

GEO CONSULT

Geologen für Umwelt und Baugrund

Hydrogeologisches Gutachten

Untersuchung der Versickerungsfähigkeit im Bereich des Bebauungsplanes Nr. 209 „Pützchensweg“ in Sankt Augustin

Stadt Sankt Augustin, Gemarkung Hangelar, Flur 7, Flurstücke 1980, 2280, 2282, 3460 u. a.

Projekt-Nr. 14112000	Schreiben-Nr.: Reu/H0900115	Bearb.: Dipl.-Geol. M. Reuter		
Datum: 13.02.2015	Seiten: 7	Tabellen: 2	Abbildungen: 1	Anlagen: 3
Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG, Dillenburger Straße 75, 51105 Köln				

H+B Stadtplanung PartG
Herr Haase
Dillenburger Straße 75

51105 Köln

Overath, 13.02.2015
Reu/H0900115
Proj.-Nr. 14112000

Inhalt:

1. Anlass	3
2. Lage / Morphologie / Geologie / Hydrologie.....	3
3. Versickerungsversuche und k_f -Wert Ermittlung	5
5. Zusammenfassung / Bewertung	7

Anlagen

1. Lageplan mit Eintragung der Versickerungsbohrungen (M 1:1.500)
2. Bohrprofil (M 1:25)
3. Auswertung Sickerversuche

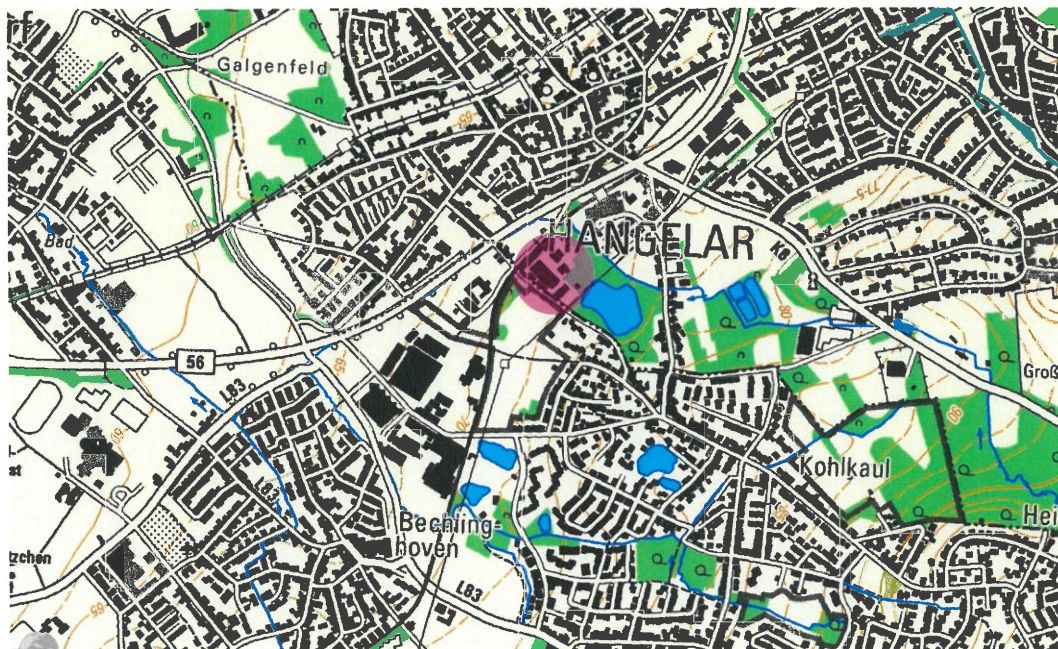
1. Anlass

Die Stadt Sankt Augustin plant mit dem Bebauungsplan Nr. 209 „Pützchensweg“ die städtebauliche Erschließung des ehemaligen Betriebsgeländes der Calderys Deutschland GmbH (Gemarkung Hangelar, Flur 7, Flurstück 2282 u. a.) sowie angrenzender weiterer Grundstücke (Flurstücke 1980, 3460 u. a.). Das Büro H+B Stadtplanung PartG wurde durch die Stadt Sankt Augustin mit der Planung der Erschließungsmaßnahme beauftragt.

GEO CONSULT wurde auf Grundlage des Angebotes A-14493-2 vom 07.05.2014 am 17.11.2014 schriftlich damit beauftragt, die Untergrundverhältnisse zu erkunden, Versickerungsversuche durchzuführen und Aussagen zur Versickerungsfähigkeit auf den untersuchten Flächen zu treffen. Ferner wurden Teilbereiche im Zuge einer umwelttechnischen Untersuchung (Gutachten Reu/U8170115 vom 22.01.2015) auf mögliche Bodenverunreinigungen untersucht

2. Lage / Morphologie / Geologie / Hydrologie

Das Grundstück befindet sich im Sankt Augustiner Stadtteil Hangelar und liegt rd. 100 m südöstlich der Bundesstraße 56. Im Nordwesten wird das Areal durch die Hangelarer Industriebahn, im Nordosten durch einen Bachlauf begrenzt. Unmittelbar südöstlich der Grundstücksgrenze befindet sich ein Teich. Eine Übersicht über die Gebäudelage gibt der nachfolgende Kartenauszug.



Das untersuchte Areal steigt nach Südosten an und weist Geländehöhen zwischen ca. 70 mNHN und 72 mNHN auf.

Die geologische Karte weist für den untersuchten Bereich miozäne Tone der Kölner Schichten unter pleistozänen Mittelterrassensedimenten in Form von Sand und Kies aus.

Auf dem Areal wurden fünf Rammkernsondierungen mit einer maximalen Endteufe von 5,0 m unter GOK abgeteuft. Anhand der Bodenaufschlüsse mittels Rammkernsondierungen wurden in der Untersuchungsfläche die nachfolgend beschriebenen Bodenprofile ermittelt. Die Bohrprofile gem. DIN 4023 befinden sich in Anlage 2. Die Lage der einzelnen Sondierstellen ist in einem Lageplan dargestellt (Anlage 1).

Oberboden

In der Sondierung RKS 5 (Flurstück 1980) wurde unterhalb der Oberfläche eine 30 cm mächtige Oberbodenschicht aus schwach schluffigem Feinsand mit organischen Beimengungen erbohrt.

Auffüllung

In der Sondierung RKS 1 (Hagen-Stiftung) wurde ab Geländeoberkante bis 1,1 m unter GOK eine Auffüllung aus Schlacke und Bauschutt mit Ziegelbruch sowie kiesigen, sandigen und geringen schluffigen Anteilen aufgeschlossen.

In der RKS 2 (Freifläche ehem. Betriebsgelände Calderys) wurden bis 0,9 m unter GOK umgelagerte Terrassensedimente aus sandigem, schwach schluffigem Kies erbohrt.

Die im Bereich des zurückgebauten Ölmagazins niedergebrachten Sondierungen RKS 3 und RKS 4 weisen ab GOK eine 0,8 m bis 1,0 m mächtige Schicht aus RCL-Material in Form von sandigem Schotter auf.

Terrassenablagerung

In den Sondierungen RKS 3 bis RKS 5 wurden bis zur erreichten Endteufe in 4,0 m unter GOK bzw. in den Sondierungen RKS 1 und RKS 2 bis in Tiefen von 1,8 m bzw. 3,5 m unter GOK Terrassenablagerungen in Form von Sanden mit variierenden kiesigen und schluffigen Anteilen bzw. Kiesen mit sandigen und bereichsweise geringen schluffigen Anteilen erbohrt.

Kölner Schichten

In den Sondierungen RKS 1 bis RKS 3 wurden bis zur erreichten Endteufe in maximal 5,0 m unter GOK miozäne Kölner Schichten in Form von grauem Ton aufgeschlossen.

Auch unterhalb der Endteufe stehen nach örtlicher Erfahrung weiterhin Terrassenablagerungen bzw. Kölner Schichten an.

Zum Zeitpunkt der Felderkundungen am 09.12.2014 und 10.12.2014 wurden durch Bohrlochmessungen mit dem Lichtlot in den Sondierungen RKS 1, RKS 3, RKS 4 und RKS 5 in Tiefen zwischen ca. 0,7 m und rd. 2,3 m unter GOK ein freier Grundwasserspiegel festgestellt.

Nach Auswertung der hydrogeologischen Situation bewegt sich der oberste, durchgängige Grundwasserhorizont innerhalb der gut wasserleitfähigen Terrassenablagerungen

Die Karte der Grundwasserhöhengleichen (Blatt Bonn L5308) weist für den untersuchten Bereich im Zeitraum von April 1988 (Zeitraum mit relativ hohem Grundwasserstand) einen Grundwasserstand zwischen 50 mNN und 51 mNNm aus.

Im Nahbereich des Grundstücks liegen diverse Grundwassermessstellen. Die Daten der maßgebenden Messstelle sind nachfolgend dargestellt.

Tab. 1: Daten einer nahegelegenen Grundwassermessstelle

Nr.	Lage	Beobachtungs- zeitraum	maximaler Grundwasserstand / minimaler Flurabstand mit Datum
070201912	300 m nordwestlich	seit 1995	58,47 mNHN / 7,70 m (28.05.1999)

Nach länger andauernden Niederschlagsperioden bzw. Starkregenereignissen können sich zudem im anstehenden Untergrund oberhalb des Grundwassers bereichsweise Staunässe- bzw. Schichtwasserbereiche bilden.

Nach derzeitigem Kenntnisstand und fachgutachterlicher Ansicht muss im Untersuchungsbereich mit flurnahem Grundwasser gerechnet werden.

Der Untersuchungsbereich liegt unmittelbar nordöstlich des Naturschutzgebietes BN-009 „Feuchte Grünlandbrachen und Mähwiesen Kohlkaul“ sowie nordwestlich des Landschaftsschutzgebietes LSG 5108-002. Das betrachtete Grundstück liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten.

3. Versickerungsversuche und k_f -Wert Ermittlung

Bei der Ermittlung des Wasseraufnahmevermögens nach den Richtlinien des USBR Earth Manual wird vor Messung der Sickerfähigkeit das Bohrloch mit einem Filterrohr ausgebaut und durch Einfüllen von Wasser über 45 Minuten gesättigt. Im Anschluss daran wird die versickernde Wassermenge Q pro Zeiteinheit gemessen.

Die Berechnung der wirksamen Sickerflächen und der Sickerraten wird nach dem Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung, Arbeitsblatt DWA-A 138 (März 2005) vorgenommen.

Die k_f -Werte werden nach USBR Earth Manual über die "Formel I" oder die "Formel II" für die ungesättigte bzw. teilgesättigte Bodenzone (k_f -Wert) berechnet:

$$k_f = Q / (C_u \times r \times H) \text{ [cm/s]} \quad (I)$$

$$k_f = 2 \times Q / ((C_s + 4) \times r \times (T_u + H - A)) \text{ [cm/s]} \quad (II)$$

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert [cm/s]
 Q = versickerte Wassermenge [cm³/s]
 C_u, C_s = Koeffizient nach USBR
 r = Ausbauradius [cm]
 T_u = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht
 H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle
 A = Länge unverrohrtes Bohrloch [cm]

In Abhängigkeit vom Verhältniswert H/T_u zu T_u/A wird die "Formel I" oder die "Formel II" zur k_f -Wert-Berechnung herangezogen. Aus den gemessenen Versickerungswerten errechnen sich die nachfolgend dargestellten Durchlässigkeitsbeiwerte (Tab. 2).

Tab. 2: Ergebnisse der durchgeführten Sickerversuche

Untersuchungspunkt	Bodenart	Wassersäule [m]	k_f -Wert [m/s]
RKS 1 / SV 1	Auffüllung, Terrassenablagerung	keine Versickerungsversuch durchführbar → Schichtenwasser bei 0,65 m u. GOK	
RKS 2 / SV 2 flach	Terrassenablagerung (Kies, sandig, schwach schluffig)	0,9 – 2,0	$1,15 \times 10^{-5}$
RKS 2 / SV 2 tief	Terrassenablagerung (Kies, sandig / Sand, kiesig)	0,4 – 3,0	$1,83 \times 10^{-6}$
RKS 5 / SV 3 flach	Terrassenablagerung (Mittelsand, schwach kiesig)	0,3 – 1,8	$3,68 \times 10^{-6}$
RKS 5 / SV 3 tief	Terrassenablagerung (Sand, stark schluffig)	2,2 – 4,0	$8,74 \times 10^{-7}$

Die von der DWA im Arbeitsblatt A 138 empfohlenen Durchlässigkeitsbeiwerte für die Beseitigung von Niederschlagswasser liegen zwischen 5×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s.

Den **rolligen Terrassenablagerungen** (Bodengruppen SW, SE, GW) kann ein Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $k_f \approx 1,0 \times 10^{-5}$ m/s und $k_f \approx 2,0 \times 10^{-6}$ m/s zugeordnet werden. Diese Werte liegen im Bereich des von der DWA definierten Intervalls, eine Versickerung ist hier somit theoretisch möglich.

Im Bereich der Sondierung RKS 5 wurden **bindige Terrassenablagerungen** (Bodengruppe SÜ) aufgeschlossen. Für diese wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \approx 9,0 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt. Dieser Wert liegt außerhalb des von der DWA festgelegten Intervalls. Aufgrund dessen ist im Bereich bindiger Terrassenablagerungen (Hochflutbildungen) von einer Niederschlagsversickerung abzusehen.

Den in den Sondierungen RKS 1 bis RKS 3 aufgeschlossenen Kölner Schichten (Ton) kann erfahrungsgemäß ein Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \leq 1,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ zugewiesen werden. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in diesen Schichten nicht möglich.

Im Bereich der Rammkernsondierung RKS 1 konnte aufgrund flurnaher Grundwasserführungen keine Versickerungsversuch durchgeführt werden.

5. Zusammenfassung / Bewertung

In weiten Teilen des untersuchten Bereiches stehen oberflächennah Auffüllungen aus RCL-Material, umgelagertem natürlichem Bodenaushub und Bauschutt-Schlacke-Gemischen an. Grundsätzlich ist von einer Versickerung in der Auffüllung abzusehen.

Die durchgeführten Versickerungsversuche ergaben für die anstehenden Terrassenablagerungen Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f \approx 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ und $k_f \approx 9,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Für eine Versickerung ist gemäß den Vorgaben der DWA grundsätzlich ein Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ nachzuweisen. Werte innerhalb des zulässigen Intervalls konnten nur bereichsweise ermittelt werden.

In den im Bereich der Sondierungen RKS 1 bis RKS 3 erbohrten, tonigen Kölner Schichten ist aufgrund der erfahrungsgemäß geringen Durchlässigkeitsbeiwerte eine Niederschlagswasserversickerung nicht möglich. Hier sollte hinsichtlich der Gefahr eines Aufstaus in den geringmächtigen Terrassenablagerungen auch in diesen keine Versickerung erfolgen.

Gemäß den Vorgaben der DWA muss zwischen der Unterkante einer Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m Abstand liegen. Aufgrund der im Untersuchungsbereich ermittelten, flurnahen Grundwasserstände kann dieser Mindestabstand nicht gewährleistet werden.

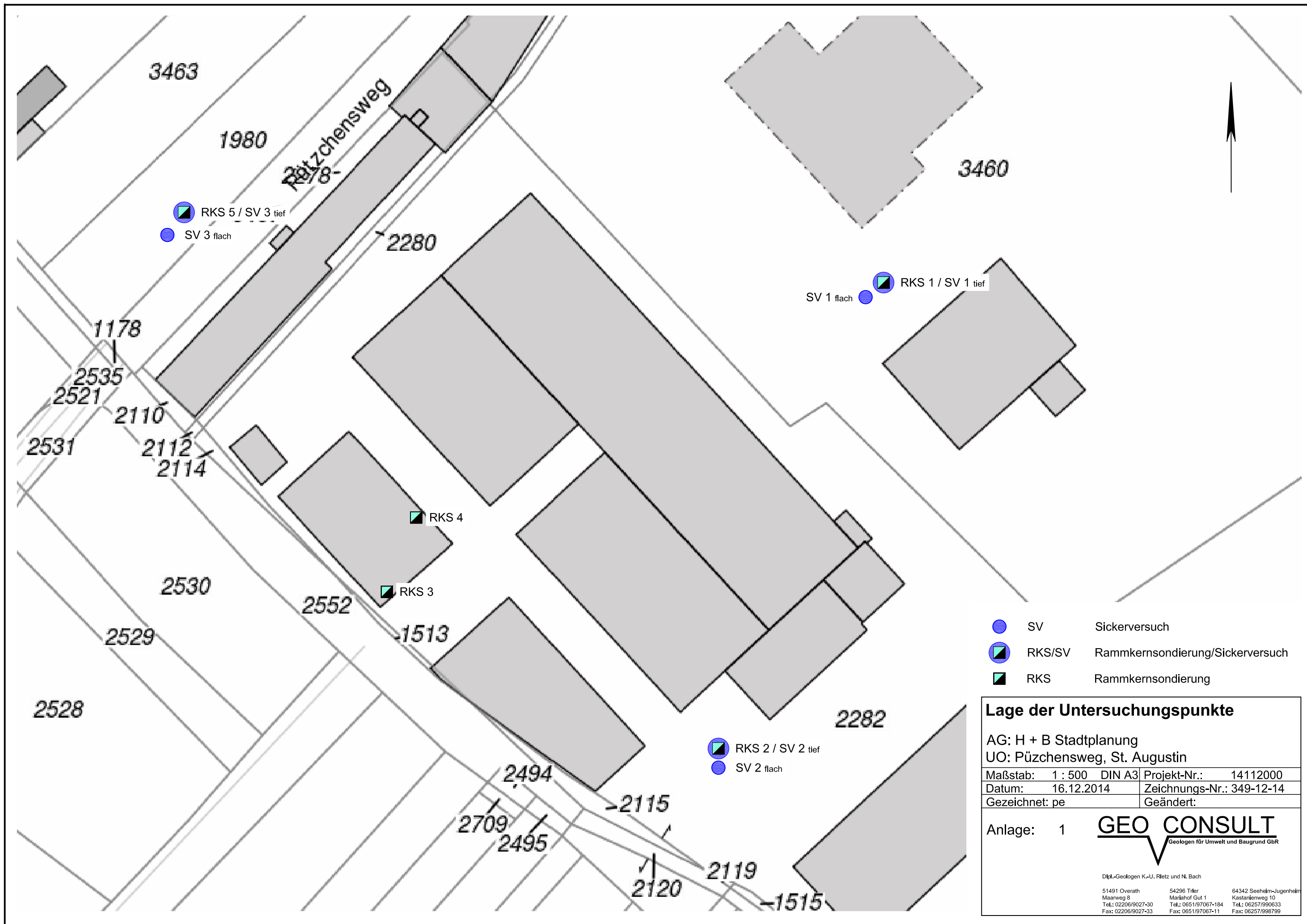
Aufgrund der vorgenannten Gründe, allen voran des flurnahen Grundwassers, ist eine Niederschlagswasserversickerung im Bereich des B-Plans Nr. 209 „Pützchensweg“ nach fachgutachterlicher Einschätzung nicht möglich. **Wir empfehlen, Dach-, Verkehrs- und Freiflächen über die kommunale Kanalisation zu entwässern.** Sofern aus planungstechnischen Gründen eine Niederschlagswasserversickerung unumgänglich ist, sollte im Vorfeld eine Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde des Rhein-Sieg-Kreises erfolgen. Ferner sind am geplanten Standort der Versickerungsanlage Detailuntersuchungen vorzunehmen.

GEO CONSULT
Geologen für Umwelt und Baugrund

Dipl. Geol. Norbert Bach



Dipl.-Geol. Marcel Reuter



- SV Sickerversuch
- RKS/SV Rammkernsondierung/Sickerversuch
- RKS Rammkernsondierung

Lage der Untersuchungspunkte
AG: H + B Stadtplanung
UO: Pützchensweg, St. Augustin

Maßstab: 1 : 500 DIN A3	Projekt-Nr.: 14112000
Datum: 16.12.2014	Zeichnungs-Nr.: 349-12-14
Gezeichnet: pe	Geändert:

Anlage: 1

GEO CONSULT
Geologen für Umwelt und Baugrund GbR

Dipl.-Geologen K.-U. Rietz und N. Bach

51491 Overath
Maarweg 8
Tel.: 02206/9027-30
Fax: 02206/9027-33

54296 Trier
Mariahof Gut 1
Tel.: 0651/97067-184
Fax: 0651/97067-11

64342 Seeheim-Jugenheim
Kastanienweg 10
Tel.: 06257/990633
Fax: 06257/998799

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
Maarweg 8, 51491 Overath
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

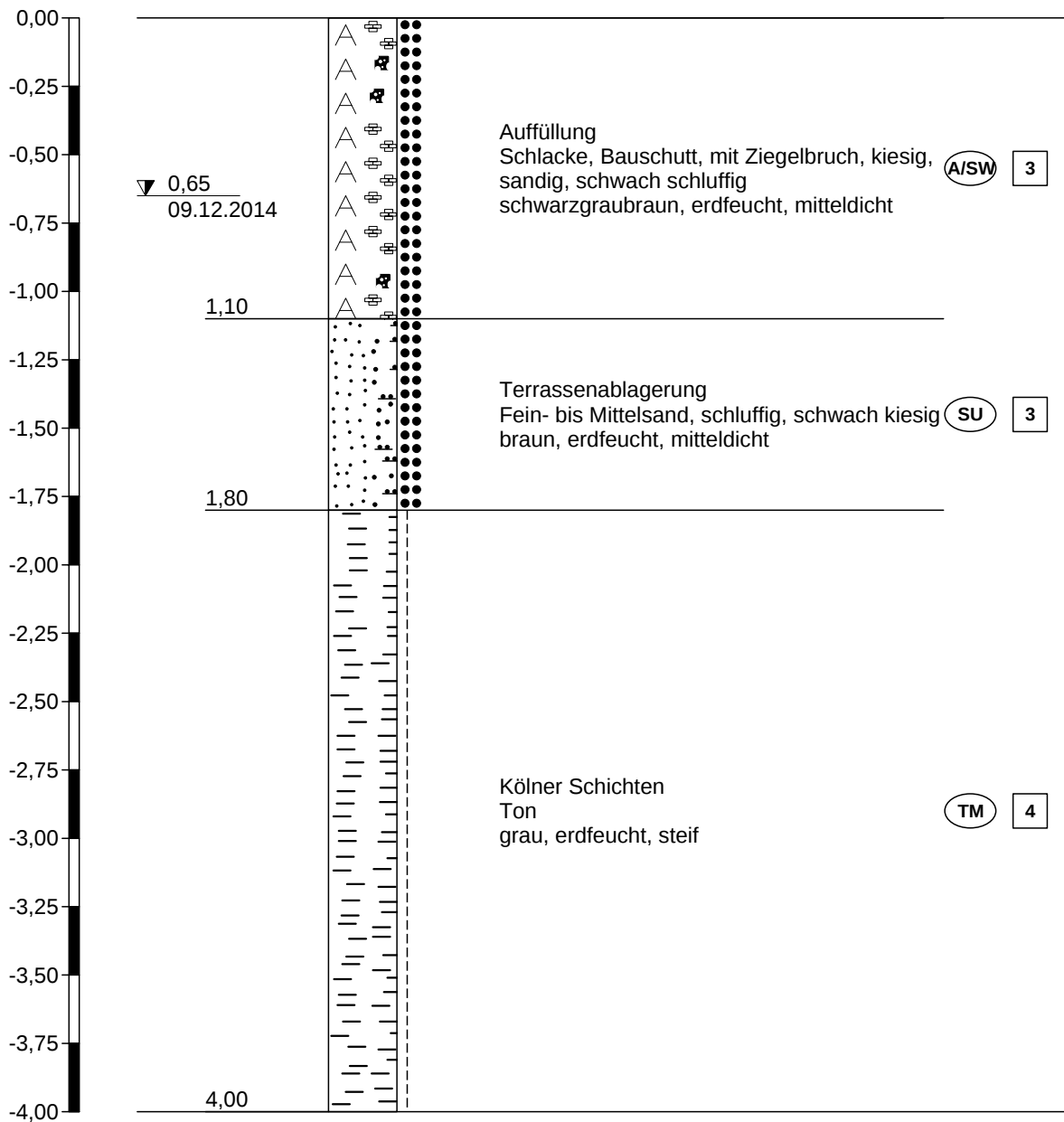
Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
"Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

Anlage 2

Datum: 09.12.2014

Bearb.: Reu

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 1 / SV 1**

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
Maarweg 8, 51491 Overath
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
"Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

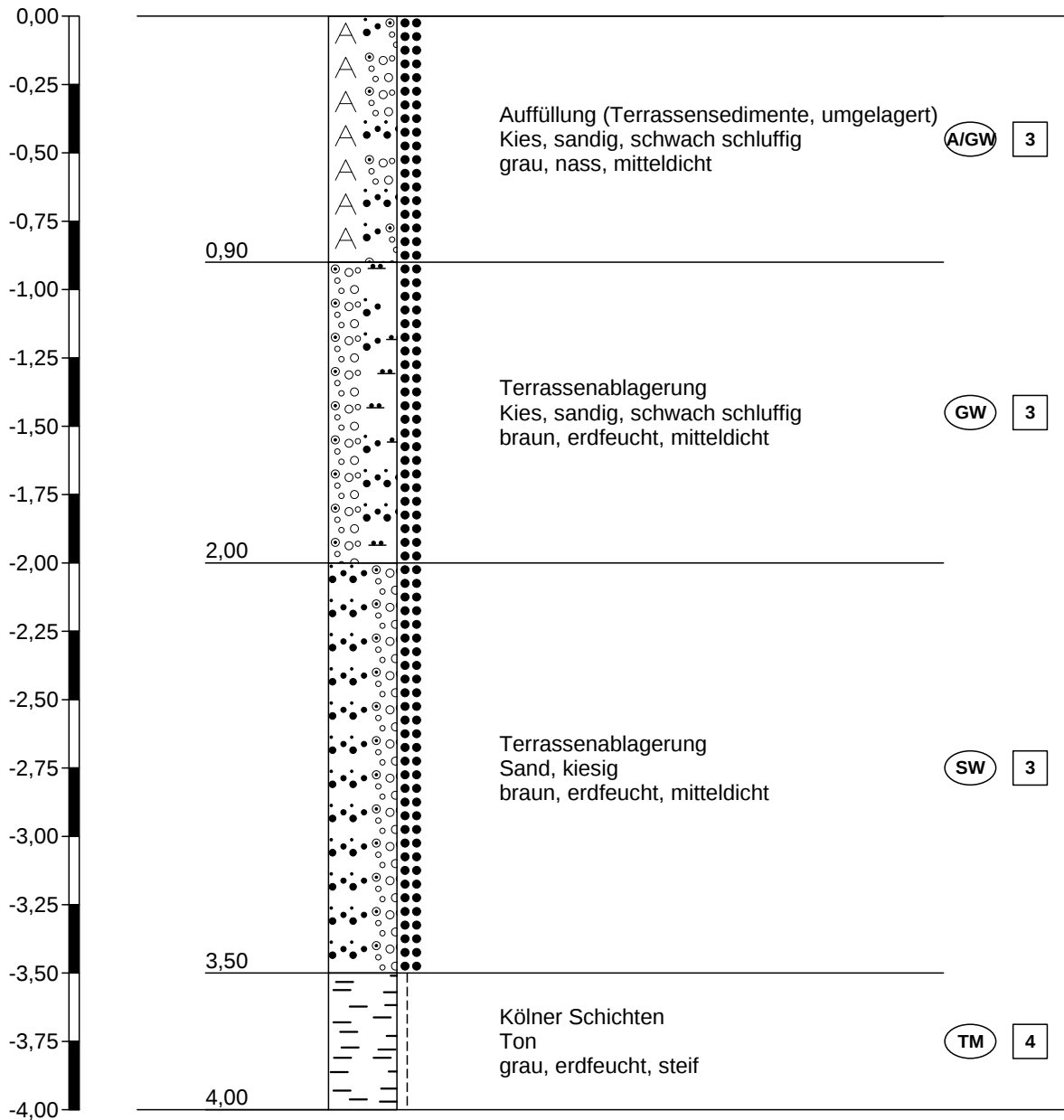
Anlage 2

Datum: 09.12.2014

Bearb.: Reu

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 2 / SV 2



Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
Maarweg 8, 51491 Overath
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

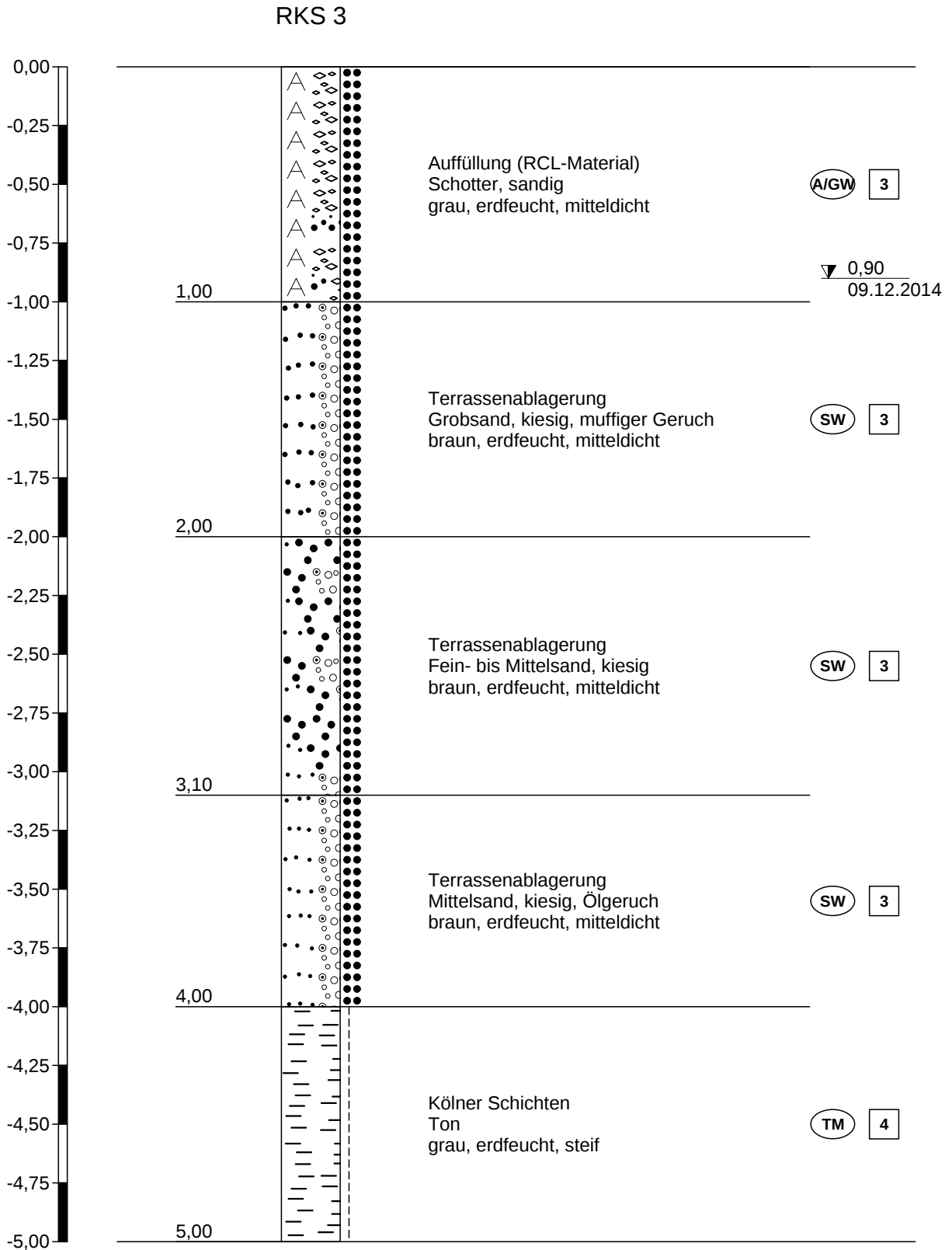
Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
"Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

Anlage 2

Datum: 09.12.2014

Bearb.: Reu

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
Maarweg 8, 51491 Overath
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

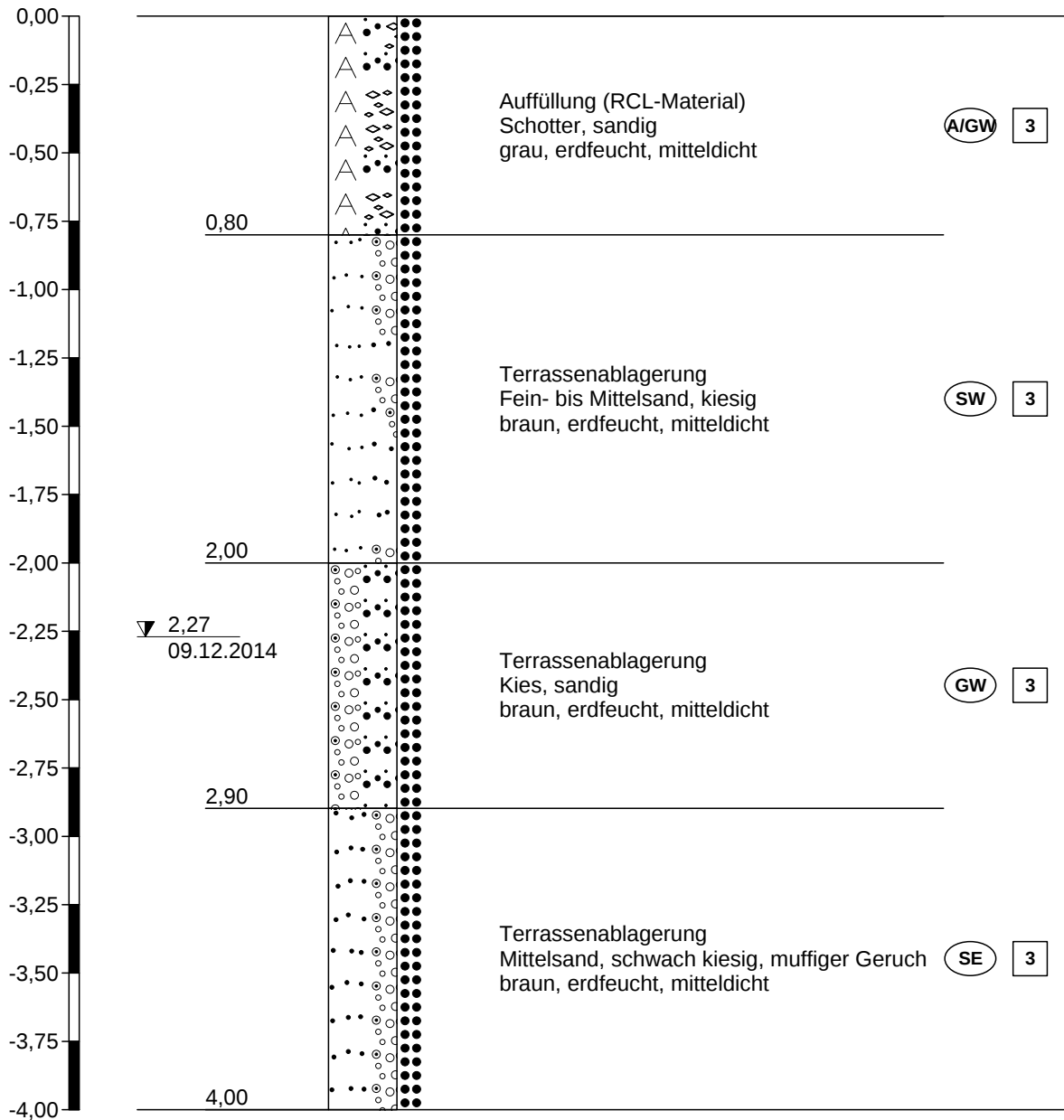
Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
"Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

Anlage 2

Datum: 09.12.2014

Bearb.: Reu

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 4**

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
Maarweg 8, 51491 Overath
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
"Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

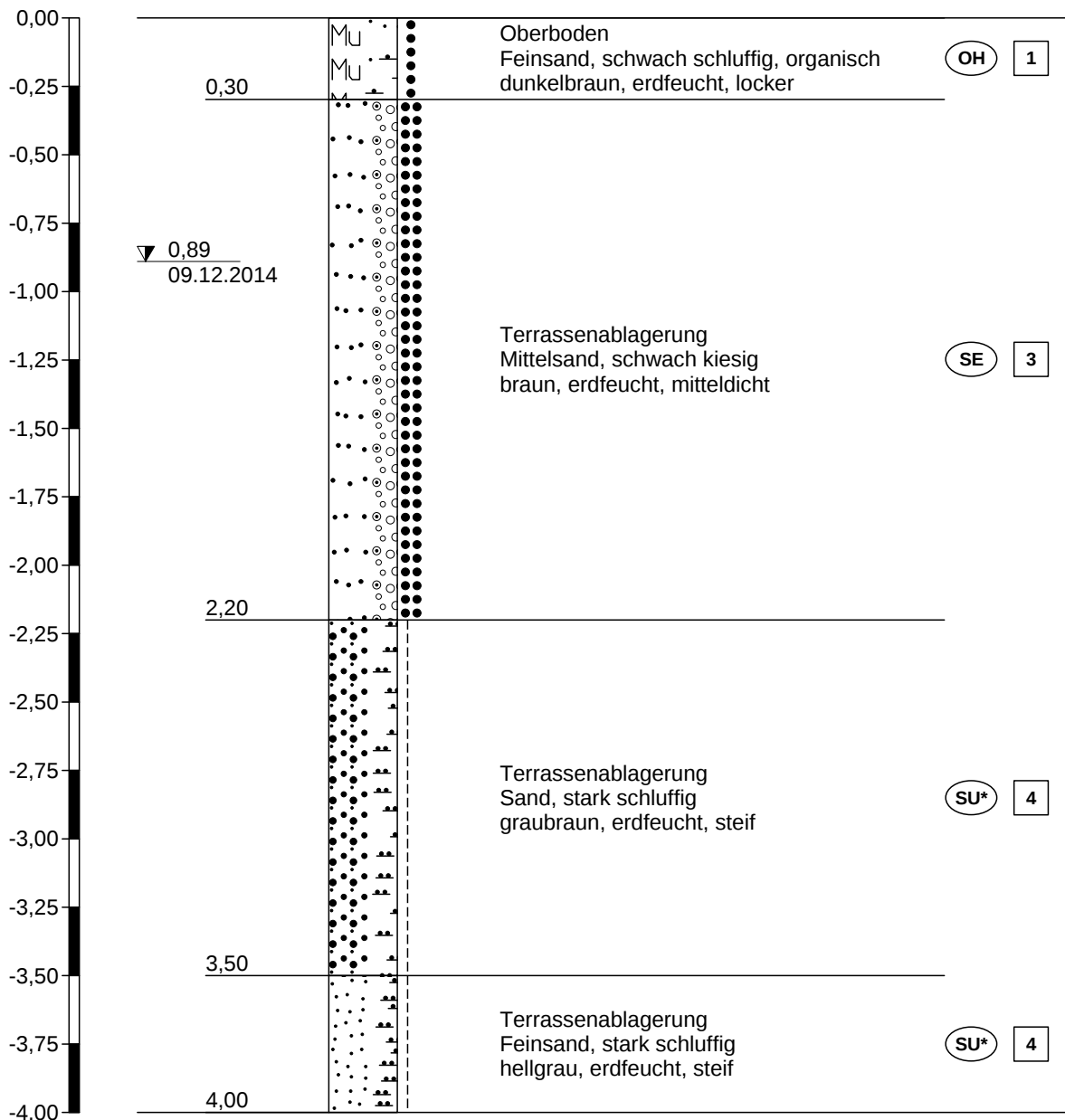
Anlage 2

Datum: 09.12.2014

Bearb.: Reu

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 5 / SV 3



Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
 Maarweg 8, 51491 Overath
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
 "Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

Anlage 2

Datum: 07.08.2014

Bearb.: Ko

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Mutterboden, Mu



Grobsand, gS, grobsandig, gs



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u



Mudde, F, organische Beimengungen, o



Kies, G, kiesig, g



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Sand, S, sandig, s



Ton, T, tonig, t

Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)



Bauschutt, B, mit Bauschutt, b



Schlacke, Sl, mit Schlacken, sl



Schotter, So, mit Schotter, so

Korngrößenbereich
 f - fein
 m - mittel
 g - grob

Nebenanteile
 ' - schwach (<15%)
 — - stark (30-40%)

Bodenklasse nach DIN 18300

1

Oberboden (Mutterboden)

3

Leicht lösbare Bodenarten

5

Schwer lösbare Bodenarten

7

Schwer lösbarer Fels

2

Fließende Bodenarten

4

Mittelschwer lösbare Bodenarten

6

Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

GEO CONSULT

Geologen f. Umwelt u. Baugrund
 Maarweg 8, 51491 Overath
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: B-Plan-Gebiet Nr. 209
 "Pützchensweg" (14112000)

Auftraggeber: H+B Stadtplanung PartG

Anlage 2

Datum: 07.08.2014

Bearb.: Ko

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodengruppe nach DIN 18196

GE enggestufte Kiese	GW weitgestufte Kiese
GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	SE enggestufte Sande
SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
UL leicht plastische Schluffe	UM mittelplastische Schluffe
UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff	TL leicht plastische Tone
TM mittelplastische Tone	TA ausgeprägt plastische Tone
OU Schluffe mit organischen Beimengungen	OT Tone mit organischen Beimengungen
OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen
HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HZ zersetzte Torfe
F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)	[] Auffüllung aus natürlichen Böden
A Auffüllung aus Fremdstoffen	

Lagerungsdichte

 locker	 mitteldicht	 dicht	 sehr dicht
--	---	---	--

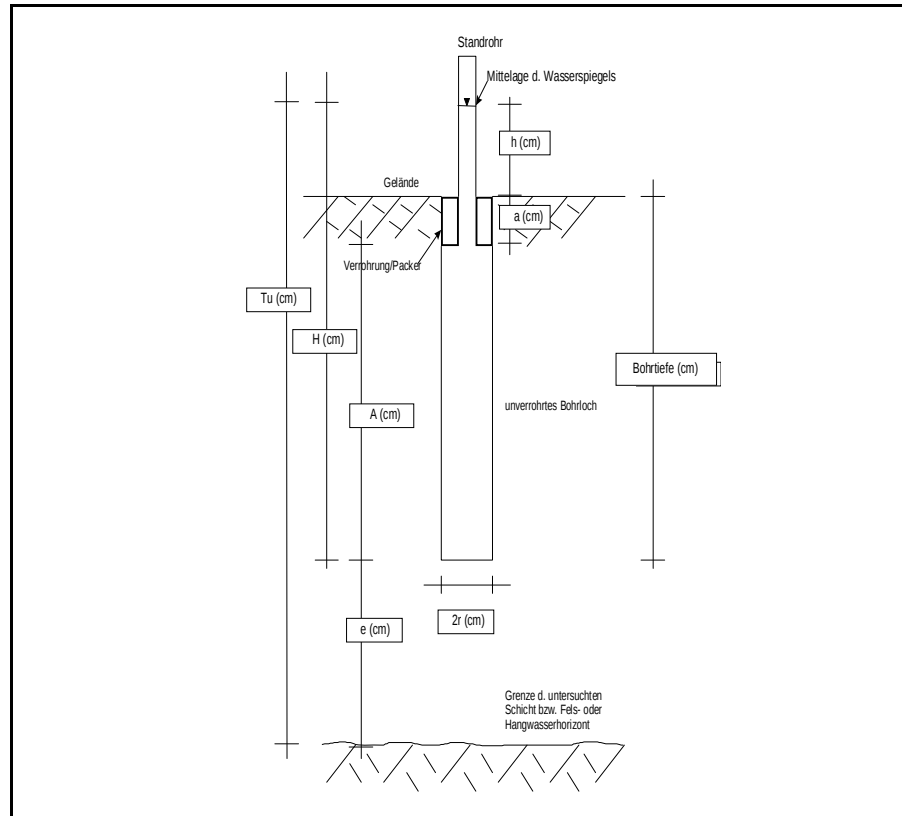
Konsistenz

 breiig	 weich	 steif	 halbfest	 fest
--	---	---	--	--

Grundwasser

 1,00 10.02.2015 Grundwasser am 10.02.2015 in 1,00 m unter Gelände angebohrt	 1,00 10.02.2015 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 10.02.2015
 1,00 10.02.2015 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 10.02.2015	 1,00 10.02.2015 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch
 1,00 10.02.2015 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände	

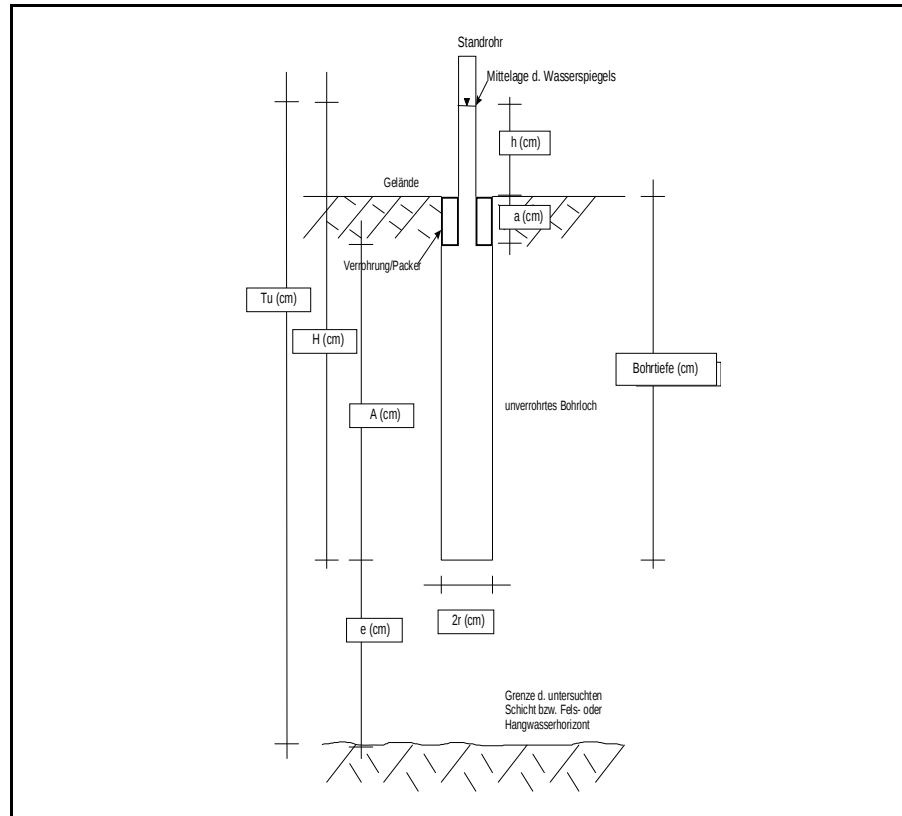
Sickerversuch	RKS 1 / SV 1 flach, tief	Projekt-Nr.:	14112000
		Datum	10.12.2014



keine Versickerung messbar

Schichtenwasser bei 0,65 m u. GOK

Sickerversuch	RKS 2 / SV 2 flach	Projekt-Nr.:	14112000
		Datum	10.12.2014



$$Tu = 110,0 \text{ cm}$$

$$H = 110,0 \text{ cm}$$

$$A = 110,0 \text{ cm}$$

$$Q = 9,84 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

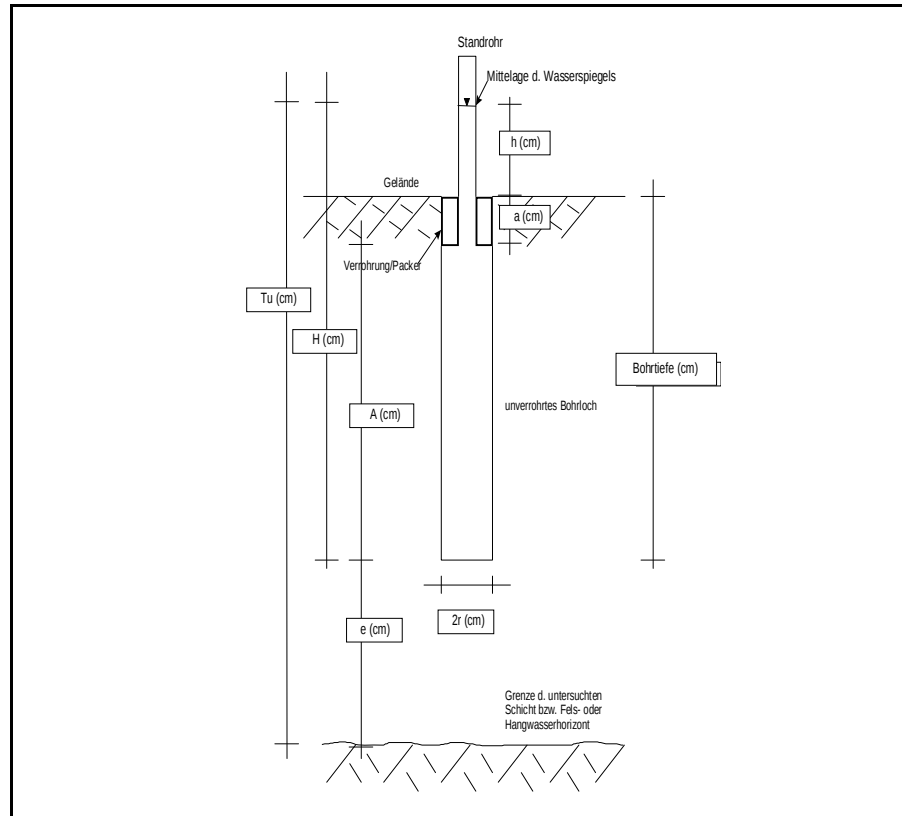
$$\begin{aligned} H / Tu &= 1,0 \\ Tu / A &= 1,0 \end{aligned} \Rightarrow \text{Formel II ist maßgebend}$$

$$\begin{aligned} A / H &= 1,0 \\ H / r &= 61,1 \\ A / r &= 61,1 \end{aligned} \Rightarrow \text{Cs} = 82,5$$

Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 1,15E-05 \text{ m/s}$$

Sickerversuch	RKS 2 / SV 2 tief	Projekt-Nr.:	14112000
		Datum	10.12.2014



$$Tu = 300,0 \text{ cm}$$

$$H = 300,0 \text{ cm}$$

$$A = 300,0 \text{ cm}$$

$$Q = 9,33 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

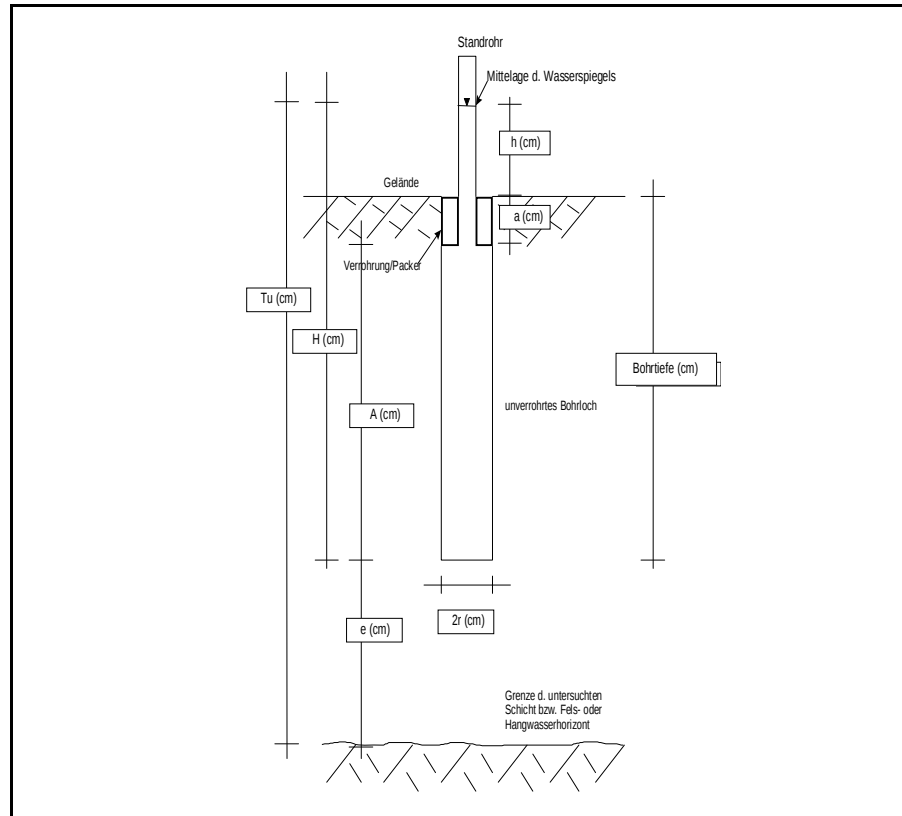
$$\begin{aligned} H / Tu &= 1,0 \\ Tu / A &= 1,0 \end{aligned} \Rightarrow \text{Formel II ist maßgebend}$$

$$\begin{aligned} A / H &= 1,0 \\ H / r &= 166,7 \\ A / r &= 166,7 \end{aligned} \Rightarrow \text{Cs} = 184,2$$

Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 1,83E-06 \text{ m/s}$$

Sickerversuch	RKS 5 / SV 3 flach	Projekt-Nr.:	14112000
		Datum	10.12.2014



$$Tu = 150,0 \text{ cm}$$

$$H = 150,0 \text{ cm}$$

$$A = 150,0 \text{ cm}$$

$$Q = 5,43 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

$$\begin{aligned} H / Tu &= 1,0 \\ Tu / A &= 1,0 \end{aligned} \Rightarrow \text{Formel II ist maßgebend}$$

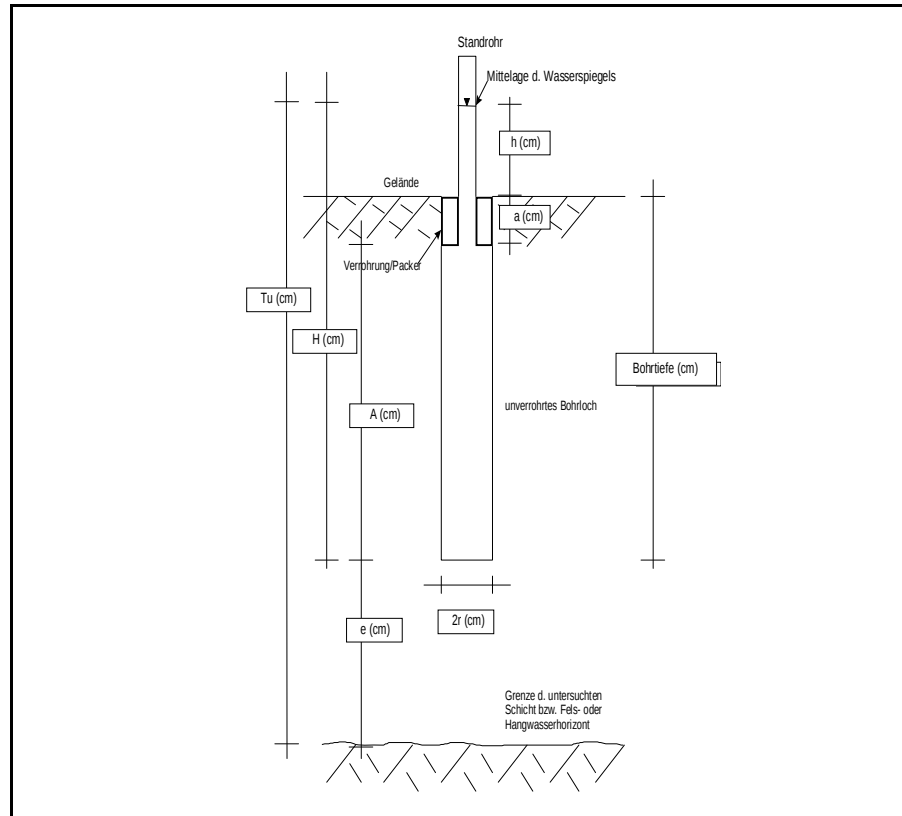
$$\begin{aligned} A / H &= 1,0 \\ H / r &= 83,3 \end{aligned} \Rightarrow$$

$$A / r = 83,3 \quad Cs = 105,1$$

Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 3,68E-06 \text{ m/s}$$

Sickerversuch	RKS 5 / SV 3 tief	Projekt-Nr.:	14112000
		Datum	10.12.2014



$$Tu = 220,0 \text{ cm}$$

$$H = 220,0 \text{ cm}$$

$$A = 220,0 \text{ cm}$$

$$Q = 2,54 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

$$\begin{aligned} H / Tu &= 1,0 \\ Tu / A &= 1,0 \end{aligned} \Rightarrow \text{Formel II ist maßgebend}$$

$$\begin{aligned} A / H &= 1,0 \\ H / r &= 122,2 \end{aligned} \Rightarrow$$

$$A / r = 122,2 \quad Cs = 142,9$$

Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 8,74E-07 \text{ m/s}$$