geotechnik west
Ingenieurbüro Bernd Harth

Baugrund – Geotechnik
Erd- und Grundbau

geotechnik west • Arnoldystraße 73 • 52156 Monschau

Gemeinde Nettersheim
Rathaus Zingsheim, Fachbereich III
z.Hd. Herrn Ernst Lambertz
Krausstraße 2

53947 Nettersheim

Es schreibt Ihnen:
Dipl.-Ing. Bernd Harth

Telefon: 02472 / 8027396
Telefax: 02472 / 8027397
Mobil: 0171 / 6574319
E-Mail: b.harth@geotechnikwest.de

09.11.2019 / HB
gtw-AZ 19 05 012

Vorgang: **Versickerungsuntersuchung Norderweiterung BG Altes Pastorat in Zingsheim in-situ-Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des Baugrunds am 09.10.2019**

Ort: diverse Flächen im Bereich der Norderweiterung des BG Altes Pastorat in Zingsheim Gemarkung Zingsheim, Flur 17, Flurstücke 128, 102, 356, 200, 366 und 259 (siehe Anlagen 1.1 – 1.3)

Geotechnischer Kurzbericht zu den Ergebnissen der Versickerungsversuche

1 Aufgabenstellung

- Ausführen von Kleinbohrungen mit anschließender Durchführung von in-situ-Versickerungsversuchen nach dem Prinzip der Bohrlochversickerung (ausgeführt: 7 Stück Rammkernsondierungen RKS mit anschließendem Versickerungsversuch)
- Zusammenstellung, Dokumentation, Aus- und Bewertung der ausgeführten Felduntersuchungen im Rahmen des vorliegenden geotechnischen Kurzberichts mit Beurteilung der Versickerungsfähigkeit bzw. Angabe des Bemessungs-k_f-Werts

2 Anlagen

1.1 Übersichtslageplan i.M. 1:25.000
1.2.1 Lageplan (Auszug DGK5) mit Lage der Erkundungen, Maßstab 1:2.000
1.2.2 Lageskizze (Auszug DGK5) mit Darstellung der Lage möglicher Versickerungseinrichtungen (Maßstab siehe Darstellung)
1.3 Lageplan (Luftbild) mit Lage der Erkundungen, Maßstab 1:2.000
2 Fotodokumentation örtliche Situation und Feldarbeiten am 09.10.2019
3 Bohrprofile/Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen RKS 4 – RKS 10
4 Dokumentation und Auswertung der ausgeführten Versickerungsversuche V4 – V10

3 Vorgang und Feldarbeiten

Vorgang

Die Gemeinde Nettersheim beabsichtigt das Neubaugebiet Altes Pastorat in Nettersheim-Zingsheim nach Norden hin zu erweitern (siehe Anlagen 1.1 – 1.3). Im Zuge der Vorplanung ist zu prüfen, ob das auf den Grundstücken anfallende Niederschlagswasser vor Ort in den Untergrund versickert werden kann. Hierzu ist z.B. eine langgestreckte Rigole am Nordrand der Baufläche im Gespräch (siehe insbesondere die Darstellung in Anlage 1.2.2).

Die geotechnik west – Ingenieurbüro Bernd Harth – wurde von der Gemeinde Nettersheim mit E-Mail vom 25.09.2019 in Erweiterung des Auftrags vom 16.05.2019 gebeten, die Versickerungsfähigkeit des Baugrunds im geplanten Bereich im vom Planer gewünschten Umfang durch in-situ-Versickerungsversuche zu überprüfen. Der auszuführende Erkundungs-/Untersuchungsumfang wurde vom Planer im Rahmen einer gemeinsamen Ortsbegehung am 09.10.2019 vorgegeben. Die Ergebnisse der in Anschluss an die vg. Begehung ausgeführten Bohrungen und Versickerungsversuche werden im vorliegenden geotechnischen Kurzbericht dokumentiert, aus- und bewertet einschl. Angabe des aus den Untersuchungen resultierenden Bemessungs-k_f-Werts nach DWA-A 138.

Feldarbeiten am 09.10.2019

Im Rahmen der aktuellen Untersuchungen wurden am 09.10.2019 insgesamt 7 Stück kleinkalibrige Rammkernsondierungen RKS (Ø 50 mm) nach DIN 4021 bzw. DIN EN ISO 22475 bis auf/in den Verwitterungslehm/Verwitterungsfels bzw. bis bei den Bohrungen RKS 4, RKS 7 und RKS 10 auch bis zum stagnierenden Bohrfortschritt niedergebracht. Nach dem Abschluss der Bohrarbeiten bzw. dem Ziehen des Gestänges wurde in den unverrohrten Bohrlöchern der Rammkernsondierungen jeweils ein Versickerungsversuch nach dem Prinzip der Bohrlochversickerung über einen Prüfzeitraum von 30 Minuten durchgeführt. In die Bohrlöcher Ø 5 cm wurde zur kontrollierten Lichtlotmessung dazu eine Hilfsverrohrung aus 1"-Filterrohr eingestellt.

Die Lage der Bohr-/Versuchsstellen ist in den Anlagen 1.2.1 und 1.3 dargestellt. Anlage 2 enthält eine ausführliche Fotodokumentation der örtlichen Situation am 09.10.2019, der Bohrarbeiten sowie der Durchführung der Versickerungsversuche. Die zugehörigen Bohrprofile/Schichtenverzeichnisse liegen als Anlage 3 bei. In der Anlage 4 werden die Messwerttabellen und Randbedingungen der Versickerungsversuche aufgeführt und die Versuche ausgewertet.

4 Baugrundverhältnisse

Im Rahmen der ausgeführten Bohrungen wurde folgende generalisierte Schichtenfolge ermittelt:

- Auffüllung/Oberboden
- Hang-/Hochflächendecklehm
- Verwitterungslehm/zersetzter Fels

Hierbei ist anzumerken, dass der Verwitterungsfels in weitgehend feinkörniger Zersetzung angetroffen wurde. Grobkörnig zersetzter Fels (z.B. in Form zerbohrter Gesteinsbruchstücke) wurde in den erreichten Bohrtiefen bzw. auch mit den in einer Tiefe von 5,0 – 6,1 m festgekommenen Rammkernsondierungen RKS 4, RKS 7 und RKS 10 nicht erreicht. Es darf daher angenommen werden, dass die eigentliche Felsoberfläche im Untersuchungsbereich erst (deutlich) unterhalb der vg. Endteufen ansteht und daher bautechnisch kaum von Relevanz sein dürfte.

Die jeweils angetroffenen Bodenschichten gehen im Detail aus den Bohrprofilen/Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 hervor. Grundwasser wurde erwartungsgemäß nicht angetroffen. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist erst in den tieferen devonischen Kalksteinen zu erwarten (Karstgrundwasserleiter). Hydrologische Karte von NRW, Blatt 5405 zeigt einen Grundwasserflurabstand von mehr als 50 m an.

5 Versickerungsversuche und Ergebnis

Zur in-situ-Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit der über dem Verwitterungsfels anstehenden Bodenschichten haben wir in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen jeweils einen in-situ-Versickerungsversuch ausgeführt. Hierzu wurden die Bohrlöcher bis GOK mit Wasser befüllt. Anschließend wurde das Absinken der Wassersäule im Bohrloch nach einer entsprechenden Vorlaufzeit (Vorwässerung und Wiederauffüllen bis GOK) nach bestimmten Versuchszeiten mittels Lichtlot als Abstichmaß ermittelt und notiert (siehe auch die Bilder 4, 5, 7, 9, 10, 12 und 14 in Anlage 2 sowie die Messwertaufschriebe in Anlage 4). Eine Überprüfung der Wasserdurchlässigkeit des Felshorizonts war nicht möglich, da dieser aufgrund der Tiefenlage mit den Kleinbohrungen verfahrensbedingt nicht erreicht werden konnte (s.o.).

Es handelt sich um sogenannte Auffüllversuche nach dem Prinzip der Bohrlochversickerung (= Wasseraufnahme über die Bohrlochsohle und die wasserbenetzte Bohrlochwandung mit veränderlicher Druckhöhe).

Anlage 4 zeigt neben den Messwertaufschrieben auch die Auswertung der instationären Zustände gem. Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang (Abschnitt 4.2). Für die wasserbenetzten Testabschnitte ergeben sich aus den ermittelten Absinkraten in den jeweiligen Auswerteintervallen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in einer Spannweite von $k_f = 1{,}94 \times 10^{-7}$ m/s bis $k_f = 4{,}74 \times 10^{-9}$ m/s. Die Mittelwerte aus den jeweiligen Versickerungsversuchen variieren dabei zwischen $k_f = 1{,}16 \times 10^{-7}$ m/s (Versickerungsversuch V8) und $k_f = 8{,}90 \times 10^{-9}$ m/s (Versickerungsversuch V4, siehe Anlage 4).

Aus den je Versickerungsversuch ermittelten Mittelwerten lässt sich ein „Gesamtmittelwert" von $k_f = 5{,}3 \times 10^{-8}$ m/s ableiten.

Nach DIN 18300 ist der bis zur max. Bohrtiefe von 6,1 m unter Flur erkundete Baugrund damit als „schwach durchlässig" ($k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s bis 1×10^{-8} m/s) bis sehr schwach durchlässig ($k_f < 1 \times 10^{-8}$ m/s) einzustufen.

6 Versickerungsfähigkeit nach DWA-A 138

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung (in Trockenperioden) dem Untergrund zugeführt werden.

Nach DWA-A 138 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfindet, zwischen $k_f = 1{,}0 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung alleine nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über eine Retentionseinrichtung abgeleitet werden müssen.

Die Anforderung der DWA-A 138, welche eine Mindestmächtigkeit des Sickerraumes, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand von rd. 1,0 m fordert, wird im vorliegenden Fall eingehalten (in den baurelevanten Tiefen grundwasserfreies Grundgebirge!)

Bemessungswert der Wasserdurchlässigkeit

Nach DWA-A 138 Anhang B (Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit), Tabelle B.1, sind bei der Festlegung des Bemessungs-k_f-Wertes je nach Bestimmungsmethode unterschiedliche Korrekturfaktoren zu berücksichtigen. So ist bei einer Sieblinienauswertung ein Korrekturfaktor von 0,2 und beim Feldversuch (Versickerungsversuch) ein Korrekturfaktor von 2 zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse der in-situ-Feldversuche sowie die daraus zur Bemessung der Versickerung/Versickerungsanlage in den oberflächennahen Bodenschichten resultierenden Bemessungswerte der Wasserdurchlässigkeit sind in nachfolgender Tabelle (bezogen auf den je Versuchsbohrung ermittelten Mittelwert) dargestellt.

Aufschluss/ Versuch Nr.	Horizont	Tiefe Prüfhorizont [m u. GOK]	k_f-Wert Feldversuch [m/s]	Korrektur-faktor [-]	Bemessungs-k_f-Wert [m/s]
RKS 4/V4	Hang-/ Hochflächendecklehm und Verwitterungslehm/ zersetzter Fels	0,0 – 6,1	i.M. $8{,}90 \times 10^{-9}$	2,0	$1{,}8 \times 10^{-8}$
RKS 5/V5		0,0 – 3,0	i.M. $5{,}69 \times 10^{-8}$	2,0	$1{,}1 \times 10^{-8}$
RKS 6/V6		0,0 – 3,0	i.M. $3{,}16 \times 10^{-8}$	2,0	$6{,}3 \times 10^{-8}$
RKS 7/V7		0,0 – 6,1	i.M. $3{,}05 \times 10^{-8}$	2,0	$6{,}1 \times 10^{-8}$
RKS 8/V8		0,0 – 3,0	i.M. $1{,}16 \times 10^{-7}$	2,0	$2{,}3 \times 10^{-7}$
RKS 9/V9		0,0 – 3,0	i.M. $6{,}48 \times 10^{-8}$	2,0	$1{,}3 \times 10^{-7}$
RKS 10/V10		0,0 – 5,0	i.M. $6{,}39 \times 10^{-8}$	2,0	$1{,}3 \times 10^{-7}$

Tabelle 1: Ergebnis der in-situ-k_f-Wert Bestimmung / Bemessungswerte der Wasserdurchlässigkeit

7 Fazit und Schlussbemerkung

Eine ausreichend leistungsfähige Versickerungsfähigkeit des Untergrunds im Sinne der DWA-A 138 ist nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen bzw. auf der Grundlage der in-situ-Versickerungsversuche in den auf dem weniger stark verwitterten Fels des Grundgebirges aufliegenden Lockergesteinen (Hang-/Hochflächendecklehme und Verwitterungslehm/zersetzter Fels) u.E. nicht gegeben (Mittelwert $k_f << 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s, s.o.).

Von der Herstellung einer Versickerungsanlage in der Lockergesteinsdecke wird daher aus baugrundgutachterlicher Sicht aufgrund der zu geringen Wasserdurchlässigkeit (und damit auch bei ausreichend großer Retention sehr langen Entleerungsdauer) abgeraten. Es wird empfohlen, das anfallende Wasser über die örtliche Kanalisation abzuführen oder einem anderen geeigneten Vorfluter zuzuführen.

Im Trennflächengefüge des unterlagernden Kalksteinfelses (aktuell bis t = 6,1 m nicht erbohrt!) ist erfahrungsgemäß (zumindest bereichsweise) mit höheren Versickerungsraten zu rechen. Bei einer Versickerung in oder auf dem Kalksteinfels muss allerdings damit gerechnet werden, dass das versickerte/in den Untergrund eingeleitete Wasser (wie auch bei der natürlichen Versickerung) dem

Trennflächengefüge bzw. der Schichtung/Klüftung folgt und nicht zwingend senkrecht nach unten bzw. nicht unbedingt in vertikale Richtung versickert. Die ist insbesondere bei hängigem Geländeverlauf zu beachten.

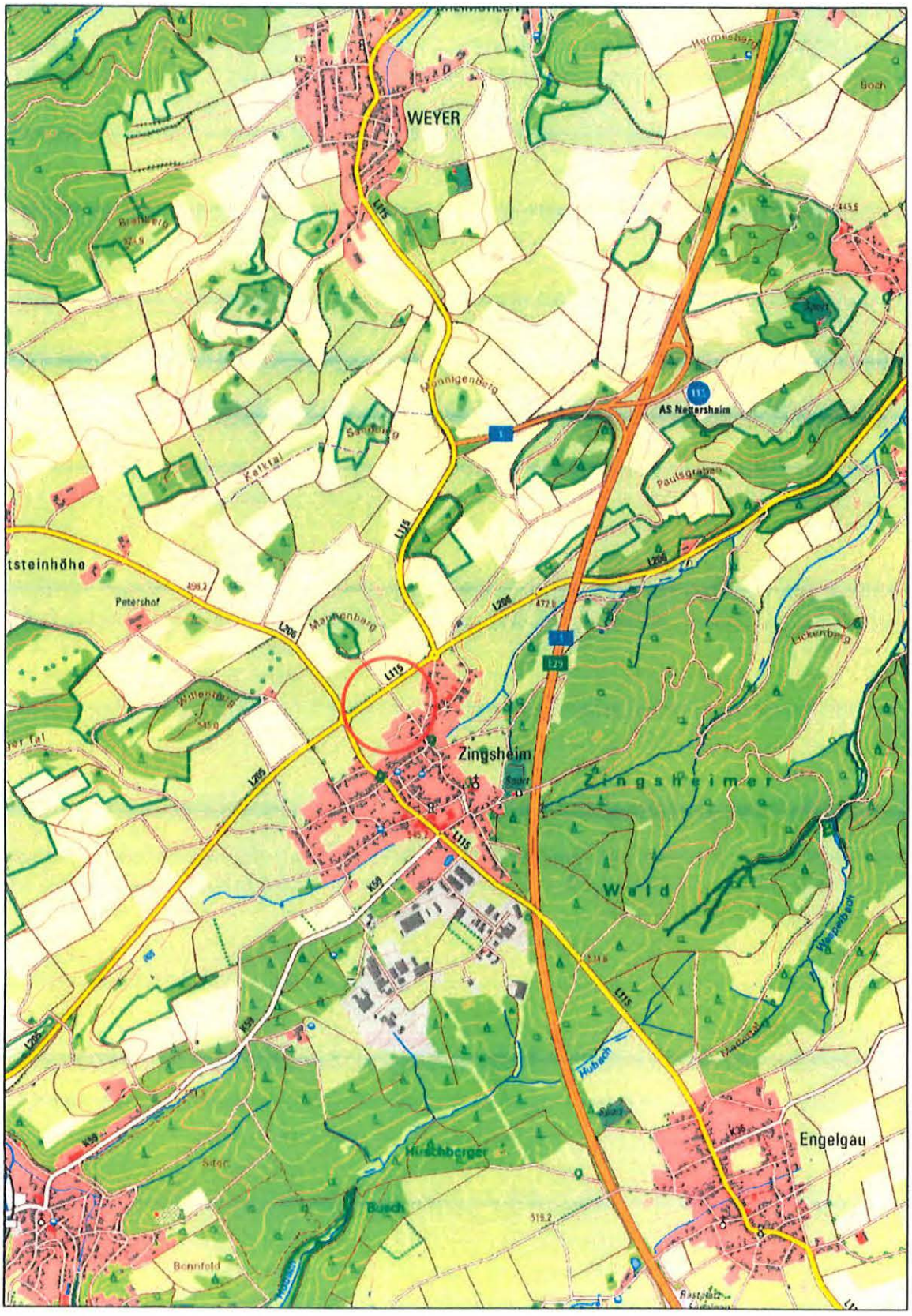
Es sei an dieser Stelle zudem darauf hingewiesen, dass sich die vg. Ausführungen lediglich auf die bodenmechanische Eignung des Baugrunds zur Versickerung beziehen. Rechtliche Belange bleiben unberücksichtigt. Bevor Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser geplant oder hergestellt werden, ist die Ausführbarkeit bzw. Genehmigungsfähigkeit solcher Einrichtungen generell im Vorfeld mit den zuständigen Behörden zu klären.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Ing. Bernd Harth
geotechnik west

Übersichtslageplan Anlage 1.1



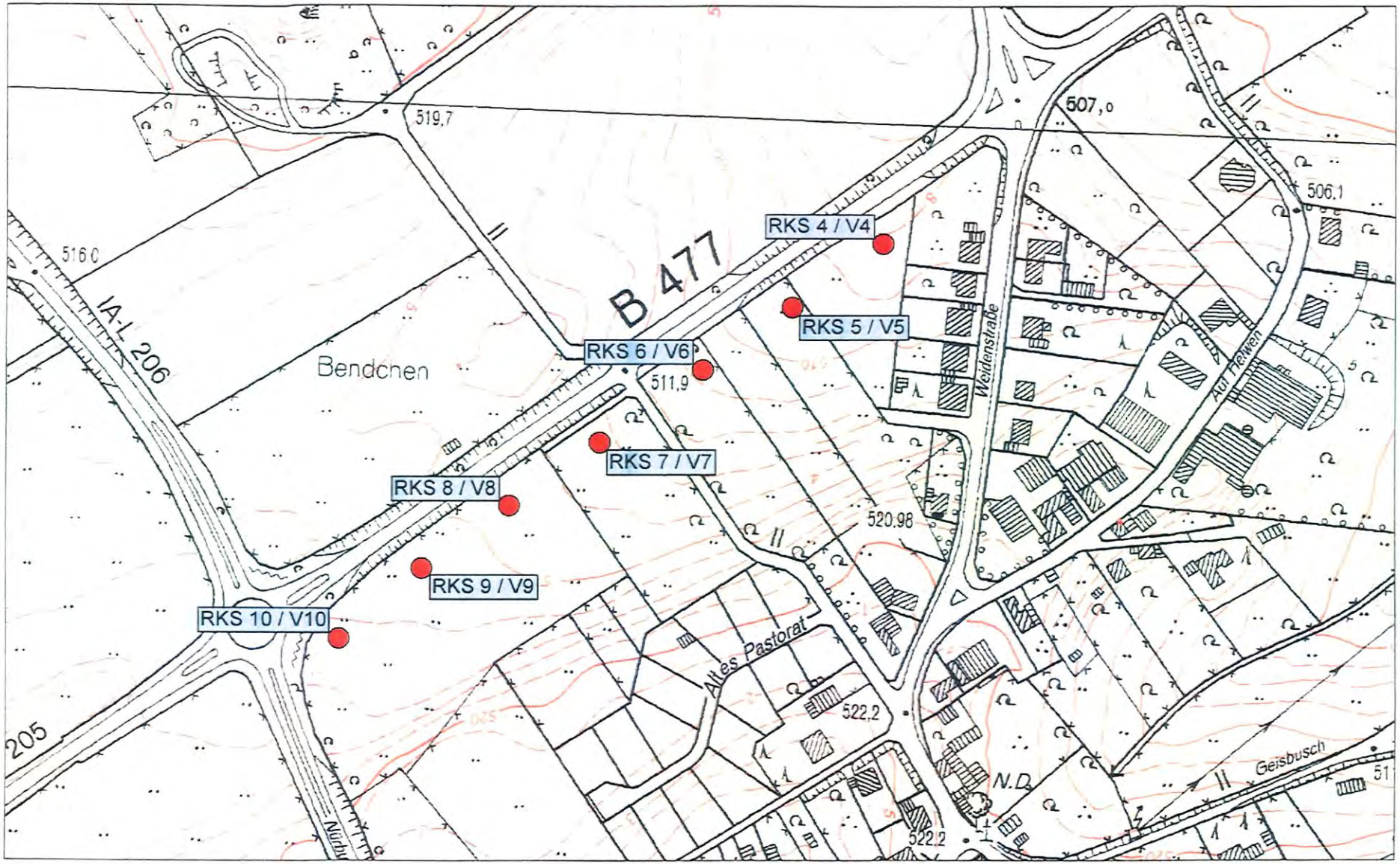
ca. 1 : 25000

geotechnik west

Ingenieurbüro Bernd Harth

Lageplan (Auszug DGK5) mit Lage der Erkundungen

Anlage 1.2.1

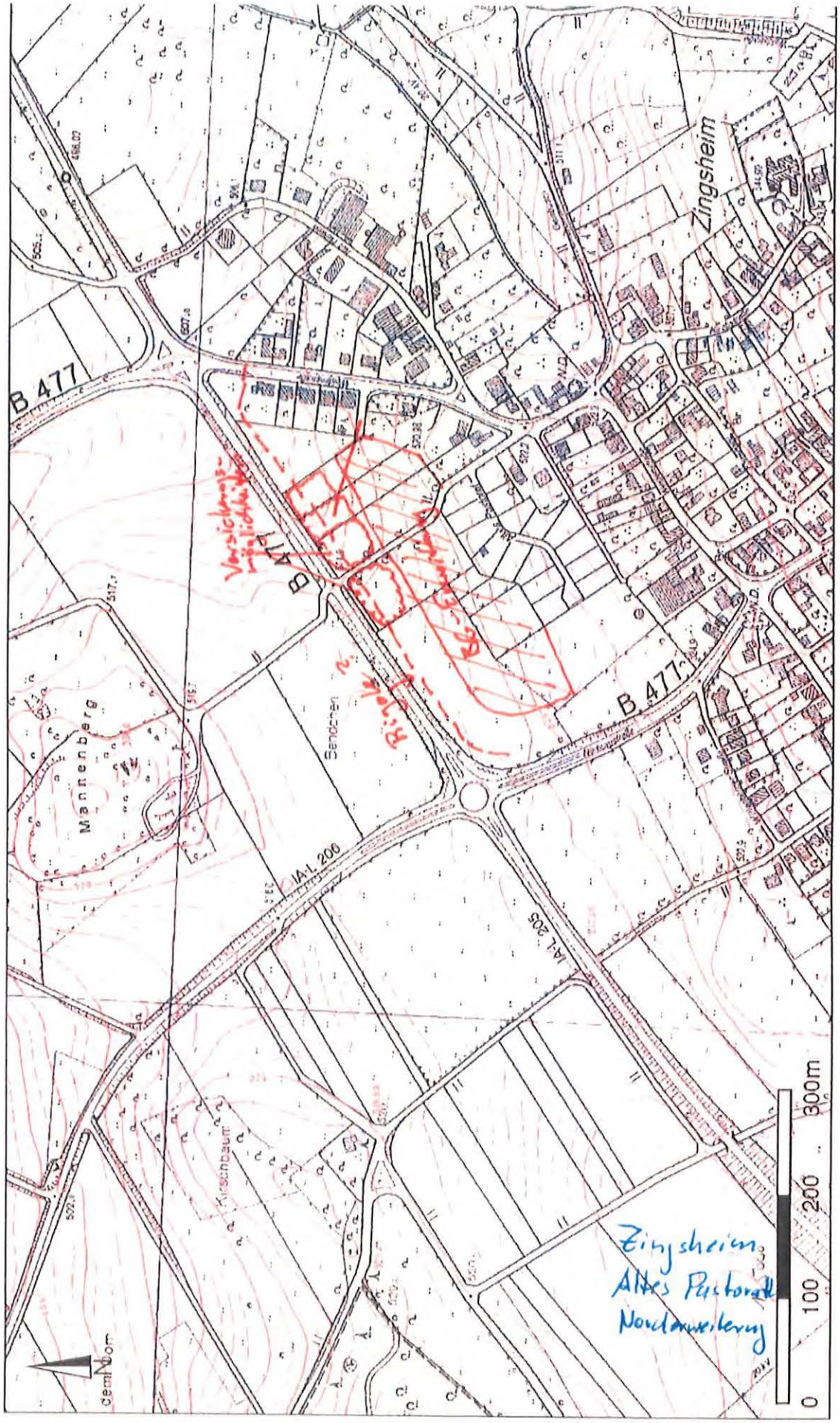


ca. 1 : 2000

geotechnik west

Ingenieurbüro Bernd Harth

Lageplan - Lage BG-Erweiterung und Rigole Anlage 1.2.2



Bendchen
RKS 4 / V4
Am Stöckelchen
RKS 5 / V5
RKS 6 / V6
RKS 7 / V7
RKS 8 / V8
RKS 9 / V9
RKS 10 / V10
Altes Pastorat

ca. 1 : 2000

Bilder 1 und 2: örtliche Situation am 09.10.2019 im Bereich RKS 4 – 6 (Bild 1) bzw. RKS 7 – 10 (Bild 2)

Bild 3: Ausführung der Rammkernsondierung RKS 5 am 09.10.2019 (im Hintergrund Ansatzpunkt RKS 4)

Bild 4: Ausführung des Versickerungsversuchs V4 im Bohrloch der RKS 4 am 09.10.2019

Bild 5: Ausführung des Versickerungsversuchs V5 im Bohrloch der RKS 5 am 09.10.2019

Bild 6: Ausführung der Rammkernsondierung RKS 6 am 09.10.2019

Bild 7: Ausführung des Versickerungsversuchs V6 im Bohrloch der RKS 6 am 09.10.2019

Bild 8: Ausführung der Rammkernsondierung RKS 7 am 09.10.2019

Bild 9: Ausführung des Versickerungsversuchs V7 im Bohrloch der RKS 7 am 09.10.2019

Bild 10: Ausführung des Versickerungsversuchs V8 im Bohrloch der RKS 8 am 09.10.2019

Bild 11: Ausführung der Rammkernsondierung RKS 9 am 09.10.2019

Bild 12: Ausführung des Versickerungsversuchs V9 im Bohrloch der RKS 9 am 09.10.2019

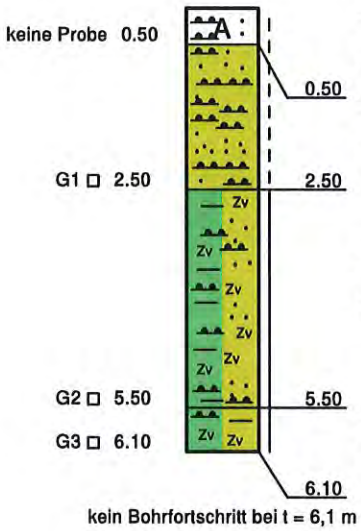
Bild 13: Ausführung der Rammkernsondierung RKS 10 am 09.10.2019

Bild 14: Ausführung des Versickerungsversuchs V10 im Bohrloch der RKS 10 am 09.10.2019

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.1
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

RKS 4

0,0 m = GOK



Schluff (Auffüllung/Oberboden)
(schwach) feinsandig, schwach humos, braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
(schwach) feinsandig bis lokal stark feinsandig, schwach tonig, hellbraun bis rotbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer bis schwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
tonig, schwach feinsandig, gelbbraun bis rotbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei, schwer bis sehr schwer zu bohren

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.2
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

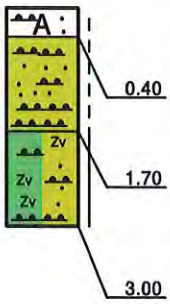
RKS 5

0,0 m = GOK

keine Probe 0.40

G1 □ 1.70

G2 □ 3.00



Schluff (Auffüllung/Oberboden)
(schwach) feinsandig, schwach kiesig (Gesteinsreste), schwach humos, braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
(schwach) feinsandig bis lokal stark feinsandig, schwach tonig, mit einzelnen Sst-/Ust-Bröckchen, hellbraun bis gelbbraun, halbfest, erdfeucht, kalkfrei, schwer zu bohren

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.3
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

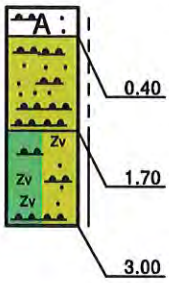
RKS 6

0,0 m = GOK

keine Probe 0.40

G1 □ 1.70

G2 □ 3.00



Schluff (Auffüllung/Oberboden)
schwach feinsandig, schwach kiesig (Gesteinsreste), schwach humos, braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

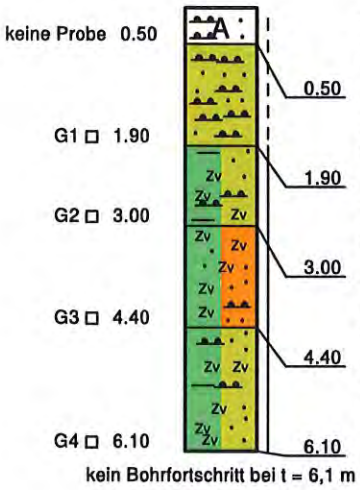
Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
(schwach) feinsandig, schwach tonig, rotbraun bis grauweiß, halbfest, erdfeucht, kalkfrei, schwer zu bohren

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.4
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

RKS 7

0,0 m = GOK



kein Bohrfortschritt bei t = 6,1 m

Schluff (Auffüllung/Oberboden)
(schwach) feinsandig, schwach humos, schwach kiesig (Gesteinsreste), braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
feinsandig, schwach tonig, hellrosa bis grauweiß, halbfest, erdfeucht, kalkfrei, schwer zu bohren

Feinsand (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
schwach schluffig bis lokal schluffig, hellgrauweiß bis weiß, bindige BEstandteile halbfest, erdfeucht, kalkfrei, schwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
(stark) feinsandig, lokal schwach tonig, hellgrauweiß bis weiß, halbfest, erdfeucht, kalkfrei, schwer bis sehr schwer zu bohren

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.5
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

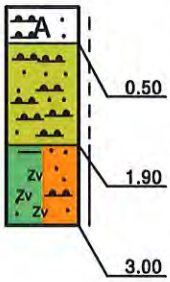
RKS 8

0,0 m = GOK

keine Probe 0.50

G1 □ 1.90

G2 □ 3.00



Schluff (Auffüllung/Oberboden)
schwach feinsandig, schwach humos, braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Feinsand + Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
lokal schwach tonig, hellgelb bis hellrosa, bindige Bestandteile halbfest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei, schwer zu bohren

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.6
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

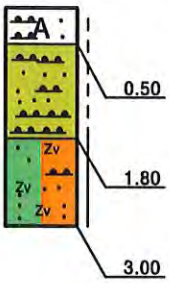
RKS 9

0,0 m = GOK

keine Probe 0.50

G1 □ 1.80

G2 □ 3.00



Schluff (Auffüllung/Oberboden)
schwach feinsandig, schwach humos, braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

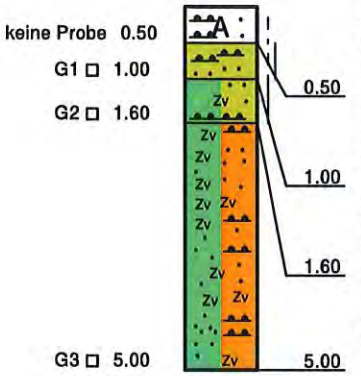
Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig, braun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Feinsand + Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
hellbraun bis rotbraun, lokal grau, bindige Bestandteile halbfest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei, (mittelschwer bis) schwer zu bohren

geotechnik west Ingenieurbüro Bernd Harth Arnoldystraße 73 52156 Monschau www.geotechnikwest.de	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim Versickerungsuntersuchung	AZ: 19 05 012	Anlage Nr.: 3.7
		M.d.H.: 1:100	Datum: 09.10.2019

RKS 10

0,0 m = GOK



kein Bohrfortschritt bei t = 5,0 m

Schluff (Auffüllung/Oberboden)
schwach feinsandig bis lokal feinsandig, schwach humos, braun bis dunkelbraun, steif, erdfeucht, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Hang-/Hochflächendecklehm)
schwach feinsandig bis feinsandig, braun, steif bis halbfest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Schluff (Verwitterungslehm/zersetzter Fels)
feinsandig bis stark feinsandig, hellbraun bis rotbraun, halbfest, erdfeucht bis trocken, kalkfrei, mittelschwer bis schwer zu bohren

Feinsand (zersetzter Fels)
schwach schluffig, hellgelb bis rosarot, erdfeucht bis trocken, kalkfrei, schwer bis sehr schwer zu bohren

Versickerungsversuch V4 in der Rammkernsondierung RKS 4 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	6,10 m unter GOK
Bohrlochsohle:	6,10 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 6,10 m unter GOK (L_0 = 6,10 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,07	0,07	0,07	$1{,}09 \cdot 10^{-8}$
5	10	0,10	0,03	0,10	$4{,}74 \cdot 10^{-9}$
5	15	0,14	0,04	0,14	$6{,}38 \cdot 10^{-9}$
5	20	0,19	0,05	0,19	$8{,}09 \cdot 10^{-9}$
5	25	0,24	0,05	0,24	$8{,}21 \cdot 10^{-9}$
5	30	0,33	0,09	0,33	$1{,}51 \cdot 10^{-8}$
				im Mittel	**$8{,}9 \cdot 10^{-9}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 6,10 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

AZ 19 05 012
BG-Erweiterung Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim
RKS 4, Versickerungsversuch V4

V4/RKS 4: Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	$L_0(t=0)$ [m]
0,025	0,025	3,141592654	6,100

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000			0,000	6,100			
300	300	0,070	0,070	0,46	0,070	6,030	6,065	6,065	1,09E-08
300	600	0,100	0,030	0,20	0,100	6,000	6,015	6,015	4,74E-09
300	900	0,140	0,040	0,26	0,140	5,960	5,980	5,980	6,38E-09
300	1200	0,190	0,050	0,33	0,190	5,910	5,935	5,935	8,09E-09
300	1500	0,240	0,050	0,33	0,240	5,860	5,885	5,885	8,21E-09
300	1800	0,330	0,090	0,59	0,330	5,770	5,815	5,815	1,51E-08
								kf-Mittelwert	8,90E-09

Versickerungsversuch V5 in der Rammkernsondierung RKS 5 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	3,00 m unter GOK
Bohrlochsohle:	3,00 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 3,00 m unter GOK (L_0 = 3,00 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,26	0,26	0,26	$1{,}56 \cdot 10^{-7}$
5	10	0,33	0,07	0,33	$4{,}67 \cdot 10^{-8}$
5	15	0,39	0,06	0,39	$4{,}18 \cdot 10^{-8}$
5	20	0,45	0,06	0,45	$4{,}35 \cdot 10^{-8}$
5	25	0,49	0,04	0,49	$3{,}01 \cdot 10^{-8}$
5	30	0,52	0,03	0,52	$2{,}31 \cdot 10^{-8}$
				im Mittel	**$5{,}69 \cdot 10^{-8}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 3,00 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

V5/RKS 5: Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	$L_o(t=0)$ [m]
0,025	0,025	3,141592654	3,000

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000			0,000	3,000			
300	300	0,260	0,260	1,70	0,260	2,740	2,870	2,870	1,56E-07
300	600	0,330	0,070	0,46	0,330	2,670	2,705	2,705	4,67E-08
300	900	0,390	0,060	0,39	0,390	2,610	2,640	2,640	4,18E-08
300	1200	0,450	0,060	0,39	0,450	2,550	2,580	2,580	4,35E-08
300	1500	0,490	0,040	0,26	0,490	2,510	2,530	2,530	3,01E-08
300	1800	0,520	0,030	0,20	0,520	2,480	2,495	2,495	2,31E-08
								kf-Mittelwert	5,69E-08

Versickerungsversuch V6 in der Rammkernsondierung RKS 6 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	3,00 m unter GOK
Bohrlochsohle:	3,00 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 3,00 m unter GOK (L_0 = 3,00 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,11	0,11	0,11	$6{,}30 \cdot 10^{-8}$
5	10	0,15	0,04	0,15	$2{,}40 \cdot 10^{-8}$
5	15	0,19	0,04	0,19	$2{,}46 \cdot 10^{-8}$
5	20	0,24	0,05	0,24	$3{,}16 \cdot 10^{-8}$
5	25	0,27	0,03	0,27	$1{,}95 \cdot 10^{-8}$
5	30	0,31	0,04	0,31	$2{,}66 \cdot 10^{-8}$
				im Mittel	**$3{,}16 \cdot 10^{-8}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 3,00 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

V6/RKS 6: Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	L_0 (t = 0) [m]
0,025	0,025	3,141592654	3,000

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000			0,000	3,000			
300	300	0,110	0,110	0,72	0,110	2,890	2,945	2,945	6,30E-08
300	600	0,150	0,040	0,26	0,150	2,850	2,870	2,870	2,40E-08
300	900	0,190	0,040	0,26	0,190	2,810	2,830	2,830	2,46E-08
300	1200	0,240	0,050	0,33	0,240	2,760	2,785	2,785	3,16E-08
300	1500	0,270	0,030	0,20	0,270	2,730	2,745	2,745	1,95E-08
300	1800	0,310	0,040	0,26	0,310	2,690	2,710	2,710	2,66E-08
								kf-Mittelwert	3,16E-08

Versickerungsversuch V7 in der Rammkernsondierung RKS 7 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	6,10 m unter GOK
Bohrlochsohle:	6,10 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 6,10 m unter GOK (L_0 = 6,10 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,20	0,20	0,20	$3{,}17 \cdot 10^{-8}$
5	10	0,39	0,19	0,39	$3{,}20 \cdot 10^{-8}$
5	15	0,53	0,14	0,53	$2{,}48 \cdot 10^{-8}$
5	20	0,68	0,15	0,68	$2{,}79 \cdot 10^{-8}$
5	25	0,83	0,15	0,83	$2{,}93 \cdot 10^{-8}$
5	30	1,01	0,18	1,01	$3{,}73 \cdot 10^{-8}$
				im Mittel	**$3{,}05 \cdot 10^{-8}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 6,10 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

AZ 19 05 012
BG-Erweiterung Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim
RKS 7, Versickerungsversuch V7

V7/RKS 7: Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	$L_0(t=0)$ [m]
0,025	0,025	3,141592654	6,100

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000			0,000	6,100			
300	300	0,200	0,200	1,31	0,200	5,900	6,000	6,000	3,17E-08
300	600	0,390	0,190	1,24	0,390	5,710	5,805	5,805	3,20E-08
300	900	0,530	0,140	0,92	0,530	5,570	5,640	5,640	2,48E-08
300	1200	0,680	0,150	0,98	0,680	5,420	5,495	5,495	2,79E-08
300	1500	0,830	0,150	0,98	0,830	5,270	5,345	5,345	2,93E-08
300	1800	1,010	0,180	1,18	1,010	5,090	5,180	5,180	3,73E-08
								kf-Mittelwert	3,05E-08

Versickerungsversuch V8 in der Rammkernsondierung RKS 8 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	3,00 m unter GOK
Bohrlochsohle:	3,00 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 3,00 m unter GOK (L_0 = 3,00 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,20	0,20	0,20	$1{,}18 \cdot 10^{-7}$
5	10	0,29	0,09	0,29	$5{,}81 \cdot 10^{-8}$
5	15	0,37	0,08	0,37	$5{,}46 \cdot 10^{-8}$
5	20	0,48	0,11	0,48	$8{,}01 \cdot 10^{-8}$
5	25	0,71	0,23	0,71	$1{,}89 \cdot 10^{-7}$
5	30	0,91	0,20	0,91	$1{,}94 \cdot 10^{-7}$
				im Mittel	**$1{,}16 \cdot 10^{-7}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 3,00 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

AZ 19 05 012
BG-Erweiterung Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim
RKS 8, Versickerungsversuch V8

V8/RKS 8: Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	L_0 (t=0) [m]
0,025	0,025	3,141592654	3,000

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000			0,000	3,000			
300	300	0,200	0,200	1,31	0,200	2,800	2,900	2,900	1,18E-07
300	600	0,290	0,090	0,59	0,290	2,710	2,755	2,755	5,81E-08
300	900	0,370	0,080	0,52	0,370	2,630	2,670	2,670	5,46E-08
300	1200	0,480	0,110	0,72	0,480	2,520	2,575	2,575	8,01E-08
300	1500	0,710	0,230	1,51	0,710	2,290	2,405	2,405	1,89E-07
300	1800	0,910	0,200	1,31	0,910	2,090	2,190	2,190	1,94E-07
								kf-Mittelwert	1,16E-07

Versickerungsversuch V9 in der Rammkernsondierung RKS 9 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:.	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	3,00 m unter GOK
Bohrlochsohle:	3,00 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 3,00 m unter GOK (L_0 = 3,00 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,13	0,13	0,13	$7{,}49 \cdot 10^{-8}$
5	10	0,21	0,08	0,21	$4{,}92 \cdot 10^{-8}$
5	15	0,30	0,09	0,30	$5{,}85 \cdot 10^{-8}$
5	20	0,36	0,06	0,36	$4{,}10 \cdot 10^{-8}$
5	25	0,47	0,11	0,47	$7{,}95 \cdot 10^{-8}$
5	30	0,58	0,11	0,58	$8{,}60 \cdot 10^{-8}$
				im Mittel	**$6{,}48 \cdot 10^{-8}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 3,00 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

AZ 19 05 012
BG-Erweiterung Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim
RKS 9, Versickerungsversuch V9

V9/RKS 9: Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	L_0 (t = 0) [m]
0,025	0,025	3,141592654	3,000

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000			0,000	3,000			
300	300	0,130	0,130	0,85	0,130	2,870	2,935	2,935	7,49E-08
300	600	0,210	0,080	0,52	0,210	2,790	2,830	2,830	4,92E-08
300	900	0,300	0,090	0,59	0,300	2,700	2,745	2,745	5,85E-08
300	1200	0,360	0,060	0,39	0,360	2,640	2,670	2,670	4,10E-08
300	1500	0,470	0,110	0,72	0,470	2,530	2,585	2,585	7,95E-08
300	1800	0,580	0,110	0,72	0,580	2,420	2,475	2,475	8,60E-08
								kf-Mittelwert	6,48E-08

Versickerungsversuch V10 in der Rammkernsondierung RKS 10 am 09.10.2019

Projekt:	Erweiterung Baugebiet Altes Pastorat in 53974 Zingsheim
Auftraggeber:	Gemeinde Nettersheim
Bohrlochdurchmesser:	50 mm
Endteufe der Bohrung:	5,00 m unter GOK
Bohrlochsohle:	5,00 m unter GOK
UK Verrohrung:	unverrohrtes/temporär verrohrtes Bohrloch
Ruhegrundwasserspiegel:	kein Grundwasserspiegel vorhanden
UK Decklehm:	Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam!
Filterstrecke/Testabschnitt L_0:	0,00 – 5,00 m unter GOK (L_0 = 5,00 m)
Vorbereitung:	Bohrloch vor Versuchsbeginn gewässert

Art des Versuchs: **Bohrlochversickerung**

Messzeitraum [min]	Zeit ges. [min]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Absenkung ges. [m]	k_f [m/s]
	0	0,00			
5	5	0,38	0,38	0,38	$9{,}00 \cdot 10^{-8}$
5	10	0,60	0,22	0,60	$5{,}85 \cdot 10^{-8}$
5	15	0,71	0,11	0,71	$3{,}13 \cdot 10^{-8}$
5	20	0,90	0,19	0,90	$5{,}76 \cdot 10^{-8}$
5	25	1,14	0,24	1,14	$8{,}00 \cdot 10^{-8}$
5	30	1,32	0,18	1,32	$6{,}62 \cdot 10^{-8}$
				im Mittel	**$6{,}39 \cdot 10^{-8}$**

Auswertung des instationären Regimes nach [Taschenbuch für den Tunnelbau 1994, 18. Jahrgang, Verlag Glückauf GmbH Essen]:

$$k_f\,[m/s] = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times \ln \frac{L}{r_a}$$

mit: $Q = r_i^2 \times \pi \times \Delta h/\Delta t$ [m³/s]
$H = h_1 - (\Delta h/2)$ [m]

und:
- L = Länge des Testabschnitts bzw. der freien wasserbenetzten Bohrloch-/Sickerstrecke [m] im jeweiligen Auswertungsintervall, hier je nach Absenkungshöhe L = var. ≤ L_0 = 5,00 m
- Q = versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit/Auswertungsintervall [m³/s]
- r_a = Bohrlochradius (Radius des Sickerkörpers) [m]
- r_i = Radius der drückenden Wassersäule [m], hier $r_i = r_a$ = 0,025 m
- h_1 = Höhe der drückenden Wassersäule (über dem Ruhegrundwasserspiegel) [m] zum Zeitpunkt t_1 (Beginn des Auswertungsintervalls)
- Δh = Absenkung im Auswertungszeitraum = Betrag der Abnahme der Druckhöhe innerhalb des Auswertungsintervalls [m]
- H = mittlere Druckhöhe im Auswertungsintervall [m]
- k_f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

AZ 19 05 012
BG-Erweiterung Altes Pastorat in 53974 Nettersheim-Zingsheim
RKS 10, Versickerungsversuch V10

V10/RKS 10 : Versickerungsversuch nach dem Verfahren der Bohrlochversickerung

ri [m]	ra [m]	pi	L_0 (t=0) [m]
0,025	0,025	3,141592654	5,000

Annahme: gesamtes Bohrloch versickerungswirksam! L verringert sich ab Versuchsbeginn!

Zeit [sec]	Zeit gesamt [sec]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Absenkung [m]	Q [$m^3/s * 10^6$]	Absenkung ges. [m]	h1 [m]	H [m]	$L_{res.}$ [m]	kf [m/s] [m/s]
	0	0,000		-	0,000	5,000			
300	300	0,380	0,380	2,49	0,380	4,620	4,810	4,810	9,00E-08
300	600	0,600	0,220	1,44	0,600	4,400	4,510	4,510	5,85E-08
300	900	0,710	0,110	0,72	0,710	4,290	4,345	4,345	3,13E-08
300	1200	0,900	0,190	1,24	0,900	4,100	4,195	4,195	5,76E-08
300	1500	1,140	0,240	1,57	1,140	3,860	3,980	3,980	8,00E-08
300	1800	1,320	0,180	1,18	1,320	3,680	3,770	3,770	6,62E-08
								kf-Mittelwert	6,39E-08