PLANUNGSBÜRO HEINR.WILTSCHUT
BAUGRUND ▪ GEOTECHNIK ▪ HYDROGEOLOGIE

Hermann-Korb-Str. 21 • 32676 Lügde

Hydrogeologische Beurteilung zur Niederschlagsversickerung in Brakel Bohenkamp

Auftraggeber:
Lebenshilfe-Brakel

Geotechnisches Büro
Heinrich Wiltschut
Dipl.-Geograph
Hermann-Korb-Str. 21
32676 Lügde

Telefon 05283 94417
Fax 03222 244 496 7
Mobil 0170 834 95 45
email wiltschut@t-online.de
www.wiltschut.de

03.07.2020

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung 3
1 Einleitung – Aufgabenstellung 4
2 Kartenanalyse: Gelände und Geologische Situation 5
3 Boden- und Standortuntersuchungen 6
4 Bodenschichten - Bodenart 7
5 Durchlässigkeit des Bodens 8
6 Grundwasser 9
7 Nachbarschaftliche Belange / Vernässung 10
8 Beschaffenheit des Niederschlagswassers 10
9 Zusammenfassung und Entwässerungskonzept 11
10 Schlussbemerkung 12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Übersicht Stadt Brakel 4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Auswertung Geologische Karte 5
Tabelle 2 : Volumen Versickerungsanlage 11

Anlagenverzeichnis

Anhang 1 : Luftbild mit Einzeichnungen (schematisch) 13
Anhang 2 : Berechnung Durchlässigkeit k_f-Wert 14
Anhang 3 : Berechnung Anlagevolumen 15
Anhang 4 : Skizzen offener Rigolen 16

Kurzzusammenfassung

(ersetzt nicht das Gutachten)

Lage:	Brakel, Bohenkamp 19 Gemarkung Brakel Flur 52; Flurstück 101
Projekt:	Planung einer Bebauung hier: dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung
Baugrund:	1. Mutterboden, schluffig-humos bis ca. 0,3 m unter Geländeoberkante (uGOK) 2. Unterboden: bis ca. 3,0 m uGOK; Schluff braun ab 3,0 m uGOK Ton / Mergelsteingrus
Wasserbedingungen:	Grundwasser im Bereich des Siechenbachs bei 0,75 m uGOK übrige Bereich kein Grundwasser, jedoch abschnittweise stark feucht

Niederschlagsversickerung:	Anschlussfläche:	1000 m²
	abflusswirksam:	1000 m²
	Kiesrigole, offen:	
	Breite:	3,0 m
	Länge:	≈24 m
	Tiefe (Höhe):	1,5 m
	Rückhaltevolumen:	≈33 m³
	Anlagenvolumen:	107 m³

1 Einleitung – Aufgabenstellung

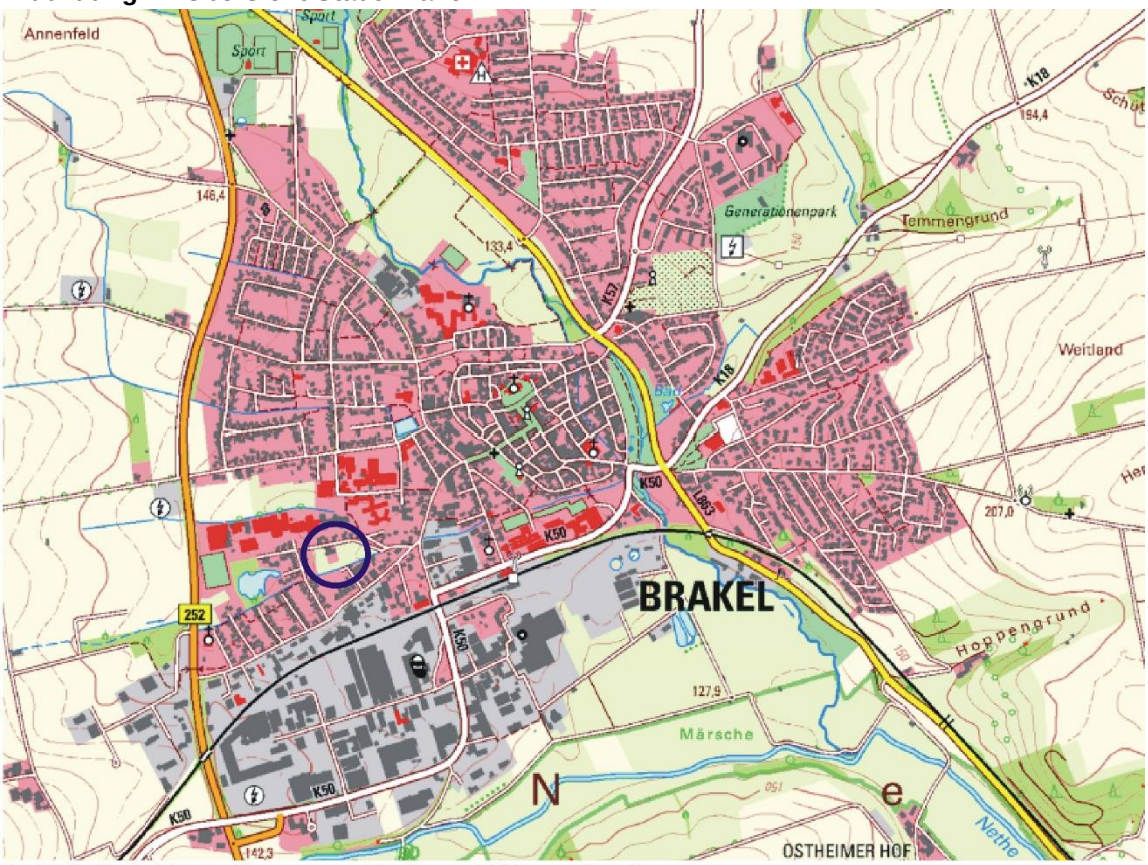
Die Lebenshilfe Brakel gGmbH, Brakel beplant dortselbst das Grundstück Nr. 19 am Bohenkamp. Auf dem unten abgebildeten Kartenausschnitt ist der Standort schematisch mit einem Kreis markiert. Die Grundstücksdaten sind:

Gemeinde:	Brakel
Gemarkung:	Brakel
Flur | Flurstück:	24 | 101

Das anfallende Niederschlagswasser der Dach-, Hof- und Wegeflächen soll dezentral über eine Versickerungseinrichtung beseitigt werden. Mit der Standortuntersuchung beauftragte die Bauherrschaft das Geotechnische Büro Wiltschut. Im Zuge der Planung sind rechtliche und technische Rahmenbedingungen zu beachten.

Die entsprechenden Vorgaben / Empfehlungen wurden entnommen dem Arbeitsblatt A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall DWA-A 138[1].

Abbildung 1 : Übersicht Stadt Brakel



Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW; www.tim-online.nrw.de

[1] DWA-Regelwerk; DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Hennef 2005

2 Kartenanalyse: Gelände und Geologische Situation

Um eine allgemeine Einschätzung der Untergrundbedingungen im Geländeabschnitt des zu beurteilenden Grundstücks zu erhalten, wurden Fachkarten ausgewertet. – Die Karten zeigen Brakel in einem weiten Tal einer aus Kalk- und Tonsteinen sich aufbauenden Schicht aus der Muschelkalkzeit. Auf die vorwiegend kalkigen Gesteine wurde in der letzten Kaltzeit Löß aufgeweht.

In der nachstehenden Tabelle 1 sind Beschaffenheit und Eigenschaften der Böden und Gesteinsschichten zusammengefasst. Entnommen wurden die Daten der Bodenkarte L 4320 Bad Driburg 1:50000, Krefeld 1979; Geologischen Karte Paderborn C4318 1:100000, Krefeld 1985.

Tabelle 1 : Auswertung Geologische Karte

Symbol Schichten-bezeichnung	Beschaffenheit der Boden- und Gesteinsschicht	hydrologische Merkmale
Bodenkarte		
Parabraunerde aus Löß	schluffiger Lehmboden Mächtigkeit: 10 bis 20 dm darunter festes Gestein	mittlere Durchlässigkeit
Geologische Karte		
Lö Löß ---------- Mu Unterer Muschelkalk (Wellenkalk)	Schluff, feinsandig, gelb-braun über grauen Kalksteinen	gute Kluftrdurchlässigkeit

3 Boden- und Standortuntersuchungen

Wie die Auswertung der Geologischen Fachkarten zeigt, besteht der Boden im Bereich von Brakel aus einem Lehm mittlerer Durchlässigkeit. Unter dem Lehm stehen mit großer Wahrscheinlichkeit kalkige Gesteine an. Möglich ist jedoch auch Tongestein. Kalkstein ist allgemein stark durchlässig. Tonstein ist wenig durchlässig.

Zur Konkretisierung der Standortbedingungen wurden Bohr- und Sondierarbeiten auf dem Grundstück am Bohenkamp durchgeführt.

Bisherige Nutzung: Bis auf ein früheres Hofgebäude mit Garten, ist die überwiegende Fläche mit Gras bewachsen und wird zeitweise als Wiese genutzt.

Für die Beurteilung der Versickerungsbedingungen wurden die örtlichen Bedingungen

- Bodenschichten - Bodenart
- Durchlässigkeit des Bodens
- Grundwasserverhältnisse
- Beschaffenheit des Niederschlagswassers / Bodenbeschaffenheit
- Nachbarschaftliche Belange

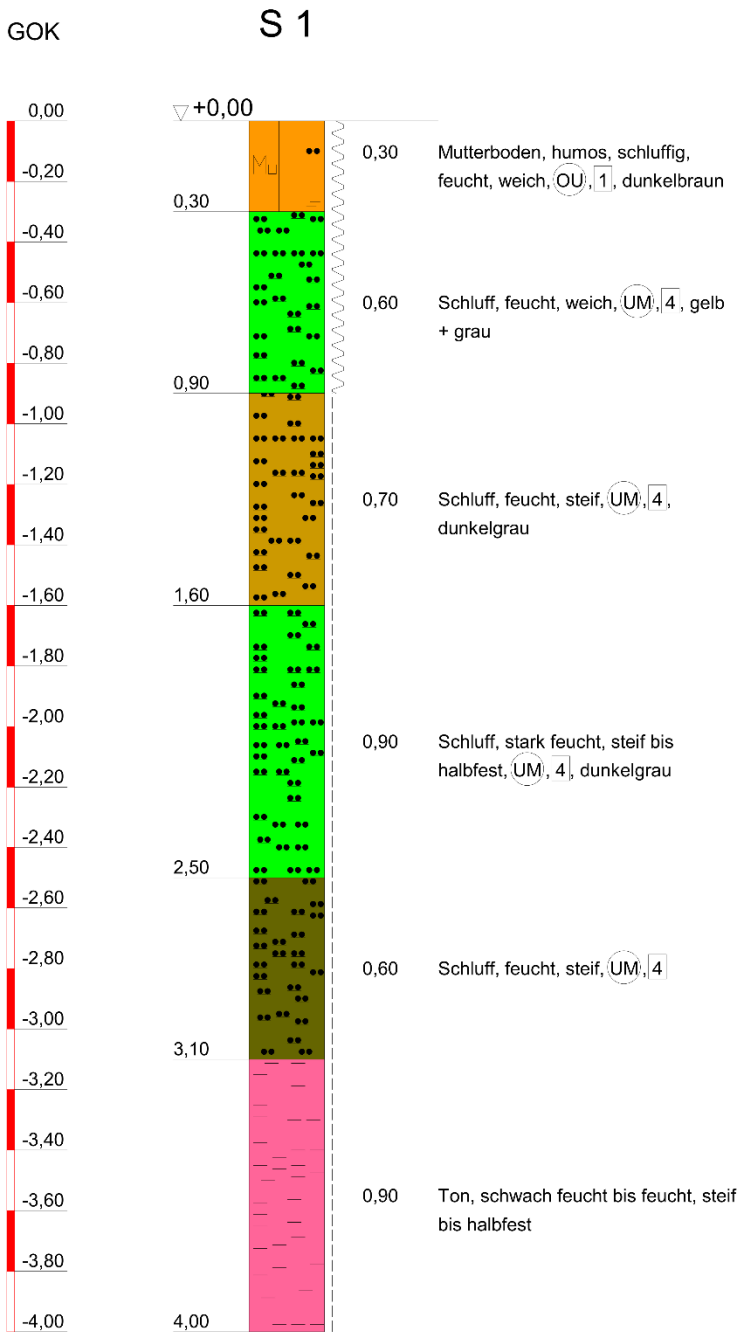
erfasst und mit den Vorgaben / Empfehlungen der DWA-A 138 verglichen. Abschließend wurden auf den ermittelten Geländedaten Berechnungen zur Dimensionierung möglicher Versickerungsanlagen durchgeführt.

4 Bodenschichten - Bodenart

Die in dieser Arbeit beschriebenen Geländearbeiten fanden im Rahmen einer Baugrunduntersuchung zur Beurteilung der Gründungsvoraussetzungen geplanter Gebäude statt.

Das nachfolgende Bodenprofil entspricht dem typischen Bodenaufbau des Grundstücks am Bohenkamp: **schluffiger Lößlehm**

Grundwasser wurde nur in den nahen Bereichen zum *Siechenbach* hin beobachtet. In den übrigen Bereichen wurde bis in 4-m-Tiefe kein Grundwasser angetroffen. Witterungsabhängig wird jedoch versickerndes Niederschlagswasser angetroffen. Auf dem unten abgebildeten Profil sind die darauf hinweisenden, feuchteren Schichten erkennbar.



5 Durchlässigkeit des Bodens

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f-Wert) wurden 17.04.2019 auf dem Grundstück am Bohenkamp zwei „Versickerungstests im Bohrloch“ durchgeführt. Siehe hierzu die Einzeichnung im Lageplan im Anhang 1.

Die k_f-Berechnungen (siehe Anhang 2) ergeben sich aus den Messungen der Durchlässigkeit während der Versickerungstests. Eine Gegenüberstellung der DWA-k_f-Werte mit dem vor Ort gemessenen k_f-Wert ergibt:

Brakel, Wiesengrundstück am Bohenkamp			
Testpunkt 1 / Messwert 1	=	$1{,}4*10^{-6}$ m/s	≈ 0,12 m / Tag
Testpunkt 2 / Messwert 2	=	$4{,}6*10^{-6}$ m/s	≈ 0,4 m / Tag
minimaler DWA-Wert	=	$1*10^{-6}$ m/s	≈ 0,09 m / Tag
maximaler DWA-Wert	=	$1*10^{-3}$ m/s	≈ 90 m / Tag

Zwischenergebnis:

Die Durchlässigkeit des Bodens liegt im Bereich der DWA-Werte.

Für Anlagenberechnungen kann lt.DWA-A138 Tabelle B.1, S.57 bei Geländetests ein Korrekturfaktor von „2“ berücksichtigt werden. Entsprechend verdoppelt sich damit der k_f-Wert auf

M1 = $3*10^{-6}$ m/s (aufgerundet)

M2 = $1*10^{-5}$ m/s (aufgerundet).

6 Grundwasser

Für eine Versickerungsanlage sollten folgende Abstände zum Grundwasser beachtet werden:

	Sohlabstand	Flurabstand
Flächenversickerung	> 1,0 m	> 1,5 m
Versickerungsmulde	> 0,5 m	> 1,5 m
Rigolenversickerung	> 1,0 m	> 2,0 m

Im Bohrloch „Testpunkt 1“ wurde Grundwasser in einer Tiefe von 0,75 m unter Gelände beobachtet.
Im Bohrloch „Testpunkt 2“ wurde bis in eine Tiefe von 3 m kein Grundwasser angetroffen.

Zwischenergebnis:
Die Mindestabstände zum Grundwasser werden im Auenbereich des angrenzenden *Siechenbachs* nicht eingehalten.
In den Bohrlöchern der etwa höher gelegenen Grundstücksbereiche -etwa 2 m über der Aue-, wurde bis 3 m unter Gelände kein Grundwasser beobachtet. Damit werden die Mindestabstände zum Grundwasser in diesen Geländeabschnitten eingehalten.

7 Nachbarschaftliche Belange / Vernässung

Vorgabe: Aus Versickerungsanlagen übertretendes Wasser darf nicht auf Nachbargrundstücke fließen.

Das Baugrundstück ist eben bis flach reliefiert bei einer insgesamt leichten Neigung zum angrenzenden *Siechenbach* hin.

Das Grundstück ist insgesamt ausreichend groß um zu gewährleisten, dass bei einem Überlaufen der Versickerungsanlage das Wasser auf dem Grundstück verbleibt. Gleichwohl wird empfohlen, zur Straße „Bohenkamp“ hin das Grundstück so zu gestalten, dass kein Wasser nach dort übertreten kann.

8 Beschaffenheit des Niederschlagswassers

Das beplante Grundstück liegt in einem Wohngebiet.

Laut DWA-A 138 ist das Niederschlagswasser dieser Bereiche als "unbedenklich" einzustufen.

Für unbedenkliches Niederschlagswasser gibt es keine Einschränkungen in der Wahl der Versickerungsanlagen bzw. Versickerungstypen.

9 Zusammenfassung und Entwässerungskonzept

Wie die oben vorgenommene Gegenüberstellung der Geländebedingungen mit den Vorgaben / Empfehlungen des DWA-Regelwerks zeigt, ist eine Beseitigung des anfallenden, „unbelasteten“ Niederschlagswassers durch Versickerung möglich. Jedoch nur in den Grundstücksbereichen oberhalb der ebenen Randbereiche, d.h. engerer Auenbereich des *Siechenbachs.*

Nach gutachterlicher Ansicht sind für die Beseitigung des Dachflächenwassers sowohl ober- als auch unterirdische Systeme geeignet. Empfohlen wird eine nach oben offene Rigole.

Anmerkung zur Berechnung der Rigole:

a) Da die Rigole in unterschiedlichen Bodenschichten zu liegen kommt, wurde das Retentionsvolumen der Anlage mit einen Zuschlag von 0,1 berechnet.

b) Der Berechnungsansatz basiert auf DWA-138 S.46. Entsprechend den ebenda Hinweisen zur „Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit per Geländetest“ wurde laut Tabelle B.1, S.57 ein Korrekturfaktor von „2“ berücksichtigt. Somit gilt für die Anlagenberechnung eine Verdoppelung des im Gelände ermittelten k_f-Wertes von $4{,}6*10^{-6}$ m/s auf $1*10^{-5}$ m/s (aufgerundet)

Da konkrete Bebauungspläne und somit Anschlussflächen noch nicht vorliegen, wurde die Berechnung eines Rückhaltevolumen für eine Anschlussfläche von 1000 m² durchgeführt. Die Breiten und Tiefenmaße wurden frei gewählt und können verändert werden. Bis auf kleine Schwankungen bleibt jedoch das Rückhaltevolumen konstant. (vgl. Tabelle 2 und Berechnungsbogen im Anhang 2)

Tabelle 2 : Volumen Versickerungsanlage

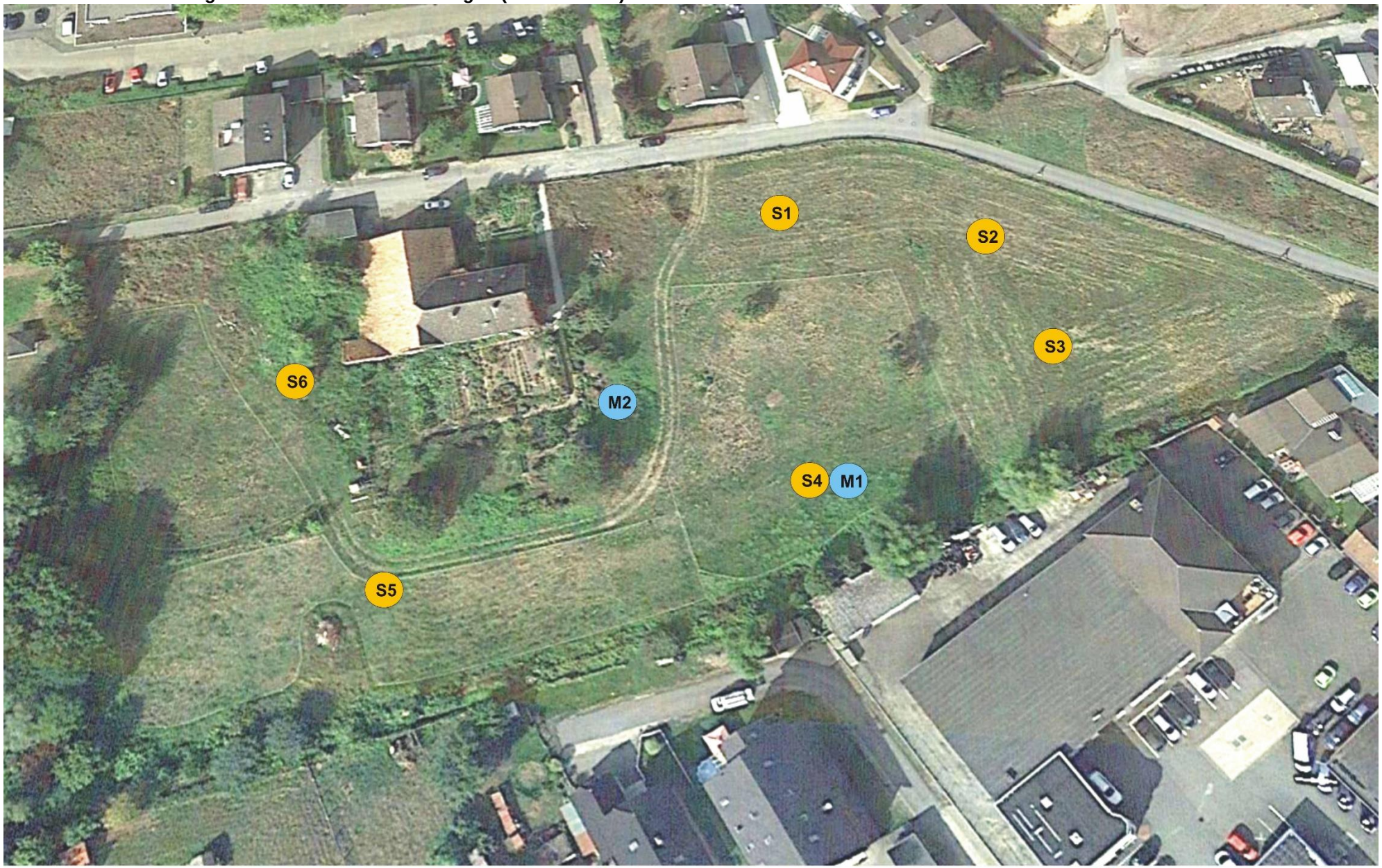
Versickerungstyp	Anschlussflächen	Rückhalte-volumen	Anlagenmaße (m)
Rigole (Kiesfüllung) mit Rohr	1000 m² abflusswirksam: 1000 m²	≈32,2 m³	Länge: 23,8 Breite: 3,0 Tiefe: 1,5 Volumen: 107 m³

10 Schlussbemerkung

Die in dieser Arbeit getroffenen Aussagen beruhen auf Ergebnisse, die bei Versickerungstests an zwei Stelle gewonnen wurden. Es kann bei punktuellen Untersuchungen nicht ausgeschlossen werden, dass sich im Zuge der Erdarbeiten Abweichungen von den ermittelten Boden- und Wasserverhältnissen ergeben.

Es empfiehlt sich daher eine fachliche Begleitung der Erdarbeiten bei ständigem Vergleich mit den in dieser Arbeit gemachten Angaben. Bei Abweichungen sollte umgehend der Unterzeichner informiert werden.

Anhang 1 : Luftbild mit Einzeichnungen (schematisch)



Quelle: GoogleEarth

Rammkernbohrung + Rammsondierung **Versickerungstest**

Anhang 2 : Berechnung Durchlässigkeit k_f-Wert

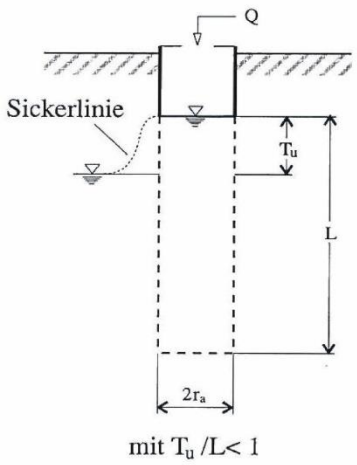
Projekt: Brake, Bohenkamp

Sondierpunkt: 1/2

Datum: 17.04.2019

Bearbeiter: HW

Geländedaten



75	min		Meßdauer
0,12	m		Durchmesser Bohrloch
1,00	m	h_1	Messwerte
0,80	m	n_2	
1,00	m		L

Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte:

Radius-Bohrloch r_a	0,060	m
r^2	0,0036	m²
Versickerungszeit sec **Δt**	4500	s
L	1,000	m
L^2	1,000	m²
T_u	0,20	m
T_u^2	0,04	m²
ln L/r_a	2,81	
ln h1/h2	0,22	
T_u / L	0,2	

instationär

$$k_f = \frac{r_a^2}{2 \cdot L \cdot \Delta t \cdot (T_u / L - T_u^2 / 2 \cdot L^2)} \cdot \ln \frac{L}{r_a} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

nach HEITFELD (1998)

k_f-Wert:

1,4	* 10^{-6}	m/sec.
1,4	* 10^{-4}	cm/sec.
1		cm/Stunde
0,12		m/Tag

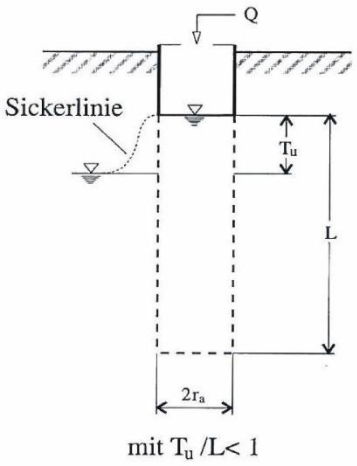
Projekt: Brake, Bohenkamp

Sondierpunkt: 2/2 a

Datum: 17.04.2019

Bearbeiter: HW

Geländedaten



40	min		Meßdauer
0,12	m		Durchmesser Bohrloch
1,00	m	h_1	Messwerte
0,40	m	n_2	
1,00	m		L

Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte:

Radius-Bohrloch r_a	0,060	m
r^2	0,0036	m²
Versickerungszeit sec **Δt**	2400	s
L	1,000	m
L^2	1,000	m²
T_u	0,60	m
T_u^2	0,36	m²
ln L/r_a	2,81	
ln h1/h2	0,92	
T_u / L	0,6	

instationär

$$k_f = \frac{r_a^2}{2 \cdot L \cdot \Delta t \cdot (T_u / L - T_u^2 / 2 \cdot L^2)} \cdot \ln \frac{L}{r_a} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

nach HEITFELD (1998)

k_f-Wert:

4,6	* 10^{-6}	m/sec.
4,6	* 10^{-4}	cm/sec.
2		cm/Stunde
0,40		m/Tag

Anhang 3 : Berechnung Anlagevolumen

Rohr-Rigolenanlage

Kies

Teilfläche	Haus / Gebäude		1.000,0 m²
Abflußbeiwert:		1,00	
Teilfläche	Zufahrt u. Wege		0,0 m²
Abflußbeiwert:		1,00	
Teilfläche			0,0 m²
Abflußbeiwert:		0,00	
Teilfläche			0,0 m²
Abflußbeiwert:		0,00	

Anschlußflächen Gesamt		**1.000 m²**
Mittlerer Ablußbeiwert	**1,00**	
Angeschlossene Flächen abflußwirksam		**1.000 m²**
Überlauf:		0 m²
Angeschlossene Flächen A_{red}:		**1.000 m²**
Durchlässigkeitsbeiwert in m/s (k_f-Wert)	1	x 10^{-5}
Speichervolumen Kies s		0,3
Rohr-Innendurchmesser d		0,10 m
Rohr-Außendurchmesser D		0,12 m

Berechnung unter Verwendung der örtlichen Regenspendenlinien:

Sohlbreite b	3,00	m
Höhe h	1,50	m
Länge L	23,8	m
Rigolenvolumen	**107,0**	**m³**
Speichervolumen	**32,2**	**m³**
Speicherkoeffizient s	0,301	

Maximum

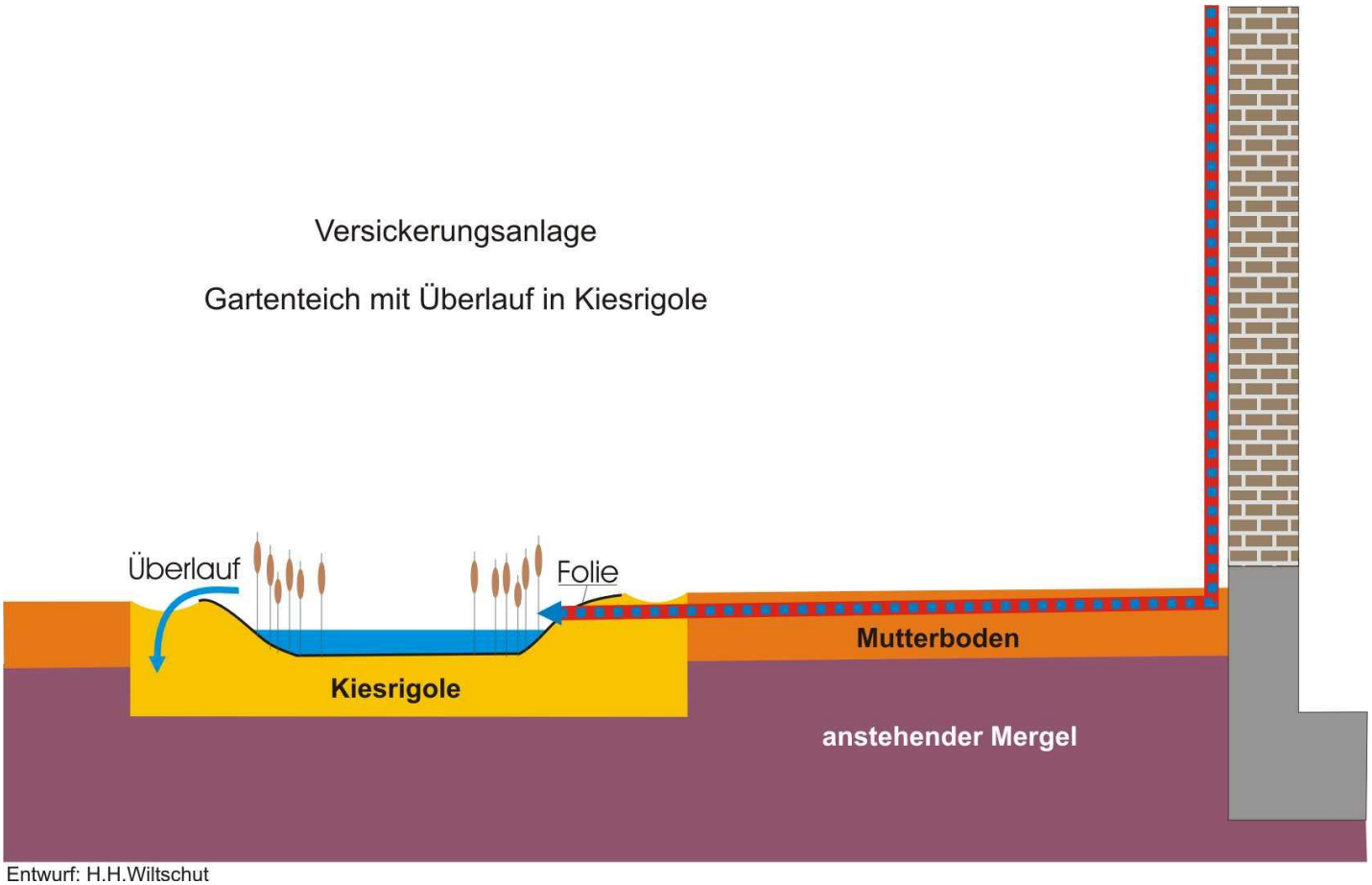
Regenspendenlinie:

I (min)	$r_{T;0,2}$ l/sec*ha	L (m)	L (m) Zuschlag: 0,1	
5	324,6	**7,2**	7,9	
10	209,4	**9,2**	10,1	
15	162,1	**10,6**	11,7	
20	135,3	**11,8**	13,0	
30	104,9	**13,6**	15,0	
45	81,4	**15,6**	17,2	
60	68,0	**17,2**	18,9	
90	50,0	**18,5**	20,4	
120	40,2	**19,4**	21,4	
180	29,6	**20,5**	22,6	
240	23,8	**21,1**	23,2	
360	17,6	**21,6**	23,8	MAX
540	12,9	**21,3**	23,4	
720	10,4	**20,8**	22,8	
1080	7,5	**18,9**	20,8	
1440	6,0	**17,4**	19,2	
2880	3,7	**13,9**	15,3	

Berechnungsformel für die Rigolenlänge "L"

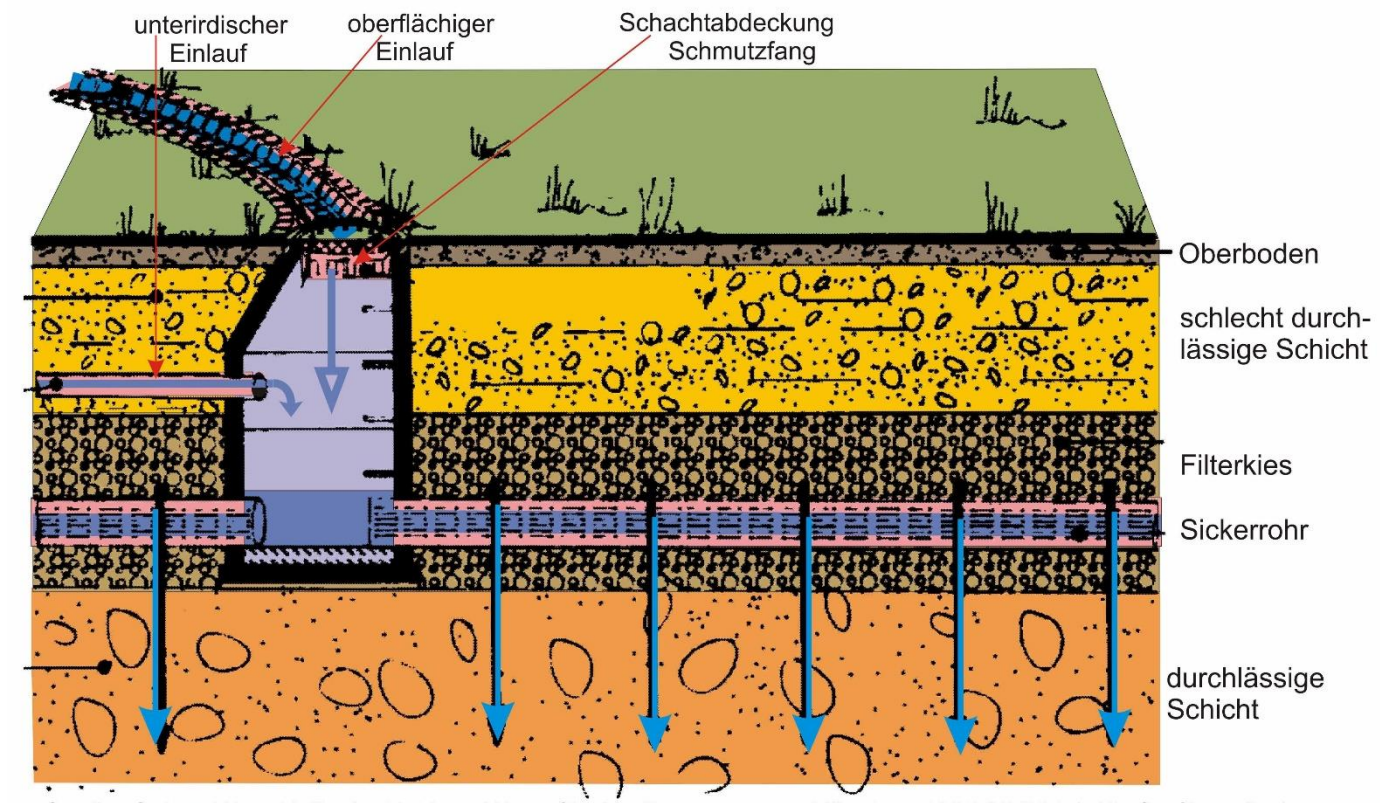
$$L = A_{red} * 10^{-7} * r_{T(n)} * T * 60 / [b * h * s + (b + h/2) * T * 60 * k_f/2]$$

Anhang 4 : Skizzen offener Rigolen



Entwurf: H.H.Wiltschut

Rohrversickerung (Schnitt)



Quelle: Geiger W. u. H. Dreiseitl: Neue Wege für das Regenwasser. München 1995:95 Bild 4-12; Grafik verändert