

Erweiterung des Gewerbegebietes Kaarster Kreuz - Entwicklungsstufen 1 und 2

Baugrunduntersuchung und hydrogeologisches Gutachten

Auftraggeber:

Stadt Kaarst

Bereich 61 – Stadtentwicklung, Planung, Bauordnung
Am Neumarkt 2
41564 Kaarst

Ansprechpartner:

Herr Lasse Friedel

Auftragnehmer:

HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE

Sigmundstraße 10-12
52070 Aachen

Bearbeiter:

Dipl. Geol. Peter Mondry
B. Sc. Alexander Seite

Projekt-Nr.:

17038

Aachen, 09.08.2017

Inhalt:

	Seite
1. Veranlassung	3
2. Standortbeschreibung – Lage, Geologie, Hydrologie	3
3. Baugrunderkundung	3
4. Baugrundbeurteilung / Bodenkennwerte	5
5. Erdbebenzone	7
6. Hinweise für die Bauausführung	8

Anlage 1: Lageplan

Anlage 2: Bohr- und Rammprofile

Anlage 3: Ergebnisse der Siebanalysen

Anlage 4: Auswertung der Versickerungsversuche

1. Veranlassung

Die Stadt Kaarst plant die Erweiterung des Gewerbegebietes Kaarster Kreuz in Kaarst in zwei Entwicklungsstufen auf der Gemarkung Büttgen, Flur 12, Flurstücke 12 bis 24, 52 bis 58, 60 bis 64, 106, 107, 110, 386, 387, 513, 520, 523, 526, 527, 575 und 576 in 51564 Kaarst-Holzbüttgen.

HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE wurden beauftragt, für die geplanten Entwicklungsstufen 1 und 2 eine Baugrunduntersuchung sowie Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes durchzuführen. Die Ergebnisse werden im vorliegenden Gutachten dargestellt.

2. Standortbeschreibung – Lage, Geologie, Hydrologie

Die geplanten Erweiterungsflächen des Gewerbegebietes Kaarster Kreuz befinden sich im Südosten des Kaarster Stadtteils Holzbüttgen zwischen der „Siemensstrasse“ im Norden und „Auf dem Berg“ im Süden. Die betreffenden Flurstücke liegen allesamt als landwirtschaftliche Nutzflächen vor. Eigentümer der o.g. Flurstücke ist die Stadt Kaarst, die die Flurstücke derzeit verpachtet hat.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich geologisch im Bereich der quartären Ältere Niederterrasse (Krefelder Terrasse) und der Unteren Mittelterrasse des Rheins. Die abgelagerten Terrassensedimente, bestehend aus Kiesen und Sanden, weisen eine hohe Durchlässigkeit auf und können bis zu 25 m mächtig sein. Überlagert werden diese Schichten von wenigen Metern mächtigen Tallehmen und Lösslehen mit einer geringen Durchlässigkeit.

Die Ältere Niederterrasse bildet den sehr ergiebigen Grundwasserleiter im geplanten Erschließungsgebiet. Grundwasser ist nach Kartenangaben (Hydrologische Karte von NRW, Blatt 4705 Willich) in einer Tiefe von ca. 5-7 m u. GOK zu erwarten.

3. Baugrunderkundung

Am 27.07.2017 wurden im Bereich der geplanten Erweiterungsflächen insgesamt 8 Rammkernbohrungen (RKB 1 – RKB 8) und 8 schwere Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 8) zur Erkundung des Baugrundes durchgeführt. Die Aufschlüsse wurden bis in eine Tiefe von 5,0 m abgeteuft. Die Sondierungen sind allesamt als Doppelaufschlüsse bestehend aus einer RKB und einer davon ca. 0,5 m entfernten DPH angelegt worden. Im Anschluss sind die acht Sondierungspunkte auf Lage und Höhe eingemessen worden. Als Bezugspunkt wurde ein Kanaldeckel im Kreuzungsbereich Siemensstrasse / August-Thyssen-Strasse gewählt.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die Bohr- und Rammprofile der durchgeführten Untersuchungen sind in Anlage 2 enthalten.

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden wurden im Bohrloch der RKB 1, RKB 4 und RKB 5 jeweils ein Versickerungsversuch (VV) durchgeführt sowie anhand von Bodenproben aus den Rammkernbohrungen Korngrößenverteilungskurven erstellt. Die Laborprotokolle zur Bestimmung der Korngrößenverteilung sowie die Auswertungen der Versickerungsversuche sind in Anlage 3 bzw. Anlage 4 beigelegt.

Bei den Untersuchungen wurde das folgende Schichtenprofil erbohrt:

Oberboden (Homogenbereich 1):

In den durchgeführten Rammkernbohrungen (RKB 1 – RKB 8) wurde oberflächlich ein feinsandiger Schluff mit dunkelbrauner Farbe aufgeschlossen. Es handelt sich um Ackerboden mit einer Mächtigkeit von 0,30 – 0,60 m. Der angetroffene Oberboden war ohne sensorische Auffälligkeiten.

Tallehm/Lösslehm (Homogenbereich 2):

Unter den Ackerböden folgt der natürlich anstehende Boden in Form einer Lössschicht. Der Löss setzt sich aus feinsandigen Schluffen und schluffigen Feinsanden zusammen. Diese Schicht reicht bis in eine Tiefe zwischen 0,70 m u. GOK (RKB/DPH 1) und 0,90 m u. GOK (RKB/DPH 4). Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen eine steife bis halbfeste Konsistenz dieser Bodenschicht an.

Kiese und Sande der Älteren Niederterrasse (Homogenbereich 3):

Unter der Lösslehmschicht stehen die kiesigen und sandigen Sedimente der Älteren Niederterrasse an. Die grobkörnigen, hellgrau bis hellbraun gefärbten Böden weisen einen Lagenbau auf und wurden im erdfeuchten Zustand aufgeschlossen. Die schweren Rammsondierungen in RKB 1, RKB 2, RKB 3, RKB 4, RKB 6 und RKB 7 wurden bis in eine Tiefe von 3,0 m u. GOK durchgeführt und zeigen im Ergebnis eine dichte Lagerung der Terrassensedimente an. In RKB 5 und RKB 8 konnten die schweren Rammsondierungen bis eine Tiefe von 5,0 m u. GOK abgeteuft werden. In RKB 5 zeigen die Ergebnisse der DPH zwar geringere Schlagzahlen als in den anderen RKB, liegen aber dennoch im Bereich einer sehr dichten Lagerung. In RKB 8 schwanken die Schlagzahlen zwischen einer mitteldichten und einer dichten Lagerung.

Grundwasser oder Schichtenwasser wurden im Rahmen der Bohrarbeiten nicht angetroffen.

4. Baugrundbeurteilung / Bodenkennwerte

Die charakteristischen Eigenschaften der im Untersuchungsgebiet angetroffenen Böden können wie folgt in Homogenbereiche zusammengefasst werden.

Homogenbereich 1 (Oberboden/Ackerboden):

Im Bereich der oberen 0,60 m wurde ein Oberboden/Ackerboden aus feinsandigen Schluffen angetroffen. Der Oberboden ist für die Baugrundbeurteilung nicht relevant.

Homogenbereich 2 (Lösslehm):

Im Bereich von 0,30 bis 0,90 m u. GOK wurde der natürlich anstehende Boden in Form eines Lösslehmes angetroffen.

Lösslehm	0,30 bis 0,90 m
Wichte	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi' = 27,5^\circ$
Kohäsion	$c_u = 2 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 8\text{-}12 \text{ MN/m}^2$
wieder einbaubar	nein
Konsistenz	steif
Konsistenzzahl	$I_c = 0,75 - 1,0$
Bodenklasse DIN 18300 ₂₀₁₂	3-4
Bodenklasse DIN 18301	-
Frostempfindlichkeitsklasse	F2 bis F3

Homogenbereich 3 (Terrassensedimente):

Ab einer Tiefe von 0,80 m u. GOK stehen im Untersuchungsgebiet die Sedimente der Älteren Niederterrasse an.

Terrassensedimente	unterh. 0,80 m
Wichte	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi' = 35^\circ$
Steifemodul	$E_s = 50\text{-}80 \text{ MN/m}^2$
wieder einbaubar	ja
Lagerung	mitteldicht bis dicht
Lagerungsdichte	0,60
Bodenklasse DIN 18300 ₂₀₁₂	4
Bodenklasse DIN 18301	BN1
Frostempfindlichkeitsklasse	F1 bis F2

Die angetroffenen Bodenschichten sind grundsätzlich für eine konventionelle Gründung von Gebäuden geeignet. Für den Fall, dass im Untersuchungsgebiet Gebäude oder Hallen mit großen Lasten gegründet werden, sollte ein detailliertes Baugrundgutachten mit Bezug zu auftretenden Bodensetzungen beauftragt werden.

In Abhängigkeit von der Gründungstiefe liegt der Sohlwiderstand (DIN 1054-2012) in einem Bereich von $\sigma_{r,d} = 300 \text{ kN/m}^2$ bis 600 kN/m^2 .

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f wurden aus den entnommenen Bodenproben der einzelnen RKB für das Untersuchungsgebiet drei repräsentative Mischproben erstellt und an diesen Korngrößenverteilungen durch Siebanalysen durchgeführt. In der Mischprobe 1 wurden die Bodenproben der RKB 1 und RKB 3 zusammengefasst. Die Mischprobe 2 beinhaltet die Proben aus den RKB 6 und 7. Die Mischprobe 3 besteht aus den Bodenproben der RKB 2, 4 und 8. Für die drei Mischproben wurden k_f -Werte zwischen $3,75 \cdot 10^{-4} - 4,95 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ermittelt. Die Ergebnisse der Siebanalysen sind der Anlage 3 zu entnehmen. Zudem wurden jeweils ein Versickerungsversuch in RKB 1, 4 und 5 im offenen Bohrloch durchgeführt.

In den Versickerungsversuchen wurden folgende Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) ermittelt:

VV 1 (RKB 1): $k_f \geq 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

VV 2 (RKB 4): $k_f = 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

VV 3 (RKB 5): $k_f \geq 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche liefern k_f -Werte die für die anstehenden Terrassensedimente vor dem Hintergrund von Erfahrungswerten und der hydrologischen Karte NRW, Blatt 4705 Willich eher gering ausfallen. Vermutlich sind die Bohrlochwandungen beim Abteufen der RKB verdichtet worden, so dass die Durchlässigkeit verschlechtert worden ist.

Die Grundlage zur Beurteilung der Flächen zur Versickerung von Niederschlagswasser bilden die Anforderungen und Berechnungsverfahren, die von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA, vormals ATV-DVWK) in ihren Regelwerken und Arbeitsberichten aufgeführt werden. Weiterhin wird der vom MURL (jetzt Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW; MKULNV) herausgegebene Runderlass zur "Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes (LWG NRW)" berücksichtigt.

Der Untergrund sollte nach Empfehlungen der ATV-DVWK einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen $5 \cdot 10^{-6}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ m/s besitzen. Nach dem Runderlass des MURL *"kann bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\leq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s keine Versickerung im Sinne des § 51a des Landeswassergesetzes gefordert werden. Der Abwasserbeseitigungspflichtige kann jedoch freiwillig auch bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\leq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s Versickerungsanlagen errichten, die entsprechend groß dimensioniert werden müssen"*.

Aus den ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten (Versickerungsversuche und Korngrößenanalysen) wird der Mittelwert gebildet, welcher für die Versickerung von Niederschlagswässern als Berechnungsgrundlage verwendet werden kann. Es ergibt sich ein k_f -Wert von **$2,3 \cdot 10^{-4}$ m/s**.

Der Mittelwert der Durchlässigkeitsbeiwerte von **$k_f = 2,3 \cdot 10^{-4}$ m/s** liegt in der o.g. empfohlenen Größenordnung und erscheint vor dem Hintergrund von Erfahrungswerten für die anstehenden Böden als plausibel. Eine Versickerung von unbelasteten Niederschlagswässern ist somit im Untersuchungsgebiet unterhalb der Lösslehmschichten grundsätzlich möglich.

5. Erdbebenzone

Das geplante Erschließungsgebiet liegt in der

Erdbebenzone 1, Untergrundklasse T, Baugrundklasse C.

(Quelle: Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen, herausgegeben vom Geologischen Dienst NRW, 2006)

6. Hinweise für die Bauausführung

Für das Untersuchungsgebiet Kaarster Kreuz stehen mit den Sedimenten der Älteren Niederterrasse und der Unteren Mittelterrasse des Rheins ein tragfähiger Untergrund für Bauwerkslasten aus gewerblichen Betriebsgebäuden, sowie Ein- und Mehrfamilienhäusern an. Für Bauwerke mit deutlich erhöhten Lasten (z.B. Hochregallager) wird eine weitergehende Baugrunduntersuchung des Untergrundes erforderlich. Baugründungen von kleineren Gebäuden auf Stahlbetonplatten sollten je nach Gründungsebene ggf. mit dem Einbau eines Bodenaustauschpolsters ausgeführt werden.

Die Versickerung von unbelasteten Niederschlagswässern ist im geplanten Erschließungsgebiet grundsätzlich möglich. Die Niederschlagswässer können über Mulden-Rigolen-Systemen im Horizont der Terrassensedimente versickert werden. Bei den Ausschachtarbeiten für eine Versickerungsanlage soll der k_f -Wert vor Ort überprüft werden. Grundsätzlich ist ein Mindestabstand zur Grundwasseroberfläche von 1 m einzuhalten.

Dipl.-Ing. Peter Mondry

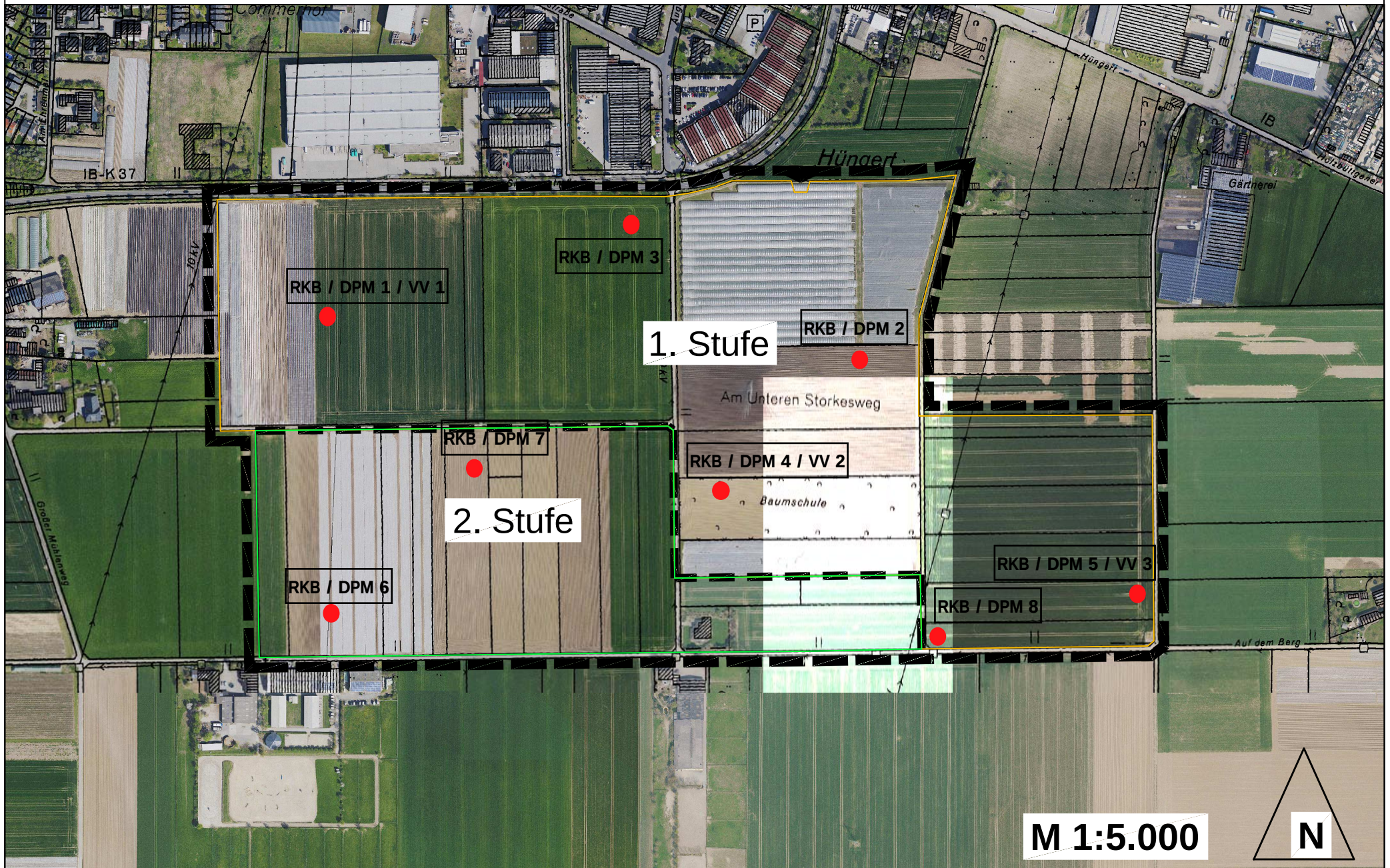
B.Sc. Alexander Seite

Anlage 1

Lageplan

Maßstab 1:5.000

ERWEITERUNG DES GEWERBEGEBIETES KAARSTER KREUZ, STUFENKONZEPT



Anlage 2

Bohr- und Rammprofile

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

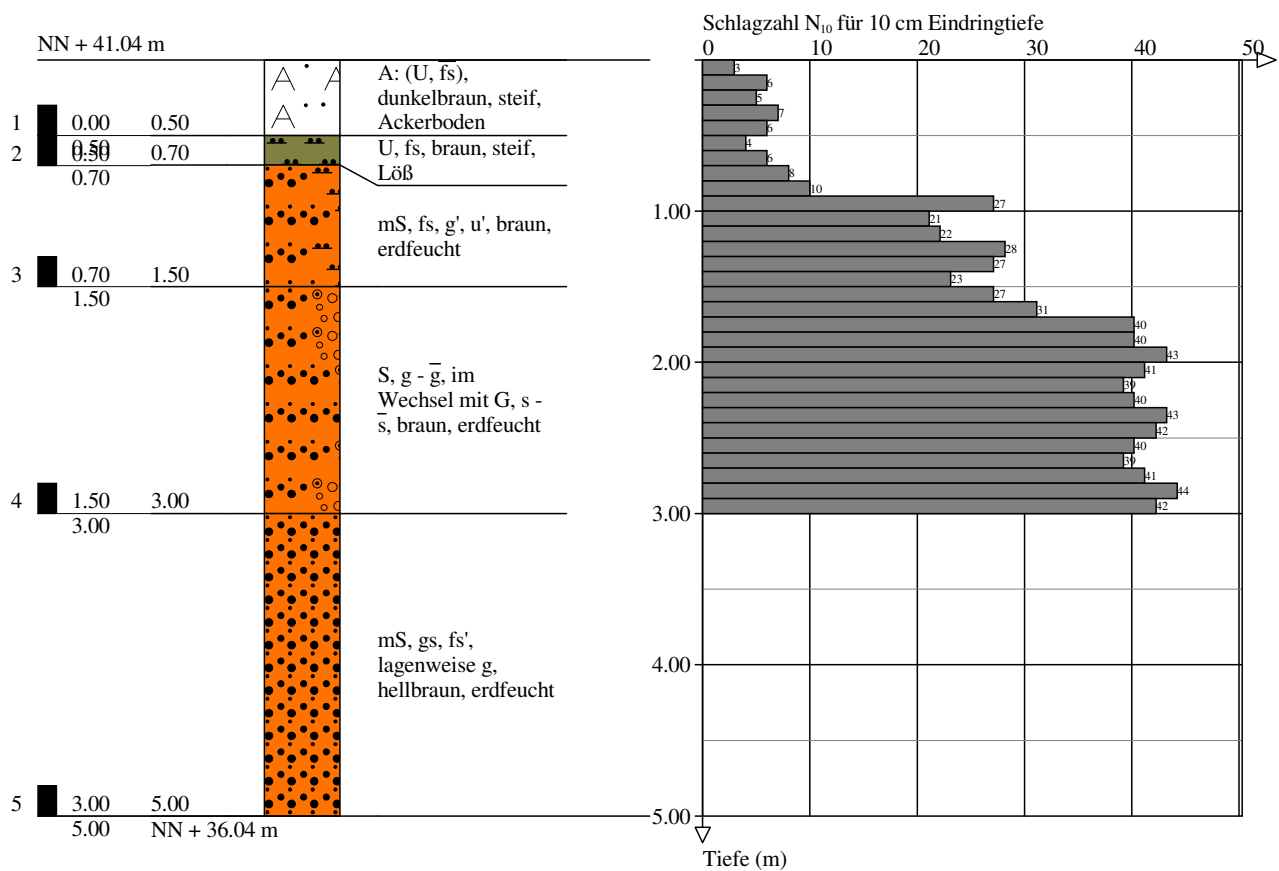
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 1

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 1



Höhenmaßstab 1:50

Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2543991
H.-Wert 5675127

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, Ac = 15 cm², m = 50 kg, h = 0,5 m, N10 = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Durchführung eines Versickerungsversuch in einer Tiefe von 4,0-5,0m unter GOF (Auswertung siehe Versuchsprotokoll)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 28.07.2017

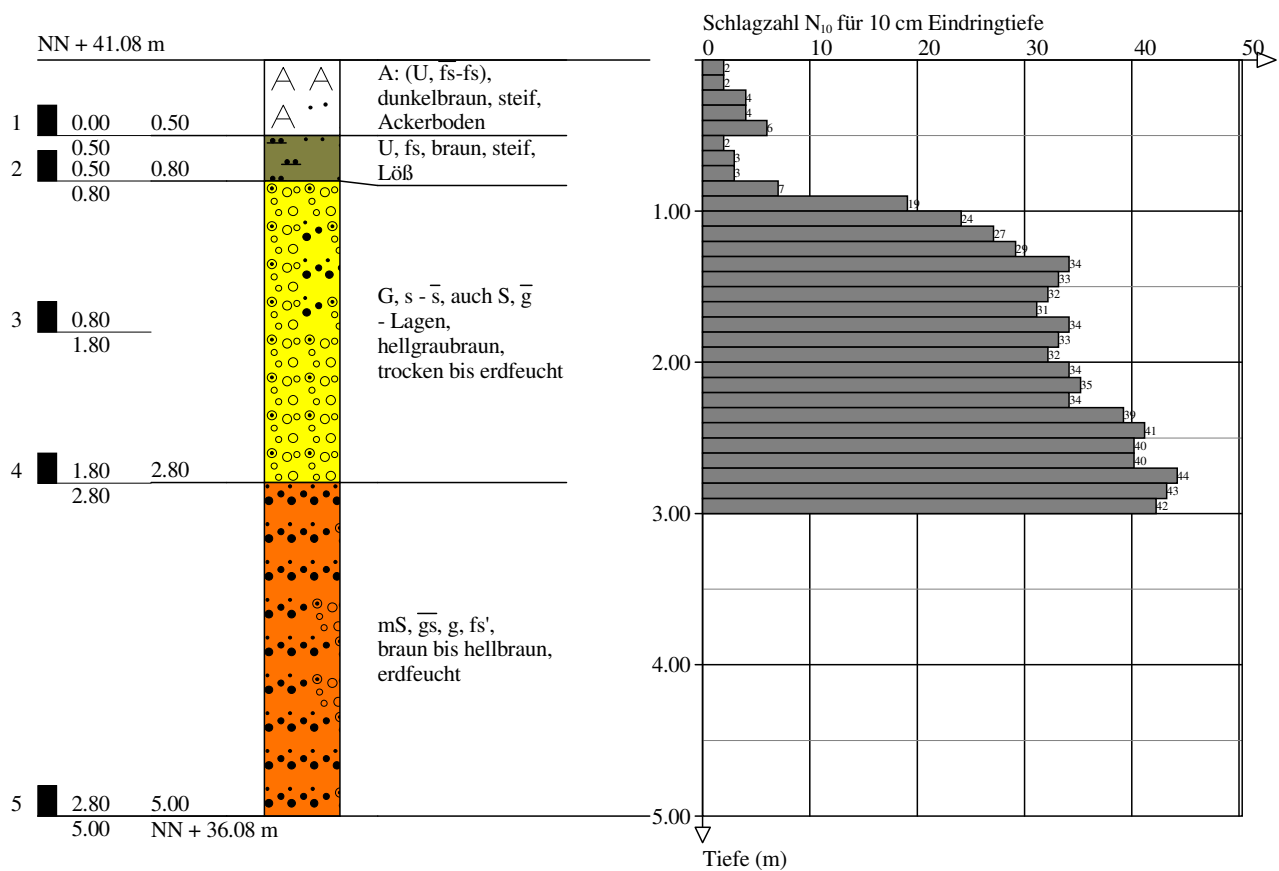
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 2

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 2



Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544560
H.-Wert 5675214

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, $A_c = 15 \text{ cm}^2$, $m = 50 \text{ kg}$, $h = 0,5 \text{ m}$, N_{10} = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

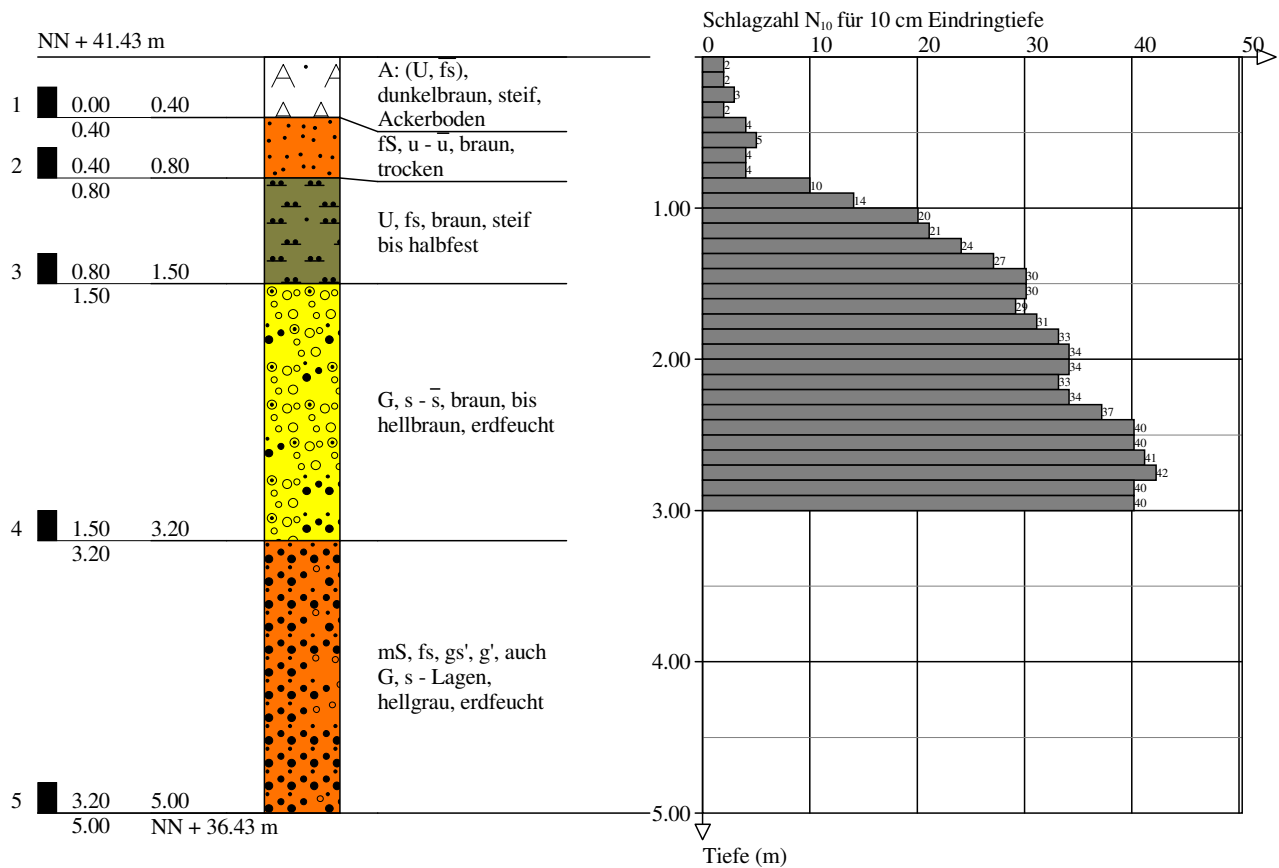
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 3

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 3



Höhenmaßstab 1:50

Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544303
H.-Wert 5675333

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, Ac = 15 cm², m = 50 kg, h = 0,5 m, N10 = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

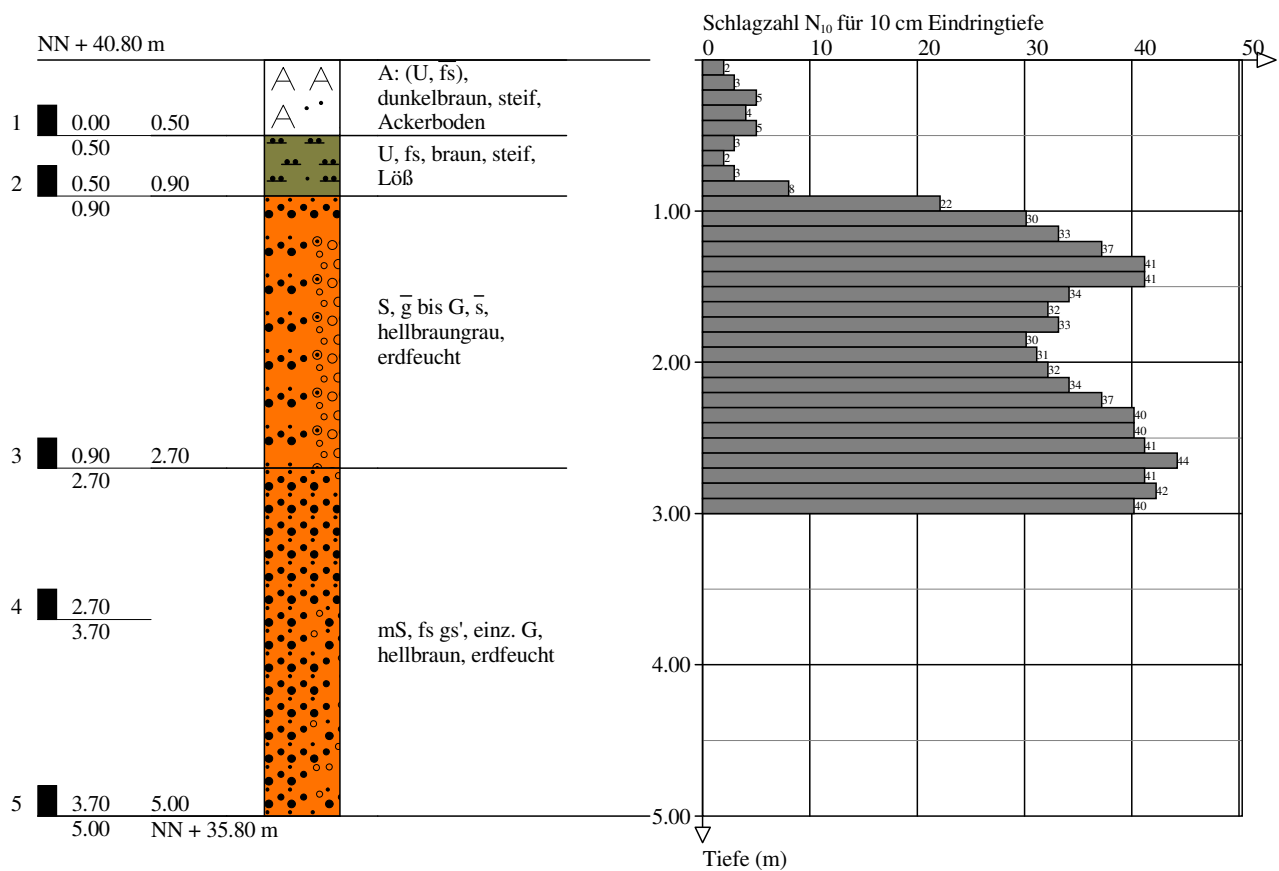
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 4

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 4



Höhenmaßstab 1:50

Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544350
H.-Wert 5675068

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, Ac = 15 cm², m = 50 kg, h = 0,5 m, N10 = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Durchführung eines Versickerungsversuch in einer Tiefe von 2,5-3,0m unter GOF (Auswertung siehe Versuchsprotokoll)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

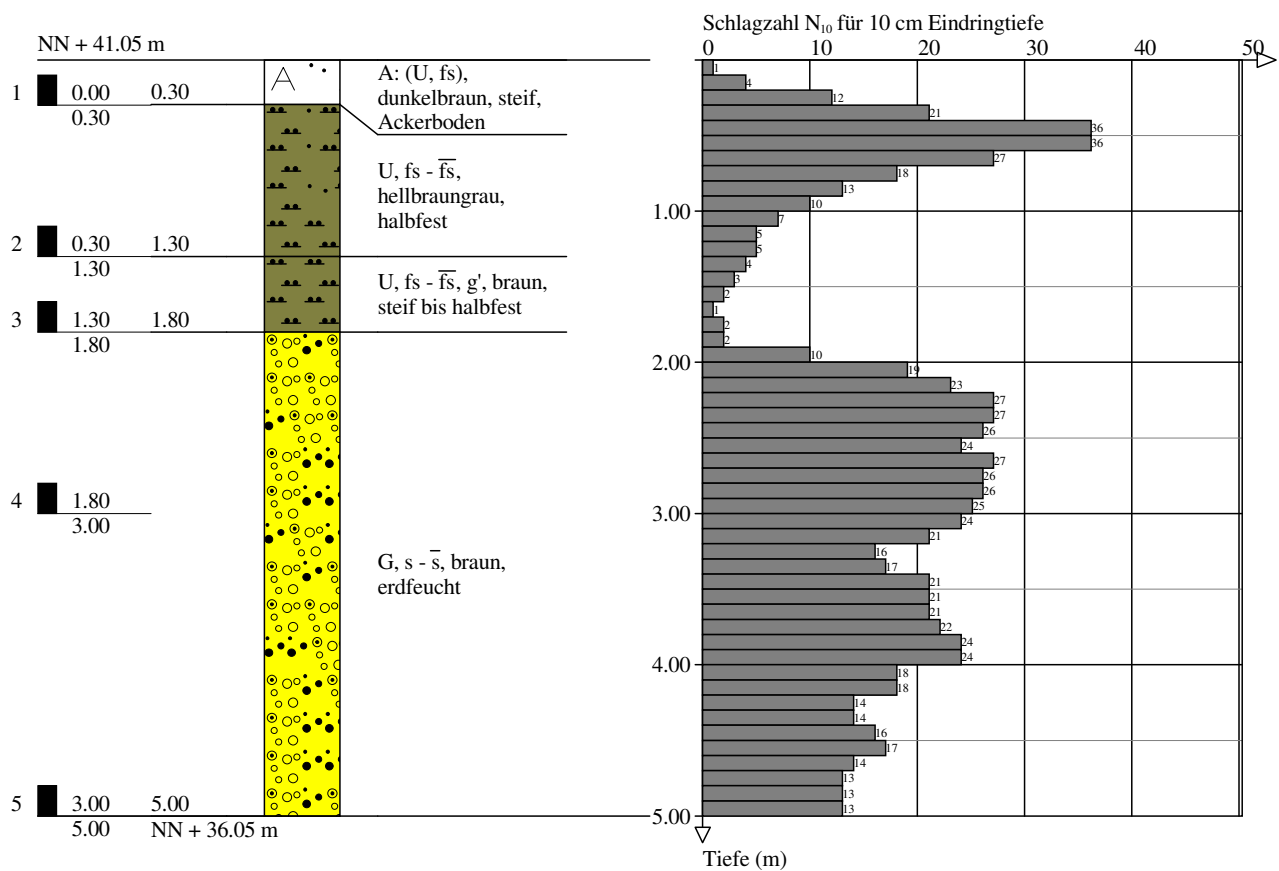
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 5

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 5



Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544817
H.-Wert 5675040

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, Ac = 15 cm², m = 50 kg, h = 0,5 m, N10 = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Durchführung eines Versickerungsversuch in einer Tiefe von 1,8-3,0m unter GOF (Auswertung siehe Versuchsprotokoll)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

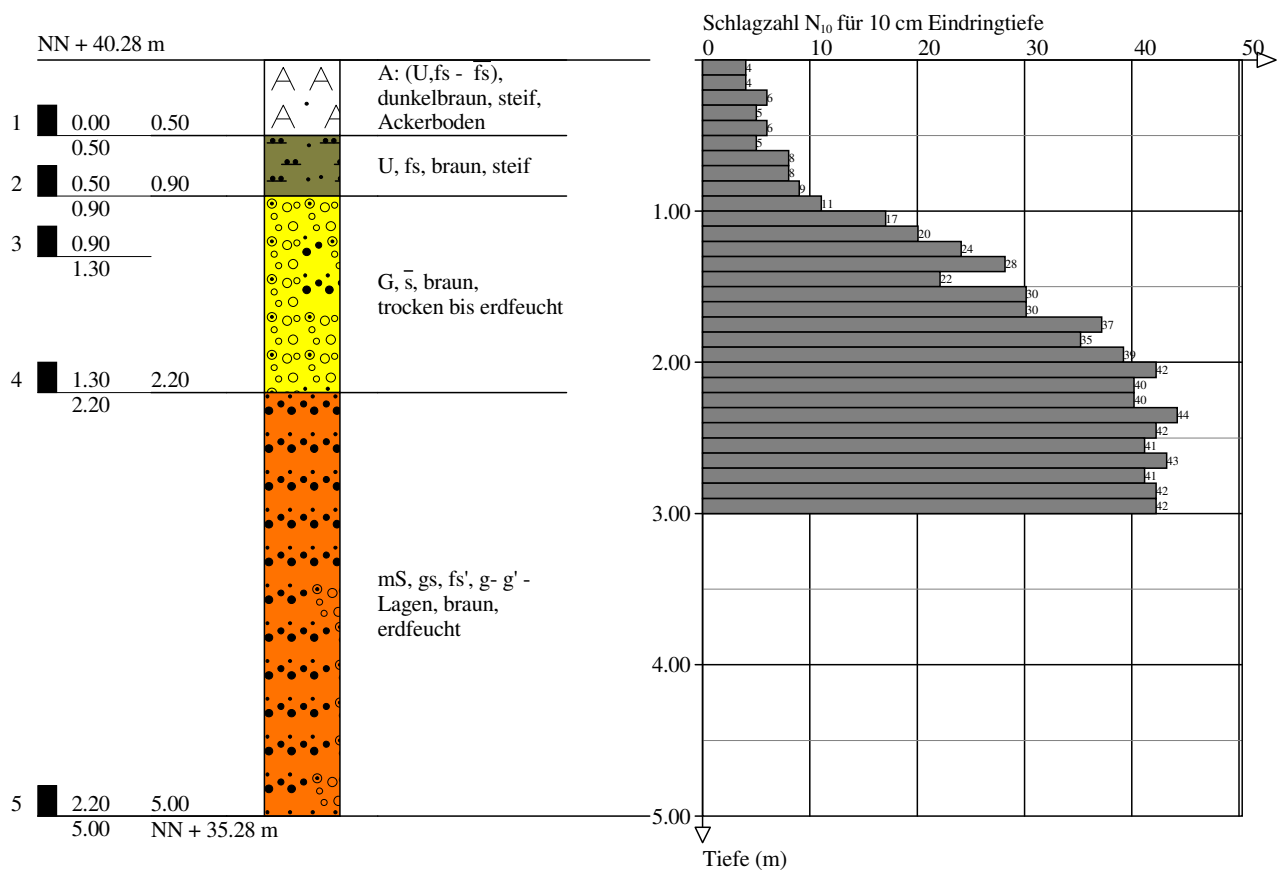
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 6

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 6



Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544009
H.-Wert 5674900

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, $A_c = 15 \text{ cm}^2$, $m = 50 \text{ kg}$, $h = 0,5 \text{ m}$, N_{10} = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

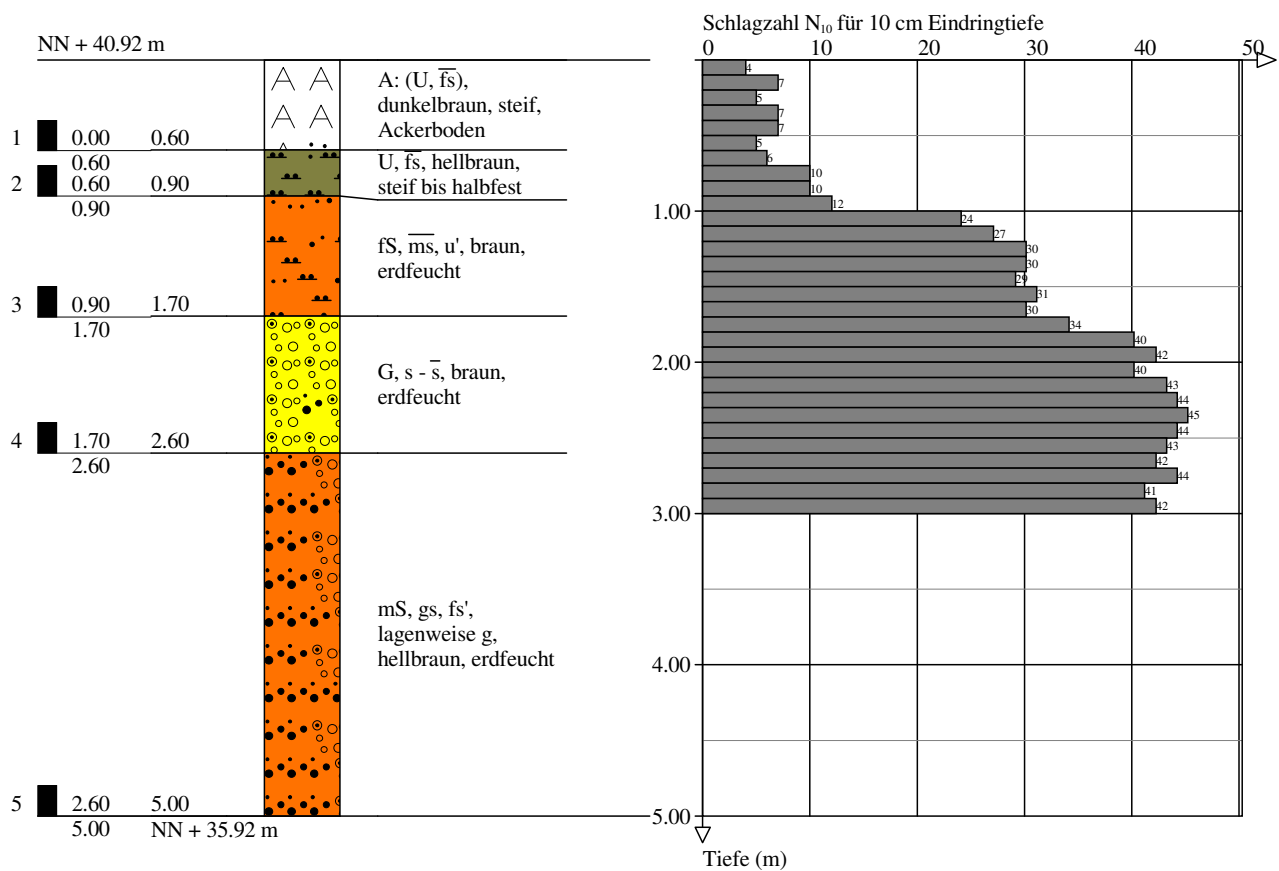
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 7

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 7



Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544140
H.-Wert 5675108

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, $A_c = 15 \text{ cm}^2$, $m = 50 \text{ kg}$, $h = 0,5 \text{ m}$, N_{10} = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Datum: 27.07.2017

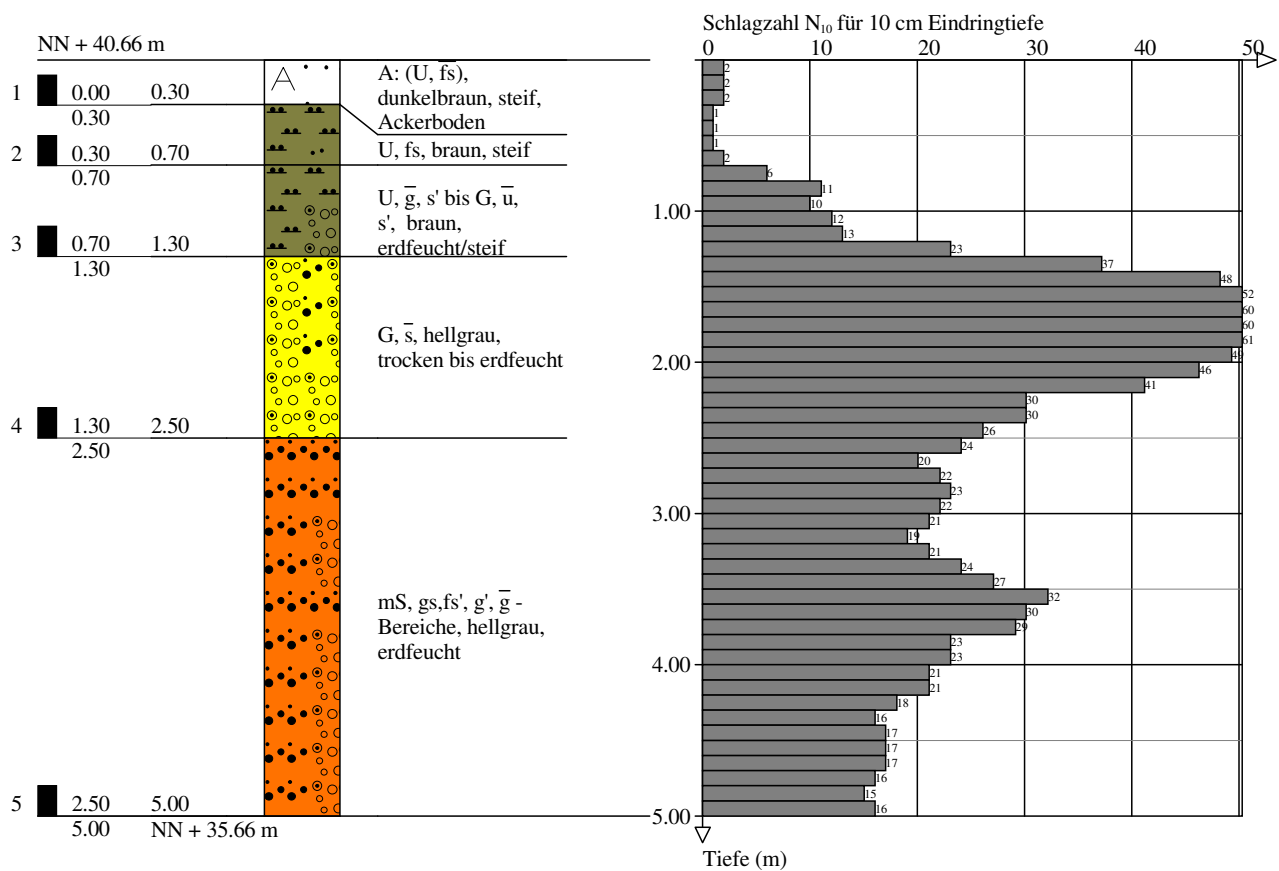
Projekt: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Projektnummer: 178109

Bohrung/Schurf: RKB/DPH 8

Bearb.: Terratec GmbH
02054/873615

RKB/DPH 8



Lage des Sondierpunktes:
R.-Wert 2544597
H.-Wert 5674924

Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde DPH, $A_c = 15 \text{ cm}^2$, $m = 50 \text{ kg}$, $h = 0,5 \text{ m}$, N_{10} = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 1 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.50	a) A: (U, $\bar{f}s$), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.70	a) U, fs, braun, steif, Löß					2		0.70
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.50	a) mS, fs, g', u', braun, erdfeucht					3		1.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
3.00	a) S, g - $\bar{g}$, im Wechsel mit G, s - $\bar{s}$, braun, erdfeucht					4		3.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, gs, fs', lagenweise g, hellbraun, erdfeucht					5		5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 2 /Blatt 1						Datum: 28.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.50	a) A: (U, $\overline{fs}$ -fs), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.80	a) U, fs, braun, steif, Löß					2		0.80
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.80	a) G, s - $\overline{s}$, auch S, $\overline{g}$ - Lagen, hellgraubraun, trocken bis erdfeucht					3 4		1.80 2.80
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, $\overline{gs}$, g, fs', braun bis hellbraun, erdfeucht					5		5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 3 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) A: (U, fS), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.40
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.80	a) fS, u - ū, braun, trocken					2		0.80
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.50	a) U, fs, braun, steif bis halbfest					3		1.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
3.20	a) G, s - s̄, braun, bis hellbraun, erdfeucht					4		3.20
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, fs, gs', g', auch G, s - Lagen, hellgrau, erdfeucht					5		5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 4 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.50	a) A: (U, f̄s), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.90	a) U, fs, braun, steif, Löß					2		0.90
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.70	a) S, ḡ bis G, s̄, hellbraungrau, erdfeucht					3		2.70
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, fs gs', einz. G, hellbraun, erdfeucht					4 5		3.70 5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 5 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) A: (U, fs), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.30	a) U, fs - f̄s, hellbraungrau, halbfest					2		1.30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.80	a) U, fs - f̄s, g', braun, steif bis halbfest					3		1.80
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) G, s - s̄, braun, erdfeucht					4 5		3.00 5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 6 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.50	a) A: (U,fs - $\bar{f}s$), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.90	a) U, fs, braun, steif					2		0.90
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.20	a) G, $\bar{s}$, braun, trocken bis erdfeucht					3 4		1.30 2.20
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, gs, fs', g- g' - Lagen, braun, erdfeucht					5		5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 7 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.60	a) A: (U, $\overline{fs}$), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.60
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.90	a) U, $\overline{fs}$, hellbraun, steif bis halbfest					2		0.90
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.70	a) $\overline{fs}$, $\overline{ms}$, u', braun, erdfeucht					3		1.70
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.60	a) G, s - $\overline{s}$, braun, erdfeucht					4		2.60
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, gs, $\overline{fs'}$, lagenweise g, hellbraun, erdfeucht					5		5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage ss Bericht: Az.: 178109		
Bauvorhaben: Kaarst, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz								
Bohrung Nr RKB/DPH 8 /Blatt 1						Datum: 27.07.2017		
1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) A: (U, $\bar{f}s$), dunkelbraun, steif, Ackerboden					1		0.30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.70	a) U, fs, braun, steif					2		0.70
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.30	a) U, $\bar{g}$, s' bis G, $\bar{u}$, s', braun, erdfeucht/steif					3		1.30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.50	a) G, $\bar{s}$, hellgrau, trocken bis erdfeucht					4		2.50
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) mS, gs,fs', g', $\bar{g}$ - Bereiche, hellgrau, erdfeucht					5		5.00
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 3

Ergebnisse der Siebanalysen

EUROFINS Umwelt West GmbH
Ndl. Aachen
Kronprinzenstr. 5
52066 Aachen

Körnungslinie

Kaarster Kreuz

Auftrag EUROFINS: 01740546

Labornummer : 017165232

DIN 18123: 2011-04 RC-Baustoff: DIN EN 933-1:2012-03

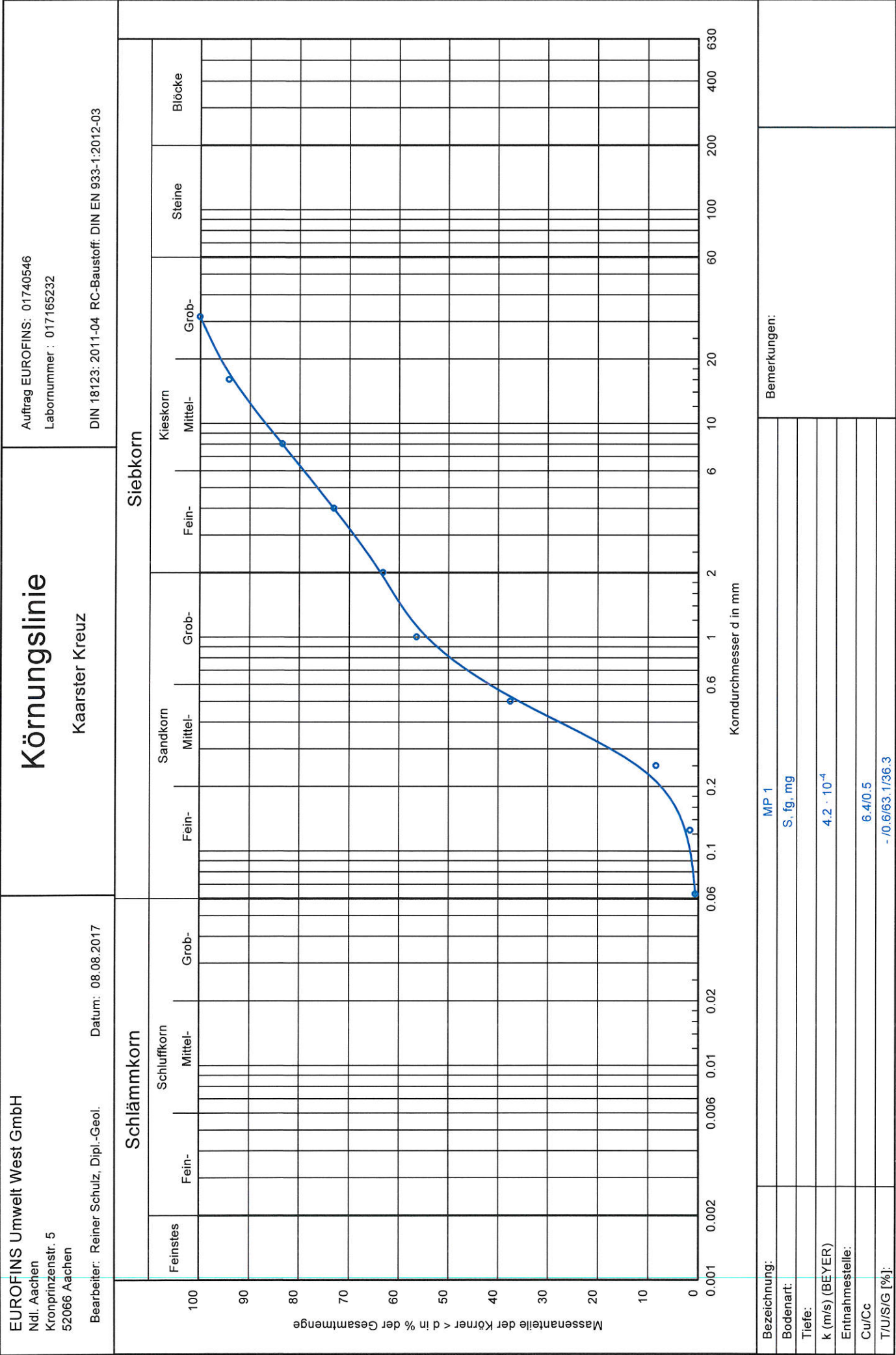
Bearbeiter: Reiner Schulz, Dipl.-Geol.

Datum: 08.08.2017

Bezeichnung: MP 1
Bodenart: S, fg, mg
Tiefe:
k (m/s) (BEYER) 4.180E-4
Entnahmestelle:
Cu/Cc 6.4/0.5
T/U/S/G [%]: - / 0.6 / 63.1 / 36.3
d10/d30/d60 [mm]: 0.229 / 0.425 / 1.458
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 2194.10

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
31.5	0.0	0.00	100.00
16.0	127.9	5.83	94.17
8.0	235.9	10.76	83.41
4.0	226.6	10.33	73.08
2.0	216.4	9.87	63.21
1.0	148.6	6.78	56.43
0.5	414.4	18.90	37.53
0.25	638.7	29.13	8.40
0.125	148.2	6.76	1.65
0.063	23.1	1.05	0.59
Schale	13.0	0.59	-
Summe	2192.8		
Siebverlust	1.3		



EUROFINS Umwelt West GmbH

Ndl. Aachen
Kronprinzenstr. 5
52066 Aachen

Körnungslinie

Kaarster Kreuz

Auftrag EUROFINS: 01740546

Labornummer : 017165233

DIN 18123: 2011-04 RC-Baustoff: DIN EN 933-1:2012-03

Bearbeiter: Reiner Schulz, Dipl.-Geol.

Datum: 08.08.2017

Bezeichnung: MP 2

Bodenart: S, mg, fg'

Tiefe:

k (m/s) (BEYER) 3.751E-4

Entnahmestelle:

Cu/Cc 4.7/0.8

T/U/S/G [%]: - / 1.4 / 68.9 / 29.7

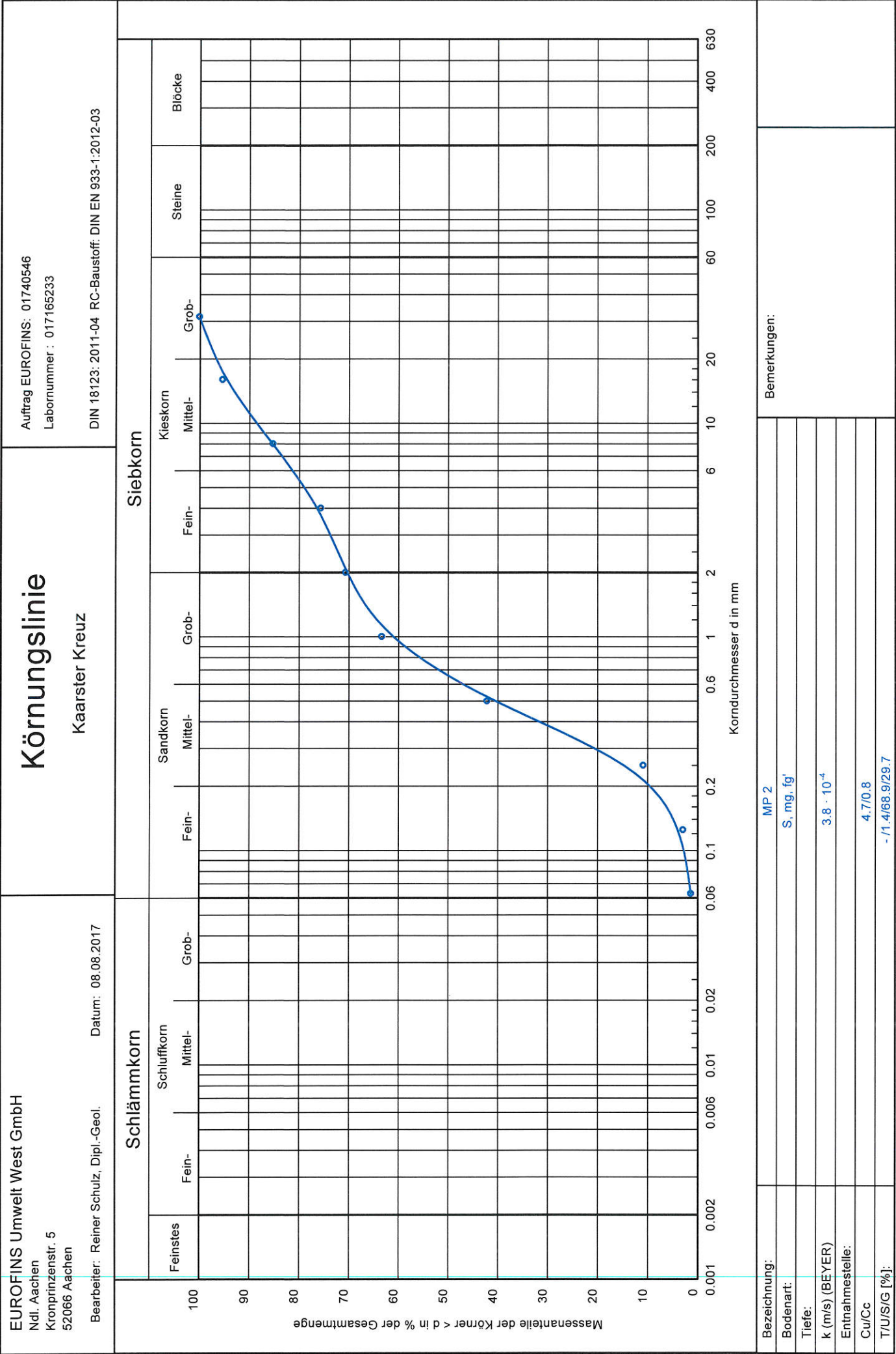
d10/d30/d60 [mm]: 0.204 / 0.383 / 0.954

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 2273.70

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
31.5	0.0	0.00	100.00
16.0	105.1	4.63	95.37
8.0	229.6	10.11	85.27
4.0	217.7	9.58	75.68
2.0	113.5	5.00	70.68
1.0	166.6	7.33	63.35
0.5	481.6	21.20	42.15
0.25	710.5	31.28	10.87
0.125	179.4	7.90	2.97
0.063	35.6	1.57	1.40
Schale	31.9	1.40	-
Summe	2271.5		
Siebverlust	2.2		



EUROFINS Umwelt West GmbH

Ndl. Aachen
Kronprinzenstr. 5
52066 Aachen

Körnungslinie

Kaarster Kreuz

Auftrag EUROFINS: 01740546

Labornummer : 017165234

DIN 18123: 2011-04 RC-Baustoff: DIN EN 933-1:2012-03

Bearbeiter: Reiner Schulz, Dipl.-Geol.

Datum: 08.08.2017

Bezeichnung: MP 3

Bodenart: S, mg, fg'

Tiefe:

k (m/s) (BEYER) 4.959E-4

Entnahmestelle:

Cu/Cc 4.8/0.7

T/U/S/G [%]: - / 1.5 / 65.1 / 33.4

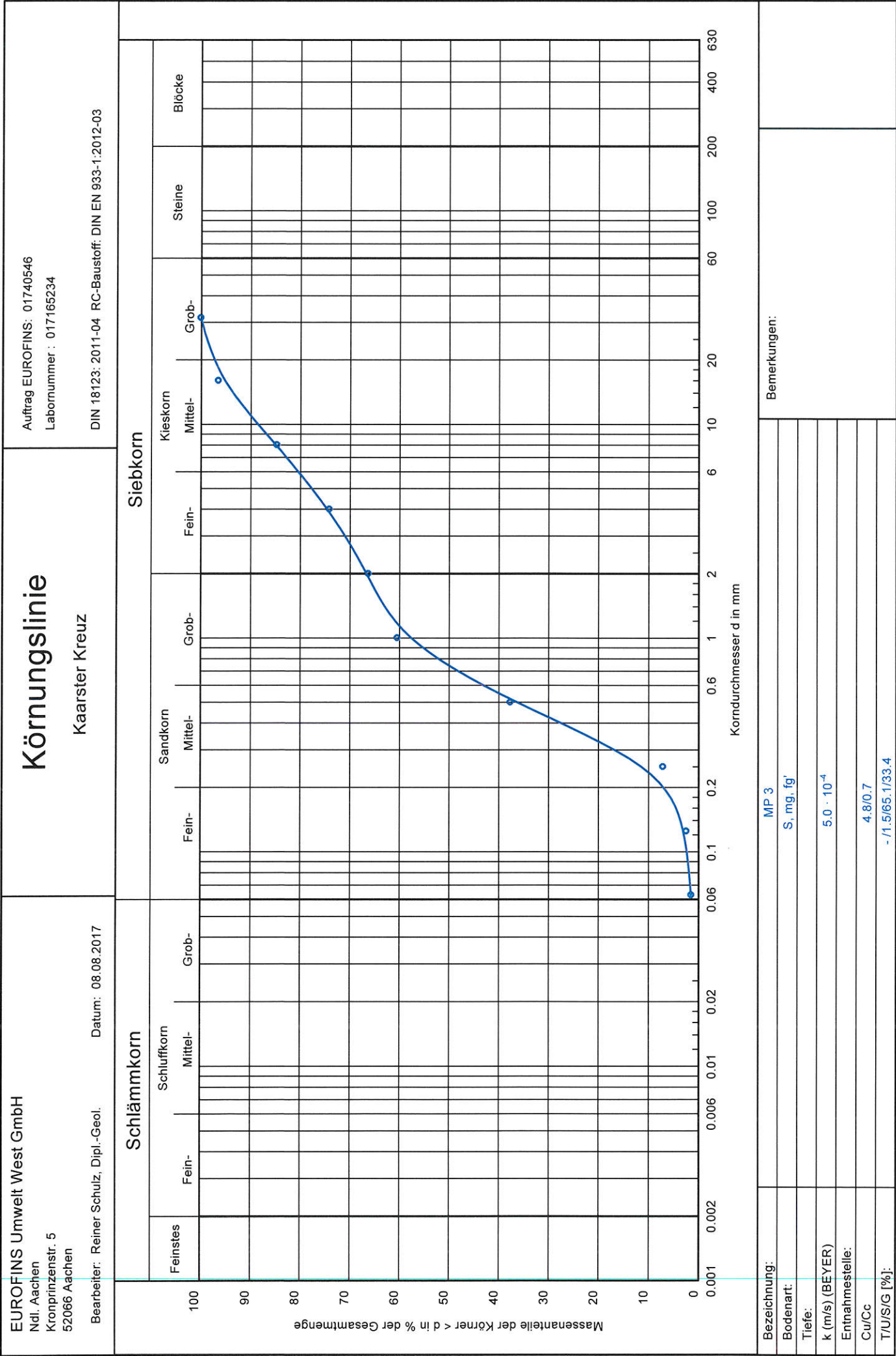
d10/d30/d60 [mm]: 0.235 / 0.425 / 1.137

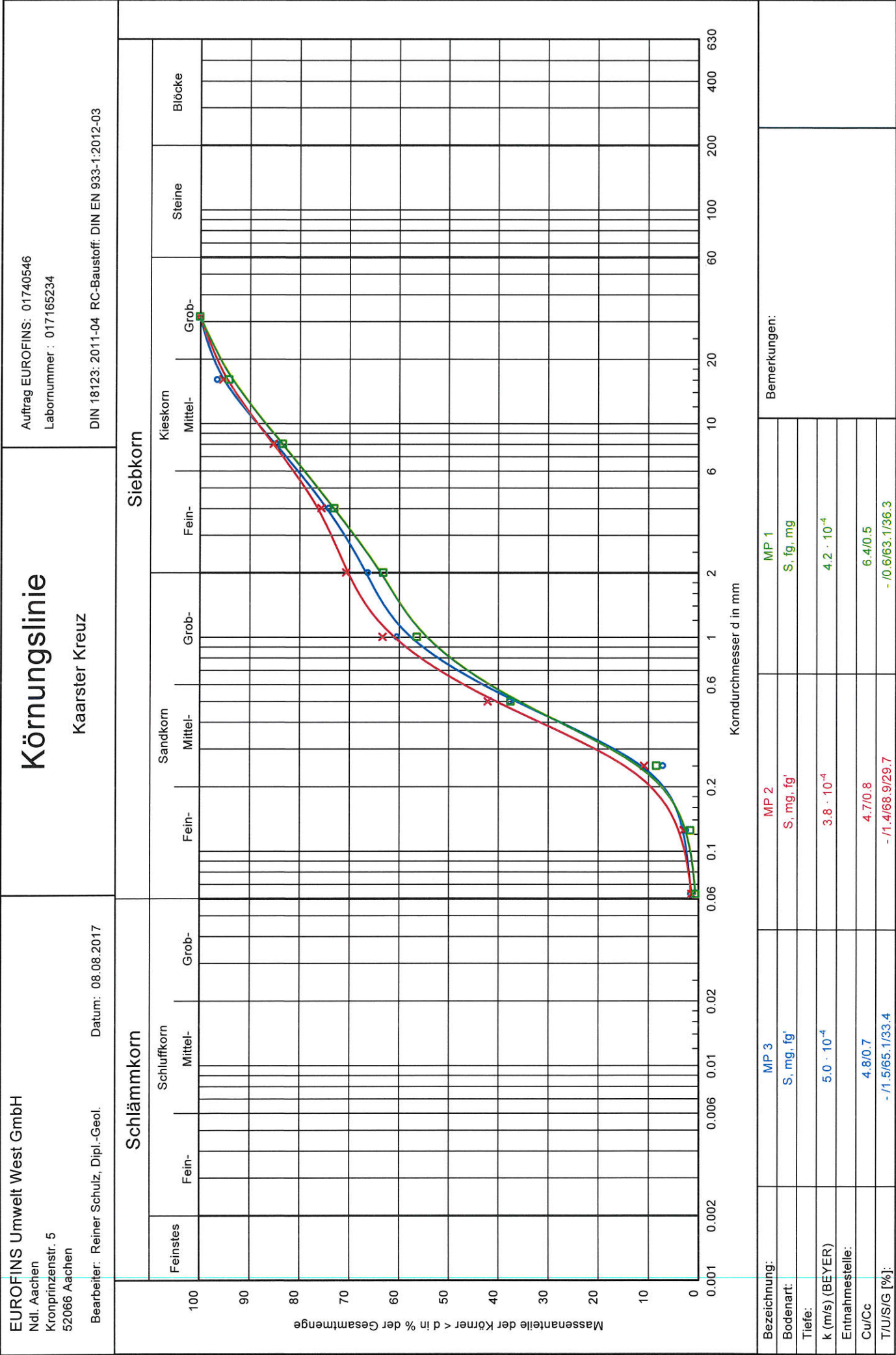
Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 2422.50

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
31.5	0.0	0.00	100.00
16.0	84.1	3.48	96.52
8.0	284.7	11.77	84.76
4.0	256.5	10.60	74.16
2.0	189.9	7.85	66.31
1.0	141.2	5.84	60.47
0.5	550.9	22.77	37.70
0.25	739.7	30.57	7.13
0.125	112.0	4.63	2.50
0.063	23.8	0.98	1.52
Schale	36.8	1.52	-
Summe	2419.6		
Siebverlust	2.9		





Anlage 4

Auswertung der Versickerungsversuche

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



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

HYDR.O.
Geologen und Ingenieure
Sigmundstr. 10-12
52070 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054/873615
Mobil: 0171/4054519
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen	27.07.2017	Pö Projekt-Nr: 178109

Proj.: Felduntersuchungen in **Kaarst**, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Auswertung Versickerungsversuch Nr. 3 – RKB 5

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

Versuchstiefe: 1,80m – 3,00m unter Geländeoberfläche

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht stark sandiger bis sandiger Kies an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine offene Rammkernbohrung (RKB - Ø 50 mm) bis in 3,00m Tiefe vor, die nach Versuchsende bis auf 5,0m vertieft wurde. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 1,80m unter GOF bis in 3,00m Tiefe (h = 1,2m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 5,0m Tiefe wurde kein freies Grundwasser angetroffen, daher H = 3,20m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 234sec 1.000 ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $4,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($3,6 \geq 3,2 \geq 1,2$), somit folgende Formel:

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

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

$$r = \text{Radius RKB} = 0,025\text{m}$$

$$h = 1,2\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = 3,2\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (4,3 \times 10^{-6}/1,2^2) \times (\ln(1,2/0,025)) / (0,1667 + 3,2/3 \times 1,2) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K \geq 2,9 \times 10^{-6} \text{ (m/s)}}$$

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

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



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

HYDR.O.
Geologen und Ingenieure
Sigmundstr. 10-12
52070 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054/873615
Mobil: 0171/4054519
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen	27.07.2017	Pö Projekt-Nr: 178109

Proj.: Felduntersuchungen in **Kaarst**, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Auswertung Versickerungsversuch Nr. 2 – RKB 4

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

Versuchstiefe: 2,50m – 3,00m unter Geländeoberfläche

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein stark kiesiger bis schwach kiesiger Sand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine offene Rammkernbohrung (RKB - Ø 50 mm) bis in 3,00m Tiefe vor, die nach Versuchsende bis auf 5,0m vertieft wurde. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 2,50m unter GOF bis in 3,00m Tiefe (h = 0,5m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 5,0m Tiefe wurde kein freies Grundwasser angetroffen, daher H = 2,50m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 32sec 1.000 ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $3,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $H > 3h$ ($2,5 > 0,5$), somit folgende Formel:

$$\begin{aligned}
 \text{Durchlässigkeitskoeffizient} \quad K &= 0,265 \times (Q/h^2) \times [\arcsin \text{Hyp.}(h/r) - 1] \text{ m/s} \\
 &= 0,265 \times (Q/h^2) \times [\ln(h/r + \sqrt{(h/r)^2 + 1}) - 1] \text{ m/s mit:} \\
 Q &= \text{Wasserdurchfluß} = \text{m}^3/\text{s} \geq 3,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \\
 r &= \text{Radius RKS} = 0,025 \text{ m} \\
 h &= 0,5 \text{ m (Versickerungsstrecke)} \\
 K &= 0,265 \times (3,1 \times 10^{-5}/0,5^2) \times [\ln(0,5/0,025 + \sqrt{(0,5/0,025)^2 + 1}) - 1] \text{ m/s} \\
 \mathbf{K} &= \mathbf{8,8 \times 10^{-5} \text{ (m/s)}}
 \end{aligned}$$

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

HYDR.O.
Geologen und Ingenieure
Sigmundstr. 10-12
52070 Aachen

Terratec GmbH
Heiligenhauser Str. 77
45219 Essen
Telefon : 02054/873615
Mobil: 0171/4054519
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen	27.07.2017	Pö Projekt-Nr: 178109

Proj.: Felduntersuchungen in **Kaarst**, Gewerbegebiet Kaarster Kreuz

Auswertung Versickerungsversuch Nr. 1 – RKB 1

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

Versuchstiefe: 4,00m – 5,00m unter Geländeoberfläche

Hydrogeologische Vorgaben: in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein zum Teil kiesiger, schwach feinsandiger, grobsandiger Mittelsand an.

Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch: Für diesen Versuch lag eine offene Rammkernbohrung (RKB - Ø 50 mm) bis in 5,00m Tiefe vor. Entsprechend¹ erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 4,00m unter GOF bis in 5,00m Tiefe (h = 1,0m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 5,0m Tiefe wurde kein freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 1,0m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 241sec 1.000 ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu $4,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.

Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt $3h \geq H \geq h$ ($3,0 \geq 1,0 \geq 1,0$), somit folgende Formel:
Durchlässigkeitskoeffizient $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$ m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 4,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,025\text{m}$$

$$h = 1,0\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = 1,0\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (4,1 \times 10^{-6}/1,0^2) \times (\ln(1,0/0,025)) / (0,1667 + 1,0/3 \times 1,0) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K \geq 8,0 \times 10^{-6} \text{ (m/s)}}$$

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