

STADT HENNEF
AMT FÜR STADTPLANUNG- UND ENTWICKLUNG

InHK Stadt Blankenberg
Neubau Kultur- und Heimathaus
Versickerung von Niederschlagswasser

Hydrogeologisches Gutachten

Projekt-Nr.: 2180533V_G01

Bonn, 30.08.2019

M.Sc. -Geow. Melissa Zerbes

INHALTSVERZEICHNIS

1 AUFTRAG UND UNTERLAGEN	1
2 SITUATION.....	1
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	2
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	2
4.1 TOPOGRAFIE.....	2
4.2 GEOLOGIE	3
4.3 SCHICHTBESCHREIBUNG.....	3
4.3.1 Auffüllung.....	3
4.3.2 Deckschichten.....	3
4.3.3 Kiessand Hauptterrasse	4
4.3.4 Verwitterter Fels / Fels.....	4
4.4 HYDROGEOLOGIE	4
4.4.1 Grundwasser.....	4
4.4.2 Stau-/Schichtwasser	5
4.4.3 Überschwemmungsgebiet	5
5 VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER.....	5
5.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	5
5.2 BEWERTUNG	7
6 SCHLUSSBEMERKUNGEN	7

1 Auftrag und Unterlagen

Die Kühn Geoconsulting GmbH erhielt von den „Stadtbetrieben Hennef – Anstalt öffentlichen Rechts“ den Auftrag, die Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Kultur- und Heimathauses sowie der neuen Feuerwache zu untersuchen und ein hydrogeologisches Gutachten mit Bewertung der bodenbezogenen Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser zu erstellen.

Zur Bearbeitung wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [U1]: neubig hubacher Architekten**
Machbarkeitsstudie Kultur- und Heimathaus Blankenberg
Varianten d und e im Maßstab: 1:500
Stand: o.A.
- [U2]: Kühn Geoconsulting**
Lageplan – abfallbezogene Bodenuntersuchung G02
Maßstab: 1:250
Stand: 23.04.2019

Weiterhin wurde die geologische Karte, 1:25.000 Blatt 5210 Eitorf sowie online vorhandene geologische und hydrogeologische Informationen des geologischen Dienstes NRW ausgewertet.

2 Situation

Das geplante Bauvorhaben liegt südlich der Straßen Scheurengarten und Eitorfer Straße im südwestlichen Teil der Stadt Blankenberg.

Im Rahmen eines Integrierten Handlungskonzepts für die Regionale 2020 finden in Stadt Blankenberg verschiedene Untersuchungen für eine geplante Inwertsetzung der Stadtmauer statt. Zudem ist geplant, ein Kultur- und Heimathaus sowie ein neues Feuerwehrhaus auf dem o.g. Grundstück zu errichten.

Nach den bisher durchgeführten Baugrunduntersuchungen ist der generelle Bodenaufbau in den o.g. Bereichen bekannt. Allerdings fehlen Nachweise hinsichtlich der Durchlässigkeit der anstehenden Schichten

3 Durchgeführte Untersuchungen

Am 31.07.2019 wurde im Rahmen der ing. geol. Geländeaufnahme die hydrogeologische Situation der Böschungen zum Scheuergarten und der Eitorfer Straße im Hinblick auf ggf. sichtbare Wasseraustritte aufgenommen. Darauf aufbauend wurden durch die Kühn Geoconsulting GmbH auf dem o. g. Grundstück 5 Rammkernsondierungen (Ø 50/36 mm) und 5 Versickerungsversuche durchgeführt. Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Der Höhenbezug war die Oberkante Fußboden (Erdgeschoss) des bestehenden Feuerwehrhauses mit einer in [U2] angegebenen EFH von 175,95m ü. NHN. Alle Maße und Höhen sind vor weiteren Planungsschritten verantwortlich zu überprüfen.

Alle Bohrungen wurden durch die Auffüllung bis in die vorhandenen Deckschichten geführt. Durch bereits bestehende Untersuchungen des vorherigen Baugrundgutachtens ist der im Untergrund auftretende Fels bekannt, weshalb für die Versickerungsversuche eine Tiefe von ca. 3 m ausreichend war.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Anlagen 1 (Lageplan), 2 (Bohrprofile), und 3 (Auswertung der Versickerungsversuche nach USBR) dargestellt.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Topografie

Die untersuchte Fläche liegt in Hennef-Stadt Blankenberg und umfasst die Flurstücke 9, 54, 55 sowie Teile der Flurstücke 56, 58 und 59 der Flur 7 in der Gemarkung Blankenberg

Das Gelände weist nach den Baugrunduntersuchungen Geländehöhen zwischen 169,19 m ü. NHN und 179,43 m ü. NHN und steigt von Norden (Eitorfer Straße) nach Süden an. Im Bereich des neu geplanten Kultur- und Heimathauses liegt die Geländehöhe bei mindestens 172,35 m ü. NHN und höchstens 175,93 m ü. NHN, was eine Differenz von 3,6 m ergibt.

Das Grundstück ist derzeit mit einem teilunterkellerten Feuerwehrhaus mit einer Erdgeschossfußbodenhöhe EFH = 177,46 m ü. NHN [U2] bebaut.

Auf dem Grundstück des Feuerwehrhauses ist die Geländeoberfläche zum Teil mit einer

Schwarzdecke versiegelt. Der übrige Bereich wird als Grünfläche genutzt. Das angrenzende Flurstück wird derzeit als Wiese genutzt.

4.2 Geologie

Nach der geologischen Karte, Blatt 5210 Eitorf, wird der Untergrund im untersuchten Grundstück aus Schluff- und Tonsteinen mit Sandsteinbänken der Wahnbach-Schichten (Unterdevon) gebildet. Darüber folgen lokal Reste der älteren Hauptterrasse der Sieg sowie feinsandig, lehmige Deckschichten (Löss/Lösslehm). Den Abschluss des natürlichen Bodenprofils bildet der Oberboden. Durch die derzeitige Nutzung finden sich auch aufgefüllte Böden.

4.3 Schichtbeschreibung

Anhand der Untergrunduntersuchungen und der im Vorfeld durchgeführten Recherchen ergibt sich folgendes Schichtprofil.

4.3.1 Auffüllung

In den Sondierungen wurde oberflächlich aufgefülltes Material erbohrt. Die Dicke schwankt zwischen 0,5 – 1,8 m. Die Auffüllung reicht in den Sondierungen bis maximal etwa 1,8 m unter Gelände. Bei RKS 25 wurde lediglich 0,2 m humoser Oberboden erbohrt. Bei RKS 23 und RKS 26 wurde zu Beginn 0,2 m bzw. 0,1 m Schwarzdecke durchstemmt, worauf ebenfalls aufgefülltes Material folgt.

Bei den aufgefüllten Materialien handelt es sich generell um Schluff mit unterschiedlichen Feinsand-, Ton-, Kies-, und organischen Anteilen. Als Fremdbestandteile wurden Ziegelreste erbohrt.

4.3.2 Deckschichten

Die Deckschichten reichen bis in Tiefen von ca. 2,50 m (RKS 25) bis 3,0 m (RKS 26) unter GOK bzw. bis 168,89 m ü. NHN (RKS 25) und 172,41 m ü. NHN (RKS 26) und weisen Dicken von min. 1,2 (RKS 24) bis 2,5 m (RKS 27) auf. Dabei bilden die Deckschichten das Ende der Sondierungen.

Bei den Deckschichten handelt es sich um wahrscheinlich umgelagerte Löss/Lösslehme, welche sich aus feinsandigen, tlw. schwach tonigen und schwach kiesigen Schluffen zusammensetzen.

Die Auswertung des Versuches (V1) nach USBR, der in einer Tiefe von 2,5-3,0 m unter

Gelände durchgeführt wurde, liefert einen niedrigen k_f -Wert von etwa $1,4 \cdot 10^{-6}$ m/s (s. Anhang 3). Die Auswertung des zweiten Versickerungsversuchs (V2), der in einer Tiefe von 2,0 m bis 2,5 m stattfand, lieferte ebenfalls einen niedrigen k_f -Wert von ca. $8,7 \cdot 10^{-7}$ m/s. Durch die Auswertung aller Versickerungsversuche ergibt sich auf dem Grundstück eine Durchlässigkeit von $7,0 \cdot 10^{-7}$ m/s. Dabei nimmt die Durchlässigkeit mit zunehmendem Feinkornanteil ab.

4.3.3 Kiessand Hauptterrasse

Bei RKS 25 wurden in einer Tiefe von 1,40-2,00 m unter Gelände Kiessande erbohrt. Hierbei handelt es sich um Steine mit Kies-, Schluff-, Feinsand- und Tonanteilen. Die verlehnten Kiessande sind der Hauptterrasse zuzuordnen und wurden in den restlichen Sondierungen nicht erbohrt. Eine flächige Ausdehnung der Kiessande liegt im Untersuchungsbereich somit nicht vor. Generell setzen sich die Kiessande der Hauptterrasse aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen zusammen.

4.3.4 Verwitterter Fels / Fels

Der verwitterte Fels wurde aufgrund seiner hydrogeologischen Eigenschaften in diesem Gutachten nicht weiter betrachtet.

4.4 Hydrogeologie

4.4.1 Grundwasser

Die fünf Bohrungen waren bis zur maximalen Bohrendtiefe von 3 m unter Gelände bzw. 168,89 m ü. NHN trocken.

Bei den im Februar 2019 durchgeführten Geländeuntersuchungen bezüglich des Baugrundgutachtens von KÜHN Geoconsulting wurde in der Bohrung RKS 2 in 0,60 m Tiefe vernässte Bereiche festgestellt. Dieser Wasserstand stieg im Laufe der Bohrung auf 0,50 m u. GOK an, sodass davon auszugehen ist, dass es sich hierbei um gespanntes Schichtwasser handelt, dass sich in den gering-durchlässigen Deckschichten aufstaut. In den weiteren, bis 6,20 m unter Gelände reichenden Bohrungen wurden keine freien Wasserstände angetroffen.

Im näheren und weiteren Umfeld des geplanten Bauvorhabens befinden sich keine Grundwassermessstellen, sodass ein statistisch abgesicherter Wasserstand nicht angegeben werden kann. Als lokaler Grundwasserleiter dienen die nicht-bindigen Bereiche der

Kiessande der Hauptterrasse, in denen sich witterungsabhängig Niederschlagswasser aufstauen kann. Zusätzlich sind Wasserwegsamkeiten entlang von Kluft- und Schichtflächen des Festgesteins zu erwarten. Prinzipiell muss daher mit Hang-/Schichtwasser in der Auffüllung gerechnet werden.

Das Grundstück liegt außerhalb von festgesetzten Trinkwasserschutzgebieten.

4.4.2 Stau-/Schichtwasser

Weder während noch nach den Bohrungen wurden Wasserstände in den Bohrlöchern beobachtet. In Folge von starken Niederschlägen bzw. lang andauernden Regenperioden muss im Niveau der Auffüllung und der lehmigen Deckschichten mit dem Auftretenden von Stau- und/oder Schichtwasser gerechnet werden.

4.4.3 Überschwemmungsgebiet

Nach den Angaben des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW liegt das Grundstück nicht innerhalb eines gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiets.

5 Versickerung von Niederschlagswasser

5.1 Allgemeine Anforderungen

Gemäß § 44 des Landeswassergesetzes (LWG; ehemals §51a) Abs. 1 ist Niederschlagswasser, das auf Grundstücken anfällt, die nach dem 01.01.1996 erstmals bebaut oder an eine Kanalisation angeschlossen werden, vor Ort zu versickern, zu verrieseln oder „direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer“ einzuleiten, „soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften, noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen“ (s. § 55 Abs.2 des WHG).

Nach § 44 Abs. 2 LWG kann die Gemeinde durch Satzung festschreiben, dass das anfallende Niederschlagswasser versickert bzw. in ein Gewässer abgeleitet werden muss und kann dies im Bebauungsplan festschreiben. Gemäß § 44 Abs. 4 LWG kann die zuständige Behörde der Gemeinde eine Versickerung aus Gründen der „Wahrung der gemeinwohlverträglichen Beseitigung von Niederschlagswasser“ auch verbieten.

Die Untere Wasserbehörde fordert i. d. R. die Gemeinwohlverträglichkeit der Versickerung innerhalb eines hydrogeologischen Gutachtens nachzuweisen.

Bei der Bewertung der Versickerungsmöglichkeit wird gem. RdErl. des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft zum (damaligen) § 51a LWG vom 18.05.1998 ein Mindestdurchlässigkeitsbeiwert (k_r -Wert) von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s zu Grunde gelegt. Nach dem Regelwerk DWA-A 138 zur Versickerung von Niederschlagswasser sind demgegenüber auch Durchlässigkeiten von mindestens $1 \cdot 10^{-6}$ m/s tolerierbar, sofern die Schichten flächig und in ausreichender Dicke vorhanden sind. Rückstaufreie Flächenversickerungen benötigen hingegen an der Oberfläche k_f -Werte von mindestens $2 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Für wasserdurchlässige Befestigungen ist nach der „Kommentierung zum Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen“ eine Mindestdurchlässigkeit des Untergrundes von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s erforderlich. Bei geringeren Durchlässigkeiten wird eine Planumsentwässerung erforderlich. Nach der DWA-A 138 handelt es sich bei wasserdurchlässig befestigten Flächen ausdrücklich um keine Flächenversickerung. Da im Laufe der Zeit mit einer Reduzierung der Durchlässigkeit, sowohl der Deck- als auch Tragschichten zu rechnen ist, muss bei wasserdurchlässigen Befestigungen generell ein Oberflächenabfluss berücksichtigt und gem. RAS-EW eine zusätzliche Entwässerungseinrichtung vorgesehen werden. Wasserdurchlässige Befestigungen „dienen somit der Abflussminderung und sind als flankierende Maßnahmen im Sinne einer guten Regenwasserbewirtschaftung zu begrüßen“ (DWA-A138).

Zwischen der Sohle von Versickerungsanlagen und dem mittleren höchsten Grundwasserstand ist ein Mindestabstand von 1 m einzuhalten.

Der erforderliche Abstand zwischen dezentralen Versickerungsanlagen und unterkellerten Gebäuden sollte nach der DWA-A 138 bei getrennten Baugruben mindestens das 1,5-fache des Abstandes zwischen der OK Versickerungsanlage und (z.B. OK Rigole) und der Baugruben-sohle betragen. Bei tiefliegenden Versickerungsanlagen oder einer druckwasserdichten Ausbildung der erdberührten Gebäudeteile kann der Abstand verringert werden, wobei der Lastabtrag der Fundamente und die Angaben der DIN 4123 zu beachten sind.

Zwischen Versickerungsanlagen und Grundstücksgrenzen ist i. d. R. ein Abstand von mindestens 2 m einzuhalten.

5.2 Bewertung

Wie oben beschrieben, wurde in den Bohrungen der Baugrunduntersuchung (s. 2180533_BG_G02 vom 28.02.2019) im Untergrund des Erschließungsgebietes der verwitterte Fels/Fels angetroffen. Darüber finden sich lehmige Deckschichten. Dabei handelt es sich um wahrscheinlich umgelagerte Löss/Lösslehme, welche sich aus feinsandigen, teilweise. schwach tonigen und schwach kiesigen Schluffen zusammensetzen.

Nach der Auswertung von VV1 bis VV5 sind in den Deckschichten die Mindestdurchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert) gemäß DWA-A-138 nicht erreicht.

Grundsätzlich ist bei einer Bebauung in Hanglagen in Bezug auf die Versickerung besonders zu prüfen, ob die gezielte Einleitung von Niederschlagswasser in den Untergrund unzulässige Auswirkungen auf Unterlieger verursachen kann.

Mit zunehmender Geländeneigung findet eine Zunahme der Beeinträchtigung statt. Außerdem kann durch die Versickerung eine Durchnässung des Untergrundes erfolgen, wodurch die Gefahr ansteigt, dass der Untergrund instabil wird und schlimmstenfalls ins Rutschen kommt.

Daher sind weder dezentrale (für ein Grundstück) noch zentrale (für viele Grundstücke) Versickerungsanlagen in vorliegendem Plangebiet geeignet, um das anfallende Niederschlagswasser zu entwässern. Selbst wenn auf einem bestimmten Baugrundstück durch einen Versickerungsversuch im Baggerschuf eine ausreichende Durchlässigkeit für den Fels nachgewiesen wird, ist durch die Hanglage die Gefährdung Dritter nicht auszuschließen.

Insgesamt kann nach den behördlichen Auflagen die Gemeinwohlverträglichkeit einer Versickerungsanlage NICHT gewährleistet werden.

6 Schlussbemerkungen

Die Beschreibung der Boden- und Grundwasserverhältnisse beruht auf punktuellen Aufschlüssen zwischen den linear interpoliert wurde, so dass Abweichungen vom dargestellten Verlauf der Schichtgrenzen möglich sind.

Die im Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung zur Versickerung von Niederschlagswasser. Eine abfallbezogene Bodenuntersuchung bzw. Bewertung der Auffüllungen ist nicht Bestandteil unseres Auftrages.

Die angetroffenen schluffigen Deckschichten und die schwachdurchlässigen Schluff- und Tonsteine der Wahnbach-Schichten (Fels) sind nicht für die Versickerung geeignet.

Die Einleitung von Niederschlagswassers in den Untergrund kann zudem die Standsicherheit des Hanges negativ beeinflussen. Im schlimmsten Fall können Erdbeben oder Bewegungen ausgelöst werden.

Eine Versickerung kann im Plangebiet nicht umgesetzt werden. Das Regenwasser ist daher über die Kanalisation abzuleiten.

Bonn, den 30.08.2019

Kühn Geoconsulting GmbH



Zerbes
M.Sc. Geow. Melissa Zerbes
Projektassistentin Hydrologie

- Anlagen:
1. Lageplan
 2. Profile
 3. Auswertung der Versickerungsversuche

Ø

Stadt Hennef, Amt für Stadtplanung und Entwicklung, Herr Patt
3 x per Post (Frankfurter Str. 97, 53773 Hennef (Sieg))
1 x per E-Mail (stefan.patt@hennef.de)

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch nach USBR Earth-Manual

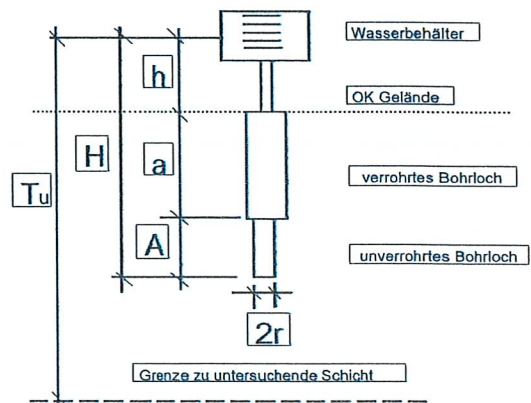
Projekt: 2180533 Alte Feuerwache/ Neubau Gemeindezentrum

Versuch: V1 bei RKS 27 (alt RKS16)

Bohrlochtiefe [cm]	300
Bohrlochdurchmesser [cm]	5
Überstand über GOK [cm]	90
Verrohrte Länge [cm]	250

	1	2	3
Zeit	00:03:30	00:03:59	0:05:00
Sekunden	210	239	300
Liter	0,5	0,5	0,5
cm3	500	500	500

Parameter		1	2	3
T_u	[cm]	320	320	320
H	[cm]	300	300	300
A	[cm]	50	50	50
r	[cm]	2,5	2,5	2,5
Q	[cm ³ /s]	2,38	2,09	1,67
k_{fu}	[m/s]	8,0E-07	7,0E-07	5,6E-07
k_f	[m/s]	1,6E-06	1,4E-06	1,1E-06



$k_f = 1,37E-06$

Formel $H/T_u =$ $T_u/A =$ es gilt Formel ☐ I ☒ II
(Bitte, gültige Formel ankreuzen)

Formel I: $A/H =$ $H/r =$ $c_u =$ (c_u aus Graphik ermitteln)
 $k = Q/(c_u * r * H) =$ cm/s m/s

Formel II $A/r =$ $c_s =$ (c_s aus Graphik ermitteln)
 $k = 2 * Q / ((c_s + 4) * r * (T_u + H - A)) =$ cm/s m/s

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch nach USBR Earth-Manual

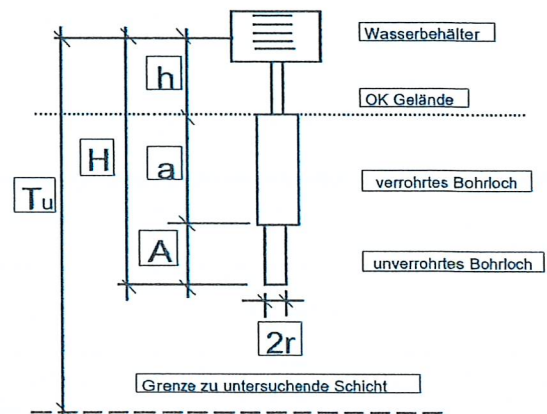
Projekt: 2180533 Alte Feuerwache/ Neubau Gemeindezentrum

Versuch: V2 bei RKS 26 (alt RKS13)

Bohrlochtiefe [cm]	250
Bohrlochdurchmesser [cm]	5
Überstand über GOK [cm]	40
Verrohrte Länge [cm]	200

	1	2	3
Zeit	00:04:39	00:06:03	0:07:40
Sekunden	279	363	460
Liter	0,5	0,5	0,5
cm3	500	500	500

Parameter		1	2	3
T_u	[cm]	420	420	420
H	[cm]	250	250	250
A	[cm]	50	50	50
r	[cm]	2,5	2,5	2,5
Q	[cm ³ /s]	1,79	1,38	1,09
k_{fu}	[m/s]	5,5E-07	4,2E-07	3,3E-07
k_f	[m/s]	1,1E-06	8,5E-07	6,7E-07



$k_f = 8,72E-07$

Formel	$H/T_u =$	0,60	$T_u/A =$	8,40	es gilt Formel	☒ I	☐ II
(Bitte, gültige Formel ankreuzen)							

Formel I: $A/H =$ $H/r =$ $c_u =$ (c_u aus Graphik ermitteln)
 $k = Q / (c_u * r * H) =$ cm/s m/s

Formel II $A/r =$ $c_s =$ (c_s aus Graphik ermitteln)
 $k = 2 * Q / ((c_s + 4) * r * (T_u + H - A)) =$ 5,5E-05 cm/s 5,51E-07 m/s

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch nach USBR Earth-Manual

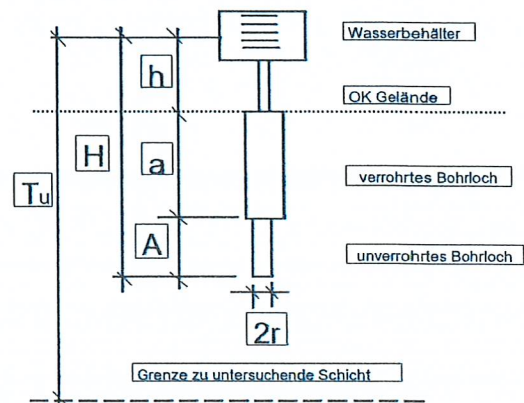
Projekt: 2180533 Alte Feuerwache/ Neubau Gemeindezentrum

Versuch: V3 bei RKS 24 (alt RKS14)

Bohrlochtiefe [cm]	220
Bohrlochdurchmesser [cm]	5
Überstand über GOK [cm]	60
Verrohrte Länge [cm]	180

	1	2	3
Zeit	00:10:00	00:12:00	00:19:00
Sekunden	600	720	1140
Liter	0,25	0,25	0,25
cm3	250	250	250

Parameter		1	2	3
T_u	[cm]	420	420	420
H	[cm]	220	220	220
A	[cm]	40	40	40
r	[cm]	2,5	2,5	2,5
Q	[cm ³ /s]	0,42	0,35	0,22
k_{fu}	[m/s]	1,5E-07	1,3E-07	8,1E-08
k_f	[m/s]	3,1E-07	2,6E-07	1,6E-07



$$k_f = 2,43E-07$$

Formel $H/T_u =$ $T_u/A =$ es gilt Formel ☐ I ☒ II
(Bitte, gültige Formel ankreuzen)

Formel I: $A/H =$ $H/r =$ $c_u =$ (c_u aus Graphik ermitteln)
 $k = Q / (c_u * r * H) =$ cm/s m/s

Formel II $A/r =$ $c_s =$ (c_s aus Graphik ermitteln)
 $k = 2 * Q / ((c_s + 4) * r * (T_u + H - A)) =$ cm/s m/s

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch nach USBR Earth-Manual

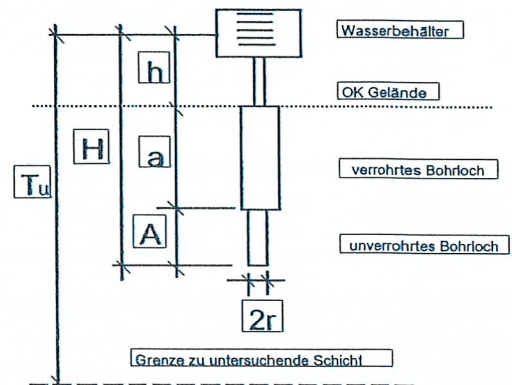
Projekt: 2180533 Alte Feuerwache/ Neubau Gemeindezentrum

Versuch: V4 bei RKS 23 (alt RKS21)

Bohrlochtiefe [cm]	270
Bohrlochdurchmesser [cm]	5
Überstand über GOK [cm]	30
Verrohrte Länge [cm]	200

	1	2	3
Zeit	00:06:13	00:08:20	00:09:00
Sekunden	373	500	540
Liter	0,5	0,5	0,5
cm3	500	500	500

Parameter		1	2	3
T_u	[cm]	360	360	360
H	[cm]	270	270	270
A	[cm]	70	70	70
r	[cm]	2,5	2,5	2,5
Q	[cm ³ /s]	1,34	1,00	0,93
k_{fu}	[m/s]	3,7E-07	2,7E-07	2,5E-07
k_f	[m/s]	7,4E-07	5,5E-07	5,1E-07



$k_f = 6,0E-07$

Formel $H/T_u =$ $T_u/A =$ es gilt Formel
(Bitte, gültige Formel ankreuzen)

Formel I: $A/H =$ $H/r =$ $c_u =$ (c_u aus Graphik ermitteln)
 $k = Q / (c_u * r * H) =$ cm/s m/s

Formel II $A/r =$ $c_s =$ (c_s aus Graphik ermitteln)
 $k = 2 * Q / ((c_s + 4) * r * (T_u + H - A)) =$ cm/s m/s

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch nach USBR Earth-Manual

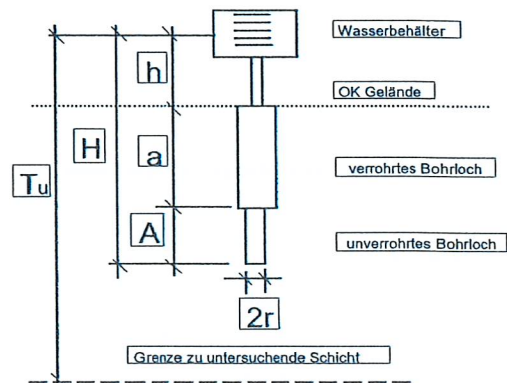
Projekt: 2180533 Alte Feuerwache/ Neubau Gemeindezentrum

Versuch: V5 bei RKS 25 (alt RKS18)

Bohrlochtiefe [cm]	250
Bohrlochdurchmesser [cm]	5
Überstand über GOK [cm]	40
Verrohrte Länge [cm]	200

	1	2	3
Zeit	00:16:00	00:18:00	00:20:00
Sekunden	960	1080	1200
Liter	0,5	0,5	0,5
cm3	500	500	500

Parameter		1	2	3
T_u	[cm]	360	360	360
H	[cm]	250	250	250
A	[cm]	50	50	50
r	[cm]	2,5	2,5	2,5
Q	[cm ³ /s]	0,52	0,46	0,42
kf_u	[m/s]	3,5E-07	1,6E-07	1,4E-07
kf	[m/s]	7,1E-07	3,1E-07	2,8E-07



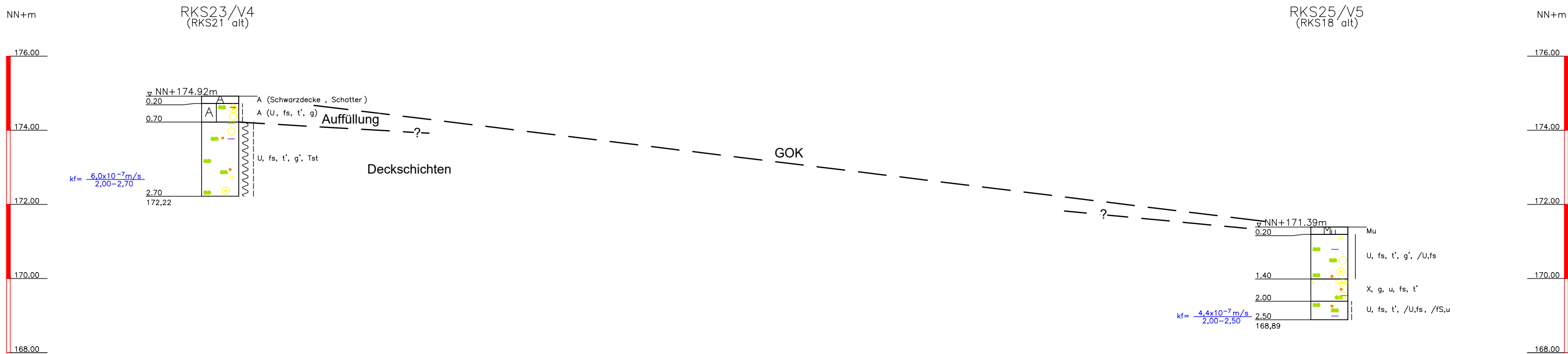
$k_r = 4,4E-07$

Formel $H/T_u =$ 0,69 $T_u/A =$ 7,20 es gilt Formel ☐ I ☒ II
(Bitte, gültige Formel ankreuzen)

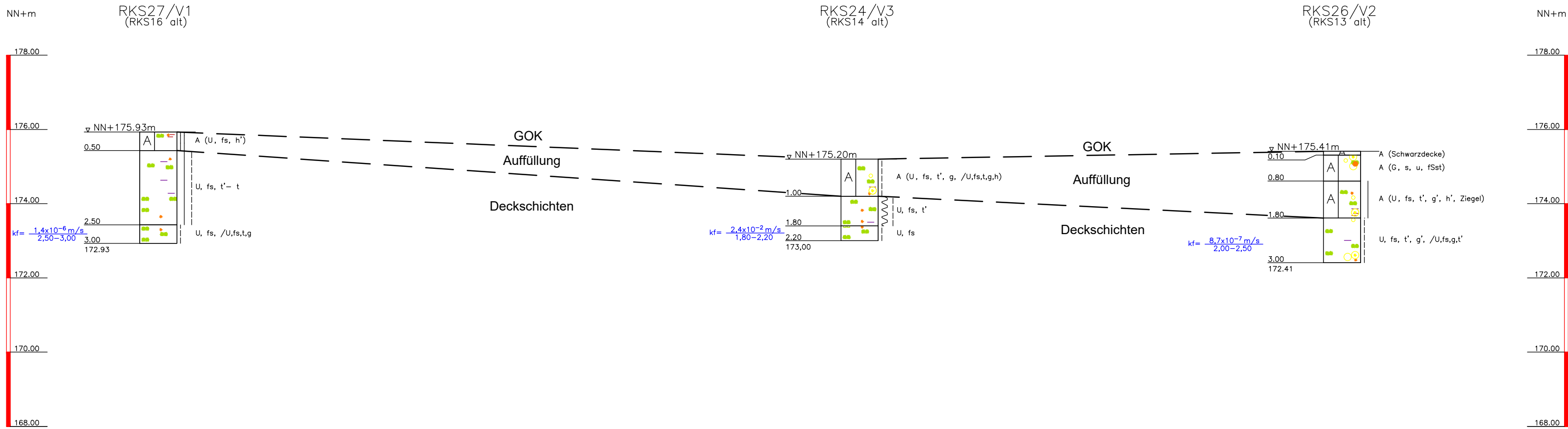
Formel I: $A/H =$ $H/r =$ $c_u =$ (c_u aus Graphik ermitteln)
 $k = Q / (c_u * r * H) =$ cm/s m/s

Formel II $A/r =$ 20,00 $c_s =$ 38 (c_s aus Graphik ermitteln)
 $k = 2 * Q / ((c_s + 4) * r * (T_u + H - A)) =$ 1,8E-05 cm/s 1,8E-07 m/s

Profil 1



Profil 2



Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1

Mutterboden		Mu	
Auffüllung		A	
Ton	tonig	T t	
Schluff	schluffig	U u	
Sand	sandig	S s	
Kies	kiesig	G g	
Steine	steinig	X x	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Lehm	lehmig	L l	
Mudde	organisch	F o	
Torf	humos	H h	
Braunkohle	mit Braunkohle-einschlüssen	Bk bk	

Korngrößen

fein	f
mittel	m
grob	g

Nebenanteile

schwach (<15%)	-
stark (ca. 30-40%)	-

Konsistenz

breiig	brg
weich	wch
steif	stf
halbfest	hfst
fest	fst

Feuchtigkeit

nass	f
------	---

Schichtgrenzen, interpoliert

Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,57 cm	4,37 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	10,00 cm²	15,00 cm²	15,00 cm²
Gestängeldurchmesser	2,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
Rammblaugewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm

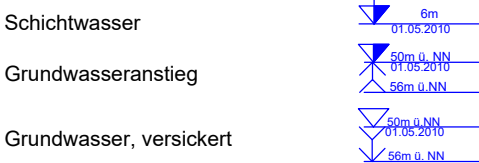
Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Kongl., Brekzie	Gst	
Sandstein	Sst	
Feinsandstein	fSst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	
Basalt	Ba	
Tuff	Tu	
Klüftung	klü	
	klü	

Grundwasser angebohrt

Grundwasser nach Bohrende

Ruhewasserstand



Grundwasser, versickert

k_f-Wert-Bestimmung



kein Bohrfortschritt

kein Rammfortschritt

KBF

KRF

D			
C			
B			
A			
INDEX	Art der Änderung	Datum	Name

Projekt / Bauvorhaben:

InHK Stadt Blankenberg

Stadt Blankenberg

53773 Hennef

Auftraggeber / Bauherr:

Stadt Hennef

Frankfurter Straße 97

53773 Hennef

Planverfasser:

KÜHN Geoconsulting GmbH

Auf der Kaiserfuhr 39

D-53127 Bonn

Tel.: +49 228 98972-0

Fax.: +49 228 98972-11



Planbenennung:

Profil 1 + 2

Gutachten / Planungsstand:

Versickerung G01

Anmerkungen:
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Baunivellement, kein Vermesseraufmaß.

Plan erstellt nach Vorlagen von:
AG

Bearbeitung:	M.Zerbes	Planname:	2180533_V_G01_A2	Datum:	19.08.2019
Zeichnung:	M.Schuhmacher	Plangröße:	665 x 297	Anlage:	2
Projekt-Nr.:	2180533	Maßstab:	1 : 100		