

F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH • Hans-Böckler-Str. 21 • 40764 Langenfeld

Stadt Viersen  
FB Stadtentwicklung  
Bahnhofstr. 23-29

**41747 Viersen**

- ▶ Baugrunduntersuchungen
- ▶ Geotechnische Untersuchungen
- ▶ Baugrund- und Bodengutachten
- ▶ Hydrogeologie
- ▶ Grundbaustatik
- ▶ Fachbauleitung Tiefbau
- ▶ Deklarationsanalytik
- ▶ Altlastenuntersuchung / Altlastenbewertung
- ▶ Erdbaulabor

Auftrag/Projekt-Nr.

A 5889

Datei

FGM\_A5889Hyd01082022

unser Zeichen

BjM/ja

Datum

01.08.2022

**Bauvorhaben: Viersen, Viersener Straße, Neubau Feuerwache**

## **Hydrogeologisches Gutachten**

- Inhalt:
1. Allgemeines
  2. Baugrund
  3. Wasseraufnahmefähigkeit des Untergrunds
  4. Hinweise zur Bauausführung
  5. Fazit

### Verzeichnis der Anlagen:

- |         |  |
|---------|--|
| 5889/01 | Lageplan, ohne Maßstab mit Eintragung der Bohransatzpunkte |
| 5889/02 | Darstellung der Bohrprofile inklusive $k_f$ -Wert          |
| 5889/03 | $k_f$ -Wert-Auswertung                                     |

## 1. Allgemeines

### 1.1 Beauftragung und Aufgabenstellung

Die F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH für Geotechnik, Grundbau und Bodenmechanik erhielt von der Stadt Viersen den Auftrag zur Überprüfung der Sickerfähigkeit der auf dem o.g. Grundstück befindlichen Böden.

### 1.2 Baugelände

Das Baugelände liegt in Viersen an der Viersener Straße:

Gemarkung Dülken,  
Flur 040,  
Flurstück 527.

Das Gelände ist auf dem Lageplan auf der Anlage 01 dargestellt. Das Gelände wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Es ist in seiner Gesamtheit als eben zu bezeichnen. Die geodätischen Höhen liegen i.M. in etwa bei der Kote NHN +64,8 m.

Gauss-Krüger		WGS 84, Dezimal	
Hochwert ~	56 80 080	E	6.354003°
Rechtswert ~	25 24 759	N	51.255033°

Hinweise zu möglichen Altlasten auf Grundlage der Baugrunderkundung am 22.06.2022 liegen den Unterzeichnern nicht vor.

Das hier relevante Objekt liegt innerhalb der Wasserschutzzone III A2; entsprechende Auflagen sind zu beachten.

### 1.3 Bearbeitungsunterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgen Unterlagen zur Verfügung:

- Luftbild ohne Maßstab mit Eintragung der betreffenden Fläche
- Vermessungsplan mit geodätischen Höhen des bestehenden Geländes

### 1.4 Beschreibung des Bauvorhabens

Auf der, z.Z. landwirtschaftlich genutzten Fläche soll eine Feuerwache mit Parkfläche / Zufahrt entstehen. Um das zukünftig anfallende Niederschlagswasser der versiegelten Flächen (Gebäude / Parken / Zufahrt) zu versickern, sollte die Sickerfähigkeit der hier vorliegenden, gewachsenen Böden überprüft werden.

## **2. Baugrund**

### 2.1 Baugrunderkundung

Um Aussagen über die Versickerungsfähigkeit des Untergrunds zu erhalten, wurden auf dem Gelände insgesamt fünf Rammkernbohrungen (Hydro 1 bis Hydro 5) bis zu 3,00 m unter jetzigem Geländeniveau ausgeführt.

→ Bei einer Rammkernbohrung wird eine Rammsonde mit Kernvorsatz in den Boden gerammt. Die Bohrung erfolgt unverroht, wobei der Bohrdurchmesser sich nach unten zur Verringerung der Mantelreibung an den Bohrlochwandungen verjüngt. Der Anfangsdurchmesser beträgt dabei 60 mm, der Enddurchmesser in diesem Fall 50 mm.

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse einschl. der Ergebnisse der Versickerungsfähigkeit ( $k_f$ -Wert) sind auf der Anlage 02 aufgetragen.

## 2.2 Beschreibung des Baugrundes

In allen Aufschlusspunkten wurde zunächst eine 0,50 bis 0,60 m dicke Oberbodenschicht (Mutterboden) festgestellt. Die Mächtigkeit der Oberbodenschicht kann jedoch örtlich variieren.

Darunter folgt dann ein sehr schwach sandiger bis sandiger Schluff (bindiger Boden). Diese Bodenschichtung ist im Bereich der RKB Hydro 5 mit 0,40 m bis 0,90 m unter aktueller Geländeoberkante am geringmächtigsten. Im Bereich der RKB Hydro 2 ist sie mit einer Mächtigkeit von 0,50 m bis 2,00 m unter aktueller Geländeoberkante am stärksten ausgebildet.

Darunter folgt in allen Rammkernbohrungen ein zunächst schluffiger und mit zunehmender Tiefe schwächer schluffig werdender, kiesiger, grobsandiger Mittelsand (nicht bindig) mit anfangs mitteldichter und mit zunehmender Tiefe dichter Lagerung.

Die Färbung dieser Bodenschichtung ist als braun zu bezeichnen.

## 2.4 Hydrogeologie

Bei der Baugrunderkundung am 22.06.2022 wurde in den Rammkernbohrungen kein eingespiegelter Grundwasserstand festgestellt.

Auf Grundlage der Ergebnisse aus der Baugrunderkundung und Auswertung der Ganglinien umgebender Grundwassermesspegel ist zu erwarten, dass der Grundwasserstand erst in deutlich größeren Tiefen zu erwarten ist.

Der höchste zu erwartende Grundwasserstand wird hier bei der Kote

$$\mathbf{HHGW = NHN +52,00\ m}$$

angegeben und liegt damit rd. 13 m unterhalb des mittleren Geländeniveaus.

Er ist damit für die Planung, selbst von tiefreichenden Rigolenanlagen, nicht relevant.

Das hier relevante Gelände liegt außerhalb eines Hochwasserrisikogebietes.

### **3. Wasseraufnahmefähigkeit des Untergrunds**

Die in der Rammkernbohrung festgestellten, unterhalb der Oberbodenschicht anstehenden, bindigen Bodenschichtungen (0,90 bis 2,0 m unter Gelände) sind für eine Versickerung aus technischer Sicht nicht geeignet. Der  $k_f$ -Wert in dieser Bodenschicht wird mit deutlich  $k_f \ll 1,0 \times 10^{-6}$  m/sec. abgeschätzt.

Die Versickerungsversuche wurden in den, den bindigen Böden unterlagerten gewachsenen, kiesigen Sanden mit zunächst bindigen Bestandteilen und dichter Lagerung durchgeführt.

Hierfür wird in einem ersten Schritt die Rammkernbohrungen bis auf die jeweiligen Endteufen hergestellt, um daran die einzelnen Bodenschichten aufzunehmen.

Ein Aufweiten der erstellten Rammkernbohrung mit dem Handbohrer (Schneckenbohrung), zur Entfernung der durch die Rammkernbohrung stattgefundenen, zusätzlichen Verdichtung des Bodens, war aufgrund der hohen Lagerungsdichte des vorgefundenen Materials nicht umsetzbar.

Es wird stattdessen, für die Ermittlung der  $k_f$ -Werte, der in der DWA-A 138, Tabelle B.1 empfohlene Korrekturfaktor von 2,0 verwendet.

In dieses Bohrloch (DN 5 cm) wurde nun ein PVC - Pegel (DN außen  $\sim$  4 cm) bis zur jeweiligen Sohle der Bohrung eingebaut. Im vorliegenden Fall wurden die unteren Meterbereiche jeweils mit einem Filterrohr ausgebaut. Die Verrohrung des Bohrloches ist notwendig, da der hier anstehende Boden bei Zugabe von Wasser zu fließen beginnt; die Bohrlochwandung ist ohne Verrohrung nur bedingt stabil.

Über das PVC - Rohr wurde in schneller Folge Wasser in das Bohrloch geleitet, um eine ausreichende Wassersättigung des umgebenden Bodens zu erzielen.

Wenn der Wasserstand im PVC Rohr dann wieder bis zur Tiefenlage des überwiegend nicht bindigen Bodens abfällt, wird mittels Lichtlot, Messbecher und Stoppuhr die Wassermenge und die Zeitspanne gemessen, die benötigt wird, um den Wasserstand konstant auf einem Level zu halten.

Der jeweilige Versuchsaufbau sowie die Randbedingungen (DN, Tiefe, konstanter Wasserstand, etc.) sind mit der jeweiligen Auswertung, Systemskizze und Berechnungsgrundlagen der Anlage 03 zu entnehmen.

Folgende  $k_f$ -Werte wurden in situ ermittelt:

<b>Bohrung / Tiefenlage</b>	<b>ermittelter Durchlässigkeitskoeffizient <math>k_f</math> - Wert</b>	<b>korr. Durchlässigkeitskoeffizient <math>k_f</math> (korr.) Wert</b>
<b>Hydro 1</b> (2,00 m – 3,00 m)	$k_{f-korr} = 4,3 \times 10^{-6}$ [m/s]	$k_{f-korr} = 8,6 \times 10^{-6}$ [m/s]
<b>Hydro 2</b> (2,00 m – 3,00 m)	$k_f = 5,6 \times 10^{-6}$ [m/s]	$k_{f-korr} = 1,1 \times 10^{-5}$ [m/s]
<b>Hydro 3</b> (2,00 m – 3,00 m)	$k_f = 4,1 \times 10^{-6}$ [m/s]	$k_{f-korr} = 8,2 \times 10^{-6}$ [m/s]
<b>Hydro 4</b> (2,00 m – 3,00 m)	$k_f = 7,2 \times 10^{-6}$ [m/s]	$k_{f-korr} = 1,4 \times 10^{-5}$ [m/s]
<b>Hydro 5</b> (2,00 m – 3,00 m)	$k_f = 7,7 \times 10^{-6}$ [m/s]	$k_{f-korr} = 1,5 \times 10^{-5}$ [m/s]
	→ <b>i.M. <math>5,78 \times 10^{-6}</math> [m/s]</b>	<b>i.M. <math>1,16 \times 10^{-5}</math> [m/s]</b>

Die ermittelten bzw. korrigierten Durchlässigkeitskoeffizienten liegen gemäß der DWA-A 138 innerhalb des technisch zulässigen Durchlässigkeitsbereichs von  $1,0 \times 10^{-3}$  [m/s] bis  $1,0 \times 10^{-6}$  [m/s]. bzw. innerhalb der empfohlenen Bandbreite des § 51 a (*Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51 a des Landeswassergesetzes RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft IV B 5 – 673/2-29010 / IV B 6 – 031 002 0901 v. 18.5.1998*).

#### **4. Hinweise zur Bauausführung**

##### Rigolenanlagen:

Die Sohlen von Rigolenanlagen müssen im ausreichenden Maße innerhalb der gut durchlässigen, maximal schwach schluffigen Sande und Kiese liegen. Dies entspricht der Tieflage der durchgeführten  $k_f$ -Wert Ermittlungen.

Von einer Versickerung innerhalb der überlagernden bindigen Deckschichten wird abgeraten.

Die Anlage ist gemäß den Vorgaben der DWA-A 138 zu bemessen und zu planen.

##### Muldenanlagen:

Sofern flache Sickermulden zur Ausführung kommen, ist der Bereich der bindigen Deckschicht bis zum unterlagernden Sand/Kies durch ein gut durchlässiges ( $k_f > 1,0 \times 10^{-5}$  m/s) und chemisch neutrales (i.d.R. Z 0 gem. LAGA 2004 – Sand) Material auszutauschen.

Als  $k_f$ -Wert für die belebten Bodenzone / Oberboden ist i.d.R. ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_{f \text{ bel. Bodenzone}} = 1,0 \times 10^{-5}$  [m/sec.] anzusetzen. Der Oberboden ist ggf. durch Zugabe von Sand auf o.g. Durchlässigkeit abzustimmen. Der  $k_f$ -Wert des Oberbodens ist bei Einbau mittels Probefelder / Doppelringinfiltrationsmessungen nachzuweisen; ggf. kann die Durchlässigkeit des Oberbodens durch Untermischung von Sand verändert und angepasst werden.

Für die Bemessung von Muldenanlagen ist der jeweils langsamste  $k_f$ -Wert maßgebend.

## **5. Fazit**

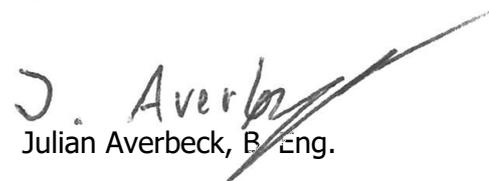
Die überlagernden bindigen Deckschichten in Form von schwach sandigen bis sandigen Schluffen / Lehm sind für eine direkte Versickerung nicht geeignet.

Sofern flache Sickermulden / Becken geplant werden, sind diese Schichten bis zu den gut wasserdurchlässigen Schichten gem. o.g. Angaben auszutauschen.

Sickerrigolen liegen bereits rein konstruktiv in den unterlagernden ausreichend wasserdurchlässigen Schichten in Form der schwach kiesigen Sande.



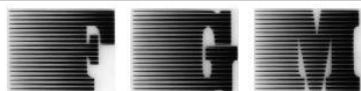
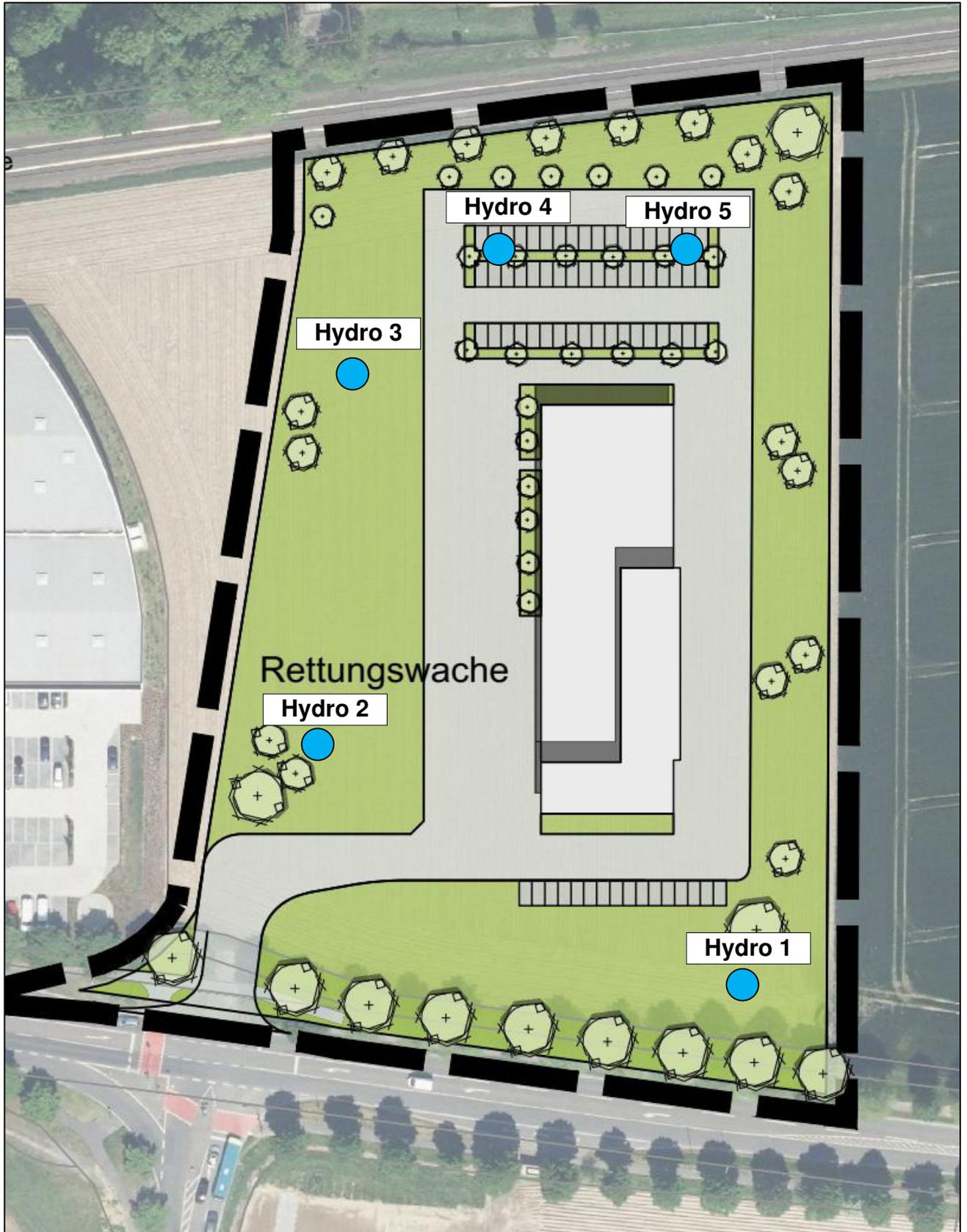
Dipl.-Ing. Björn Müller



Julian Averbeck, B.Eng.

# Anlage 01

# Lageplan: (ohne Maßstab)



**Ingenieurgesellschaft Müller mbH**  
 Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Bauvorhaben / Bauherr:

Viersen, Viersener Straße, Feuerwache / Stadt Viersen

Hans-Böckler-Straße 21  
 40764 Langenfeld  
 Telefon: (02173) 99 311 70  
 Fax: (02173) 99 311 79  
 E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt:  
**Lageplan**

Bearb.:  
**BjM / ja**

Auftrag Nr.:  
**5889**

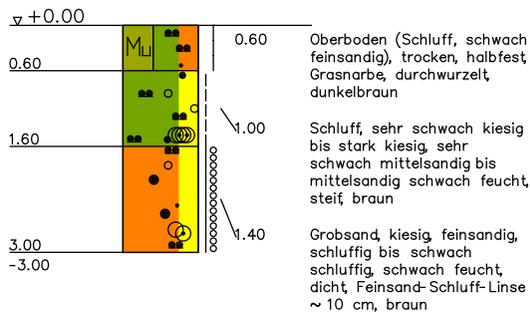
Datum:  
**29.07.2022**

Anlage Nr.:  
**01**

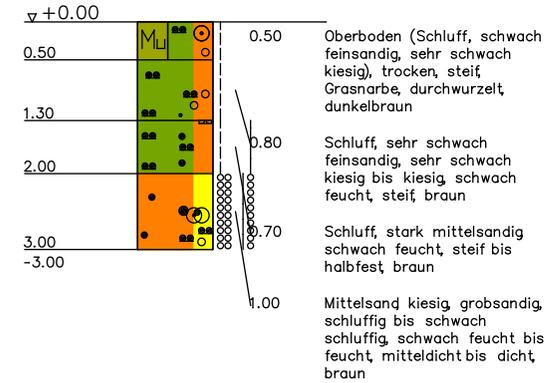
# Anlage 02

# Schnitt I - I (Maßstab 1:100)

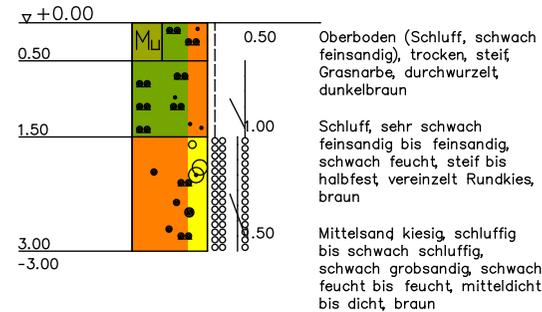
Hydro 1  
64,46 [m]



Hydro 2  
64,79 [m]



Hydro 3  
64,96 [m]



**Ingenieurgesellschaft Müller mbH**  
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21  
40764 Langenfeld  
Telefon: (02173) 99 311 70  
Fax: (02173) 99 311 79  
E-Mail: info@fgm-ing.de

Bauvorhaben / Bauherr:  
Viersen, Viersener Straße, Feuerwache / Stadt Viersen

Blattinhalt:  
Ergebnisse der Baugrunderkundung

Bearb.:  
BjM / ja

Datum:  
01.08.2022

Auftrag Nr.:  
5889

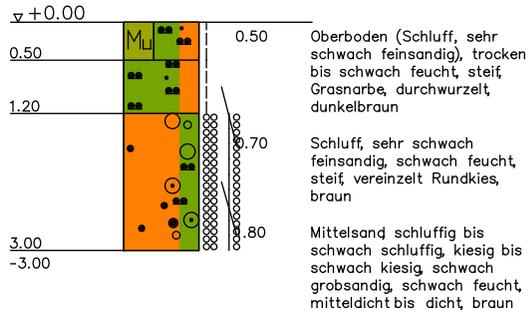
Anlage Nr.:  
02.1

# Schnitt II - II (Maßstab 1:100)

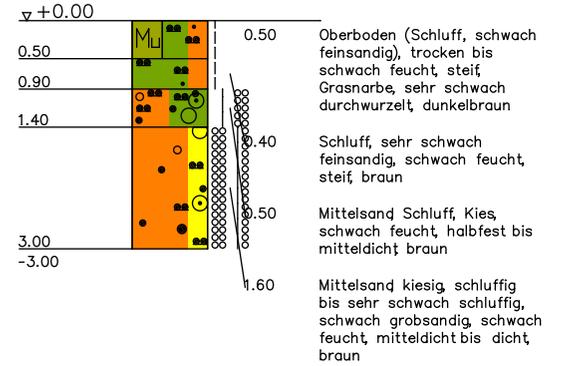
**Ingenieurgesellschaft Müller mbH**  
 Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik  
 Hans-Böckler-Straße 21  
 40764 Langenfeld  
 Telefon: (02173) 99 311 70  
 Fax: (02173) 99 311 79  
 E-Mail: info@fgm-ing.de

**Blattnhalt:**  
**Ergebnisse der Baugrunderkundung**  
 Bearb.: BJM / ja  
 Datum: 01.08.2022  
 Auftrag Nr.: 5889  
 Anlage Nr.: 02.2

RKB Hydro 4  
 + 64,92 [m]



RKB Hydro 5  
 64,77 [m]



# Anlage 03

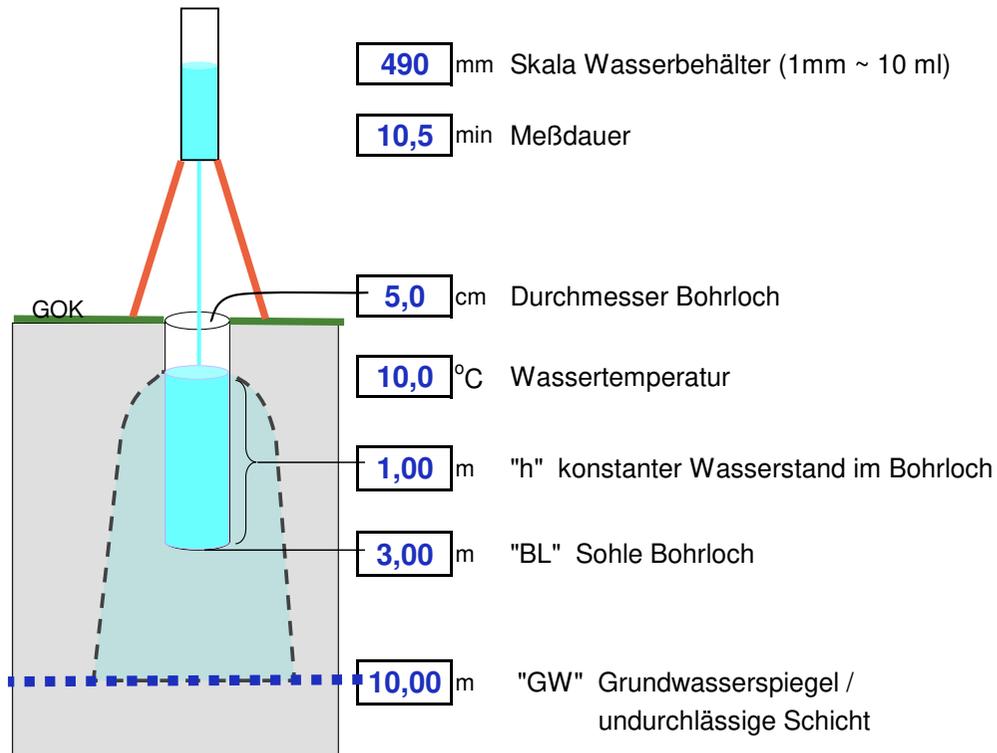
# Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

## Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

### Geländedaten

Projekt: **Viersen, Viersener Straße, Feuerwache**  
 Sondierpunkt: **Hydro 1**  
 Datum: **29.07.2022**



### Kalkulation

#### Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	4999 ml	
Versickerungszeit	630 sec	
Infiltrationsrate "Q"	7,9 ml/s	<=> 7,9E-6 m³/s
Radius-Bohrloch "r"	0,03 m	
Wert "h"	1,00 m	
Wert "H"	8,00 m	H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
Wert "V"	1,000	V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für  $H > 3h$  gilt I :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right\} \text{ [m/s]}$$

für  $h \leq H \leq 3h$  gilt II :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{H}\right)^{-1}} \right] \text{ [m/s]}$$

für  $H < h$  gilt III :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\left(\frac{h}{H}\right)^{-1} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{H}\right)^{-2}} \right] \text{ [m/s]*}$$

berechneter  $k_r$ -Wert nach Formel I, da  $H > 3h$  :

**4,3 \* 10<sup>-6</sup> m/s**

entspricht 15,5 mm/h

entspricht 37,2 cm/d

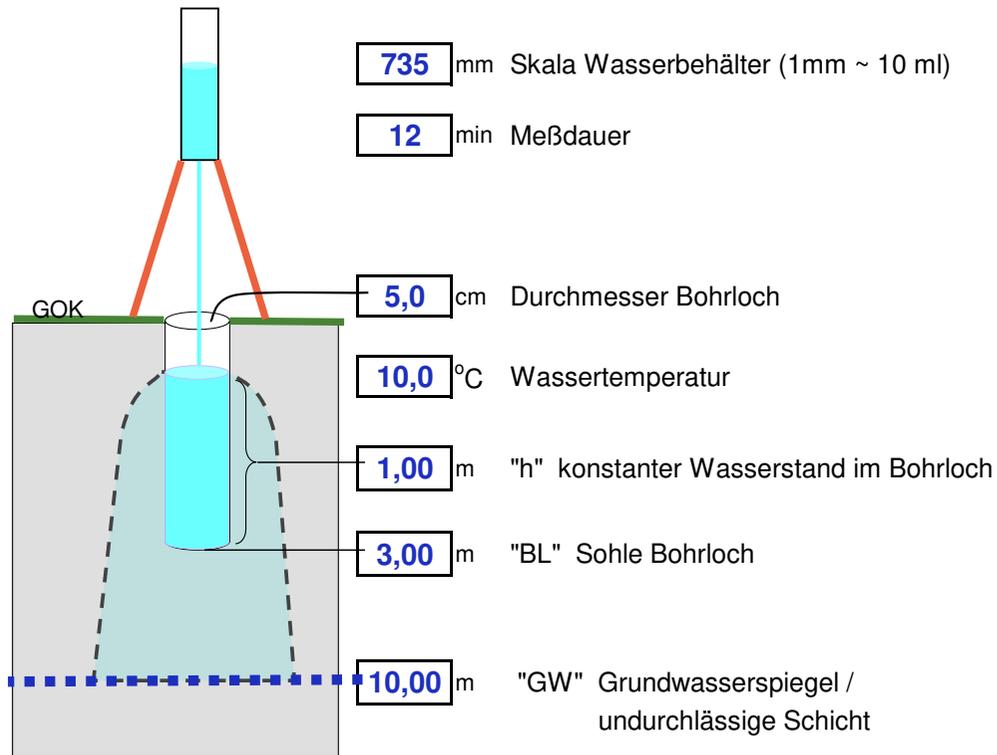
# Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

## Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

### Geländedaten

Projekt: **Viersen, Viersener Straße, Feuerwache**  
 Sondierpunkt: **Hydro 2**  
 Datum: **29.07.2022**



### Kalkulation

#### Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	7498 ml	
Versickerungszeit	720 sec	
Infiltrationsrate "Q"	10,4 ml/s	<=> 1,0E-5 m <sup>3</sup> /s
Radius-Bohrloch "r"	0,03 m	
Wert "h"	1,00 m	
Wert "H"	8,00 m	H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
Wert "V"	1,000	V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für  $H > 3h$  gilt I :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right\} \text{ [m/s]}$$

für  $h \leq H \leq 3h$  gilt II :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{H}\right)^{-1}} \right] \text{ [m/s]}$$

für  $H < h$  gilt III :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\left(\frac{h}{H}\right)^{-1} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{H}\right)^{-2}} \right] \text{ [m/s]*}$$

berechneter  $k_r$ -Wert nach Formel I, da  $H > 3h$  :

**5,6 \* 10<sup>-6</sup> m/s**

entspricht 20,3 mm/h

entspricht 48,8 cm/d

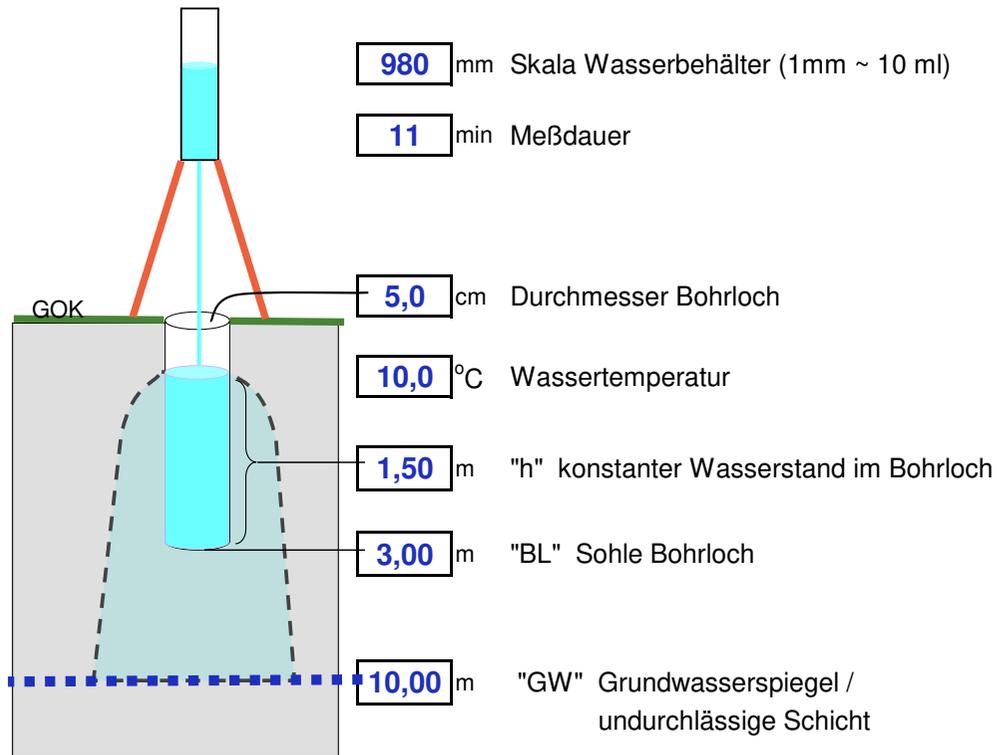
# Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

## Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

### Geländedaten

Projekt: **Viersen, Viersener Straße, Feuerwache**  
 Sondierpunkt: **Hydro 3**  
 Datum: **29.07.2022**



### Kalkulation

#### Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	9998 ml	
Versickerungszeit	660 sec	
Infiltrationsrate "Q"	15,1 ml/s	<=> 1,5E-5 m³/s
Radius-Bohrloch "r"	0,03 m	
Wert "h"	1,50 m	
Wert "H"	8,50 m	H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
Wert "V"	1,000	V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für  $H > 3h$  gilt I :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right\} \text{ [m/s]}$$

für  $h \leq H \leq 3h$  gilt II :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{H}\right)^{-1}} \right] \text{ [m/s]}$$

für  $H < h$  gilt III :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\left(\frac{h}{H}\right)^{-1} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{H}\right)^{-2}} \right] \text{ [m/s]*}$$

berechneter  $k_r$ -Wert nach Formel I, da  $H > 3h$  :

**4,1 \* 10<sup>-6</sup> m/s**

entspricht 14,7 mm/h

entspricht 35,2 cm/d

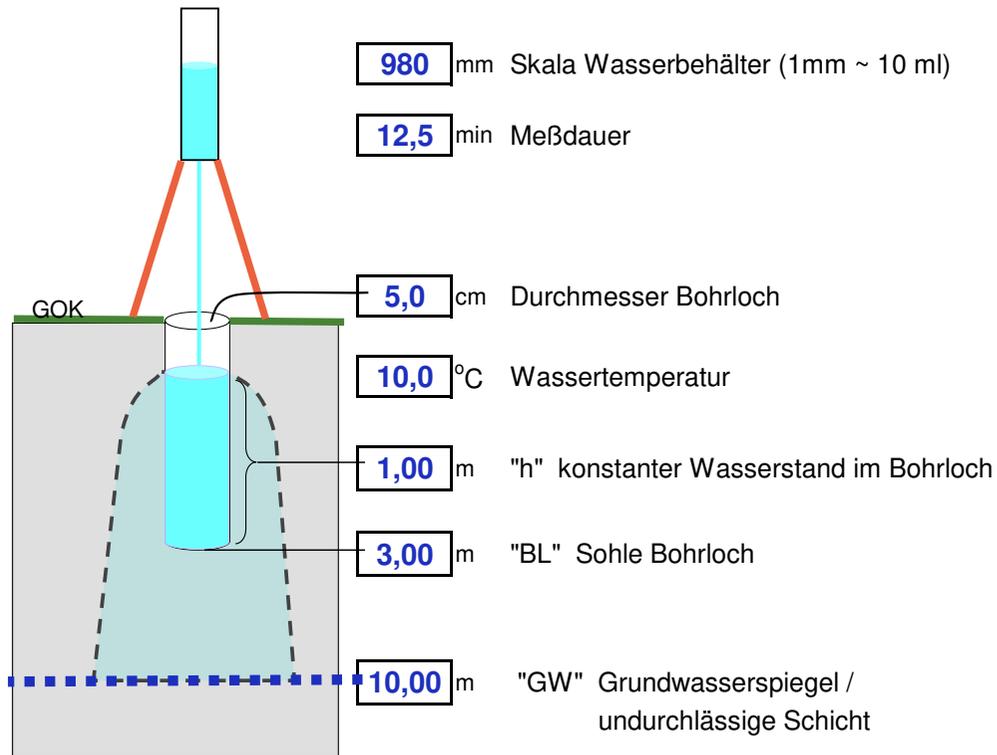
# Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

## Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

### Geländedaten

Projekt: **Viersen, Viersener Straße, Feuerwache**  
 Sondierpunkt: **Hydro 4**  
 Datum: **29.07.2022**



### Kalkulation

#### Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	9998 ml	
Versickerungszeit	750 sec	
Infiltrationsrate "Q"	13,3 ml/s	<=> 1,3E-5 m³/s
Radius-Bohrloch "r"	0,03 m	
Wert "h"	1,00 m	
Wert "H"	8,00 m	H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
Wert "V"	1,000	V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für  $H > 3h$  gilt I :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right\} \text{ [m/s]}$$

für  $h \leq H \leq 3h$  gilt II :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{H}\right)^{-1}} \right] \text{ [m/s]}$$

für  $H < h$  gilt III :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\left(\frac{h}{H}\right)^{-1} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{H}\right)^{-2}} \right] \text{ [m/s]*}$$

berechneter  $k_r$ -Wert nach Formel I, da  $H > 3h$  :

**7,2 \* 10<sup>-6</sup> m/s**

entspricht 26,0 mm/h

entspricht 62,5 cm/d

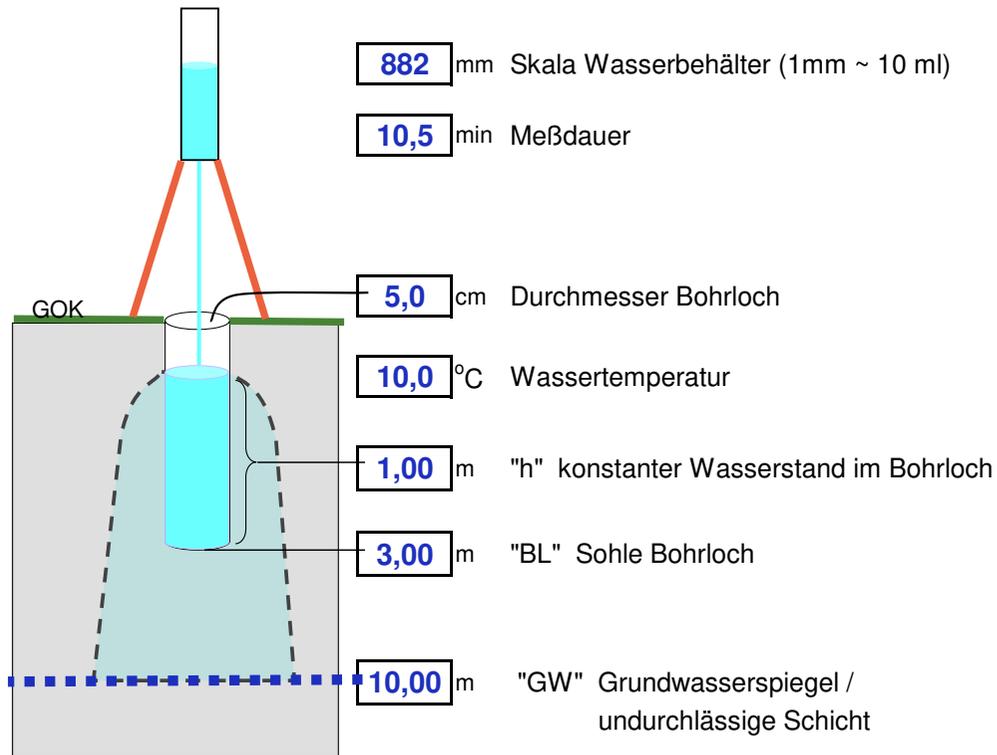
# Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

## Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

### Geländedaten

Projekt: **Viersen, Viersener Straße, Feuerwache**  
 Sondierpunkt: **Hydro 5**  
 Datum: **29.07.2022**



### Kalkulation

#### Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	8998 ml	
Versickerungszeit	630 sec	
Infiltrationsrate "Q"	14,3 ml/s	<=> 1,4E-5 m <sup>3</sup> /s
Radius-Bohrloch "r"	0,03 m	
Wert "h"	1,00 m	
Wert "H"	8,00 m	H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
Wert "V"	1,000	V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für  $H > 3h$  gilt I :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right\} \text{ [m/s]}$$

für  $h \leq H \leq 3h$  gilt II :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{H}\right)^{-1}} \right] \text{ [m/s]}$$

für  $H < h$  gilt III :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[ \frac{\ln\left(\frac{h}{r}\right)}{\left(\frac{h}{H}\right)^{-1} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{H}\right)^{-2}} \right] \text{ [m/s]*}$$

berechneter  $k_r$ -Wert nach Formel I, da  $H > 3h$  :

**7,7 \* 10<sup>-6</sup> m/s**

entspricht 27,9 mm/h

entspricht 66,9 cm/d