

Bericht 2020_086

Bebauungsplan „Nadelhof“, Stegen

Bodengutachten zur Versickerungsfähigkeit



Im Auftrag der badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG, 79108 Freiburg

solum, büro für boden + geologie, Basler Str.19, 79100 Freiburg, i. Br.

Tel: 0761/70319-0, Fax: 0761/70319-25;

e-mail: info@solum-freiburg.de, internet: ww.solum-freiburg.de

Projekt: BG „Nadelhof“ Stegen, Versickerungsfähigkeit

Arbeitsbereich: Bodengutachten

Auftragsnummer: 2020_086

Auftraggeber: badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Zähringer Straße 338 a
79108 Freiburg i. Br.

Ingenieurbüro: itp Ingenieur GmbH
Bötzinger Straße 13
79111 Freiburg

Auftragnehmer: solum
büro für boden + geologie
Basler Str.19
79100 Freiburg i.Br.
Tel.: 0761/703190

Bearbeitung: Dipl.-Geologe Gerd Glomb
Dipl.-Geologe Roland Buck (Feldversuche)

Stand: 27.08.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Methodik	5
3	Zur Eignung von Böden für die Versickerung	6
4	Geologie/ Untergundaufbau/ Hydrogeologische Situation	8
5	Ergebnisse der Sickerversuche/ Beurteilung der Versickerungsfähigkeit	10
6	Allgemeine Angaben für Planung und Bauausführung von Sickeranlagen	11
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	12
8	Literatur- und Quellenverzeichnis	13

Anlagenverzeichnis

1	Lageplan
2	Schichtenverzeichnisse
3	Fotodokumentation
4	Versuchsergebnisse

1 Einleitung

Im Baugebiet Nadelhof, Gemeinde Stegen soll das anfallende Oberflächenwasser versickert werden. Zur Planung der Versickerungsanlagen benötigt das Planungsbüro itp Ingenieur GmbH, Freiburg Angaben zum kf- Wert im Boden bzw. Untergrund

Das Büro Solum wurde mit Schreiben vom 13.07.2020 auf Grundlage des Angebots vom 09.07.2020 von der badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG, Freiburg mit den notwendigen Untersuchungen beauftragt. Die Geländearbeiten fanden am 29.07. bis 30.07.2020 statt.

Im Rahmen des Bodengutachtens war die Durchlässigkeit/ Versickerungsfähigkeit des Bodens/ Untergrunds im Gelände zu ermitteln und im Hinblick auf die Planung und Genehmigung von vorgesehenen Versickerungsanlagen zu beurteilen. Es wurden 5 Baggerschürfe angelegt, die in Abstimmung mit dem Auftraggeber ausgewählt wurden. In 3 Schürfen wird die Versickerung tiefenorientiert an 2 Schichten (unterhalb Oberboden in etwa 0,5m Tiefe sowie im Untergrund bei etwa 1,5m Tiefe) gemessen.

Das vorliegende Bodengutachten enthält:

- Beurteilung der örtlichen Untergrundverhältnisse/ Homogenbereiche
- Beurteilung der örtlichen Grundwasserverhältnisse
- Ermitteln der Durchlässigkeitsbeiwerte
- Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Baugrunds

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurden seitens des AG folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Städtebaulicher Entwurf Bebauungsplan Nadelhof, Stegen (fsp,stadtplanung, Freiburg, Projekt- Nr. S-18-039, Stand 25.06.2020)

2 Methodik

Allgemein: Die Entleerung von Versickerungsanlagen ist vom Durchlässigkeitsbeiwert (kf- Wert) des Bodens, in den versickert wird, abhängig. Der kf- Wert stellt ein wichtiges Maß für die Dränwirksamkeit und weiterer Bodeneigenschaften (z. B. Staunässe, Filtereigenschaften, Erosionsanfälligkeit) dar.

Verfahren: Als Verfahren zur Abschätzung des kf- Wertes kommen in Frage: Überschlägige Abschätzung anhand der Bodenart oder mit Labormethoden. Genauere Werte liefern jedoch hydraulische Tests (Feldversuche), über die die Wasserdurchlässigkeit der Schichten, in die versickert werden soll, ermittelt wird. Die unterschiedlichen Bestimmungsmethoden führen aufgrund verschiedener Randbedingungen zu nicht vergleichbaren Angaben. Deshalb wird zur Bemessung von Sickeranlagen ein so genannter Bemessungs- kf- Wert festgelegt, der sich aus der Multiplikation des methodenspezifischen kf- Werts mit einem empirisch ermittelten Korrekturfaktor ergibt.

Standorte: Die Standorte für die Baggerschürfe wurden zusammen mit dem Auftraggeber (badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG, Freiburg) und der itp Ingenieure GmbH ausgewählt. Sie entsprechen vermutlich nicht exakt den Standorten der zukünftigen Sickeranlagen. Insgesamt wurde der Boden an fünf Schürfgruben durch Baggerschürfung bis zum Unterboden aus Decklehm bzw. Untergrund aus Schwarzwaldkies freigelegt.

Versuchsdurchführung: An jedem Standort wurde ein Messfeld mit mehr oder weniger rechteckiger Grundfläche im Beobachtungshorizont angelegt. Um konstante Messwerte zu erhalten, wurde vor Beginn der Messung ein weitgehend gesättigter Sickerkörper durch längere Wasserzugabe (ca. 350-500l) hergestellt. Anschließend wurde der Wasserspiegel durch Feinregulierung des zuströmenden Wassers auf eine konstante Höhe oberhalb der Sohle eingestellt. Die zuströmende Wassermenge entspricht in diesem Fall der Menge, die aus dem Messfeld in den Untergrund versickert. Aus der zugeflossenen Wassermenge lässt sich unter Berücksichtigung von Zeit, Sickerfläche, Überstauhöhe und Grundwasserabstand die Durchlässigkeit der untersuchten Bodenschicht ermitteln. Die Ermittlung des kf- Wertes erfolgte rechnerisch nach dem Arbeitsblatt A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA A 138, 2005).

3 Zur Eignung von Böden für die Versickerung

Die Beurteilung der Standorte für Versickerungszwecke erfolgte in Anlehnung an das Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Arbeitsblatt DWA-A138, 2005) und des Leitfadens „Natürliche Regenwasserbewirtschaftung“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg (1999). Nach Arbeitsblatt DWA-A138 sind folgende Punkte zu beachten:

- Für die Einstufung der Wasserdurchlässigkeit wird der k_f - Wert des wassergesättigten Bodens herangezogen (Bemessungs- k_f - Wert, DWA, 2005).
- Für Versickerungsanlagen kommen Lockergesteine in Frage, deren k_f - Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (DWA, 2005).
- Aus Grundwasserschutzgründen ist eine unverletzte Filterschicht erforderlich, um natürliche Reinigungsvorgänge zu gewährleisten (Filtration, Adsorption, Fällung usw.). Der Mindestabstand der Versickerungssohle zum mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) sollte 1m betragen.
- Die Anlagen dürfen nicht innerhalb der Schutzzonen I und II von Trinkwassergewinnungsanlagen liegen. In der Wasserschutzzone III A sind bei ungünstiger Untergrundbeschaffenheit Rigolen, Rohr- oder Schachtversickerungsanlagen nicht zu empfehlen.
- Eine schädliche Beeinflussung der Baugrundverhältnisse durch Sickerwasser ist auszuschließen.

Nach dem Leitfaden „Natürliche Regenwasserbewirtschaftung“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg (1999) können drei verschiedene Kategorien an Flächen hinsichtlich ihrer Eignung für die Regenwasserversickerung ausgewiesen werden:

- „gut möglich“: Im Bereich dieser Flächen wird mit einer Wahrscheinlichkeit von über 80% ein Durchlässigkeitsbeiwert von mindestens $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s erreicht.
- „möglich“: Im Bereich dieser Flächen ist nach Durchführung der Untersuchung keine sichere Vorhersage des voraussichtlichen Durchlässigkeitsbeiwertes möglich. Es können mit ungefähr gleicher Wahrscheinlichkeit Werte sowohl unter als auch über $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s auftreten.
- „kaum möglich“: Im Bereich dieser Flächen wird der Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s in mindestens 80% der Fälle unterschritten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von Böden $<10^{-6}$ m/s ist, unabhängig von den Witterungsverhältnissen, eine vollständige Versickerung von Regenwasser i. d. R. nicht mehr möglich (Ministerium für Umwelt und Verkehr, 1999). Bei den in die Kategorie „möglich“ eingestuften Flächen sollte bei Grundstückseigentümern an Ort und Stelle der geplanten Versickerungsanlage ein effektiver Nachweis, wie nachfolgend beschrieben, mit einem Eigenversuch zur Ermittlung der Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens durchgeführt werden.

Nach Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden Württemberg vom 22. März 1999 wird Niederschlagswasser dann schadlos beseitigt, wenn es flächenhaft oder in Mulden auf mindestens 30 cm mächtigem bewachsenen Boden in das Grundwasser versickert wird.

Nach DIN 18130-1 (1998) gelten für die Versickerungsfähigkeit von Böden (Kf-Wert) folgende Einteilungen:

Tabelle 1: Einteilung kf- Wert nach DIN 18130-1

Durchlässigkeitsbeiwert Kf-Wert	Maßeinheit	Einstufung
$> 10^{-2}$	m/s	Sehr stark durchlässig
$10^{-2} - 10^{-4}$	m/s	Stark durchlässig
$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s	Durchlässig
$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s	Schwach durchlässig
$< 10^{-8}$	m/s	Sehr schwach durchlässig

4 Geologie/ Untergrunderbau/ Hydrogeologische Situation

Das Plangebiet ist Teil des Zartener Beckens (oder Dreisamtal), das bedeutende Grundwasservorräte enthält, aus denen z. B. die Stadt Freiburg Teile ihres Trinkwasserbedarfs deckt.

Bei den natürlichen Ablagerungen im Plangebiet handelt es sich überwiegend um schluffig- sandige Decklagen über würmeiszeitlichen Kiesen und Schottern mit schluffig- sandigem Feinboden aus Schwarzwaldmaterial (Dreisam-Material), die schon oberhalb 1,0 m unter Flur anstehen. Typisch sind die Blöcke, die bei Unterbirken bis 120cm im Durchmesser erreichen können. Das Grobmaterial besteht überwiegend aus Gneisen (vgl. auch GK 8013, Blatt Freiburg). Als natürliche Bodenbildung findet sich eine mittlere Braunerde aus kiesig-sandigem Lehm über sandigem Kies.

Hinweis: Lokal kommen auch holozäne Ablagerungen (Abschwemmmassen) und Auffüllungen vor, wie sie im Umfeld von Siedlungen normal sind (vgl. Bodengutachten Büro solum, Projekt 2018_038 vom 08.05.2018). Diese Bereiche werden im Folgenden nicht weiter behandelt, da hier keine Versickerung vorgesehen ist bzw. durchgeführt werden sollte.

Der unterirdische Abfluss im Zartener Becken erfolgt überwiegend auf der Nordseite des Beckens in einer rinnenartig eingetieften Zone gut durchlässiger Schotter und Kiese. Die mittlere Grundwasserfließgeschwindigkeit beträgt 4-6m/ Tag (vgl. auch GK Freiburg und Umgebung, M1: 50.000, GLA 1981). Das Plangebiet liegt nach den vorliegenden Unterlagen (Wasser- und Bodenatlas BW) innerhalb des Wasserschutzgebietes FEW Dreisamtal (WSG-Nr. 315000000106, LUBW-Nr. 315117).

Der Grundwasserspiegel in Stegen- Oberbirken liegt im Allgemeinen tief und wurde z. B. von einem Gemeindevertreter bei Untersuchungen im Neubaugebiet nördlich der Schulstraße mit ca. 28-30m unter Geländeoberfläche angegeben. Dieser Bereich ist wie ein Großteil der untersuchten potentiellen Bauflächen aus Niederterrassensedimenten der Dreisam aufgebaut. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Grundwasser für Bauvorhaben in diesem Bereich nicht relevant ist. In den Bodenschürfen wurde folgerichtig während der Geländearbeiten bis in eine Tiefe von 1,5 m kein Grundwasser angetroffen. Die aufgeschlossenen Böden wurden als trocken bis sehr trocken angesprochen.

Insgesamt wurde der Boden an fünf Schürftgruben untersucht. In den Aufschlüssen wurde folgender Bodenaufbau festgestellt (Homogenbereiche, weitere Angaben zum Profilaufbau finden sich in der Anlage 2):

Oberboden

Schichtunterkante: ca. 0,2-0,4m u. GOF
Zusammensetzung: Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig bis kiesig, Ziegelbruchstücke
Lagerungsdichte: Locker
Farbe: Graubraun
Geotechnische Beurteilung: Oberboden ist geschützt und nach Möglichkeit auf der Baustelle wieder zu verwenden. Das Material ist unterschiedlich wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3 nach ZTVE-StB09) sowie unterschiedlich stark zusammendrückbar. Das Material ist als Filterschicht/ Oberboden für Versickerungsanlagen geeignet.
Schadstoffe: Nicht untersucht, da kein Schadstoffverdacht

Decklehm

Schichtunterkante: Ca. 0,3 bis 0,8 m u. GOF
Zusammensetzung: Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig bis kiesig
Lagerungsdichte: Steif bzw. hart
Farbe: Braun bis ockerbraun
Geotechnische Beurteilung: Das Material ist stark wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB17) und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf. Das Material ist aufgrund der Zusammensetzung für Versickerungsanlagen ungeeignet.
Schadstoffe: Nicht untersucht, da kein Schadstoffverdacht

Schwarzwaldkiese Niederterrasse

Schichtunterkante: Nicht festgestellt, tiefer als 2 m u. GOF
Zusammensetzung: Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig. In den Kiesen können lokal Sand- und Schlufflinsen eingelagert sein. Größere Steine und Blöcke möglich.
Lagerungsdichte: Dicht bis sehr dicht
Farbe: Rotbraun, rötlichbraun, graubraun
Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist schwach wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 nach ZTVE-StB09) und weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf. Das Material ist aufgrund der Zusammensetzung für Versickerungsanlagen geeignet, allerdings können sich die Durchlässigkeiten in den oberen schluffhaltigen Lagen lokal ändern.
Schadstoffe: Nicht untersucht, da kein Schadstoffverdacht

5 Ergebnisse der Sickerversuche/ Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Untersucht wurde die Sickerfähigkeit sowohl der Decklage wie des anstehenden Schwarzwaldkieses. Die ermittelten Durchlässigkeiten werden in der Tabelle 1 dargestellt.

Decklehm: versickert wurde in ca. 0,5 m Tiefe (Schluff, sandig, kiesig). Die Messwerte liegen zwischen $9,94 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1,19 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die entsprechenden Bemessungs- kf- Werte liegen zwischen $1,99 \cdot 10^{-5}$ m/s und $2,38 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die Versickerungsfähigkeit nach DIN 18130-1 wird aufgrund der vorliegenden Messwerte als durchlässig, örtlich stark durchlässig eingestuft.

Niederterrassenkies: versickert wurde in ca. 1,5 m Tiefe (sandiger Kies, teilweise schluffig). Die Messwerte im Niederterrassenkies liegen zwischen $5,04 \cdot 10^{-5}$ m/s und $8,95 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die entsprechenden Bemessungs- kf- Werte liegen zwischen $1,01 \cdot 10^{-4}$ m/s und $1,79 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Versickerungsfähigkeit nach DIN 18130-1 wird aufgrund der vorliegenden Messwerte als stark durchlässig, örtlich durchlässig eingestuft.

Nach dem Leitfaden „Natürliche Regenwasserbewirtschaftung“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg 1999, ist die Versickerung in beiden Schichten „gut möglich“. Das bedeutet, dass im Bereich der untersuchten Flächen mit einer Wahrscheinlichkeit von über 80% ein Durchlässigkeitsbeiwert von mindestens $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s erreicht wird.

Tabelle 2: Ermittlung Bemessungs- kf- Wert nach DWA-ATV 138

Aufschluss	Tiefe/ Bezeichnung untersuchte Schicht [m]	Gemessener kf- Wert [m/s] (=kfu)	Bemessungs- kf- Wert [m/s] *
Schürf 1 VV1	Decklage; 0,50	1,81E-05	3,62E-05
Schürf 1 VV2	Niederterrassenkies; 1,5m	5,18E-05	1,04E-04
Schürf 2 VV1	Decklage; 0,6m	1,19E-04	2,38E-04
Schürf 2 VV2	Niederterrassenkies; 1,5m	8,95E-04	1,79E-03
Schürf 3 VV1	Decklage; 0,5m	2,80E-05	5,60E-05
Schürf 4 VV1	Decklage; 0,5m	5,49E-05	1,10E-04
Schürf 5 VV1	Decklage; 0,5m	9,94E-06	1,99E-05
Schürf 5 VV2	Niederterrassenkies; 1,5m	5,04E-05	1,01E-04

*Anmerkung: *Für Feldmethoden wird nach A 138 ein Korrekturfaktor von 2 vorgegeben, da davon ausgegangen wird, dass während des Feldversuchs keine vollständige Sättigung des Bodens erreicht wird. Der über Feldversuche ermittelte kf- Wert entspricht also dem vertikalen Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$ in der ungesättigten Zone.*

6 Allgemeine Angaben für Planung und Bauausführung von Sickeranlagen

Folgende Punkte sind bei Planung, Anlage und Betrieb von Sickeranlagen grundsätzlich zu beachten und sollten im Bebauungsplan entsprechend vorgegeben werden:

- Die ermittelten Durchlässigkeiten gelten nicht für Bodensubstrate, die im Rahmen evtl. Auffüllmaßnahmen eingebaut werden. Bei der Planung und Ausführung von Sickeranlagen ist darauf zu achten, dass die verwendeten Bodensubstrate nach Einbau nachweislich die gleiche oder eine höhere Durchlässigkeit wie der Untergrund aufweisen müssen.
- Aus Grundwasserschutzgründen ist eine unverletzte Filterschicht erforderlich (bspw. 30cm bewachsene Oberbodenschicht in Z0- Qualität), um natürliche Reinigungsvorgänge zu gewährleisten (Filtration, Adsorption, Fällung usw.).
- Eine schädliche Beeinflussung der Baugrundverhältnisse durch Sickerwasser ist auszuschließen. Der Abstand der Versickerungsanlage zur Bebauung ist auf $>1,5 \times$ Baugrubentiefe, mindestens jedoch 6m zu bemessen. Die Vernässung angrenzender Gebäude muss auch bei einem Mindestabstand von 6m zwischen Versickerungseinrichtung und Gebäude ausgeschlossen werden. Ist der Keller wasserdicht ausgeführt, sind auch geringere Abstände als 6m vertretbar.
- Die Versickerung darf keine Vegetationsschäden oder unzulässigen Bodenbelastungen verursachen.
- Die ermittelten Durchlässigkeiten gelten für den gewachsenen Boden. Als Versickerungsraum nicht geeignet sind bindige Böden, Trümmer, Bauschutt, Boden-Bauschuttgemische oder Müll. Eine Prüfung/ Abnahme des Versickerungsraumes durch den Bodengutachter wird ggf. empfohlen.
- Zur Absicherung gegen Starkregenereignisse sollten die Sickeranlagen einen Notüberlauf aufweisen. Art, Dimensionierung und Aufbau der Sickeranlagen sind im Rahmen einer Ausführungsplanung festzulegen. Unter Umständen ist eine wasserrechtliche Genehmigung für die Sickeranlagen erforderlich.
- Eine Verdichtung der Unterböden im Rahmen der Bauausführung (z. B. durch Abschieben des Oberbodens, Auffüllung des Geländes, Arbeiten bei feuchten Bodenverhältnissen) ist zu vermeiden, da sich sonst Porosität und Versickerungsleistung des natürlich anstehenden Bodens verschlechtern würden. Bereiche geplanter Versickerungsanlagen sind während der Bauausführung vor Bodenverdichtungen weitestgehend zu schützen (z. B. durch Bauzäune o. ä.). Die beauftragten Unternehmen sind entsprechend einzuweisen.
- Durch den Betrieb der Sickeranlage kann es im Laufe der Zeit zu Einschlämmung von Feinmaterial und damit zur Verringerung der Sickerfähigkeit im Untergrund kommen (Selbstdichtung). Versickerungsanlagen sollten daher regelmäßig kontrolliert und gewartet werden.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Plangebiet „Nadelhof“, Gemeinde Stegen, war die Versickerungsfähigkeit des Bodens in zwei Tiefenlagen mit feldbodenkundlichen Methoden zu ermitteln und im Hinblick auf die Planung und Genehmigung von vorgesehenen Versickerungsanlagen zu beurteilen.

Das Plangebiet ist morphologisch mehr oder weniger eben. Der Bodenaufbau besteht aus Oberboden über Decklehm (geringmächtig) über Terrassenkies (Niederterrasse aus Dreisamschotter). Die Schichten unterscheiden sich hinsichtlich der Versickerungsfähigkeit wie folgt: Die Durchlässigkeit des Decklehms wird aufgrund der vorliegenden Messwerte als durchlässig, örtlich stark durchlässig eingestuft. Die Versickerungsfähigkeit des Terrassenkieses wird aufgrund der vorliegenden Messwerte als stark durchlässig, örtlich durchlässig eingestuft.

Nach den durchgeführten Feld- Untersuchungen ist die Versickerung in beiden Schichten (Tiefenlagen) möglich. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen sowie der o.g. Empfehlungen kann das anfallende Regenwasser im Plangebiet „Nadelhof“ versickert werden.

Hinweis: Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Kapitel 1 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die Aussagen auch für den geänderten Planungsstand gültig sind.

Freiburg, 27.08.2020



Dipl.-Geologe G. Glomb

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V.: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA- Regelwerk. Arbeitsblatt DWA-A 138, April **2005**

ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE: Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover 2005

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Bonn 12.07. **1999**

BUNDESVERBAND BODEN BVB E.V.: Regenwasserversickerung und Bodenschutz. BVB Materialien Band 2. Berlin, E. Schmidt Verlag, **1999**

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Bodenübersichtskarte 1:200.000 von Baden-Württemberg, Blatt CC8710 Freiburg Süd, Freiburg i.Br. **1994**

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Geologische Karte 1:25.000 von Baden-Württemberg, Blatt 8013 Freiburg SO, Freiburg i.Br. **1968**

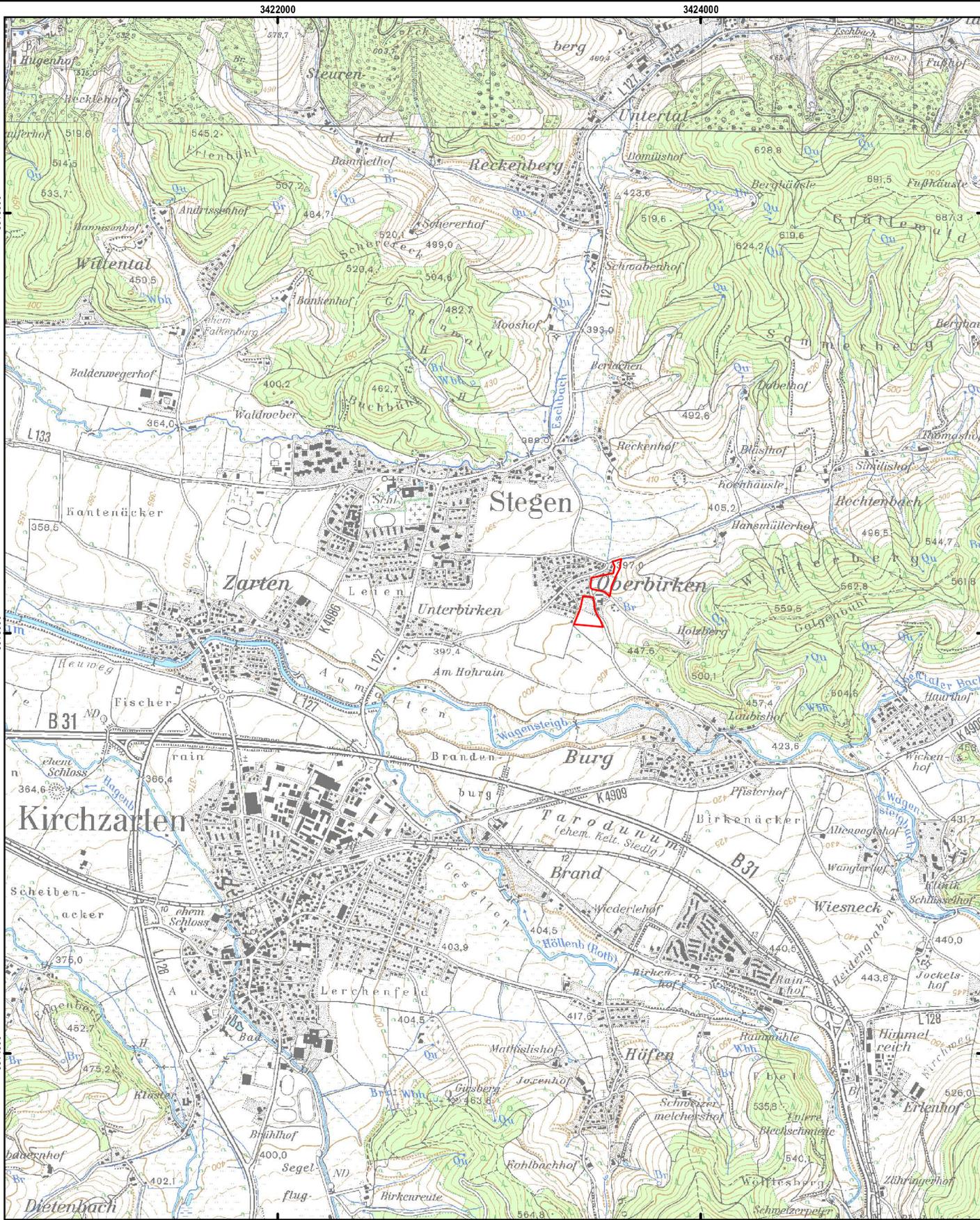
LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln – **1997**

LANDRATSAMT BREISGAU- HOCHSCHWARZWALD: Hochwassergefahrenkarte Baden-Württemberg. https://www.breisgau-hochschwarz-wald.de/pb/site/Breisgau-Hochschwarzwald/get/288582/HWGK_UF_M100_172020.pdf

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.): Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg, WaBoA, Mannheim **2004**

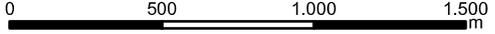
MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG: Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung. Leitfaden für Planer, Ingenieure, Architekten, Kommunen und Behörden. Stuttgart **1999**

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG: Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser. Stuttgart, 22. März **1999**



BG Nadelhof Stegen
Lage Schürfe

 BG Nadelhof Stegen



Projekt:	BG Nadelhof Stegen
Projekt-Nr.:	2020_086
Planinhalt:	Lage Schürfe
Auftraggeber:	Gemeinde Stegen
Maßstab:	1:25.000

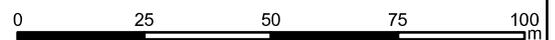


solium **Anlage:** 1.1
büro für boden + geologie **Bearbeiter:** Mohr
Datum: 03.08.2020



BG Nadelhof Stegen
Lage Schürfe

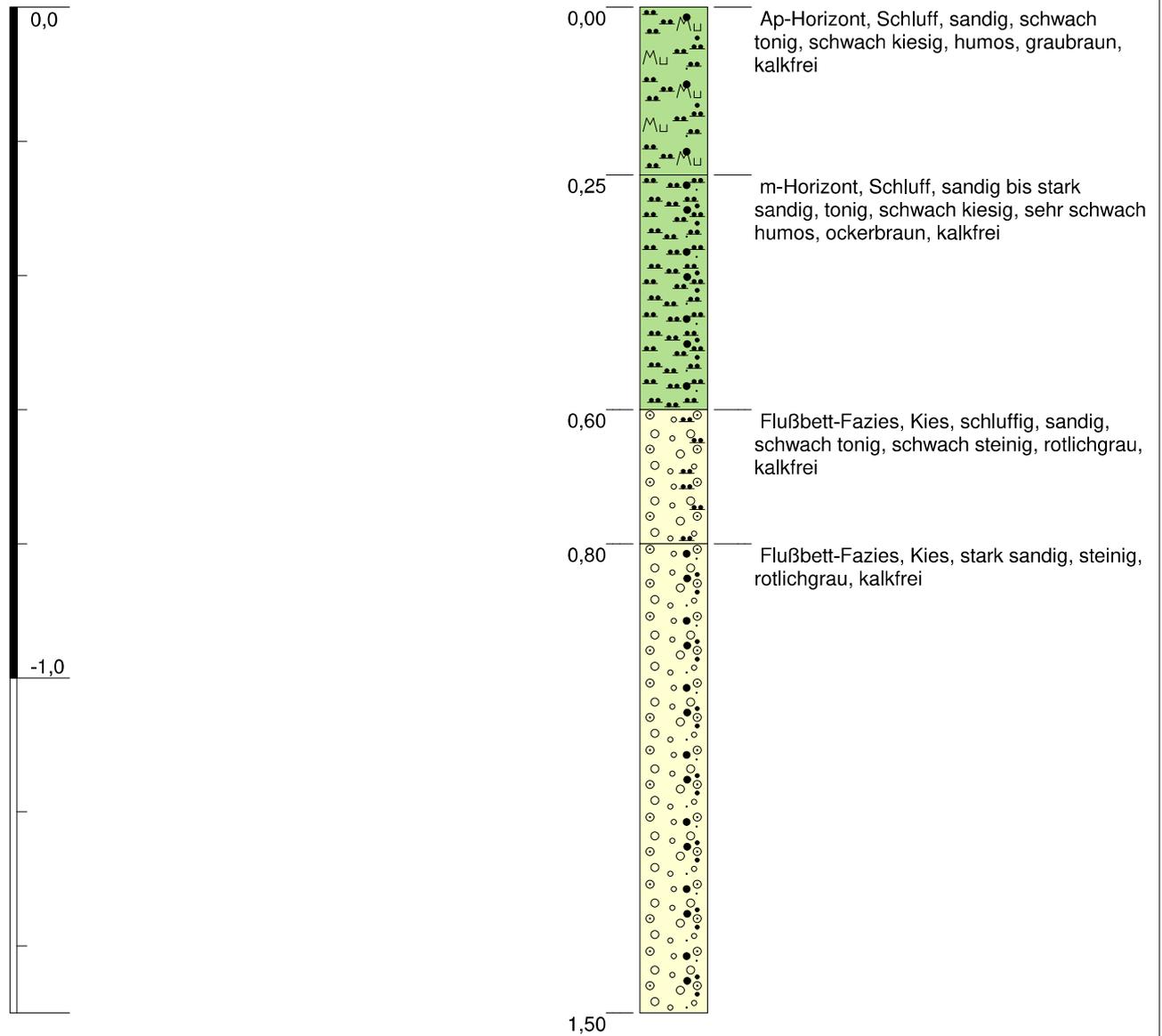
- BG Nadelhof Stegen
- Baggerschurf für Infiltrationsversuche



Projekt:	BG Nadelhof Stegen	N ↑
Projekt-Nr.:	2020_086	
Planinhalt:	Lage Schürfe	
Auftraggeber:	Gemeinde Stegen	
Maßstab:	1:1.500	
Anlage:	1.2	
büro für boden + geologie		Bearbeiter: Mohr
		Datum: 03.08.2020

m u. GOK (0,00 m NN)

Schurf 1



Höhenmaßstab: 1:10

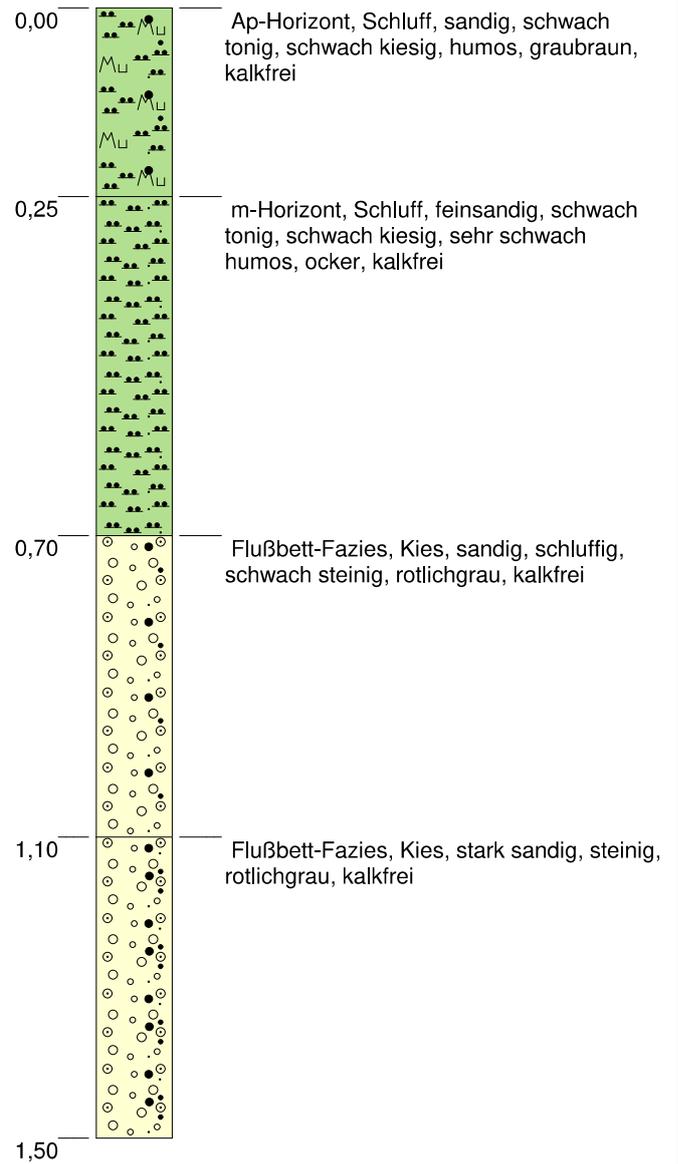
Blatt 1 von 1

Projekt: 2020_086 BG Stegen, Nadelhof		
Bohrung: Schurf 1		
Auftraggeber: Badenova	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: solum, büro für boden + geologie	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Y.Häring	Ansatzhöhe: 0,00m	
Datum: 29.07.2020	Anlage 2	Endtiefe: 1,50 m

m u. GOK (0,00 m NN)



Schurf 2



Höhenmaßstab: 1:10

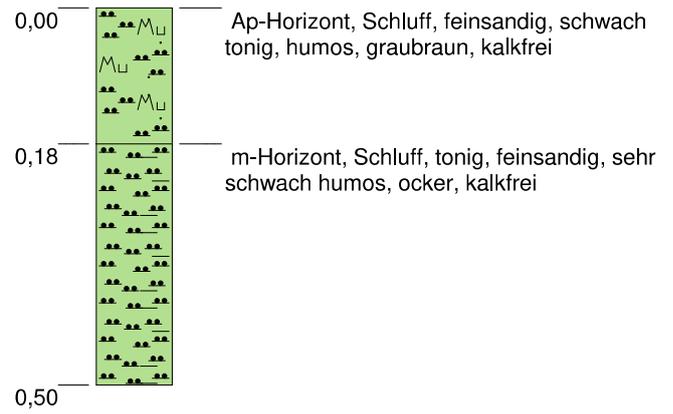
Blatt 1 von 1

Projekt: 2020_086 BG Stegen, Nadelhof		
Bohrung: Schurf 2		
Auftraggeber: Badenova	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: solum, büro für boden + geologie	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Y.Häring	Ansatzhöhe: 0,00m	
Datum: 29.07.2020	Anlage 2	Endtiefe: 1,50 m

m u. GOK (0,00 m NN)



Schurf 3



Höhenmaßstab: 1:10

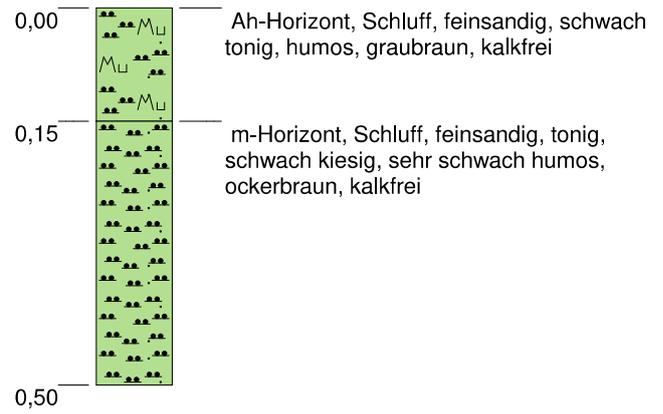
Blatt 1 von 1

Projekt: 2020_086 BG Stegen, Nadelhof		 büro für boden + geologie
Bohrung: Schurf 3		
Auftraggeber: Badenova	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: solum, büro für boden + geologie	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Y.Häring	Ansatzhöhe: 0,00m	
Datum: 29.07.2020	Anlage 2	Endtiefe: 0,50 m

m u. GOK (0,00 m NN)



Schurf 4



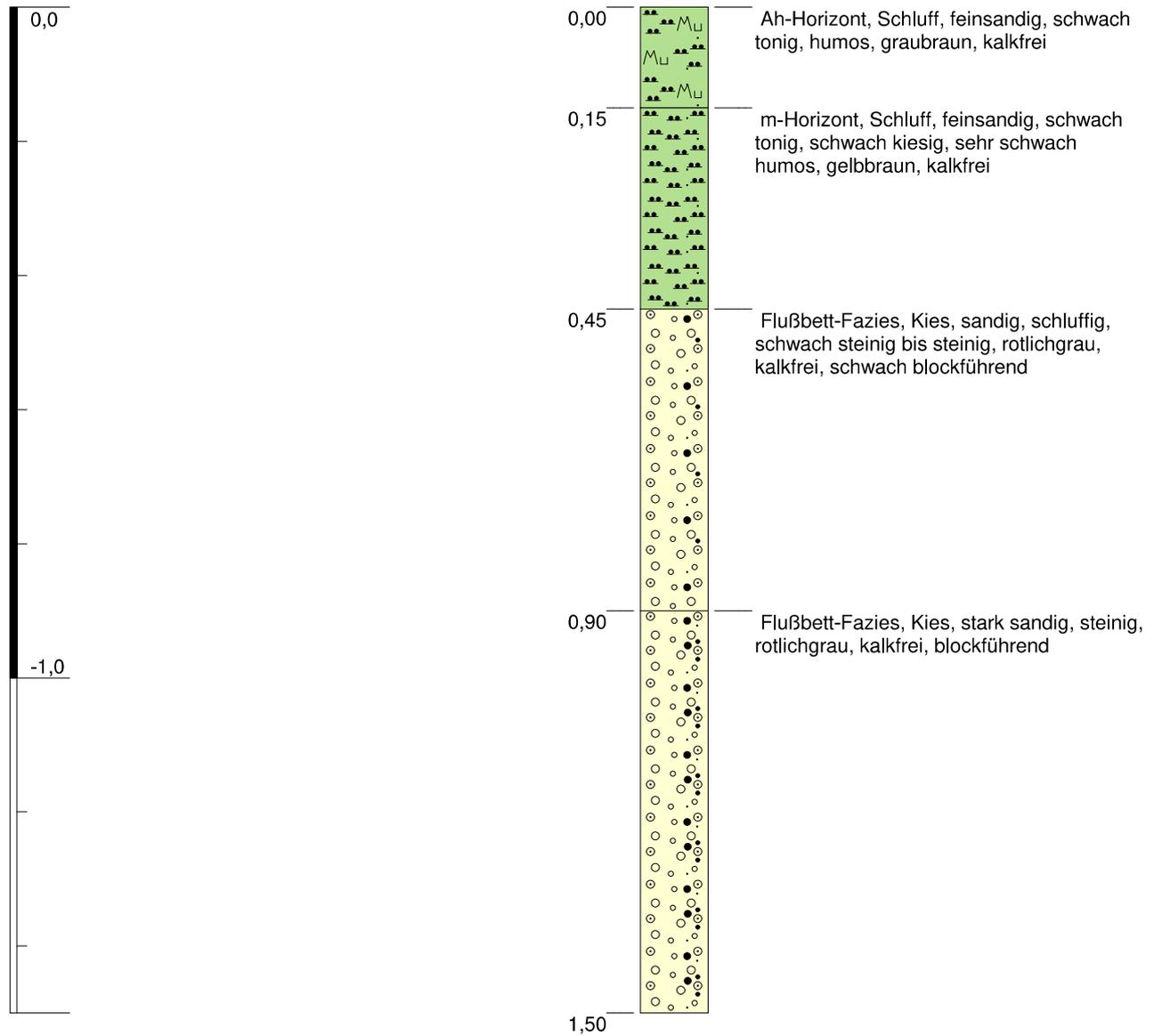
Höhenmaßstab: 1:10

Blatt 1 von 1

Projekt: 2020_086 BG Stegen, Nadelhof		
Bohrung: Schurf 4		
Auftraggeber: Badenova	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: solum, büro für boden + geologie	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Y.Häring	Ansatzhöhe: 0,00m	
Datum: 29.07.2020	Anlage 2	Endtiefe: 0,50 m

m u. GOK (0,00 m NN)

Schurf 5



Höhenmaßstab: 1:10

Blatt 1 von 1

Projekt: 2020_086 BG Stegen, Nadelhof			
Bohrung: Schurf 5			
Auftraggeber: Badenova	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: solum, büro für boden + geologie	Hochwert: 0		
Bearbeiter: Y.Häring	Ansatzhöhe: 0,00m		
Datum: 29.07.2020	Anlage 2	Endtiefe: 1,50 m	



Foto 1: Schurf 1, Versickerungssohle 0,6m u.GOK
 Substrat: Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig
 (Foto: Buck, 29.07.2020)



Foto 2: Schurf 1, Versickerungssohle 1,5m u. GOK
 Substrat: Kies, stark sandig, steinig
 (Foto: Buck, 29.07.2020)



Foto 3: Schurf2; Versickerungssohle 1,5m u. GOK
 Substrat: Kies, sandig, schwach schluffig, steinig
 (Foto: Buck, 29.07.2020)



Foto 5: Schurf 4; Versickerungssohle 0,5 u.GOK
 Substrat: Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig
 (Foto: Buck, 30.07.2020)



Foto 5: Schurf 5; Versickerungssohle 0,5 u.GOK
 Substrat: Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig
 (Foto: Buck, 30.07.2020)



Foto 6: Schurf 5; Versickerungssohle 1,5m u. GOK
 Substrat: Kies, sandig, steinig, blockführend
 (Foto: Buck, 30.07.2020)

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube						
Projekt:	2020-086 BG Stegen		Standort:	Schurf1		
Methode:			Datum:	29.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 1		Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,05		Sohltiefe unt. GOF [m]:	0,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	Bodenart*:	U, fs, t'		
	0,6	0,5				
Witterung:			Wässerung [I]:	10		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	1,5	Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	Is		
				Is	1	
Bestimmung des kf-Wertes						
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)						
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]
0,3	0,0034	577	5,89E-06	1,02439	1,92E-05	69,03
0,3	0,0034	607	5,60E-06	1,02439	1,82E-05	65,62
0,3	0,0034	620	5,48E-06	1,02439	1,78E-05	64,24
0,3	0,0034	625	5,44E-06	1,02439	1,77E-05	63,73
0,3	0,0034	631	5,39E-06	1,02439	1,75E-05	63,12
Summe/ Mittel	0,017	3060	5,56E-06	1,02E+00	1,81E-05	65,15
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				1,81E-05	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				3,62E-05	
Berechnung Wassermenge [m³]						
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]			
Wasser Ende	0,017					
Wasser Beginn	0	0	0			
Durchlauf	0,017	0	0			
Formel zur Berechnung des kf-Wertes						
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$						
Asw = l * b						[m]
Q	Versickerungsrate					[m³/s]
Is	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf					[m]
l	Länge des Schurfs					[m]
b	Breite des Schurfs					[m]
Z	Wasserstand im Schurf					[m]
lg	Hydraulischer Gradient	$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$		[m]/[m]		

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube						
Projekt:	2020-086 BG Stegen		Standort:	Schurf1		
Methode:			Datum:	29.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 2		Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,04		Sohltiefe unt. GOF [m]:	1,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	Bodenart*:	G, s, x', u`		
	0,5	0,4				
Witterung:	sonnig		Wässerung [I]:	30		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	1,5	Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	Is 1		
Bestimmung des kf-Wertes						
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)						
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]
0,2	0,009	770	1,17E-05	1,01961	5,73E-05	206,34
0,2	0,009	856	1,05E-05	1,01961	5,16E-05	185,61
0,2	0,009	882	1,02E-05	1,01961	5,00E-05	180,14
0,2	0,009	878	1,03E-05	1,01961	5,03E-05	180,96
0,2	0,009	886	1,02E-05	1,01961	4,98E-05	179,33
Summe/ Mittel	0,045	4272	5,28E-06	1,02E+00	5,18E-05	186,48
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				5,18E-05	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				1,04E-04	
Berechnung Wassermenge [m³]						
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]			
Wasser Ende	0,045					
Wasser Beginn	0	0	0			
Durchlauf	0,045	0	0			
Formel zur Berechnung des kf-Wertes						
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$						
Asw=l*b				[m]		
Q	Versickerungsrate			[m³/s]		
Is	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf			[m]		
l	Länge des Schurfs			[m]		
b	Breite des Schurfs			[m]		
Z	Wasserstand im Schurf			[m]		
lg	Hydraulischer Gradient		$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$	[m]/[m]		

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube							
Projekt:	2020-086 BG Stegen			Standort:	Schurf2		
Methode:				Datum:	29.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 1			Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,04			Sohlentiefe unt. GOF [m]:	0,6		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	Bodenart*:		U, fs, t', g'		
	0,5 0,4						
Witterung:	sonnig			Wässerung [I]:	40		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	1,5		Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	Is 1		
Bestimmung des kf-Wertes							
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)							
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]	
0,2	0,003	156	1,92E-05	1,01961	9,43E-05	339,50	
0,2	0,007	258	2,71E-05	1,01961	1,33E-04	478,98	
0,2	0,006	261	2,30E-05	1,01961	1,13E-04	405,84	
0,2	0,007	262	2,67E-05	1,01961	1,31E-04	471,67	
0,2	0,006	239	2,51E-05	1,01961	1,23E-04	443,19	
Summe/ Mittel	0,029	1176	1,21E-05	1,02E+00	1,19E-04	427,83	
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand					1,19E-04	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)					2,38E-04	
Berechnung Wassermenge [m³]							
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]				
Wasser Ende	0,029						
Wasser Beginn	0	0	0				
Durchlauf	0,029	0	0				
Formel zur Berechnung des kf-Wertes							
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$							
Asw=l*b				[m]			
Q	Versickerungsrate			[m³/s]			
ls	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf			[m]			
l	Länge des Schurfs			[m]			
b	Breite des Schurfs			[m]			
Z	Wasserstand im Schurf			[m]			
lg	Hydraulischer Gradient	$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$		[m]/[m]			

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube						
Projekt:	2020-086 BG Stegen		Standort:	Schurf2		
Methode:			Datum:	29.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 2		Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,04		Sohlentiefe unt. GOF [m]:	1,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	Bodenart*:	G, s, u', x		
	0,5	0,4				
Witterung:	sonnig		Wässerung [I]:	100		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	0,45	Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	Is 1		
Bestimmung des kf-Wertes						
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)						
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]
0,2	0,1	575	1,74E-04	1,01961	8,53E-04	3070,23
0,2	0,1	574	1,74E-04	1,01961	8,54E-04	3075,58
0,2	0,1	514	1,95E-04	1,01961	9,54E-04	3434,60
0,2	0,1	532	1,88E-04	1,01961	9,22E-04	3318,39
0,2	0,1	551	1,81E-04	1,01961	8,90E-04	3203,96
Summe/ Mittel	0,5	2746	9,12E-05	1,02E+00	8,95E-04	3220,55
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				8,95E-04	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				1,79E-03	
Berechnung Wassermenge [m³]						
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]			
Wasser Ende	500					
Wasser Beginn	0	0	0			
Durchlauf	500	0	0			
Formel zur Berechnung des kf-Wertes						
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$						
Asw = l * b				[m]		
Q	Versickerungsrate			[m³/s]		
ls	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf			[m]		
l	Länge des Schurfs			[m]		
b	Breite des Schurfs			[m]		
Z	Wasserstand im Schurf			[m]		
lg	Hydraulischer Gradient		$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$	[m]/[m]		

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube						
Projekt:	2020-086 BG Stegen		Standort:	Schurf3		
Methode:			Datum:	29.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 1		Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,05		Sohltiefe unt. GOF [m]:	0,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	U, fs, t'			
	0,35 0,4					
Witterung:	sonnig		Wässerung [I]:	ca. 20		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	ca. 1,5	Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	ls 1		
Bestimmung des kf-Wertes						
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)						
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]
0,14	0,005	1238	4,04E-06	1,02439	2,82E-05	101,38
0,14	0,005	1241	4,03E-06	1,02439	2,81E-05	101,14
0,14	0,005	1256	3,98E-06	1,02439	2,78E-05	99,93
0,14	0,005	1248	4,01E-06	1,02439	2,79E-05	100,57
Summe/ Mittel	0,02	4983	4,01E-06	1,02E+00	2,80E-05	100,75
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				2,80E-05	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				5,60E-05	
Berechnung Wassermenge [m³]						
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]			
Wasser Ende	20					
Wasser Beginn	0	0	0			
Durchlauf	20	0	0			
Formel zur Berechnung des kf-Wertes						
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$						
Asw = l * b						[m]
Q	Versickerungsrate					[m³/s]
ls	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf					[m]
l	Länge des Schurfs					[m]
b	Breite des Schurfs					[m]
Z	Wasserstand im Schurf					[m]
lg	Hydraulischer Gradient	$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$		[m]/[m]		

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube						
Projekt:	2020-086 BG Stegen		Standort:	Schurf4		
Methode:			Datum:	29.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 1		Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,1		Sohltiefe unt. GOF [m]:	0,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	U, fs, t', g'			
	0,4 0,4					
Witterung:	sonnig		Wässerung [l]:	ca. 60		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	ca. 1,0	Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	ls 1		
Bestimmung des kf-Wertes						
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)						
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]
0,16	0,0053	600	8,83E-06	1,04762	5,27E-05	189,72
0,16	0,0054	600	9,00E-06	1,04762	5,37E-05	193,30
0,16	0,0055	600	9,17E-06	1,04762	5,47E-05	196,88
0,16	0,0056	600	9,33E-06	1,04762	5,57E-05	200,45
0,16	0,0058	600	9,67E-06	1,04762	5,77E-05	207,61
Summe/ Mittel	0,0276	3000	7,27E-06	8,38E-01	5,49E-05	197,59
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				5,49E-05	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				1,10E-04	
Berechnung Wassermenge [m³]						
	Messung 1 [l]	Messung 2 [l]	Messung 3 [l]			
Wasser Ende	30,3					
Wasser Beginn	0	0	0			
Durchlauf	30,3	0	0			
Formel zur Berechnung des kf-Wertes						
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$						
Asw = l * b				[m]		
Q	Versickerungsrate			[m³/s]		
ls	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf			[m]		
l	Länge des Schurfs			[m]		
b	Breite des Schurfs			[m]		
Z	Wasserstand im Schurf			[m]		
lg	Hydraulischer Gradient		$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$	[m]/[m]		

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube						
Projekt:	2020-086 BG Stegen		Standort:	Schurf5		
Methode:			Datum:	30.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 1		Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,05		Sohlentiefe unt. GOF [m]:	0,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b	U, fs, t', g'			
	0,4 0,4					
Witterung:	sonnig		Wässerung [I]:	15		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	ca. 1,0	Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	ls 1		
Bestimmung des kf-Wertes						
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)						
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]
0,16	0,001	580	1,72E-06	1,02439	1,05E-05	37,87
0,16	0,001	600	1,67E-06	1,02439	1,02E-05	36,61
0,16	0,001	640	1,56E-06	1,02439	9,53E-06	34,32
0,16	0,001	600	1,67E-06	1,02439	1,02E-05	36,61
0,16	0,001	656	1,52E-06	1,02439	9,30E-06	33,48
Summe/ Mittel	0,005	3076	1,32E-06	1,02E+00	9,94E-06	3,58E+01
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				9,94E-06	
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				1,99E-05	
Berechnung Wassermenge [m³]						
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]			
Wasser Ende	30,3					
Wasser Beginn	0	0	0			
Durchlauf	30,3	0	0			
Formel zur Berechnung des kf-Wertes						
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$						
Asw = l * b				[m]		
Q	Versickerungsrate			[m³/s]		
ls	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf			[m]		
l	Länge des Schurfs			[m]		
b	Breite des Schurfs			[m]		
Z	Wasserstand im Schurf			[m]		
lg	Hydraulischer Gradient		$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$	[m]/[m]		

Formblatt Durchlässigkeitsuntersuchung an Schürfgrube							
Projekt:	2020-086 BG Stegen			Standort:	Schurf 5		
Methode:				Datum:	30.07.2020		
Versuch- Nr.:	V V 2			Maßnahme:			
Höhe Wasserspiegel über Sohle z [m]:	0,05			Sohltiefe unt. GOF [m]:	1,5		
Fläche [m²]:	Länge l	Breite b		G, s, x, y'			
	0,5		0,4				
Witterung:	sonnig			Wässerung [I]:	46		
Sonstiges:	Versuchdauer [h]:	ca. 1,0		Abstand Sohle zu Grundwasser* [m]:	Is		
							1
Bestimmung des kf-Wertes							
(Methode: Schürf mit konstantem Wasserspiegel bei Wassermenge x nach ATV A 138)							
Fläche Asw [m²]	Wassermenge x [m³]	Zeit [s]	Durchlauf Q [m³/s]	Hydraulischer			
				Faktor lg [m]	kf=Q/A*I [m/s]	[mm/h]	
0,2	0,009	600	1,50E-05	1,02439	7,32E-05	263,57	
0,2	0,006	600	1,00E-05	1,02439	4,88E-05	175,71	
0,2	0,005	600	8,33E-06	1,02439	4,07E-05	146,43	
0,2	0,005	600	8,33E-06	1,02439	4,07E-05	146,43	
0,2	0,006	600	1,00E-05	1,02439	4,88E-05	175,71	
Summe/ Mittel	0,031	3000	8,33E-06	1,02E+00	5,04E-05	181,57	
kf,u	Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigter Zustand				5,04E-05		
	Bemessungs kf-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert gesättigter Zustand abgeleitet aus kf,u)				1,01E-04		
Berechnung Wassermenge [m³]							
	Messung 1 [I]	Messung 2 [I]	Messung 3 [I]				
Wasser Ende	31						
Wasser Beginn	0	0	0				
Durchlauf	31	0	0				
Formel zur Berechnung des kf-Wertes							
$kf = Asw / (Q * (ls + z) / (ls + z/2))$							
Asw = l * b				[m]			
Q	Versickerungsrate			[m³/s]			
ls	Abstand des Grundwassers zu Sohle im Schurf			[m]			
l	Länge des Schurfs			[m]			
b	Breite des Schurfs			[m]			
Z	Wasserstand im Schurf			[m]			
lg	Hydraulischer Gradient	$lg = (ls + z) / (ls + z/2)$		[m]/[m]			