



Deutsche Reihenhaus

Deutsche Reihenhaus / Poller Kirchweg 99 / 51105 Köln  
Stadt Emmerich am Rhein  
Fachbereich 5 - Stadtentwicklung -

Geistmarkt 1  
46446 Emmerich am Rhein

Köln, 17.08.2018

Staatl. gepr. Techniker  
**Stephan König**  
Technischer Einkauf

Deutsche Reihenhaus AG  
Poller Kirchweg 99  
51105 Köln

Telefon 0221-340 309-38  
Telefax 0221-340 309-11

stephan.koenig@reihenhaus.de  
www.reihenhaus.de

Bauvorhaben: 46446 Emmerich, Borgheeser Weg / Am Busch  
Neubau von 35 Reihenhäusern

Sehr geehrter Herr Bartel,

nachfolgend sende ich Ihnen unsere Stellungnahme zur Durchführbarkeit einer Muldenversickerung des anfallenden Regenwassers für vorgenanntes Bauvorhaben.

Bei der Auslegung wurde für alle berechnungsrelevanten Flächen ein Abflussbeiwert von 1,0 gewählt. Ebenso wurde der Durchlässigkeitswert des Bodens mit  $k_f=1 \cdot 10^{-5}$  angesetzt. Somit ist sichergestellt, dass auch in einer etwaigen zukünftigen Beeinträchtigung von versickerungsfähigen Flächen ein ausreichend großes Versickerungsvolumen in der Mulde zur Verfügung steht. Aufgrund der Berechnung ergibt sich für die Muldengröße unseres Plangebietes eine benötigte Fläche von  $50\text{m} \cdot 11\text{m} = 550\text{m}^2$ . Diese liegt unter der ursprünglich in der Planung vorgesehenen Fläche von  $821\text{m}^2$ . Als maximale Einstauhöhe wurden 0,3m festgelegt. Daraus ergibt sich bei maximalem Anstau eine Entleerungszeit von  $t_e=16,7\text{h}$  ( $< 24\text{h}$ ). Der Abstand der Muldensohle zum HGW (höchster anzunehmender Grundwasserstand) beträgt 1,13m ( $>1\text{m}$ ).

Die Regenwasserversickerung ist demnach in der vorgesehenen Planungsänderung als gesichert anzusehen.

Bei Fragen stehe ich Ihnen gerne telefonisch unter der angegebenen Nummer zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Deutsche Reihenhaus

Deutsche Reihenhaus

Poller Kirchweg 99

51105 Köln

Telefon 0221 340309-0

Telefax 0221 340309-11

Stephan König  
Technischer Einkauf  
Staatl. gepr. Techniker

Bankverbindung  
Postbank Köln  
Konto 639 894 503 / BLZ 370 100 50

Vorstand Dr. Daniel Arnold (Vors.),  
André Müller, Carsten Rutz  
Aufsichtsrat Dr. Gerhard Niesslein (Vors.),  
Thorsten Näbig, Prof. Dr. Nico Rottke

Registergericht Köln / HRB 61776  
USt-IdNr. DE 223877532

Logo

# Berechnung von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138

17.08.2018

**Projektbezeichnung:**

1943 Emmerich  
Borgheeser Weg / Am Busch  
46446 Emmerich

**Auftraggeber:**

Deutsche Reihenhaus AG  
Poller Kirchweg 99  
51105 Köln

**Aufgestellt:**

Deutsche Reihenhaus AG  
Poller Kirchweg 99  
51105 Köln  
Stephan König  
0221 / 340309 - 38

### Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	46446 Emmerich am Rhein
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	4
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	43
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{D(T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	1	5	10
5	156,2	250,8	291,5
10	123,6	188,1	216,0
15	102,2	153,9	176,1
20	87,2	131,2	150,2
30	67,3	102,6	117,8
45	50,2	78,4	90,5
60	40,0	64,1	74,4
90	29,6	46,9	54,4
120	23,9	37,6	43,5
180	17,7	27,5	31,8
240	14,3	22,1	25,4
360	10,6	16,2	18,6
540	7,8	11,9	13,6
720	6,3	9,5	10,9
1080	4,7	7,0	8,0
1440	3,8	5,6	6,4
2880	2,3	3,3	3,8
4320	1,7	2,4	2,8

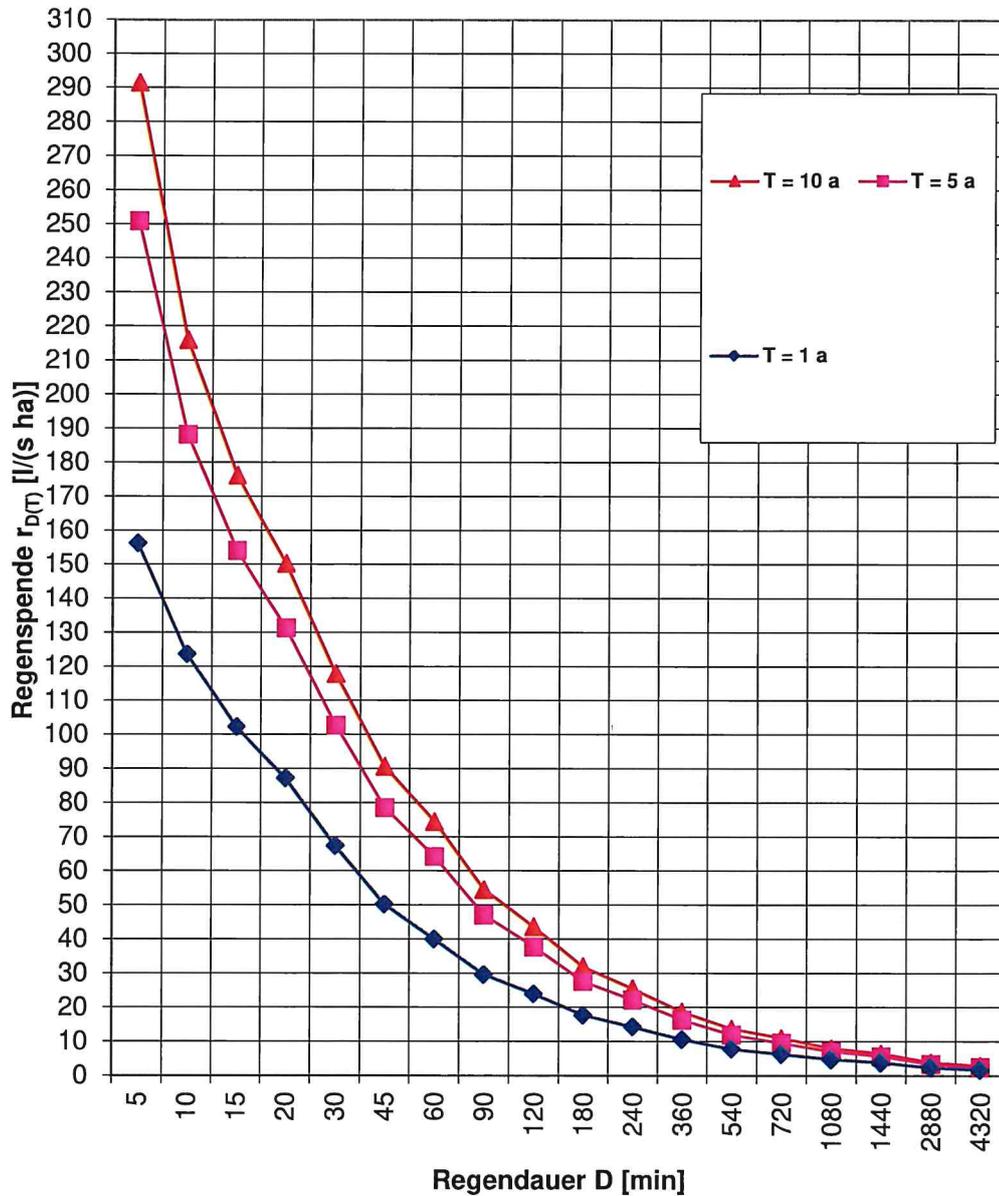
**Bemerkungen:**

Daten mit Klassenfaktor gemäß DWD-Vorgabe

## Örtliche Regendaten zur Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Datenherkunft / Niederschlagsstation	46446 Emmerich am Rhein
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	4
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	43
KOSTRA-Datenbasis	1951-2010
KOSTRA-Zeitspanne	Januar - Dezember

### Regenspendenlinien



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen  $A_u$   
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten $\Psi_m$	Teilfläche $A_{E,i}$ [m <sup>2</sup> ]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m <sup>2</sup> ]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	2.805	1,00	2.805
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	2.164	1,00	2.164
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

<b>Gesamtfläche Einzugsgebiet <math>A_E</math> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>4.969</b>
<b>Summe undurchlässige Fläche <math>A_u</math> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>4.969</b>
<b>resultierender mittlerer Abflussbeiwert <math>\Psi_m</math> [-]</b>	<b>1,00</b>

**Bemerkungen:**

Bei der Berechnung wurde für alle Flächen ein Abflussbeiwert von 1,0 gewählt. Somit ist sichergestellt, dass auch in einer etwaigen Beeinträchtigung von versickerungsfähigen Flächen eine ausreichend große Versickerungsfläche in der Mulde vorhanden ist.

## Bemessung der erforderlichen Muldenfläche bei vorgegebener Muldentiefe

1943 Emmerich  
Borgheeser Weg / Am Busch  
46446 Emmerich

**Auftraggeber:**  
Deutsche Reihenhäuser AG  
Poller Kirchweg 99  
51105 Köln

**Muldenversickerung:**  
Gesamtfläche

**Eingabedaten:**  $A_S = [ A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} ] / [ z_M / (D \cdot 60 \cdot f_z) - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + k_f / 2 ]$

Einzugsgebietsfläche	$A_E$	m <sup>2</sup>	4.969
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	$\Psi_m$	-	1,00
undurchlässige Fläche	$A_u$	m <sup>2</sup>	4.969
gewählte Mulden-Einstauhöhe	$z_M$	m	0,30
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	$k_f$	m/s	1,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	$n$	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	$f_z$	-	1,15

### örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	250,8
10	188,1
15	153,9
20	131,2
30	102,6
45	78,4
60	64,1
90	46,9
120	37,6
180	27,5
240	22,1
360	16,2
540	11,9
720	9,5
1080	7,0
1440	5,6
2880	3,3
4320	2,4

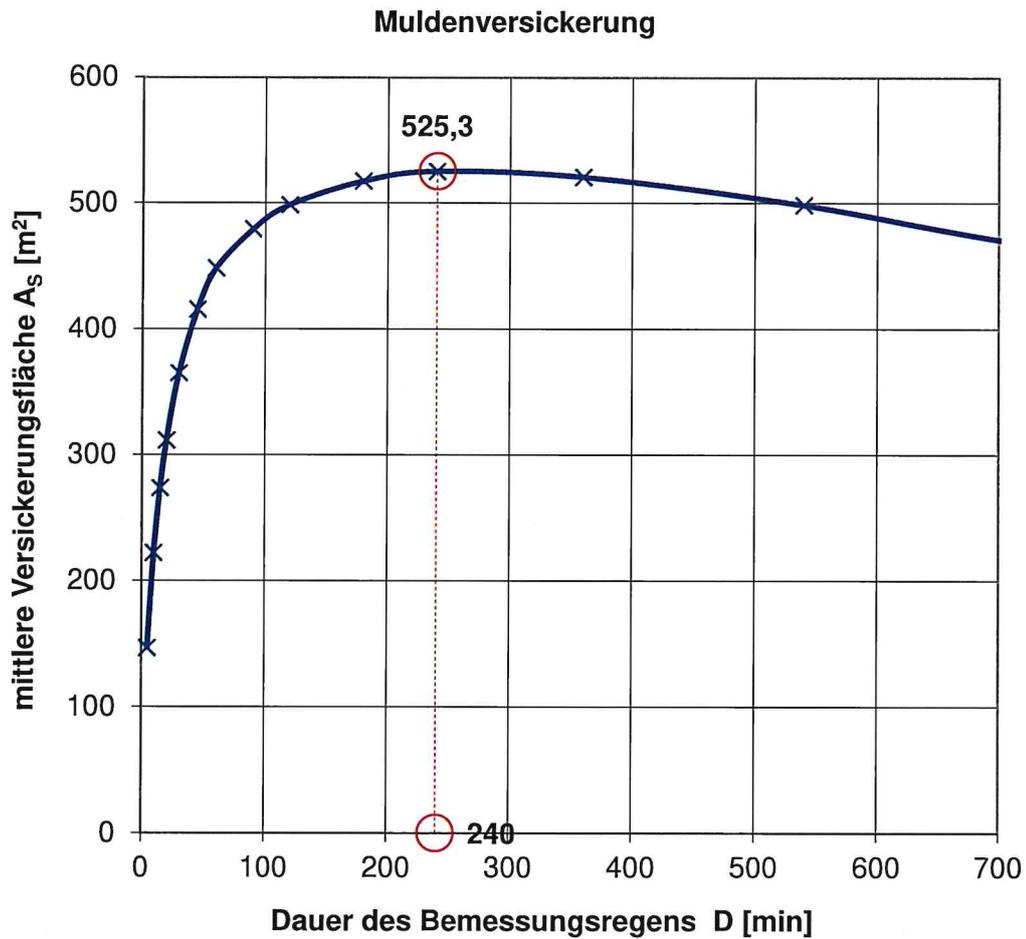
### Berechnung:

$A_S$ [m <sup>2</sup> ]
146,7
222,0
273,6
311,5
365,0
415,4
448,2
479,3
498,6
517,5
525,3
520,7
498,5
467,9
417,8
373,0
265,3
206,8

## Bemessung der erforderlichen Muldenfläche bei vorgegebener Muldentiefe

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	240
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	22,1
<b>erforderliche mittlere Versickerungsfläche</b>	<b><math>A_S</math></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>525,3</b>
<b>gewählte mittlere Versickerungsfläche</b>	<b><math>A_{S,gew}</math></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>550</b>
Speichervolumen der Mulde	V	m <sup>3</sup>	165,0
Entleerungszeit der Mulde	$t_E$	h	16,7



Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH  
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0235-1062

Seite 2

# BORCHERT INGENIEURE

Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor



Borchert Ingenieure · Steeler Straße 529 · 45276 Essen

Deutsche Reihenhäuser AG  
Herr Kölsch  
Poller Kirchweg 99  
51105 Köln

Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG  
Steeler Straße 529 · 45276 Essen

Geschäftsführende Gesellschafter  
Dipl.-Geol. Thomas Kellner  
Dipl.-Ing. Christoph Borchert  
Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Bodenmechanik,  
Erd- und Grundbau der Industrie- und  
Handelskammer zu Essen  
Staatlich anerkannter Sachverständiger für Erd-  
und Grundbau der Ingenieurkammer-Bau NRW

fon 0201 / 43555-0  
fax 0201 / 43555-43  
info@borchert-ing.de  
www.borchert-ing.de

Projekt 201808604  
Zeichen KI  
Datum 17.08.2018  
Datei 8604-b1-hy.docx

## Prüfbericht 201808604/01

### Versickerungsfähigkeit des Baugrundes

<b>Objekt</b>	:	BV Borgheeser Weg/Am Busch in Emmerich
<b>Bauherr</b>	:	Deutsche Reihenhäuser AG
<b>Prüfgegenstand</b>	:	<b>Versickerungsmöglichkeiten</b>
<b>Prüfwerte</b>	:	-
<b>Anlage 1/1</b>	:	Bohrplan
<b>Anlage 1/2</b>	:	Lage der Grundwassermessstelle
<b>Anlage 2/1 bis 2/3</b>	:	Kornverteilungskurven (DIN EN ISO 17892-4)
<b>Anlage 3</b>	:	Wasserdurchlässigkeitsversuche (DIN 28130)
<b>Anlage 4</b>	:	Versickerungsversuche im Feld (in Anlehnung an DIN 18.130-2)
<b>Verteiler</b>	:	Herr Kölsch, Deutsche Reihenhäuser: 1 x analog, 1 x digital (thomas.koelsch@reihenhauser.de)



## 1. Einleitung

### 1.1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die Deutsche Reihenhaus AG, Köln, plant die Errichtung einer Reihenhaussiedlung auf einem ehemaligen Kasernengelände am Borgheeser Weg in Emmerich.

Das Baufeld der Deutschen Reihenhaus ist in zwei Bauabschnitte untergliedert:

Bauabschnitt 1, südliche Teilfläche: 35 Hauseinheiten

Bauabschnitt 2, nördliche Teilfläche : 30 Hauseinheiten

Zwischen den beiden Baufeldern befindet sich eine Freifläche, auf der ggf. die Anlegung einer Versickerungsmulde vorgesehen ist.

Auf Grundlage des B-Planes ist das Niederschlagswasser über Versickerungsanlagen in den Baugrund einzuleiten. Das öffentliche Kanalnetz ist für die Aufnahme zusätzlicher Niederschlagswässer nicht ausgelegt.

Die Borchert Ingenieure wurden vom Bauherrn mit Baugrunderkundungen und der Ausarbeitung eines Baugrundgutachtens sowie hydrogeologischen Untersuchungen zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit des Baugrundes beauftragt. Die Erkundungen beziehen sich auf den Bereich der geplanten Versickerungsmulde und des Bauabschnittes 1.

Die durchgeführten Untersuchungen werden in diesem Bericht zusammengefasst und die Versickerungsfähigkeit des Baugrundes bewertet. Zusätzlich erfolgen Empfehlungen möglicher Versickerungsanlagen. Die Berechnung bzw. Dimensionierung der Versickerungsanlagen ist nicht Auftragsbestandteil.



## 1.2 Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Feldarbeiten wurden von einem Bohrtrupp der Borchert Ingenieure

- **19 Kleinrammbohrung (KRB)** nach DIN EN ISO 22475-1:2006 (Bohrdurchmesser 80/33) mit Bohrtiefen von max. 7,0 m unter Geländeoberfläche (GOF)
- **18 Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM)** in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2:2012 bis in max. 7,0 m Tiefe unter Geländeoberfläche,
- **und 2 Baggerschürfe**

ausgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde mittels GPS höhen- und lagemäßig eingemessen und ist dem Bohr- und Sondierplan der **Anlage 1** zu entnehmen. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen sind als Bohrprofile in Anlehnung an die DIN 4023:2006 und als Rammogramme in der **Anlage 2** zeichnerisch dargestellt. Für die Darstellung der Ergebnisse der Rammsondierungen ist die Form der Widerstandslinien gewählt worden.

Folgende Vorort-Versuche wurden durchgeführt:

- **2 oberflächennahe Versickerungsversuche** in den Baggerschürfen
- **1 Versickerungsversuch im Bohrloch (Open-End-Test)**

Im geotechnischen Labor der Borchert Ingenieure erfolgten folgende Laborversuche:

- **3 Siebanalysen** (DIN EN ISO 17892-4:2017)
- **1 kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse** (DIN EN ISO 17892-4:2017)
- **2 Bestimmung der Durchlässigkeit** gem. DIN 18300

Zusätzlich wurde eine Grundwassermessstelle des Wasserwerkes Emmerich sowie deren Grundwasserstände recherchiert.



## 2. Untersuchungsergebnisse

### 2.1 Baugrundaufbau

Der Baugrundaufbau kann vereinfacht wie folgt beschrieben werden (vgl. Anlage 2):

**Tabelle 1: Baugrundsichtung**

Teufe [m u. GOK]		Bodenart
von	bis	
		<b>Auffüllungen</b>
0,0	0,3-2,5	<b>Auffüllung:</b> (nur teilweise vorhanden) Kies, sandig bis Sand, kiesig Kiesanteil vorwiegend Kalkstein, untergeordnet Schlacke
		<b>gewachsener Boden</b>
0,3-2,5	1,5-2,5	<b>Obere Terrassensande</b> Sand, schwach schluffig
1,5-2,5	3,0-4,1	<b>Auelehm</b> Schluff, tonig bis stark tonig, schwach sandig
		lokal wird der Auelehm durch Auesande mit eingelagerten Schlufflin- sen bzw. Schlufflagen ersetzt
3,0-4,1	Endteufe	<b>Terrassensande</b> Sand, schwach schluffig bis Sand, kiesig



## 2.2 Grundwasser

### 2.2.1 Grundwasserspiegel

Im Einmündungsbereich der Straße „Am Busch“ in den „Borgheeser Weg“, direkt südöstlich des Baufeldes 1 befindet sich die Grundwassermessstelle FGM 31 der Stadtwerke Emmerich (vgl. Anlage 1/2). Den Borchert Ingenieure wurden von den Stadtwerken Emmerich die Grundwasserstandsdaten (monatliche Messungen) aus den Jahren 2003 bis 2017 zur Verfügung gestellt. Der maximale Grundwasserstand des Beobachtungszeitraumes wurde im März 2011 mit

$$GW_{\max 03-17} = 12,87 \text{ mNHN}$$

gemessen. Unter Berücksichtigung des Beobachtungszeitraumes wird empfohlen, den maximalen GW-Stand mit ca. 0,5 m über dem höchsten Messwert anzusetzen. Daraus ergibt sich ein Bemessungswasserstand von

$$GW_{\max, B} = \text{ca. } 13,37 \text{ mNHN}$$

Die Fläche der geplanten **Versickerungsmulde** weist eine Geländehöhe von ca. 16,5 mNHN auf. Daraus ergibt sich ein minimaler Flurabstand von

$$Fa_{Vf} = \text{ca. } 3,1 \text{ m unter Geländeoberkante (GOK).}$$

Das Baufeld 1 weist Höhen zwischen 16,0 bis 16,4 mNHN auf, so dass sich Flurabstände von

$$Fa_{Bf1} = 2,6 \text{ m u. GOK bis } 3,0 \text{ m u. GOK}$$

ergeben.

Unter Berücksichtigung der UK Auelehm kann die Grundwasserdruckfläche innerhalb des Auelehms liegen und somit gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen.

Bei den Feldarbeiten konnten in den Bohrlöchern keine Grundwassermessungen mit dem Lichtlot durchgeführt werden, da der wassergesättigte sandige Boden sofort wieder zufiel. Nach der Bodenansprache kann aber von einem Grundwasserspiegel zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (August



2018) von ca. 3,7 – 4,5 m unter GOK ausgegangen werden. Auf Grundlage einer lang anhalten Trockenwetterperiode zuvor ist damit zu rechnen, dass zum Zeitpunkt der Feldarbeiten hohe Grundwasserflurabstände vorlagen.

In Tiefenlagen von 1,5 – 2,5 m u. GOK steht ein wasserstauer Auelehm an. Nach längeren Niederschlagsphasen, könnte sich auf dem Stauer ein temporärer Grundwasserkörper ausbilden.

## 2.2.2 Wasserschutzgebiete

Nach den vorliegenden Planunterlagen (B-Plan, Elwas-Web) befinden sich sowohl das Baufeld 1 als auch der Bereich der potenziellen Versickerungsmulde außerhalb des Wasserschutzgebietes Zone 3A „Helenenbusch“.

## 2.3 Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten

Auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungen ergeben sich hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit der einzelnen Bodenschichten folgende Wertungen.

### Obere Terrassensande

Gemäß der Kornverteilung der Probe Schurf 1 (1,5-2,5 m) sowie der Bodenansprache des Bohrgutes handelt es sich bei den Sanden oberhalb des Auelehms um enggestufte Sande mit nur geringen Schluffanteilen. Aus der Kornverteilungskurve ergibt sich nach BEYER eine Durchlässigkeit von

$$k_{f_{s1}} = \text{ca. } 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Im Laborversuch gem. DIN 18130 (Doppelversuch, ungestörte Bodenprobe) ergab sich eine Durchlässigkeit von

$$k_{f_{s1}} = \text{ca. } 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s bis } 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$



## Auelehm

Nach der Kornverteilungskurve der Probe Schurf 1 (2,6-3,6 m) weist der Boden Feinkornanteile von ca. 96 % auf. Es handelt sich um einen stark tonigen Schluff. Die Versickerungsversuche innerhalb der Schürfe zeigten keine Versickerungsleistung, so dass der kf-Wert mit

$$k_{f_u} < 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

abgeschätzt werden kann. Es handelt sich um einen wasserstauenden Bodenhorizont.

## Untere Terrassensande

Die unteren Terrassensedimente lassen sich in schwach schluffige Fein- bis Mittelsande und darunter folgende, kiesige Sande unterteilen.

Für die etwas feinkörnige, obere Sandschicht wurden folgende Durchlässigkeiten bestimmt:

Laborversuch Probe Schurf 1 (3,6-4,5 m)	$k_{f_{s2}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
Open-End-Test KRB 19 (4,4 m)	$k_{f_{s2}} = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Kornverteilung Schurf 1 (3,6-4,5 m)	$k_{f_{s2}} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Den tiefer beginnenden, gröberen Terrassensedimenten (kiesige Sande) kann auf Grundlage der Kornverteilung der Probe KRB 18 (3,8-5,5 m) eine Durchlässigkeit von

$$k_{f_{s3}} = \text{ca. } 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

zugewiesen werden. Diese Bodenschicht wird i.d.R. bereits wassergesättigt sein.

Gemäß dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138, Tabelle B.1, sind für die Ableitung des Bemessungs-kf-Wertes folgende Korrekturfaktoren anzuwenden:



**Tabelle 2: Korrekturfaktorengem DWA-A 138 (Tab. B.1)**

Bestimmungsmethode	Korrekturfaktor
Feldmethoden	3
Sieblinienauswertung	0,2
Permeameter (DIN 18130)	1

Daraus ergeben sich folgende mittlere Bemessungs-kf-Werte:

**Obere Terrassensande:**  $k_{f_{s1\_B}} = \text{ca. } 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

**Auelehme:**  $k_{f_{u\_B}} < 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$

**Untere Terrassensande:**  $k_{f_{s2\_B}} = \text{ca. } 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

Die vertikale Versickerungsleistung der teilweise den Auelehm ersetzenden Auesande kann mit denen der Auelehme gleichgesetzt werden, da die Schlufflagen die Versickerung maßgeblich beeinflussen.

### 3. Bewertung der Versickerungsmöglichkeiten am Standort

Am Standort liegt flächendeckend, beginnend in einer Tiefenlage von 1,5 bis 2,5 m u. GOK ein wasserstauender Bodenhorizont (Auelehm/Auesand) vor.

Eine dezentrale Versickerung kann auf Grundlage der Flächenplanung nur über unterirdische Versickerungsanlagen wie z.B. Rigolen oder Rohrrigolen erfolgen. Unter Berücksichtigung einer frost-sicheren Einbautiefe dieser Anlagen ergibt sich unter den Versickerungsanlagen kein ausreichender Sickerraum, so dass die Gefahr besteht, dass sich das Sickerwasser in der Versickerungsanlage einstauen wird. Zudem kann sich auf dem Auelehm ein temporärer Grundwasserkörper ausbilden. Ein Austausch der wasserstauenden Lehmböden im Bereich einzelner, dezentraler Versickerungsanlagen ist aus Sicht des Gutachters ökonomisch nicht sinnvoll.



Als Alternative wäre eine zentrale Versickerung z.B. über Versickerungsmulde möglich. Hierfür wurde bereits Freifläche nördlich des Baufeldes 1 vorgesehen. Daher wurden hier der Schurf 1 und die Bohrungen KRB 18 und 19 durchgeführt. Die Verbreitung der wasserstauenden Schluffschicht kann der Anlage 2/1 entnommen werden. Die Unterkante des Auelehms liegt in Tiefenlagen von 3,5 bis 4,1 m unter GOK.

Für die Wiederverfüllung der Baugrube und die Wiederherstellung der Sickerstrecke kann der sandige Bodenaushub verwendet werden. Die oberflächennahen Anschüttungen sind zu entsorgen. Für den oberflächennah anzudeckenden Mutterboden ist möglichst sandiges Material zu verwenden. Der Einbau sollte ohne Verdichtung erfolgen. Der kf-Wert kann dann mit  $k_{f_{Mu}} = \text{ca. } 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  angesetzt werden.

## 4. Schlussbemerkung

- (1) Ergeben sich im Zuge der weiteren Planungen andere als die im vorliegenden Bericht beschriebenen Randbedingungen bitten wir um eine entsprechende Benachrichtigung.
- (2) Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und bezieht sich ausschließlich auf den uns zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des Gutachtens bekannten Planungsstand.

Dipl.-Geol. Thomas Kellner  
Geschäftsleitung

# Emmerich

Borgheser Weg / Am Busch



- vorhandener Schurf (Sch)
- ⊕ Kleinrammbohrung (KRB)
- ▲ Sondierung mit der mittelschweren Rammsonde (DPM)

Index Datum Änderung

<p><b>BORCHERT INGENIEURE</b> Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor fon 0201/43555-0 info@borchart-Ing.de fax 0201/43555-43 www.borchart-Ing.de</p>		Projekt-Nr.:	
		20180 8604	
Auftraggeber: Deutsche Reihenhaus AG		Datum:	
Ort: Emmerich		16/08/2018	
Bezeichnung: Bohr- und Sondierplan		16/08/2018	
Maßstab: 1:1000		Anlage:	
Bearbeiter: GbHe		1	
Gezeichnet: Slange			
Geprüft:			

Die Pläne sind ohne Haftung zu verwenden. Die Verantwortung für die Ausführung der Maßnahmen liegt bei den Auftraggebern. Die Pläne sind ohne Haftung zu verwenden. Die Verantwortung für die Ausführung der Maßnahmen liegt bei den Auftraggebern.

Maßstab 1:1500



Planinhalt:

Lageplan

Grundwassermessstelle FGM 31

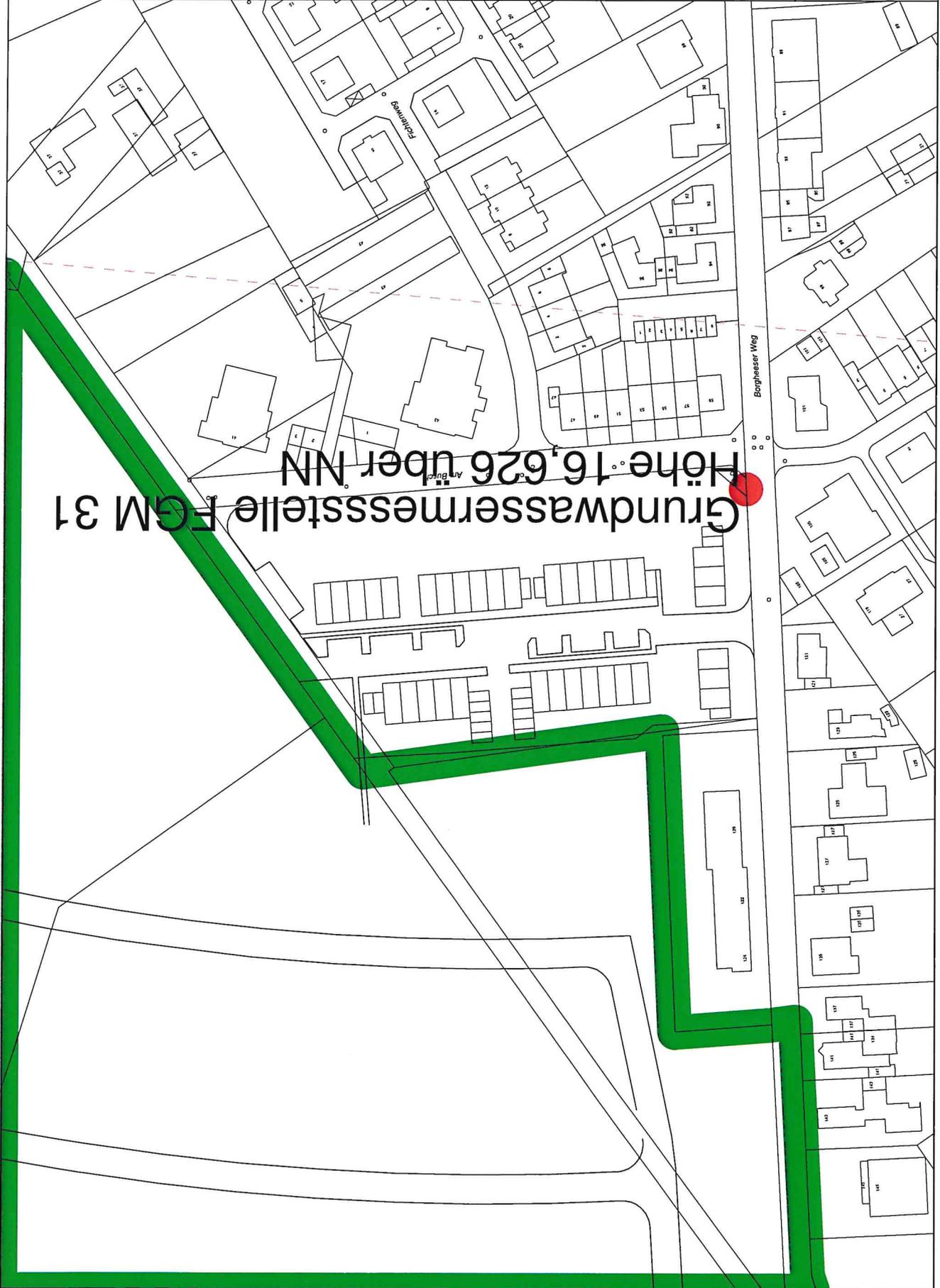
Hinweis:

Bei Tiefbauarbeiten ist die Lage der Leitungen zu prüfen

gedruckt von: TBBENMANN

Datum: 06.07.2018

Emmerich



**Legende**

**A A** = Auffüllung  
**S** = Sand  
**a** = sandig

**IS** = Feinsand  
**IS** = feinsandig  
**U** = Schluff  
**u** = schluffig

**G** = Kies  
**g** = kiesig  
**l** = tonig

**ms** = mittelständig  
**ms** = mittelständig

**Wasserstände**  
 GW angebohrt  
 GW Änderung des WSP  
 GW Ruhezustand  
 SW Sickerwasser

**Beschaffenheit nach DIN 4023**  
 massig  
 weilig  
 weich  
 steif

**Verwitterungsstufen**  
 schwach verwittert  
 mäßig-stark verw.  
 vollständig verw.

- Wz = Wurzelstücke  
 Sch = Schlacke  
 Ss = Schluff  
 Ks = Kalkstein  
 Zg = Ziegelstücke  
 Bn = Bohnenstücke  
 B = Bänder  
 KV = Kernverlust  
 h = Holz  
 q = Quarzflitsch

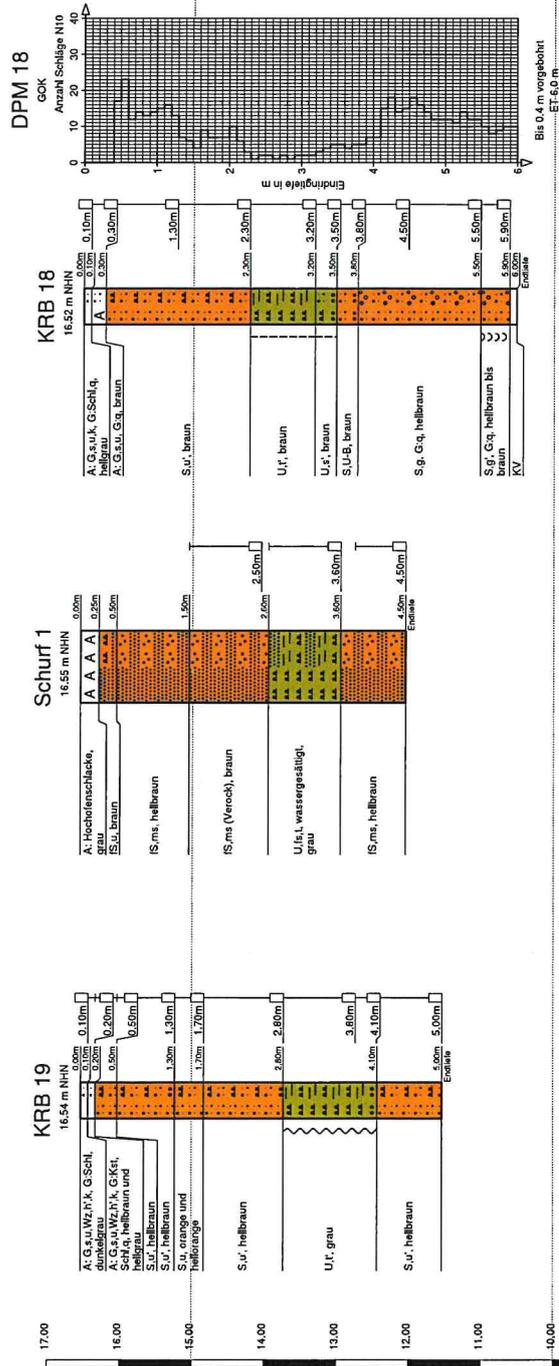
**Schurf (Sch)**  
 Kleinrammbohrung (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1,  
 Bohrinne Durchmesser (Schappen): 80-33 mm  
 Mittelschwere Rammsonde (DPM) in Anlehnung DIN EN ISO 22476-2  
 AC = 10 cm; m = 20 kg; h = 0,5 m

Index	Datum	Änderung

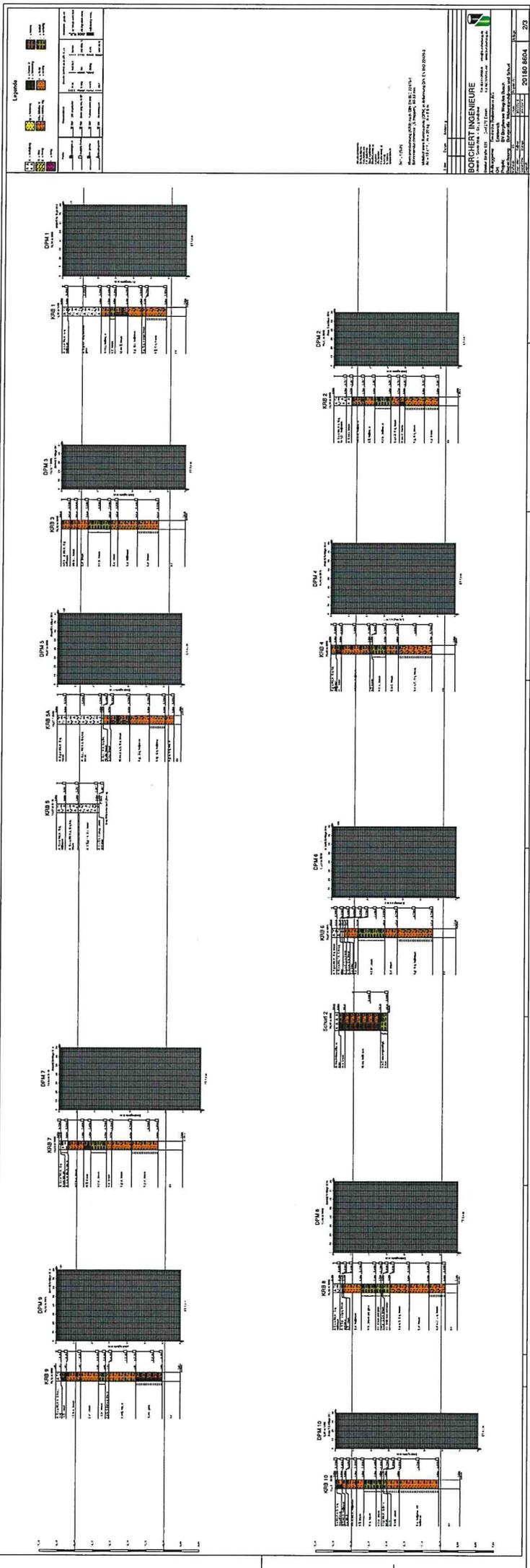


**BORCHERT INGENIEURE**  
 Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor  
 Steeler Straße 529 D-45276 Essen  
 Tel: 0201/43555-0  
 Fax: 0201/43555-43  
 Email: info@borchert-ing.de  
 Web: www.borchert-ing.de

**Auftraggeber:** Deutsche Reihenhäuser AG  
**Ort:** Emmerich  
**Projekt:** BV Borgheuser Weg/Am Busch  
**Bezeichnung:** Bohrprofile, Widerstandslinien und Schurf  
**Maßstab:** 1:50  
**Datum:** 19/08/2018  
**Gezeichnet:** Stange  
**Geprüft:** Stange  
**Projekt-Nr.:** 20180 8604  
**Anlage:** 2/1







**Legende**

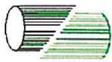
	Beton
	Stahl
	Mauerwerk
	Erde
	Wasser
	Luft
	Fels
	Geröll
	Sand
	Schluff
	Ton

Projekt: ...  
 Blatt: ...  
 Maßstab: ...  
 Datum: ...  
 Zeichner: ...  
 Geprüft: ...  
 Freigegeben: ...

**BORCHERT INGENIEURE**

Ingenieurbüro  
 für Bauwesen  
 und  
 Umweltschutz

20182 8004  
 2/3



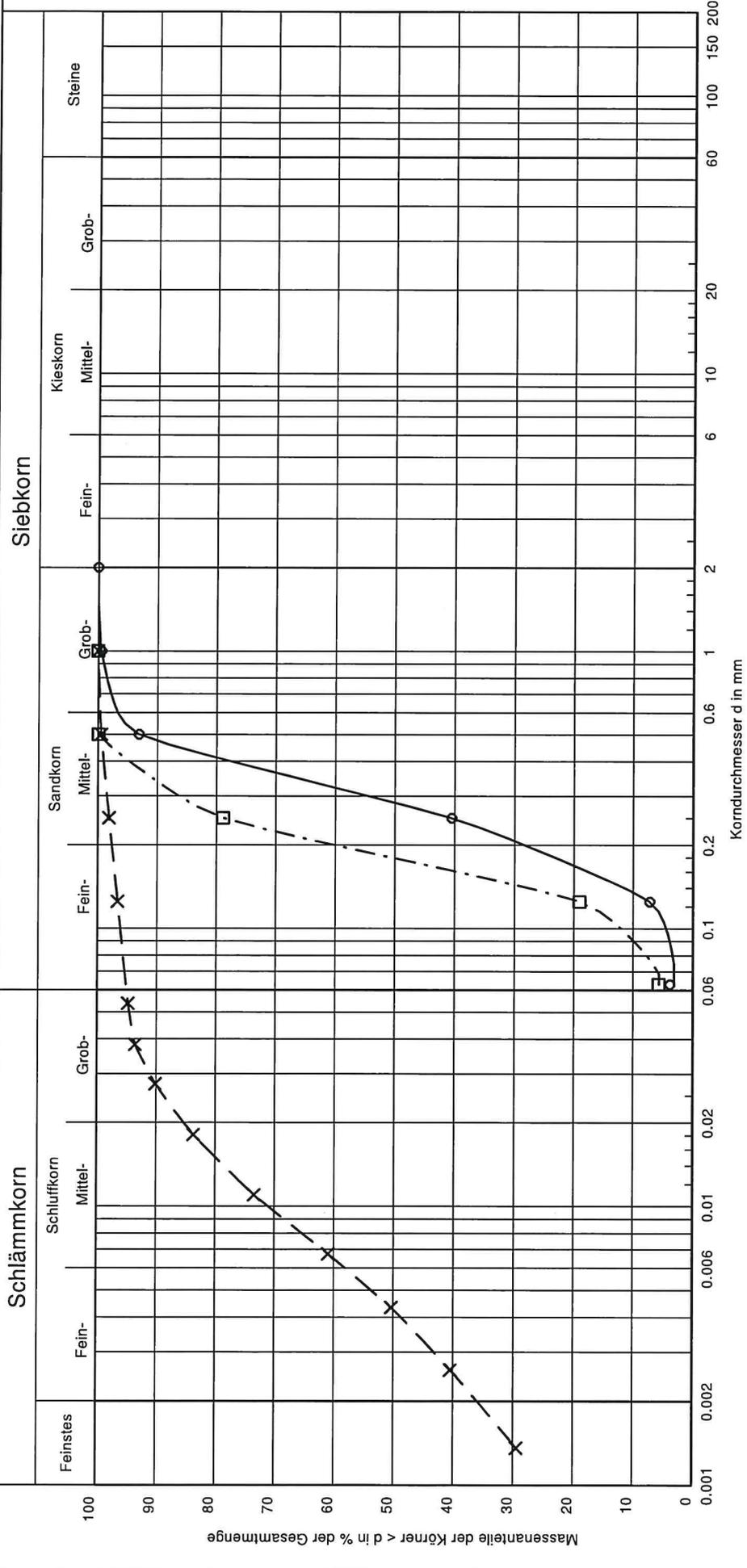
**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**  
 Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor  
 Steeler Str. 529, 45276 Essen  
 fon 0201 / 43555-0 fax 0201 / 43555-43

Bearbeiter: Stutz

Datum: 20.07.2018

Bestimmung der Kornverteilung (DIN EN ISO 17892-4)  
**BV Borgheeser Weg/Am Busch**  
 in Emmerich

Projekt-Nr.: 201808604  
 Entn. am: 11.07.2018  
 durch: Eimers  
 Art der Entnahme: gestört



Labornummer : 201808604/01 Entnahmestelle: SCH 1 Tiefe [m]: 1,5/2,5 Bodentart: mS, fs Wassergehalt [%]: 3,5 U/Cc: 2,4/1,0 k [m/s] (Beyer): 1,8 · 10 <sup>-4</sup> T/U/S/G [%]: - / 3,1/96,9/ - Signatur:	201808604/02 SCH 1 2,6/3,6 U, t 40,9 -/ 36,0/59,2/4,8/ - X - - - X	201808604/04 SCH 1 3,6/4,5 fS, ms, u' 7,0 2,2/1,1 8,2 · 10 <sup>-5</sup> - / 5,6/94,4/ - □ - - - □	Projekt-Nr. 201808604 Anlage
Bemerkungen:			





**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**  
Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor  
Steeler Str. 529 • 45276 Essen  
fon 0201 / 43 555 0 • fax 0201 / 43 555 43  
info@borchert-ing.de • www.borchert-ing.de

Projekt-Nr. 201808604  
Anlage

Bestimmung der **Wasserdurchlässigkeit**  
nach DIN 18.130 – ZY – ES – MZ – 3

Bauvorhaben:	<b>BV Borgheeser Weg/Am Busch in Emmerich</b>		
Labor-Nr.:	<b>01/I</b>	Entnahmestelle:	<b>SCH 1</b>
Tiefe:	<b>1,5/2,5 m</b>	Bodenart:	<b>mS,fs</b>
ausgeführt durch:	<b>Stutz</b>	Datum:	<b>20.07.2018</b>

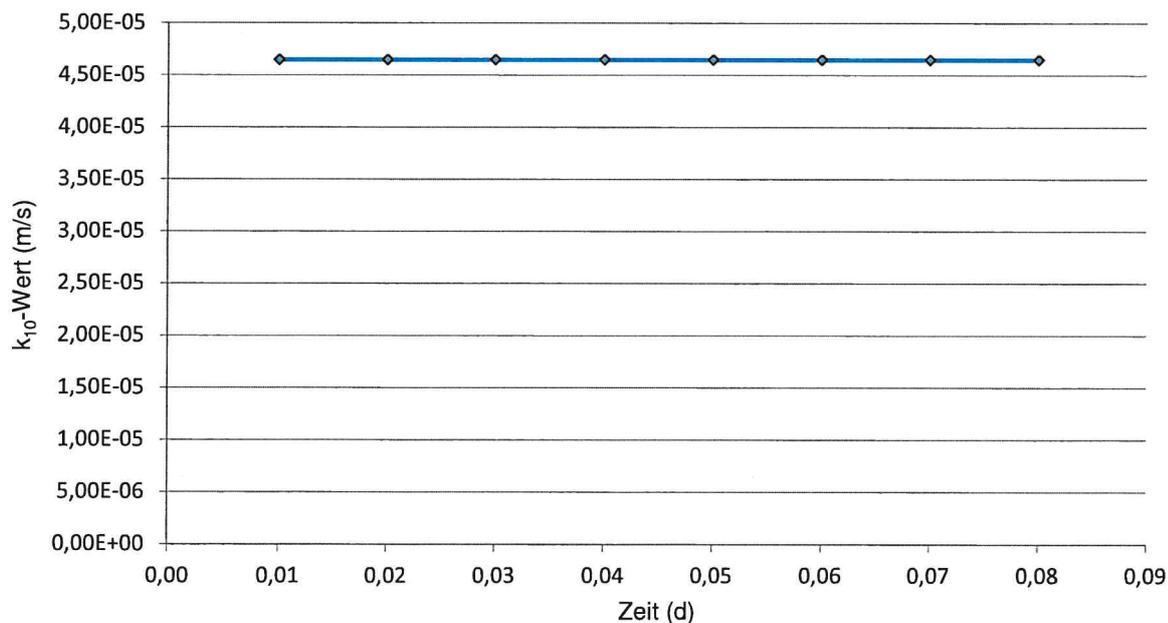
Probekörper

Feuchtmasse	<b>1084,1</b>	g	Korndichte	<b>2,675</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockenmasse	<b>1047,44</b>	g	Wassergehalt vorher	<b>3,5</b>	%
Höhe der Probe	<b>8,14</b>	cm	Wassergehalt nachher	<b>n.b.</b>	%
Volumen der Probe	<b>639,32</b>	cm <sup>3</sup>	Feststoffvolumen	<b>391,57</b>	cm <sup>3</sup>
Feuchtdichte	<b>1,696</b>	g/cm <sup>3</sup>	Proctordichte	<b>n.b.</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockendichte	<b>1,639</b>	g/cm <sup>3</sup>	Verdichtungsgrad	<b>n.b.</b>	%

Messungen

Messung-Nr.	Zeit (d)	T (°C)	Hydr. Gra. (i)	k-Wert	k <sub>10</sub> -Wert
1	<b>0,01</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
2	<b>0,02</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
3	<b>0,03</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
4	<b>0,04</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
5	<b>0,05</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
6	<b>0,06</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
7	<b>0,07</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>
8	<b>0,08</b>	25	10,44	6,78E-05 m/s	<b>4,65E-05 m/s</b>

Diagramm





**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**

Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor  
Steeler Str. 529 • 45276 Essen  
fon 0201 / 43 555 0 • fax 0201 / 43 555 43  
info@borchert-ing.de • www.borchert-ing.de

Projekt-Nr. 201808604  
Anlage

Bestimmung der **Wasserdurchlässigkeit**  
nach DIN 18.130 – ZY – ES – MZ – 3

Bauvorhaben:	<b>BV Borgheeser Weg/Am Busch in Emmerich</b>		
Labor-Nr.:	<b>01/II</b>	Entnahmestelle:	<b>SCH 1</b>
Tiefe:	<b>1,5/2,5 m</b>	Bodenart:	<b>mS,fs</b>
ausgeführt durch:	<b>Stutz</b>	Datum:	<b>20.07.2018</b>

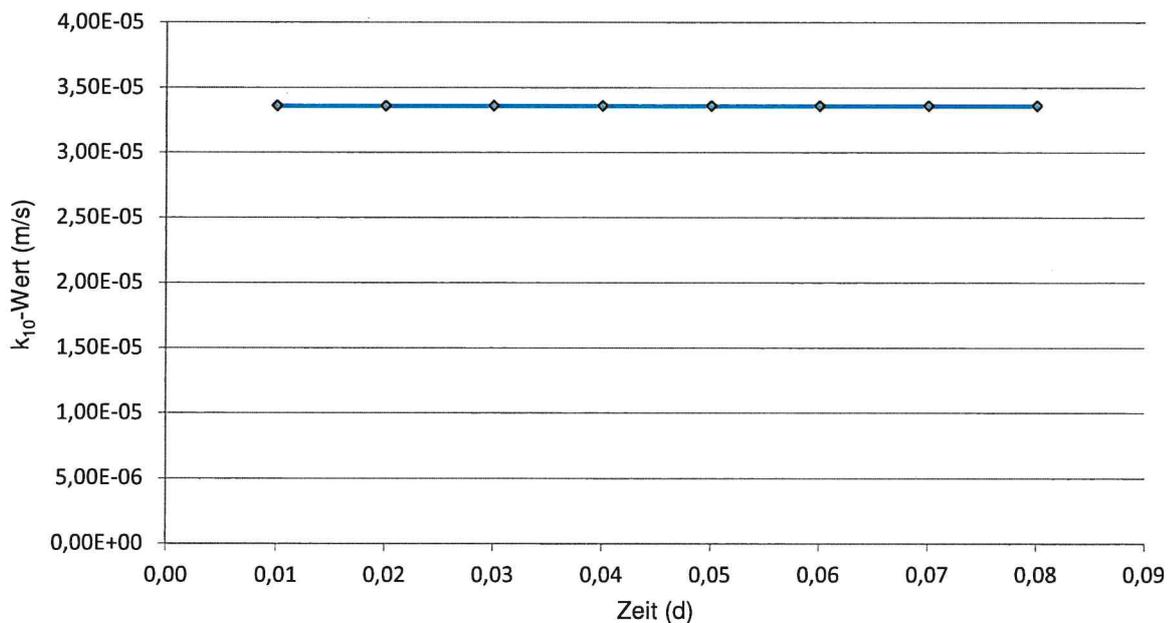
Probekörper

Feuchtmasse	<b>1138,6</b>	g	Korndichte	<b>2,675</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockenmasse	<b>1100,1</b>	g	Wassergehalt vorher	<b>3,5</b>	%
Höhe der Probe	<b>8,49</b>	cm	Wassergehalt nachher	<b>n.b.</b>	%
Volumen der Probe	<b>666,8</b>	cm <sup>3</sup>	Feststoffvolumen	<b>411,25</b>	cm <sup>3</sup>
Feuchtdichte	<b>1,708</b>	g/cm <sup>3</sup>	Proctordichte	<b>n.b.</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockendichte	<b>1,65</b>	g/cm <sup>3</sup>	Verdichtungsgrad	<b>n.b.</b>	%

Messungen

Messung-Nr.	Zeit (d)	T (°C)	Hydr. Gra. (i)	k-Wert	k <sub>10</sub> -Wert
1	<b>0,01</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
2	<b>0,02</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
3	<b>0,03</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
4	<b>0,04</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
5	<b>0,05</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
6	<b>0,06</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
7	<b>0,07</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>
8	<b>0,08</b>	25	10,01	4,89E-05 m/s	<b>3,36E-05 m/s</b>

Diagramm





**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**

Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor  
 Steeler Str. 529 • 45276 Essen  
 fon 0201 / 43 555 0 • fax 0201 / 43 555 43  
 info@borchert-ing.de • www.borchert-ing.de

Projekt-Nr. 201808604  
 Anlage

Bestimmung der **Wasserdurchlässigkeit**  
 nach DIN 18.130 – ZY – ES – MZ – 3

Bauvorhaben:	<b>BV Borgheeser Weg/Am Busch in Emmerich</b>		
Labor-Nr.:	<b>04/I</b>	Entnahmestelle:	<b>SCH 1</b>
Tiefe:	<b>3,6/4,5 m</b>	Bodenart:	<b>fS, ms*, u'</b>
ausgeführt durch:	<b>Stutz</b>	Datum:	<b>20.07.2018</b>

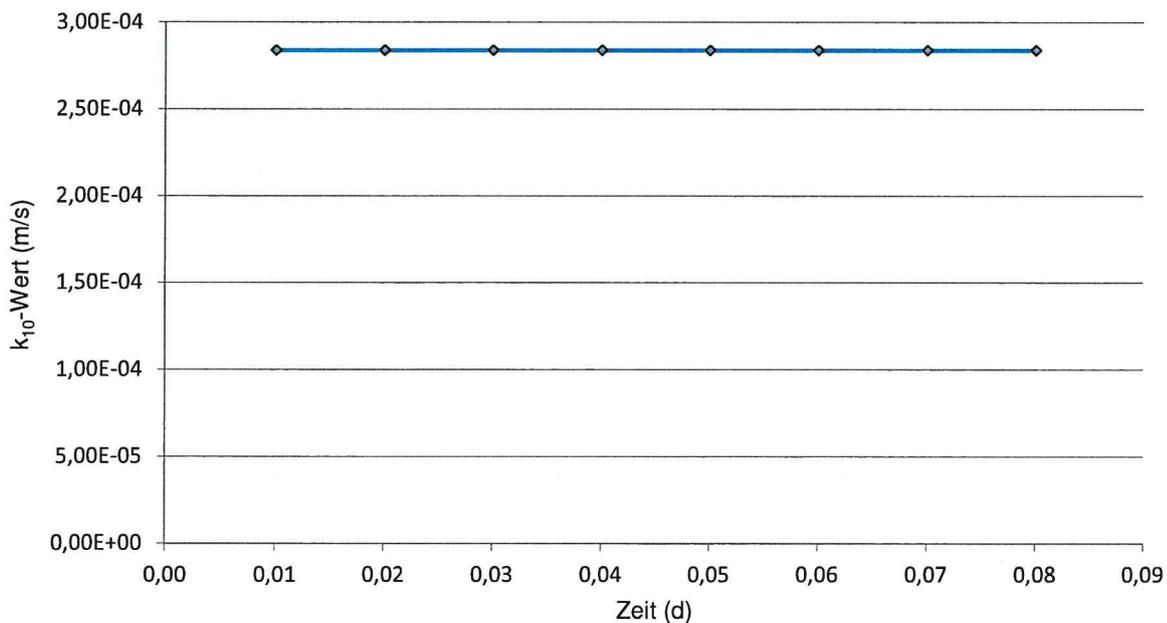
Probekörper

Feuchtmasse	<b>1139</b>	g	Korndichte	<b>2,675</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockenmasse	<b>1064,49</b>	g	Wassergehalt vorher	<b>7</b>	%
Höhe der Probe	<b>8,78</b>	cm	Wassergehalt nachher	<b>n.b.</b>	%
Volumen der Probe	<b>689,58</b>	cm <sup>3</sup>	Feststoffvolumen	<b>397,94</b>	cm <sup>3</sup>
Feuchtdichte	<b>1,652</b>	g/cm <sup>3</sup>	Proctordichte	<b>n.b.</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockendichte	<b>1,544</b>	g/cm <sup>3</sup>	Verdichtungsgrad	<b>n.b.</b>	%

Messungen

Messung-Nr.	Zeit (d)	T (°C)	Hydr. Gra. (i)	k-Wert	k <sub>10</sub> -Wert
1	<b>0,01</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
2	<b>0,02</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
3	<b>0,03</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
4	<b>0,04</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
5	<b>0,05</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
6	<b>0,06</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
7	<b>0,07</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>
8	<b>0,08</b>	25	10,25	4,14E-04 m/s	<b>2,84E-04 m/s</b>

Diagramm





**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**  
Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor  
Steeler Str. 529 • 45276 Essen  
fon 0201 / 43 555 0 • fax 0201 / 43 555 43  
info@borchert-ing.de • www.borchert-ing.de

Projekt-Nr. 201808604  
Anlage

Bestimmung der **Wasserdurchlässigkeit**  
nach DIN 18.130 – ZY – ES – MZ – 3

Bauvorhaben:	<b>BV Borgheeser Weg/Am Busch in Emmerich</b>		
Labor-Nr.:	<b>04/II</b>	Entnahmestelle:	<b>SCH 1</b>
Tiefe:	<b>3,6/4,5 m</b>	Bodenart:	<b>fS, ms*, u'</b>
ausgeführt durch:	<b>Stutz</b>	Datum:	<b>20.07.2018</b>

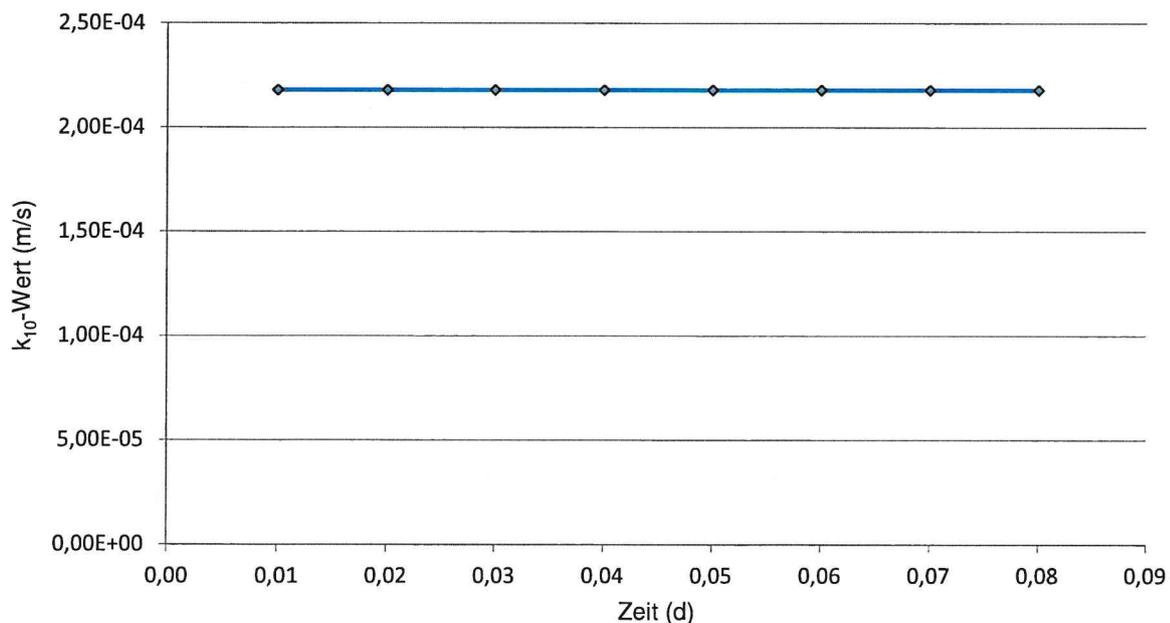
Probekörper

Feuchtmasse	<b>1242,8</b>	g	Korndichte	<b>2,675</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockenmasse	<b>1161,5</b>	g	Wassergehalt vorher	<b>7</b>	%
Höhe der Probe	<b>9,6</b>	cm	Wassergehalt nachher	<b>n.b.</b>	%
Volumen der Probe	<b>753,98</b>	cm <sup>3</sup>	Feststoffvolumen	<b>434,21</b>	cm <sup>3</sup>
Feuchtdichte	<b>1,648</b>	g/cm <sup>3</sup>	Proctordichte	<b>n.b.</b>	g/cm <sup>3</sup>
Trockendichte	<b>1,54</b>	g/cm <sup>3</sup>	Verdichtungsgrad	<b>n.b.</b>	%

Messungen

Messung-Nr.	Zeit (d)	T (°C)	Hydr. Gra. (i)	k-Wert	k <sub>10</sub> -Wert
1	<b>0,01</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
2	<b>0,02</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
3	<b>0,03</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
4	<b>0,04</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
5	<b>0,05</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
6	<b>0,06</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
7	<b>0,07</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>
8	<b>0,08</b>	25	10,00	3,18E-04 m/s	<b>2,18E-04 m/s</b>

Diagramm





**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**  
Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor

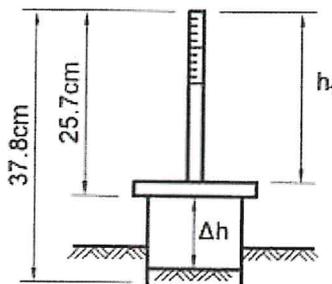
Ort: <b>Emmerich</b>	Projekt: <b>201808604</b>
Bohrung/Prüfstelle: <b>Schurf 1</b>	Datum: <b>11.07.2018</b>
Ansatzhöhe: - 2,8 m unter GOK	Ausgeführt: <b>Eimers</b>

## Versickerungsversuch

in Anlehnung an den DIN E 18.130-2

**im oberflächennahen Bereich, geringe Durchlässigkeit (Inv.-Nr. 605A)**

**Schurf 1:**  
**Material: Auelehm**



fallende WS  
cm = Q cm<sup>3</sup> Wasser    Mittlerer WS (h<sub>1</sub>)

1. Teilstrich	= 0,88	= 1,77	= 25,26
2. Teilstrich	= 1,77	= 3,54	= 24,82
3. Teilstrich	= 2,64	= 5,31	= 24,38
4. Teilstrich	= 3,52	= 7,08	= 23,94
5. Teilstrich	= 4,40	= 8,85	= 23,50
10. Teilstrich	= 8,80	= 17,70	= 21,30

$$\Delta h = 8,9 \text{ cm}$$

$$k = \frac{Q}{(5,5 \cdot 4,8 \cdot h \cdot t \cdot 100)}$$

$$(h = h_1 + \Delta h)$$

Mes- sung-Nr. (-)	Wassermenge (Q) (cm <sup>3</sup> )	Zeit [t] (min/s)    (s)		Druckhöhe (h) (cm)	k <sub>f</sub> -Wert (m/s)
1	1,77		>1800		< 1,0 x 10 <sup>-8</sup> m/s
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Bemerkungen:



**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**  
Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor

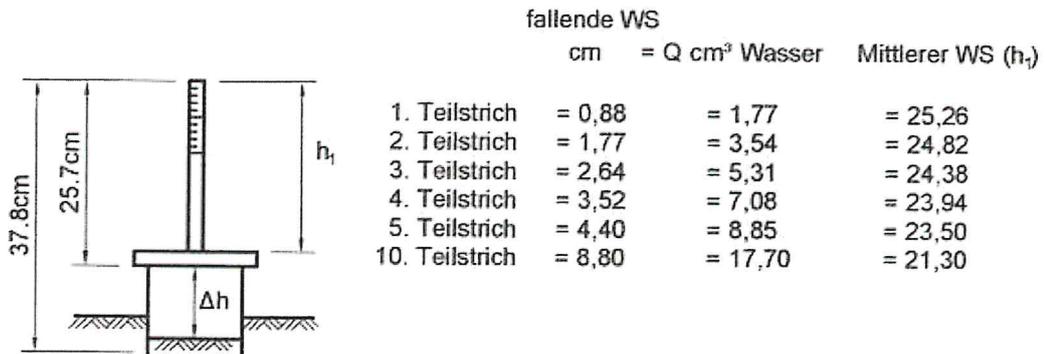
Ort: <b>Emmerich</b>	Projekt: <b>201808604</b>
Bohrung/Prüfstelle: <b>Schurf 2</b>	Datum: <b>11.07.2018</b>
Ansatzhöhe: - 2,8 m unter GOK	Ausgeführt: <b>Eimers</b>

## Versickerungsversuch

in Anlehnung an den DIN E 18.130-2

**im oberflächennahen Bereich, geringe Durchlässigkeit (Inv.-Nr. 605A)**

**Schurf 2:**  
**Material: Auelehm**



$$\Delta h = 9,4 \text{ cm}$$

$$k = \frac{Q}{(5,5 \cdot 4,8 \cdot h \cdot t \cdot 100)}$$

$$(h = h_1 + \Delta h)$$

Mes- sung-Nr. (-)	Wassermenge (Q) (cm <sup>3</sup> )	Zeit [t]		Druckhöhe (h) (cm)	k <sub>f</sub> -Wert (m/s)
		(min/s)	(s)		
1	1,77		>1800		< 1,0 x 10 <sup>-8</sup> m/s
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Bemerkungen:



**BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co.KG**  
Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor

Ort:  
**Emmerich**

Projekt:  
**201808604**

Bohrung:  
**KRB 19**

Datum:  
**14.08.2018**

Ansatzhöhe:  
- 4,4 m

Ausgeführt:  
**Eimers/Strehl**

## Versickerungsversuch

mit näherungsweise konstanter Druckhöhe [h]

EARTH MANUAL „open-end-test“ für **mittlere bis hohe Durchlässigkeit (Inv.-Nr. 602)**

GW-Spiegel vor Versuchsbeginn (m u GOF)		(m u POK)	
Versickerung <b>oberhalb</b> GW-Spiegel		Versickerung <b>unterhalb</b> GW-Spiegel	
Gesamtlänge der Verrohrung		Gesamtlänge der Verrohrung	
OK Messzylinder bis UK Rohr [h]	4,98 (cm)	OK Messzylinder bis UK Rohr [h']	(cm)
Verrohrung über GOF	58 (cm)	Verrohrung über GOF	(cm)
Ausgetriebenes Spitzenmaß[c]	10 (cm)	Ausgetriebenes Spitzenmaß[c]	(cm)
Versickerungshorizont	4,4 (m u GOF)	Versickerungshorizont	(m u GOF)
Bodenart		Bodenart	

<p style="text-align: center;">Prinzipskizze</p> <p style="text-align: center;">bitte ankreuzen <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">Messzylinder <b>dünn</b> (A= 6,16 cm<sup>2</sup>)</p> <p>kleine Skalierung <b>3,39 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p>große Skalierung <b>5,54 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p style="text-align: center;">Messzylinder <b>dick</b> (A=95,03 cm<sup>2</sup>)</p> <p>kleine Skalierung <b>47,52 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p>mittlere Skalierung <b>95,03 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p>große Skalierung <b>475,16 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p>
<p style="text-align: center;">Prinzipskizze</p> <p style="text-align: center;">bitte ankreuzen <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">Messzylinder <b>dünn</b> (A= 6,16 cm<sup>2</sup>)</p> <p>kleine Skalierung <b>3,39 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p>große Skalierung <b>5,54 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p style="text-align: center;">Messzylinder <b>dick</b> (A=95,03 cm<sup>2</sup>)</p> <p>kleine Skalierung <b>47,52 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p>mittlere Skalierung <b>95,03 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p> <p>große Skalierung <b>475,16 cm<sup>3</sup></b> pro Teilung</p>

Mes- sung-Nr. (-)	Wassermenge [Q] (cm <sup>3</sup> )	Zeit [t]		Durchlässigkeitsbeiwert [k] (m/s)	Auswertung
		(min/s)	(s)		
1	475,16		13	$k = Q / (5,5 \cdot r \cdot h / h' \cdot t \cdot 100)$ in (m/s) k = Durchlässigkeitsbeiwert m/s Q = Wassermenge (cm <sup>3</sup> ) in verflossener Zeit (s) r = 1,5 cm h = Gesamtlänge Verrohrung OK Messzylinder bis UK Rohr (cm) h' = Gesamtlänge Verrohrung OK Messzylinder bis OK GW-Spiegel (cm)	
2	475,16		14		
3	475,16		16		
4	475,16		17		
5	475,16		17		
6	475,16		18		
7	475,16		18		
8	475,16		18		
9	475,16		18		
10	475,16		18		
11				<b>6,43 x 10<sup>-5</sup> m/s</b>	
12					
13					
14					
15					

**!! Achtung !!**  
bei bindigen Böden  
 $r = \sqrt{4 \cdot c}$

Bemerkungen: