

P&P Objekt ZWEI GmbH  
Isaak-Loewi-Straße 11  
90763 Fürth

**G70119/Gi**

18. November 2019

**BV.: Fürth, Hornschuchpromenade**  
**Versickerungsfähigkeit im Bereich der beiden geplanten Sickerrigolen**

## **GEOTECHNISCHER BERICHT**

---

Bauherr: P&P Objekt ZWEI GmbH  
Isaak-Loewi-Straße 11  
90763 Fürth

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 VORGANG, UNTERLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>2 BAUVORHABEN, ÖRTLICHE SITUATION</b>	<b>4</b>
<b>3 UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines	5
3.2 Kampfmittelfreigabe	5
3.3 <b>Untergrundverhältnisse</b>	<b>6</b>
3.3.1 Geologie und Erdbebenzone	6
3.3.2 Bohrungen	6
3.3.3 Sondierungen	7
3.3.4 Grundwasser	7
3.3.5 Feldversuche - Bohrlochsickerversuche	8
3.3.6 Laborversuche - Bestimmung der Korngrößenverteilung	9
<b>4 BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION</b>	<b>10</b>
<b>5 VERSICKERUNSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES</b>	<b>11</b>

## **ANLAGEN**

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan
Anlage 3	Bodenaufschlüsse (Bohr- und Sondierprofile)
Anlage 4	Auswertung Versickerungsversuche nach Kollbrunner und Maag
Anlage 5	Korngrößenverteilungen

## **1 VORGANG, UNTERLAGEN**

Am 07. November 2019 erteilte die P&P Objekt ZWEI GmbH der Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH fernmündlich den Auftrag, für das oben genannte Bauvorhaben Baugrunduntersuchungen auszuführen und einen Geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist die aktuelle Preisliste

Zur Bearbeitung des Geotechnischen Berichtes standen folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- (U1) Lageskizze mit Lage der geplanten Sickerrigolen; Erhalten von P&P Gruppe GmbH am 05.11.2019
- (U2) Geologische Karte von Nürnberg-Fürth-Erlangen und Umgebung, M = 1 : 50.000, mit Erläuterungen, herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt
- (U3) Arbeitsblatt DWA-A 138; Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfälle e.V.
- (U4) Grundwasserbericht 2017, herausgegeben vom Umweltreferat, Stadt Nürnberg

### Aus unserem Archiv:

- (U5) Geotechnischer Bericht – Fürth, Hornschuchpromenade – Neubau Wohnanlage, Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH vom 05. September 2018
- (U6) Geotechnischer Bericht – Fürth, Hornschuchpromenade – Neubau Parkhaus, Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH vom 15. Mai 2019

## **2 BAUVORHABEN, ÖRTLICHE SITUATION**

Die P&P Objekt ZWEI GmbH beabsichtigt auf dem geplanten Baufeld in der Hornschuchpromenade in 90762 Versickerungseinrichtungen in Form von zwei Sickerrigolen. Die Lage der Sickeranlagen ist auf dem Übersichtslageplan in Anlage 1 zu erkennen.

Das Baufeld befindet sich im Westen von Fürth und wurde ehemals als Bahnstandort durch mehrere Lade- und Abstellgleise genutzt. Im Umfeld der geplanten Rigolen waren zum Teil noch Versiegelungen aus Beton bzw. Asphalt vorhanden.

Entlang des geplanten Baugrundstücks verläuft auf der Nordostseite die Bundesstraße B8 bzw. die U-Bahnlinie, entlang der Südseite grenzt die Bahnlinie an. Westlich wird die Baufläche von der Jakobinenstraße und im Osten von der U-Bahnstation begrenzt.

Die beiden Bereiche der Sickerrigolen sind weitgehend eben. Die Höhen der Bohrungen und Sondierungen wurden wie folgt eingemessen:

- Bereich Rigole 1  $\triangleq$  B1V und S1 bei rd. 296,2 müNN
- Bereich Rigole 2  $\triangleq$  B2V und S2 bei rd. 296,8 müNN

Die Sohlen der Versickerungseinrichtungen sind auf einer Tiefe von rd. 4 bis 5 m vorgesehen.

Die geplante Situation ist auf dem Lageplan in Anlage 2 zu erkennen.

### **3 UNTERSUCHUNGEN**

#### **3.1 Allgemeines**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im November 2019 folgende Aufschlüsse durchgeführt:

- 2 Aufschlussbohrungen im Kleinramm-/Rammkernbohrverfahren gem. DIN EN ISO 22475-1 einschließlich der Durchführung von Bohrlochsickerversuchen. Die Bohrungen sind bezeichnet mit B1V und B2V.
- 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN 22476-2. Die Sondierungen sind mit S1 und S2 titulierte.

Die Lage der Aufschlüsse zeigt der Lageplan auf Anlage 2. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden im Zuge der Erkundungsarbeiten mit Hilfe von GPS-Vermessung in ihrer Lage sowie höhenmäßig auf müNN eingemessen.

Auf der Anlage 3 sind die Untersuchungsergebnisse (Bohrprofile) grafisch dargestellt. Die Sondierergebnisse sind hierbei in Form von Rammogrammen wiedergegeben. Aufgetragen ist die Anzahl der Schläge für 10 cm Eindringung der Sondenspitze.

#### **3.2 Kampfmittelfreigabe**

Vor Ausführung der Bohrungen bzw. Sondierungen erfolgte durch die Süddeutsche Kampfmittelräumung eine Magnetfeldkartierung zur Kampfmittelfreigabe der einzelnen Aufschlusspunkte. Hierbei mussten Aufschlüsse aufgrund von Auffälligkeiten kleinräumig versetzt werden. Die Irritationen bei den ferromagnetischen Messungen werden u.a. auf noch vorhandenen (Rest-)Gleisanlagen bzw. Metalle im Auffüllungskörper zurückgeführt.

### **3.3 Untergrundverhältnisse**

#### **3.3.1 Geologie und Erdbebenzone**

Gemäß der Geologischen Karte von Bayern (Unterlage U2) sind im Bereich des Bauvorhabens die Terrassensande und –schotter mit einer Flugsandüberdeckung zu erwarten. Darunter ist mit Schichten des Keupersandsteins (Blasensandstein) der von bunten Lettenlagen durchzogen zu rechnen.

Die Untersuchungsfläche gehört nach der Erdbebenzonenkarte der DIN 4149 bzw. der DIN EN 1998-1 zu keiner Erdbebenzone.

#### **3.3.2 Bohrungen**

Nachfolgend sind die Aufschlussergebnisse kurz zusammengefasst. Einzelheiten können der Anlage 3 entnommen werden.

##### **Auffüllungen:**

Zuoberst wurde eine dunkelgrau bis dunkelbraun gefärbte Auffüllung aus schwach bis stark sandigem zum Teil schwach schluffigem Kies bzw. kiesigem bis stark kiesigem Sand erbohrt. Bereichsweise wurden Steine (Kalkstein) erkundet. Die Unterkante der Auffüllung wurde bei 0,6 m unter GOK bei der Bohrung B1V bzw. 2,1 m unter GOK bei der Bohrung B2V erbohrt. Als bodenfremde Anteile wurden branchentypisch vor allem Gleisschotter, Schlacke und zum Teil Ziegelbruch festgestellt.

##### **Terrassensande:**

In beiden Bohrungen wurden unterhalb der Auffüllungen Terrassensande angetroffen. Die Terrassensande wurden als hellbraun bis hellgrau gefärbte nicht bindige, zum Teil schwach kiesige Sande erkundet. Die Schichtunterkante dieser Sande wurde mit den bis zu 10 m tiefen Bohrungen nicht erreicht.

### 3.3.3 Sondierungen

Bei den beiden schweren Rammsondierungen wurden innerhalb der Auffüllungen Schlagzahlenwerte  $N_{10}$  von 1 ... 15 entsprechend einer sehr lockeren bis mitteldichten Lagerung erreicht. Im Bereich der Terrassensande wurden überwiegend Schlagzahlenwerte von 5...15 entsprechend einer mitteldichten Lagerung erkundet. Lokal wurden niedrigere Schlagzahlenwerte gemessen. Durch eine Korrelation der wassergesättigten Terrassensande auf das nicht wassergesättigte Milieu ist hierbei ebenfalls überwiegend von einer mitteldichten sowie kleinräumig von einer lockeren Lagerungsdichte ausgegangen werden.

In der Sondierung S1 wurde ab rund 15 m unter Gelände ein sprunghafter Anstieg der Schlagzahlenwerte bis hin zum Abbruchkriterium von > 100 Schlägen gemessen. Das Erreichen des Abbruchkriteriums von > 100 Schlägen deutet auf Festgestein (Keupersandstein) hin. Die Festgesteinsoberkante kann anhand der Sondierungen ab rd. 15 m unter Gelände angenommen werden.

### 3.3.4 Grundwasser

Wasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung im November 2019 in beiden Bohrungen angetroffen. Die eingemessenen Grundwasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Bohrung	Ansatzhöhe [müNN]	Datum	Wasserstand nach den Bohrarbeiten	
			[m unter GOK]	[müNN]
B1V	296,23	12.11.2019	9,09	287,14
B2V	296,86	12.11.2019	8,84	288,02

Die mittels Lichtlot eingemessenen Wasserstände repräsentieren das oberste Grundwasserstockwerk (Terrassensande). Die Wasserstände korrelieren weiterhin mit den im Grundwasserbericht der Stadt Nürnberg angegebenen Grundwasserflurabstand von 7 bis 10 m (Stichtagsmessung an der ca. 350 m südöstlich vorhandenen Messstelle „GWM\_B1288 im Oktober 2016 = 288,33 müNN). Anhand der Vorfluterverhältnisse ist eine nördlich gerichteten Grundwasserfließrichtung zur Pegnitz hin zu erwarten.

Gemäß Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete (kurz: IUG) des bayerischen Landesamtes für Umwelt liegt die Untersuchungsfläche in keiner Hochwassergefahrenfläche und keinem Überschwemmungsgebiet. Jedoch ist vermerkt, dass für den Bereich der Untersuchungsfläche keine Abgrenzung hinsichtlich eines wassersensiblen Bereiches möglich ist. Es handelt sich hierbei, wie auch im vorliegenden Fall, häufig um bebaute Flächen ohne Bodeninformation.

Weiterhin liegt die Untersuchungsfläche laut dem Umwelt-Atlas Fachbereich Gewässerbewirtschaftung in keinem Trink- oder Heilquellenschutzgebiet bzw. außerhalb von Einzugsgebieten der Wasserversorgung.

### **3.3.5 Feldversuche - Bohrlochstickerversuche**

Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen wurde in den beiden Bohrung B1V und B2V ein Versickerungsversuch durchgeführt, um die Durchlässigkeit der anstehenden Terrassensande zu beurteilen. Die Stickerversuche wurden dabei in einer Bohrtiefe von 4 m (B1V) bzw. 5 m (B2V) ausgeführt, der Bohrlochdurchmesser beträgt 105 mm (B1V) bzw. 60 mm (B2V). Nach erfolgter Vorsättigung des Untergrundes wurden die Bohrlöcher mit Wasser aufgefüllt und anschließend wurde der zeitliche Verlauf der Wasserspiegelabsenkung gemessen. Die Versuchsergebnisse sind im Detail der Anlage 4 zu entnehmen. Die Auswertung der Versuche nach Kollbrunner und Maag ergibt folgende Abschätzung der Durchlässigkeitsbeiwerte:

Bohrloch	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$	Durchlässigkeit nach DIN 18130-1
B1V	$1,1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$	durchlässig
B2V	$1,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$	durchlässig

#### Anmerkung:

Das Verfahren nach Kollbrunner & Maag ist ein instationäres Verfahren das ein vollständig verrohrtes Bohrloch bzw. einen Wasseraustritt nur an der Sohle voraussetzt. Grundsätzlich betrachtet dieses Verfahren eine Versickerung im Grundwasser. Durch die oben beschriebene Vorsättigung kann für die Auswertung der Grundwasserspiegel auf Höhe der Bohrlochsohle angenommen werden. Zum Verifizieren der Versuchsergebnisse wurde zusätzlich noch die Durchlässigkeit der Terrassensande anhand von Sieblinien abgeleitet (siehe folgendes Kapitel).

### 3.3.6 Laborversuche - Bestimmung der Korngrößenverteilung

Aus den Bohrungen wurden Proben entnommen und die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 durch Nass- und Trockensiebung bestimmt. Die Ergebnisse sind im Detail der Anlage 5 zu entnehmen. Nachfolgend sind die Ergebnisse in einer Tabelle zusammengestellt.

Bohrung	Entnahmetiefe	Schlammkornanteil < 0,063 mm	Bodenart nach Korngrößenverteilung	Gruppensymbol nach DIN 18196	Durchlässigkeit m/s (Auswertung nach Beyer)	Bemessungsk <sub>r</sub> -Wert (gemäß DWA 138)
B1	6,7–8,0 m	0,96 %	Sand, schwach kiesig	SE	4 ... 6 x 10 <sup>-4</sup>	1 x 10 <sup>-4</sup> ... 8 x 10 <sup>-5</sup>
B1	8,5–10,0 m	1,40 %	Sand	SE	3 ... 6 x 10 <sup>-4</sup>	1 x 10 <sup>-4</sup> ... 6 x 10 <sup>-6</sup>
B2	8,0–9,8 m	1,76 %	Sand	SE	5 ... 9 x 10 <sup>-4</sup>	1 x 10 <sup>-4</sup> ... 2 x 10 <sup>-4</sup>

#### **4 BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION**

Angaben zu Bodenkenwerten sowie zur Bodenklassifikation einschließlich der Homogenbereiche können bei Bedarf aufgrund der korrelierenden Untergrundverhältnisse den bestehenden Geotechnischen Berichten (Unterlagen U5 und U6) entnommen werden.

## **5 VERSICKERUNSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES**

Zur Beurteilung des Untergrundes für die Versickerung von Niederschlagswasser ist das DWA-Arbeitsblatt A 138 heranzuziehen. Demnach ist eine Durchlässigkeit etwa in einem  $k_f$ -Wert-Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s gefordert. Zudem sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes, bezogen auf den mittleren Höchstgrundwasserstand (MHGW), grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen im November 2019 wurde der Grundwasserstand im Bereich der beiden geplanten Rigolen bei maximal 288,02 müNN eingemessen.

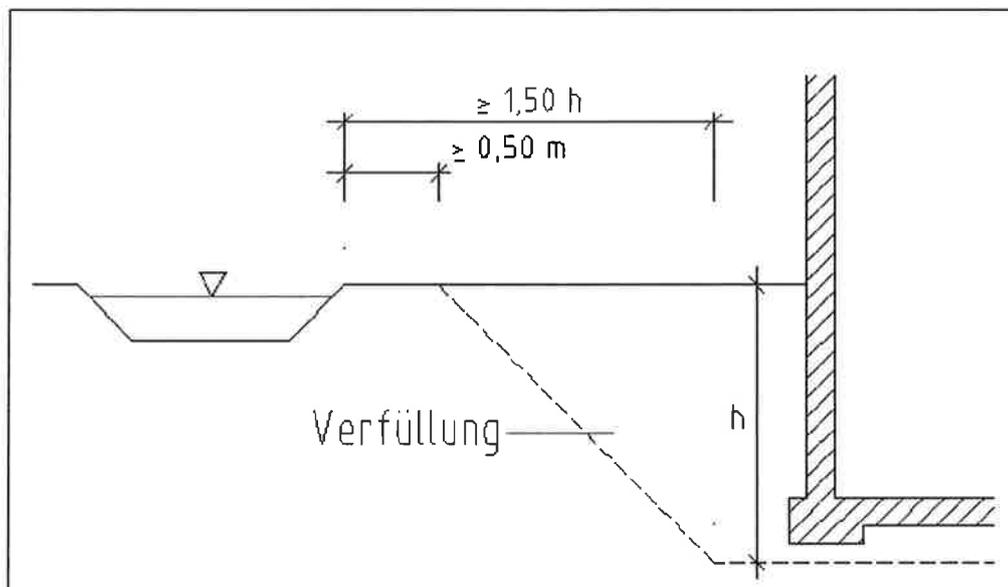
Angaben zu dem für Versickerungsanlagen maßgebenden mittleren Höchststand des Grundwassers (MHGW) bzw. eine langjährige Aufzeichnung von Grundwassermessständen im Bereich der Untersuchungsfläche liegen nicht vor.

Der für Versickerungsanlagen maßgebende mittlere Höchststand des Grundwasserspiegels (MHGW) wird in einer Spanne von etwa 1 m oberhalb der eingemessenen Grundwasserstände abgeschätzt. **Der MHGW wird somit bei 289,0 müNN angenommen.** Ausgehend von einer Versickerung mittels Sickerrigole und einer geplanten Einbindetiefe von 4 bis 5 m unter Gelände kann der Mindestabstand zum MHGW demnach eingehalten werden.

Hinsichtlich der vorhandenen Bodenhorizonte sind die vorhandenen künstlichen Auffüllungen als potentiell schadstoffhaltig anzusehen, von einer Versickerung durch bzw. innerhalb der künstlichen Auffüllungen wird deshalb abgeraten. Eine Versickerung ist deshalb nur innerhalb der natürlich anstehenden durchlässigen Terrassensande denkbar, weshalb im Folgenden dieser Bodenhorizont näher betrachtet wird.

In den beiden durchgeführten Versickerungsversuchen wurde für die anstehenden Terrassensande ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $1,1 \dots 1,4 \times 10^{-5}$  m/s ermittelt. Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 (U3) ist für Durchlässigkeitsbeiwerte die mittels Feldmethoden (z.B. Bohrloch-sickerversuche) ermittelt wurden ein Korrekturfaktor von 2 für den Bemessungs- $k_f$ -Wert heranzuziehen. Im Vorliegenden Fall ist für die Dimensionierung der beiden Versickerungsanlagen ein **Bemessungs- $k_f$ -Wert von  $2 \times 10^{-5}$  m/s zu verwenden.** Die geforderte Durchlässigkeit gemäß (U3) wird somit eingehalten.

Neben den oben genannten Anforderungen ist gemäß DWA-A Arbeitsblatt 138 zur Vermeidung möglicher Schäden an Gebäuden und Bauwerken ein Mindestabstand zwischen Versickerungsanlage und Gebäuden ist einzuhalten. Gemäß o.g. Merkblatt sollte für den Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen zu Bauwerken ohne wasserdruckhaltende Abdichtung (Abdichtungsart der U-Bahn ist nicht bekannt) der Abstand vom Baugrubenfußpunkt das 1,5-fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten (siehe hierzu auf folgende Abbildung – Auszug aus DWA-A Arbeitsblatt 138).



Im hiesigen Fall ist somit die im Norden verlaufende U-Bahn zu berücksichtigen.

Die U-Bahn verläuft im Bereich der **Rigole 2** (Bohrung B2V) noch oberirdisch bei etwa 1 m unterhalb der umliegenden Geländeoberkante. Bei einem gemäß (U1) geplanten Abstand der Rigole von rd. 16 m zur U-Bahn ist in diesem Bereich eine **Beeinträchtigung nicht zu erwarten**.

Im Bereich der **Rigole 1** (Bohrung B1V) verläuft die U-Bahn bereits unterirdisch. Die Unterkante der U-Bahnlinie nördlich der Rigole 1 wird mit rd. 288 müNN abgeschätzt. Der geplante Abstand der Rigole zum U-Bahnbauwerk liegt anhand (U1) bei ca. 12,5 m. Die Geländeoberkante im Bereich der Rigole 1 liegt bei rd. 296,2 müNN. Unter Berücksichtigung der obigen Annahmen sowie einer Mindestarbeitsraumbreite von 0,5 m ist somit ein Abstand von mindestens 12,8 m erforderlich. Der erforderliche Abstand liegt etwa im Bereich

des geplanten Abstandes. Wir empfehlen deshalb die **genaue Tiefenlage des U-Bahn-  
bauwerkes in diesem Bereich einzuholen und bei Bedarf diese Versickerungseinrich-  
tung von der U-Bahn entsprechend abzurücken.**

Hinsichtlich einer Grundwasseraufhöhung sind vor allem der Abstand der Versickerungs-  
sohle zum Grundwasser sowie die Durchlässigkeit des Untergrundes relevant. Bei der ak-  
tuellen Planung mit einer geplanten Einbindetiefe der Rigolen von 4 bis 5 m ist von einem  
Abstand zur Grundwasseroberfläche von rd. 4...5 m auszugehen. Weiterhin wurden unter-  
halb der geplanten Sickeranlagen bis zur Bohrendtiefe von 10 m unter Geländeoberkante  
durchlässige Terrassensand erkundet. Die Sieblinienauswertungen zeigen an, dass auch  
die tieferliegenden Terrassensande gemäß DIN 18130 als durchlässig zu bezeichnen sind  
(Details siehe hierzu in Kapitel 3.3.6). Aufgrund des vorliegenden Abstandes zur Grund-  
wasseroberfläche sowie der durchwegs vorhandenen Durchlässigkeit des Untergrundes  
wird eine laterale Ausbreitung des Sickerwassers auf der Grundwasseroberfläche bevor-  
zugt. Eine signifikante Grundwasseraufhöhung außerhalb des Baugrundstückes ist somit  
nicht zu erwarten.

**Eine planmäßige Versickerung ist demnach im Bereich der beiden untersuchten  
Standort mittels Sickerrigolen möglich.**

Beim Bau der Versickerungseinrichtungen sind generell folgende Maßnahmen zu beach-  
ten:

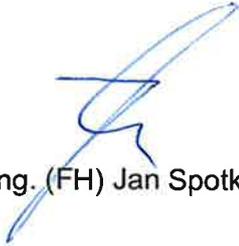
- Gegebenenfalls in Höhe Sohle Versickerungsanlage vorhandene künstliche Auffül-  
lungen zu den natürlich anstehenden Terrassensanden auszubauen und durch aus-  
reichend durchlässiges Bodenmaterial auszutauschen (z.B. durch die im Rahmen  
der Baumaßnahme anfallenden natürlichen Terrassensande).
- Bei der Planung und Ausführung der Versickerungsanlage sind die Vorgaben des  
DWA-Arbeitsblattes A 138 zu beachten.

Anmerkung:

Potentiell besteht die Gefahr, dass sich Ausfällungen innerhalb der Rigolen bilden (z.B. aufgrund eines höheren Sauerstoffgehaltes). Wir empfehlen dies bei der Planung zu berücksichtigen und z.B. eine Möglichkeit zur Entnahme von eventuellen Ausfällungen vorzusehen.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

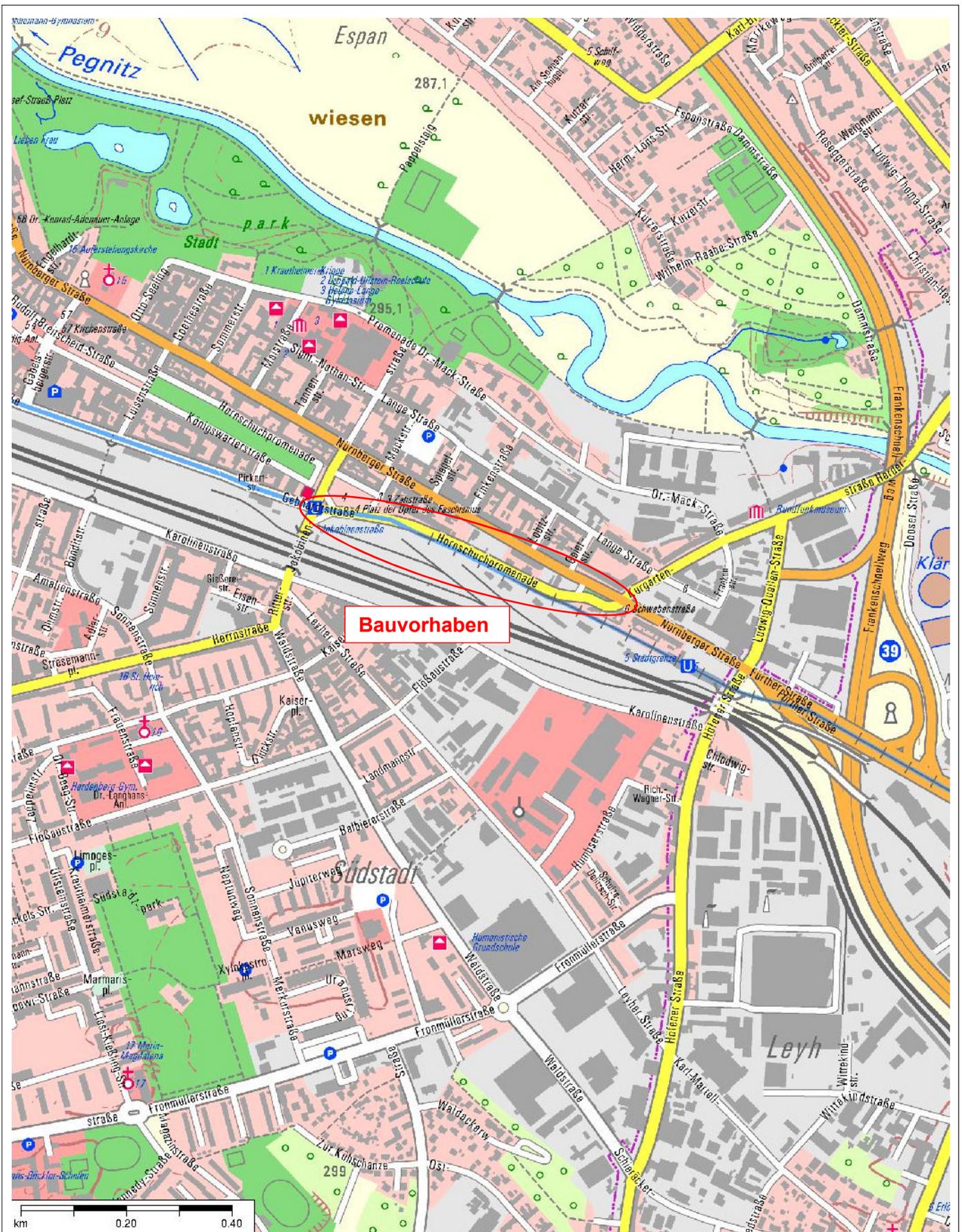
Sachbearbeiter



Dipl.-Ing. (FH) Jan Spotka



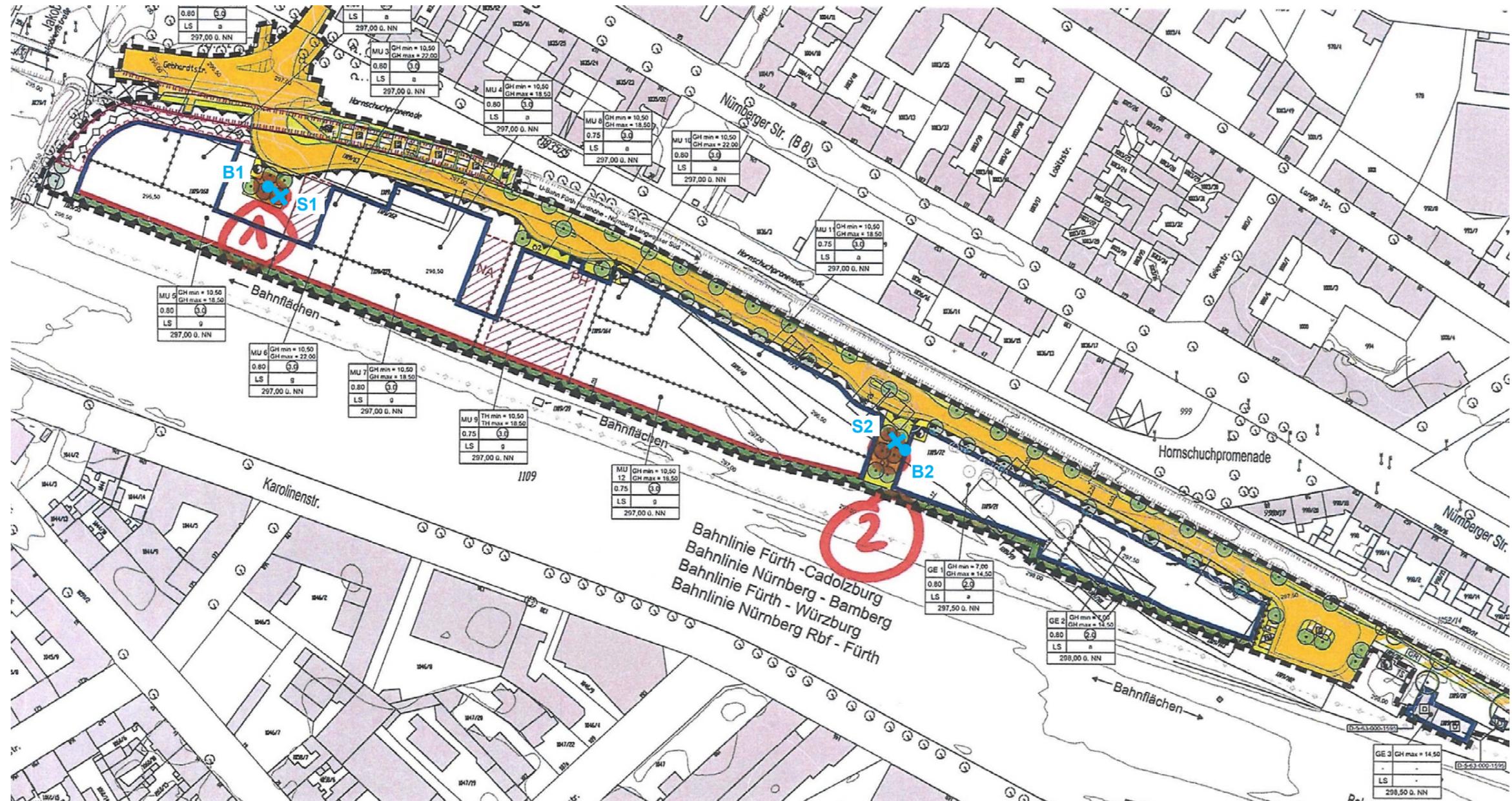
Dipl.-Ing. (FH) Michael Gilch



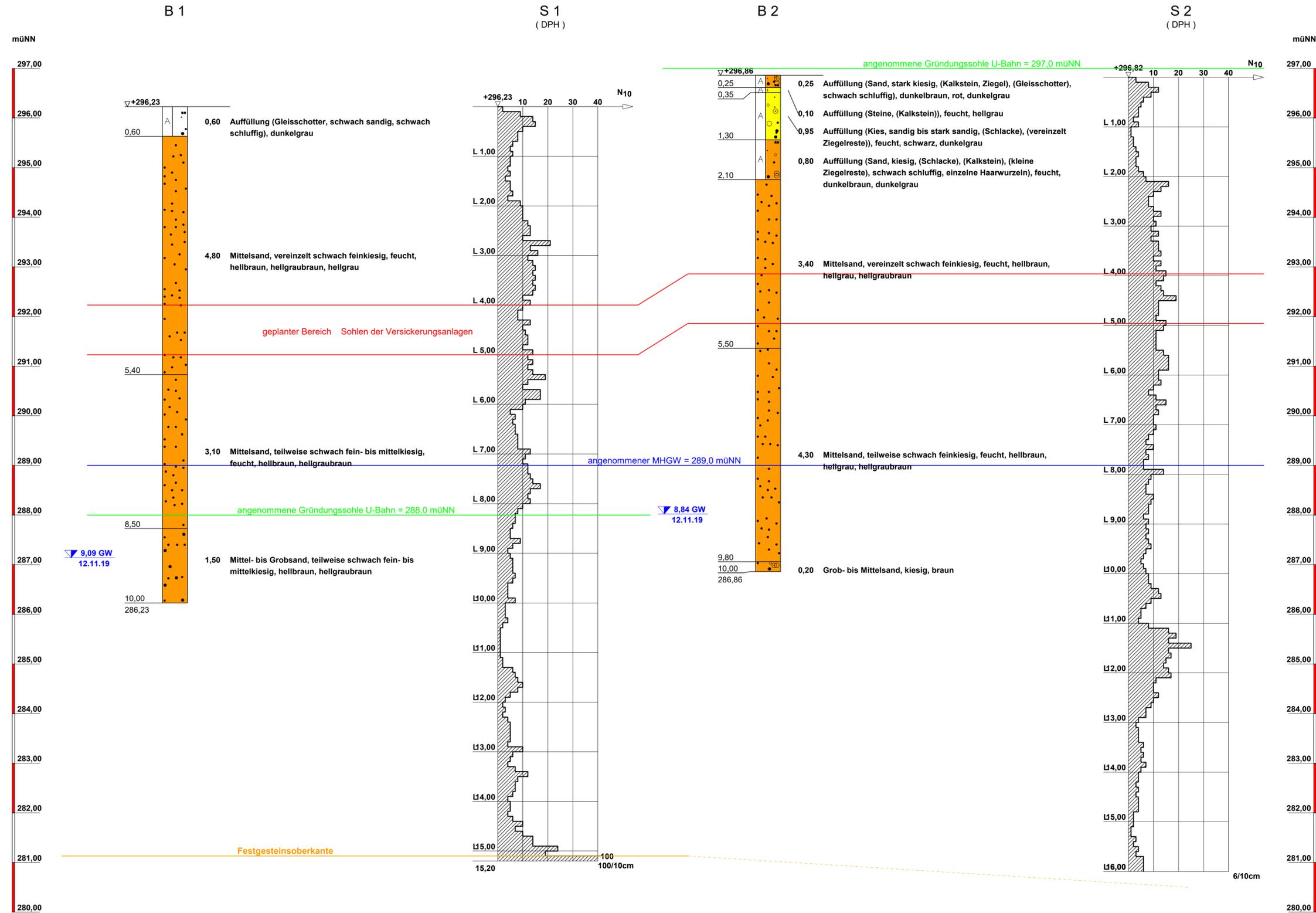
Projektnummer: G70119	BV.: Fürth, Hornschuchpromenade Versickerungsfähigkeit im Bereich der beiden Sickerrigolen	
Maßstab: 1 : 10.000	Übersichtslageplan	Anlage: 1

Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH  
 Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng  
 Tel.: 09188/9400-0, Fax: 09188/9400-49  
 E-Mail: info@spotka.de, web: www.spotka.de





Projektnummer: G70119	BV.: Fürth, Hornschuchpromenade Versickerungsfähigkeit im Bereich der beiden Sickerrigolen	
Maßstab: ≈ 1 : 2.000	Lageplan	Anlage: 2
Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng Tel.: 09188/9400-0, Fax: 09188/9400-49 E-Mail: info@sotka.de. web: www.sotka.de		



### ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

**UNTERSUCHUNGSSTELLEN**  
 ○ B Bohrung

**PROBENTNAHME UND GRUNDWASSER**  
 Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1  
 ▼ Grundwasser nach Bohrende

**BODENARTEN**

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G	g
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u
Steine		X	

**KORNGRÖßENBEREICH**

f	fein
m	mittel
g	grob

**NEBENANTEILE**  
 \* schwach (< 15 %)  
 - stark (ca. 30-40 %)  
 " sehr schwach; " sehr stark

**FEUCHTIGKEIT** f feucht

**RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2**

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2,52 cm	3,56 cm	4,37 cm
Spitzenantriebskraft	5,00 cm <sup>2</sup>	10,00 cm <sup>2</sup>	15,00 cm <sup>2</sup>
Gestängeldurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Rammbleiwicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Falzhöhe	50,0 cm	20,00 cm	50,00 cm

**BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2**

Tiefe (m)	0,5-0,80	13 Schl./30cm	offene Spitze
	5/67		
	1,55-2,00	15 Schl./30cm	geschlossene Spitze
	6/78		

**Bauvorhaben:**  
 Fürth, Hornschuchpromenade  
 Versickerung

**Planbezeichnung:**  
 BODENAUF SCHLÜSSE  
 B1, S1, B2, S2

Anlage-Nr.: 3  
 Maßstab: 1 : 50

**BAUGRUNDINSTITUT**  
 Dr. Spotka und Partner GmbH  
 Finkenweg 4  
 92353 Postbauer-Heng  
 Tel. 09188/94 00-0  
 Mail: info@spotka.de

Bearbeiter: Gilch  
 Gezeichnet: Bittner  
 Geändert:  
 Gesehen:  
 Projekt-Nr.: G70119

Datum:  
 13.11.19  
 15.11.19  
 430 800

## VERSICKERUNGSVERSUCH

### AUSWERTUNG NACH KOLLBRUNNER UND MAAG

Projektnummer: G70119

BV.: Fürth, Hornschuchpromenade  
Versickerungsfähigkeit im Bereich der beiden Sickerrigolen

Anlage: 4

Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH  
Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng  
Tel.: 09188/9400-0, Fax: 09188/9400-49  
E-Mail: [info@spotka.de](mailto:info@spotka.de) web: [www.spotka.de](http://www.spotka.de)



**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit  
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

<b>Datum:</b>	12.11.2019	<b>Projekt:</b>	Fürth, Hornschuchpromenade, Versickerung
---------------	------------	-----------------	---

**Versuchsdurchführung**

<b>Bezeichnung Bohrung:</b>	B1 V	<b>(Vorsättigung)</b>
<b>Ruhewasserstand:</b>	9,09 m u GOK	(GW- Stand vom 12.11.2019)
<b>Rohrradius r:</b>	0,0191 m	(1,5 Zoll Rohrdurchmesser)

Zeit	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
0:00:00	0	4,00	
0:00:15	15	3,75	2,0E-05
0:00:30	30	3,58	1,8E-05
0:00:45	45	3,31	2,0E-05
0:01:00	60	3,21	1,7E-05
0:01:30	90	2,92	1,7E-05
0:02:00	120	2,65	1,6E-05
0:03:00	180	2,34	1,4E-05
0:04:00	240	1,92	1,5E-05
0:05:00	300	1,67	1,4E-05
0:06:00	360	1,44	1,4E-05
0:08:00	480	1,09	1,3E-05
0:10:00	600	0,80	1,3E-05
0:12:00	720	0,60	1,3E-05
0:14:00	840	0,44	1,3E-05
0:16:00	960	0,30	1,3E-05

**Berechnung**

$$kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h1}{h2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles  
h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles  
dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf**  
**1,5E-05 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit  
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

<b>Datum:</b>	12.11.2019	<b>Projekt:</b>	Fürth, Hornschuchpromenade, Versickerung
---------------	------------	-----------------	---

**Versuchsdurchführung**

<b>Bezeichnung Bohrung:</b>	B1 V		
<b>Ruhewasserstand:</b>	9,09	m u GOK	(GW- Stand vom 12.11.2019)
<b>Rohrradius r:</b>	0,0191	m	(1,5 Zoll Rohrdurchmesser)

Zeit	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete
			Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
0:00:00	0	4,00	
0:00:15	15	3,70	2,5E-05
0:00:30	30	3,57	1,8E-05
0:00:45	45	3,44	1,6E-05
0:01:00	60	3,33	1,5E-05
0:01:30	90	3,12	1,3E-05
0:02:00	120	2,92	1,2E-05
0:03:00	180	2,60	1,1E-05
0:04:00	240	2,33	1,1E-05
0:05:00	300	2,09	1,0E-05
0:06:00	360	1,90	9,9E-06
0:08:00	480	1,57	9,3E-06
0:10:00	600	1,28	9,0E-06
0:12:00	720	1,06	8,8E-06
0:14:00	840	0,88	8,6E-06
0:16:00	960	0,72	8,5E-06
0:18:00	1080	0,59	8,4E-06
0:20:00	1200	0,48	8,4E-06
0:22:00	1320	0,38	8,5E-06
0:24:00	1440	0,29	8,7E-06
0:25:50	1550	0,23	8,8E-06

**Berechnung**

$$kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h1}{h2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles

h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles

dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf  
1,1E-05 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit  
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

<b>Datum:</b>	12.11.2019	<b>Projekt:</b>	Fürth, Hornschuchpromenade, Versickerung
---------------	------------	-----------------	---

**Versuchsdurchführung**

<b>Bezeichnung Bohrung:</b>	B2 V	<b>(Vorsättigung)</b>
<b>Ruhewasserstand:</b>	8,84 m	(GW- Stand vom 12.11.2019)
<b>Rohrradius r:</b>	0,0191 m	(1,5 Zoll Rohrdurchmesser)

Zeit	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
0:00:00	0	5,00	
0:00:15	15	4,52	3,2E-05
0:00:30	30	4,10	3,2E-05
0:00:45	45	3,80	2,9E-05
0:01:00	60	3,53	2,8E-05
0:01:30	90	3,10	2,5E-05
0:02:00	120	2,82	2,3E-05
0:03:00	180	2,31	2,0E-05
0:04:00	240	2,01	1,8E-05
0:05:00	300	1,80	1,6E-05
0:06:00	360	1,65	1,5E-05
0:08:00	480	1,42	1,2E-05
0:10:00	600	1,25	1,1E-05
0:12:00	720	1,13	9,8E-06
0:14:00	840	1,06	8,8E-06
0:16:00	960	0,99	8,0E-06
0:18:00	1080	0,95	7,3E-06
0:20:00	1200	0,93	6,7E-06
0:25:00	1500	0,90	5,4E-06
0:30:00	1800	0,86	4,7E-06

**Berechnung**

$$kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h1}{h2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles  
h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles  
dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf  
1,6E-05 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit**  
**Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

<b>Datum:</b>	12.11.2019	<b>Projekt:</b>	Fürth, Hornschuchpromenade, Versickerung
---------------	------------	-----------------	---

**Versuchsdurchführung**

<b>Bezeichnung Bohrung:</b>	B2 V		
<b>Ruhewasserstand:</b>	8,84	m u GOK	(GW- Stand vom 12.11.2019)
<b>Rohrradius r:</b>	0,0191	m	(1,5 Zoll Rohrdurchmesser)

Zeit	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
0:00:00	0	5,00	
0:00:15	15	4,51	3,3E-05
0:00:30	30	4,11	3,1E-05
0:00:45	45	3,90	2,6E-05
0:01:00	60	3,68	2,4E-05
0:01:30	90	3,56	1,8E-05
0:02:00	120	3,10	1,9E-05
0:03:00	180	2,72	1,6E-05
0:04:00	240	2,45	1,4E-05
0:05:00	300	2,23	1,3E-05
0:06:00	360	2,06	1,2E-05
0:08:00	480	1,86	9,8E-06
0:10:00	600	1,70	8,6E-06
0:12:00	720	1,55	7,7E-06
0:14:00	840	1,42	7,1E-06
0:16:00	960	1,32	6,6E-06
0:18:00	1080	1,22	6,2E-06
0:20:00	1200	1,14	5,9E-06
0:25:00	1500	1,00	5,1E-06
0:30:00	1800	0,94	4,4E-06

**Berechnung**

$$kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h1}{h2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles

h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles

dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf**  
**1,4E-05 m/s**

PRÜFBERICHT NR. 191216

KORNGRÖSSENVERTEILUNG  
NACH DIN 18123

Projektnummer: G70119	BV.: Fürth, Hornschuchpromenade Versickerungsfähigkeit im Bereich der beiden
	Anlage: 5
Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng Tel.: 09188/9400-0, Fax: 09188/9400-49 E-Mail: info@spotka.de web: www.spotka.de	

Dr. Ing. Johann Spotka GmbH Postfach 1045 92349 Postbauer-Heng

Baugrundinstitut Dr. Spotka & Partner GmbH  
 Finkenweg 4  
 92353 Postbauer-Heng

Geschäftsführer:

Dipl.- Ing. (FH) Jan Spotka  
 Dipl.- Ing. Birgit Spotka

HRB Nr. 24223 Nürnberg  
 UST-IdNr. DE 26 11 77 529

Sparkasse Neumarkt  
 BIC: BYLADEM1NMA  
 IBAN: DE60 7605 2080 0000 9902 26

Raiffeisenbank Neumarkt  
 BIC: GENODEF1NM1  
 IBAN: DE13 7606 9553 0007 7892 62

# PRÜFBERICHT

Nr. 191216

18.11.2019

Projekt	
Projektnummer:	I2019-469
Projektbezeichnung:	Fürth, Hornschuchpromenade, Versickerungsanlage
Auftrag	
Auftraggeber:	Baugrundinstitut Dr. Spotka & Partner GmbH Finkenweg 4 92353 Postbauer-Heng
Auftragsdatum:	14.11.2019
Zeichen des Auftraggebers	G70119/Gi
Ausführung	
Probeneingangsdatum:	12.11.2019
Prüfzeitraum:	von: 14.11.2019 bis: 18.11.2019
Probenahmedatum:	12.11.2019
Probenahmeort:	Fürth
Probenehmer:	IB Spotka
Probenanzahl/-nummern:	3 KV 1 - 3
Probenbezeichnung:	KV 1 - 3
Bodenart (visuell):	S - S, g'
Entnahmestelle:	B1 + B2
Entnahmetiefe:	6,7 - 10,0 m
Prüfung	
Prüfmethode:	DIN 18123 - 5 Ausgabe: 2011-04 Korngrößenverteilung, Siebung
Ergebnisse	
Prüfprotokolle:	3, beiliegend der kf-Wert nach Beyer
Anforderungen:	
Prüfergebnisse:	

Ingenieurbüro Dr.- Ing. J. Spotka GmbH, Postbauer-Heng, den 18.11.2019



Markus Lehner, M.Sc. Geow.  
 (Prüfstellenleiter)



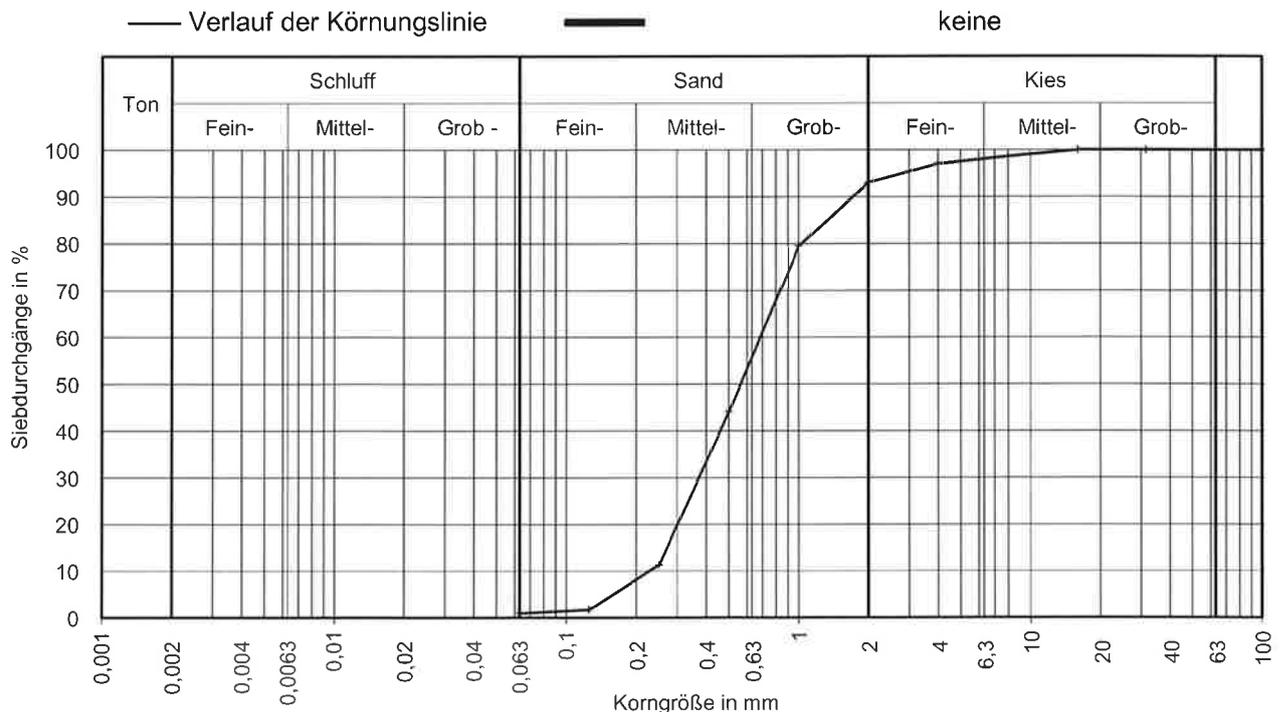
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde genannten Prüfverfahren.  
 Der Prüfbericht Nr.: 191216 besteht aus 1 Deckblatt und 6 weiteren Seite(n)  
 Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Bauvorhaben: Fürth Hornschuchpromenade Versickerungsanlage

Probenbezeichnung:	KV 1
Entnahmestelle:	B1
Entnahmetiefe:	6,7 - 8,0m
Bodenart (visuelle Ansprache):	S
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
geologische Bezeichnung:	

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngruppe	Massenanteil
mm	%	mm	%
		Disp.	1
63	100,00	63/	
31,5	100,00	31,5/63	0,00
16	100,00	16/31,5	0,00
8	98,61	8/16	1,39
4	97,07	4/8	1,54
2	93,10	2/4	3,97
1	79,50	1/2	13,60
0,5	44,12	0,5/1	35,38
0,25	11,34	0,25/0,5	32,78
0,125	1,73	0,125/0,25	9,61
0,063	0,96	0,063/0,125	0,77

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	<b>0,96</b>	%
Tonanteil	< 0,002 mm	nicht bestimmbar	%
Ungleichförmigkeitszahl	C <sub>u</sub> (früher U)	3,0	
Krümmungszahl	C <sub>c</sub>	0,9	
Kornkennzahl		<b>0 0 9 1 0</b>	
Bodenart nach Korngrößenverteilung			
<b>Sand, schwach kiesig,</b>			
Bodenart nach DIN EN ISO 14688			
Arbeitsweise			
<b>Naß- und Trockensiebung</b>			
Hauptgruppe nach DIN 18196		<b>grobkörniger Boden</b>	
Gruppensymbol nach DIN 18196		<b>SE</b>	
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F1, nicht frostempfindlich	
	Schluff 1 %	Bemerkungen:	
d <sub>10</sub> = 0,227	Sand 92 %		
d <sub>60</sub> = 0,682	Kies 7 %		
d <sub>30</sub> = 0,371	Steine 0 %		

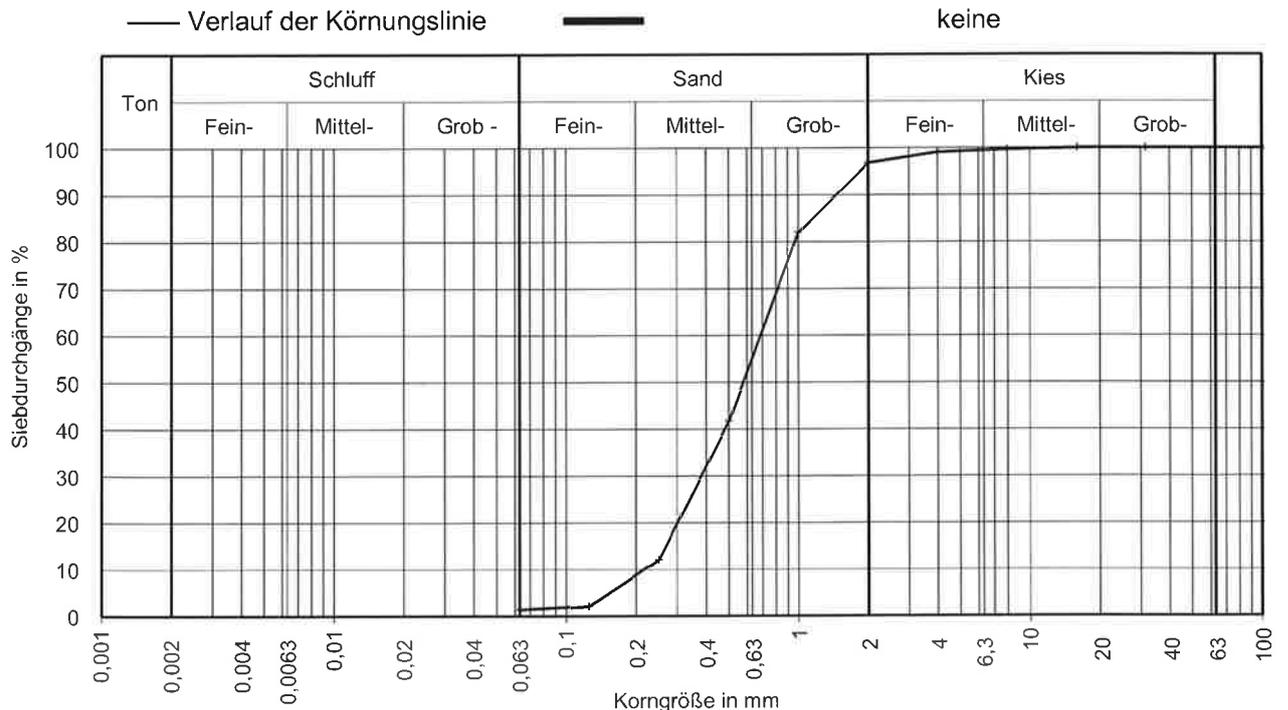


Bauvorhaben: Fürth Hornschuchpromenade Versickerungsanlage

Probenbezeichnung:	KV 2
Entnahmestelle:	B1
Entnahmetiefe:	8,5 - 10,0m
Bodenart (visuelle Ansprache):	S, g'
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
geologische Bezeichnung:	

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngruppe	Massenanteil
mm	%	mm	%
		Disp.	1
63	100,00	63/	
31,5	100,00	31,5/63	0,00
16	100,00	16/31,5	0,00
8	99,64	8/16	0,36
4	99,12	4/8	0,52
2	96,83	2/4	2,29
1	82,01	1/2	14,82
0,5	41,81	0,5/1	40,20
0,25	12,14	0,25/0,5	29,68
0,125	2,20	0,125/0,25	9,93
0,063	1,40	0,063/0,125	0,81

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	<b>1,40</b>	%	
Tonanteil	< 0,002 mm	nicht bestimmbar	%	
Ungleichförmigkeitszahl	C <sub>u</sub> (früher U)	3,2		
Krümmungszahl	C <sub>c</sub>	1,0		
Kornkennzahl		<b>0 0 10 0 0</b>		
Bodenart nach Korngrößenverteilung				
<b>Sand,</b>				
Bodenart nach DIN EN ISO 14688				
Arbeitsweise				
<b>Naß- und Trockensiebung</b>				
Hauptgruppe nach DIN 18196		<b>grobkörniger Boden</b>		
Gruppensymbol nach DIN 18196		<b>SE</b>		
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F1, nicht frostempfindlich		
	Schluff	1 %	Bemerkungen:	
d <sub>10</sub> =	0,215	Sand		95 %
d <sub>60</sub> =	0,684	Kies		3 %
d <sub>30</sub> =	0,379	Steine		0 %

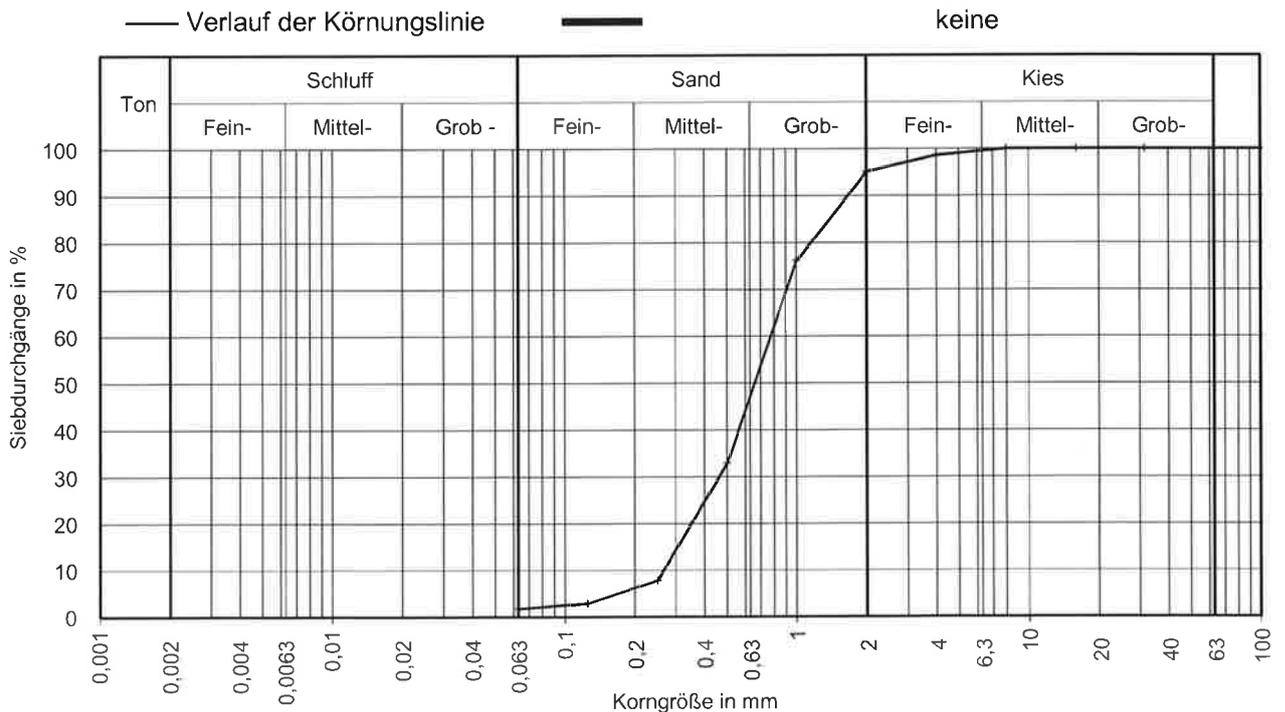


Bauvorhaben: Fürth Hornschuchpromenade Versickerungsanlage

Probenbezeichnung:	KV3
Entnahmestelle:	B2
Entnahmetiefe:	8,0 - 9,8m
Bodenart (visuelle Ansprache):	S, g'
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
geologische Bezeichnung:	

Korngröße >	Siebdurchgänge	Korngruppe	Massenanteil
mm	%	mm	%
		Disp.	1
63	100,00	63/	
31,5	100,00	31,5/63	0,00
16	100,00	16/31,5	0,00
8	100,00	8/16	0,00
4	98,64	4/8	1,36
2	95,13	2/4	3,50
1	76,15	1/2	18,98
0,5	32,84	0,5/1	43,31
0,25	7,83	0,25/0,5	25,01
0,125	2,98	0,125/0,25	4,85
0,063	1,76	0,063/0,125	1,22

Schlammkornanteil	< 0,063 mm	<b>1,76</b>	%	
Tonanteil	< 0,002 mm	nicht bestimmbar	%	
Ungleichförmigkeitszahl	C <sub>u</sub> (früher U)	2,9		
Krümmungszahl	C <sub>c</sub>	1,0		
Kornkennzahl				
Bodenart nach Korngrößenverteilung				
<b>Sand,</b>				
Bodenart nach DIN EN ISO 14688				
Arbeitsweise				
<b>Naß- und Trockensiebung</b>				
Hauptgruppe nach DIN 18196		<b>grobkörniger Boden</b>		
Gruppensymbol nach DIN 18196		<b>SE</b>		
Frostsicherheitsklasse nach ZTVE		F1, nicht frostempfindlich		
	Schluff	2 %	Bemerkungen:	
d <sub>10</sub> =	0,266	Sand		93 %
d <sub>60</sub> =	0,772	Kies		5 %
d <sub>30</sub> =	0,462	Steine		0 %



think

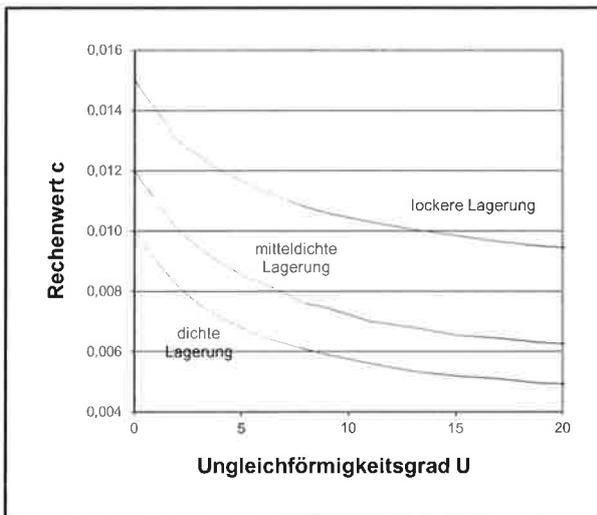
Bauvorhaben: Fürth Hornschuchpromenade Versickerungsanlage

Probenbezeichnung:	KV 1
Entnahmestelle:	B1
Entnahmetiefe:	6,7 - 8,0m
Bodenart (visuelle Ansprache):	S
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
geologische Bezeichnung:	

$$k = c \cdot d_{10}^2$$

wenn  $1 \leq U \leq 20$   
wenn  $0,06 \leq d_{10} \leq 0,6$

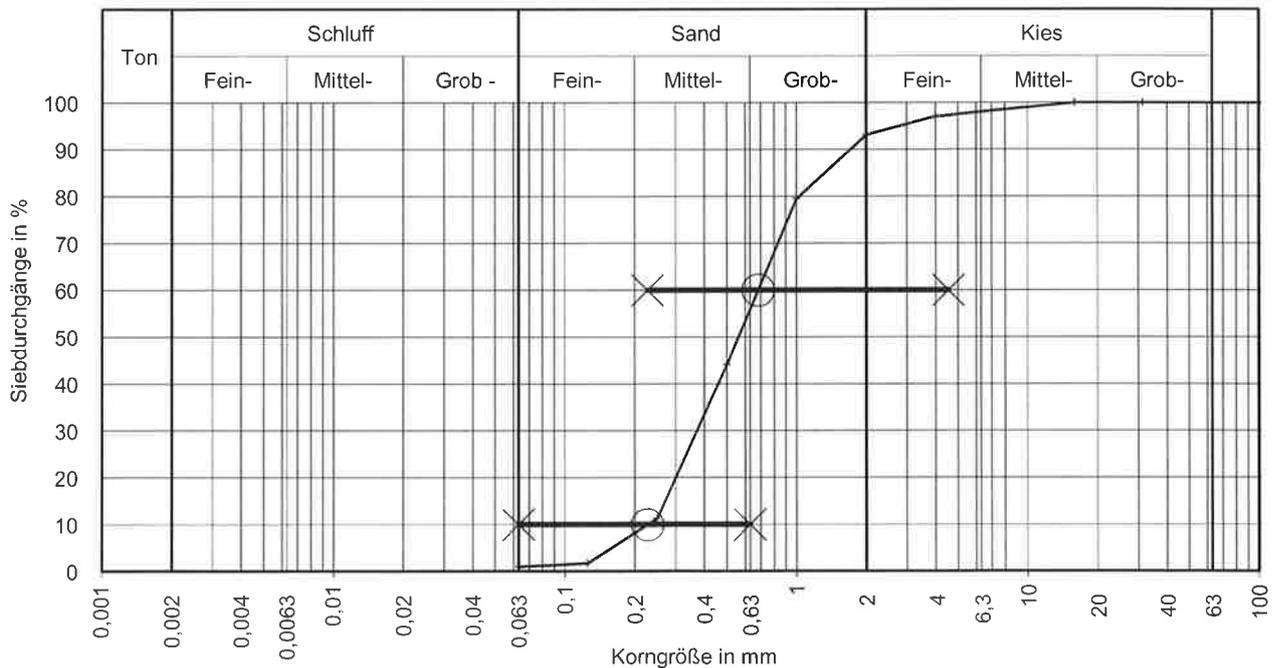
U = 3,01  
d<sub>10</sub> = 0,227 mm



Lagerungsdichte	c-Wert	k <sub>F</sub> -Wert
locker	0,01250	6,4 E-04
mitteldicht	0,00945	4,9 E-04
dicht	0,00755	3,9 E-04

k<sub>F</sub>-Wert in m/s

die Gleichung ist nur gültig, wenn die Punkte (O) innerhalb der Markierungen (X) liegen:



\* Beyer, W., 'Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve' Wasserwirtschaftsrecht, Berlin 4, 1964, Heft 6 / **Nicht akkreditiert!**

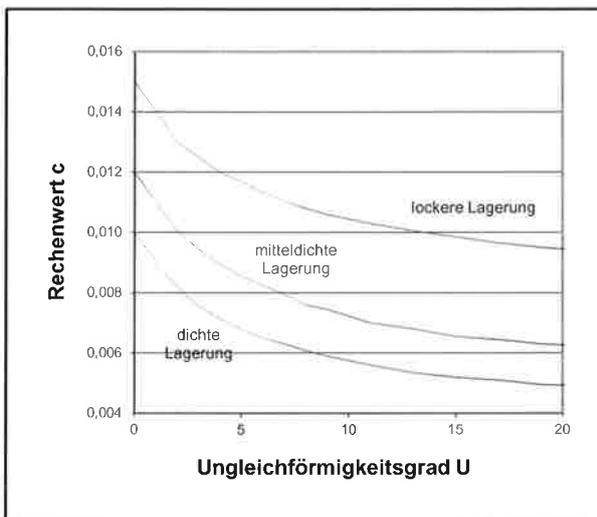
Bauvorhaben: Fürth Hornschuchpromenade Versickerungsanlage

Probenbezeichnung:	KV 2
Entnahmestelle:	B1
Entnahmetiefe:	8,5 - 10,0m
Bodenart (visuelle Ansprache):	S, g'
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
geologische Bezeichnung:	

$$k = c \cdot d_{10}^2$$

wenn  $1 \leq U \leq 20$   
wenn  $0,06 \leq d_{10} \leq 0,6$

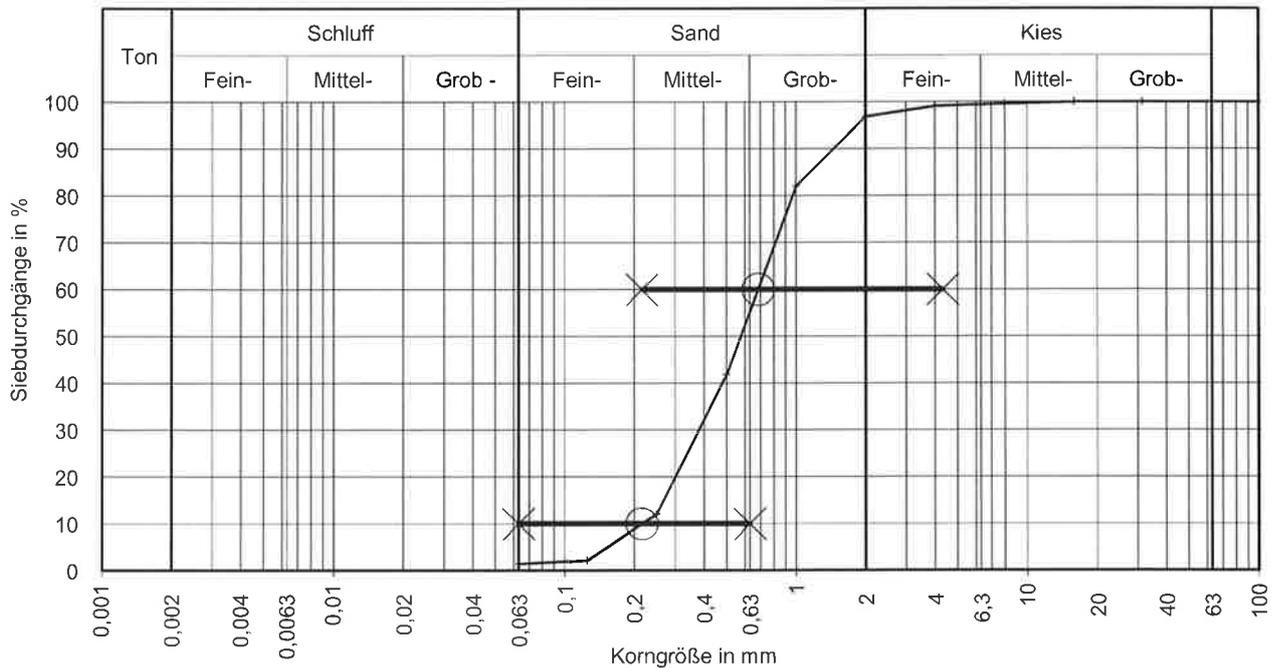
U = 3,18  
d<sub>10</sub> = 0,215 mm



Lagerungsdichte	c-Wert	k <sub>f</sub> -Wert
locker	0,01241	5,8 E-04
mitteldicht	0,00936	4,3 E-04
dicht	0,00748	3,5 E-04

k<sub>f</sub>-Wert in m/s

die Gleichung ist nur gültig, wenn die Punkte (O) innerhalb der Markierungen (X) liegen:



\* Beyer, W., 'Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve' Wasserwirtschaftsrecht, Berlin 4, 1964, Heft 6 / **Nicht akkreditiert!**

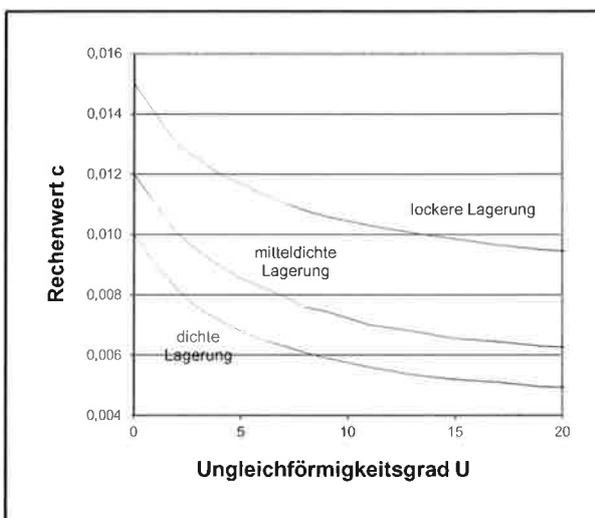
Bauvorhaben: Fürth Hornschuchpromenade Versickerungsanlage

Probenbezeichnung:	KV3
Entnahmestelle:	B2
Entnahmetiefe:	8,0 - 9,8m
Bodenart (visuelle Ansprache):	S, g'
Farbe:	hellbraun
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
geologische Bezeichnung:	

$$k = c \cdot d_{10}^2$$

wenn  $1 \leq U \leq 20$   
wenn  $0,06 \leq d_{10} \leq 0,6$

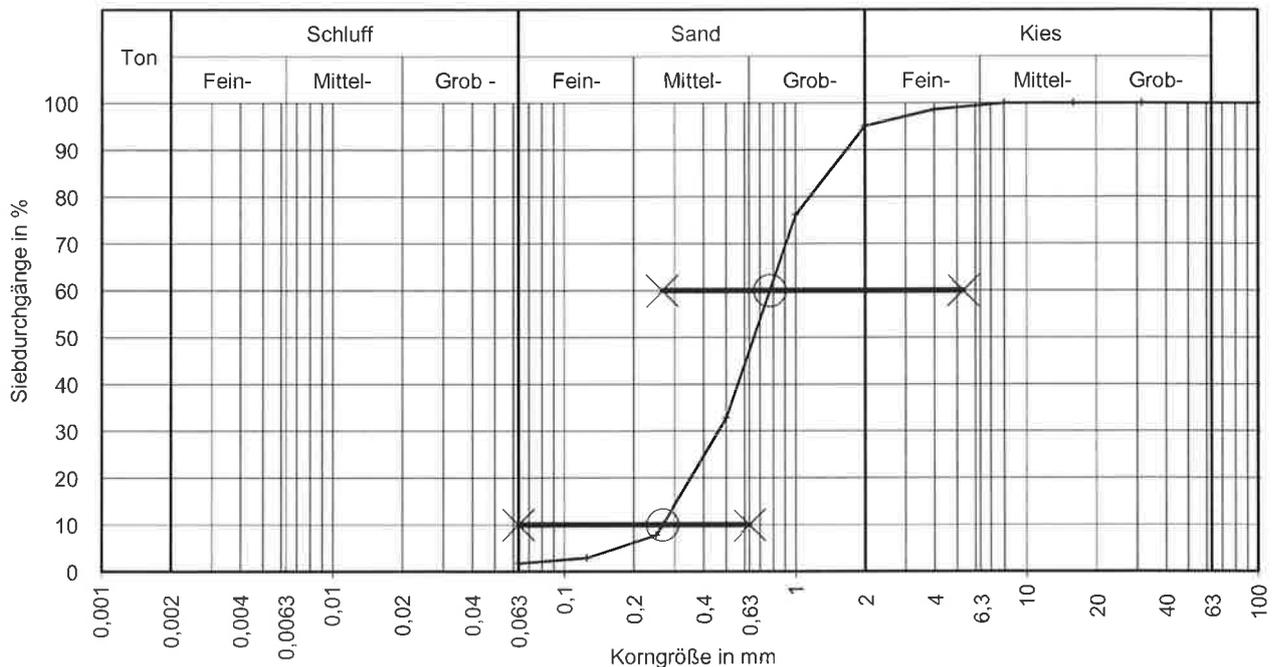
U = 2,91  
d<sub>10</sub> = 0,266 mm



Lagerungsdichte	c-Wert	k <sub>f</sub> -Wert
locker	0,01255	8,8 E-04
mitteldicht	0,00950	6,7 E-04
dicht	0,00761	5,4 E-04

k<sub>f</sub>-Wert in m/s

die Gleichung ist nur gültig, wenn die Punkte (O) innerhalb der Markierungen (X) liegen:



\* Beyer, W., 'Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve' Wasserwirtschaftsrecht, Berlin 4, 1964, Heft 6 / **Nicht akkreditiert!**