



PROF. DR. KNOBLICH
Umwelt- und Baugrundberatung GmbH

Ermittlung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden bezüglich der Versickerungsfähigkeit

in
61206 Nieder-Wöllstadt
Baulandentwicklung "Ilbenstädter Straße"

der
BPD Immobilienentwicklung GmbH
Niederlassung Frankfurt
Solmsstraße 18
60486 Frankfurt am Main

1. Bericht

erstellt am 22. Juli 2022 von der:

Prof. Dr. Knoblich Umwelt- & Baugrundberatung GmbH
Höhenstraße 58
35435 Wettenberg

Gliederung

Auftrag und Vorgang	3
Versickerungstechnische Regelwerke	3
Geltungsbereiche der Regelwerke für die Versickerung von Niederschlagswasser	4
Anforderungen an die wasserwirtschaftliche Beurteilung	4
Kriterien zur Bewertung der Niederschlagsabflüsse	5
Untergrundverhältnisse.....	5
Hydrogeologischer Rahmen	6
Hydrogeologische Begebenheiten	6
Zusammenfassung der durchgeführten Feldversuche und der ermittelten Durchlässigkeit der anstehenden Böden	6
Beurteilung der Versickerungsfähigkeit	9
Bewertung und Fazit.....	10
Anhang	11

Auftrag und Vorgang

Das vorliegende Versickerungsgutachten gilt als Untersuchungskonzept einer Ersteinschätzung im Sinne des Arbeitsblattes DWA-A 138 für die Weiterplanung von Maßnahmen hinsichtlich der Errichtung von technischen Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.

Im Juli 2022 wurden wir durch die BPD Immobilienentwicklung GmbH, Solmsstraße 18, 60486 Frankfurt am Main beauftragt, den Untergrund des Projektareales „Baulandentwicklung Ilbenstädter Straße“ in 61206 Nieder-Wöllstadt, durch eine hydrogeologische Standortbeurteilung, im Hinblick auf die Ermittlung der Durchlässigkeit (Versickerungsfähigkeit) der anstehenden Böden, zu erkunden. Im Vorfeld der Planung besteht die Überlegung seitens BPD, ob anfallendes Niederschlagswasser (Dachflächenwasser sowie Niederschlagswasser aus versiegelten und/ oder nicht versiegelten Bereichen) auf dem Untersuchungsareal versickern zu lassen.

Am 5. Juli 2022 wurden durch unser Büro vor Ort mehrere Feldversuche zur Versickerungsfähigkeit durchgeführt, um die Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten am Projektstandort zu bestimmen. Die Versuche wurden auf den Flurstücken 38, 35, 34/3, 33/4 und 33/5 ausgeführt.

Die Positionen der Feldversuche sind in einem Lageplan (Anlage 1) gekennzeichnet.

Bei diesen Feldversuchen handelt es sich um sogenannte Permeabilitäts-Infiltrations-Tests (PIV-Tests) mit abnehmender Druckhöhe. Die Auswertung erfolgte nach den entsprechenden USBR-Formeln unter Berücksichtigung des gültigen Infiltrationsbereiches.

Versickerungstechnische Regelwerke

Die geotechnischen Grundlagen zur Bewertung werden u.a. durch folgende Regelwerke bestimmt:

- DWA-A 138: (2005) Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DIN 18130-1: (1998) Baugrund, Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche

Erweiterte Richtlinien für die Planung der Versickerung von Niederschlagsabflüssen in Wasser- und Heilquellenschutzgebiete sind:

- Technische Regel - Arbeitsblatt DVGW W101 (A): (2021) Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser): (1998) Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete

Geltungsbereiche der Regelwerke für die Versickerung von Niederschlagswasser

Für die Versickerung von Niederschlagsabflüssen ist das Regelwerk des Arbeitsblattes DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ maßgebend. In diesem Regelwerk wird die Versickerung von Niederschlagswasser für unbefestigte und befestigte Siedlungsflächen sowie Verkehrsflächen geregelt.

Des Weiteren gelten in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten für das Versickern von Niederschlagswasser gesonderte Regelungen, die den Anforderungen der jeweiligen Schutzgebietsverordnungen entsprechen. Hinsichtlich der Trinkwasserschutzgebiete ist dies die DVGW-Richtlinie des Arbeitsblattes W 101 (1995) und für Heilquellenschutzgebiete die LAWA-Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete (1998).

Anforderungen an die wasserwirtschaftliche Beurteilung

Für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser sieht das Arbeitsblatt DWA-A-138 (2005) folgende Versickerungseinrichtungen vor:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Mulden-Rigolen-Element/ oder System
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Beckenversickerung
- Schachtversickerung

Darüber hinaus wird für derartige Einrichtungen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten und qualitativen Anforderungen ein Wertebereich von

$1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

für entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereiche empfohlen.

Eine wesentliche Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser ist dementsprechend die Ermittlung der Durchlässigkeit und damit die Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden.

Des Weiteren dienen weitere Untersuchungsaspekte der Ersteinschätzung, im Sinne des Arbeitsblattes DWA-A 138, zur wasserwirtschaftlichen Beurteilung der Versickerungsfähigkeit der angetroffenen anstehenden Böden. Hierzu gehören die allgemeine Beschaffenheit des Untergrundes, wie zum Beispiel Inhomogenitäten in der ungesättigten Bodenzone oder auch Eigenschaften der gesättigten Bodenzone, wie die Höhe der Grundwasseroberfläche. Die Morphologie des Untersuchungsareales, Altstandorte, Gebietsnutzung sowie Wasserschutzgebiete sind weitere zu berücksichtigende Aspekte.

Kriterien zur Bewertung der Niederschlagsabflüsse

Die gezielte Versickerung von Niederschlagswasser wird in Bezug auf die mögliche Grundwasserbeeinflussung, resultierend aus der transportierten Stoffkonzentration, in drei Kategorien eingeteilt:

- unbedenklich
- tolerierbar
- nicht tolerierbar

Aufgrund einer ersten Einschätzung der geplanten Nutzung der Flächen sind die Niederschlagsabflüsse durch das Arbeitsblatt DWA-A 138 als unbedenklich und tolerierbar einzustufen. Jedoch ist für eine qualitative Bewertung eine detaillierte Betrachtung der abflussliefernden Flächen und der hydraulischen Belastung nötig, falls die anstehenden Böden eine Versickerungsfähigkeit aufweisen.

Untergrundverhältnisse

Zuoberst steht auf dem Projektareal ein ca. 20-30 cm stark durchwurzelter Oberboden an, welcher als landwirtschaftlich genutzte Vegetationsschicht angesprochen wurde. Darunter folgt ein toniger bis stark toniger, feinsandiger Schluff mit leicht-plastischen Eigenschaften und steifer bis halbfester Konsistenz. Im Liegenden folgt dann ein zum Teil toniger sowie schwach feinsandiger bis feinsandiger Schluff. Dieser liegt mit leicht-plastischen Eigenschaften und einer steifen bis halbfesten Konsistenz bis zu der jeweils erbohrten Endteufe vor. Die genannten anstehenden Böden wurden im Bereich der Feldversuche (V9, V10) in umgekehrter Reihenfolge angetroffen.

Die Bodenprofile der Sondierungen können in der Anlage 2 eingesehen werden.

Hydrogeologischer Rahmen

Das Untersuchungsareal (WSG-ID: 440-088) in 61206 Nieder-Wöllstadt, Ilbenstädter Straße, befindet sich in einem oberhessischen Heilquellenschutz-bezirk (HQS) der Qualitativen Schutzzone I.

Die Heilquellenschutzgebiete dienen zum Schutz der erschlossenen oder natürlich zutage tretenden Grundwässer, wobei durch qualitative Schutzzonen, die chemische und die hygienische Verunreinigung verhindert werden soll. Die nächstgelegenen Wassergewinnungsanlagen sind mindestens ca. 3,8 km von dem Projektareal entfernt.

Östlich des Projektareals, in etwa 600 m Entfernung, verläuft der Vorfluter „Nidda“ mit südwestlicher Fließrichtung, in welchen nach dem Projektareal, der „Rosbach“ mit südöstlich gerichteter Fließrichtung mündet.

Hydrogeologische Begebenheiten

Während dem Abteufen der Sondierbohrungen für die Feldversuche zur Versickerungsfähigkeit am 05. Juli 2022 wurde weder Grundwasser noch eine wasserführende Schicht bis in die erbohrte Endtiefe von ca. 0,5 m bzw. ca. 2,0 m angetroffen. Jedoch ist es möglich, dass bedingt durch die bindigen Bodenschichten, es zu niederschlagsbedingten und oberflächennahen Aufstauungen kommen kann.

An dem Grundwasser-Messpegel am nordöstlichen Rand des Projektareals konnte eine Grundwasseroberfläche bei ca. 10 m unter der derzeitigen Geländeoberkante (GOK) eingemessen werden.

Zusammenfassung der durchgeführten Feldversuche und der ermittelten Durchlässigkeit der anstehenden Böden

Insgesamt wurden durch unser Büro auf dem Projektareal 12 Feldversuche erbracht, welche nachfolgend und zusammenfassend beschrieben werden.

Versuch VS1

Infiltrationstiefe: ca. 0,5 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger, stark toniger Schluff [TL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $4,7 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS2

Infiltrationstiefe: ca. 1,9 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger Schluff [UL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $8,0 \times 10^{-7}$ m/s

Versuch VS3

Infiltrationstiefe: ca. 1,7 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: schwach feinsandiger, toniger Schluff [UL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $4,1 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS4

Infiltrationstiefe: ca. 0,5 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger, stark toniger Schluff [TL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $3,2 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS5

Infiltrationstiefe: ca. 1,7 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: schwach feinsandiger, toniger Schluff [UL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $2,7 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS6

Infiltrationstiefe: ca. 0,5 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger, stark toniger Schluff [TL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $2,1 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS7

Infiltrationstiefe: ca. 1,8 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger Schluff [UL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $3,0 \times 10^{-6}$ m/s

Versuch VS8

Infiltrationstiefe: ca. 0,5 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger, toniger Schluff [TL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $3,8 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS9

Infiltrationstiefe: ca. 1,7 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger, stark toniger Schluff [TL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $4,4 \times 10^{-9}$ m/s

Versuch VS10

Infiltrationstiefe: ca. 0,5 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: schwach feinsandiger, toniger Schluff [UL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $7,8 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS11

Infiltrationstiefe: ca. 1,7 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: schwach toniger, feinsandiger Schluff [UL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $8,0 \times 10^{-8}$ m/s

Versuch VS12

Infiltrationstiefe: ca. 0,5 m unter GOK

Bodenart im Infiltrationsbereich: feinsandiger, stark toniger Schluff [TL]

Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert: $2,0 \times 10^{-8}$ m/s

Die Details der durchgeführten Feldversuche können in der Anlage 3 eingesehen werden.

Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Der am Projektstandort ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert für die anstehenden Böden, ist niedriger als der im Sinne des Arbeitsblattes DWA - A 138 vorgegebene k_f -Wertebereich für die qualitativen Anforderungen von entwässerungstechnischen Versickerungsbereichen. Weshalb eine Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden nicht gewährleistet ist.

Des Weiteren sollte zusätzlich beachtet werden, dass die angetroffenen anstehenden Böden auf dem kompletten Untersuchungsareal, Inhomogenitäten bei den bindigen Bodenbestandteilen aufweisen. Somit kann auch durch die Inhomogenität der Bodenmatrix, keine Gewährleistung für die Durchlässigkeit von Feldversuch VS7 gegeben werden. Im Verlauf der Durchführung dieses Versuches sank die Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens bis auf „schwach durchlässig“ nach DIN 18130-1 (siehe Anhang 3) ab. Weshalb eine optimale Versickerung nicht gegeben ist. Bereits geringe, angetroffene Veränderungen in den vorliegenden Böden hinsichtlich des Schluff- oder Tonanteils machen eine Überdimensionierung der Versickerungsbauwerke erforderlich, bzw. wäre eine Versickerung nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 nicht mehr zulässig.

Für den Standort wird von unserer Seite ein Durchlässigkeitsbeiwert von

$$k_f = 3,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

angesetzt.

Die Messung des vorhandenen Grundwasser-Messpegels zeigte eine Grundwasserhöhe von ca. 10 m unter GOK. Aufgrund der Vorgabe des Arbeitsblattes DWA - A 138 zum vorgegebenen Mindestabstand von >1,0 m zwischen der Sohle des Sickerraumes und des Grundwasserspiegels, wäre bezüglich des Grundwassers, aus gutachterlicher Sicht von keiner Gefährdung auszugehen.

Bewertung und Fazit

Die qualitativen Anforderungen des im Sinne des Arbeitsblattes DWA-A 138 zu erfüllenden entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereiches, liegen zwischen einem k_f -Wertebereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s. Die aus den Untersuchungen resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte werden für die anstehenden Böden mit einem arithmetischen Mittel des k_f -Wertes von $3,4 \times 10^{-7}$ m/s unterschritten. Schlussfolgernd kann durch die niedrigen Versickerungsraten bei den anstehenden Böden, keine optimale Versickerung gewährleistet werden, weshalb dementsprechend eine Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Projektareal, aufgrund der hydrogeologischen Bodenbeschaffenheit, nicht zu empfehlen ist. Des Weiteren könnten durch Aufstauungen in den Versickerungsanlagen anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten, welche das Rückhalte- und das Umwandlungsvermögen zusätzlich ungünstig beeinflussen würden.

Weiter kann die Inhomogenität der bindigen Bodenmatrix des anstehenden Bodens eine dauerhafte und kontrolliert sichere Versickerung aus unserer Sicht nicht gewährleisten. In den abgeteufte Sondierungen wurden auf kurze Distanz unterschiedliche Gehalte an bindigen Bodenanteilen von Schluff und sogar Ton in verschiedenen Höhenlagen angetroffen, die den angesetzten Durchlässigkeitsbeiwert deutlich verschlechtern können. Aus den vorangegangenen Gründen empfehlen wir an diesem Standort auf eine Versickerung zu verzichten.

Das Gutachten gilt nur in seiner Gesamtheit.

Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

 **K**
C. Knoblich
(Geschäftsführer) **PROF. DR. KNOBLICH**
Umwelt- und Baugrundberatung GmbH
Höhenstraße 58
D-35435 Wettenberg-Gleiberg/Hessen
Tel. (0641) 250 39 155 Fax (0641) 250 39 154


J. Schwarz
(Diplom-Geologe)

Anhang

Anlage 1: Lageplan der Ansatzpunkte der Sondierungen und der Feldversuche

Anlage 2: Bodenprofile der Sondierungen

Anlage 3: Versuchsprotokolle der Feldversuche



Anlage 1



Anlage 2



Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Anlage 2

Datum: 05.07.2022

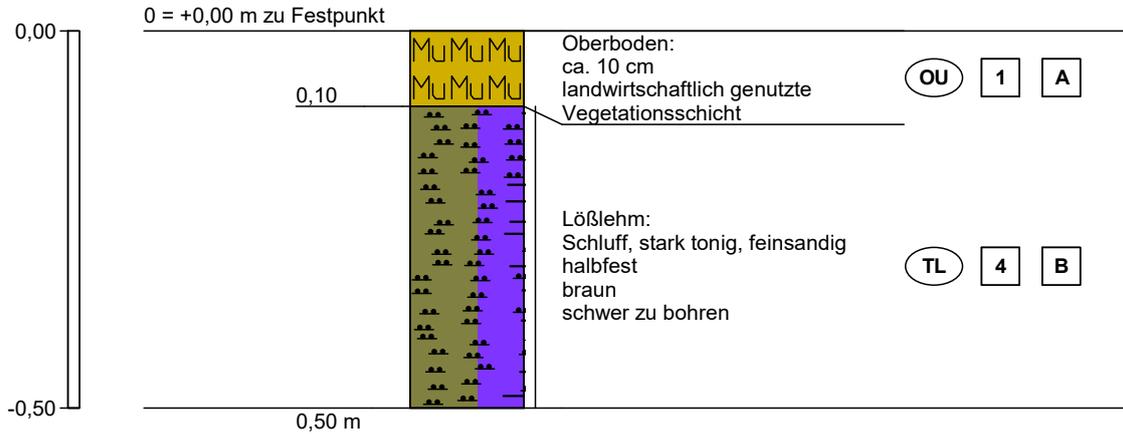
Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 1





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

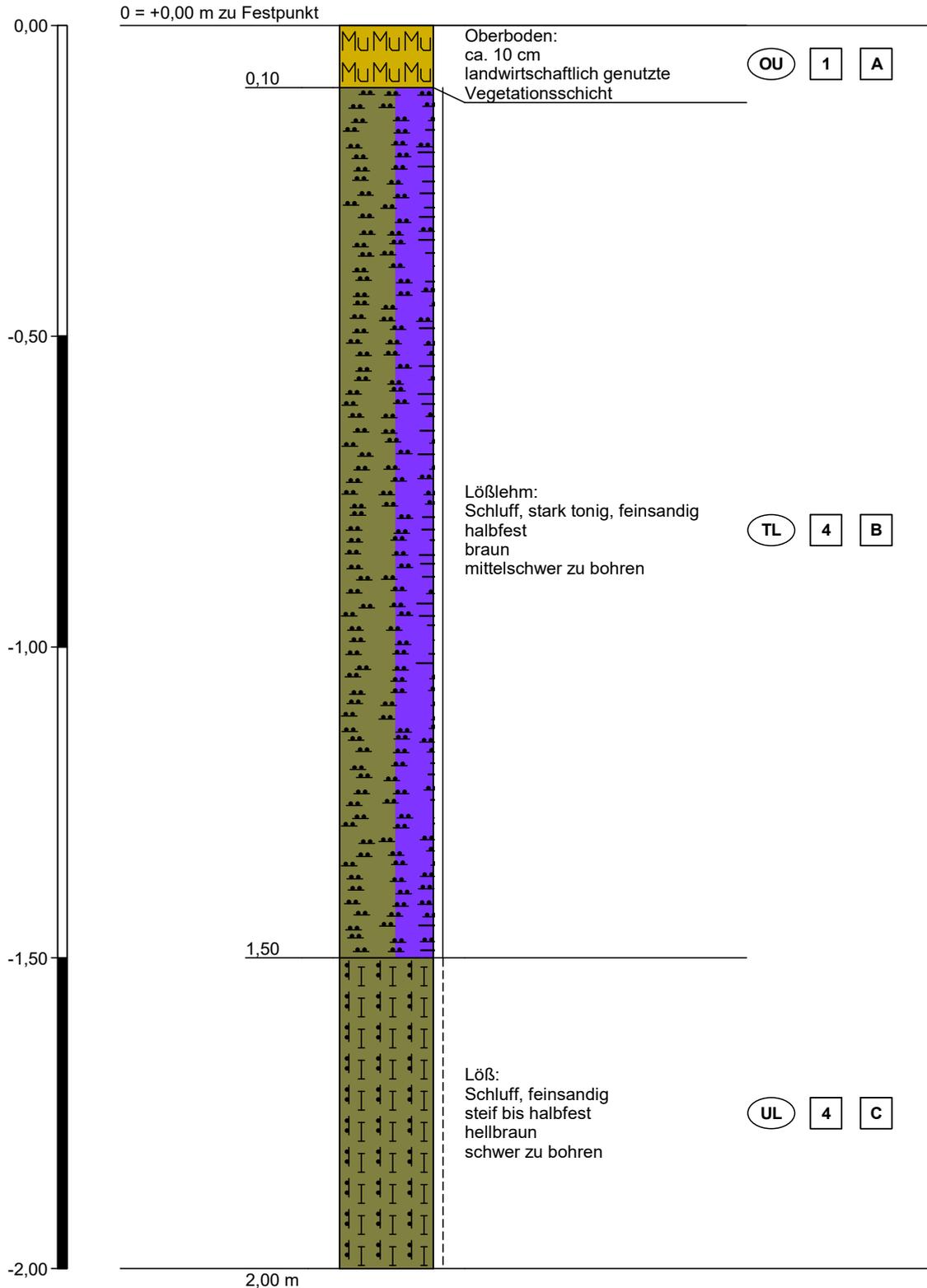
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 2





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

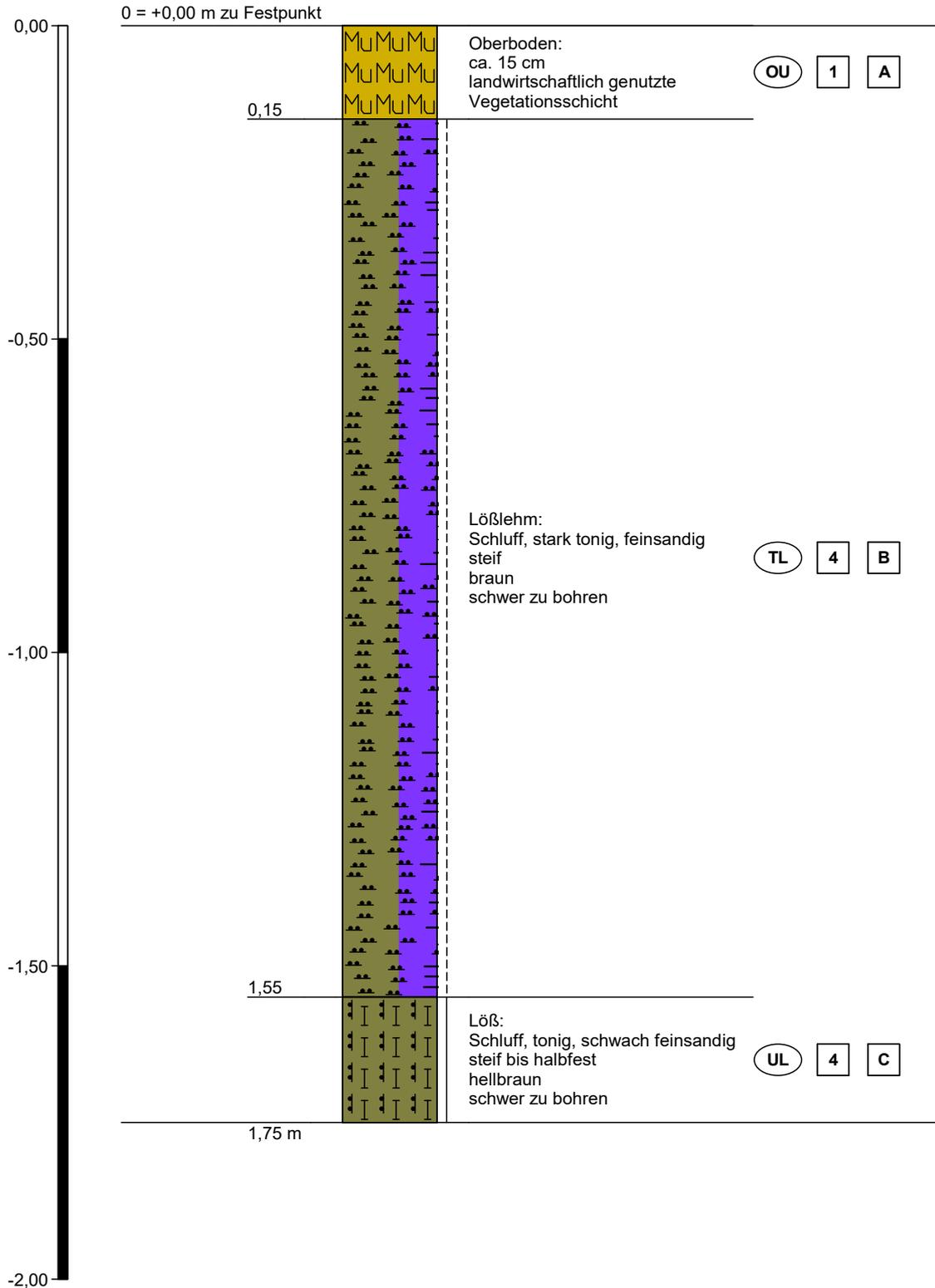
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 3





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

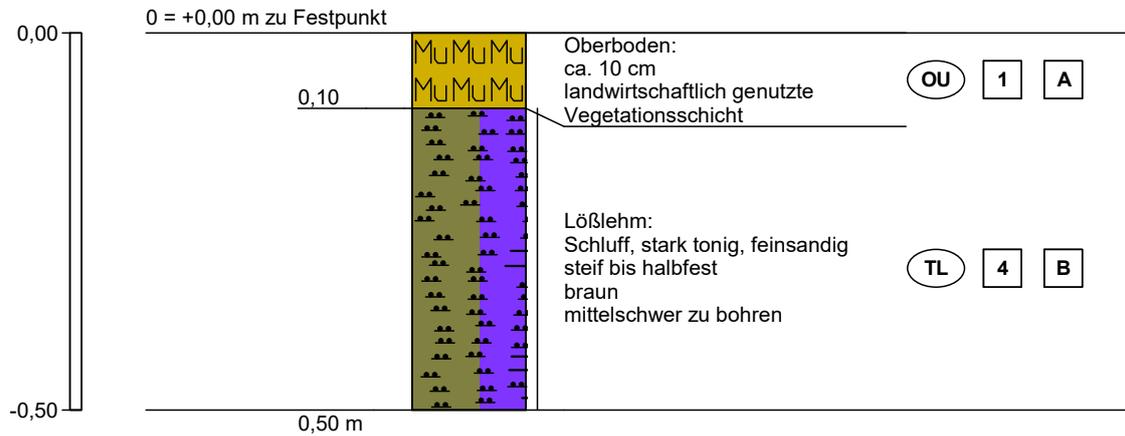
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 4





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

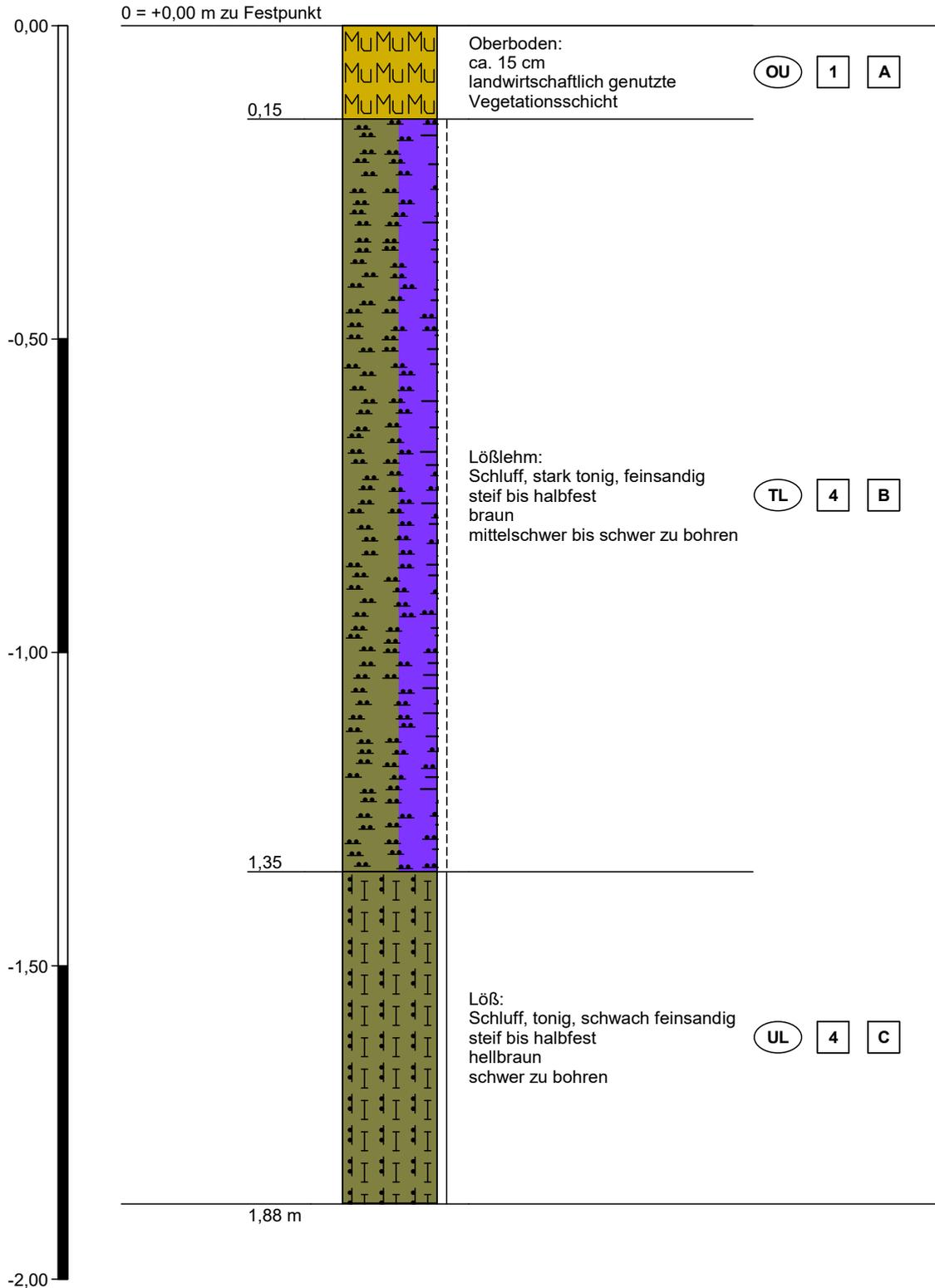
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 5





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

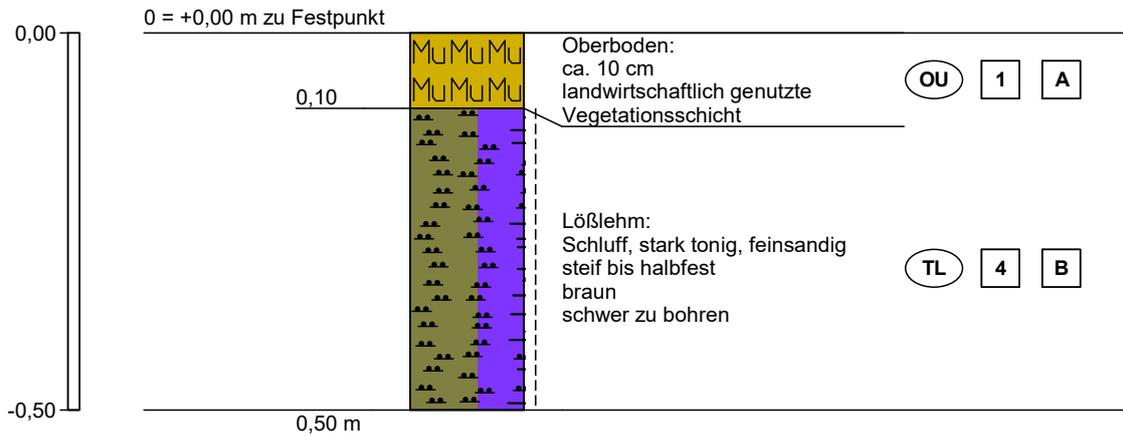
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 6





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

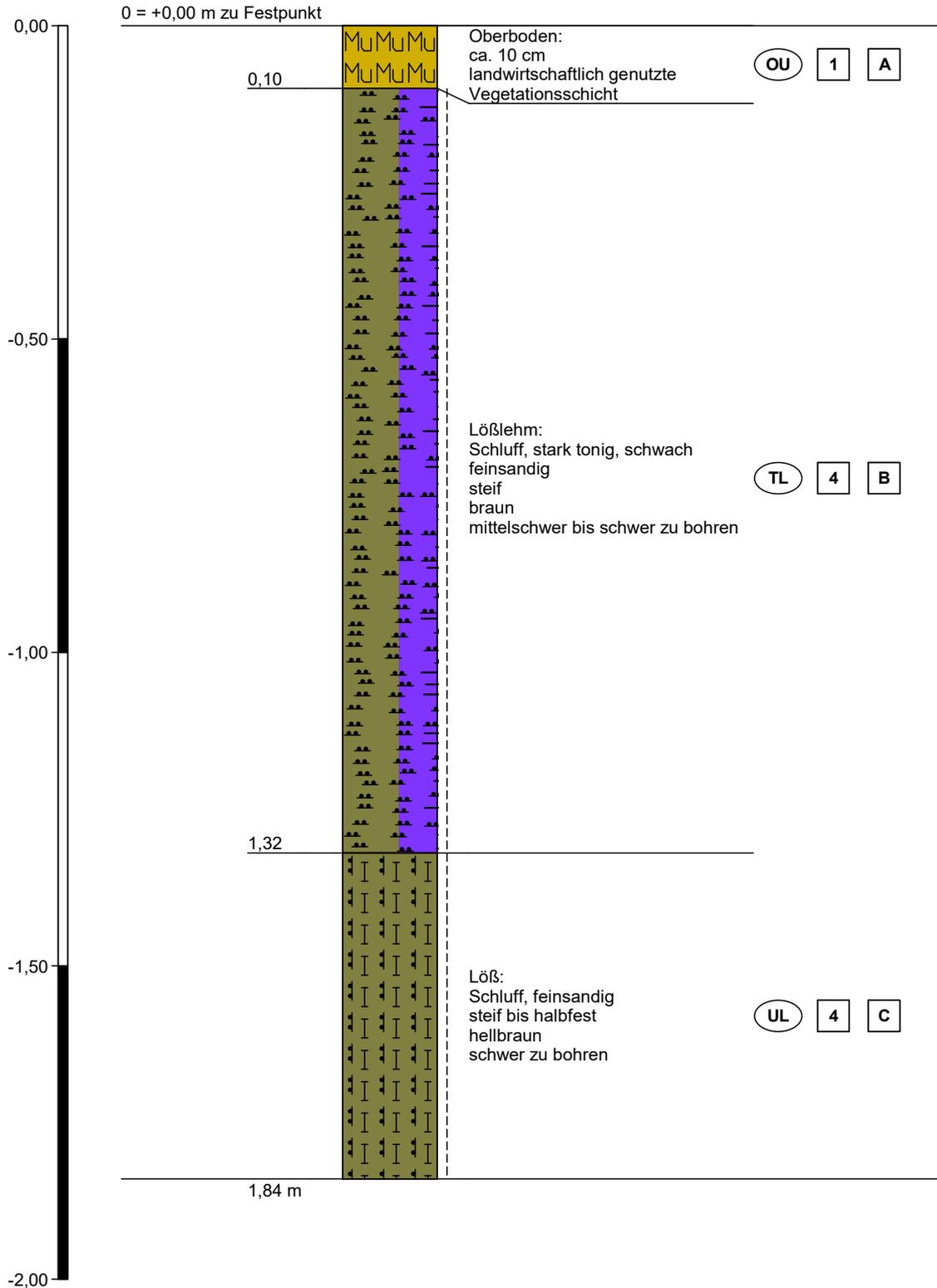
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 7





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Anlage 2

Datum: 05.07.2022

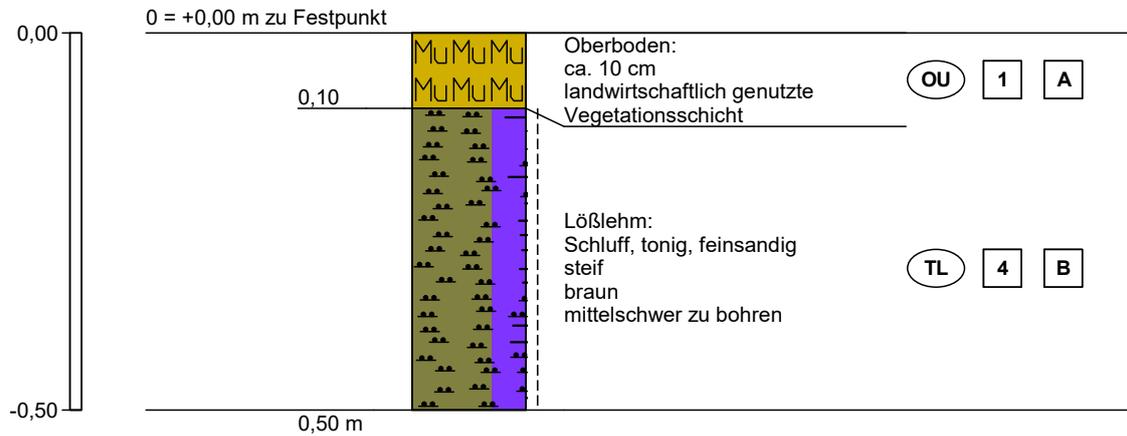
Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 8





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

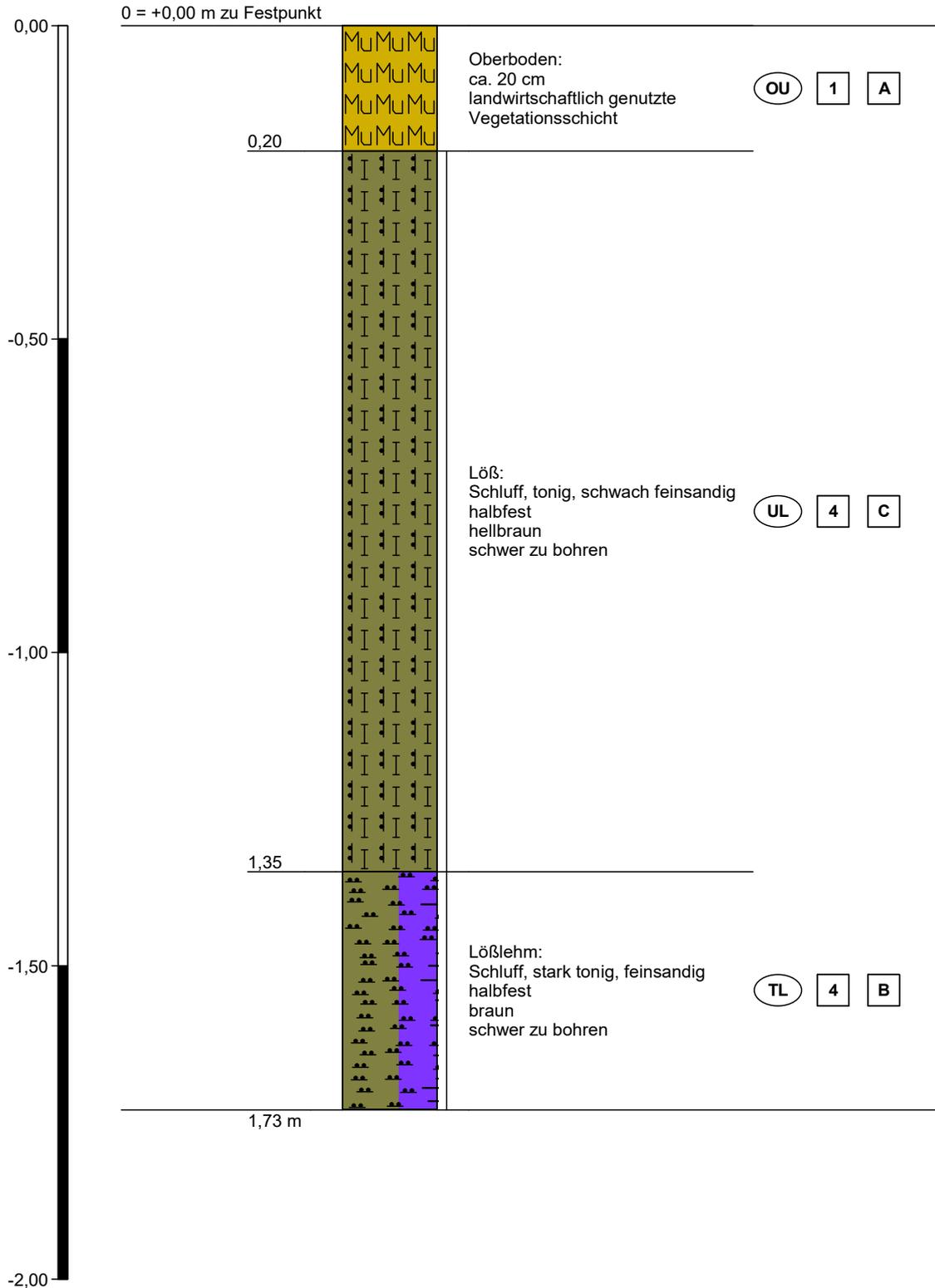
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 9





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Anlage 2

Datum: 05.07.2022

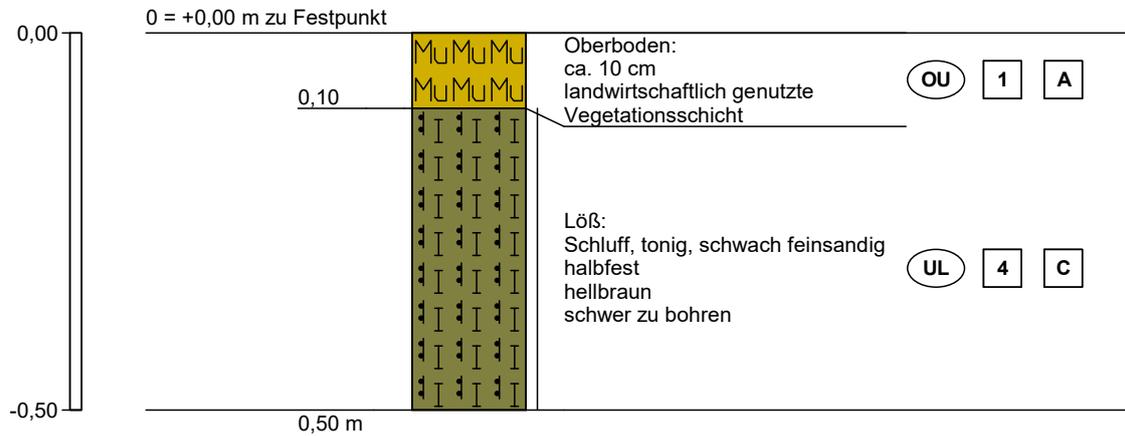
Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 10





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Anlage 2

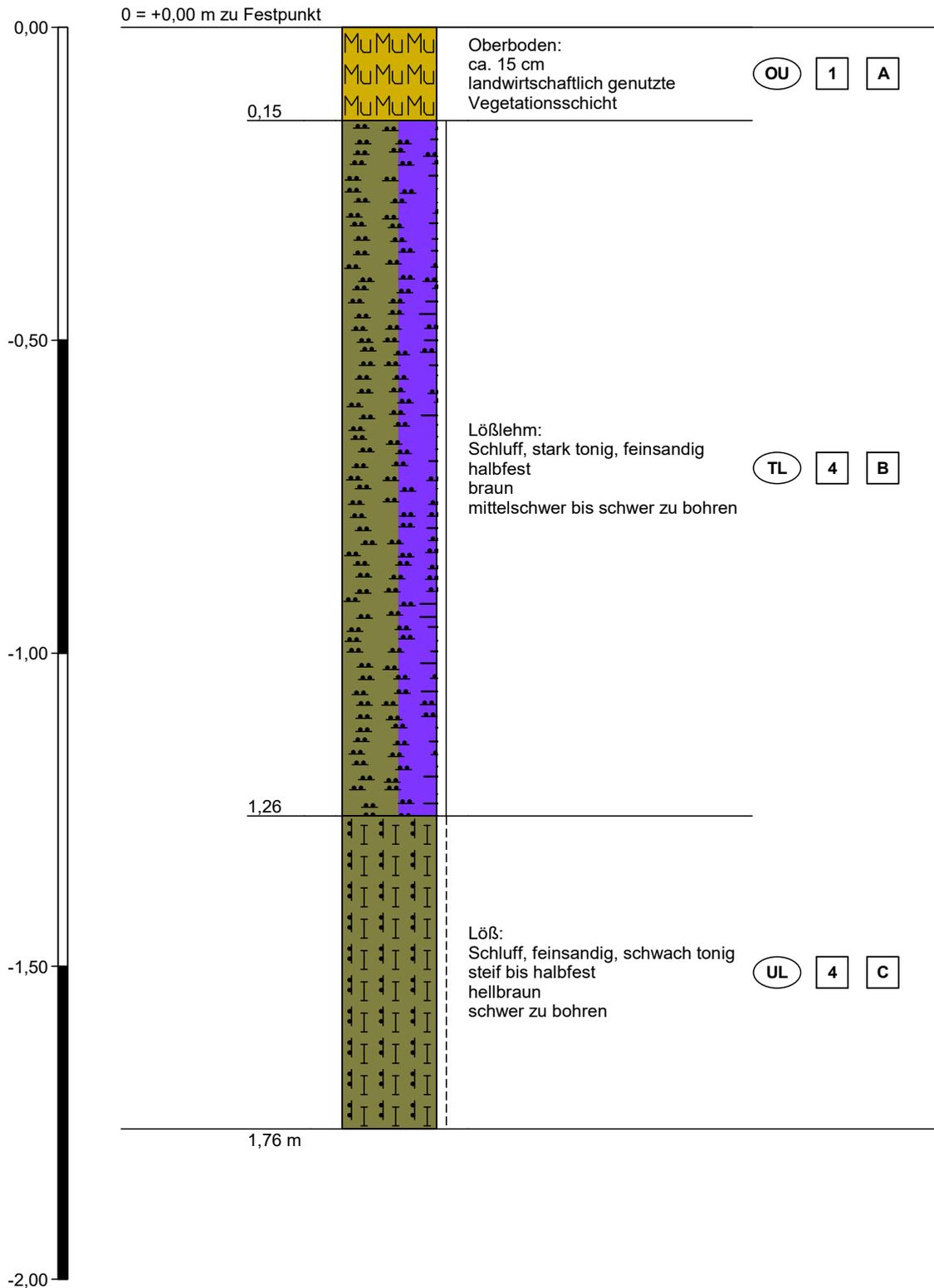
Datum: 05.07.2022

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 11





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Anlage 2

Datum: 05.07.2022

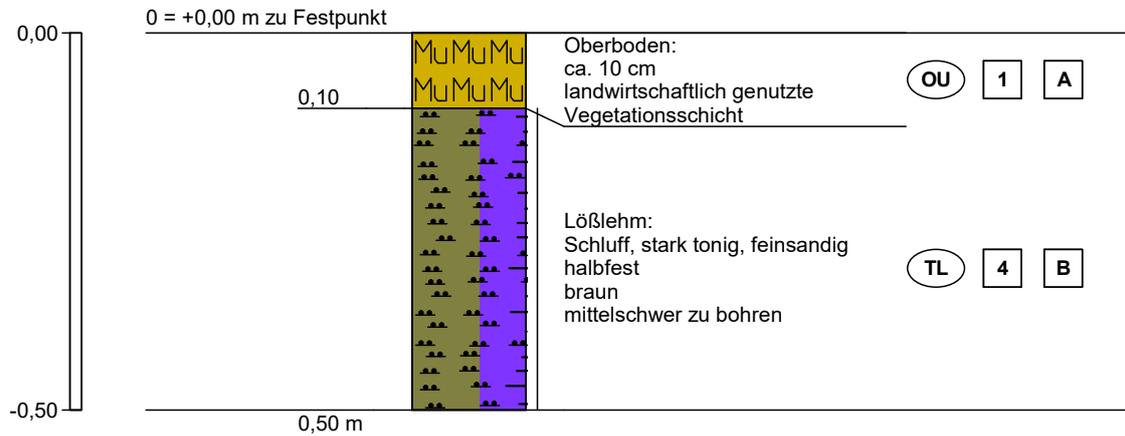
Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

VS 12





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Anlage 2

Datum: 05.07.2022

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Ton, T, tonig, t



Schluff, U, schluffig, u



Mutterboden, Mu



Löß, Lö

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Homogenbereiche nach DIN 18300



Oberboden



Lößlehm



Löß

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)



Oberboden (Mutterboden)



Fließende Bodenarten



Leicht lösbare Bodenarten



Mittelschwer lösbare Bodenarten



Schwer lösbare Bodenarten



Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten



Schwer lösbarer Fels



Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter
Straße", Nieder-Wöllstadt

Anlage 2

Datum: 05.07.2022

Auftraggeber: BPD Immobilienentwicklung
GmbH, Solmsstr. 18, 60486 Frankfurt am Main

Bearb.: C.B.

Projektnummer:

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodengruppe nach DIN 18196

- | | |
|--|--|
| GE enggestufte Kiese | GW weitgestufte Kiese |
| GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische | SE enggestufte Sande |
| SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische | SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische |
| GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| UL leicht plastische Schluffe | UM mittelplastische Schluffe |
| UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff | TL leicht plastische Tone |
| TM mittelplastische Tone | TA ausgeprägt plastische Tone |
| OU Schluffe mit organischen Beimengungen | OT Tone mit organischen Beimengungen |
| OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus) | HZ zersetzte Torfe |
| F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel) | [] Auffüllung aus natürlichen Böden |
| A Auffüllung aus Fremdstoffen | |



Anlage 3



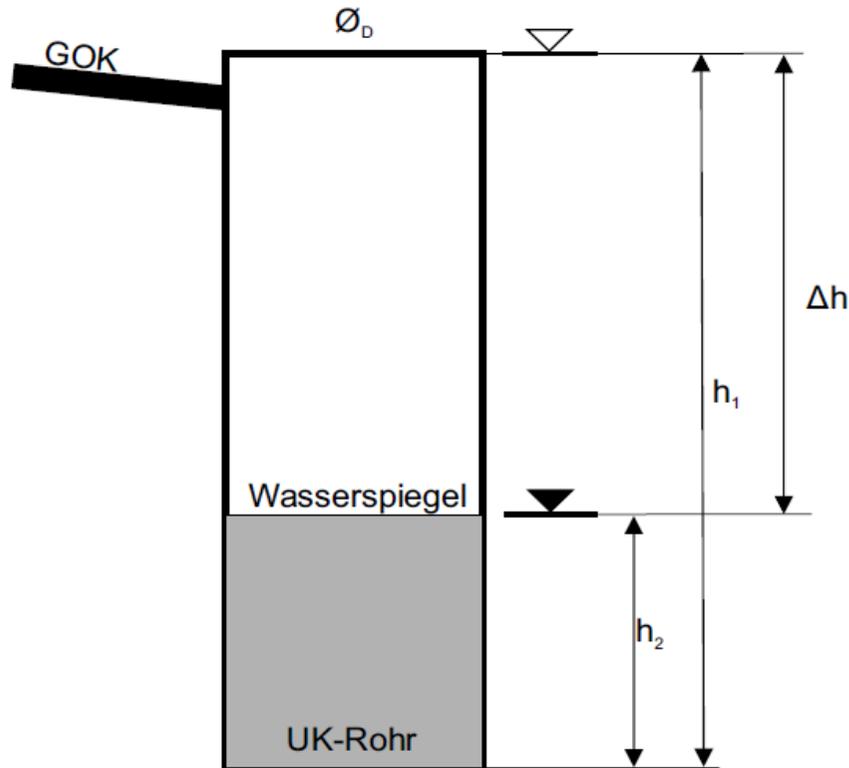
Absinkversuch

kugelförmiger Strömungsbereich
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k
nach der USBR-Formel

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter Straße", Nieder-Wöllstadt

Versickerungsversuch: VS 1, 0,5 m Tiefe

Datum: 05.07.2022



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

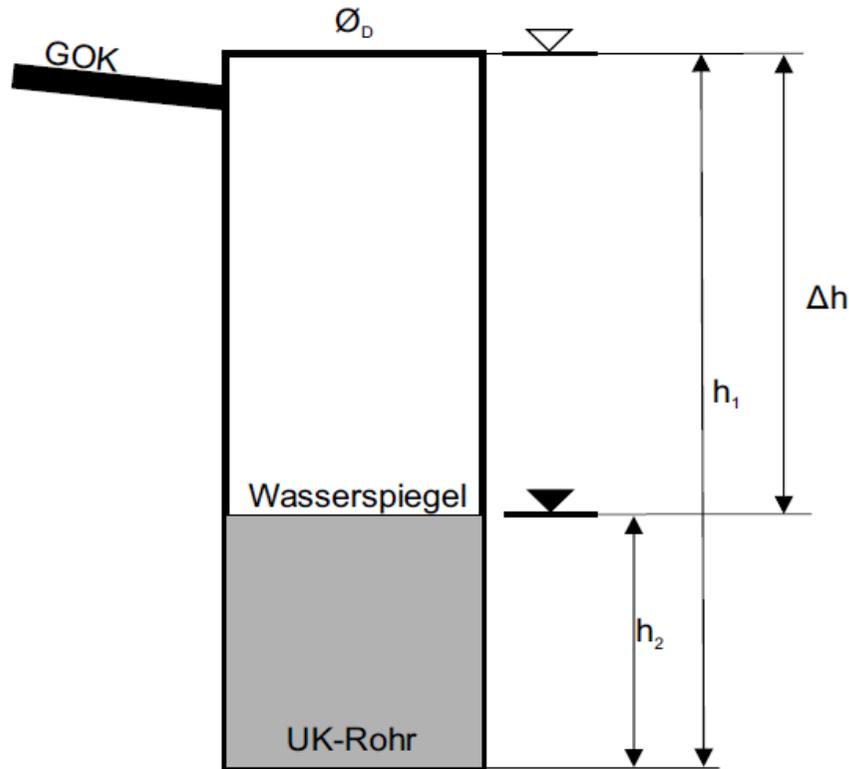
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, stark tonig, feinsandig [TL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 0,5 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	1,02	1,005	0,015	2640	$5,1 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	0,988	0,032	6645	$4,3 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
 mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

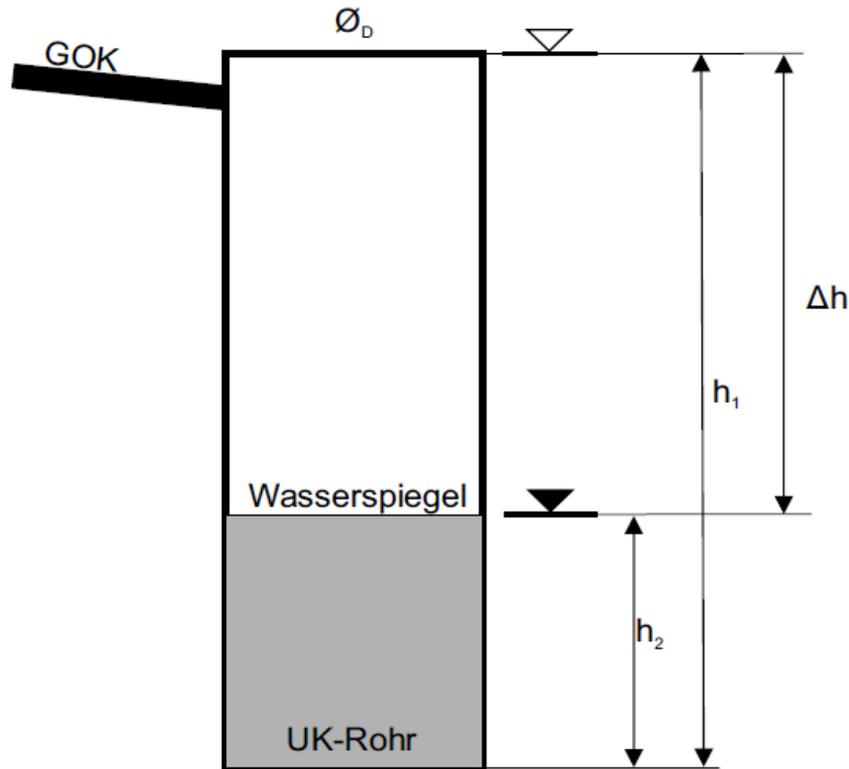
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, feinsandig [UL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 1,9 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	2,04	1,85	0,19	610	$1,5 \times 10^{-06}$	durchlässig
0,03175	2,04	1,675	0,365	1610	$1,1 \times 10^{-06}$	durchlässig
0,03175	2,04	1,415	0,625	5580	$5,9 \times 10^{-07}$	schwach durchlässig
0,03175	2,04	1,3	0,74	8370	$4,8 \times 10^{-07}$	schwach durchlässig
0,03175	2,04	1,185	0,855	13140	$3,7 \times 10^{-07}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
 mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h₁ [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t₁
- h₂ [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t₂
- Δh [m] Wasserstands Differenz Δh=h₁-h₂
- Ø_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall Δt=t₁-t₂
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

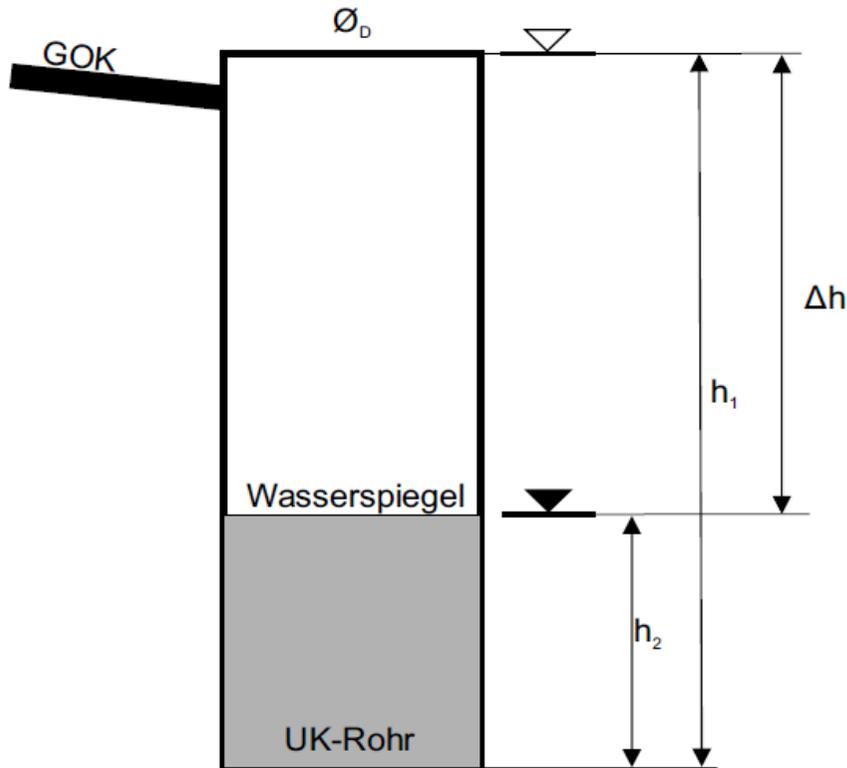
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, tonig, schwach feinsandig [UL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 1,75 m Tiefe

Ø _D [m]	h ₁ [m]	h ₂ [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	2,03	1,982	0,048	5400	4,0 x 10⁻⁸	schwach durchlässig
0,03175	2,03	1,936	0,094	10080	4,3 x 10⁻⁸	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der
 Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
 mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

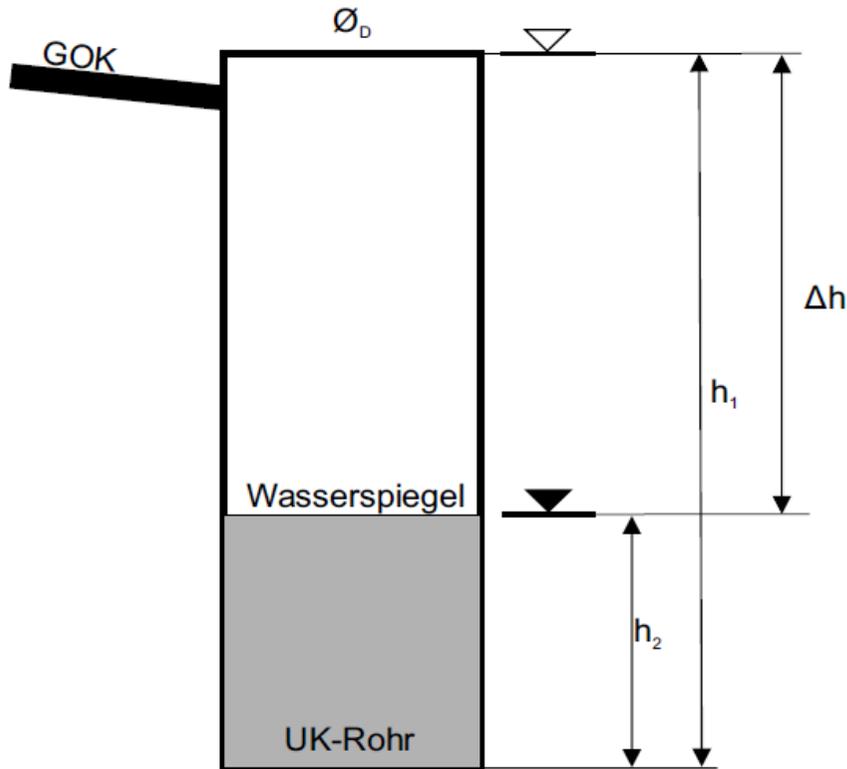
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, stark tonig, feinsandig [TL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 0,5 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	1,02	1	0,02	5400	$3,3 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	0,986	0,034	10080	$3,0 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der
 Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, tonig, schwach feinsandig [UL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 1,72 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	2,03	2,01	0,02	3660	$2,5 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	2,03	1,97	0,06	9000	$3,0 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



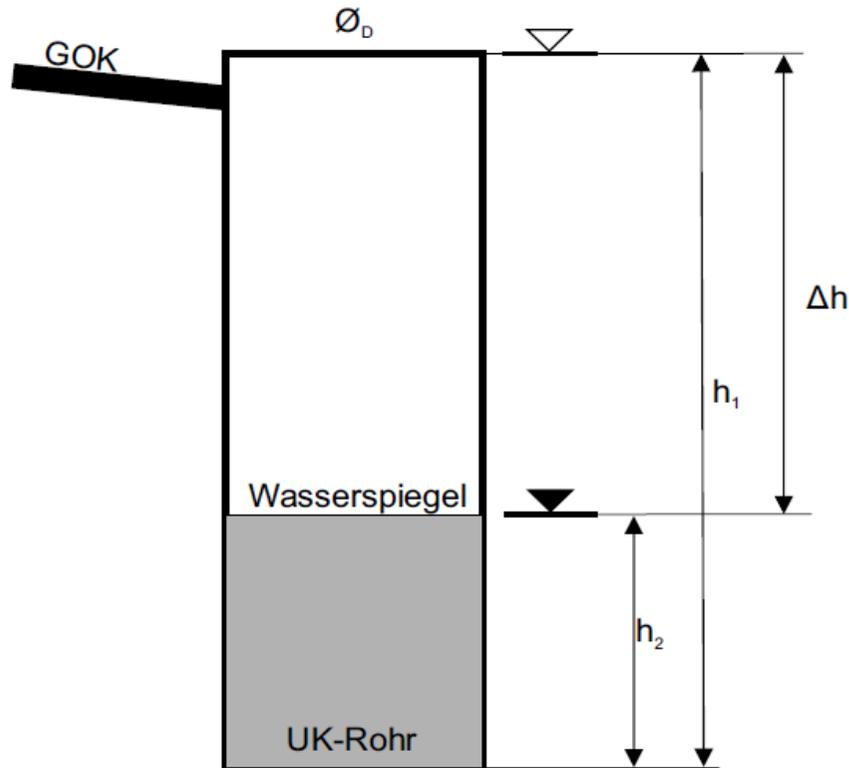
Absinkversuch

kugelförmiger Strömungsbereich
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k
nach der USBR-Formel

Projekt: Baulandentwicklung "Ilbenstädter Straße", Nieder-Wöllstadt

Versickerungsversuch: VS 6, 0,5 m Tiefe

Datum: 05.07.2022



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

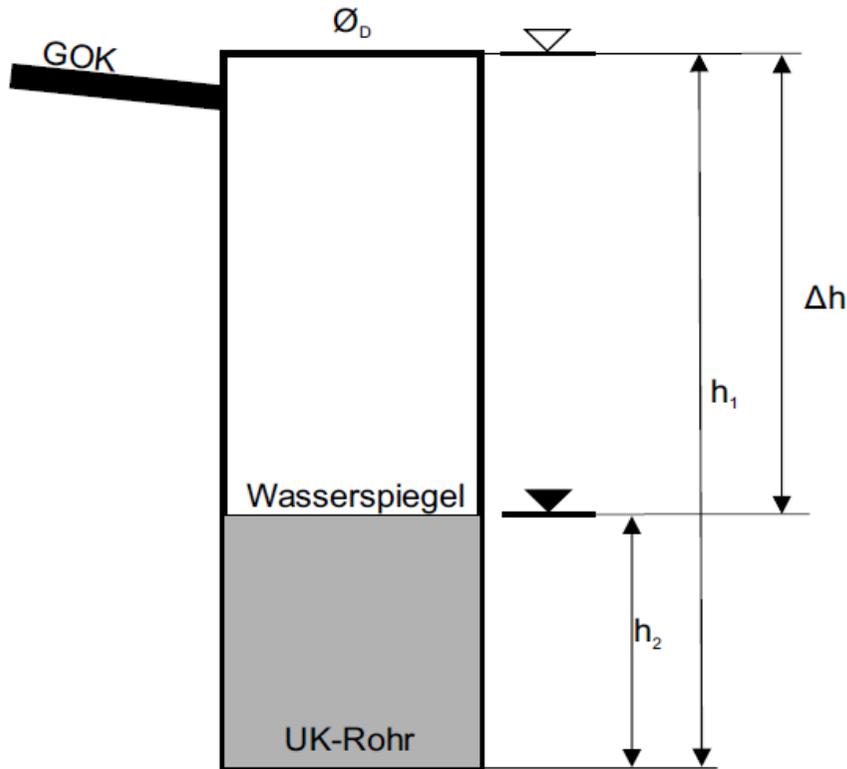
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, stark tonig, feinsandig [TL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 0,5 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	1,02	1,01	0,01	3660	$2,4 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	1,003	0,017	9000	$1,7 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

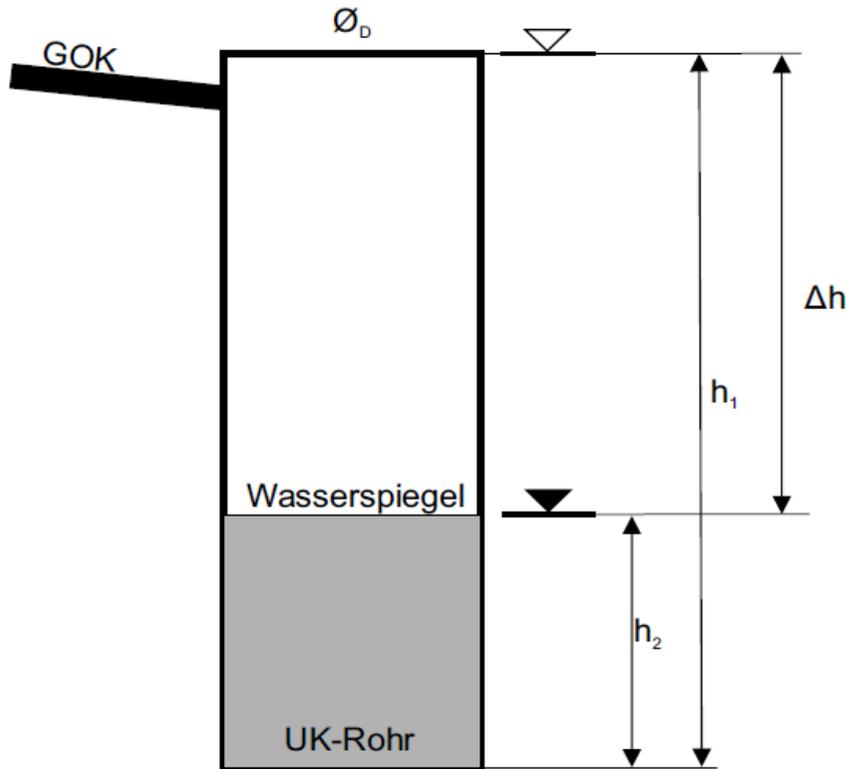
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, feinsandig [UL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 1,84 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	2,03	1,28	0,75	540	$7,6 \times 10^{-6}$	durchlässig
0,03175	2,03	1,20	0,83	1860	$2,5 \times 10^{-6}$	durchlässig
0,03175	2,03	0,99	1,04	5280	$1,2 \times 10^{-6}$	durchlässig
0,03175	2,03	0,70	1,33	11400	$7,8 \times 10^{-7}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{\left(\frac{\varnothing_D}{2} \right)^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * \left(\frac{\varnothing_D}{2} \right) * \left(h_1 - \left(\frac{\Delta h}{2} \right) \right)}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

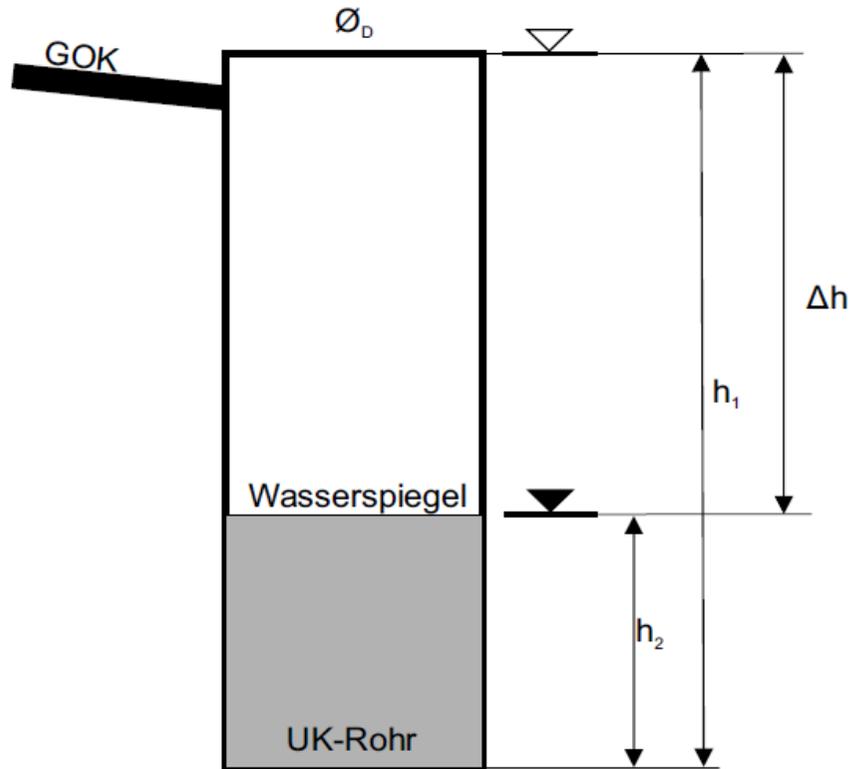
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, tonig, feinsandig [TL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 0,5 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	1,02	0,996	0,024	5280	$4,1 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	0,975	0,045	11400	$3,6 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
 mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{\left(\frac{\varnothing_D}{2} \right)^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * \left(\frac{\varnothing_D}{2} \right) * \left(h_1 - \left(\frac{\Delta h}{2} \right) \right)}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

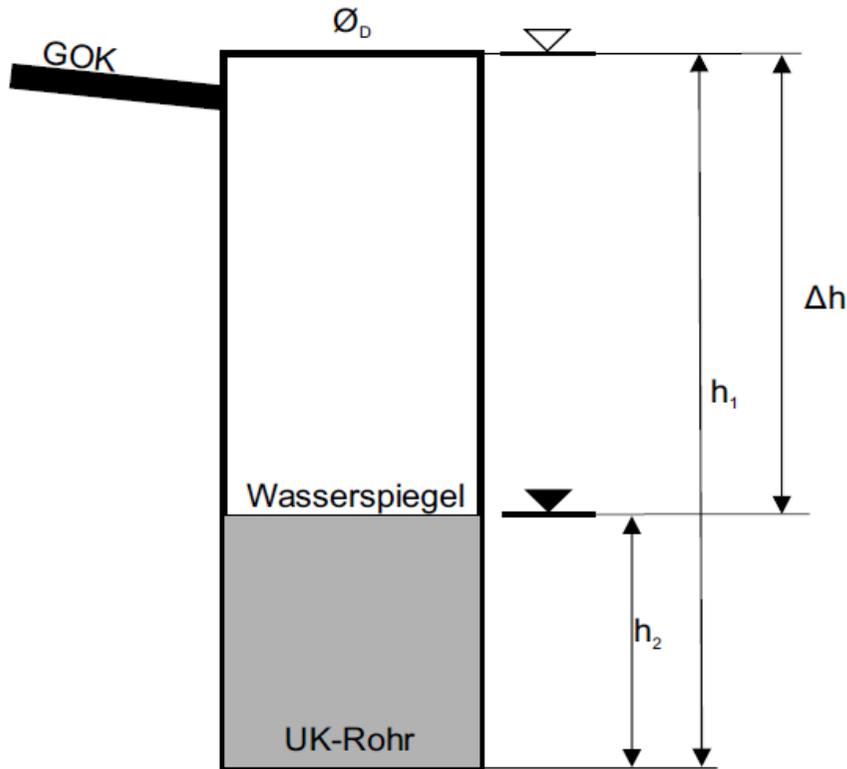
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, stark tonig, feinsandig [TL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 1,73 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	2,03	2,027	0,003	2940	$4,6 \times 10^{-9}$	sehr schwach durchlässig
0,03175	2,03	2,025	0,005	5400	$4,1 \times 10^{-9}$	sehr schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der
 Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

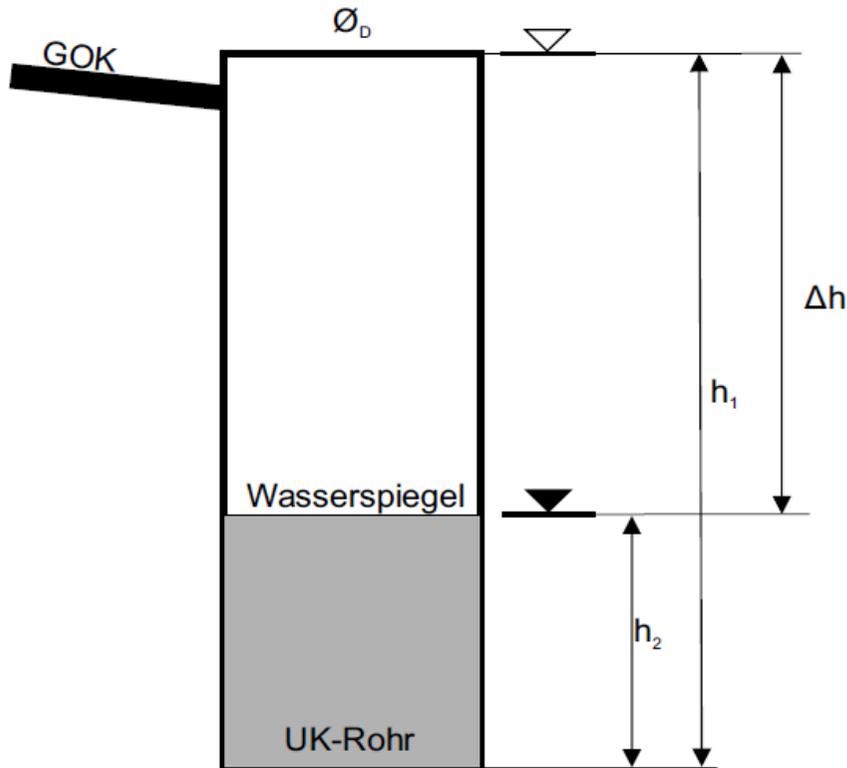
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, tonig, schwach feinsandig [UL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 0,5 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	1,02	0,993	0,027	2940	$8,3 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	0,977	0,043	5400	$7,2 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
 mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

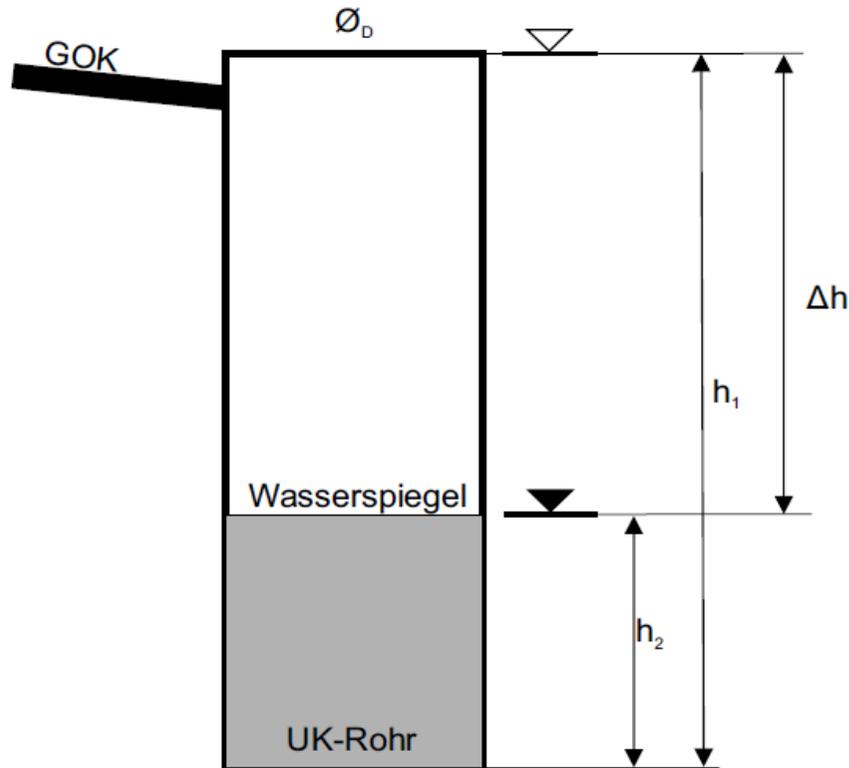
Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, feinsandig, schwach tonig [UL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 1,76 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	2,03	1,981	0,049	2580	$8,6 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	2,03	1,947	0,083	4800	$7,9 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	2,03	1,922	0,108	6600	$7,5 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der
 Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach USBR
 mit abfallendem Druckwasserpegel

$$k = \frac{\left(\frac{(\frac{\varnothing_D}{2})^2 * \pi * \Delta h}{\Delta t} \right)}{5,5 * (\frac{\varnothing_D}{2}) * (h_1 - (\frac{\Delta h}{2}))}$$

- h_1 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_1
- h_2 [m] Wasserstand zum Zeitpunkt t_2
- Δh [m] Wasserstands Differenz $\Delta h = h_1 - h_2$
- \varnothing_D [m] Brunneninnendurchmesser
- Δt [s] Zeitintervall $\Delta t = t_1 - t_2$
- Q [m³/s] Infiltrationsmenge
- k [m/s] Durchlässigkeitsbeiwert

Bodenart im Infiltrationsbereich: Schluff, stark tonig, feinsandig [TL]

Grundwasserstand: Grundwasserhöhe ca. 10 m unter GOK, Infiltration in 0,5 m Tiefe

\varnothing_D [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130-1
0,03175	1,02	1,014	0,006	2580	$2,1 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	1,009	0,011	4800	$2,0 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig
0,03175	1,02	1,007	0,013	6600	$1,8 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig

Messung:

Es wird die Zeit Δt [s] gemessen, in der der
 Wasserspiegel im Brunnen um den Betrag Δh [m]