



Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtmann-Str. 87 – 93, 52072 Aachen

Landgemeinde Titz
Fachbereich 2
Gemeinde- und Strukturentwicklung, Wirtschaftsförderung
Landstraße 4

52445 Titz

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG

Adele-Weidtmann-Str. 87 – 93
52072 Aachen

Telefon: +49 241 980 97 90
Fax: +49 241 980 97 910

E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de

www.geotechnik-aachen.de

13.03.2023
2022-0583
8 Seiten

Errichtung einer Wohnbebauung in der Ortschaft Titz-Hompesch, Gemarkung Müntz, Flur 11, Flurstück 184 sowie Teilflächen der Flurstücke 185 und 197 und Flur 15, Teilflächen der Flurstücke 87 und 104

Geohydrologisches Gutachten

über

die Bodenschichtung, die Bodendurchlässigkeit sowie zum Grundwasserflurabstand
im Hinblick auf eine gezielte Versickerung von Niederschlagswasser

- Anlagen: 1 Lageplan zu den Bodenaufschlussbohrungen mit Darstellung der Bohrergebnisse als Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf zwei Profilschnitten durch den Geländeverlauf und die Bodenschichtung
- 2 Protokolle und Auswertungen von Versickerungsversuchen in offenen Bohrlöchern

Umsatzst.-ID: DE299337077
Steuernr.: 201 5823 3747
HRA: HRA 8606

Aachener Bank
IBAN: DE 2239 0601 8012 2540 2015
BIC: GENODE33AACH
Konto-Nr: 12 2540 2015
BLZ: 390 60 180

www.geotechnik-aachen.de
E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de
Geschäftsführer: Kramm Verwaltung GmbH
vertreten durch die Gesellschafter
Dipl.-Ing. Rüdiger Kramm, Dipl.-Ing. Angela Kramm

Inhalt

1. Anlass und Aufgabenstellung
2. Örtliche Untersuchungen
3. Geländehöhen
4. Bodenschichtung
5. Wasserführung des Bodens
6. Bodendurchlässigkeit
7. Geohydrologische Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

1. Anlass und Aufgabenstellung

Östlich der Hottorfer Straße sowie nördlich, und in Teilbereichen auch südlich, der Müntzer Straße in Titz-Hompesch, Gemarkung Müntz, ist die Errichtung einer Wohnbebauung auf

- Flur 11, Flurstück 184 und Teilflächen der Flurstücke 185 und 197 sowie auf
- Flur 15, Teilflächen der Flurstücke 87 und 104

vorgesehen. Im Zuge der geplanten Wohnbebauung soll das überschüssige Niederschlagswasser in den natürlich anstehenden Bodenschichten gezielt versickert werden.

Als Grundlage für die Planung und Bemessung dieser gezielten Versickerung ist die Sickerfähigkeit des anstehenden Baugrundes zu prüfen sowie die Dicke der ungesättigten Bodenzone oberhalb des Grundwasserspiegels festzustellen, die zum Schutz des Grundwassers für die ausreichende, natürliche Restreinigung des eingeleiteten Niederschlagswassers notwendig ist.

Das vorliegende Geohydrologische Gutachten gibt auf der Grundlage einer örtlichen, stichprobenartigen Baugrunderkundung Auskunft über

- a) den oberflächennahen Baugrund und seine Wasserführung sowie
- b) die Versickerungsmöglichkeiten für nicht verunreinigtes Niederschlagswasser.

2. Örtliche Untersuchungen

Am 03.03.2023 wurden auf den o. g. Grundstücken insgesamt vier Rammkernbohrungen abgeteuft und nachfolgend in den offenen Bohrlöchern jeweils ein Versickerungsversuch nach den Regeln des USBR-Earth-Manuals zur Bestimmung der Bodendurchlässigkeitsbeiwerte durchgeführt.

Die qualitative Lage der abgeteuften Rammkernbohrungen mit den Bezeichnungen RKB 1 bis RKB 4 ist in einem Lageplan auf Anlage 1 eingetragen. Auf derselben Anlage sind auch die Bohrerergebnisse zeichnerisch als höhenbezogene Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 dargestellt. Die dort verwendeten Kennbuchstaben und Bodensymbole sind ebenfalls auf Anlage 1 in einer Legende erklärt.

Die über den Bohrsäulen eingetragenen Bohransatzhöhen wurden von uns auf NN / NHN einnivelliert. Als Höhenbezugspunkt für dieses örtliche Nivellement diente die Oberkante eines Kanaldeckels (OK KD) in der Müntzer Straße (Lage Kanaldeckel s. Lageplan auf Anlage 1), dessen Höhe in den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen mit +91,00 m angegeben ist.

Die Zahlen rechts neben den Bohrsäulen sind dagegen Tiefenangaben in [m] unter der jeweiligen Geländeoberkante, in denen sich der Boden hinsichtlich Kornverteilung, Beschaffenheit und Festigkeit signifikant ändert. An den Bohrsäulen sind zudem die Tiefenbereiche gekennzeichnet, in welchen die Versickerungsversuche durchgeführt wurden.

Die in den Bohrlöchern durchgeführten Versickerungsversuche VV 1 bis VV 4 sind auf Anlage 2 in Form von Versuchsprotokollen dokumentiert und ausgewertet.

3. Geländehöhen

Mit einnivellierten Geländehöhen an den Bohransatzstellen zwischen +89,76 m (RKB 1 / VV 1) und +93,23 m (RKB 3) besteht in dem Bebauungsplangebiet zwischen den Untersuchungsstellen der Baugrunderkundung ein maximaler Höhenunterschied von ca. $\Delta h = 3,5$ m, d. h. die Geländeoberfläche fällt um den v. g. Betrag nach Osten bis Südosten leicht ab.

4. Bodenschichtung

Im Bereich der Bohrungen RKB 2 bis RKB 4 besteht die Baugrundoberseite aus einer zwischen ca. 0,6 m und 0,9 m dicken Schicht aus „lehmigem“ Oberboden (Wiesen- und Ackerboden, Schicht 1a). Infolge der landwirtschaftlichen Bearbeitung (Pflügen) ist die Unterseite des Ackerbodens mit der unterlagernden Baugrundoberseite durchmischt und dadurch nicht mehr als klare Schichtunterkante vorhanden.

Bei RKB 1 wurde zuoberst eine Schicht aus anthropogen angefüllten „Lehmen“ (Aufschutt, Schicht 1b) in der Kornverteilung eines feinsandigen, schwach kiesigen Schluffes in steifplastischer Konsistenz aufgeschlossen, der bis in eine Tiefe von rd. 0,9 m unter Flur reicht und offensichtlich für die Zufahrt zum Grundstück (Flurstück 104) angeschüttet wurde.

Unter dem Oberboden, bzw. bei RKB 1 unter dem Aufschutt, beginnt ab den v. g. Tiefen die natürlich gewachsene Baugrundoberseite. Sie wird zuoberst aus steifplastischen bis halbfesten und teils

halbfesten bis festen, schwach feinsandigen, schwach tonigen Schluffen in der geologischen Form von „Lößlehm“ gebildet (Schicht 2). Diese „lehmige“ Deckschicht reicht an den Bohransatzstellen bis in Tiefen zwischen rd. 4,8 m und mehr als 6,6 m unter Flur. Die v. g. Kornverteilung der „lehmigen“ Böden führt zu einem sehr engen Bodenporenraum, wodurch sich dort einer Versickerung von Niederschlagswasser generell große Reibungs- und Kapillarkräfte entgegenstellen. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von nachgewiesenermaßen $k \leq 1,6 \times 10^{-6}$ m/s (vgl. Abschnitt 6) ist eine gezielte Versickerung in dieser Bodenschicht nicht möglich, bzw. nicht zu empfehlen. Die RKB 1 musste in einer Tiefe von 6,6 m unter Gelände mangels Bohrfortschritts abgebrochen werden. Es ist davon auszugehen, dass die Böden der Schicht 3 nur wenige Dezimeter unterhalb anstehen.

Unter dem „Lößlehm“ folgen an den Bohransatzstellen RKB 2 bis RKB 4 ab Tiefen zwischen ca. 4,8 m und 5,1 m unter Flur eiszeitliche „Terrassenablagerungen“ in Form von schwach schluffigen, kiesigen Sanden und sandigen Kiesen (Schicht 3, „Terrassensande“ / „Terrassenkiese“), die dicht bis sehr dicht gelagert sind. Die Lagerungsdichte der anstehenden Sande und Kiese ist derart hoch, dass die Rammkernbohrungen RKB 2 bis RKB 4 in Tiefen zwischen 5,8 m und 6,0 m mangels Bohrfortschritts abgebrochen werden mussten.

Für eine betriebssichere, gezielte Versickerung wird es notwendig werden, den „Lößlehm“ (Schicht 2) bis hinunter auf die „Terrassensande“ / „Terrassenkiese“ (Schicht 3) zu durchstoßen, d. h. je nach geplanter Höheneinstellung der Versickerungsanlagen ist ein entsprechender Bodenaustausch mit gut wasserdurchlässigem Material (z. B. „lehmfreier“ Kiessand oder Naturschotter) vorzunehmen.

5. Wasserführung des Bodens

Am Tag der Baugrunderkundung am 03.03.2023 blieben alle Bohrlöcher bis in ihre Endteufen von max. 6,6 m unter Flur erwartungsgemäß ohne seitlichen Wasserzulauf, d. h. „trocken“. Der natürliche Grundwasserspiegel liegt nach den amtlichen Grundwassergleichenkarten im „Rahmenplan Rur“ auf rd. +81,50 m. Zudem ist der Grundwasserspiegel bis in ferne Zukunft noch durch die Sümpfungsmaßnahmen in den Braunkohletagebauen tiefgründig abgesenkt.

Im Hinblick auf die o. a. Geländehöhen beträgt der geringste mögliche Grundwasserflurabstand somit mehr als 8 m.

6. Bodendurchlässigkeit

Bei den anschließenden Versickerungsversuchen in den offenen Bohrlöchern der Rammkernbohrungen wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte der gesättigten Bodenzone (k_f -Werte) nach den Regeln des USBR-Earth-Manuals ermittelt, die auf Anlage 2 in Form von Versuchsprotokollen dokumentiert und ausgewertet sind. Gemäß Tabelle B1 des Arbeitsblattes DWA-A 138 müssen für die Nachrechnung (Bemessung) der Versickerung die in den Feldversuchen methodenspezifisch bestimmten k_f -Werte (wie in vorliegendem Fall) mit dem Korrekturfaktor 2,0 zu einem Bemessungs- $k_{f,cal.}$ -Wert modifiziert werden.

Die Versickerungsversuche führen zu den folgenden Ergebnissen:

Versickerungsversuch VV 1, Bohrung RKB 1, Tiefe 5,0 m bis 6,6 m unter Flur („Lößlehm“):

aus Versickerungsversuch:	k	=	$8,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ (s. Anlage 2)
modifiziert:	k_{cal}	=	$1,6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Versickerungsversuch VV 2, Bohrung RKB 2, Tiefe 1,5 m bis 3,0 m unter Flur („Lößlehm“):

aus Versickerungsversuch:	k	=	$5,2 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ (s. Anlage 2)
modifiziert:	ca. k_{cal}	≈	$1,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Versickerungsversuch VV 3, Bohrung RKB 3, Tiefe 3,0 m bis 4,0 m unter Flur („Lößlehm“):

aus Versickerungsversuch:	k	=	$1,2 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ (s. Anlage 2)
modifiziert:	k_{cal}	=	$2,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Versickerungsversuch VV 4, Bohrung RKB 4, Tiefe 4,9 m bis 5,8 m unter Flur („Terrassenkiese“):

aus Versickerungsversuch:	k	=	$6,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ (s. Anlage 2)
modifiziert:	ca. k_{cal}	≈	$1,3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Nach der maßgebenden Richtlinie des Arbeitsblattes DWA-A 138 für die Planung, den Bau und den Betrieb von Versickerungsanlagen liegt der entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeitsbereich für Lockergesteine zwischen $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Diese Begrenzung begründet sich darauf, dass

- zum einen, das in Versickerungsanlagen eingeleitete Niederschlagswasser für den Fall möglicher Verunreinigungen nicht zu schnell in das Grundwasser sickert, um die natürliche

Reinigungskraft des Bodens in der wasserungesättigten Bodenzone noch hinreichend nutzen zu können und

- zum anderen, das in Versickerungsanlagen eingeleitete Niederschlagswasser dort und in dem unterlagernden Boden nicht zu lange verweilt, um z. B. zum Funktionserhalt der Anlagen zu starke Absetzvorgänge von mitgeführten Feinanteilen zu verhindern (Verhinderung einer „Verschlammung“).

Die örtlichen Untersuchungen ergaben, dass im Bereich der Bohrungen RKB 2 bis RKB 4 grundsätzlich eine ausreichende Bodendurchlässigkeit für das Betreiben einer gezielten Versickerung in der Schicht 3 („Terrassensande“ / Terrassenkiese“) ab Tiefen zwischen rd. 4,8 m und 5,1 m unter Flur vorhanden ist. Die überlagernde Schicht 2 aus „Lößlehm“ muss hierbei, wie oben bereits erwähnt, von Versickerungsanlagen stets durchstoßen werden.

Bei einem Grundwasserflurabstand von mehr als 8 m (s. Abschnitt 5) ergibt sich eine ausreichende Dicke der ungesättigten Bodenzone, in der eine natürliche Restreinigung des eingeleiteten Niederschlagswassers stattfinden kann. Aus wasserrechtlicher Sicht ist für den ausreichenden Schutz des Grundwassers der Nachweis einer Mindestdicke der ungesättigten Bodenzone von $d_{\min} \geq 1,5$ m gefordert. Diese Forderung ist in vorliegendem Fall somit erfüllt.

7. Geohydrologische Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Der mit dem Versickerungsversuch in der Schicht 3 („Terrassensande“ / „Terrassenkiese“) bestimmte Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,cal}$ liegt gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 im zulässigen Bereich der Bodendurchlässigkeit von $1 \times 10^{-6} \text{ m/s} \leq k_{f,cal} \leq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ für das betriebssichere, gezielte Versickern von Niederschlagswasser. Die v. g. Bodenschicht ist damit in der untersuchten Bodenzone im Bereich der Bohrungen RKB 2 bis RKB 4 ab Tiefen zwischen ca. 4,8 m und 5,1 m unter Flur aus technischer Sicht grundsätzlich für eine betriebssichere, gezielte Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Bei einem Grundwasserflurabstand von mehr als 8 m ergibt sich eine Dicke der ungesättigten Bodenzone von mindestens ca. $d \approx 2,9$ m, in der eine natürliche Restreinigung des eingeleiteten Niederschlagswassers stattfinden kann. Aus wasserrechtlicher Sicht ist für den ausreichenden Schutz des Grundwassers der Nachweis einer Mindestdicke der ungesättigten Bodenzone von $d_{\min} \geq 1,5$ m gefordert, die somit erfüllt wird.

Das Untersuchungsgebiet liegt nicht im Bereich bestehender oder geplanter Trinkwasserschutzgebiete (Quelle: ELWAS).

Damit erfüllen die geohydrologischen Standortbedingungen die grundsätzlichen wasserrechtlichen und technischen Kriterien für das Betreiben von Versickerungsanlagen auf dem untersuchten Grundstück.

Im Hinblick auf die relativ große Tiefenlage der versickerungsfähigen Bodenschichten (Schicht 3) ist aus Sicht der Unterzeichner die voraussichtlich wirtschaftlich günstigste und technisch einfachste Methode zur gezielten Versickerung anfallender Niederschlagswässer der Bau eines entsprechend dimensionierten, dezentralen Versickerungsbeckens.


(Dipl.-Ing. R. Kramm)

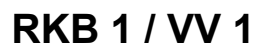


Jochen Tietjen
Dipl.-Geologe

Anlage 1

**Lageplan zu den Bodenaufschlussbohrungen mit
Darstellung der Bohrergergebnisse als Bohrsäulen im
Tiefenmaßstab 1:100 auf zwei Profilschnitten durch
den Geländeverlauf und die Bodenschichtung**

RKB 3 / VV 3



Mu		Mutterboden
A		Anschüttung
U		Schluff
S		Sand
G		Kies
u		schluffig
fs		feinsandig
s		sandig
g		kiesig
h		torfig, humos
t		tonig
		Schicht halbfest
		Schicht halbfest-fest
		Schicht steif-halbfest
		Schicht steif

Schicht	Bezeichnung
1a	Oberboden
1b	Aufschutt
2	"Lößlehm"
3	"Terrassensande" / "Terrassenkiese"

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Beratender Ingenieur für Geotechnik

Adele-Weidtman-Straße 87 - 93
52072 Aachen
E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de

Auftraggeber: **Landgemeinde Titz**
Landstraße 4, 52445 Titz

Projekt-Nr.
22-0583

Projekt: **Errichtung Wohnbebauung**
Titz - Hompesch

Anlage-Nr.
1

Maßstab	Höhen-Maßstab	Gezeichnet:	Geprüft:	Gutachter:	Datum
	1 : 100	ru			10.03.2023

Anlage 2

Protokolle und Auswertungen von Versickerungsversuchen in offenen Bohrlöchern

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den 03.03.2023		Pö Projekt-Nr: 23.11619

Proj.: Felduntersuchungen in **Titz**, Wohnbebauung Hottorfer Straße, Proj.-Nr. 2022-0583

Auswertung Versickerungsversuch 1 / RKB 1

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 5,00m bis 6,60m unter Geländeoberfläche (GOF).

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht schwach toniger, schwach feinsandiger Schluff an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 6,60m Tiefe vor. Die Versickerungsstrecke (h) erstreckt sich vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 5,00m unter GOF bis in 6,60m Tiefe, somit ist **h = 1,60m**.

H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Diese RKB 1 ist mit **6,60m** die **tiefste** Rammkernbohrung auf der Untersuchungsfläche. Es wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen weder freies Grundwasser noch eine stauende Schicht angetroffen, daher ist **H ≥ 1,60m**.

Nach Wassersättigung versickerten in 113sec 100ml Wasser. Hieraus ergibt sich **Q zu $8,8 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$** .

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($4,8 \geq 1,6 \geq 1,6$), somit folgende Formel:

Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

Q = Wasserdurchfluss = $\text{m}^3/\text{s} \leq 8,8 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$

r = Radius RKB = 0,02m

h = 1,60m (Versickerungsstrecke)

H = 1,60m

$K = 0,265 \times (8,8 \times 10^{-7} / 1,6^2) \times (\ln(1,6/0,02)) / (0,1667 + 1,6/3 \times 1,6)$ m/s

$K = 8,0 \times 10^{-7} \text{ (m/s)}$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den 03.03.2023		Pö Projekt-Nr: 23.11619

Proj.: Felduntersuchungen in **Titz**, Wohnbebauung Hottorfer Straße, Proj.-Nr. 2022-0583

Auswertung Versickerungsversuch 2 / RKB 2

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 1,50m bis 3,00m unter Geländeoberfläche (GOF).

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht schwach toniger bis toniger, schwach feinsandiger Schluff, an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 50 mm) bis in 3,00m Tiefe vor. Die Versickerungsstrecke (h) erstreckt sich vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 1,50m unter GOF bis in 3,00m Tiefe, somit ist **h = 1,50m**.

H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Die RKB 1 ist mit **6,60m** Endteufe die **tieftste** Rammkernbohrung auf der Untersuchungsfläche. Auf dem Gelände wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen weder freies Grundwasser noch eine stauende Schicht angetroffen, daher ist **H >= 5,10m**.

Nach Wassersättigung versickerten in 431sec 50ml Wasser. Hieraus ergibt sich **Q zu $1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$** .

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $H > 3h$ ($5,1 > 4,5$), somit folgende Formel:

Durchlässigkeitskoeffizient

$$K = 0,265 \times (Q/h^2) \times [\arcsin \text{Hyp.}(h/r) - 1] \text{ m/s}$$
$$= 0,265 \times (Q/h^2) \times [\ln(h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1}) - 1] \text{ m/s mit:}$$
$$Q = \text{Wasserdurchfluß} = \text{m}^3/\text{s} \geq 1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$
$$r = \text{Radius RKS} = 0,025 \text{ m}$$
$$h = 1,50 \text{ m (Versickerungsstrecke)}$$
$$K = 0,265 \times (1,2 \times 10^{-7}/1,5^2) \times [\ln(1,5/0,025 + \sqrt{(1,5/0,025)^2 + 1}) - 1] \text{ m/s}$$

$K = 5,2 \times 10^{-8} \text{ (m/s)}$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den 03.03.2023		Pö Projekt-Nr: 23.11619

Proj.: Felduntersuchungen in **Titz**, Wohnbebauung Hottorfer Straße, Proj.-Nr. 2022-0583

Auswertung Versickerungsversuch 3 / RKB 3

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 3,00m bis 4,00m unter Geländeoberfläche (GOF).

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht schwach toniger, schwach feinsandiger Schluff an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 4,00m Tiefe vor. Die Versickerungsstrecke (h) erstreckt sich vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 3,00m unter GOF bis in 4,00m Tiefe, somit ist **h = 1,00m**.

H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Die RKB 1 ist mit **6,60m** Endteufe die **tieftste** Rammkernbohrung auf der Untersuchungsfläche. Auf dem Gelände wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen weder freies Grundwasser noch eine stauende Schicht angetroffen, daher ist **H >= 3,30m**.

Nach Wassersättigung versickerten in 407sec 50ml Wasser. Hieraus ergibt sich **Q zu $1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$** .

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $H > 3h$ ($3,3 > 3,0$), somit folgende Formel:

$$\begin{aligned}
 \text{Durchlässigkeitskoeffizient} \quad K &= 0,265 \times (Q/h^2) \times [\arcsin \text{Hyp.}(h/r) - 1] \text{ m/s} \\
 &= 0,265 \times (Q/h^2) \times [\ln(h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1}) - 1] \text{ m/s mit:} \\
 Q &= \text{Wasserdurchfluß} = \text{m}^3/\text{s} \geq 1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} \\
 r &= \text{Radius RKS} = 0,02 \text{ m} \\
 h &= 1,00 \text{ m (Versickerungsstrecke)} \\
 K &= 0,265 \times (1,2 \times 10^{-7}/1,0^2) \times [\ln(1,0/0,02 + \sqrt{(1,0/0,02)^2 + 1}) - 1] \text{ m/s} \\
 \mathbf{K} &= \mathbf{1,2 \times 10^{-7} \text{ (m/s)}}
 \end{aligned}$$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG
Adele-Weidtman-Straße 87-93
52072 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054 / 873615
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den 03.03.2023		Pö Projekt-Nr: 23.11619

Proj.: Felduntersuchungen in **Titz**, Wohnbebauung Hottorfer Straße, Proj.-Nr. 2022-0583

Auswertung Versickerungsversuch 4 / RKB 4

Versuchsdurchführung: Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch¹ (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

Versuchstiefe: 4,90m bis 5,80m unter Geländeoberfläche (GOF).

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht schwach schluffiger, sandiger Kies an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 5,80m Tiefe vor. Die Versickerungsstrecke (h) erstreckt sich vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,90m unter GOF bis in 5,80m Tiefe, somit ist **h = 0,90m**.

H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Die RKB 1 ist mit **6,60m** Endteufe die **tieftste** Rammkernbohrung auf der Untersuchungsfläche. Auf dem Gelände wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen weder freies Grundwasser noch eine stauende Schicht angetroffen, daher ist **H ≥ 1,70m**.

Nach Wassersättigung versickerten in 249sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich **Q zu $4,0 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$** .

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($2,7 \geq 1,7 \geq 0,9$), somit folgende Formel:

Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} \leq 4,0 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

$r = \text{Radius RKB} = 0,02\text{m}$

$h = 0,90\text{m}$ (Versickerungsstrecke)

$H = 1,70\text{m}$

$K = 0,265 \times (4,0 \times 10^{-6}/0,9^2) \times (\ln(0,9/0,02)) / (0,1667 + 1,7/3 \times 0,9)$ m/s

$K = 6,3 \times 10^{-6} \text{ (m/s)}$

¹ nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“