

GEO CONSULT

Geologen für Umwelt und Baugrund

Hydrogeologischer Kurzbericht

**Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden
Untergrundes auf Grundstücken der
August Rüggeberg GmbH & Co. KG in Marienheide**

Projekt-Nr. 15110875H	Schreiben-Nr.: Ne/N1180216	Bearb.: B. Sc. Geol. R. Neunkirchen		
Datum: 02.03.2016	Seiten: 6	Tabellen: 3	Abbildungen: 0	Anlagen: 3
Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH & Co. KG, Hauptstraße 13, 51709 Marienheide				

August Rüggeberg GmbH & Co. KG
Hauptstraße 13
Herr Jörn Bielenberg

51709 Marienheide

Overath, 02.03.2016
Ne/N1180216
Proj.-Nr. 15110875H

Inhalt:

Situation	3
Untergrundaufbau	3
Grund- / Schichtenwasser	3
Kf-Wert Ermittlung	4
Zusammenfassung / Fazit	6

Anlagen

1. Lageplan mit Eintragung der Versickerungsbohrungen (M 1 : 1.000)
2. Bohrprofile (M 1 : 25), Nivellement
3. Sickerversuche

Situation

Die August Rüggeberg GmbH und Co. KG plant auf neu erworbenen Grundstücken in Marienheide die Errichtung eines Forschungs- und Entwicklungszentrums (Fläche 1) sowie die Anlage weiterer Parkflächen (Fläche 2). Im Zuge der Planung wurde der Unterzeichner beauftragt die Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes zu überprüfen. Zu diesem Zweck wurden in Abhängigkeit des angetroffenen Bodenprofils sechs flache und zehn tiefe Versickerungsversuche durchgeführt.

Untergrundaufbau

Der durch die Rammkernsondierungen ermittelte Untergrund stellt sich wie folgt da, (siehe auch Profile in Anlage):

Oberboden

In allen Sondierungen wurde oberflächlich eine 0,3 m bis 1,0 m mächtige Oberbodenschicht aus organischem Schluff mit variierenden Anteilen an Sand und Gesteinsgrus erbohrt.

Verwitterungslehm

In den Sondierungen RKS 1 bis RKS 6 steht unter dem Oberboden bis in Tiefen zwischen 1,3 m und 3,4 m unter GOK ein Verwitterungslehm in Form von Schluff mit variierenden Anteilen von Sand und Gesteinsgrus an.

Sandstein, verwittert

In allen Sondierungen steht unter dem Verwitterungslehm (RKS 1 bis RKS 6) bzw. direkt unter dem Oberboden (RKS 7 bis RKS 10) verwitterter Sandstein aus Gesteinsgrus mit variierenden Anteilen an Sand und Schluff bzw. in der Sondierung RKS 1 als Sand mit viel Gesteinsgrus an.

Grund- / Schichtenwasser

In der Tabelle 1 sind die mit dem Lichtlot am 11.01.2016 in den Bohrlöchern gemessenen Grundwasserstände dargestellt.

Tab. 1: Grundwasserstände

Untersuchungspunkt	Wasserstand	
	[m unter GOK]	[m NHN]
<u>RKS 2</u>	2,39	342,12
<u>RKS 4</u>	3,80	342,65
<u>RKS 5</u>	1,90	343,74

Kf-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 folgende Durchlässigkeitsbeiwerte:

Tab 2: flache Sickerversuche

Untersuchungspunkt	Bodenart	Wassersäule [m unter GOK]	k_f -Wert [m/s]
RKS 1 / SV 1 flach (bis 1,0 m u. GOK)	Verwitterungslehm (Schluff, schwach sandig, mit Gesteinsgrus)	0,3 – 1,0	$1,6 \times 10^{-4}$
RKS 2 / SV 2 flach (bis 1,5 m u. GOK)	Verwitterungslehm (Schluff, schwach sandig, mit Gesteinsgrus)	keine Sättigung	$\geq 1 \times 10^{-4}$ (geschätzt)
RKS 3 / SV 3 flach (bis 1,0 m u. GOK)	Verwitterungslehm (Schluff, mit wenig Gesteinsgrus, schwach sandig)	0,4 – 1,2	$1,0 \times 10^{-6}$
RKS 4 / SV 4 flach (bis 1,5 m u. GOK)	Verwitterungslehm (Schluff, mit Gesteinsgrus, sandig)	0,4 – 1,5	$4,5 \times 10^{-7}$
RKS 5 / SV 5 flach (bis 1,5 m u. GOK)	Verwitterungslehm (Schluff, mit Gesteinsgrus, schwach sandig)	0,4 – 1,5	$3,4 \times 10^{-7}$

Untersuchungspunkt	Bodenart	Wassersäule [m unter GOK]	k _r -Wert [m/s]
RKS 6 / SV 6 flach (bis 1,0 m u. GOK)	Verwitterungslehm (Schluff, mit Gesteinsgrus, schwach sandig)	0,4 – 1,5	1,0 x 10 ⁻⁶

Tab 3: tiefe Sickerversuche

Untersuchungspunkt	Bodenart	Wassersäule [m unter GOK]	k _r -Wert [m/s]
RKS 1 / SV 1 tief (bis 2,1 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Sand mit viel Gesteinsgrus)	keine Sättigung	≥ 1,0 x 10 ⁻⁴ (geschätzt)
RKS 1 / SV 1 tief (bis 4,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Sand mit viel Gesteinsgrus)	2,3 – 3,2	2,6 x 10 ⁻⁶
RKS 2 / SV 2 tief (bis 1,5 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, stark schluffig, sandig)	keine Sättigung	≥ 1,0 x 10 ⁻⁴ (geschätzt)
RKS 3 / SV 3 tief (bis 6,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus)	1,0 – 2,6	1,0 x 10 ⁻⁵
RKS 4 / SV 4 tief (bis 4,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, sandig, schluffig)	keine Sättigung	≥ 1,0 x 10 ⁻⁴ (geschätzt)
RKS 5 / SV 5 tief (bis 1,5 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, stark schluffig, sandig)	keine Sättigung	≥ 1,0 x 10 ⁻⁴ (geschätzt)
RKS 6 / SV 6 tief (bis 6,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, sandig, schwach schluffig)	keine Sättigung	≥ 1,0 x 10 ⁻⁴ (geschätzt)
RKS 7 / SV 7 (bis 4,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, sandig)	1,2 – 1,8	7,8 x 10 ⁻⁶
RKS 8 / SV 8 (bis 1,5 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, sandig)	keine Sättigung	≥ 1,0 x 10 ⁻⁴ (geschätzt)
RKS 9 / SV 9 (bis 6,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, sandig, schluffig)	0,9 – 1,4	1,6 x 10 ⁻⁵
RKS 10 / SV 10 (bis 6,0 m u. GOK)	Sandstein, verwittert (Gesteinsgrus, sandig, schluffig)	0,7 – 1,4	1,7 x 10 ⁻⁶

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. Somit liegen die für den Verwitterungslehm ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte mit Ausnahme der Sondierungen RKS 1 und RKS 2 ($k_f \approx 1 \times 10^{-4}$) außerhalb des zulässigen Intervalls der DWA. Trotz der guten Durchlässigkeitsbeiwerte im Verwitterungslehm der Sondierungen RKS 1 und RKS 2 ist aufgrund der bindigen Ausprägung auch hier von einer Versickerung abzuraten. Die für den

Sandstein ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen zwischen $k_f = 1,7 \times 10^{-6}$ und $k_f \geq 1,0 \times 10^{-4}$ innerhalb des zulässigen Bereiches der DWA.

Zusammenfassung / Fazit

Aufgrund der größtenteils zu geringen Durchlässigkeitsbeiwerte und der bindigen Ausprägung¹ ist von einer Niederschlagswasser Versickerung im Verwitterungslehm abzuraten.

Trotz der großen Streuung der Durchlässigkeitsbeiwerte ($k_f = 1,7 \times 10^{-6}$ bis $k_f \geq 1,0 \times 10^{-4}$) ist eine Versickerung im verwitterten Sandstein grundsätzlich möglich.

Zu beachten ist bei der Planung von Versickerungsanlagen, dass die Sohle einer Versickerungsanlage ≥ 1 m oberhalb des mittleren höchsten Grundwasserspiegels liegen muss. Dies ist zumindest im Bereich der Sondierungen RKS 2, RKS 4 und RKS 5 zu beachten.

Weiterhin ist im Bereich des Parkplatzes (Fläche 2) zu beachten, dass aus fachgutachterlicher Sicht ein Austreten von versickertem Niederschlagswasser aus den Klüften des Radweges (ehem. Eisenbahntrasse) bzw. der Böschung in Richtung Bundesstraße B 256 nicht ausgeschlossen werden kann.

Für die Planung möglicher Niederschlagswasser-Versickerungsanlagen ist zu beachten, dass an den genauen jeweiligen Positionen unter Umständen weitere Untersuchungen notwendig sind.

Eine Niederschlagswasser Versickerung ist auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse sowohl für die Fläche „Forschungs- und Entwicklungszentrum“ (Fläche 1) als auch die weiteren Parkflächen (Fläche 2) unter Beachtung vorgenannter Rahmenbedingungen möglich. Bei einer Konkretisierung der Planungen sollten die Details mit dem Unterzeichner abgestimmt werden.

Bei Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

GEO CONSULT

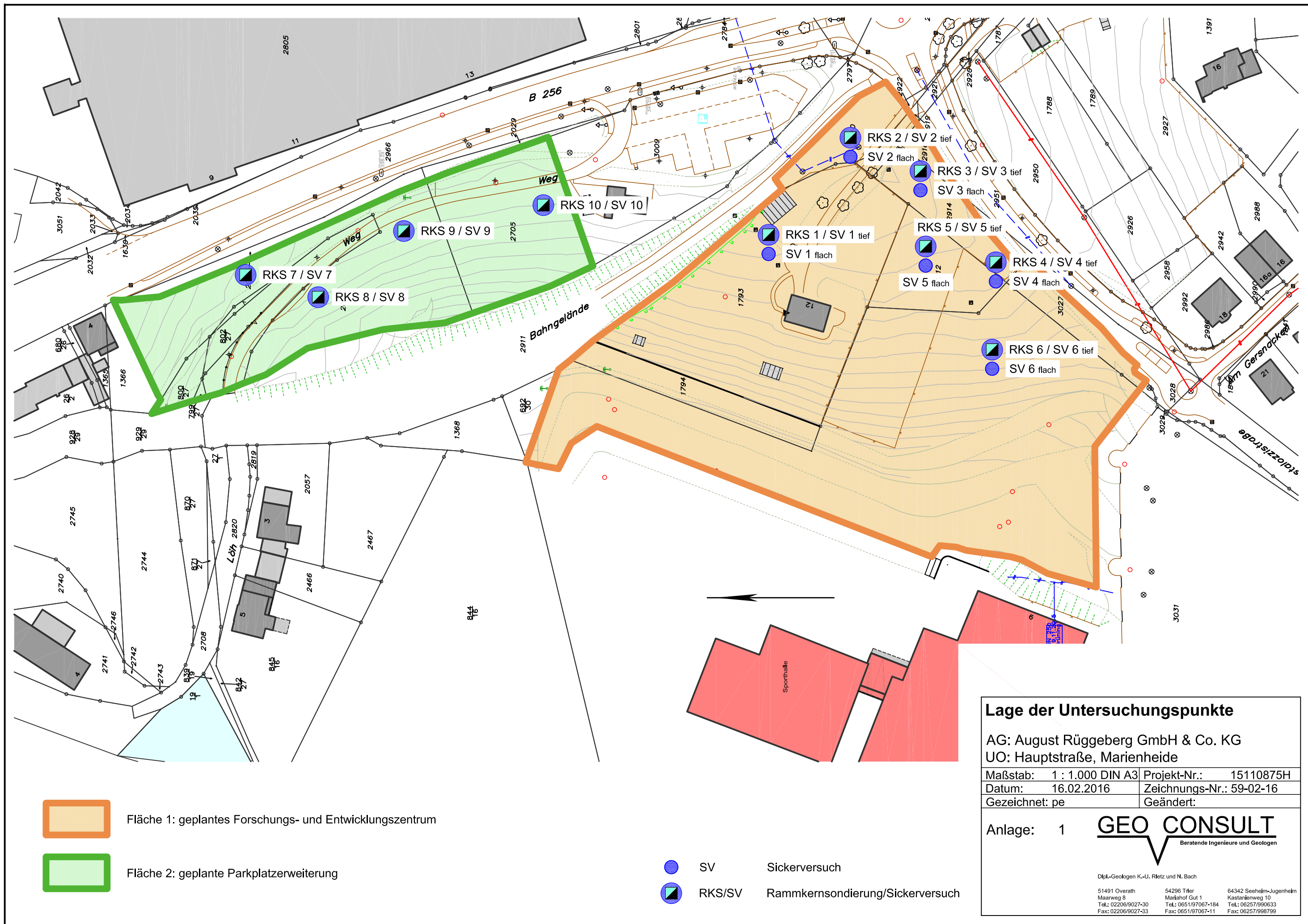
Beratende Ingenieure und Geologen


Dipl.-Geol. Norbert Bach




B. Sc. Geol. Ralf Neunkirchen

¹ Erfahrungsgemäß nimmt die Sickerleistung in ausgeprägt schluffigen Böden schnell ab woraufhin eine Versickerungsanlage möglicherweise nicht mehr ausreichend Wasser in den Untergrund abgibt und überstaut.



Lage der Untersuchungspunkte

AG: August Rüggeberg GmbH & Co. KG
UO: Hauptstraße, Marienheide

Maßstab: 1 : 1.000 DIN A3	Projekt-Nr.: 15110875H
Datum: 16.02.2016	Zeichnungs-Nr.: 59-02-16
Gezeichnet: pe	Geändert:

Anlage: 1

GEO CONSULT
Beratende Ingenieure und Geologen

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

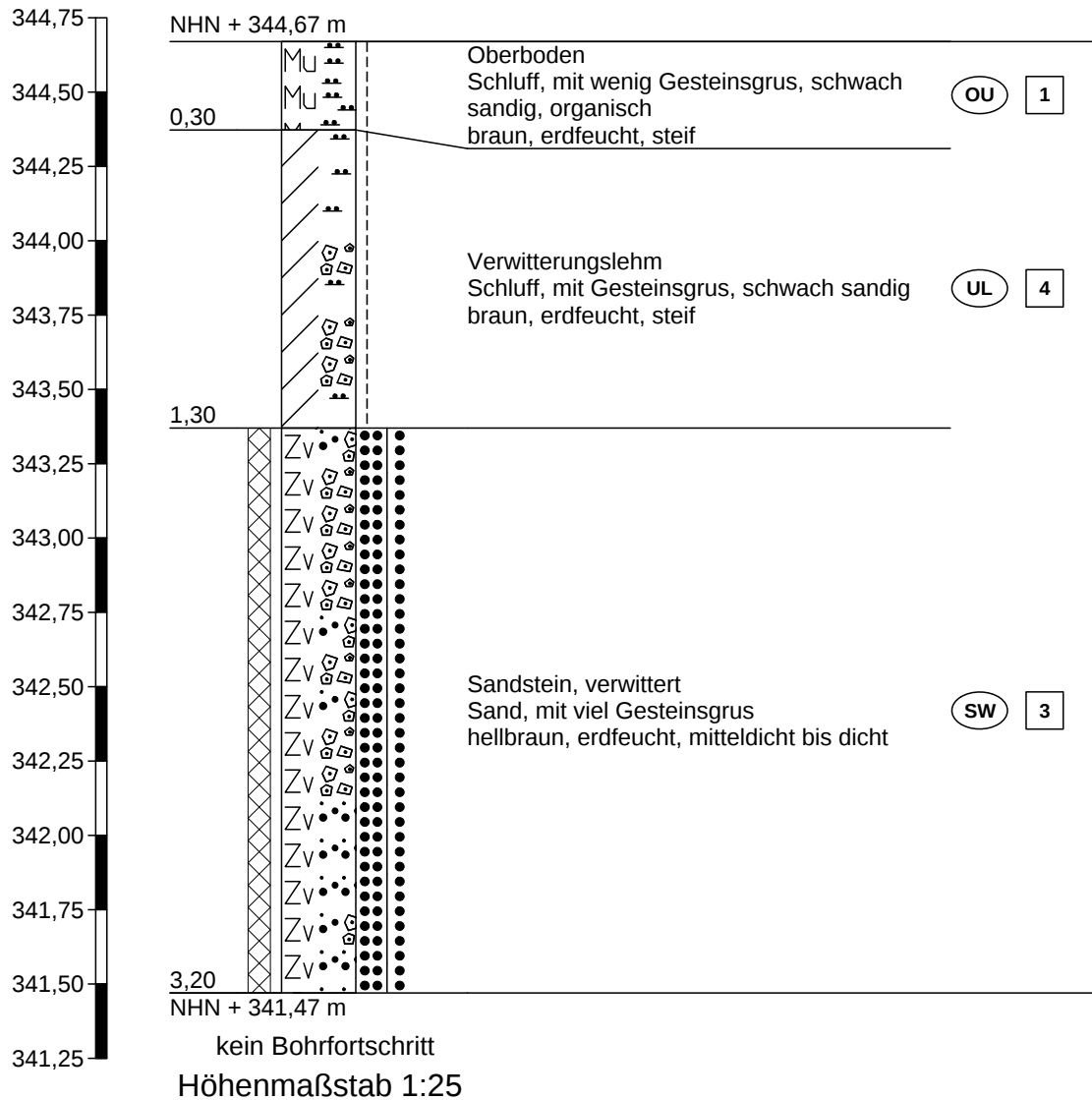
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 11.01.2016

Bearb.: Ne

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

GEO CONSULT

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

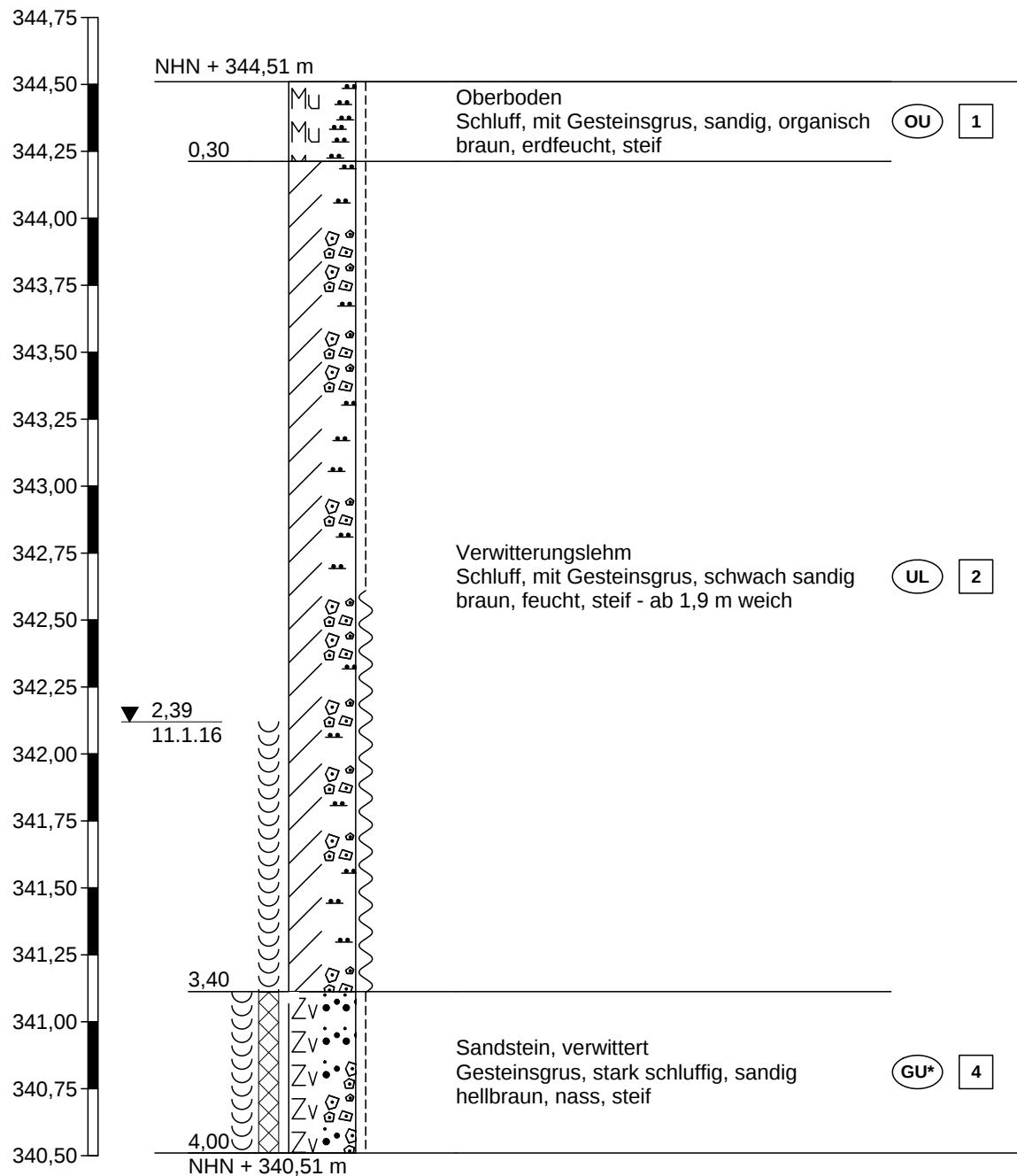
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 11.01.2016

Bearb.: Ne

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

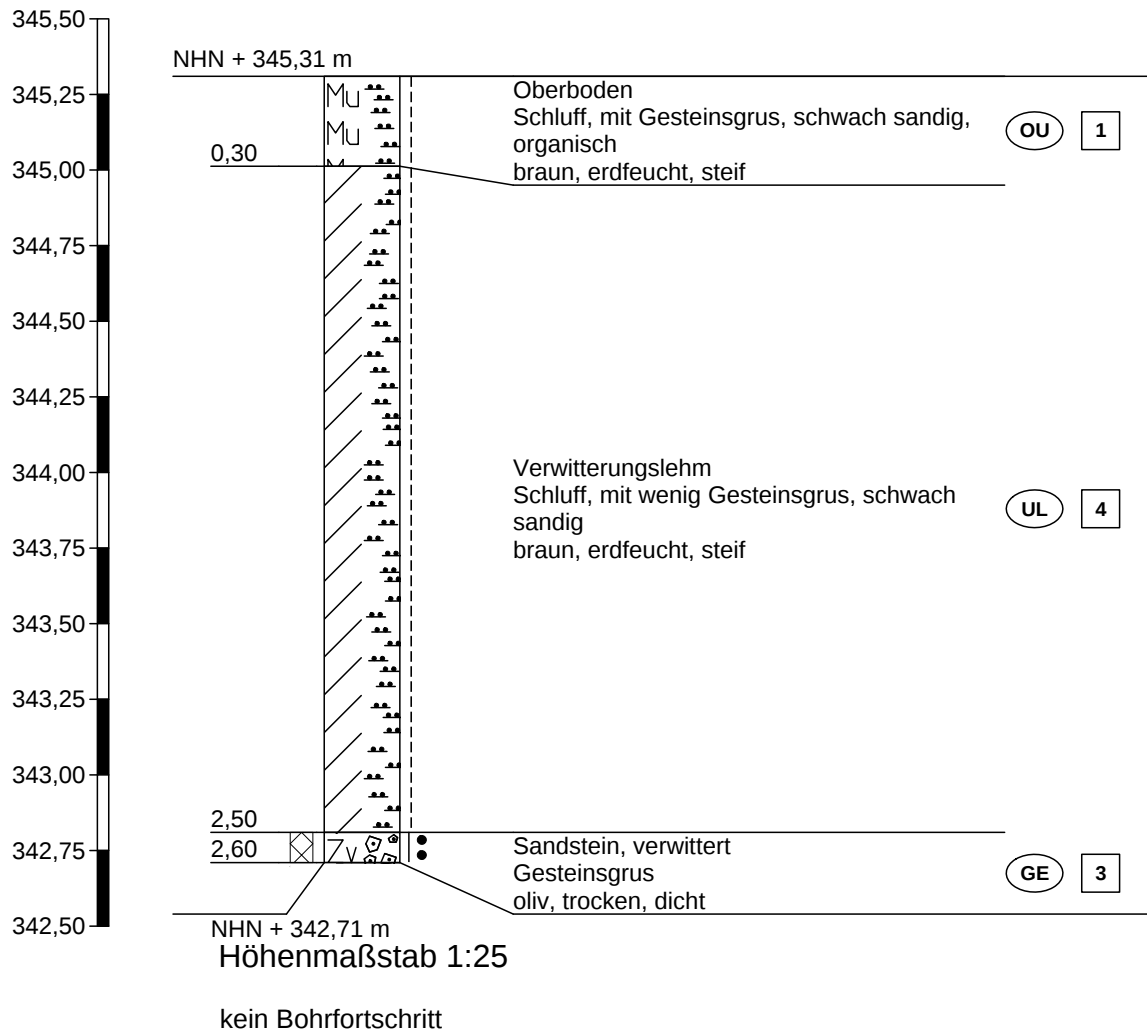
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 11.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 3 / SV 3**

GEO CONSULT

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

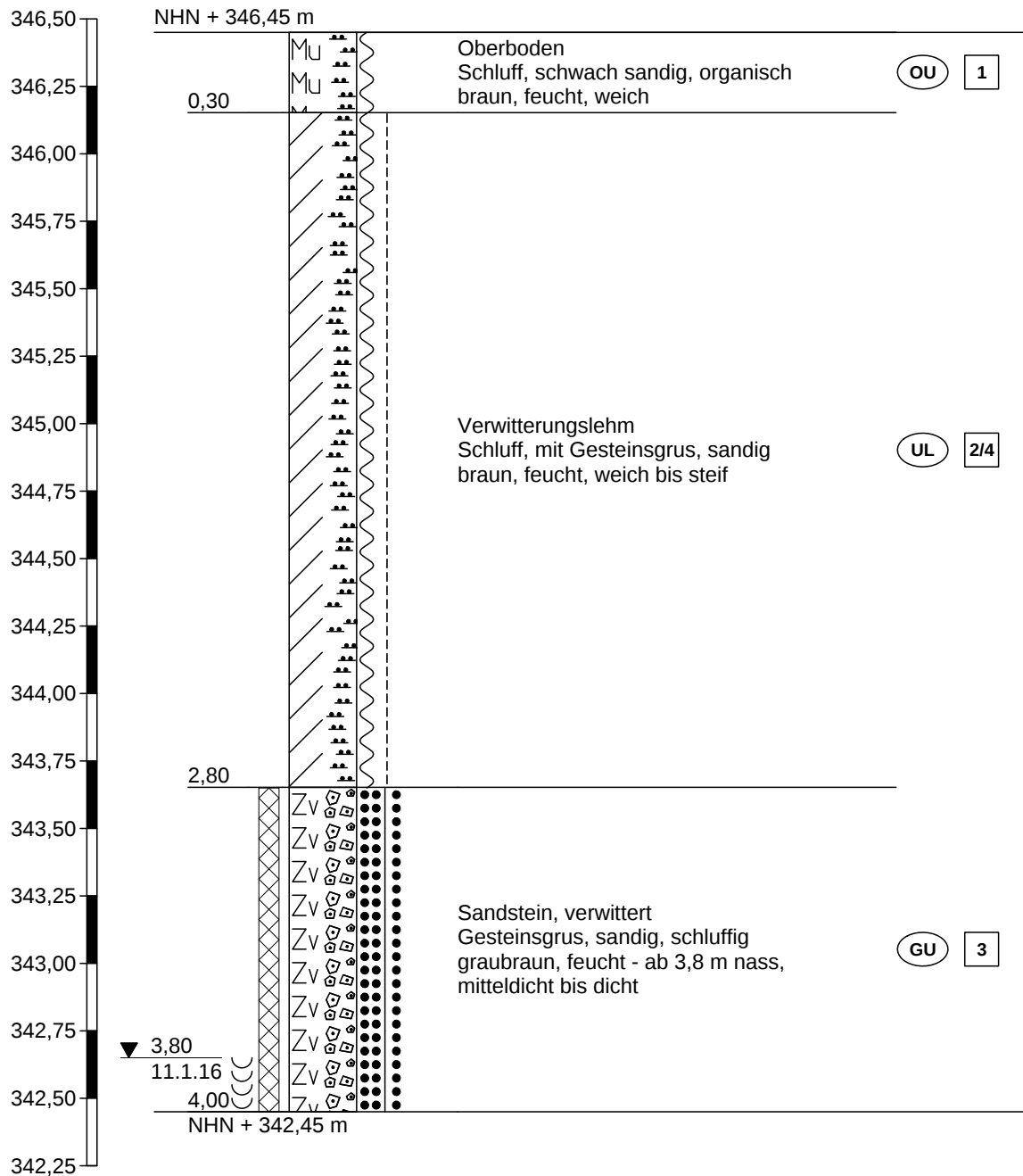
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 11.01.2016

Bearb.: Ne

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

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

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

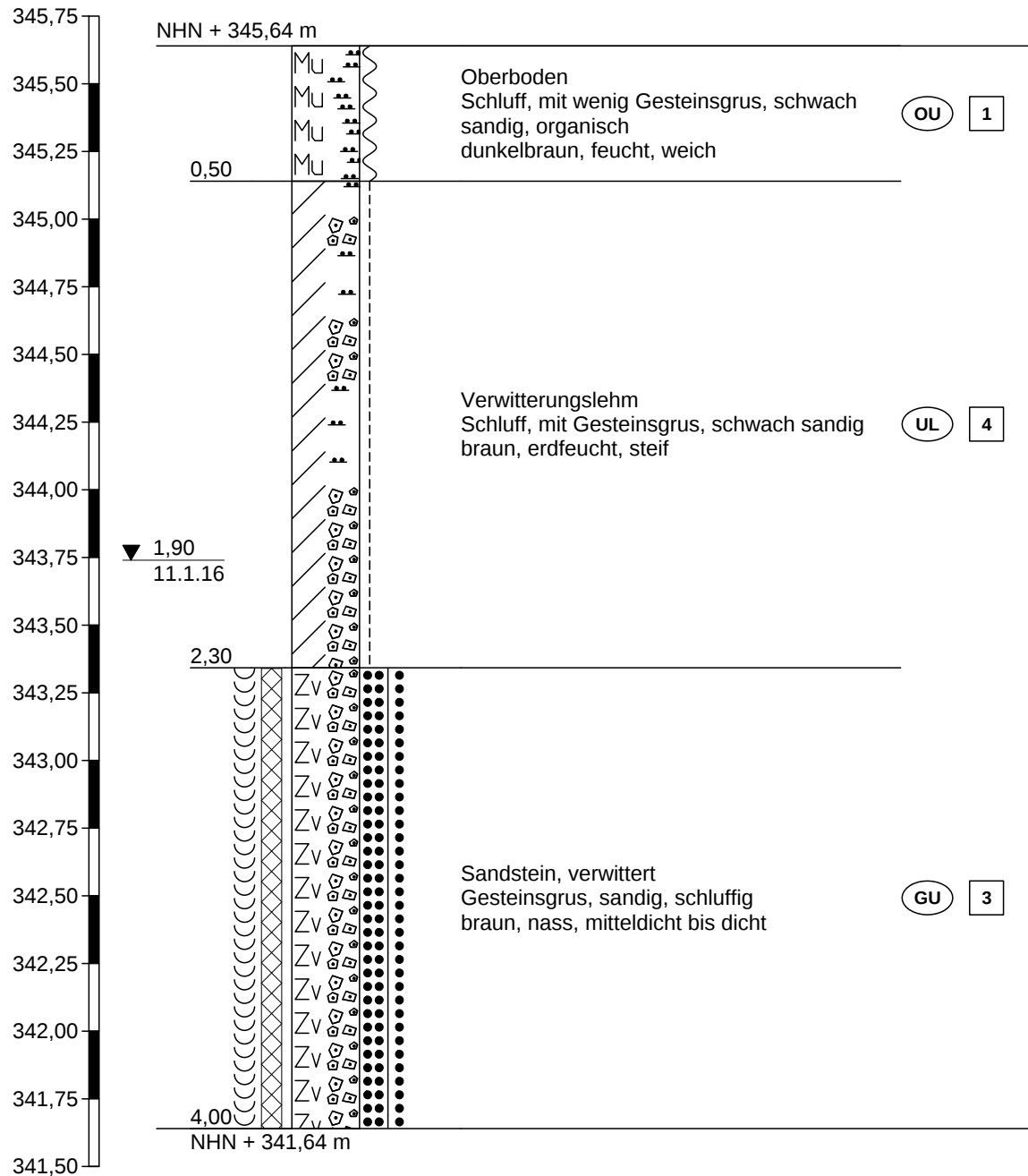
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 11.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 5 / SV 5**

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

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

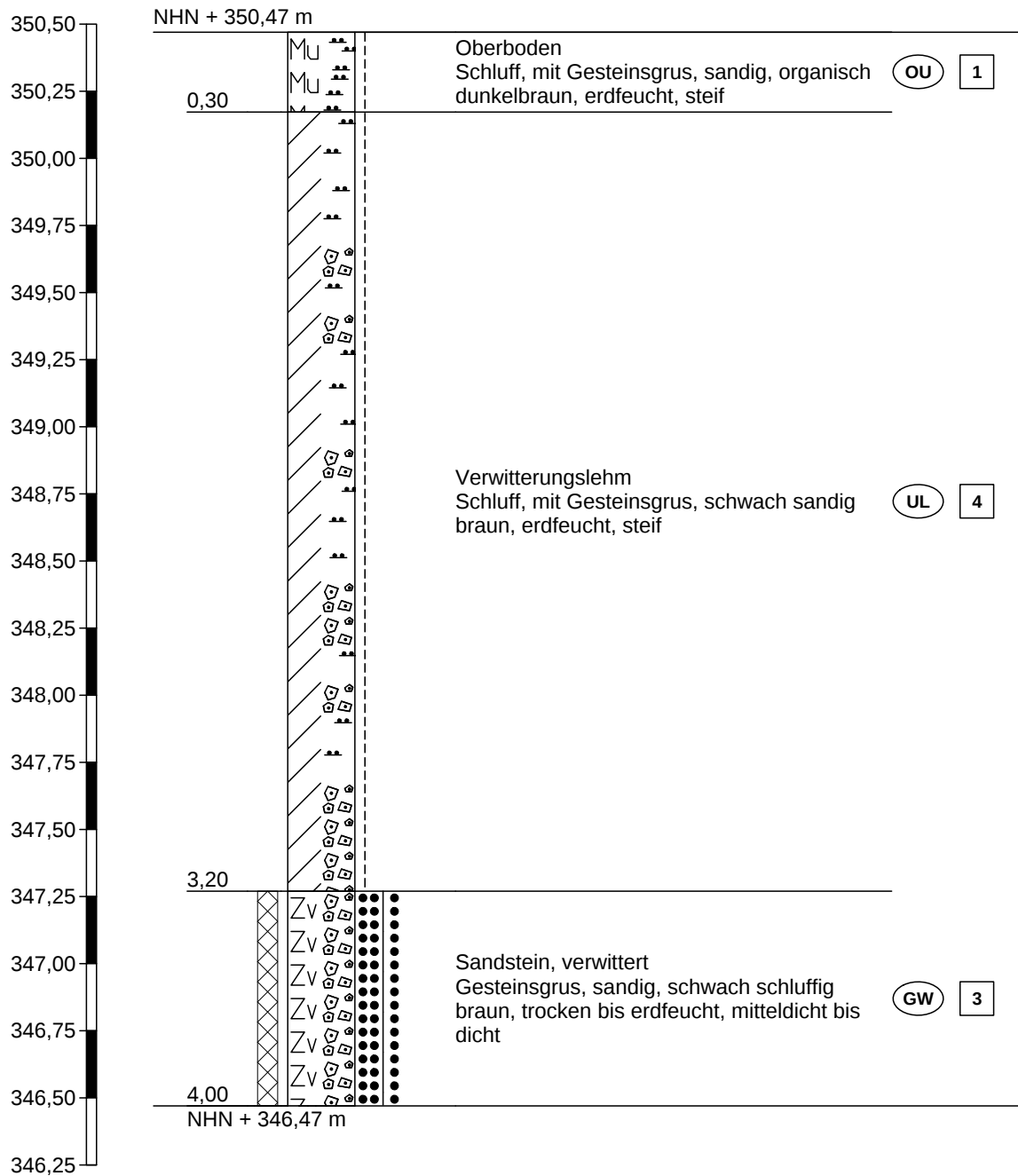
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 11.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 6 / SV 6**

GEO CONSULT

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

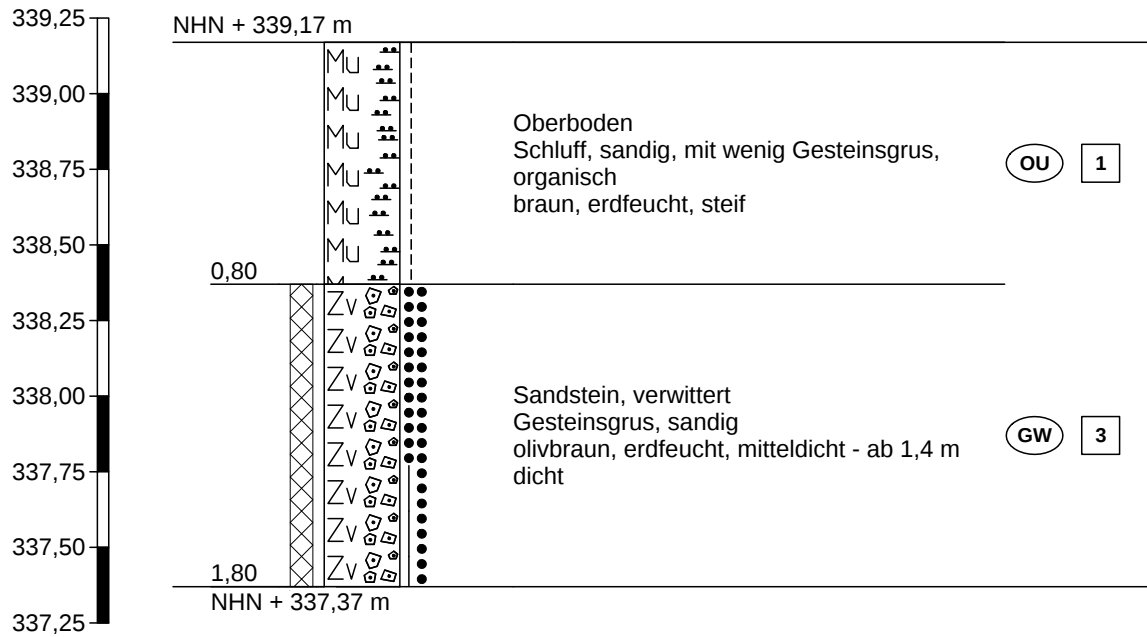
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 12.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 7 / SV 7**

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

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

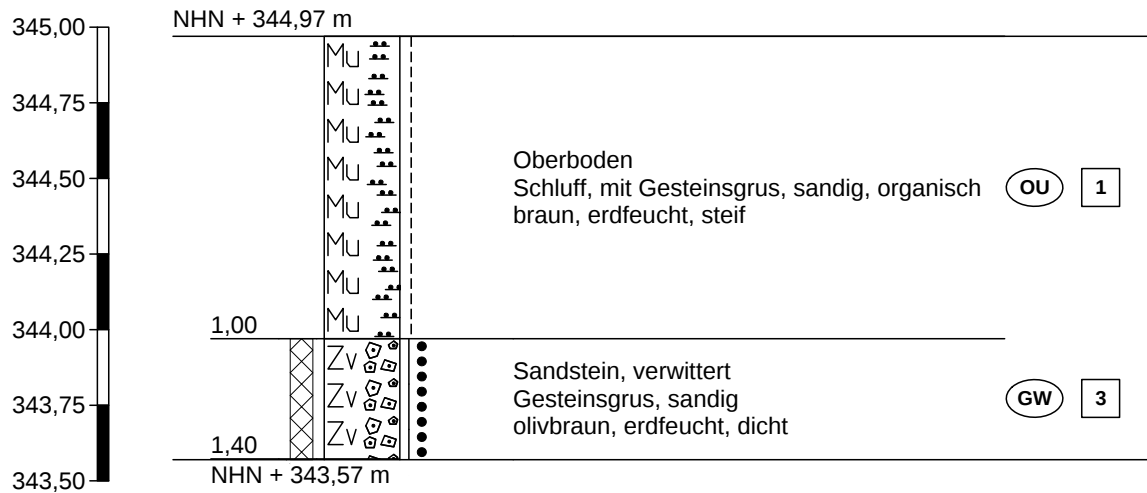
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 12.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 8 / SV 8**

kein Bohrfortschritt

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

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

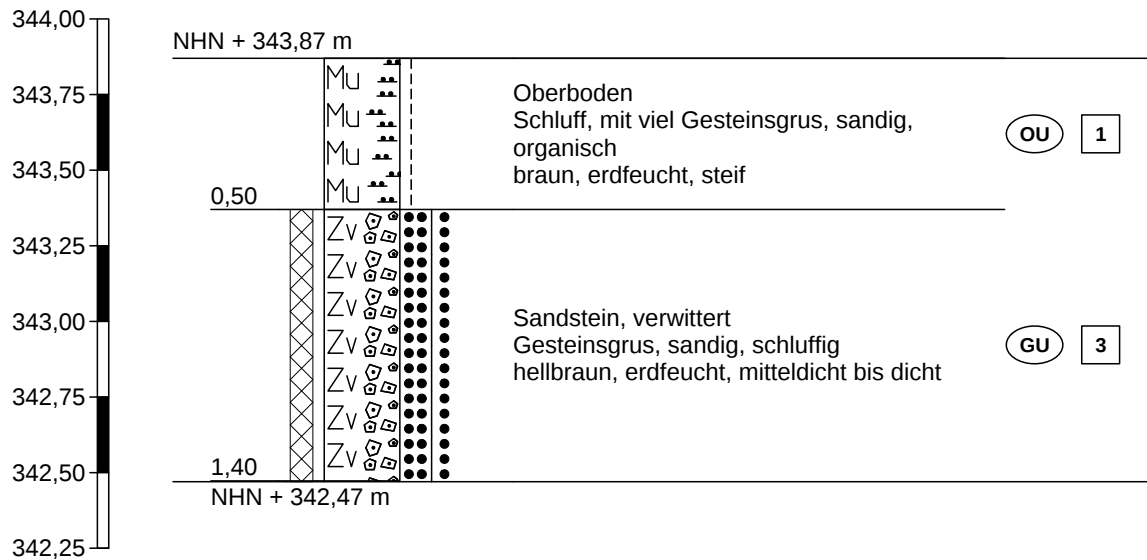
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 12.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 9 / SV 9**

kein Bohrfortschritt

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

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

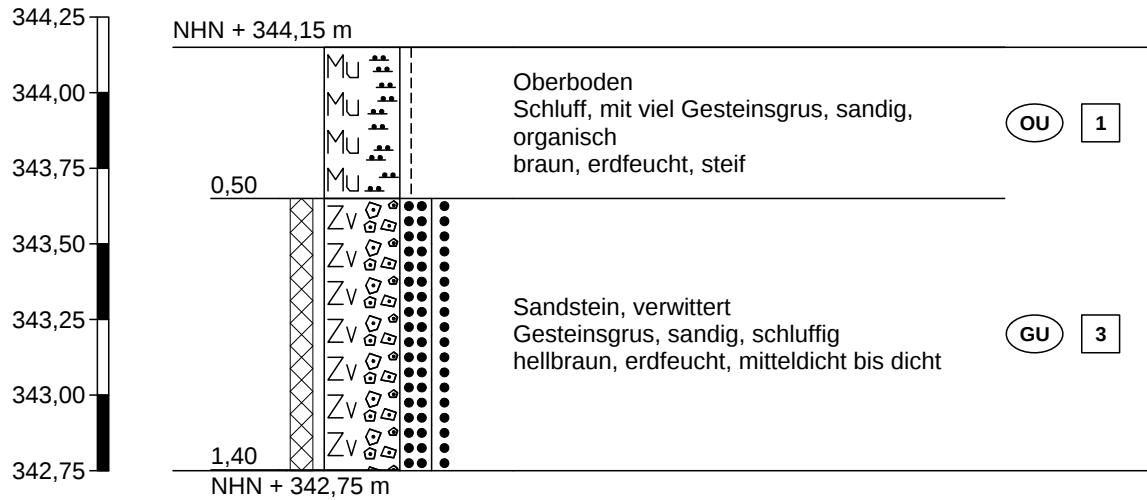
Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 12.01.2016

Bearb.: Ne

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**RKS 10 / SV 10**

kein Bohrfortschritt

Höhenmaßstab 1:25

GEO CONSULT

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

Projekt: Forschungs- und
 Entwicklungszentrum Rüggeberg,
 Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
 Co. KG

Anlage 2

Datum: 13.01.2015

Bearb.: Ne

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u



Mutterboden, Mu



Fels, verwittert, Zv



Verwitterungslehm, L



Blöcke, Y, mit Blöcken, y

Korngrößenbereich

f - fein
 m - mittel
 g - grob

Nebenanteile

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

Bodenklasse nach DIN 18300

- | | |
|--|--|
| <p>1 Oberboden (Mutterboden)</p> <p>3 Leicht lösbare Bodenarten</p> <p>5 Schwer lösbare Bodenarten</p> <p>7 Schwer lösbarer Fels</p> | <p>2 Fließende Bodenarten</p> <p>4 Mittelschwer lösbare Bodenarten</p> <p>6 Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten</p> |
|--|--|

Bodengruppe nach DIN 18196

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

GEO CONSULT

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

Projekt: Forschungs- und
Entwicklungszentrum Rüggeberg,
Marienheide (15110875)

Auftraggeber: August Rüggeberg GmbH
Co. KG

Anlage 2

Datum: 13.01.2015

Bearb.: Ne

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023Grundwasser

▽ 1,00
13.01.2016 Grundwasser am 13.01.2016 in 1,00 m
unter Gelände angebohrt

▽ 1,00
13.01.2016 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände
angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00
m unter Gelände am 13.01.2016

▽ 1,00
13.01.2016 Grundwasser nach Beendigung der
Bohrarbeiten am 13.01.2016

▽ 1,00
13.01.2016 Ruhewasserstand in einem ausgebauten
Bohrloch

1,00
13.01.2016 Wasser versickert in 1,00 m unter
Gelände

Verwitterungsstufen nach DIN EN ISO 14689-1

frisch

schwach
verwittert

mäßig bis stark
verwittert

vollständig
verwittert

Sonstige Zeichen

naß, Vernässungszone oberhalb des
Grundwassers

Lagerungsdichte

locker

mitteldicht

dicht

sehr dicht

Konsistenz

breiig

weich

steif

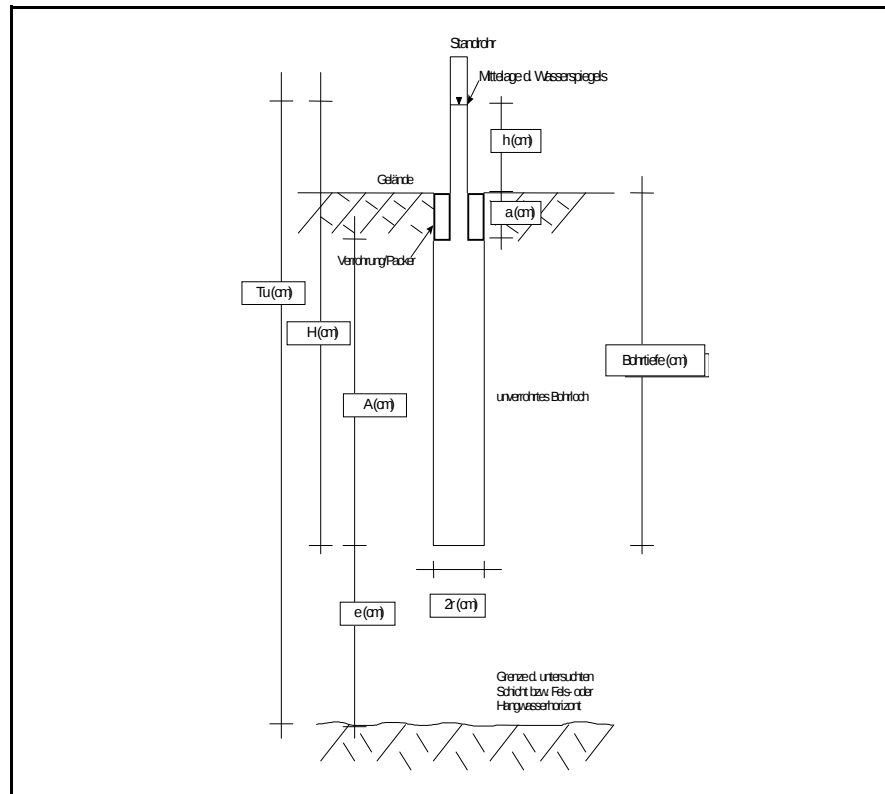
halbfest

fest

Nivellement				
Untersuchungsort:		Hauptstraße / Pestalozzistraße, Marienheide		
Projektnummer:		15110875		
Datum:		02.12.2016		
Höhe FP in mNN :		344,53		
Bezeichnung des Meßpunktes	Rückblende [m]	Vorblende [m]	Hauptnivellement [m]	Bemerkungen
FP / KD	1,94			Festpunkt
RKS 2		1,96	344,51	Sondierung
RKS 3		1,16	345,31	Sondierung
RKS 4		0,02	346,45	Sondierung
RKS 5		0,83	345,64	Sondierung
WP I		0,41	346,06	Wendepunkt
WP I	4,72		350,78	Wendepunkt
RKS 6		0,31	350,47	Sondierung
RKS 1		6,11	344,67	Sondierung
FP / KD	0,62		345,15	Festpunkt
WP II		2,06	343,09	Wendepunkt
WP II	1,68		344,77	Wendepunkt
RKS 10		0,62	344,15	Sondierung
RKS 9		0,90	343,87	Sondierung
WP III		0,87	343,90	Wendepunkt
WP III	1,38		345,28	Wendepunkt
RKS 8		0,31	344,97	Sondierung
RKS 7		6,11	339,17	Sondierung

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 1 / SV 1 flach	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 11.01.2016
$T_u = 100,0 \text{ cm}$ $H = 70,0 \text{ cm}$ $A = 70,0 \text{ cm}$ $a = 30,0 \text{ cm}$ $h = -30,0 \text{ cm}$ $Q = 91,61 \text{ cm}^3/\text{s}$ Bohrtiefe = $A + a$ Auswertung nach USBR Earth Manual (1974) $H / T_u = 0,7$ $T_u / A = 1,4 \Rightarrow$ Formel II ist maßgebend $A / H = 1,0$ $H / r = 38,9 \Rightarrow$ $A / r = 38,9$ $C_s = 58,6$ Formel II $k_r = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 1,6E-04 \text{ m/s}$		

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 1 / SV 1 tief	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 11.01.2016
---	--------------------------	---



Tu = 110,0 cm
 H = 110,0 cm
 A = 210,0 cm Bohrtiefe = A + a
 a = 130,0 cm
 h = -210,0 cm

 Q = 0,85 cm³/s

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

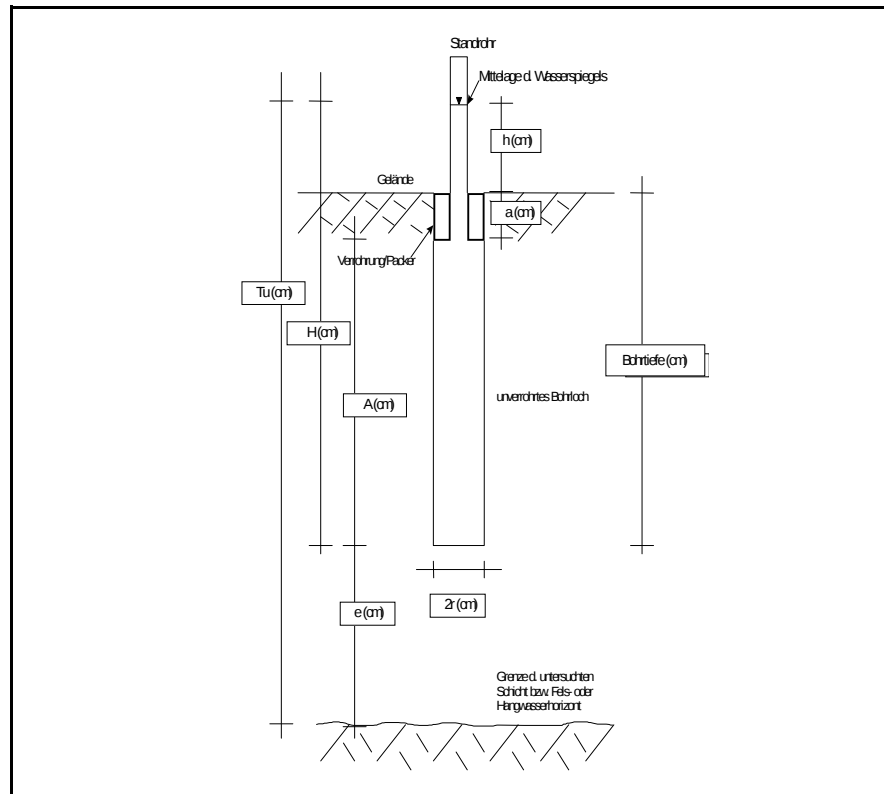
H / Tu = 1,0
 Tu / A = 0,5 ⇒ **Formel II ist maßgebend**

 A / H = 1,9
 H / r = 61,1 ⇒
 A / r = 116,7 **Cs = 137,6**

Formel II

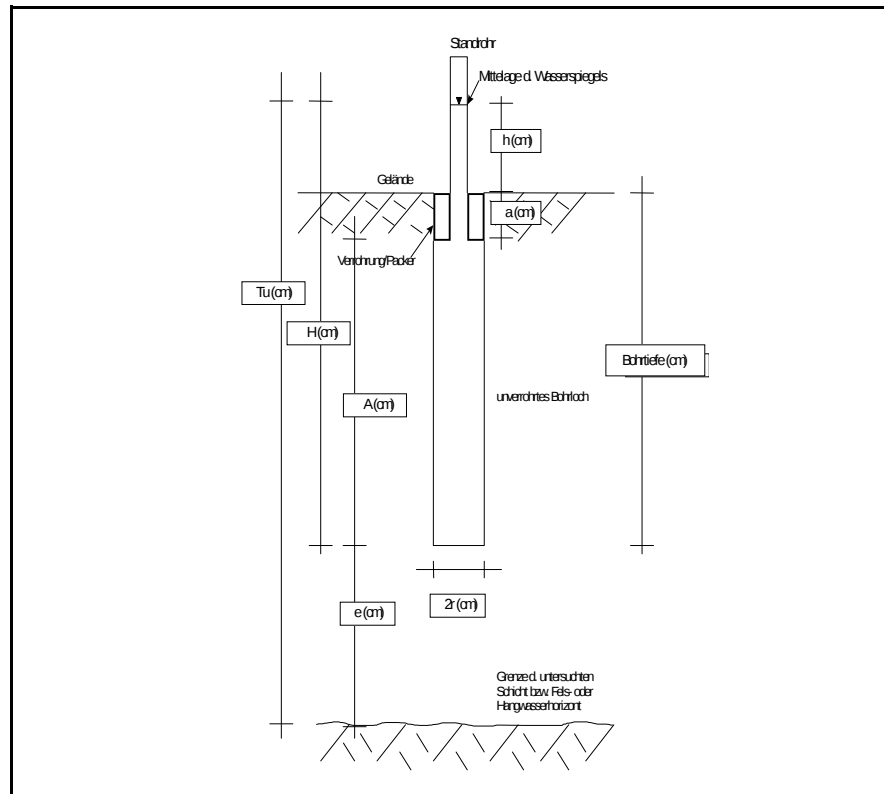
$$k_r = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 6,6E-06 \text{ m/s}$$

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 2 / SV 2 flach	Projekt-Nr.: 15110875H Datum : 11.01.2016
---	---------------------------	--



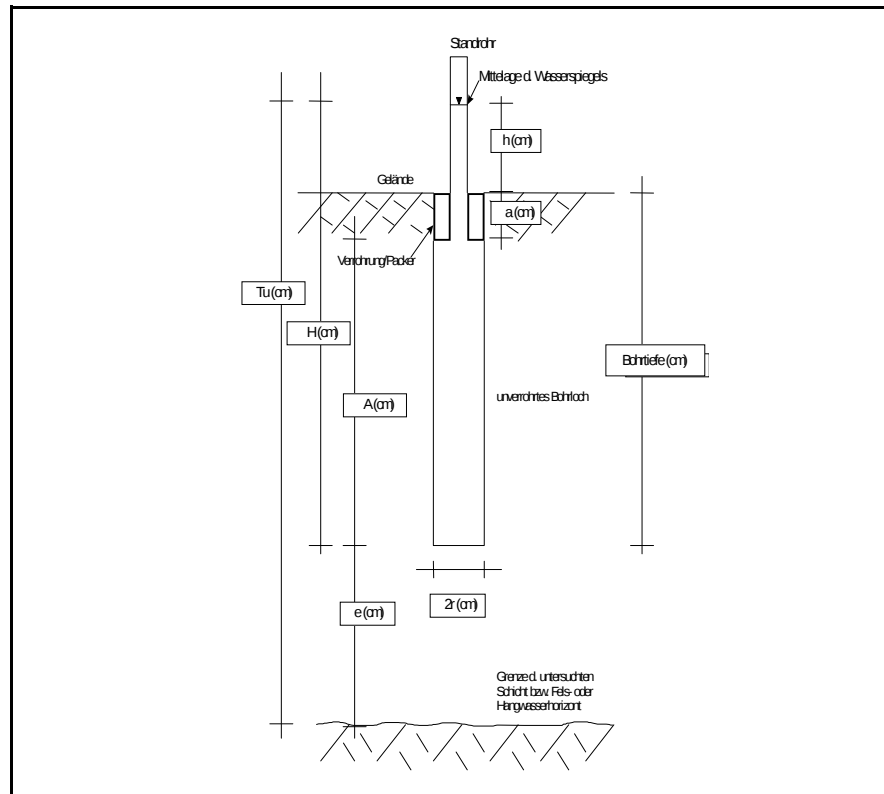
keine Sättigung möglich ($k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 2 / SV 2 tief	Projekt-Nr.: 15110875H Datum : 11.01.2016
---	--------------------------	--



keine Sättigung möglich ($k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 3 / SV 3 flach	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 11.01.2016
---	---------------------------	---



$T_u = 210,0 \text{ cm}$
 $H = 80,0 \text{ cm}$
 $A = 80,0 \text{ cm}$
 $a = 40,0 \text{ cm}$
 $h = -40,0 \text{ cm}$
 $Q = 1,36 \text{ cm}^3/\text{s}$

Bohrtiefe = $A + a$

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

$H / T_u = 0,4$
 $T_u / A = 2,6 \Rightarrow$ **Formel II ist maßgebend**
 $A / H = 1,0$
 $H / r = 44,4 \Rightarrow$
 $A / r = 44,4$ **Cs = 64,8**

Formel II

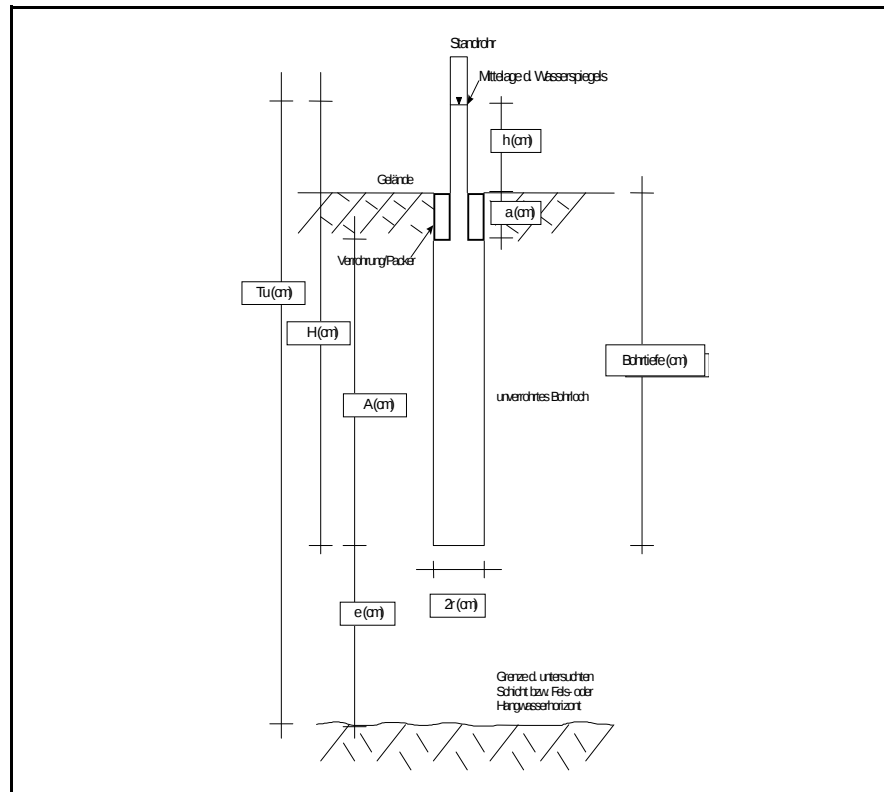
$$k_r = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 1,0E-06 \text{ m/s}$$

(nach USBR Earth Manual /
mit fallender Druckhöhe)

RKS 3 / SV 3 tief

Projekt-Nr.: 15110875H

Datum: 11.01.2016



Tu = 160,0 cm

H = 160,0 cm

A = 10,0 cm

a = 250,0 cm

$$h = -100,0 \text{ cm}$$
$$\text{Bohrtiefe} = A + a$$
$$Q = 5,94 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

$$H / T_u = 1,0$$
$$T_u / A = 16,0$$

Formel II ist maßgebend

$$A / H = 0,1$$
$$H / r = 88,9$$
$$A / r = 5,6$$

Cs = 16,9

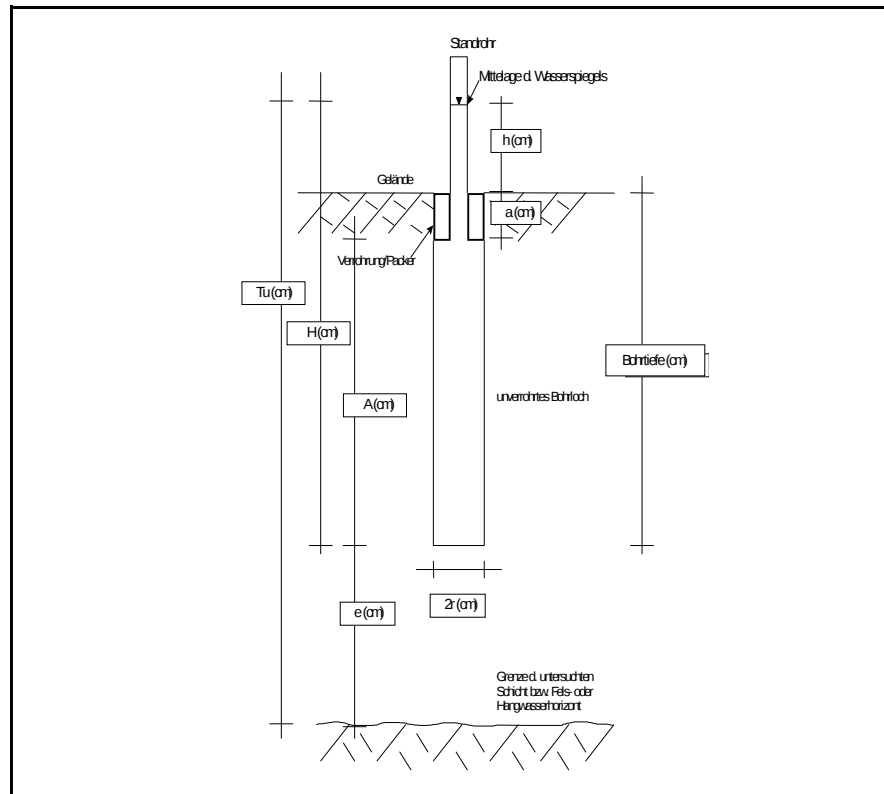
Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 1,0E-05 \text{ m/s}$$

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 1,0E-05 \text{ m/s}$$

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 4 / SV 4 flach	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 11.01.2016
$T_u = 240,0 \text{ cm}$ $H = 110,0 \text{ cm}$ $A = 110,0 \text{ cm}$ $a = 40,0 \text{ cm}$ $h = -40,0 \text{ cm}$ $Q = 0,85 \text{ cm}^3/\text{s}$ Bohrtiefe = $A + a$ Auswertung nach USBR Earth Manual (1974) $H / T_u = 0,5$ $T_u / A = 2,2 \Rightarrow$ Formel II ist maßgebend $A / H = 1,0$ $H / r = 61,1 \Rightarrow$ $A / r = 61,1$ $C_s = 82,5$ Formel II $k_r = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 4,5E-07 \text{ m/s}$		

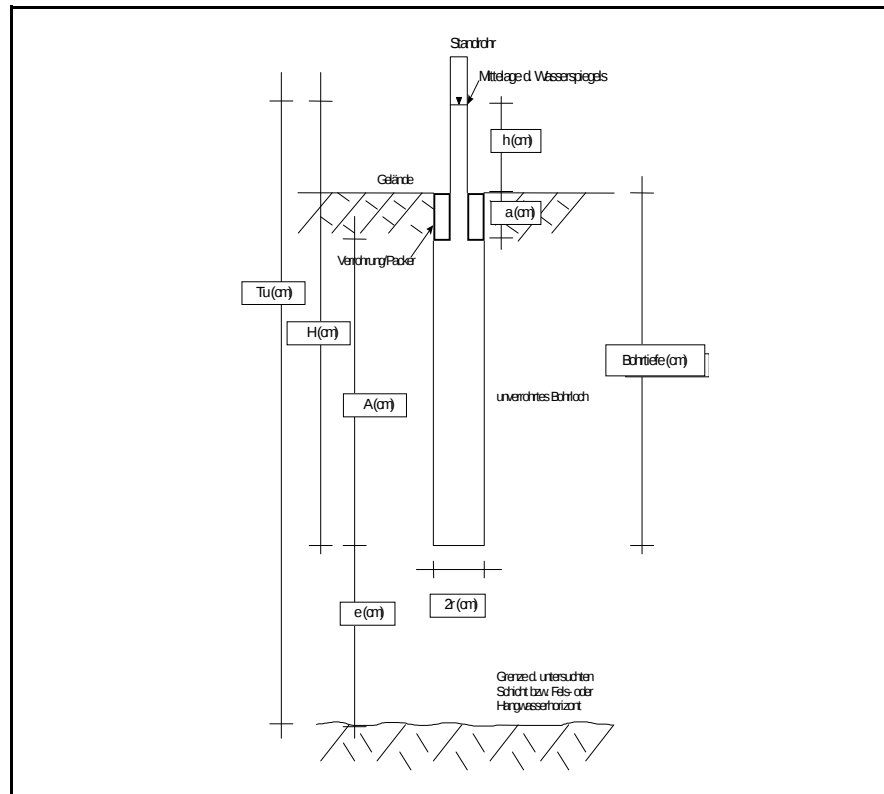
Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 4 / SV 4 tief	Projekt-Nr.: 15110875H Datum : 11.01.2016
---	--------------------------	--



keine Sättigung möglich ($k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

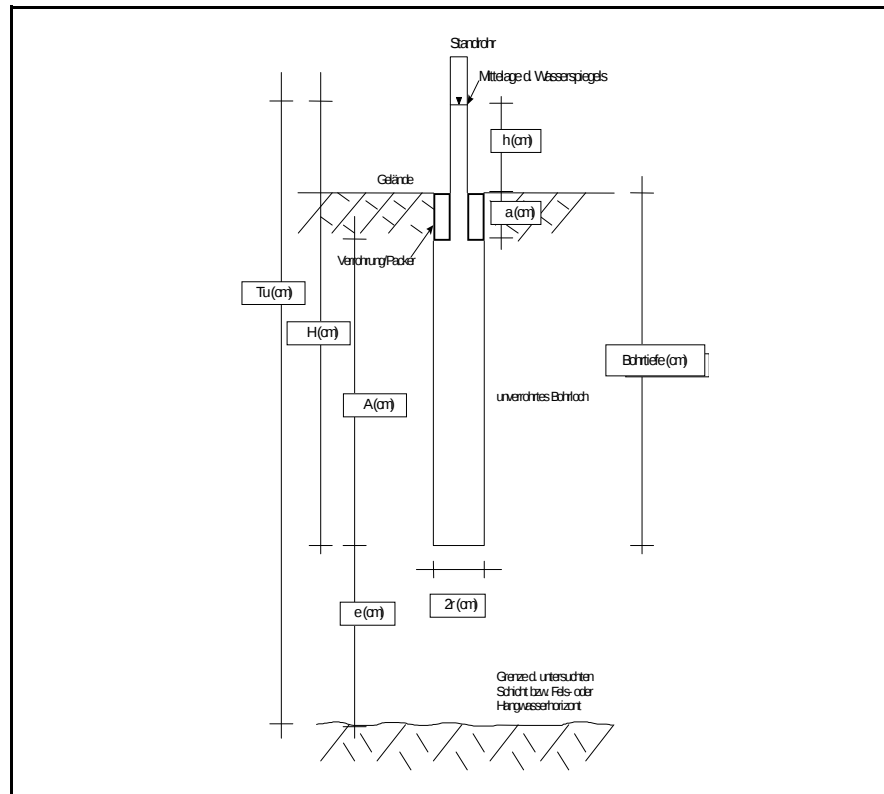
Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 5/ SV 5 flach	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 11.01.2016
$T_u = 190,0 \text{ cm}$ $H = 110,0 \text{ cm}$ $A = 110,0 \text{ cm}$ $a = 40,0 \text{ cm}$ $h = -40,0 \text{ cm}$ $Q = 0,51 \text{ cm}^3/\text{s}$ Bohrtiefe = $A + a$ Auswertung nach USBR Earth Manual (1974) $H / T_u = 0,6$ $T_u / A = 1,7 \Rightarrow$ Formel II ist maßgebend $A / H = 1,0$ $H / r = 61,1 \Rightarrow$ $A / r = 61,1 \quad C_s = 82,5$ Formel II $k_r = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 3,4E-07 \text{ m/s}$		

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 5 / SV 5 tief	Projekt-Nr.: 15110875H Datum : 11.01.2016
---	--------------------------	--



keine Sättigung möglich ($k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 6 / SV 6 flach	Projekt-Nr.: 15110875H
		Datum: 11.01.2016



$T_u = 280,0 \text{ cm}$
 $H = 110,0 \text{ cm}$
 $A = 110,0 \text{ cm}$
 $a = 40,0 \text{ cm}$
 $h = -40,0 \text{ cm}$
 $Q = 2,21 \text{ cm}^3/\text{s}$

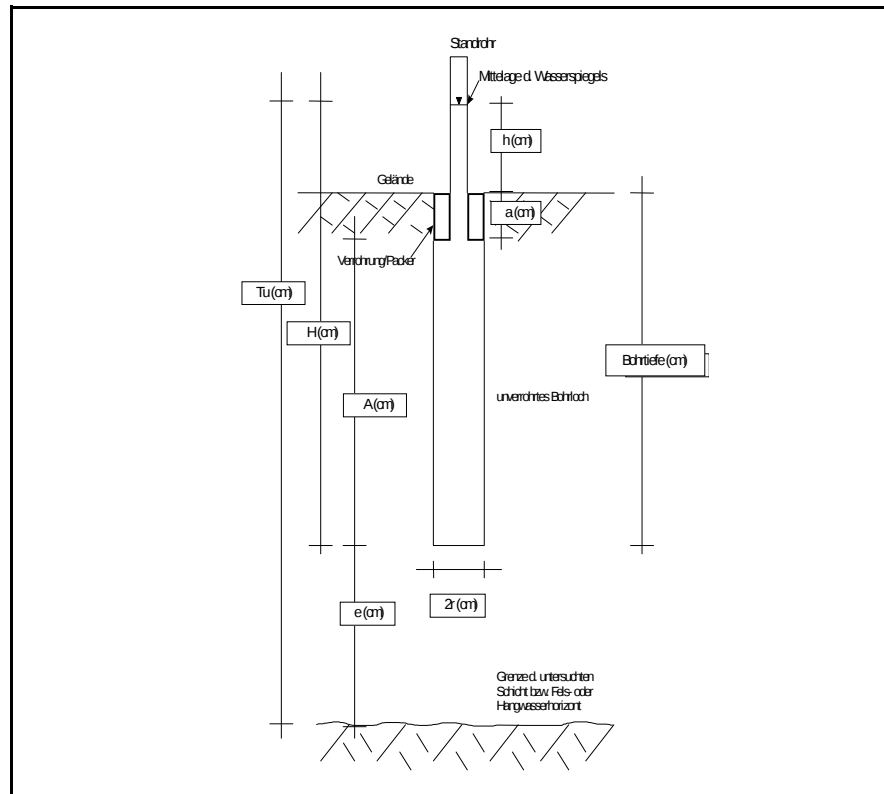
Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / Tu =	0,4	⇒	Formel II ist maßgebend
Tu / A =	2,5		
A / H =	1,0	⇒	Cs = 82,5
H / r =	61,1		
A / r =	61,1		

Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 1,0E-06 \text{ m/s}$$

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 6 / SV 6 tief	Projekt-Nr.: 15110875H Datum : 11.01.2016
---	--------------------------	--



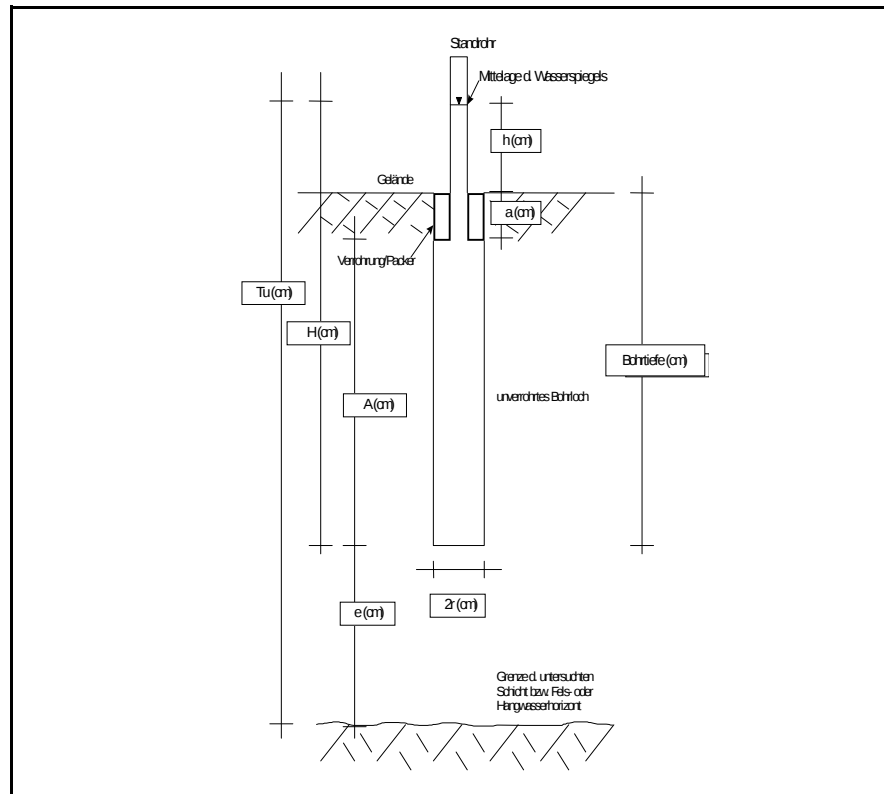
keine Sättigung möglich ($k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

(nach USBR Earth Manual /
mit fallender Druckhöhe)

RKS 7 / SV 7

Projekt-Nr.: 15110875H

Datum: 12.01.2016



$T_u = 60,0 \text{ cm}$
 $H = 60,0 \text{ cm}$
 $A = 60,0 \text{ cm}$
 $a = 120,0 \text{ cm}$
 $h = -120,0 \text{ cm}$
 $Q = 2,38 \text{ cm}^3/\text{s}$

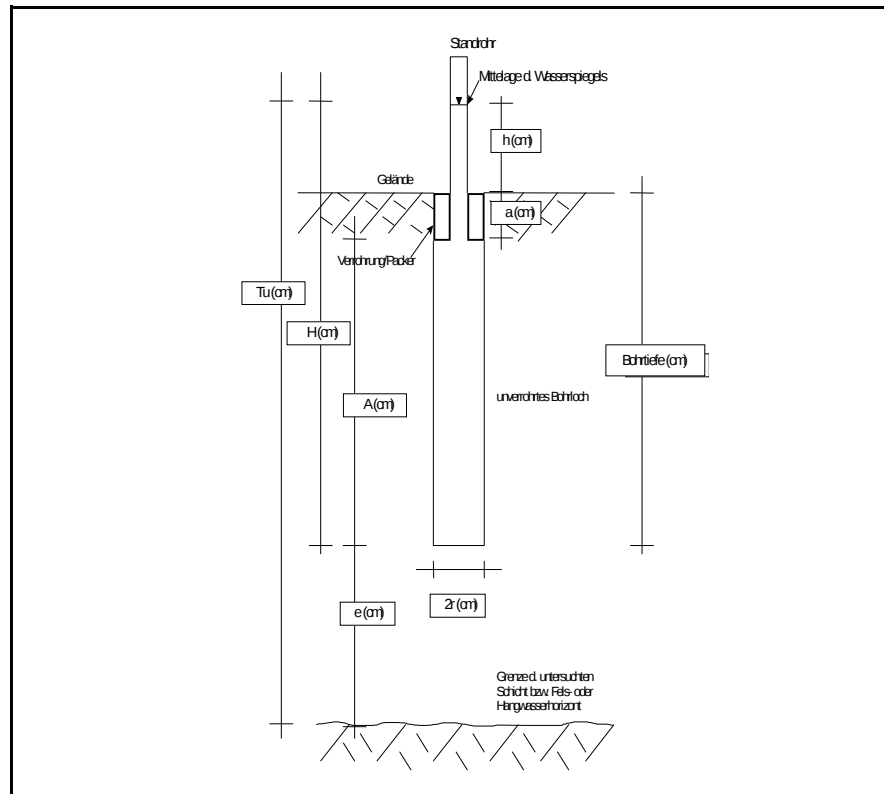
Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

H / Tu =	1,0	⇒	Formel II ist maßgebend
Tu / A =	1,0		
A / H =	1,0	⇒	Cs = 52,4
H / r =	33,3		
A / r =	33,3		

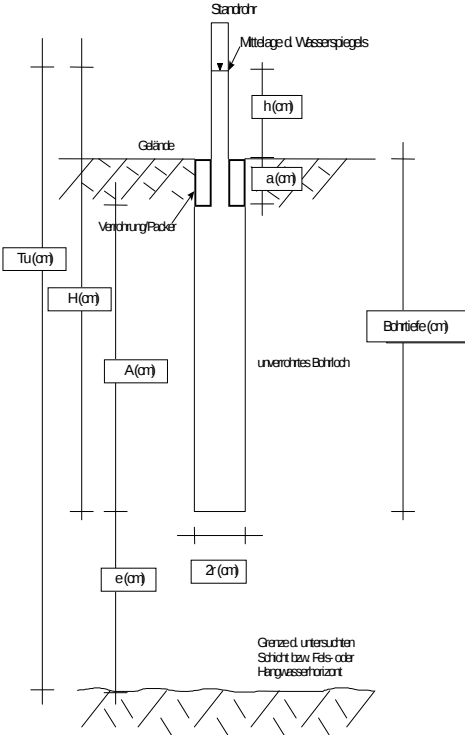
Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 7,8E-06 \text{ m/s}$$

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 8 / SV 8	Projekt-Nr.: 15110875H Datum : 12.01.2016
---	---------------------	--



keine Sättigung möglich ($k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 9 / SV 9	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 12.01.2016
 $T_u = 50,0 \text{ cm}$ $H = 50,0 \text{ cm}$ $A = 50,0 \text{ cm}$ $a = 90,0 \text{ cm}$ $h = -90,0 \text{ cm}$ $Q = 3,56 \text{ cm}^3/\text{s}$ Bohrtiefe = A + a Auswertung nach USBR Earth Manual (1974) $H / T_u = 1,0$ $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$ Formel II ist maßgebend $A / H = 1,0$ $H / r = 27,8 \Rightarrow$ $A / r = 27,8$ $C_s = 46,0$ Formel II $k_r = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 1,6E-05 \text{ m/s}$		

Sickerversuch (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	RKS 10 / SV 10	Projekt-Nr.: 15110875H Datum: 12.01.2016
$T_u = 70,0 \text{ cm}$ $H = 70,0 \text{ cm}$ $A = 70,0 \text{ cm}$ $a = 70,0 \text{ cm}$ $h = -70,0 \text{ cm}$ $Q = 0,68 \text{ cm}^3/\text{s}$ $\text{Bohrtiefe} = A + a$ Auswertung nach USBR Earth Manual (1974) $H / T_u = 1,0$ $T_u / A = 1,0 \Rightarrow \text{Formel II ist maßgebend}$ $A / H = 1,0$ $H / r = 38,9 \Rightarrow$ $A / r = 38,9 \quad C_s = 58,6$ Formel II $k_r = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 1,7E-06 \text{ m/s}$		