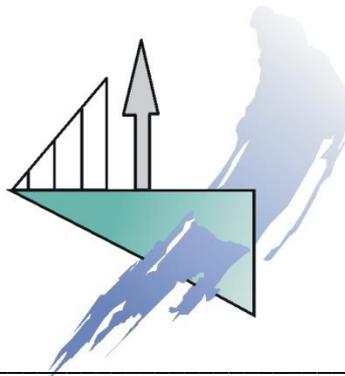


RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Bericht/Dokumentation

zur

Prüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
für nicht schädlich verunreinigtes Niederschlagswasser
im Bereich zweier geplanter Betriebserweiterungsflächen
an der Möhnestraße in Brilon



Auftraggeber:

Paul Witteler GmbH & Co. KG

Möhnestraße 54

59929 Brilon

Projektnummer: 06-6204

Datum: 09.06.2023

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47
49661 Cloppenburg

Tel. 04471 – 94 75 70
Fax 04471 - 94 75 80

Info@RPGeolabor.de
www.RPGeolabor.de

© 2023 RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Das Werk darf nur vollständig und unverändert vervielfältigt werden und nur zu dem Zweck, der unserer Beauftragung mit der Erstellung des Werkes zugrunde liegt. Die Vervielfältigung zu anderen Zwecken oder eine auszugsweise oder veränderte Wiedergabe oder eine Veröffentlichung bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Eine Weitergabe des Berichtes und/oder der Daten ist ohne ausdrückliche Erlaubnis der RP Geolabor und Umweltservice GmbH nicht zulässig.

Sofern dem Auftraggeber der Bericht auch im pdf-Format zur Verfügung gestellt wird, ist diese EDV-Version nur in Verbindung mit einer originalunterschriebenen Druckversion in Papierform gültig.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 LAGE DES STANDORTES.....	2
3 LOKALE GEOLOGISCHE STANDORTVERHÄLTNISSE	3
4 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG UND ERGEBNISSE	3
5 BEURTEILUNG DES ANSTEHENDEN UNTERGRUNDES HINSICHTLICH DER VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLÄGEN.....	6
6 VERWENDETE MATERIALIEN	8
ANHANGSVERZEICHNIS	8

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Die Paul Witteler GmbH & Co. KG, Möhnestraße 54, 59929 Brilon, beauftragte die RP Geolabor und Umweltservice GmbH, Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg, mit der Durchführung einer Versickerungsprüfung im Bereich zweier geplanter Betriebserweiterungsflächen östlich bzw. westlich der Möhnestraße (B480) in Brilon. Die Beauftragung erfolgte auf Basis des Leistungs- und Honorarvorschlages Nr. 255038 vom 03.05.2023.

Ziel der Untersuchungen ist die orientierende Prüfung der ab ca. 2,0 m u. GOK anstehenden Kalksteinschichten hinsichtlich ihrer Durchlässigkeitseigenschaften für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser. Grundlage für die Prüfung sind die Anforderungen gemäß Arbeitsblatt DWA-A138 in der geltenden Fassung.

Die Planungsgrundlagen (Grundrisse der beiden Erweiterungsflächen) wurden den Unterzeichnern durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

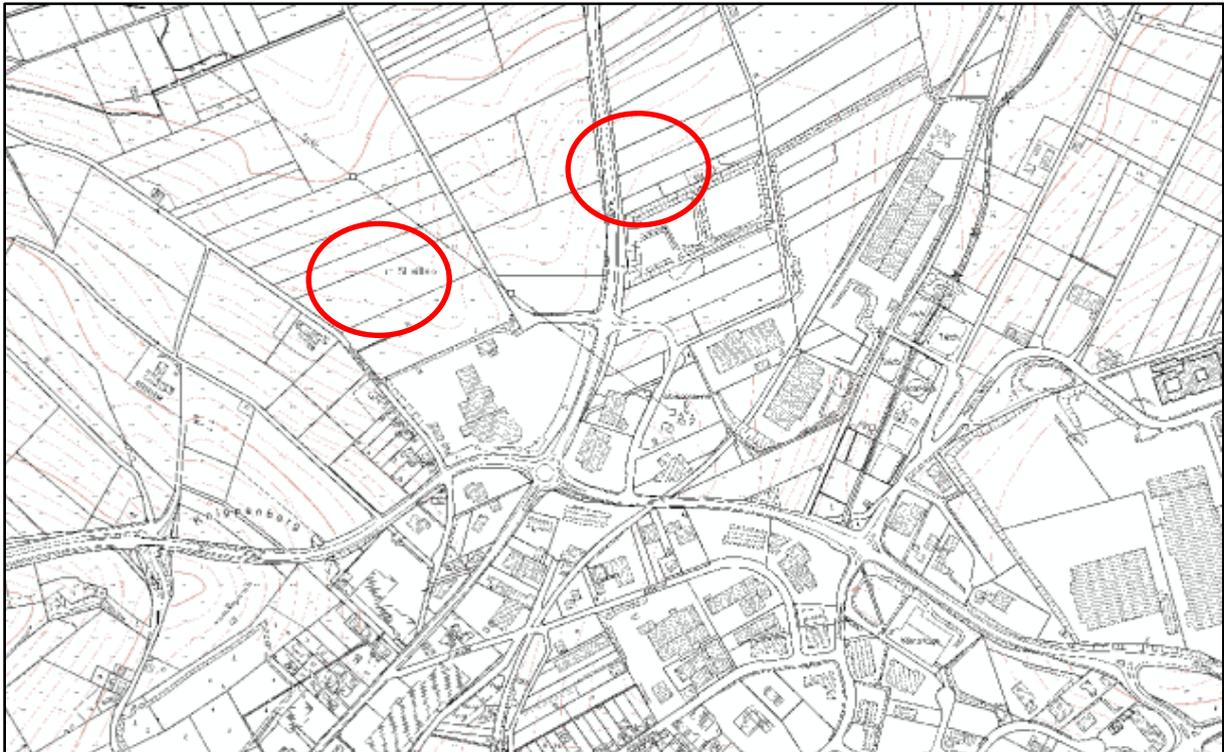
Am 22./23.05.2023 wurden auf den beiden Planungsflächen je zwei Versickerungsversuche im Baggerschurf zur In-situ-Bestimmung der Versickerungsrate (kf-Wert) an der Oberkante der entfestigten bis angewitterten Kalksteinschicht durchgeführt.

Die Positionen der vier Versickerungsversuche sind dem Lageplan (Anhang 1) zu entnehmen.

2 LAGE DES STANDORTES

Die beiden Flächen befinden sich östlich bzw. westlich der Möhnestraße (B480) am nördlichen Stadtrand von Brilon. Die Lage der Flächen kann der nachfolgenden Abbildung 1 entnommen werden. Die Positionen der Versickerungsversuche sind im Lageplan in Anhang 1 verzeichnet.

Abbildung 1 Übersichtskarte zur Lage der Untersuchungsfläche in Brilon (Maßstab: ca. 1: 10.000)



3 LOKALE GEOLOGISCHE STANDORTVERHÄLTNISSE

Nach der geologischen Karte 1: 100.000 Blatt 3516 und vorliegenden, vom Auftraggeber bereits 2021 im Rahmen einer vorangegangenen Versickerungsprüfung in der Nähe der jetzt untersuchten östlichen Fläche zur Verfügung gestellten, Bohrprofilen und nach Kartenmaterial der Geschäftsstelle des IMA GDI Nordrhein-Westfalen wird die oberflächennahe Geologie im Bereich der Untersuchungsfläche durch bindige Hanglehmablagerungen des Pleistozäns über mitteldevonischen, verkarsteten Kalksteinschichten geprägt.

Gemäß den ausgeführten Baggerschürfen und den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Bohrprofilen beginnt der Schichtenaufbau mit einer 0,3 m mächtigen Mutterbodenauflage. Darunter folgen bis in eine Tiefe zwischen 1,3 und 2,2 m u. GOK bindige Hanglehme in Form von tonigen und sandigen Schluffen, die partiell Kalksteinbruchstücke aufweisen.

An der Basis des Hanglehms schließen sich entfestigte und stark verlehmt Kalksteine an. In der Sohle der Baggerschürfe stand bei jeweils ca. 2,4 m u. GOK angewitterter und schwach verlehmt Kalkstein an.

Bei der Ausführung der Baggerschürfe am 22./23.05.2023 wurde bis zur maximalen Aushubtiefe von jeweils ca. 2,4 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen.

4 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG UND ERGEBNISSE

Zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) wurden im Gelände an der Schichtgrenze zwischen dem entfestigten, stark verlehmt und dem angewitterten, schwach verlehmt Kalkstein vier Versickerungsversuche (V1 bis V4) ausgeführt (V1 und V2 in der westlichen, V3 und V4 in der östlichen Fläche). Dazu wurde im Vorfeld jeweils ein Baggerschurf bis in eine Tiefe von ca. 2,4 m u. GOK ausgehoben. Die Sohlen der Schürfe mit den Grundrissen von 1,15 bis 1,40 x 1,50 bis 1,70 m wurden glattgezogen.

Nach einer ausgiebigen Vorwässerung der Gruben (starker Niederschlag unmittelbar vor Versuchsdurchführung sowie zusätzlich ca. 20-minütige manuelle Vorwässerung) wurden diese bis 30 cm über Sohle aufgefüllt und die Absenkung der Wasseroberfläche je nach Versickerungsgeschwindigkeit in Zeitintervallen zwischen 1 und 17 min mittels vorinstallierten Messlatten gemessen. Aufgrund der in allen Schürfen vergleichsweise rapiden Versickerungsgeschwindigkeiten konnte der Wasserstand von 30 cm über der Schurfsohle abgesehen von V2 zu Versuchsbeginn nicht erreicht werden. Auch nach der jeweiligen Ablesung konnten die Wasserstände meist nicht auf das vorgesehene Niveau von 30 cm angehoben werden (V2 stellt auch hier eine Ausnahme dar). Mitunter wurde stattdessen der nachfolgende Wasserstand ohne Wiederauffüllung bestimmt oder zuvor zumindest eine leichte Wiederanhebung des Wasserstands bewerkstelligt.

Durch die Bestimmung der Wasserspiegeländerung über die Zeit kann die Sickerungsgeschwindigkeit v_f und daraus der Durchlässigkeitsbeiwert k_f ermittelt werden. Protokolle und Auswertung der Versickerungsversuche sind im Anhang 2 hinterlegt.

Bei der Betrachtung der Messwerte der Versickerungsversuche ist zu berücksichtigen, dass es sich um die Durchlässigkeit des ungesättigten Bodens handelt, die mit $k_{f,u}$ angegeben wird. Gemäß dem Arbeitsblatt der DWK-A 138 [1] wird zum Abgleich der unterschiedlichen Methoden der k_f -Wert-Bestimmung (z. B. Labormethoden, Feldversuche) zur Ermittlung des Bemessungs- k_f -Wertes für Feldversuche ein Korrekturfaktor von 2 vorgegeben. Dies beruht auf der Annahme, dass die bei Feldversuchen in der ungesättigten Zone bestimmte Durchlässigkeit ($k_{f,u}$ -Wert) nur halb so groß wie die des gesättigten Bodens ist (k_f -Wert). Da sich die Bemessungsalgorithmen nach DWA-A 138 auf den ungesättigten Durchlässigkeitsbeiwert beziehen und der k_f -Wert in den Formeln halbiert wird, ist zum Ausgleich bei den Feldmethoden der oben genannte Korrekturfaktor anzusetzen. D. h., die Versickerungsanlagen werden dann mit genau dem Durchlässigkeitsbeiwert bemessen, wie im Gelände ermittelt.

Da die tatsächliche Versickerungsfläche durch zwangsläufig auftretende Versickerung an den Seitenwänden größer als die Fläche der Schurfsohle ist, wird der Bemessungs- k_f -Wert bzw. der Korrekturfaktor um 15 % auf 1,7 abgemindert.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die an den Versuchspositionen V1 bis V4 ermittelten Werte zusammengestellt. Die Messprotokolle der einzelnen Versickerungsversuche sind dem Anhang 2 beigefügt.

Tabelle 1 Durchlässigkeitsbeiwerte anhand der vereinfachten Versickerungstests

Benennung	Tiefenbereich [m u. GOK]	$K_{f,u}$-Wert [m/s]	Korrekturfaktor	Bemessungs-k_f- Wert [m/s]
V1	2,40	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,7	$5,6 \cdot 10^{-4}$
V2	2,37	$1,1 \cdot 10^{-4}$	1,7	$1,9 \cdot 10^{-4}$
Mittelwert westliche Fläche		$2,2 \cdot 10^{-4}$	1,7	$3,8 \cdot 10^{-4}$
V3	2,45	$5,7 \cdot 10^{-4}$	1,7	$9,7 \cdot 10^{-4}$
V4	2,40	$4,8 \cdot 10^{-4}$	1,7	$8,2 \cdot 10^{-4}$
Mittelwert östliche Fläche		$5,3 \cdot 10^{-4}$	1,7	$9,0 \cdot 10^{-4}$

5 BEURTEILUNG DES ANSTEHENDEN UNTERGRUNDES HINSICHTLICH DER VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLÄGEN

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 kommen für Versickerungsanlagen Gesteine in Frage, deren Bemessungs- k_f -Wert im Bereich zwischen 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegt. Die ermittelte Bemessungs- k_f -Werte an der Schichtgrenze zwischen stark und schwach verlehmtem Kalkstein liegen entsprechend den ausgeführten Versickerungsversuchen alle innerhalb des empfohlenen Intervalls.

Die Ergebnisse zeigen jedoch starke Schwankungen bezüglich der Wasserdurchlässigkeit, was auf eine heterogene Ausprägung des verwitterten Kalksteins hinweist.

Es sei insbesondere darauf hingewiesen, dass eine starke Variation im Ausmaß der Klüftung des Kalksteins von Versuchsposition zu Versuchsposition zu erwarten ist. Das jeweilige Ausmaß der Klüftung wird maßgeblichen Einfluss auf die Versickerungsfähigkeit haben.

In diesem Zusammenhang seien auch die in den Gruben von V1 und V4 gesichteten Klüfte zu erwähnen, durch die hindurch ein Großteil des Wassers abgeflossen ist.

Hinzu kommt, dass auf Grundlage von Kartenmaterial des Landes Nordrhein-Westfalen für beide Untersuchungsflächen von Karst-Verhältnissen auszugehen ist. Auch dieser Aspekt lässt den Schluss zu, dass von stark heterogenen Bodenverhältnissen auszugehen ist und die Versickerungsfähigkeit nicht etwa nur über die Versuchspositionen, sondern auch über wesentlich kürzere Strecken variieren kann.

Die DWA-A 138 weist darauf hin, dass für die Versickerung von Niederschlagswasser die Mächtigkeit des Sickerraumes bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mindestens 1 m betragen sollte, um eine ausreichende ungesättigte Bodenzone für die Passage und Filterung des Sickerwassers zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und der Grundwasseroberfläche zur Verfügung zu stellen.

Bei der Anlage der Schürfe wurde bis 2,45 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen. In der Grundwassermessstelle GWP 1 (Position: Westrand der ehemaligen Klärschlammdeponie wenige Meter südlich der beiden östlichen Versickerungspunkte) wurde die Grundwasseroberfläche bei ca. 11,9 m u. GOK (bei ca. 396,5 m NHN) erfasst. Bei der Anlage von höchstens 2,45 m u. GOK tiefen Versickerungsanlagen kann somit zumindest für das östliche Untersuchungsgebiet (V3, V4) sicher gesagt werden, dass die Mindestmächtigkeit des Sickerraumes problemlos eingehalten werden wird.

Für die westliche Untersuchungsfläche (V1, V2) kann dieser Zusammenhang angenommen, aber aufgrund fehlender Grundwasserstandsdaten nicht mit letzter Sicherheit festgelegt werden.

Unter der Maßgabe des vollständigen Austausches der bindigen Hanglehme und des stark verlehnten Kalksteins bis in eine Tiefe zwischen ca. 2,0 und 2,4 m u. GOK kann aufgrund der ausreichenden Wasserdurchlässigkeit und des hohen Grundwasserflurabstandes im Rahmen der weiteren Planung eine Versickerung des anfallenden, nicht schädlich verunreinigten Niederschlagswassers vorzugsweise über Mulden-Rigolen-Systemen angestrebt werden. Für die Auskleidung der Mulden sollte ein Mutterboden mit einem Humusgehalt von 1 bis 3 Ma% und einem Bemessungs- k_f -Wert von etwa $2 \cdot 10^{-5}$ m/s verwendet werden.

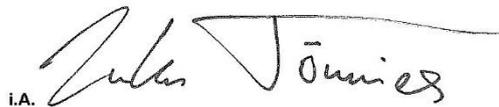
Als Füllmaterial der Rigolen ist grobkörniger Kies oder Schotter mit einem effektiven Speichervolumen (Nutzporenvolumen) von mindestens 30 % in einer Lagenstärke von ca. 1,5 m einzubringen. Alternativ können auch Kunststoffelemente zur Anwendung kommen. Um den Erdeintrag in die Rigolenkörper zu verhindern, ist das Rigolenmaterial in ein filterstabiles Geovlies einzuschlagen.

Cloppenburg, 09.06.2023

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Bearbeiter:
B. Sc. Lukas Tönnies

Prepens

i.A. Lukas Tönnies

6 VERWENDETE MATERIALIEN

- /1/ DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; April 2005
- /2/ Geologische Übersichtskarte 1: 500.000
- /3/ Deutsche Grundkarte 1: 5.000

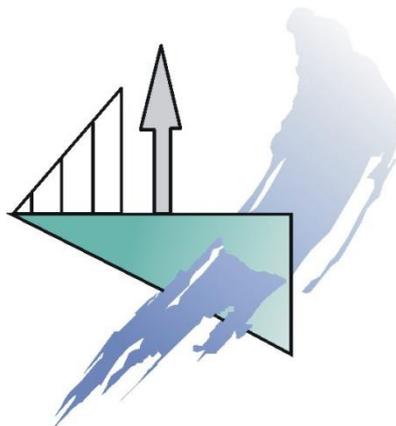
ANHANGSVERZEICHNIS

- Anhang 1 Lageplan mit den Positionen der Versickerungsschürfe (Maßstab 1: 2.500)

- Anhang 2 Protokolle der Versickerungsversuche

Anhang 1

Lageplan mit den Positionen der
Versickerungsschürfe
(Maßstab 1: 2.500)





Legende

 Versickerungsschürfe

Projekt-Nr.	06-6204	Anhang-Nr.	1
-------------	---------	------------	---

Orientierende Baugrunderkundung
 KE VSP Erweiterungsflächen, Witteler
 Mohnstraße, Brilon

Lage der Bohraufschlüsse

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung
 Auftraggeber:
 Paul Witteler GmbH & Co. KG

© 2023 

Maßstab	Plangröße
1:2.500	A3

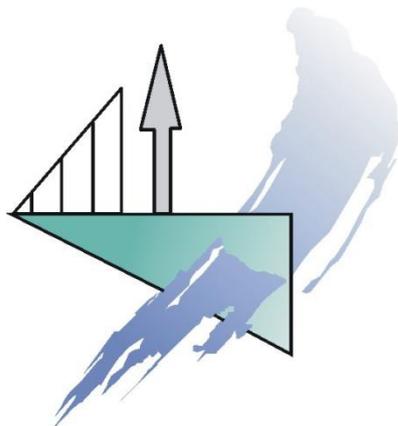
Koordinatensystem
 ETRS 1989 UTM Zone 32N

erstellt: 01.06.2023 Lukas Tönnies	geändert:	geändert:	freigegeben: PL Tönnies
--	-----------	-----------	----------------------------

 **RP**
Geolabor und Umweltservice GmbH
 Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
 Tel. 04471 - 947570, Fax 04471 - 947580

Anhang 2

Protokolle der Versickerungsversuche



Versickerungsversuch im Baggerschurf

Allgemeine Angaben Datum: 22.05.2023

Standort: Brilon, geplante Erweiterungsflächen Witteler, westlich Möhnestraße, Flur 6

Bodenart: verlehmt, verwitterter Kalkstein

Flächennutzung: derzeit Acker

Sonstige Beobachtungen:

Versuchs-Nr.: V2 Messtiefe: 2,37 m u. GOK Beginn: 17:30 Uhr
 Ende: 19:00 Uhr

Gerätekonstanten

Schurflänge L= 150 cm
 Schurfbreite B= 115 cm

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Mess-dauer	Wasser über Schurfsohle			Sickergeschwindigkeit $v_f = \Delta h / \Delta t$	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = v_f / 6000$	
			Δt	Beginn	Ende			Δh
			min	cm	cm			cm
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	17:45	15	25,5	17,0	8,5	0,567	9,4E-05	
2	18:02	13	29,0	21,0	8,0	0,615	1,0E-04	
3	18:15	9	31,0	25,0	6,0	0,667	1,1E-04	
4	18:30	11	31,5	24,0	7,5	0,682	1,1E-04	
5	18:45	11	33,0	25,5	7,5	0,682	1,1E-04	
6	19:00	11	31,5	23,0	8,5	0,773	1,3E-04	
Mittelwert						0,664	1,1E-04	

Bemerkung:

Versickerungsversuch im Baggerschurf

Allgemeine Angaben		Datum:		23.05.2023	
Standort:		Brilon, geplante LKW-Werkstatt mit E-Ladepunkten, östlich Möhnestraße, Flur 8			
Bodenart:		verlehmt, verwitterter Kalkstein			
Flächennutzung:		derzeit Acker			
Sonstige Beobachtungen:					
Versuchs-Nr.: V3		Messtiefe: 2,45 m u. GOK		Beginn: 10:03 Uhr	
				Ende: 10:22 Uhr	
Gerätekonstanten					
Schurflänge		L=		160 cm	
Schurfbreite		B=		130 cm	

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Mess-dauer	Wasser über Schurfsohle			Sicker-geschwindig-keit $v_f = \Delta h / \Delta t$	Durchlässigkeits-beiwert $k_f = v_f / 6000$	
			Δt	Beginn	Ende			Δh
			min	cm	cm			cm
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	10:09	6	14,0	-6,0	20,0	3,333	5,6E-04	
2	10:22	9	26,0	-6,0	32,0	3,556	5,9E-04	
Mittelwert						3,444	5,7E-04	

Bemerkung:

Versickerungsversuch im Baggerschurf

Allgemeine Angaben		Datum:	23.05.2023			
Standort:	Brlon, geplante LKW-Werkstatt mit E-Ladepunkten, östlich Möhnestraße, Flur 8					
Bodenart:	verlehmter, verwitterter Kalkstein					
Flächennutzung:	derzeit Acker					
Sonstige Beobachtungen:						
Versuchs-Nr.:	V4	Messtiefe:	2,40 m u. GOK	Beginn:	09:58	Uhr
				Ende:	10:30	Uhr

Gerätekonstanten

Schurflänge	L=	160	cm
Schurfbreite	B=	140	cm

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Messdauer	Wasser über Schurfsohle			Sicker- geschwindigkeit $v_f = \Delta h / \Delta t$	Durchlässigkeits- beiwert $k_f = v_f / 6000$	
			Δt	Beginn	Ende			Δh
			min	cm	cm			cm
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	10:04	6	18,0	5,0	13,0	2,167	3,6E-04	
2	10:10	6	5,0	0,0	5,0	0,833	1,4E-04	
3	10:16	2	25,0	18,0	7,0	3,500	5,8E-04	
4	10:17	1	18,0	15,0	3,0	3,000	5,0E-04	
5	10:22	3	25,0	15,0	10,0	3,333	5,6E-04	
6	10:28	3	20,0	15,0	5,0	1,667	2,8E-04	
7	10:30	2	15,0	0,0	15,0	7,500	1,3E-03	
Mittelwert						2,875	4,8E-04	

Bemerkung:

Sichtung einer Kluft im Gestein, durch die hindurch voraussichtlich ein Großteil des Wassers abgeflossen ist.