

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH · Widdersdorfer Straße 190 · 50825 Köln

VISTA Reihenhause AG  
Karstraße 70

D – 41068 Mönchengladbach



Ihr Zeichen, Ihre Nachricht von

Unser Zeichen  
St\_14721\_02.doc

Bearbeiter, Telefon, E-Mail  
J. Agosta-Preußner, -29  
j.agosta@mup-group.com

Datum  
14.02.2019

***BV Dinnendahlstraße in Oberhausen  
Versickerungsfähigkeit des Untergrundes***

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das Bauvorhaben Dinnendahlstraße in Oberhausen soll eine Versickerung des über die Böschungen zulaufenden Oberflächenwassers über Mulden an den Böschungsfüßen realisiert werden.

Die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft wurde mit der Durchführung der Versickerungsversuche und der anschließenden Auswertung in Form einer Kurzstellungnahme beauftragt.

**Baugrund**

Schicht 1a: Auffüllung, nicht bindig

Ab der Geländeoberfläche stehen nicht bindige Auffüllungen aus sandigen bis stark sandigen Kiesen in einer Mächtigkeit von 0,3 m bis 5,2 m an. Als Fremdstoffe sind Schlacke, Asche, Mörtel und Ziegel enthalten.

Schicht 1b: Auffüllung, bindig

Innerhalb bzw. unterhalb der Schicht 1a wurden bindige Auffüllungen, die aus feinsandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluffen, stark schluffigen, feinsandigen Tonen und stark schluffigen Feinsanden bestehen, in einer Mächtigkeit zwischen 0,5 m und 1,5 m erkundet.

Schicht 2: verwittertes Tonmergelgestein

Zwischen 1,0 m (54,18 m NHN) im Südwesten und 5,2 m (49,93 m NHN) im Südosten des Grundstückes wurde an der Basis der Auffüllungen verwittertes Tonmergelgestein erkundet. Das verwitterte Tonmergelgestein setzt sich aus stark schluffigen, schwach feinsandigen bis feinsandigen Tonen zusammen.

## Versickerungsversuche

Die Versickerungsversuche erfolgten im Bohrloch als open-end-Test. Die Versickerungsversuche wurden in einer Tiefe von 2 m u. GOK (Filterstrecke 1 m bis 2 m u. GOK) in den nichtbindigen Auffüllungen durchgeführt.

Die Lage der Versickerungsversuche ist im Lageplan in der Anlage I dargestellt.

## Versickerungsfähigkeit

An den Ansatzpunkte der Versickerungsversuche VV1, VV2 und VV3 konnten folgende Durchlässigkeitsbeiwerte für die Schicht 1a bestimmt werden:

Tabelle 1: Durchlässigkeit des Bodens zur Bemessung der Versickerung nach ATV-Arbeitsblatt in Schicht 1a

Versuchsart	Boden / Tiefe	Ergebnis $k_f$ -Wert [m/s]	Korrekturfaktor ATV A138	cal- $k_f$ [m/s]
Open End Test	KRB VV1	$2,08 \cdot 10^{-5}$	2,0	$4,16 \cdot 10^{-5}$
Open End Test	KRB VV2	$1,79 \cdot 10^{-4}$	2,0	$3,58 \cdot 10^{-4}$
Open End Test	KRB VV3	$1,79 \cdot 10^{-4}$	2,0	$3,58 \cdot 10^{-4}$

An den Ansatzpunkten KRB 204 und 204a des Versickerungsversuches VV4 konnte keine Versickerung nachgewiesen werden, da hier bereits ab 0,3 m u. GOK die sehr schwach bis undurchlässige Schicht 1b bzw. ab 0,6 m die sehr schwach bis undurchlässige Schicht 2 anstehen.

Es ist geplant das aktuelle Gelände um ca. einen Meter anzuheben. Das Material der Geländeanhebung soll gemäß Planung einen  $k_f$ -Wert von  $\geq 1 \cdot 10^{-5}$  m/s aufweisen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

  
Dr. Jürgen Margane  
- Geschäftsführer -

  
i.A. J. Agosta-Preußner M. Sc.  
- Gutachterin -



Anlagen:

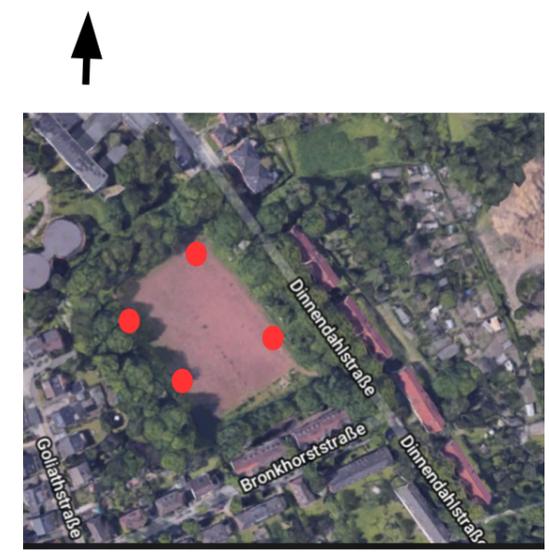
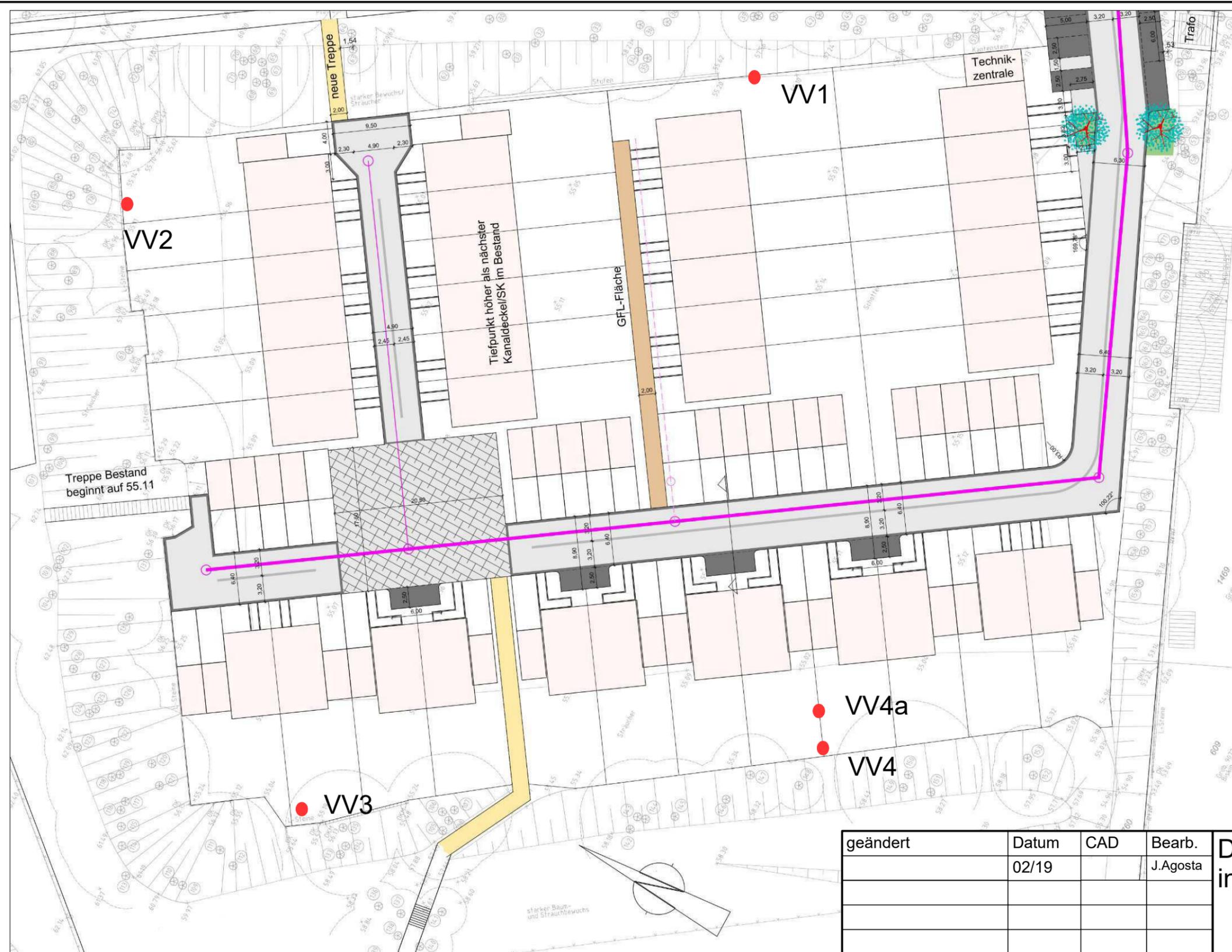
- Anlage I: 14721\_LP01 – Lageskizze der Versickerungsversuche
- Anlage II: Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile
- Anlage III: Auswertung der Versickerungsversuche



# Anlage I

## Lageplan





● Versickerungsversuche

geändert	Datum	CAD	Bearb.
	02/19		J.Agosta

**Dinnendahlstraße  
in Oberhausen**

Mull & Partner Ing.-Ges. mbH  
NL Köln - Widderdorfer Str.190  
50825 Köln  
[www.mullundpartner.de](http://www.mullundpartner.de)



**Verisckerungsversuche**

Auftraggeber  
**VISTA Reihenhaushaus GmbH**  
Karstraße 70  
41068 Mönchengladbach

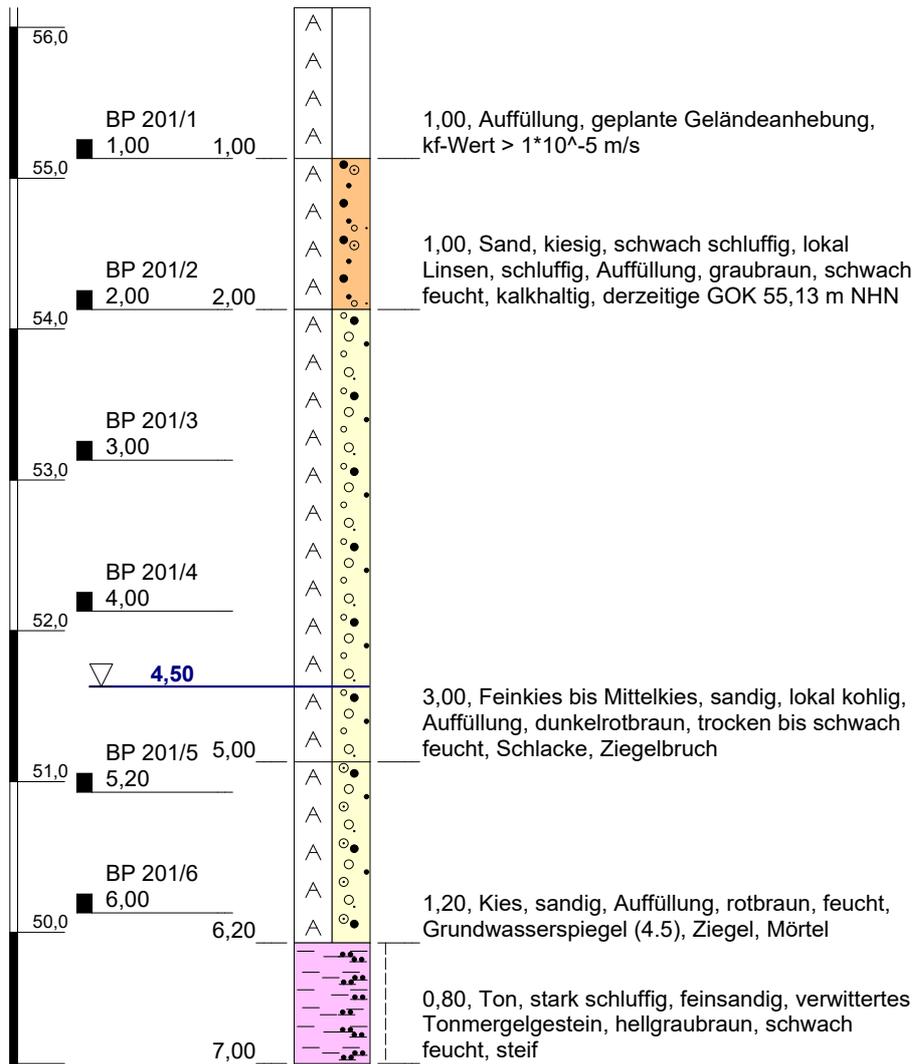
Maßstab: ~1:500      Projekt: 14721  
Plan-Nr.  
**14721\_LP01**

# **Anlage II**

## **Profile und Schichtenverzeichnisse**



KRB 201  
GOK (56,13 mNHN)

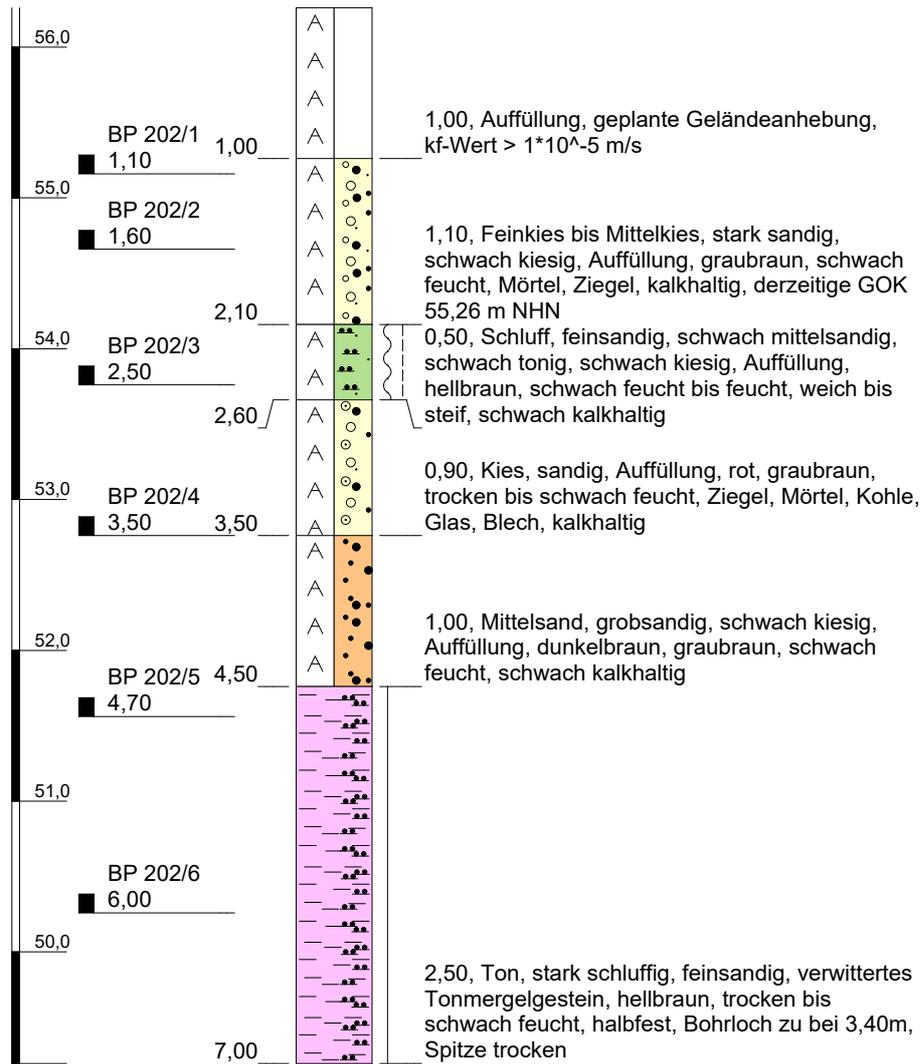


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheinhäuser</b>		
<b>Bohrung: KRB 201</b>		
Auftraggeber: Vista Reihenhauser GmbH		
Bohrfirma: GTS		
Bearbeiter: Schweins	Ansatzhöhe: 56,13 mNHN	
Datum: 06.02.2019	14721	Endtiefe: 6,00 m

KRB 202  
GOK (56,26 mNHN)

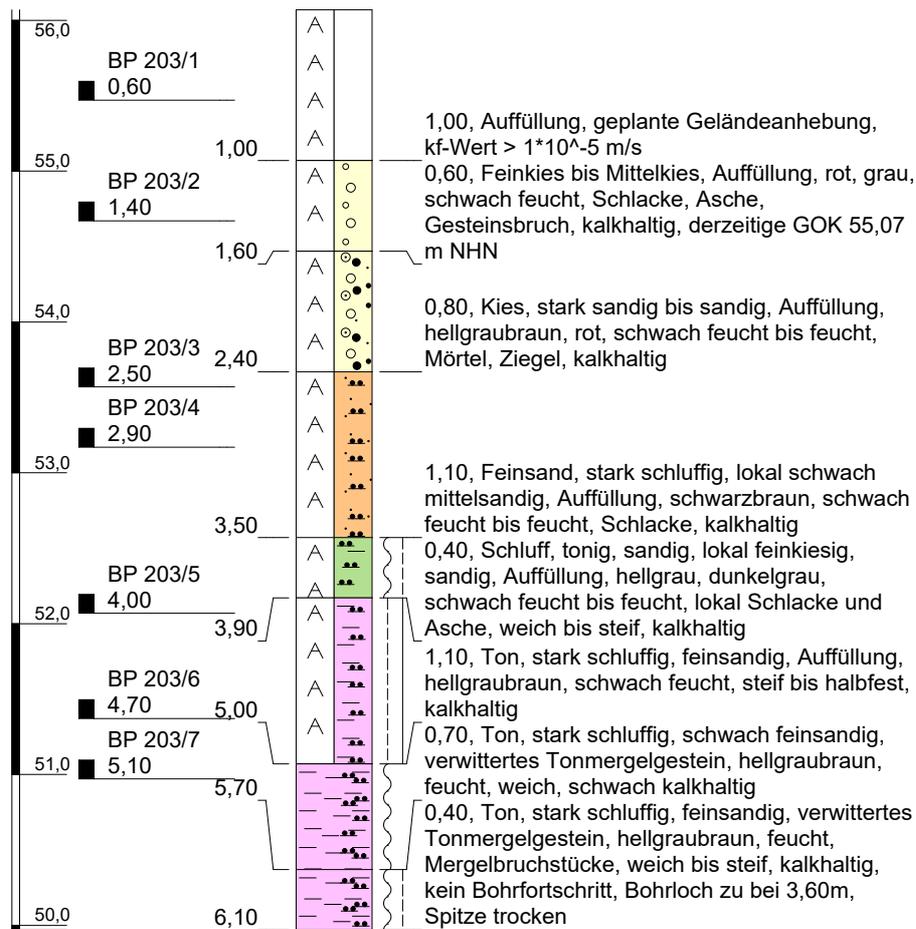


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheinhäuser</b>		
<b>Bohrung: KRB 202</b>		
Auftraggeber: Vista Reihenhaus GmbH		
Bohrfirma: GTS		
Bearbeiter: Schweins	Ansatzhöhe: 56,26 mNHN	
Datum: 06.02.2019	14721	

KRB 203  
GOK (56,07 mNHN)

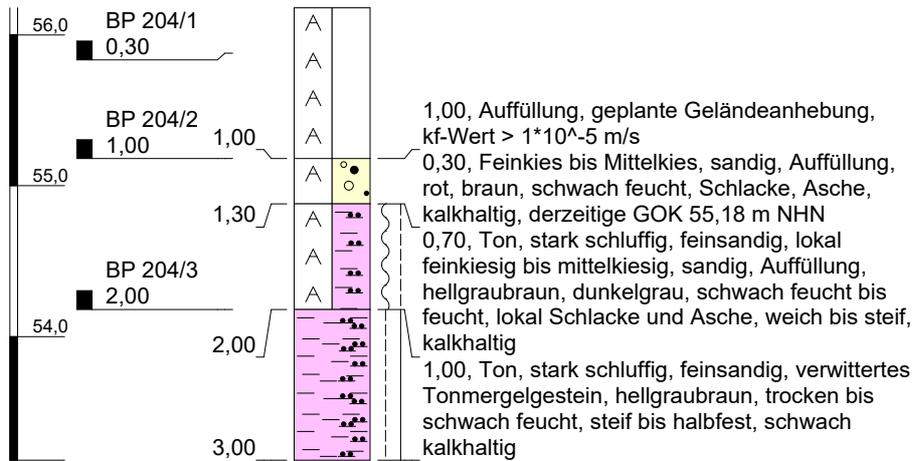


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: BV Doppelhaushälften und Reihenhäuser</b>		
<b>Bohrung: KRB 203</b>		
Auftraggeber: Vista Reihenhäuser GmbH		
Bohrfirma: GTS		
Bearbeiter: Schweins	Ansatzhöhe: 56,07 mNHN	
Datum: 06.02.2019	14721	Endtiefe: 5,10 m

KRB 204  
GOK (56,18 mNHN)

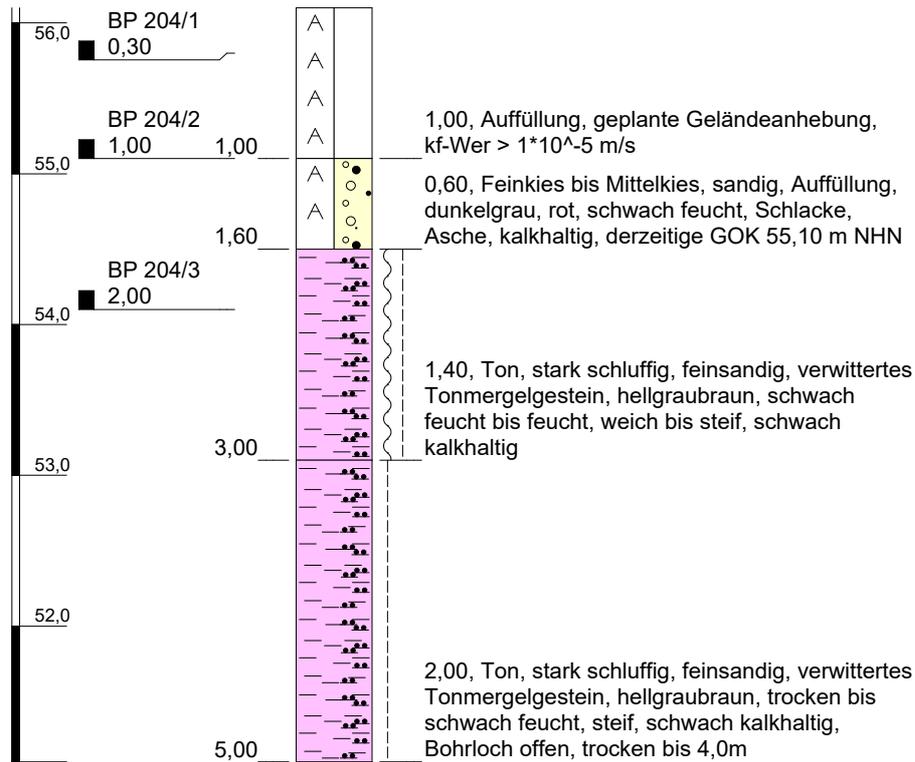


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser</b>		
<b>Bohrung: KRB 204</b>		
Auftraggeber: Vista Reihenhaus GmbH		
Bohrfirma: GTS		
Bearbeiter: Schweins	Ansatzhöhe: 56,18 mNHN	
Datum: 06.02.2019	14721	Endtiefe: 2,00 m

KRB 204a  
GOK (56,10 mNHN)



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser		
<b>Bohrung:</b> KRB 204a		
Auftraggeber: Vista Reihenhaus GmbH		
Bohrfirma: GTS		
Bearbeiter: Schweins	Ansatzhöhe: 56,10 mNHN	
Datum: 06.02.2019	14721	Endtiefe: 4,00 m



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 201

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,00	a)				geplante Geländeanhebung, kf-Wert > 1*10 <sup>-5</sup> m/s	BP	201/1	1,00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
2,00	a) Sand, kiesig, schwach schluffig, lokal Linsen, schluffig				derzeitige GOK 55, 13 m NHN schwach feucht	BP	201/2	2,00
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
5,00	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig, lokal kohlig				Grundwasserspiegel 4.50m trocken bis schwach feucht	BP	201/3 BP 201/4	3,00 4,00
	b) Schlacke, Ziegelbruch							
	c)	d)	e) dunkelrotbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
6,20	a) Kies, sandig				feucht	BP	201/5 BP 201/6	5,20 6,00
	b) Ziegel, Mörtel							
	c)	d)	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
7,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				schwach feucht			
	b)							
	c) steif	d)	e) hellgraubraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 202

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,00	a)				geplante Geländeanhebung, kf-Wert > 1*10 <sup>-5</sup> m/s			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
2,10	a) Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach kiesig				derzeitige GOK 55, 26 m NHN schwach feucht	BP 202/1	BP 202/2	1,10 1,60
	b) Mörtel, Ziegel							
	c)	d)	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
2,60	a) Schluff, feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig, schwach kiesig				schwach feucht bis feucht	BP 202/3		2,50
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) hellbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
3,50	a) Kies, sandig				trocken bis schwach feucht	BP 202/4		3,50
	b) Ziegel, Mörtel, Kohle, Glas, Blech							
	c)	d)	e) rot, graubraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
4,50	a) Mittelsand, grobsandig, schwach kiesig				schwach feucht			
	b)							
	c)	d)	e) dunkelbraun, graubraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 202

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				Bohrloch zu bei 3, 40m, Spitze trocken trocken bis schwach feucht	BP 202/5 BP 202/6		4,70 6,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 203

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,00	a)				geplante Geländeanhebung, kf-Wert > 1*10 <sup>-5</sup> m/s	BP	203/1	0,60
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,60	a) Feinkies bis Mittelkies				derzeitige GOK 55, 07 m NHN schwach feucht	BP	203/2	1,40
	b) Schlacke, Asche, Gesteinsbruch							
	c)	d)	e) rot, grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
2,40	a) Kies, stark sandig bis sandig				schwach feucht bis feucht			
	b) Mörtel, Ziegel							
	c)	d)	e) hellgraubraun, rot					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
3,50	a) Feinsand, stark schluffig, lokal schwach mittelsandig				schwach feucht bis feucht	BP	203/3 BP 203/4	2,50 2,90
	b) Schlacke							
	c)	d)	e) schwarzbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
3,90	a) Schluff, tonig, sandig, lokal feinkiesig, sandig				schwach feucht bis feucht			
	b) lokal Schlacke und Asche							
	c) weich bis steif	d)	e) hellgrau, dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 203

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
5,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				schwach feucht	BP 203/5 BP 203/6		4,00 4,70
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) hellgraubraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
5,70	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				feucht	BP 203/7		5,10
	b)							
	c) weich	d)	e) hellgraubraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i)				
6,10	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				kein Bohrfortschritt, Bohrloch zu bei 3,60m, Spitze trocken feucht			
	b) Mergelbruchstücke							
	c) weich bis steif	d)	e) hellgraubraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i) +				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 204

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1,00	a)				geplante Geländeanhebung, kf-Wert > 1*10 <sup>-5</sup> m/s	BP 204/1 BP 204/2		0,30 1,00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,30	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig				derzeitige GOK 55, 18 m NHN schwach feucht			
	b) Schlacke, Asche							
	c)	d)	e) rot, braun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
2,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig, lokal feinkiesig bis mittelkiesig, sandig				schwach feucht bis feucht	BP 204/3		2,00
	b) lokal Schlacke und Asche							
	c) weich bis steif	d)	e) hellgraubraun, dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
3,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				trocken bis schwach feucht			
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) hellgraubraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: BV Doppelhaushälften und Rheienhäuser

Datum: 06.02.2019

Bohrung: KRB 204a

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1,00	a)				geplante Geländeanhebung, kf-Wer > 1*10 <sup>-5</sup> m/s	BP 204/1 BP 204/2		0,30 1,00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,60	a) Feinkies bis Mittelkies, sandig				derzeitige GOK 55, 10 m NHN schwach feucht			
	b) Schlacke, Asche							
	c)	d)	e) dunkelgrau, rot					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
3,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				schwach feucht bis feucht	BP 204/3		2,00
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) hellgraubraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i)				
5,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				Bohrloch offen, trocken bis 4, 0m trocken bis schwach feucht			
	b)							
	c) steif	d)	e) hellgraubraun					
	f) verwittertes Tonmergelgestein	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

# **Anlage III**

## **Versickerungsversuche**



## Versickerungsversuch nach USBR EARTH MANUAL (Brunnen-Methode)

### BV: Dinnendahlstr., Oberhausen

Versuch Nr.: **VV 1**

Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  des Untergrundes wird bei Grundwasserfreiheit ( $H > 3h$ , d.h. Abstand OK Wassersäule im Bohrloch zur Höhe des GW-Spiegels ist größer als die dreifache Höhe der Wassersäule) bestimmt nach der Formel:

$$k_f = 0,265 \times Q/h^2 \left[ ar \sinh (h/r) - 1 \right] \quad [\text{m/s}]$$

wobei:  $ar \sinh h/r = \ln \left[ h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1} \right]$

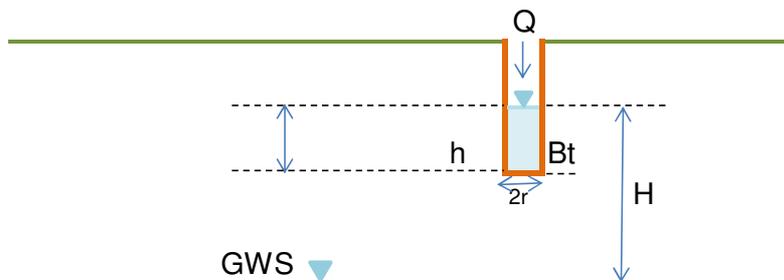
also:  $k_f = 0,265 \times Q/h^2 \left\{ \ln \left[ h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1} \right] - 1 \right\} \quad [\text{m/s}]$

Dabei bedeuten:

q = gemessene Wasserzugabe	=	1 l	
t = gemessene Zeit	=	43 s	
Q = Versickerungsrate	=	2,33E-05 m³/s	
h = Wasserhöhe (= Filterstrecke) im Bohrloch	=	1 m	
r = Bohrlochradius	=	0,025 m	
Bt = Bohrlochtiefe unter GOK	=	2 m	
H = Abstand OK h zu GWS	=	5 m	(GW angenommen >6m)

Somit lässt sich hier folgender Durchlässigkeitsbeiwert ermitteln:

$k_f =$ Durchlässigkeitsbeiwert	=	<b>2,08E-05</b> [m/s]
---------------------------------	---	-----------------------



## Versickerungsversuch nach USBR EARTH MANUAL (Brunnen-Methode)

### BV: Dinnendahlstr., Oberhausen

Versuch Nr.: **VV 2**

Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  des Untergrundes wird bei Grundwasserfreiheit ( $H > 3h$ , d.h. Abstand OK Wassersäule im Bohrloch zur Höhe des GW-Spiegels ist größer als die dreifache Höhe der Wassersäule) bestimmt nach der Formel:

$$k_f = 0,265 \times Q/h^2 \left[ ar \sinh (h/r) - 1 \right] \quad [\text{m/s}]$$

wobei:  $ar \sinh h/r = \ln \left[ h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1} \right]$

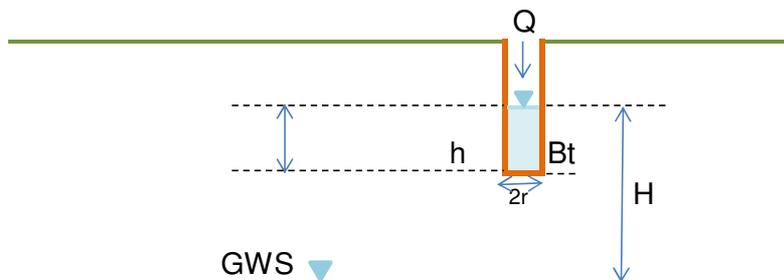
also:  $k_f = 0,265 \times Q/h^2 \left\{ \ln \left[ h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1} \right] - 1 \right\} \quad [\text{m/s}]$

Dabei bedeuten:

q = gemessene Wasserzugabe	=	1 l	
t = gemessene Zeit	=	5 s	
Q = Versickerungsrate	=	2,00E-04 m³/s	
h = Wasserhöhe (= Filterstrecke) im Bohrloch	=	1 m	
r = Bohrlochradius	=	0,025 m	
Bt = Bohrlochtiefe unter GOK	=	2 m	
H = Abstand OK h zu GWS	=	5 m	(GW angenommen >6m)

Somit lässt sich hier folgender Durchlässigkeitsbeiwert ermitteln:

$k_f =$ Durchlässigkeitsbeiwert	=	<b>1,79E-04</b> [m/s]
---------------------------------	---	-----------------------



## Versickerungsversuch nach USBR EARTH MANUAL (Brunnen-Methode)

### BV: Dinnendahlstr., Oberhausen

Versuch Nr.: **VV 3**

Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  des Untergrundes wird bei Grundwasserfreiheit ( $H > 3h$ , d.h. Abstand OK Wassersäule im Bohrloch zur Höhe des GW-Spiegels ist größer als die dreifache Höhe der Wassersäule) bestimmt nach der Formel:

$$k_f = 0,265 \times Q/h^2 \left[ ar \sinh (h/r) - 1 \right] \quad [\text{m/s}]$$

wobei:  $ar \sinh h/r = \ln \left[ h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1} \right]$

also:  $k_f = 0,265 \times Q/h^2 \left\{ \ln \left[ h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1} \right] - 1 \right\} \quad [\text{m/s}]$

Dabei bedeuten:

q = gemessene Wasserzugabe	=	1 l	
t = gemessene Zeit	=	5 s	
Q = Versickerungsrate	=	2,00E-04 m³/s	
h = Wasserhöhe (= Filterstrecke) im Bohrloch	=	1 m	
r = Bohrlochradius	=	0,025 m	
Bt = Bohrlochtiefe unter GOK	=	2 m	
H = Abstand OK h zu GWS	=	5 m	(GW angenommen >6m)

Somit lässt sich hier folgender Durchlässigkeitsbeiwert ermitteln:

$k_f =$ Durchlässigkeitsbeiwert	=	<b>1,79E-04</b> [m/s]
---------------------------------	---	-----------------------

