

1 Baugrund:
Untersuchung
Gutachten
Hydrogeologie

2 Grundbaustatik
Pfehlgründung
Baugrubensicherung

3 Altlasten:
Untersuchung
Bewertung
Sanierung

4 Erdbaulabor

F

G

M

Anlage 12

zur Vorlage
Nr. 2019/3148

Ingenieurgesellschaft Müller
Geotechnik • Grundbau • Bodenmechanik

F.G.M. INGENIEURGESELLSCHAFT MÜLLER • POSTSTRASSE 12 A • 40721 HILDEN

Paeschke Bauträger GmbH
Elisabeth-Selbert-Straße 9

40764 Langenfeld

Auftrag/Projekt-Nr.
A 4794

Datei
FGM_A4794BG28042019

unser Zeichen
FGM / BjM

Datum
28.04.2019

Bauvorhaben: Leverkusen, Steinbüchel – Fester Weg
Bebauungsplan Nr. 203 / III
hier: Baugrunderkundung und hydrogeologisches Gutachten
zur k_f -Wert Bestimmung (südlich "Fester Weg")

Hydrogeologisches Gutachten

Die F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH für Geotechnik, Grundbau und Bodenmechanik erhielt von der Paeschke GmbH, Langenfeld den Auftrag, die Baugrundbeschaffenheit im Bereich des Bebauungsplan Nr. 203 / III hinsichtlich der Sickerfähigkeit des Untergrundes festzustellen.

Des Weiteren soll der maßgebliche Durchlässigkeitskoeffizient (k_f -Wert) der relevanten Bodenschichten ermittelt werden. Das Niederschlagswasser der Dachflächen der in Planung befindlichen Gebäude und von versiegelten Flächen soll ggf. auf dem Gesamtareal versickert werden.

Das Plangebiet liegt im Osten von Leverkusen zwischen dem "Fester Weg" im Norden, der "Bruchhauser Straße" im Westen und der "Feuerbachstraße" im Süden.

Gemarkung: **Lützenkirchen** Flur: **37**

Flurstück: **14, 15, 139, 140, 17, 126 - 131, 95, 93, 91, 25, 149, 85, 89, 50**

Gauss-Krüger		WGS 84, Dezimal	
Hochwert ~	56 58 632	E	7,06617
Rechtswert ~	25 74 793	N	51,05792

F.G.M. Ingenieurgesellschaft GbR
DIPL.-ING. FRED G. MÜLLER
DIPL.-ING. BJÖRN MÜLLER

POSTSTRASSE 12 A
40721 HILDEN
TELEFON (0 21 03) 5 60 47
FAX (0 21 03) 5 42 85

EICHSTATTWEG 46
57258 FREUDENBERG
TELEFON (0 27 34) 4 02 46
FAX (0 27 34) 48 98 21

INFO@FGM-ING.DE SPARKASSE SIEGEN
WWW.FGM-ING.DE IBAN: DE 66 4605 0001 0070 0132 22
BIC: WELADED1SIE
STEUER-NR. 135/5919/0985

Das Gelände wird z.Z. überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Das Gelände hat im nordöstlichen Bereich am "Fester Weg" seinen Hochpunkt bei ca. NHN+124,5 m und fällt von dort ausgehend bis zum westlichen Bereich der "Bruchhauser Straße" auf ca. NHN +110,0 m ab.

Nach Kenntnis der Unterzeichner liegt Gebiet außerhalb einer Wasserschutzzone.

Beschreibung des Baugrundes:

Auf dem Gesamtareal wurden 7 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 7) bis maximal 5,1 m unter jetziges Geländeniveau abgeteuft; die Lage der einzelnen Bohrungen sind auf dem Lageplan auf Anlage 01 eingetragen.

→ Bei einer Rammkernbohrung wird eine Rammsonde mit Kernvorsatz in den Boden gerammt. Die Bohrung erfolgt unverbohrt, wobei der Bohrdurchmesser sich nach unten zur Verringerung der Mantelreibung an den Bohrlochwandungen verjüngt. Der Anfangsdurchmesser beträgt dabei 50 mm, der Enddurchmesser im Regelfalle 35 mm.

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind auf der Anlage 4794/01 aufgetragen. Die Auftragung erfolgte in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen).

Der detaillierte Schichtaufbau ist den Bohrprofilen auf Anlage 01 zu entnehmen. Prinzipiell steht unterhalb einer 0,20 bis 0,50 m mächtigen schluffigen Oberbodenschicht (Mutterboden) ein Schluff mit i.d.R. schwach feinsandigen, zum Teil auch mittelsandigen Fraktionen bis i.M. 2,80 m unter Gelände an.

Im Weiteren nimmt dann der bindige Anteil innerhalb der Bodenschichten ab, so dass ab i.M. 2,80 m unter jeweiliger Geländeoberfläche von einem Mittelsand mit stark feinsandigen und schluffigen Fraktionen auszugehen ist.

Im südwestlichen Bereich des Plangebietes (RKB 2 und RKB 3) wurde der anstehende feinsandige Mittelsand mit nur untergeordneten bindigen Anteilen deutlich näher an der Geländeoberfläche festgestellt.

Hydrogeologie:

Grundwasser wurde erwartungsgemäß in keiner der Bohrungen bis 5,1 m unter Gelände festgestellt. Aufgrund der topografischen Lage des Plangebietes wird ein klassischer eingespiegelte Grundwasserstand auch erst deutlich unterhalb der für die hier geplanten Versicherungsanlagen relevante Tiefenlage anstehen; d.h. selbst bei einer Sohle einer möglichen Versickerungsanlage bei 4,5 m unter jeweiligen Gelände wird der geforderte Sicherheitsabstand einer Sickeranlage zum Grundwasserstand von min. 1,0 m deutlich eingehalten.

Mit Sicker- und Schichtwasser, insbesondere innerhalb der überlagernden bindigen Bodenschichten ist zu rechnen. Bei einigen Bohrungen wurde der anstehende Oberboden als stark feucht bis nass klassifiziert. Der Wassergehalt in diesen Bodenschichten ist sehr stark von der jeweiligen aktuellen und vorangegangenen Niederschlagsmenge abhängig.

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (k_f -Werte):

In einem ersten Schritt wurden die Rammkernbohrungen bis auf die jeweiligen Endteufen hergestellt, um daran die einzelnen Bodenschichten aufzunehmen. In einem zweiten Schritt wurden die Rammkernbohrungen mit einem Handbohrer (DN 50) aufgeweitet. Durch das Aufbohren mittels Handbohrer werden Bodenverdichtungen, die durch die Rammkernbohrung an der Bohrlochwandung bzw. Sohle entstehen können, größtenteils entfernt.

In dieses Bohrloch (DN 5 cm) wurde nun ein 1 Zoll PVC - Pegel (DN außen ~ 2,5 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 PCV - Rohr wurden in schneller Folge Wasser in das Bohrloch geleitet um eine ausreichende Wassersättigung des umgebenden Bodens zu erzielen.

Wenn der Wasserstand im PCV 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 02 zu entnehmen.

Folgende k_f -Werte wurden in situ ermittelt:

RKB 1	(3,10 – 5,10 m)	$k_f = 6,3 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
<i>RKB 2</i>	<i>(2,00 – 3,00 m)</i>	<i>$k_f = 7,1 \times 10^{-6} \text{ [m/sec.]}$</i>
<i>RKB 3</i>	<i>(1,00 – 3,00 m)</i>	<i>$k_f = 1,0 \times 10^{-5} \text{ [m/sec.]}$</i>
RKB 4	(1,00 – 3,00 m)	$k_f = 7,0 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
RKB 5	(2,50 – 4,00 m)	$k_f = 7,9 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
RKB 6	(2,60 – 4,60 m)	$k_f = 9,9 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
i.M. (ohne RKB 2 und RKB 3)		$k_f = 7,8 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$

Die ermittelten k_f -Werte der Versuche RKB 2 und RKB 3 weisen eine deutlich günstigere Durchlässigkeit auf als die übrigen Versuche. Dies liegt, wie bereits erwähnt, an den deutlich geringeren bindigen Anteilen in diesem Bereich. Da es sich hierbei vermutlich um einen sehr begrenzten Bereich handelt, werden diese Messwerte im Weiteren für die Angabe eines allgemeingültigen Durchlässigkeitsbeiwertes für das Areal nicht weiter berücksichtigt.

Sofern die weiteren Planungen auch ein zentrales Sickerbecken vorsehen, wird empfohlen diesen begrenzten Standort weiter zu untersuchen.

Diese durch in situ Versuche ermittelten Durchlässigkeitskoeffizienten sind gem. DWA-A 138 für Feldversuche mit dem Korrekturfaktor 2,0 zu multiplizieren. Aus o.g. Gründen werden hierfür nur die k_f -Werte der Bohrungen RKB 1, RKB 4, RKB 6 und RKB 7 herangezogen.

Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 2,0 gem. DWA-A 138 beträgt der maßgebende Durchlässigkeitskoeffizient für weitere hydraulische Berechnungen einheitlich

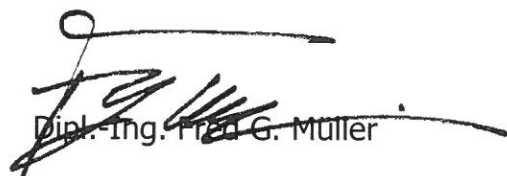
$$k_{f(\text{korr.})} = 1,6 \times 10^{-6} \text{ [m/sec]}$$

Die überlagernden deutlich bindigen Bodenschichtungen bis i.M. 2,8 m unter Gelände sind zur Versickerung nicht geeignet; hier wird ein k_f -Wert von deutlich kleiner $k_f \ll 1,0 \times 10^{-7}$ [m/sec.] erwartet.

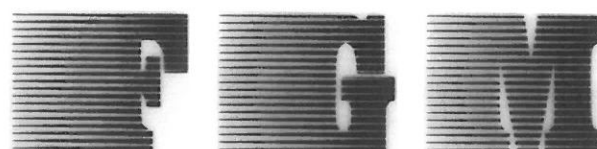
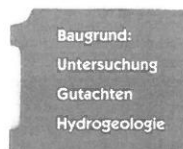
Danach ist festzustellen, dass eine Versickerung von Oberflächenwasser in den tieferen Untergrund, d.h. in den unterlagernden Böden ab i.M. 2,8 m unter GOK im Sinne der DWA-A 138 prinzipiell möglich ist, sich der berechnete k_f -Wert jedoch am unteren Ende des Grenzwertbereiches (hier $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ [m/sec.]) der DWA-A 138 bewegt.

Abweichend hiervon geht der § 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*) von folgendem aus:

" ... Voraussetzung für die Versickerung ist eine hinreichende Durchlässigkeit des Bodens. Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist von $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ m/s auszugehen, damit eine ausreichende Sickerleistung erzielt wird. Bei geringerer Durchlässigkeit kann keine Versickerung im Sinne des § 51 a LWG gefordert werden. Der Abwasserbeseitigungspflichtige kann jedoch freiwillig auch bei k_f -Werten $\leq 5 \times 10^{-6}$ m/s Versickerungsanlagen errichten, die entsprechend groß dimensioniert werden müssen. ... " (Anhang zum RdErl. vom 18.5.1998)


Dipl.-Ing. Fred G. Müller


Dipl.-Ing. Björn Müller



Ingenieurgesellschaft Müller
Geotechnik • Grundbau • Bodenmechanik

F.G.M. INGENIEURGESELLSCHAFT MÜLLER • POSTSTRASSE 12 A • 40721 HILDEN

Paeschke Bauträger GmbH
Elisabeth-Selbert-Straße 9

40764 Langenfeld

Auftrag/Projekt-Nr.
A 4794

Datei
FGM_A4794BG28042019

unser Zeichen
FGM / BjM

Datum
28.04.2019

Bauvorhaben: **Leverkusen, Steinbüchel – Fester Weg**
Bebauungsplan Nr. 203 / III
hier: **Baugrunderkundung und hydrogeologisches Gutachten**
zur k_f -Wert Bestimmung (südlich "Fester Weg")

Hydrogeologisches Gutachten

Die F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH für Geotechnik, Grundbau und Bodenmechanik erhielt von der Paeschke GmbH, Langenfeld den Auftrag, die Baugrundbeschaffenheit im Bereich des Bebauungsplan Nr. 203 / III hinsichtlich der Sickerfähigkeit des Untergrundes festzustellen.

Des Weiteren soll der maßgebliche Durchlässigkeitskoeffizient (k_f -Wert) der relevanten Bodenschichten ermittelt werden. Das Niederschlagswasser der Dachflächen der in Planung befindlichen Gebäude und von versiegelten Flächen soll ggf. auf dem Gesamtareal versickert werden.

Das Plangebiet liegt im Osten von Leverkusen zwischen dem "Fester Weg" im Norden, der "Bruchhauser Straße" im Westen und der "Feuerbachstraße" im Süden.

Gemarkung: **Lützenkirchen** Flur: **37**

Flurstück: **14, 15, 139, 140, 17, 126 - 131, 95, 93, 91, 25, 149, 85, 89, 50**

Gauss-Krüger		WGS 84, Dezimal	
Hochwert ~	56 58 632	E	7,06617
Rechtswert ~	25 74 793	N	51,05792

Das Gelände wird z.Z. überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Das Gelände hat im nordöstlichen Bereich am "Fester Weg" seinen Hochpunkt bei ca. NHN+124,5 m und fällt von dort ausgehend bis zum westlichen Bereich der "Bruchhauser Straße" auf ca. NHN +110,0 m ab.

Nach Kenntnis der Unterzeichner liegt Gebiet außerhalb einer Wasserschutzzone.

Beschreibung des Baugrundes:

Auf dem Gesamtareal wurden 7 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 7) bis maximal 5,1 m unter jetziges Geländeniveau abgeteuft; die Lage der einzelnen Bohrungen sind auf dem Lageplan auf Anlage 01 eingetragen.

→ Bei einer Rammkernbohrung wird eine Rammsonde mit Kernvorsatz in den Boden gerammt. Die Bohrung erfolgt unverbohrt, wobei der Bohrdurchmesser sich nach unten zur Verjüngung der Mantelreibung an den Bohrlochwandungen verjüngt. Der Anfangsdurchmesser beträgt dabei 50 mm, der Enddurchmesser im Regelfalle 35 mm.

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind auf der Anlage 4794/01 aufgetragen. Die Auftragung erfolgte in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen).

Der detaillierte Schichtaufbau ist den Bohrprofilen auf Anlage 01 zu entnehmen. Prinzipiell steht unterhalb einer 0,20 bis 0,50 m mächtigen schluffigen Oberbodenschicht (Mutterboden) ein Schluff mit i.d.R. schwach feinsandigen, zum Teil auch mittelsandigen Fraktionen bis i.M. 2,80 m unter Gelände an.

Im Weiteren nimmt dann der bindige Anteil innerhalb der Bodenschichten ab, so dass ab i.M. 2,80 m unter jeweiliger Geländeoberfläche von einem Mittelsand mit stark feinsandigen und schluffigen Fraktionen auszugehen ist.

Im südwestlichen Bereich des Plangebietes (RKB 2 und RKB 3) wurde der anstehende feinsandige Mittelsand mit nur untergeordneten bindigen Anteilen deutlich näher an der Geländeoberfläche festgestellt.

Hydrogeologie:

Grundwasser wurde erwartungsgemäß in keiner der Bohrungen bis 5,1 m unter Gelände festgestellt. Aufgrund der topografischen Lage des Plangebietes wird ein klassischer eingespiegelte Grundwasserstand auch erst deutlich unterhalb der für die hier geplanten Versicherungsanlagen relevante Tiefenlage anstehen; d.h. selbst bei einer Sohle einer möglichen Versickerungsanlage bei 4,5 m unter jeweiligen Gelände wird der geforderte Sicherheitsabstand einer Sickeranlage zum Grundwasserstand von min. 1,0 m deutlich eingehalten.

Mit Sicker- und Schichtwasser, insbesondere innerhalb der überlagernden bindigen Bodenschichten ist zu rechnen. Bei einigen Bohrungen wurde der anstehende Oberboden als stark feucht bis nass klassifiziert. Der Wassergehalt in diesen Bodenschichten ist sehr stark von der jeweiligen aktuellen und vorangegangenen Niederschlagsmenge abhängig.

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (k_f -Werte):

In einem ersten Schritt wurden die Rammkernbohrungen bis auf die jeweiligen Endteufen hergestellt, um daran die einzelnen Bodenschichten aufzunehmen. In einem zweiten Schritt wurden die Rammkernbohrungen mit einem Handbohrer (DN 50) aufgeweitet. Durch das Aufbohren mittels Handbohrer werden Bodenverdichtungen, die durch die Rammkernbohrung an der Bohrlochwandung bzw. Sohle entstehen können, größtenteils entfernt.

In dieses Bohrloch (DN 5 cm) wurde nun ein 1 Zoll PVC - Pegel (DN außen ~ 2,5 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 PCV - Rohr wurden in schneller Folge Wasser in das Bohrloch geleitet um eine ausreichende Wassersättigung des umgebenden Bodens zu erzielen.

Wenn der Wasserstand im PCV 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 02 zu entnehmen.

Folgende k_f -Werte wurden in situ ermittelt:

RKB 1	(3,10 – 5,10 m)	$k_f = 6,3 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
RKB 2	(2,00 – 3,00 m)	$k_f = 7,1 \times 10^{-6} \text{ [m/sec.]}$
RKB 3	(1,00 – 3,00 m)	$k_f = 1,0 \times 10^{-5} \text{ [m/sec.]}$
RKB 4	(1,00 – 3,00 m)	$k_f = 7,0 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
RKB 5	(2,50 – 4,00 m)	$k_f = 7,9 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$
RKB 6	(2,60 – 4,60 m)	$k_f = 9,9 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$

i.M. (ohne RKB 2 und RKB 3) **$k_f = 7,8 \times 10^{-7} \text{ [m/sec.]}$**

Die ermittelten k_f -Werte der Versuche RKB 2 und RKB 3 weisen eine deutlich günstigere Durchlässigkeit auf als die übrigen Versuche. Dies liegt, wie bereits erwähnt, an den deutlich geringeren bindigen Anteilen in diesem Bereich. Da es sich hierbei vermutlich um einen sehr begrenzten Bereich handelt, werden diese Messwerte im Weiteren für die Angabe eines allgemeingültigen Durchlässigkeitsbeiwertes für das Areal nicht weiter berücksichtigt.

Sofern die weiteren Planungen auch ein zentrales Sickerbecken vorsehen, wird empfohlen diesen begrenzten Standort weiter zu untersuchen.

Diese durch in situ Versuche ermittelten Durchlässigkeitskoeffizienten sind gem. DWA-A 138 für Feldversuche mit dem Korrekturfaktor 2,0 zu multiplizieren. Aus o.g. Gründen werden hierfür nur die k_f -Werte der Bohrungen RKB 1, RKB 4, RKB 6 und RKB 7 herangezogen.

Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 2,0 gem. DWA-A 138 beträgt der maßgebende Durchlässigkeitskoeffizient für weitere hydraulische Berechnungen einheitlich

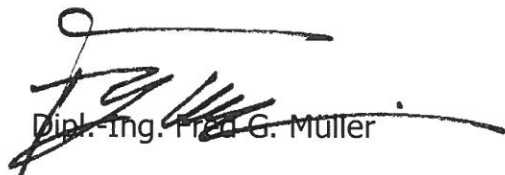
$$k_{f \text{ (korrt.)}} = 1,6 \times 10^{-6} \text{ [m/sec]}$$

Die überlagernden deutlich bindigen Bodenschichtungen bis i.M. 2,8 m unter Gelände sind zur Versickerung nicht geeignet; hier wird ein k_f -Wert von deutlich kleiner $k_f \ll 1,0 \times 10^{-7}$ [m/sec.] erwartet.

Danach ist festzustellen, dass eine Versickerung von Oberflächenwasser in den tieferen Untergrund, d.h. in den unterlagernden Böden ab i.M. 2,8 m unter GOK im Sinne der DWA-A 138 prinzipiell möglich ist, sich der berechnete k_f -Wert jedoch am unteren Ende des Grenzwertbereiches (hier $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ [m/sec.]) der DWA-A 138 bewegt.

Abweichend hiervon geht der § 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*) von folgendem aus:

" ... Voraussetzung für die Versickerung ist eine hinreichende Durchlässigkeit des Bodens. Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist von $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ m/s auszugehen, damit eine ausreichende Sickerleistung erzielt wird. Bei geringerer Durchlässigkeit kann keine Versickerung im Sinne des § 51 a LWG gefordert werden. Der Abwasserbeseitigungspflichtige kann jedoch freiwillig auch bei k_f -Werten $\leq 5 \times 10^{-6}$ m/s Versickerungsanlagen errichten, die entsprechend groß dimensioniert werden müssen. ... " (Anhang zum RdErl. vom 18.5.1998)


Dipl.-Ing. Fred G. Müller


Dipl.-Ing. Björn Müller

Anlage: 01

Anlage: 02

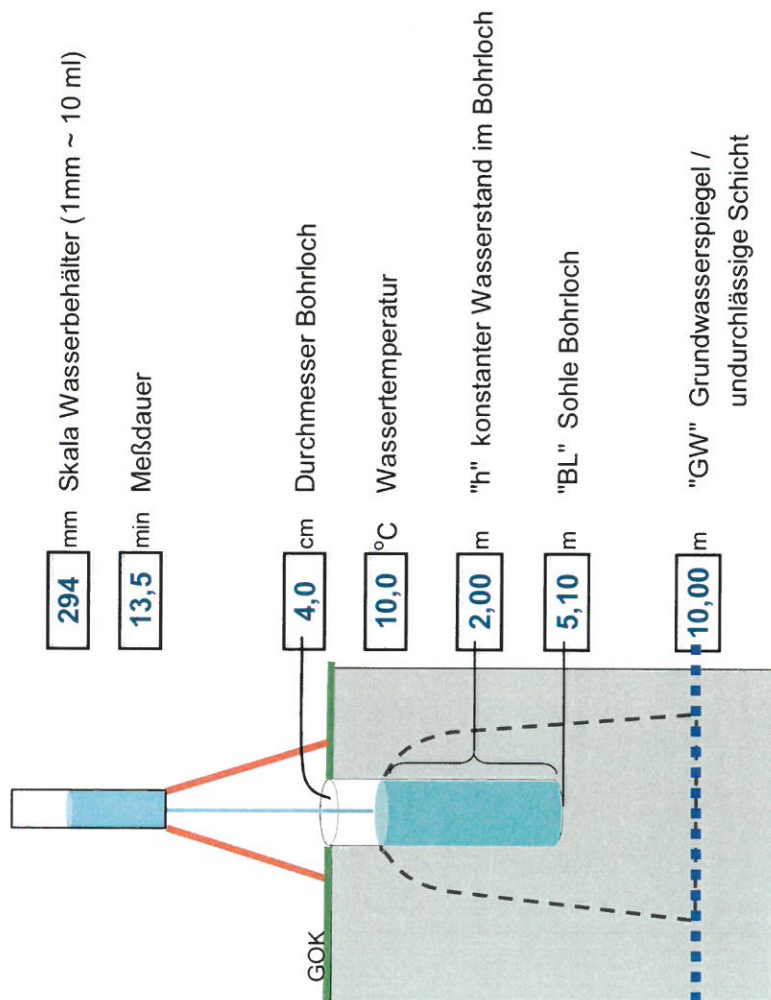
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg
 Sondierpunkt: V 1
 Datum: 06.03.2019



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge 2999 ml
 Versickerungszeit 810 sec
 Infiltrationsrate "Q" 3,7 ml/s $\Leftrightarrow$ 3,7E-6 m³/s
 Radius-Bohrloch "r" 0,02 m
 Wert "h" 2,00 m
 Wert "H" 6,90 m
 Wert "v" 1,000
 H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
 V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

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

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

6,3 * 10⁻⁷ m/s

entspricht 2,3 mm/h

entspricht 5,5 cm/d

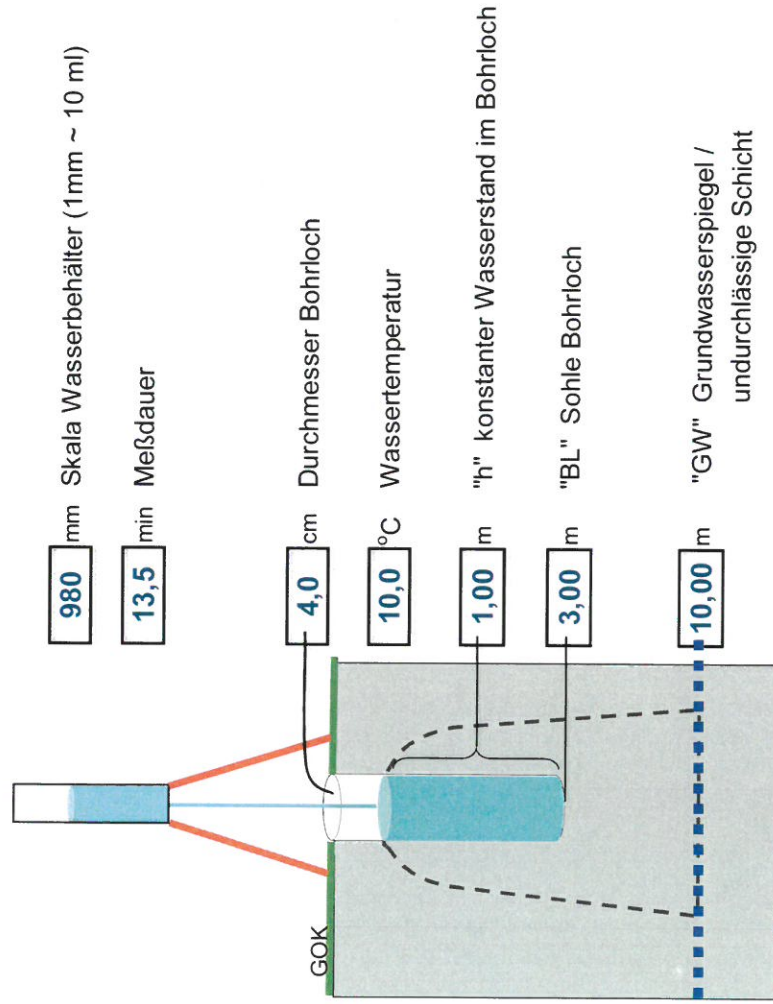
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg
 Sondierpunkt: V 2
 Datum: 06.03.2019



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge 9998 ml
 Versickerungszeit 810 sec
 Infiltrationsrate "Q" 12,3 ml/s <=> 1,2E-5 m³/s
 Radius-Bohrloch "r" 0,02 m
 Wert "h" 1,00 m
 Wert "H" 8,00 m
 Wert "V" 1,000
 H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
 V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

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

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

$7,1 \cdot 10^{-6}$ m/s

entspricht 25,6 mm/h

entspricht 61,5 cm/d

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

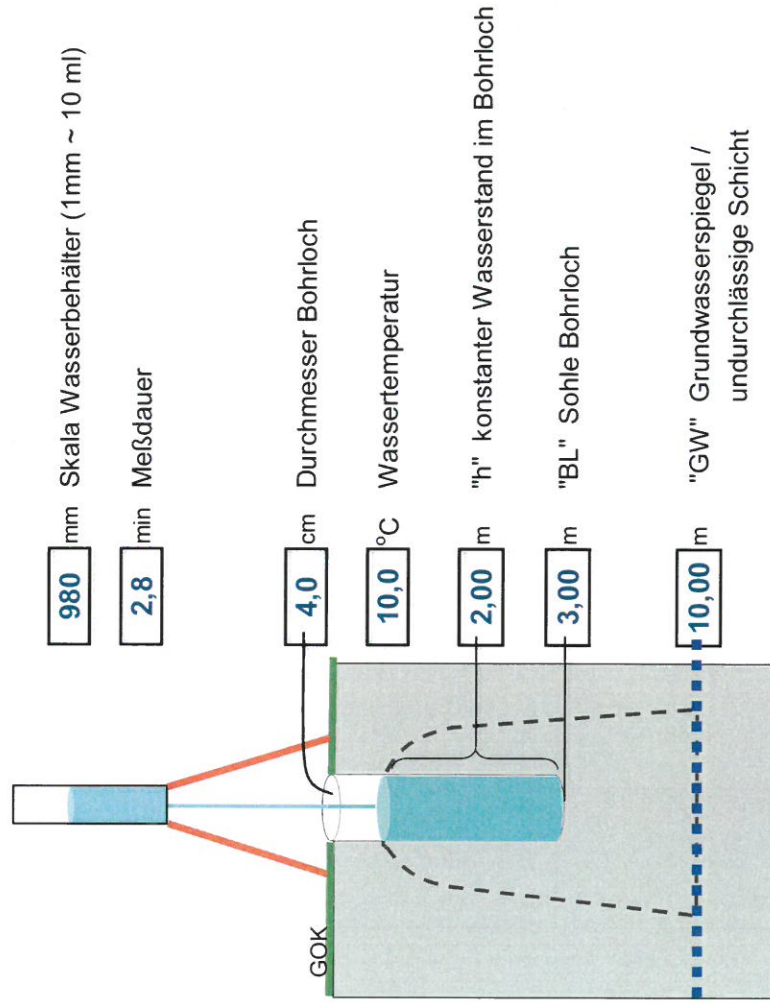
Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg
 Sondierpunkt: V 3
 Datum: 06.03.2019

mm Skala Wasserbehälter (1mm ~ 10 ml)
 min Meßdauer



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge 9998 ml
 Versickerungszeit 168 sec
 Infiltrationsrate "Q" 59,5 ml/s $\Leftrightarrow$ 6,0E-5 m³/s
 Radius-Bohrloch "r" 0,02 m
 Wert "h" 2,00 m
 Wert "H" 9,00 m
 Wert "v" 1,000
 H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
 V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^4} \right] \quad [\text{m/s}]^*$$

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

1,0 * 10⁻⁵ m/s

entspricht 36,7 mm/h

entspricht 88,1 cm/d

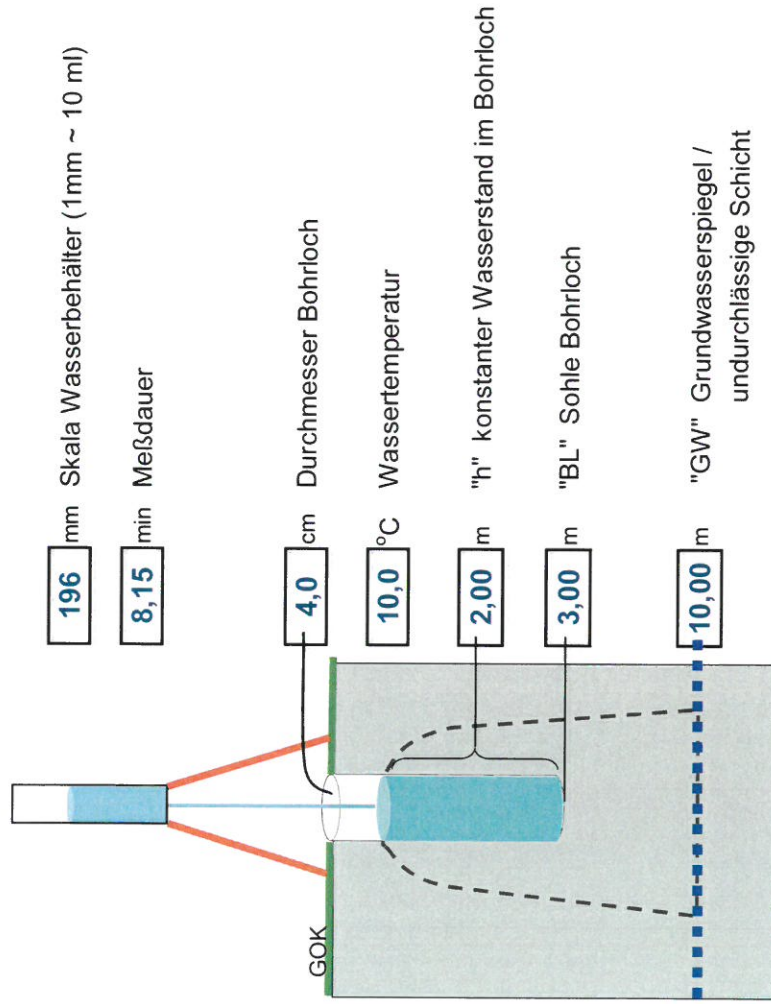
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg
 Sondierpunkt: V 4
 Datum: 06.03.2019



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge 2000 ml
 Versickerungszeit 489 sec
 Infiltrationsrate "Q" 4,1 ml/s $\Leftrightarrow$ 4,1E-6 m³/s
 Radius-Bohrloch "r" 0,02 m
 Wert "h" 2,00 m
 Wert "H" 9,00 m
 Wert "V" 1,000
 H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
 V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

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

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

7,0 * 10⁻⁷ m/s

entspricht 2,5 mm/h

entspricht 6,1 cm/d

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

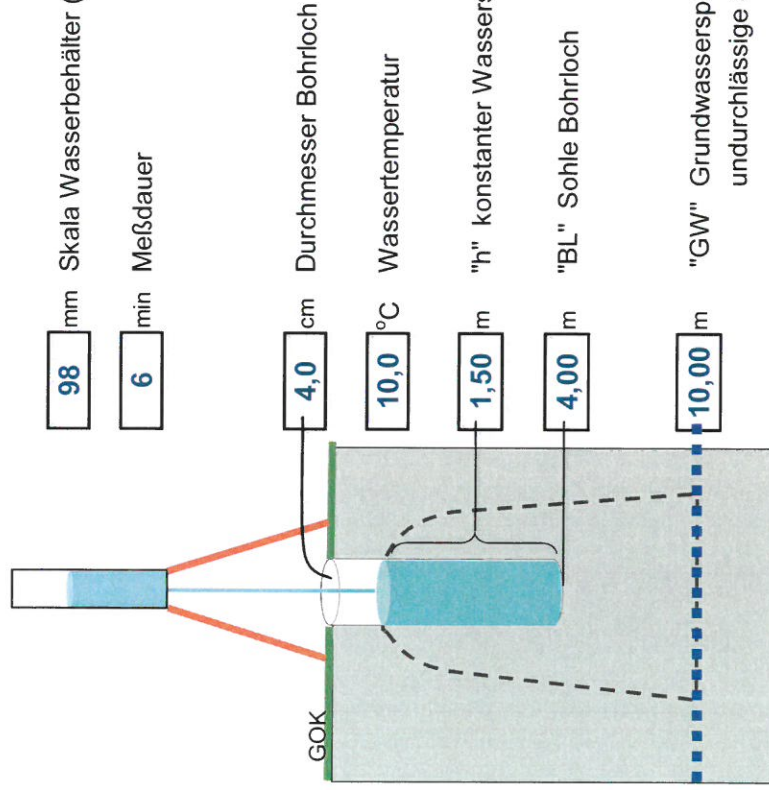
Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg

Sondierpunkt: V 5

Datum: 06.03.2019

mm Skala Wasserbehälter (1mm ~ 10 ml)

min Meßdauer



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	1000 ml
Versickerungszeit	360 sec
Infiltrationsrate "Q"	2,8 ml/s <=> 2,8E-6 m³/s
Radius-Bohrloch "r"	0,02 m
Wert "h"	1,50 m
Wert "H"	7,50 m
Wert "V"	1,000
H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch	
V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C	

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

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

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

$7,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$

entspricht 2,8 mm/h

entspricht 6,8 cm/d

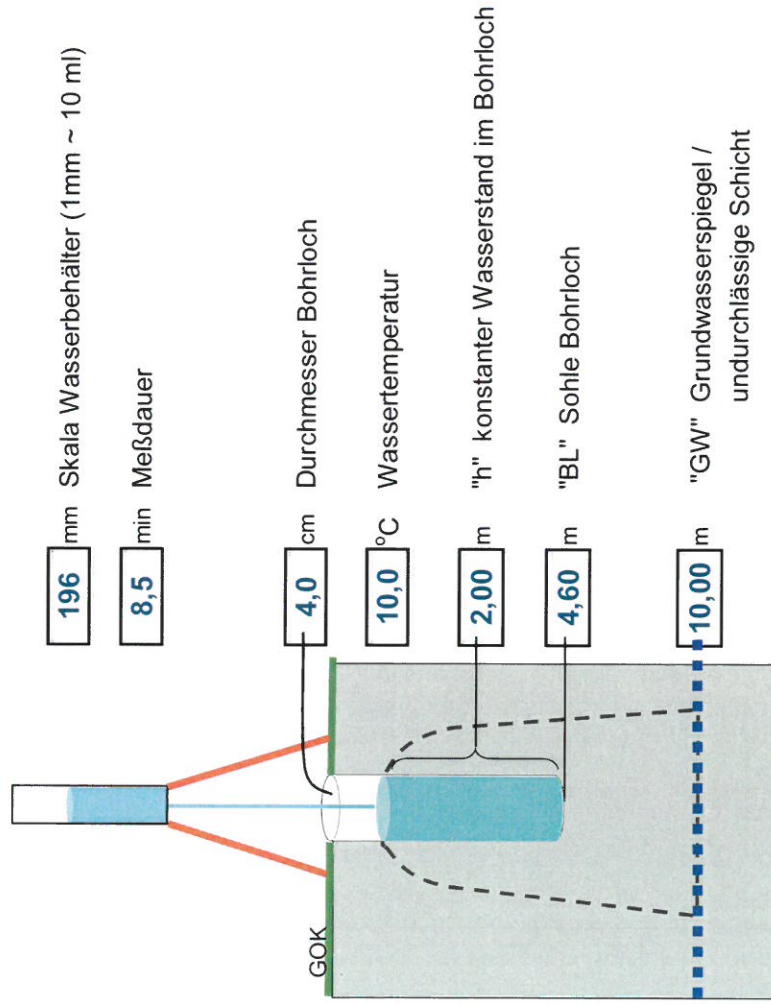
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg
Sondierpunkt: V 6
Datum: 06.03.2019



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge 2000 ml
Versickerungszeit 510 sec
Infiltrationsrate "Q" 3,9 ml/s $\Leftrightarrow$ 3,9E-6 m³/s
Radius-Bohrloch "r" 0,02 m
Wert "h" 2,00 m
Wert "H" 7,40 m
Wert "V" 1,000
H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch
V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^4} \right] \quad [\text{m/s}]^*$$

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

$6,7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$

entspricht 2,4 mm/h

entspricht 5,8 cm/d

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch

WELL PERMEAMETER METHOD

Geländedaten

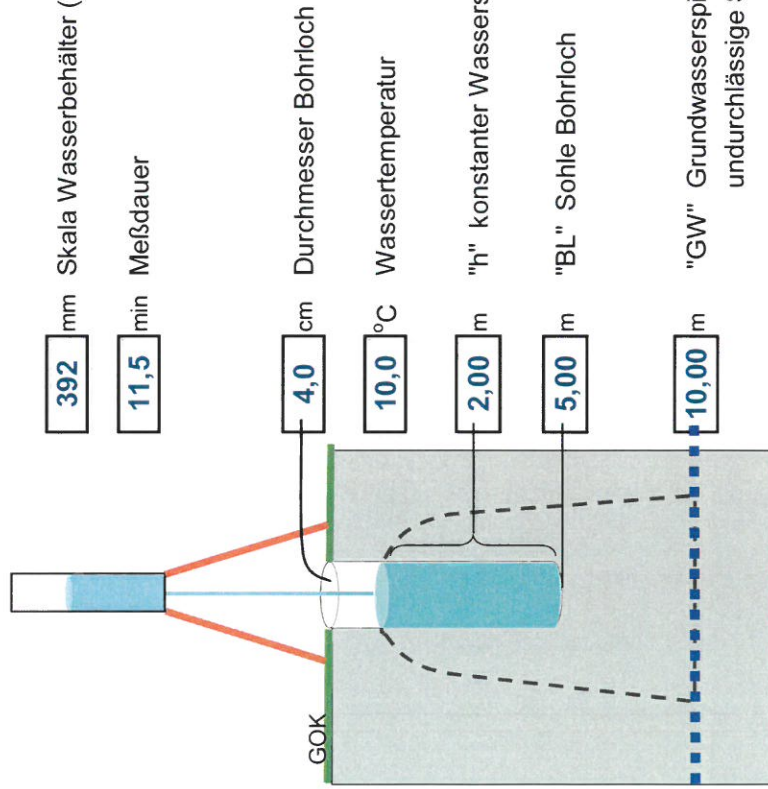
Projekt: Leverkusen, NBG Steinbüchel / Fester Weg

Sondierpunkt: V 7

Datum: 06.03.2019

392 mm Skala Wasserbehälter (1mm ~ 10 ml)

11,5 min Meßdauer



Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte :

Versickerungsmenge	3999 ml
Versickerungszeit	690 sec
Infiltrationsrate "Q"	5,8 ml/s <=> 5,8E-6 m ³ /s
Radius-Bohrloch "r"	0,02 m
Wert "h"	2,00 m
Wert "H"	7,00 m
Wert "v"	1,000
H = Abstand GW - Wasserstand im Bohrloch	
V = Anpassungsfaktor Wasserviskosität an Wassertemperatur 10 °C	

für $H > 3h$ gilt I :

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

für $h \leq H \leq 3h$ gilt II :

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

für $H < h$ gilt III :

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

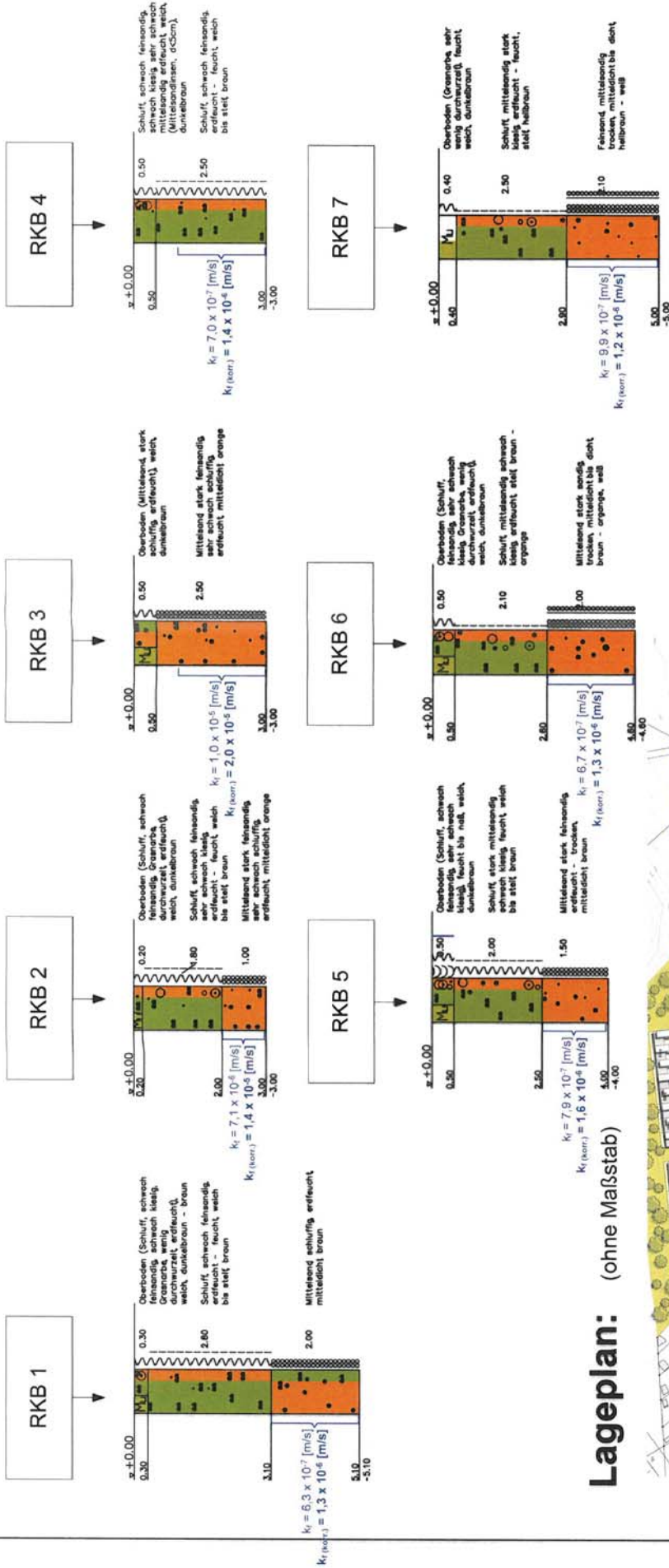
berechneter k_r -Wert nach Formel I, da $H > 3h$:

$9,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$

entspricht 3,6 mm/h

entspricht 8,6 cm/d

Schnitt I – I: (Maßstab 1:100)



Lageplan: (ohne Maßstab)



Poststraße 12a
40721 Hilden
Telefon: (02103) 5 60 47
Fax: (02103) 5 42 85
E-Mail: info@fgm-ing.de



Ingenieurgesellschaft Müller
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Bauherr:

Paeschke GmbH

Bauvorhaben:
Leverkusen, Fester Weg / Wohnen am Steinberg

Blattinhalt:
Ergebnisse der Baugrunderkundung, Lageplan

Bearb.:	Datum:	Auftrags Nr.:
FGM/ LM	28.04.2019	4794
gepr.:	Maßstab:	Anlagen Nr.:
FGM	1:100 / ohne	01