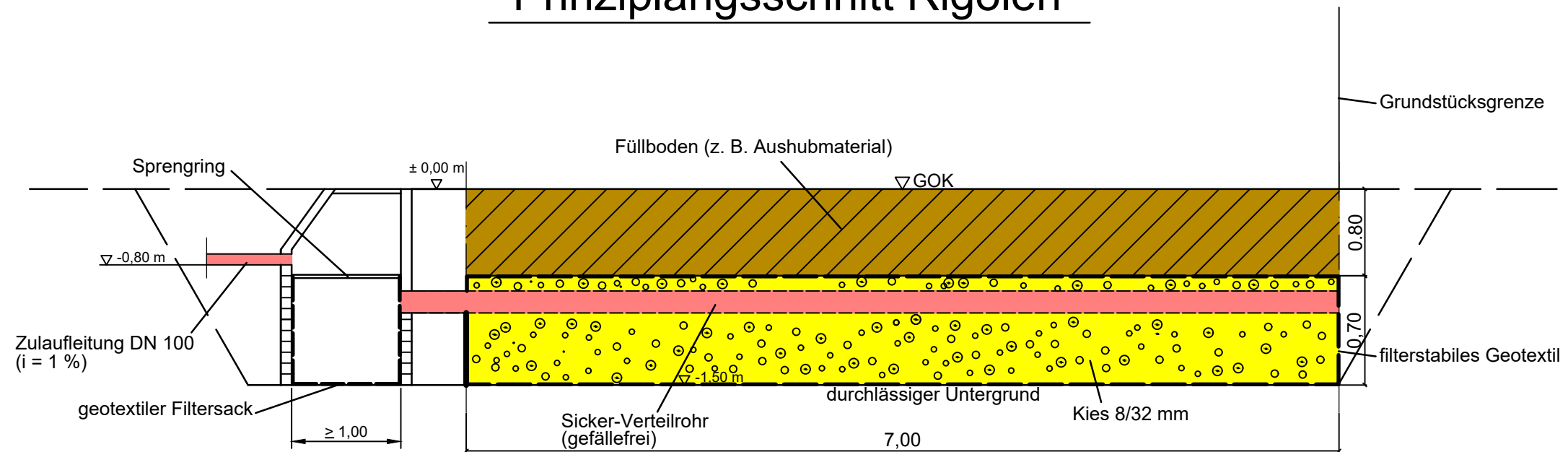
Die erforderliche Rigolenlänge beträgt somit:

L = 6,69 m

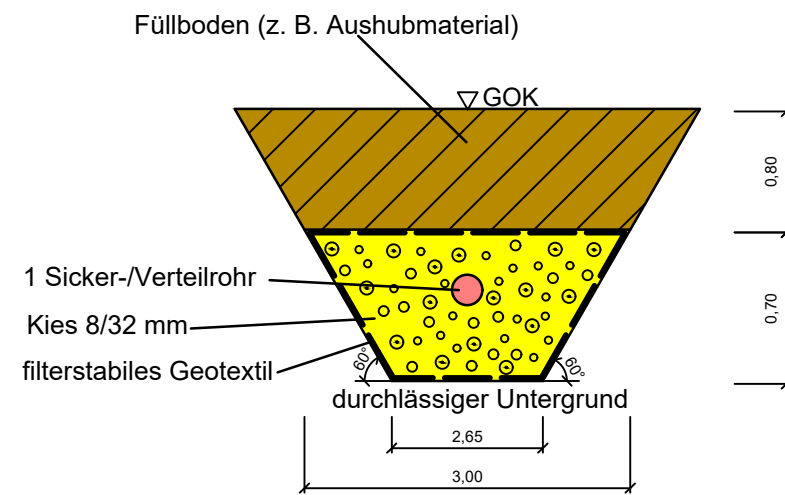
Daraus resultiert ein erforderliches Speichervolumen von

V = 4,67 m³

Prinziplängsschnitt Rigolen



Prinzipquerschnitt Rigolen



 ingeo-consult GbR Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Am Truxhof 1 Tel.: 0231/9678985 - 0 44229 Dortmund Fax.: 0231/9678985 - 5		Proj.-Nr.:		
Klosterholzer Immobilien & Bauträger GmbH Errichtung von 18 Doppelhaushälften in Ennepetal, Rüggeberger Straße		23/316		
Prinziplängsschnitt Rigolen		Anlage Nr.:		
		1/4		
Längenmaßstab	Höhenmaßstab	Datum	gezeichnet	Bearbeiter
----	---	05.02.2024	Rossel	Weber