

# Hydrogeologischer Bericht

zum  
Projekt

**Neubau Kita**

**Bogenstraße**

**Brachbach**

AZ.: 01 22 13

**2. Bericht vom 28.06.2022**

Erstattet von:

Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
Egerländer Straße 44  
65556 Limburg  
Tel.: 06431/2949-0  
E-Mail: [info@ifg.de](mailto:info@ifg.de)



Auftraggeber:

Ortsgemeinde Brachbach  
Am Bähnchen 4  
57555 Brachbach





## **Inhaltsverzeichnis**

1.0	Auftrag.....	4
2.0	Situation .....	5
3.0	Baugrund .....	6
4.0	Hydrogeologische Situation .....	9
5.1	Untersuchung der Durchlässigkeit .....	9
5.2	Bewertung der Versickerungsfähigkeit .....	11
6.0	Zusammenfassung und Schlussbemerkungen .....	14



## **Anlagenverzeichnis**

- 1 Lageplan der Aufschlusspunkte / Versickerungsversuche, Maßstab 1 : 500
- 2 Ergebnisse hydraulische Feldversuche
- 3 Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen

## **Unterlagen**

### **Mitgeltende Unterlagen IfG**

- [U 1]** 1. Bericht des IfG, Geotechnischer Vorbericht vom 14.02.2022



## **1.0 Auftrag**

Die Verbandsgemeindeverwaltung Kirchen (Sieg) erteilte mit E-Mail vom 12.05.2022 im Namen der Ortsgemeinde Brachbach den Auftrag zur Durchführung von Durchlässigkeitsuntersuchungen für die Errichtung einer Versickerungsanlage auf dem Gelände der geplanten Kindertagesstätte in der Bogenstraße, Brachbach.

Es ist die Durchlässigkeit der versickerungsfähigen Schicht (natürliche Felsersatzmaterialien) mittels bodenmechanischer Material- und Versickerungsuntersuchungen zu bestimmen.

Alle Untersuchungsergebnisse sind in einem Hydrogeologischen Bericht zusammenzufassen.



## **2.0 Situation**

Auf dem Grundstück Gemarkung Brachbach, Flur 8, Flurstück 2099 ist der Neubau einer Kindertagesstätte vorgesehen. Eine Planung hinsichtlich Lage, Abmessungen sowie Anzahl der Geschosse lag zum Zeitpunkt der Berichterstattung nicht vor. Auch die Höheneinordnungen des Gebäudes in das z. T. über 10 m nach Norden einfallende Gelände sind noch nicht bekannt.

Das Projektareal wird im Westen und Osten von bebauten Grundstücken begrenzt. Im Norden schließen bewaldeten Freiflächen an; südlich befindet sich der Friedhof. Die ungefähre Lage des Projektareals geht aus nachstehendem Luftbild hervor.



Es ist geplant, im nordöstlichen Bereich des Projektareals eine Versickerungsanlage für nicht schädlich verunreinigtes Niederschlagswasser zu errichten. Genaue Planungen für die Anlagen liegen zurzeit noch nicht vor.



### **3.0 Baugrund**

Um Aufschluss über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der potentiellen Versickerungsanlage im nordöstlichen Bereich des Geländes zu erhalten und zur Durchführung der Versickerungsuntersuchungen wurden die folgenden Bodenaufschlüsse angelegt

Baggerschürfe: SCH/VVS 1, SCH/VVS 2

Die Schurfpositionen wurden vor Ort durch das Architekturbüro Ingo Schneider angezeigt. Die Herstellung der Schürfe erfolgte teilweise im Beisein des IfG (SCH 2); die Schurfposition SCH 1 war bereits nahezu fertiggestellt.

Die Ansatzpunkte der o.g. Bodenaufschlüsse sind im Lageplan der Anlage 1 im Maßstab 1 : 500 eingetragen.

Den Vermessungsarbeiten wurde als Festpunkt der Kanaldeckel „012M11038“ auf dem Lerchenweg mit einer amtlichen Höhe von 270,04 mNN zugrunde gelegt (siehe Lageplan Anlage 1).

Die Geländehöhen im Bereich der Prüfpositionen liegen zwischen 263,51 mNN (SCH/VVS 2) und 263,98 mNN (SCH/VVS 1).

Nachfolgendes Foto zeigt exemplarisch die Versuchsposition SCH/VVS 2:



Nachfolgend erfolgt die detaillierte Beschreibung der in den Schürfen anstehenden Bodenschichten hinsichtlich Vorkommen, Schichtstärken, Farbe und bodenmechanischer Feldansprache.

Als erste Schicht wurde in den Aufschlusspositionen ein **aufgefüllter Oberboden** in Form eines sandigen, schwach kiesigen, schwach tonigen Schluffs erkundet.

Der Oberboden mit einer Mächtigkeit zwischen ca. 0,2 m und ca. 0,4 m ist dunkelbraun gefärbt.

Als nachfolgende Schicht stehen **heterogene Auffüllungen** in Form von schwach bis stark schluffigen, sandigen, teilweise steinigen Kiesen bzw. sandigen, kiesigen, schwach tonigen Schluffen an. Anthropogene Inhaltsstoffe wurden vereinzelt in Form von Ziegel- und Schwarzdeckenresten festgestellt. Teilweise sind die Auffüllungen - insbesondere im Basisbereich - durchwurzelt.

Die braun, schwarz und grau gefärbten Auffüllungsmaterialien besitzen eine Mächtigkeiten zwischen ca. 2,5 m und ca. 3,0 m



Als abschließend erkundetes Schichtglied wurde ein graubrauner **Felsersatz**, welcher bodenmechanisch als teilweise schwach schluffiger, schwach sandiger Kies anzusprechen ist, aufgeschlossen.

Die Ergebnisse der Siebanalysen (vgl. Anlagen 3) zeigen nachfolgende Anteile der unterschiedlichen Bodenarten:

Ton / Schluff:	3,2 % bis 6,8 %
Sand:	5,6 % bis 10,2 %
Kies:	83,0 % bis 91,2 %



## **4.0 Hydrogeologische Situation**

Das Projektareal befindet sich außerhalb eines Trinkwasserschutzgebiets.

Grundwasser wurde in den Bohrungen aus Januar 2022 nicht festgestellt [U1]. Der Grundwasserleiter ist erst in den tieferen Klüften des Festgesteins ausgebildet.

### **5.1 Untersuchung der Durchlässigkeit**

Um die Durchlässigkeit der Felsersatzmaterialien zu bestimmen, wurde in den beiden Aufschlusspositionen SCH/VVS 1 und SCH/VVS 2 vor Ort jeweils eine Versickerungsuntersuchung ausgeführt. Die Versuchspositionen sind im Lageplan (Anlage 1) mit SCH/VVS 1 bzw. SCH/VVS 2 gekennzeichnet.

Bei diesen Feldversuchen handelt es sich um sogenannte Permeabilitäts-Infiltrations-Tests (PIV-Tests) mit abnehmender Druckhöhe. Die Auswertung erfolgte nach den entsprechenden USBR-Formeln unter Berücksichtigung des gültigen, hier kugelförmigen Strömungsbereichs.

Zur Durchführung der Versickerungsversuche wurde ein 0,3 m langes KG-Rohr mit einem Innendurchmesser von 19 cm 5 cm in den Prüfhorizont eingebunden und gegen Umläufigkeiten durch das Aufbringen einer Bentonitpaste gesichert. Anschließend wurde das im Inneren des Rohres vorhandene Erdmaterial bis zur Unterkante des Rohres ausgehoben, so dass für die Versuchsdurchführung eine Wassersäule von 30 cm erreicht werden konnte.



Die Versuchsergebnisse sind in folgender Tabelle und in Anlage 2 zusammengestellt:

Versuch	Bodenart	$k_f$ -Wert [m/s]	Bewertung nach DIN 18130, Teil 1	Anlage
SCH/VVS 1	Kies (G, $s'$ , $u'$ )	$8,68 \times 10^{-4}$	sehr durchlässig	2.1
SCH/VVS 2	Kies (G, $s'$ )	$1,23 \times 10^{-3}$	sehr durchlässig	2.2

Ergänzend wurden Siebanalysen an repräsentativen Bodenproben durchgeführt, um die im Rahmen der Feldversuche ermittelten Bodendurchlässigkeiten nach empirischen Verfahren zu verifizieren. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Anlagen 3 aufgeführt. An keiner der ermittelten Körnungslinien sind die Randbedingungen zur Anwendung empirischer Auswerteformeln eingehalten. Um die Durchlässigkeitstendenzen aus den Feldversuchen zu verifizieren, wurden die Versuche überschlägig nach dem Verfahren von BEYER ausgewertet. Die Ergebnisse sind nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Probe	Bodenart	Feinkorngehalt [%]	Durchlässigkeit im Feldversuch [m/s]	Durchlässigkeit überschlägig nach BEYER [m/s]
SCH/VVS 1	Kies (G, $s'$ , $u'$ )	6,8	$8,68 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-3}$
SCH/VVS 2	Kies (G, $s'$ )	3,2	$1,23 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-2}$

Die Ergebnisse der Feld- bzw. der Laborversuche zeigen eine Übereinstimmung der Durchlässigkeitsverhältnisse der Felsersatzmaterialien mit den festgestellten Feinkorngehalten an den jeweiligen Prüfpositionen. Die Abweichung der Absolutwerte um jeweils eine Zehnerpotenz ist, wie oben bereits ausgeführt, auf die Nichteinhaltung der Anwendungsgrenzen zurückzuführen.



## **5.2 Bewertung der Versickerungsfähigkeit**

Für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser sieht das Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005) folgende Versickerungseinrichtungen vor:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung

Darüber hinaus wird für derartige Einrichtungen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ein Wertebereich von

$$1 \times 10^{-3} \text{ m/s} \geq k_f \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

vorausgesetzt.

Die am Projektstandort ermittelte Durchlässigkeit für die natürlichen Felsersatzmaterialien liegt innerhalb bzw. am oberen Ende dieses Wertebereiches.

Aus den Ergebnissen der vor Ort durchgeführten Versickerungsuntersuchung ergeben sich Durchlässigkeitsbeiwerte von

$$1,23 \times 10^{-3} \text{ m/s} \geq k_f \geq 8,68 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Für die Felsersatzmaterialien wurde feldversuchstechnisch eine mittlere Durchlässigkeit von  $1,05 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  festgestellt.



Da die Versickerungsanlage im zersetzten Festgestein ausgebildet werden muss und dieses – anders als grob- oder gemischtkörnige Lockergesteine – keine absolut homogene Bodenstruktur aufweist wird empfohlen, einen  $k_f$ -Wert von

$$k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

anzusetzen.

Grundsätzlich liegen die versuchstechnisch festgestellten Durchlässigkeiten am oberen Ende des nach DWA-A 138 vorgegebenen Wertebereichs. Daher wird empfohlen, das weitere Vorgehen mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Gegebenenfalls müssen die Felsersatzmaterialien unterhalb der Versickerungsanlage teilweise gegen Materialien mit einem geringeren  $k_f$ -Wert ausgetauscht werden, um eine ausreichend große Filterwirkung zu erzielen. Des Weiteren wird zwingend vorgegeben, die Durchlässigkeit der Materialien auf der Sohle der Versickerungsanlage durch baubegleitende Durchlässigkeitsbestimmungen zu verifizieren, da die exemplarische Korngrößenverteilungsanalyse gemäß [U 1] deutlich höhere Feinkorngehalte des Felsersatzmaterials von 20,7 % ergab. Damit ist einzuschätzen, dass die Durchlässigkeit dieses Horizontes deutlich schwankt und auch Werte  $< 10^{-5}$  m/s vorliegen können.

Zusätzlich zur hydrogeologischen Beschaffenheit des versickerungsfähigen Horizontes und dem Umgang mit den mehrere Meter mächtigen Geländeauffüllungen - welche in der Regel aus wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten im Bereich von Versickerungsanlagen durch geeignete Maßnahmen abzudichten oder komplett auszutauschen sind - muss bei der endgültigen Planung der Versickerungsanlage in jedem Fall auch die Gesamtstandsicherheitssituation des vorhandenen Geländes berücksichtigt werden.

Aktuell wurden die Versuchsdurchführungen nahezu unmittelbar (VVS 2) bzw. in einem Abstand von ca. 5 m (VVS 1) zu einer nach Norden bzw. Nordosten um mehrere Meter hin abfallenden Geländeböschung ausgeführt.



Es muss für die Planung der Anlage noch detaillierter untersucht werden, wie sich die anschließenden Böschungen bei einer potentiellen Durchströmung verhalten – vorausgesetzt, die vorhandene Geländemorphologie wird in dem nördlichen Bereich nicht weiter verändert.

Die im standsicherheitsrelevanten Böschungsbereich vorhandenen Bodenmaterialien sind durch ergänzende Erkundungsmaßnahmen (z. B. Kleinbohrungen / Baggerschürfe) aufzuschließen, um geotechnische Modellbildungen vornehmen zu können.

Anschließend sind auf Basis der Höhenlage des versickerungsfähigen Horizontes eine Sickerwasserlinie gemäß Potentialnetz zu erzeugen und die Auswirkungen auf die Standsicherheit der Böschungen rechnerisch nach DIN 4084 nachzuweisen.

Das IfG steht für ergänzende Berechnungen und Beratungen gerne zur Verfügung.

Es muss zwingend vermieden werden, dass das zur Versickerung geleitete Wasser in der vorhandenen Böschung und auf dem bis zu 7 m tiefer liegenden Weg als Oberflächenwasser austritt, oder es infolge der Durchströmung der Böschung zu Materialaustritten kommt (innere Erosion).



## **6.0 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen**

Der vorliegende Hydrogeologische Bericht enthält die Ergebnisdarstellung der durchgeführten Durchlässigkeitsbestimmung für die potentielle Errichtung einer Versickerungsanlage auf dem Gelände der geplanten Kindertagesstätte in der Bogenstraße, Brachbach.

Es wurden Durchlässigkeitsbeiwerte der Felsersatzmaterialien zwischen  $k_f = 8,68 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  und  $k_f = 1,23 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  (Feldversuch) ermittelt.

Da sich die Durchlässigkeitswerte am oberen Ende des vorgegebenen Wertebereichs gemäß DWA-A 138 einordnen wird empfohlen, das weitere Vorgehen mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Des Weiteren wird vorgegeben, die Durchlässigkeit der Materialien auf der Sohle der Versickerungsanlage durch baubegleitende Durchlässigkeitsbestimmungen zu verifizieren. Auf den ergänzenden geotechnischen Untersuchungsbedarf im Zuge der weiteren Planungsschritte wurde detailliert eingegangen.

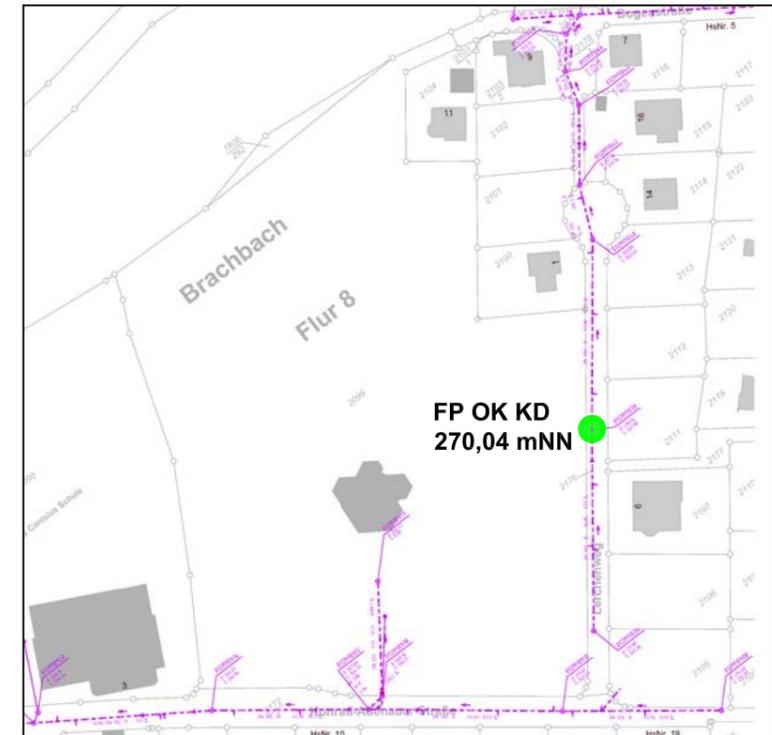
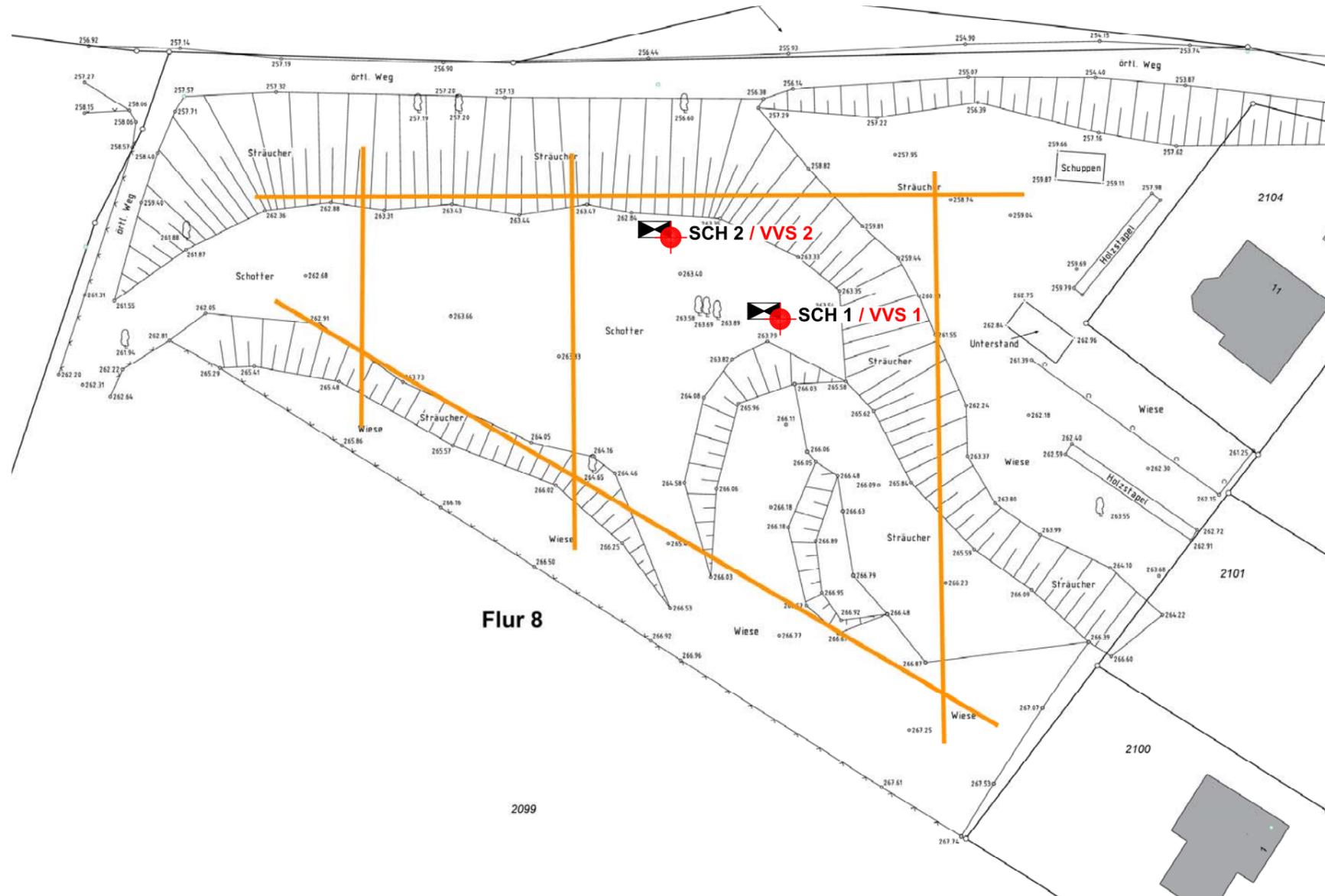
Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Limburg, 28.06.2021

Ralph Schäffer  
(Dipl.-Ing.)

Christian Zirfas  
(Bachelor of Engineering)  
(M.A. European Business)

Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas  
GmbH & Co. KG



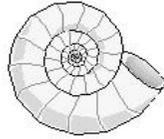
Lageplan des Festpunktes ohne Maßstab



-  Schurf (SCH)
-  Versickerungsversuch (VVS)

**Zeichenerklärung / Legende**

<b>Projekt:</b> Neubau Kita, Bogenstraße BRACHBACH		
<b>Planbezeichnung/Maßstab:</b> Lageplan der Schürfe / Versickerungsversuche Maßstab 1:500		
Anlage: 1	Projekt-Nr.: 01 22 13	
Blattgröße: A 3	Datei: Anlage 1	
<b>Institut für Geotechnik</b> <b>Dr. Jochen Zirfas GmbH &amp; Co. KG</b> Egerländer Straße 44 65556 Limburg Telefon: 06431/29490 Telefax: 06431/294944	Bearbeiter: ce	Datum: 13.06.2022
	Gezeichnet: sba	
	Geändert1:	
	Geändert2:	
	Geändert3:	
	Gesehen1: ce-rw	13.06.2022
	Gesehen2:	
	Gesehen3:	
Gesehen4:		



# ABSINKVERSUCH

kugelförmiger Strömungsbereich  
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
 nach der USBR- Formel

Projekt: Brachbach

Versuch: SCH/VVS 1

Datum: 30.05.2022

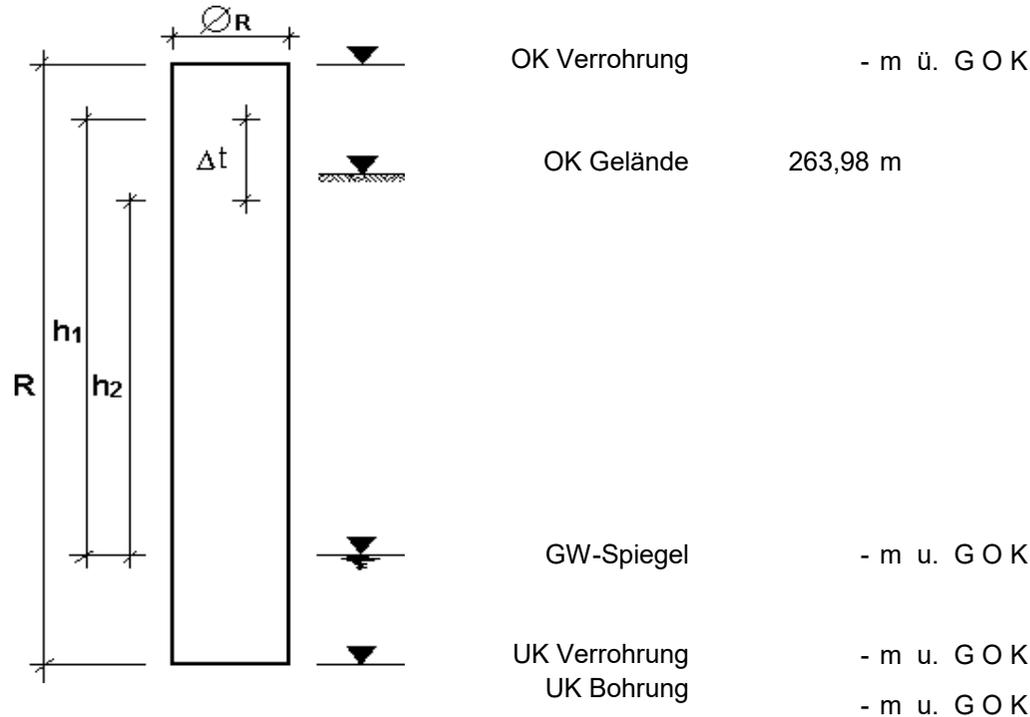
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes **k** nach USBR

$$k = \frac{\left( \frac{(\varnothing_R / 2)^2 \times \pi \times \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 \times (\varnothing_R / 2) \times (h_1 - (\Delta h / 2))}$$

Hierbei ist:

$h_1$	[m]	Wasserstand zum Zeitpunkt $t_1$
$h_2$	[m]	Wasserstand zum Zeitpunkt $t_2$
$\Delta t$	[s]	Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
$R$	[m]	Länge der Verrohrung
$\varnothing_R$	[m]	Rohrinnendurchmesser
$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	Infiltrationsmenge
$k$	[m/s]	Durchlässigkeitsbeiwert

Es wird die Zeit  $\Delta t$  gemessen, in der der Wasserspiegel im aufgefüllten Bohrloch um den Betrag  $\Delta h$  absinkt.



Bodenart im Infiltrationsbereich: Felszersatz

$\varnothing_R$ [m]	$R$ [m]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$\Delta t$ [s]	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$k$ [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,190	0,300	0,300	0,000	125	6,80E-05	8,68E-04	<b>sehr durchlässig</b>

Bemerkungen:

Az.:

01 22 13

Anl.:

2.1



# ABSINKVERSUCH

kugelförmiger Strömungsbereich  
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
 nach der USBR- Formel

Projekt: Brachbach

Versuch: SCH/VVS 2

Datum: 30.05.2022

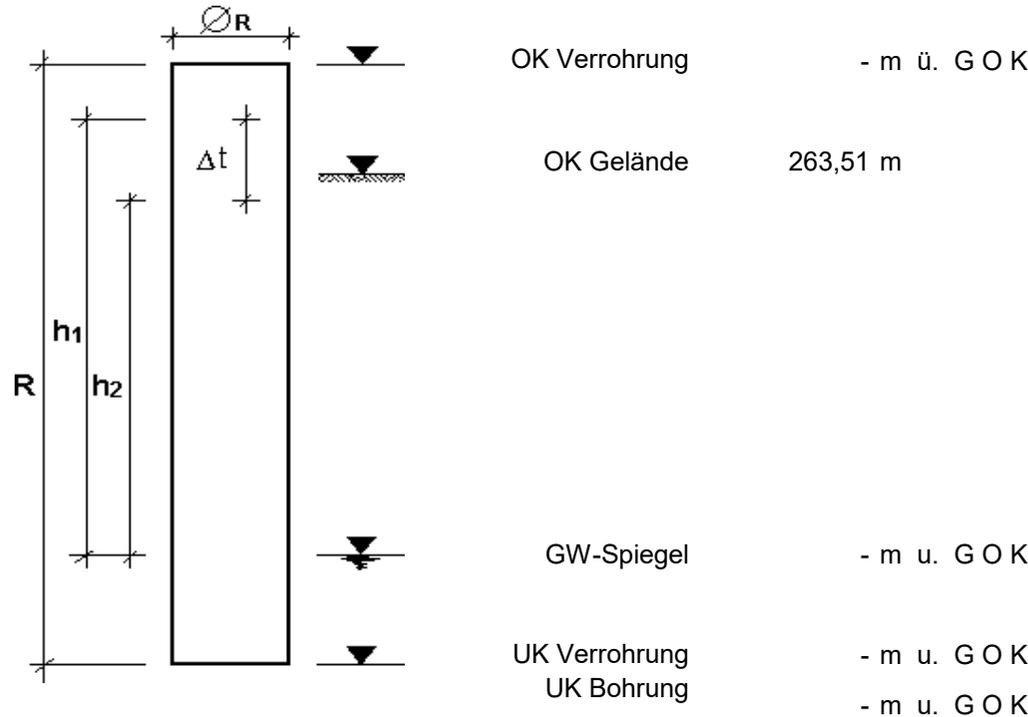
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes **k** nach USBR

$$k = \frac{\left( \frac{(\varnothing_R / 2)^2 \times \pi \times \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 \times (\varnothing_R / 2) \times (h_1 - (\Delta h / 2))}$$

Hierbei ist:

$h_1$	[m]	Wasserstand zum Zeitpunkt $t_1$
$h_2$	[m]	Wasserstand zum Zeitpunkt $t_2$
$\Delta t$	[s]	Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
$R$	[m]	Länge der Verrohrung
$\varnothing_R$	[m]	Rohrinnendurchmesser
$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	Infiltrationsmenge
$k$	[m/s]	Durchlässigkeitsbeiwert

Es wird die Zeit  $\Delta t$  gemessen, in der der Wasserspiegel im aufgefüllten Bohrloch um den Betrag  $\Delta h$  absinkt.



Bodenart im Infiltrationsbereich: Felszersatz

$\varnothing_R$ [m]	$R$ [m]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$\Delta t$ [s]	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$k$ [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,190	0,300	0,300	0,000	88	9,67E-05	1,23E-03	<b>sehr durchlässig</b>

Bemerkungen:

Az.:

01 22 13

Anl.:

2.2

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

### Kita Brachbach

Bearbeiter: td

Datum: 07.06.2022

Prüfungsnummer: 012213\_1

Bodenart: Felszersatz

Art der Entnahme: GP

Probe entnommen am: 30.05.2022

Probenbezeichnung:	VVS 1
Entnahmestelle:	SCH 1
Entnahmetiefe [m]:	4,0 - 4,5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	6263.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	5804.80
Behälter [g]:	744.50
Porenwasser [g]:	458.30
Trockene Probe [g]:	5060.30
Wassergehalt [%]:	9.06

Probenbezeichnung:	VVS 2
Entnahmestelle:	SCH 2
Entnahmetiefe [m]:	4,0 - 4,5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	5150.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	4920.00
Behälter [g]:	723.60
Porenwasser [g]:	230.60
Trockene Probe [g]:	4196.40
Wassergehalt [%]:	5.50

Institut für Geotechnik  
 Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
 Egerländer Strasse 44  
 65556 Limburg/Lahn

Bearbeiter: td

Datum: 07.06.2022

## Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892 - 4

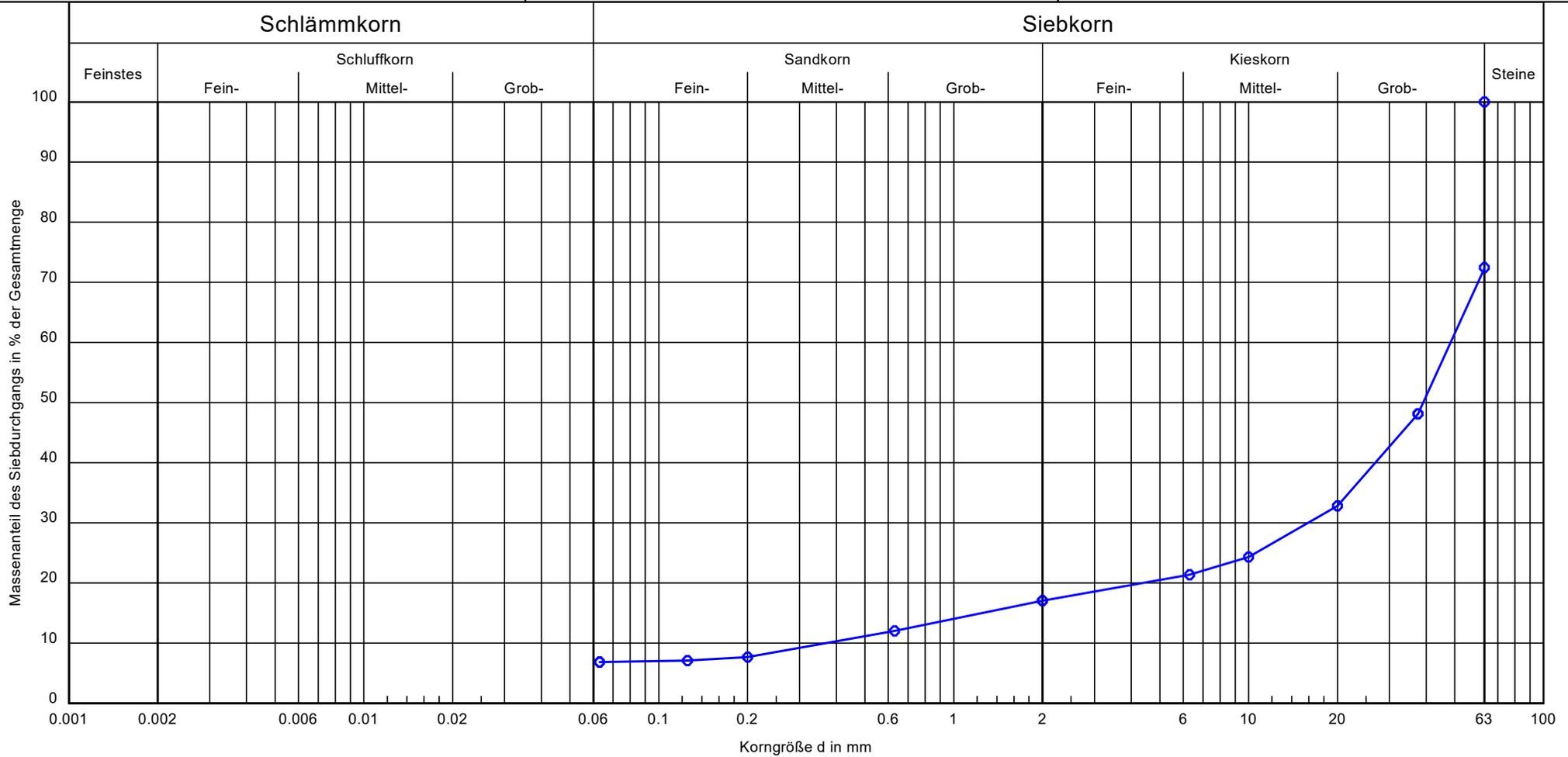
### Kita Brachbach

Prüfungsnummer: 012213\_1

Probe entnommen am: 30.05.2022

Art der Entnahme: GP

Arbeitsweise: Siebung und Abschlammung



Probebezeichnung:	VVS 1	Bemerkungen:  < 0,063 mm = 6,8 %	Bericht: 01 22 13 Anlage: 3.2.1
Entnahmestelle:	SCH 1		
Tiefe [m]:	4,0 - 4,5		
Bodenart:	gG, u', gs', mg'		
k - Wert [m/s] (Hazen):	-		
U/Cc	131.1/14.2		
T/U/S/G [%]:	- /6.8/10.2/83.0		

Institut für Geotechnik  
 Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
 Egerländer Strasse 44  
 65556 Limburg/Lahn

Bearbeiter: td

Datum: 07.06.2022

### Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892 - 4

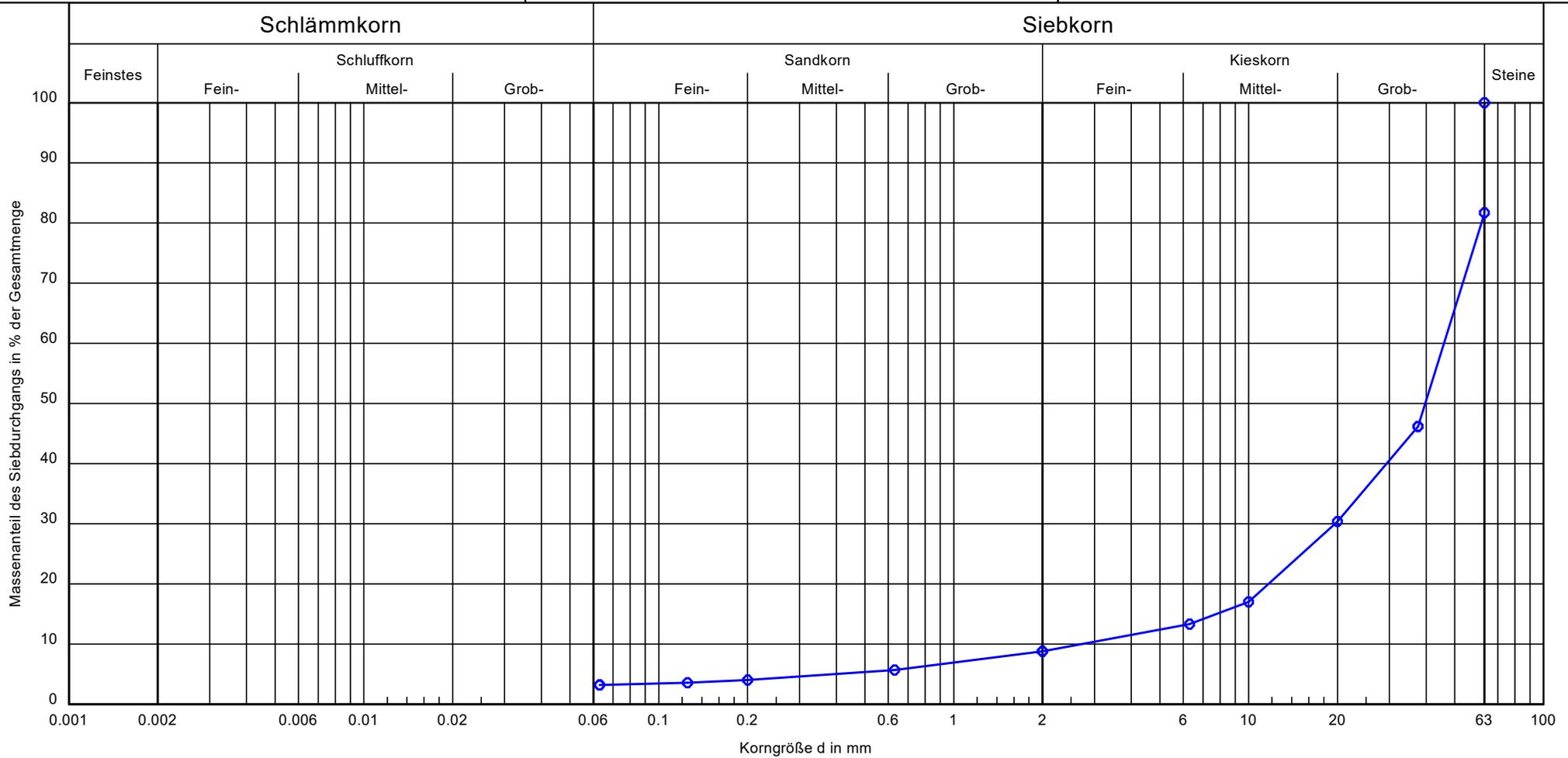
## Kita Brachbach

Prüfungsnummer: 012213\_2

Probe entnommen am: 30.05.2022

Art der Entnahme: GP

Arbeitsweise: Siebung und Abschlammung



Probebezeichnung:	VVS 2	Bemerkungen:  < 0,063 mm = 3,2 %	Bericht: 01 22 13 Anlage: 3.2.2
Entnahmestelle:	SCH 2		
Tiefe [m]:	4,0 - 4,5		
Bodenart:	gG, mg, s'		
k - Wert [m/s] (Hazen):	-		
U/Cc	17.0/3.1		
T/U/S/G [%]:	- /3.2/5.6/91.2		