



## GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

**Titel:** Bebauungsplan „Heiligenwiesen Süd II“  
in Hüttlingen

**Auftraggeber:** Gemeinde Hüttlingen  
Schulstraße 10  
73460 Hüttlingen

über

Stadtlandingenieure GmbH  
Wolfgangstraße 8  
73479 Ellwangen

**Datum:** 31. Mai 2021

**Az.:** 21 244 be01 hö/za

**Verteiler:** Stadtlandingenieure

3-fach + pdf



<b>INHALT</b>		<b>Seite</b>
1	VORGANG	4
2	LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	4
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
4.1	Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2	Grundwasserverhältnisse	8
4.3	Bodenmechanischen Laboruntersuchungen	9
4.4	Chemische Laboruntersuchungen	10
4.5	Lage in Erdbebenzone	12
4.6	Bodengruppen und Homogenbereiche	13
4.7	Erdstatische Kennwerte	14
4.8	Frostempfindlichkeit	15
5	FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME	15
5.1	Leitungsbau	15
5.1.1	Allgemeines	15
5.1.2	Böschungsneigung für Baugruben und Kanalgräben	15
5.1.3	Rohraufleger	16
5.1.4	Wasserhaltung	17
5.1.5	Verfüllung der Kanalgräben	18
6	ERDARBEITEN UND WIEDERVERWENDUNG VON AUSHUBMATERIAL	19
7	VERKEHRSFLÄCHEN	20
8	ERRICHTUNG VON BAUWERKEN	21
9	OBERFLÄCHENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG	22
11	SCHLUSSBEMERKUNGEN	24



## **ANLAGEN**

### **Anlage 1**

#### **Pläne**

Anlage 1.1

Übersichtslageplan, TK 25

Anlage 1.2

Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1: 1.1000

### **Anlage 2**

#### **Ergebnisse der örtlichen Erkundung**

Anlage 2.1 - 2.7

Profile der Bohrsondierungen

### **Anlage 3**

#### **Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**

Anlage 3.1

Natürlicher Wassergehalte

Anlage 3.2.1 - 3.2.2

Zustandsgrenzen

Anlage 3.3

Kornverteilung

### **Anlage 4**

#### **Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen**

Analysenbericht Nr. 442/6759 - 442/6762



## **1 VORGANG**

Die Gemeinde Hüttlingen plant über Stadtlandingenieure, Ellwangen die Erschließung des Baugebietes „Heiligenwiesen - Süd II“ in Hüttlingen. Die Lage der Erschließung kann dem Übersichtslageplan auf der Anlage 1.1 entnommen werden.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie mit der Erstellung eines geotechnischen Erschließungsgutachtens beauftragt. Grundlage des Auftrags war unser Kostenangebot vom 16.03.2021.

Zur Bearbeitung standen uns neben unseren Archivunterlagen (AZ 00132 av01 vom 20.06.2000) folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Städtebaulicher Entwurf, Stadtlandingenieure, Ellwangen vom 03.11.2020
- /2/ Grundplan, Stadtlandingenieure, Ellwangen vom 20.05.2020
- /3/ Vorabzug: Lageplan Straße, Kanal und Wasserleitung, Stadtlandingenieure, Ellwangen vom 27.05.2021
- /4/ Vorabzug: Höhenpläne, Stadtlandingenieure, Ellwangen vom 27.05.2021

Des Weiteren wurden durch unser Büro im Vorfeld der Außenarbeiten diverse Leitungspläne bei den zuständigen Ver- und Entsorgern erhoben.

Unter Berücksichtigung dieser Unterlagen und der Untersuchungsergebnisse wurde der vorliegende Bericht erstellt.

## **2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION**

Das geplante Baugebiet „Heiligenwiesen Süd II“ am südwestlichen Rand von Hüttlingen. Im Norden grenzt das Baugebiet an die Straßen Mörikestraße, Uhlandstraße und Schillerstraße, die entsprechend verlängert werden. In Nordwesten grenzt das Baugebiet an den Filderweg. Im Osten wird ein Anschluss an die Kocherstraße hergestellt.

Die Erschließungsstraßen befinden sich in einer nach Südosten abfallenden Hanglage, Das Baugebiet liegt auf einer geodätischen Höhe von rd. 406,00 bis 425,00 m ü. NN.



Nach der Online-Auskunft beim geologischen Kartendienst des LGRB liegt das Baugebiet überwiegend im Knollenmergel (mittlerer Keuper) und nur am westlichen Rand bereits im Unterjura (Schwarzjura).

Der Knollenmergel besteht aus Ton- und Mergelsteinen mit rötlicher bis grauer Farbe und wittert tiefgründig auf. Die Schwarzjura Schichten werden im Baugebiet durch graubraune Tonsteine gebildet. Diese Keuper- und Juraschichten wittern zu schluffig bis tonigen Böden auf.

Die Verwitterungsschichten werden von quartären Fließerden (Hanglehme, Hangschutt) und Talfüllungen (Auelehme, Talkiese des Kochers und Onatsbachs) überlagert. In den quartären Schichten treten sowohl schluffige bis tonige als auch kiesige Horizonte auf. In Hangbereichen handelt es sich hierbei um die Fließerden mit Rinnenstrukturen, die sich talseitig mit Talfüllungen verzahnen.

Schicht-, Stau- und Hangwasser ist in den angetroffenen Schichten grundsätzlich möglich. Der Grundwasserleiter wird durch die kiesigen Talfüllungen im Bereich der Talniederung gebildet.

### **3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden 4 Bohrsondierungen im Rammkernbohrverfahren (BS 1 bis BS 4) bis max. 7,50 m u. Gel. ausgeführt. Die Untersuchungspunkte wurden in Lage und Höhe mit GPS eingemessen.

Zusätzlich liegen die Altbohrungen BS 1-2000 bis BS 3-2000 aus unserem AZ 00132 (Aktenvermerk Nr. 01 vom 20.06.2000, Übersichtserkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse) vor. Dort wurden allgemeine Angaben zum 1. Bauabschnitt (Heiligenwiesen Süd) gemacht. Die Ergebnisse werden in diesem Gutachten berücksichtigt.

Die Lage der Altbohrungen sowie neuen Untersuchungspunkte kann dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

Der angetroffene Schichtenaufbau wurde ingenieurgeologisch und bodenmechanisch aufgenommen und entsprechend repräsentativ beprobt und dokumentiert.

An aus den Bohrungen entnommenen Proben fanden bodenmechanische Laborversuche sowie im Hinblick auf eine mögliche Verwertung orientierende umweltgeologische Untersuchungen statt.



## 4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### 4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Grundsätzlich wurden mit den durchgeführten Aufschlüssen die im Abschnitt 2 genannten, allgemein zu erwartenden geologischen Schichten angetroffen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind als Profile in den Anlagen 2.1 bis 2.7 dargestellt. In den Profilen sind die geologischen Schichtbereiche dargestellt.

Es lassen sich im Baugebiet 4 geologische Bereiche abgrenzen, die im Lageplan in der Anlage 1.2 gekennzeichnet sind. Es handelt sich hierbei um eine Interpretation aus den Bohrerergebnissen, des Geländeverlaufs sowie der geologischen Karte und um keine exakten Schichtgrenzen.

#### **Oberboden**

Die Oberbodenmächtigkeit liegt bei rd. 0,25 - 0,30 m.

#### **Bereich 1 (Fließerde + Schwarzjura)**

Für den Bereich 1 (vgl. Anlage 1.2) kann die Bohrung BS 1 herangezogen werden. Hier wurde unterhalb von 3,10 m mächtigen Fließerden aus steif - halbfesten Schluff/Tonen mit Sand- und Tonsteinstücken als Kiesfraktion, das tonige Verwitterungsprofil des Schwarzjuras erkundet. Aufgrund der halbfest - festen Konsistenz war kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich, was den Übergang zum Tonstein anzeigt.

In Richtung Filderweg bzw. nach Westen erfolgt nach der geologischen Auskunft beim LGRB der Übergang vom Knollenmergel zum Schwarzjura, was durch die Bohrung mit einem Aufschluss des Verwitterungsprofils des Schwarzjuras bestätigt wird. Zusätzlich ist anhand des Lageplans ein geringerer Anstieg des Geländes im Bereich 1 erkennbar, während im östlichen Bereich (Bereich 2 und 3) das Gelände steil ansteigt, was typisch für den Knollenmergel (Bereich 2) ist. Letzterer wurde im Bereich 2 erkundet (vgl. unten). Unter Berücksichtigung dieser Angaben ist der Übergang vom Knollenmergel zum Schwarzjura ca. parallel zur Erschließungsstraße B (Achse 2) abzuleiten. Dies bedeutet die Straße B (Achse 2) liegt noch im Schwarzjura.



## **Bereich 2 (Fließerde + Knollenmergel)**

Im Bereich 2 wird der Knollenmergel zunächst von Fließerden überdeckt.

In den Altbohrungen BS 1-2000 und BS 2-2000 liegt die Mächtigkeit der Fließerden bei bis zu 5,60 m u. GOK (Bohrendtiefe). Durch Schichtwasserführungen liegen diese z. T. aufgeweicht bis breiig vor.

Die Bohrung BS 3 schloss nach 1,10 m mächtigen, steif - halbfesten Fließerden bereits das Verwitterungsprofil des Knollenmergels auf, was sich hier durch die typische rötliche Farbe mit grauen Flecken abgrenzen lässt. Die Konsistenz der Verwitterungsschichten wurde zunächst als steif - halbfest und mit der Tiefe als halbfest bestimmt. Ab 5,80 m u. Gel. war in den halbfesten Schichten kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich.

Letztendlich variiert die Mächtigkeit der übergelagerten Fließerden, wobei nach den Bohrungen BS 3, BS 1-2000 und BS 2-2000 eine Zunahme der Mächtigkeit der Fließerden nach Norden abzuleiten ist.

## **Bereich 3 (Fließerde/Rinnenstruktur + Knollenmergel)**

Der Bereich 3 als Teilbereich innerhalb des Bereichs 2 stellt einen Sonderfall dar, da hier der Knollenmergel nicht nur durch Fließerden überprägt wurde, sondern sich eine Rinnenstruktur durch die Bohrung BS 2 zeigt.

Bis 6,00 m u. Gel. (Bohrendteufe) wurde kein Knollenmergel erkundet. Es handelt sich zunächst wie bei den restlichen Bohrungen mit Fließerden um Schluffe bis Tone mit variierendem Kiesanteil aus Kalk- und Sandsteinen. Ab 5 m Tiefe wurde ein schluffiger Kies erkundet, in dem es zu Wasserzutritten kam. Unterhalb dieser Rinnenstruktur ist nach den gewonnenen Erkenntnissen der Knollenmergel zu erwarten.

Die Rinnenstruktur wird zusätzlich durch den Geländeverlauf (vgl. Höhlenlinien in Anlage 1.2) bestätigt. Weitere kiesige Horizonte innerhalb von Rinnenstrukturen sind im Bereich 2 grundsätzlich möglich.

## **Bereich 4 (Verzahnung Fließerde/Talfüllung + Knollenmergel)**

Der Bereich 4 (vgl. Anlage 1.2) liegt in der Talniederung des Kochers und Onatsbachs und wird durch die Bohrungen BS3-2000 und BS 4 charakterisiert. In diesem Bereich verzahnen sich die Fließerden mit den Talfüllungen, so dass keine exakte Grenze dieser quartären Schichten bestimmbar ist.



Die Altbohrung BS 3-2000 schloss bis 3,85 m u. Gel. breiige bis weich - steife, tonige Böden auf. Unterhalb folgen Talkiese bis 5,40 m u. Gel, die in Auelehme übergehen. Die Bohrung wurde bei 6,00 m Tiefe beendet.

Die Bohrung BS 4 (Bereich geplantes Regenrückhaltebecken) schloss bis 3,20 m u. Gel. noch überwiegend bindig geprägte Böden auf, die dann in kiesige Horizonte (schwach schluffig bis schluffig) übergehen. Bei 7,50 m u. Gel. wurde die Bohrung noch im Talkies beendet.

Unterhalb den  $\geq 7,50$  m mächtigen Fließerden/Talfüllungen, ist der Knollenmergel zu erwarten. Dieser kann jedoch nur mit Kernbohrungen erkundet werden.

## 4.2 Grundwasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten wurden z. T. Wasserzutritte festgestellt und nach Beendigung der Bohrarbeiten eingemessen. Die Altbohrungen BS 1-2000 bis BS 2-2000 wurden im Zuge der damaligen Erkundungen zu temporären Grundwassermessstellen ausgebaut und über rd. 2 Wochen die Wasserstände wiederholt gemessen. Sowohl in den Profilen als auch in der nachfolgenden Tabelle sind die in dem Zeitraum höchst gemessenen Wasserstände sowie der angetroffene Wasserstand angegeben. Es handelt sich hierbei um Stichtagsmessungen.

Bohrung	Wasser angetroffen		Wasser eingemessen	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
<b>Bereich 1 (Fließerde + Schwarzjura)</b>				
BS 1	Kein Schicht-/Grundwasser			
<b>Bereich 2 (Fließerde + Knollenmergel)</b>				
BS 3	Kein Schicht-/Grundwasser			
BS 1-2000	4,75	411,16	4,16	411,75
BS 2-2000	3,70	405,30	1,11	407,89
<b>Bereich 3 (Fließerde/Rinnenstruktur + Knollenmergel)</b>				
BS 2	5,20	408,69	5,50	408,39
<b>Bereich 4 (Verzahnung Fließerde/Talfüllung + Knollenmergel)</b>				
BS 4	4,60	402,05	4,40	402,25
BS 3-2000	3,90	402,01	1,58	404,33

[Tab. 1: Erkundete Wasserstände im Mai/Juni 2000 und April 2021]



Grundsätzlich können in allen Böden jahreszeitlich- und witterungsbedingte Schicht-, Sicker- und Stauwasserführungen auftreten. In den Bohrungen BS 1-2000 und BS 2-2000 (Bereich 2) sowie BS 2 (Bereich 3) handelt es sich um solche Wasserzutritte.

Grundwasser ist im Bereich 4 in der Talniederung in den kiesigen Horizonten erkundet worden. Dies wird durch die Bohrungen BS 3-2000 und BS 4 bestätigt.

Im Bereich der Bohrung BS 3-2000 ist das Grundwasser durch bindige, gering durchlässige Deckschichten gespannt und im Juni 2000 auf 404,33 mNN (rd. 1,60 m u. Gel). angestiegen.

Das angetroffene Grundwasser in der Bohrung BS 4 stieg bis auf 4,40 m u. Gel. (402,25 mNN) an. Die übergelagerten Kiese wurden als feucht angesprochen, während z. T. weich - steife Auelehme erkundet wurden. Im April ist noch von Niedrigwasserständen auszugehen. Es ist von einer hydraulischen Verbindung der Talkiese mit dem Kocher auszugehen, d.h. wenn die Wasserstände im Kocher ansteigen, steigt auch der Grundwasserspiegel in den Talkiesen.

### 4.3 Bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Zur genaueren Einstufung der Bodenarten und Bodenkennwerte wurden an repräsentativen Bodenproben in unserem bodenmechanischen Labor klassifizierende Laboruntersuchungen vorgenommen.

#### Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

An den gestörten Bodenproben wurden die natürlichen Wassergehalte der anstehenden, bindigen Böden bestimmt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind auf den Anlagen 3.1 zusammengestellt.

Die Wassergehalte variieren zwischen 12,5 und 32,9 %, was unter Berücksichtigung der Konsistenz sowie variierenden Schluff- und Tonanteile sowie Sand- und Kiesanteile plausibel ist.

#### Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Aus charakteristischen Proben wurden zur Ermittlung der Zustandsform die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt. Hierbei wurden folgende Zustandsformen und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt. Die Protokolle sind den Anlagen 3.2 zu entnehmen.

Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl $I_c$	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
1/2	Fließerde	0,99	steif	TM



Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl $I_c$	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
2/5	Fließerde/Rinnenstruktur	0,86	steif	TA

[Tab.2: Konsistenzgrenzen]

Die quartären, bindigen Böden sind als mittelplastische bis ausgeprägt plastische Tone einzustufen.

#### Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

An einer Mischprobe der kiesigen Talfüllungen (Bereich 4) wurde die Korngrößenverteilung mittels Sieblinie ermittelt. Die Körnungslinie ist in der Anlage 3.3 beigefügt. Hierbei wurde folgender Feinkornanteil (Korngröße  $d < 0,063$  mm) und Bodengruppe nach DIN 18196 ermittelt:

Probe	Stratigraphische Einteilung	Feinkornanteil in [Gew.-%]	Bodengruppe nach DIN 18196
MP 4/6 + 4/7	Talfüllung	rd. 15	GU*

[Tab. 3: Korngrößenverteilung]

Die Mischprobe aus den Talkiesen ist mit einem Feinkornanteil von knapp über 15 Gew.-% der Bodengruppe GU\* zuzuordnen.

#### 4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Aus Proben der natürlich anstehenden Böden wurden 4 Mischproben (MP 01 bis MP 04) gebildet und diese durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf Schwermetalle im Feststoff und Eluat untersucht. Diese sind bei natürlichen Böden i. d. R. maßgebend für eine Einstufung nach VwV-Boden. Die Prüfberichte Nr. 442/6759 bis 442/6762 können der Anlage 4 entnommen werden.

In der folgenden Tabelle 4 sind die für die Zusammenstellung der Mischproben verwendeten Proben, die stoffliche Zusammensetzung und die für die Beurteilung der Analyseergebnisse verwendeten Grenzwerte der Zuordnungswerte Z0 nach VwV-Boden aufgeführt.



Mischprobe	verwendete Proben (vgl. Anlage 2)	Stoffliche Zusammensetzung	Grenzwerte nach VwV- Boden für
MP 01	1/1 + 1/2 + 2/1	bindig	Lehm/Schluff
MP 02	2/2 + 2/3 + 2/4 + 2/5	bindig	Lehm/Schluff
MP 03	3/1 + 3/2 + 3/3	bindig	Lehm/Schluff
MP 04	4/6 + 4/7	Kies, schluffig	Lehm/Schluff

[Tab. 4: Probenzusammenstellung der Mischproben]

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Parameter	Einstufung [VwV-Boden]
MP 01	Fließerde	27 mg/kg Arsen	Z1.1
MP 02	Fließerde/Rinnenstruktur	18 mg/kg Arsen	Z1.1
MP 03	Knollenmergel	(6 mg/kg Arsen)	Z0
MP 04	Talfüllung	26 mg/kg Arsen	Z1.1

[Tab. 5: Zusammenfassung der Einstufung der Böden gemäß VwV-Boden]

Nach den Analysen der Proben MP 01, MP 02 und MP 04 sind die quartären Böden (Fließerden und Talfüllungen) aufgrund der Arsengehalte zwischen 18 bis 27 mg/kg als Z1.1-Material nach VwV-Boden einzustufen.

Der Knollenmergel ist als Z0-Material einzustufen, da keine Grenzwerte der Z0-Einbauklasse überschritten werden.

Bei dem Probenmaterial der Talfüllungen und Fließerden handelt es sich um natürlich gewachsene Böden. Der Arsen-Gehalt ist geogen bzw. naturbedingt erhöht.



Für geogene Belastungen besteht in der VwV-Boden eine Öffnungsklausel:

*6.3 Öffnungsklausel: In Gebieten mit naturbedingt (geogen) und / oder großflächig siedlungsbedingt erhöhten Gehalten können unter Berücksichtigung der Sonderregelung des § 9 Abs. 2 und Abs. 3 BBodSchV für entsprechende Parameter höhere Zuordnungswerte (als Ausnahmen von den Vorsorgewerten nach Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV) festgelegt werden, soweit die dortigen Voraussetzungen (nämlich: keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktion infolge erheblicher Freisetzung von Schadstoffen oder zusätzlicher Schadstoffeinträge) erfüllt sind und das Bodenmaterial aus solchen Gebieten stammt.*

Nach der Öffnungsklausel ist eine Wiederverwertung der angetroffenen, natürlich anstehenden Erdstoffe unabhängig von vorliegenden Analyseergebnissen in Vergleichslage, d.h. in Gebieten mit vergleichbaren Arsen-Gehalten, unter anderem im Baugebiet, uneingeschränkt möglich.

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei der Analytik um eine orientierende Beprobung und nicht um eine Deklarationsanalytik handelt. Im Zuge der Baumaßnahme sind Haufwerke des Aushubs zu bilden. Aufgrund der nachweislich geogenen Belastungen kann ein Einbau der natürlichen Böden im Baugebiet ohne zusätzliche Analysen erfolgen. Material, das abgefahren wird, ist i. d. R. über eine Haufwerksbeprobung nach LAGA PN 98 zu deklarieren. Grundsätzlich sollten die rötlichen Knollenmergel (vgl. BS 3) aufgrund der orientierenden Einstufung als Z0-Material beim Aushub im Bereich 2 (Fließerden + Knollenmergel) möglichst von den bräunlich-grauen Fließerden (Einstufung als Z1.1-Material) separiert werden.

## **4.5 Lage in Erdbebenzone**

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen. Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.“) entspricht.

Das hier betrachtete Baufeld bzw. die Ortsmitte von Hüttlingen (PLZ: 73460) liegt außerhalb der Erdbebenzonen.



#### 4.6 Bodengruppen und Homogenbereiche

Auf Grundlage der Feldansprache und der klassifizierenden Laboruntersuchungen werden den anstehenden Böden unterhalb des Oberbodens folgende Bodengruppen nach DIN 18 196 zugeordnet:

Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
<u>Fließerden und Talfüllungen</u> Schluff/Ton Kies	TM, TA GU, GU*
<u>Verwitterungsprofile Schwarzjura und Knollenmergel</u> Schluff/Ton	TM

[Tab. 6: Bodengruppen]

Folgende Homogenbereiche werden für die erkundeten Schichten unterhalb des Oberbodens gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten festgelegt. Wenn keine Laborversuche zur Verfügung stehen, beruhen die Angaben auf Literatur- und Erfahrungswerten sowie den Feldbeobachtungen.

- Homogenbereich H I: Fließerden, Talfüllungen, Verwitterungsprofil Schwarzjura & Knollenmergel  
 H II: Tonstein (Schwarzjura)

	H I Fließerden, Talfüllungen, Verwitterungsprofil Schwarzjura & Knollenmergel
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	10 bis 80 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	< 10 % Steine
Dichte	1,8 bis 2,1 t/m <sup>3</sup>
undrännierte Scherfestigkeit [c <sub>u</sub> ]	10 bis 150 kN/m <sup>2</sup> in bindigen Schichten
Wassergehalt [w <sub>n</sub> ]	10 bis 35 %
Plastizitätszahl [I <sub>P</sub> ]	20 bis 35 % in bindigen Schichten
Konsistenzzahl [I <sub>C</sub> ]	0,50 bis 1,25 in bindigen Schichten
Lagerungsdichte [I <sub>D</sub> ]	15 bis 65 % in kiesigen Schichten
organischer Anteil	0 bis 6 %
Bodengruppen	TM, TA, GU, GU*

[Tab. 7: Homogenbereich I, Lockergestein]



	H II <sup>1)</sup> Tonstein (Schwarzjura)
Benennung von Fels	Tonstein
Dichte	2,2 t/m <sup>3</sup>
Farbe	graubraun, grau
Korngröße	feinkörnig
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	stark verwittert stark veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	0,5 bis 5
Schichtflächenabstand	plattig bis dickplattig
Kluftabstand	dicht- bis engständig

[Tab. 8: Homogenbereich II, Festgestein]

<sup>1)</sup> nicht aufgeschlossen, unterhalb der Bohrendtiefe (vgl. BS 1 im Bereich 1), Kennwerte nach Erfahrung

#### 4.7 Erdstatische Kennwerte

Den bautechnisch relevanten Schichten können unter Berücksichtigung der DIN 1055 sowie nach der Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]		Reibungs- winkel [°]	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]
	$\gamma$	$\gamma'$	$\varphi'_k$	$c'_k$
<u>Fließerden und Talfüllungen</u>				
Schluff/Ton, breig - weich	18	8	20 - 22,5	1 - 3
Schluff/Ton, weich - steif	19	9	20 - 22,5	3 - 5
Schluff/Ton, steif - halbfest	20	10	20 - 22,5	5 - 10
Kies, schluffig/tonig	21	11	30 - 32,5	0 - 2
<u>Verwitterungsprofil Schwarzjura und Knollenmergel</u>				
Schluff/Ton, steif - halbfest	20	10	22,5	5 - 10
Schluff/Ton, halbfest - fest	21	11	22,5 - 25	15 - 20
Tonstein (Schwarzjura) <sup>1)</sup>	21	12	25	$\geq 25$ <sup>2)</sup>

[Tab. 9: charakteristische erdstatische Kennwerte]

<sup>1)</sup> nicht aufgeschlossen, unterhalb der Bohrendtiefen, Kennwerte nach Erfahrung

<sup>2)</sup> schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von  $c' = 25$  kN/m<sup>2</sup> liegt i.d.R auf der sicheren Seite



## 4.8 Frostempfindlichkeit

Die oberflächennah anstehenden Böden sind nach den Untersuchungsergebnissen durchgehend bindig und den Frostempfindlichkeitsklassen F2 (mittel frostempfindlich) bis F3 (stark frostempfindlich) zuzuordnen. In der Planung sollte die relevante Frostempfindlichkeit mit F3 angesetzt werden.

## 5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMABNAHME

### 5.1 Leitungsbau

#### 5.1.1 Allgemeines

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen ist bei dem Kanalbau ein Regenwasserkanal (DN 150 - 500) und ein Mischwasserkanal (DN 300 - 400) geplant.

Der MW-Kanal soll in Tiefen von rd. 1,50 - 3,50 u. geplantem Gelände und der RW-Kanal in Tiefen von rd. 0,50 - 2,80 u. geplante Gelände verlegt werden. In den Bohrprofilen der Anlage 2 sind die ca. Sohlhöhen des MW-Kanals an den Bohrpunkten eingetragen. Kanallängsschnitte liegen noch nicht vor.

Nach den Untersuchungsergebnissen verlaufen die Kanalsohlen in allen angetroffenen Bodenschichten.

Tonsteinfels (Schwarzjura) ist für die Kanalarbeiten nur im Bereich 1, d. h. Straße B (Achse 2), unterhalb der Bohrendteufen zu erwarten, d. h. in einer Tiefe von  $> 4$  m u. Gelände. Durch natürliche Schwankungen der Felsoberkante kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass geringfügig Tonstein in diesem Bereich gelöst werden muss, jedoch ist dieser erfahrungsgemäß gut lösbar. Angaben zum Aushub der Leitungsgräben sowie zur Wiederverfüllung sind den folgenden Abschnitten zu entnehmen.

#### 5.1.2 Böschungsneigung für Baugruben und Kanalgräben

Bei ausreichenden Platzverhältnissen, nicht durchströmten Böschungen und keinerlei Beeinflussung der Böschungsstandsicherheit durch Verkehr und/oder Erschütterungen können nach DIN 4124 freie Baugrubenböschungen angelegt werden, wobei die nachfolgend genannten, maximal zulässigen Böschungsneigungen ( $\beta$ ) nicht überschritten werden dürfen. Für Baugrubenböschungen mit einer Höhe  $> 5,0$  m ist nach DIN 4124 ein rechnerischer, statischer Nachweis der Standsicherheit zu bringen oder die Böschung sind zu sichern.



Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung ( $\beta$ ) [DIN 4124]
Schluff/Ton, steif	60°
Kies	45°
Tonstein	80°

[Tab. 10: Zulässige Böschungsneigungen]

Böschungskronen sämtlicher Baugrubenböschungen sind auf einer Breite von mindestens 1,0 m von sämtlichen Lasten (Aushub, Container, Kanalrohre usw.) freizuhalten.

Bei Baustellenverkehr neben der Baugrubenböschung sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

Gesamtgewicht < 12 t:	1,0 m
Gesamtgewicht $\geq$ 12 - 40 t:	2,0 m

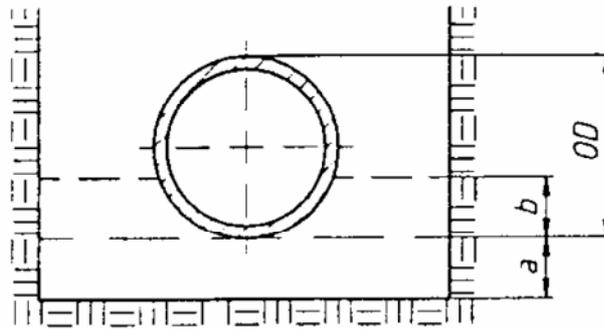
Bei Auftreten von aufgeweichten Bereichen oder Wasserzutritt sind die Böschungen gegebenenfalls abzuflachen oder zu verbauen.

Die Vorgaben der DIN 4123 und der DIN 4124 sind zu beachten.

Die Mindestgrabenbreite richtet sich nach der DIN-EN 1610 und hängt vom Leitungsdurchmesser und der Böschungsgestaltung ab.

### 5.1.3 Rohraufleger

Im Hinblick auf die Auflagerung und Einbettung des Rohres empfehlen wir, die Anwendung der DIN EN 1610 und im vorliegenden Fall entlang der gesamten Kanaltrasse den Einbau einer Schutzschicht bzw. eines Rohrauflegers nach DIN 1610 Typ 1 herzustellen. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) sollte in den angetroffenen Böden mindestens 10 cm betragen. Im Tonstein sollte die Bettungsschicht auf mind. 15 cm erhöht werden, dieser ist jedoch nur lokal im Bereich 1 zu erwarten. Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen (vgl. Abbildung, unten).



Gemäß DIN EN 1610 sind Rohrgräben während des Rohreinbaus und des Verdichtens wasserfrei zu halten und die Sohle ist vor Aufweichungen zu schützen. Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die angetroffenen Erdstoffe stark wasserempfindlich sind und bei Wasserzutritt aufweichen und verbreiten können. Aufgeweichte oder breiige Bereiche sind auszubauen und durch die Bettungsschicht zu ersetzen.

Für die Rohrbettung kommen alle grobkörnigen Mineralstoff-Gemische in Frage, die den Anforderungen nach DIN-EN 1610, Abschnitt 5.3 entsprechen und deren Größtkorn 40 mm bei Rohrdurchmessern  $DN > 200$  mm bis  $DN \leq 600$  nicht überschreitet. Eine Auswahl derartiger Baustoffe findet sich in Anhang B der DIN-EN 1610. Die Mindestabdeckungen über den Rohrleitungen sind entsprechend DIN 1610 einzuhalten. Des Weiteren wird auf die Vorgaben des Rohrherstellers verwiesen.

#### 5.1.4 Wasserhaltung

In allen geologischen Bereichen (vgl. Anlage 1.2) sind jahreszeitlich- und witterungsbedingte Schichtwasserführungen möglich.

Im geologischen Bereich 4 (vgl. Anlage 1.2) bzw. in der Talniederung führen die Talkiese Grundwasser. Nach den Bohrungen BS 3-2000 und BS 4 wurde Grundwasser bei  $\geq 3,90$  m u. Gel. angetroffen. Die Kanalleitungen im geologischen Bereich 4 liegen nach der Planung bei maximal rd. 2,80 m u. geplantem Gelände. Ein Großteil der Leitungen ist dort bei  $\leq 2$  m Verlegetiefe vorgesehen. Es ist daher davon auszugehen, dass bei Niedrig- und Mittelwasserständen keine Grundwasserhaltung erforderlich wird.

Für Schicht- und Tagwasser ist eine offene Wasserhaltung mit Baustellendränagen und Pumpensümpfen vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Erfolgt eine Ableitung des Wassers in die Oberflächengewässer, wird hierfür eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.



## 5.1.5 Verfüllung der Kanalgräben

Die erforderliche Qualität der Verfüllung der Gräben richtet sich nach den späteren Anforderungen an die Oberfläche. Unter Verkehrsflächen oder Bereichen mit späterer Bebauung kommt es bei der Verfüllung der Leitungsgräben auf eine verformungsarme Verfüllung an. In diesen Bereichen ist der Leitungsgraben (Verfüllzone) mit einem gut verdichtbaren, abgestuften Mineral- oder Bodengemisch unter lagenweiser Verdichtung zu verfüllen. Die Einbauqualität des Materials so zu wählen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Erdplanums für den Straßenbau oder die spätere Bebauung erforderlich werden. In Bereichen außerhalb von Lasteinflüssen ist planerisch zu prüfen, in wie fern leichte Verformungen an der Oberfläche tolerierbar sind. Ein lagenweise verdichteter Einbau ist in jedem Fall vorzunehmen. Unter ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung sollte eine fachgerechte Wiederverwendung der Aushubmassen angestrebt werden.

Der Einbau von Boden (Erdbaustoffen) sowie die Herstellung des Erdplanums sollte in Anlehnung an die Vorgaben der ZTVA-StB und ZTVE-StB erfolgen und ist witterungsabhängig. Um eine ausreichende Verdichtung zu gewährleisten, kann der Wiedereinbau lagenweise in Anlehnung an die ZTVA-StB, Tab. 3, erfolgen. Wir empfehlen dabei unverdichtete Schütthöhen aus geeignetem Material von ca. 25 - 30 cm grundsätzlich nicht zu überschreiten. Dies gilt insbesondere für die Verfüllung der Leitungsgräben, bei der nur kleine Verdichtungsgeräte eingesetzt werden können. Der Wiedereinbau muss mit geeigneten Verdichtungsgeräten und mit auf die verwendeten Geräte abgestimmten Schütthöhen erfolgen. Weiche oder sehr nasse Materialien dürfen nicht eingebaut werden. Die nächste Schüttlage kann erst dann eingebaut werden, wenn die vorherige vollständig und vollflächig verdichtet wurde. Nach einer Tagesleistung, vor dem Wochenende und vor allem bei Niederschlagsrisiko ist die verdichtete Fläche zu schließen, um sie vor einer Aufweichung und zu starker Durchfeuchtung zu schützen. Bei starken, lang andauernden Niederschlägen empfehlen wir, Erdbau- und Verdichtungsarbeiten generell zu unterbrechen.

Hinweise zur Wiederverwendung des Aushubmaterials gibt der nachfolgende Abschnitt 6.

## **6 ERDARBEITEN UND WIEDERVERWENDUNG VON AUSHUBMATERIAL**

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen. Nach der DIN 18196 sind die angetroffenen Böden größtenteils witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzutritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen und Verbreiten. Die Erdarbeiten sollten daher nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden.

Aufgelockerte, aufgeweichte oder in anderer Weise entfestigte Zonen in den Endaushubebenen sind sorgfältig zu entfernen und durch Austauschboden oder Bettungsschichten zu ersetzen. Gleiches gilt sinngemäß für eventuell vorhandene Auffüllungen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls sorgfältig zu beseitigen. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ohne Beton ist generell ein seitlicher Überstand des Austausches in Schichtstärke über die Außenkanten hinaus zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden vorzunehmen.

Der Tonstein des Schwarzjuras (Homogenbereich H II) ist nur geringfügig unterhalb der Bohrteufe (vgl. BS 1) im geologischen Bereich 1 (Straße B, Achse 2, vgl. Anlage 1.2) zu erwarten. Erfahrungsgemäß ist dieser sehr mürb bis mürb und daher mit einem großen Kettenbagger mit Felslöffel gut lösbar, so dass keine Zusatzaufwendungen erforderlich werden. Durch das Lösen des Tonsteins kann ein Mehraushub bzw. ein sich daraus ergebendes Überprofil von ca. 15 % möglich sein. Dabei ist mit einem entsprechend rauen Aushubprofil zu rechnen. Die Unebenheiten in der Baugrube sind durch Bettungsmaterial auszugleichen.

Der restliche Aushub wird überwiegend schluffig bis tonig (bindig) geprägt sein. Die bindigen Böden sind für einen Wiedereinbau erfahrungsgemäß nur nach Aufbereitung (Zerkleinerung, Trocknung, Wasserzugabe, Bindemittelbeigabe o.ä.) geeignet. In Bereichen, in denen Setzungen und Sackungen in Kauf genommen werden können (z.B. Geländemodellierungen außerhalb von Bauwerkseinflüssen und befestigten Flächen), müssen an das Material und die Verdichtung keine besonderen Anforderungen gestellt werden. In diesen Bereichen kann auch bindiges Aushubmaterial verwendet werden, sofern der Einbau gerätetechnisch möglich ist, d.h. keine aufgeweichten Schichten, vorliegen.

Kiesiges Aushubmaterial, insbesondere aus dem Bereich 4 (vgl. Anlage 1.2), kann im erdfeuchten Zustand auch zur verformungsarmen Verfüllung verwendet werden.

Zum Wiedereinbau vorgesehene Erdstoffe sind bei längerer Zwischenlagerung ggf. durch Abwalzen und Abdecken gegen Witterungseinflüsse zu schützen.



Bei Mindermengen ist gegebenenfalls zur Verfüllung verdichtungswilliges Liefermaterial zu verwenden. Die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung ist je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE, GU und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden.

## 7 VERKEHRSFLÄCHEN

Straßen sind im Allgemeinen auf Boden zu gründen (Planum), der die Anforderungen nach ZTVE-StB erfüllt bzw. der sich auf die entsprechenden Werte (Verdichtungsgrad  $D_{pr}$ ) verdichten lässt und der die entsprechende Tragfähigkeit (Verformungsmodul  $E_{v2}$ ) besitzt. Dadurch sollen auftretende Setzungen minimiert werden, so dass keine relevanten Verformungen in der Oberflächenbefestigung verursacht werden und die Funktionsfähigkeit der Straße nicht gefährdet wird.

Das Planum wird von bindigen Erdstoffen der Frostempfindlichkeitsklasse F2 bis F3 gebildet. Für den Straßenaufbau ist eine ausreichende Frostsicherheit nach ZTVE-StB und RStO 12 zu gewährleisten.

In Anlehnung an die ZTVE-StB ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen.

Im Bereich der geplanten Leitungsgräben sowie in Bereichen mit Geländeanschüttungen ist die Einbauqualität des Materials so zu wählen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Planums erforderlich werden.

Auf den anstehenden Böden wird die erforderliche Tragfähigkeit des Planums in der Regel nicht erreicht. Es werden Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums notwendig. Bei einem Bodenaustausch mit verdichtungswilligem Fremdmaterial muss die Mächtigkeit des Bodenaustausches erfahrungsgemäß mind. 40 cm betragen. Alternativ kann eine Bodenverbesserung mit einem staubarmen Mischbindemittel (Weißfeinkalk/Zement) erfolgen.

Nach Angaben von Stadtlandingenieure kann die Belastungsklasse Bk 1,0 angesetzt werden. Das Baufeld wird gem. RStO 12, Bild 6 der Frosteinwirkungszone II zugewiesen.

Nach der RStO 12 und unter Ansatz der Frostempfindlichkeitsklasse F3 der in Planumshöhe anstehenden Erdstoffe ist bei der Belastungsklasse Bk 1,0 ein frostsicherer Gesamtaufbau von 65 cm (60 cm + 5 cm Frosteinwirkungszone II) vorzusehen.



Es wird eine Bauweise mit Asphaltdecke auf kombinierter Frostschutz-/Tragschicht (KFT) gemäß der RStO 12 Tafel 1, Zeile 1 empfohlen. Die KFT ist aus einheitlichem Material in 2 Lagen anzuordnen. Die Dicke dieser kombinierten Frostschutz-/Tragschicht (z. B. Körnung 0/45) ergibt sich aus dem Gesamtaufbau abzüglich der Asphaltdeck- und Asphalttragschicht, deren Mächtigkeit von der letztlich gewählten Belastungsklasse abhängig ist. Auf der Frostschutz-/Tragschicht ist bei den Belastungsklassen Bk 1,0 ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ . Für den ungebundenen Oberbau, d.h. für die Trag- und Frostschutzschicht, ist die ZTV SoB - StB zu beachten.

Für Geh- und Radwege kann der frostsichere Gesamtaufbau (Befestigung + Tragschicht) in Anlehnung an die RStO12 Tafel 6 auf 40 cm reduziert werden.

Die Tragfähigkeiten des Planums und der Frostschutz-/Tragschicht sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 lagenweise zu überprüfen.

## 8 ERRICHTUNG VON BAUWERKEN

Für die vorgesehenen Wohnhäuser im Baugebiet liegen noch keine Planungen vor. Im Folgenden werden daher nur allgemeine Betrachtungen zu den Gründungsmöglichkeiten und Abdichtungen ausgeführt. Nach Vorliegen der Planungen sind Einzelbetrachtungen auf Grundlage von ergänzenden Untersuchungen durchzuführen.

Grundsätzlich sind Böden ab steifplastischer Konsistenz für eine Gründung von Wohnhäusern ausreichend. Bei höheren Lasten kann ein Absetzen auf halbfesten Böden oder, insofern vorhanden, Kiesen, erfolgen.

Fundamente müssen mindestens frostfrei, d.h. 1,00 m u. Gel. gegründet werden. Aufgrund der schrumpfungsempfindlichen Böden empfehlen wir jedoch eine Mindesteinbindung von Gründungen mit 1,50 m in das geplante Gelände. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  (EC7) für die Streifen- und Einzelfundamente können von uns im Zuge der weiteren Planungen und Erkundungen angegeben werden.

Alternativ sind bei ausgesteiften Bauwerken und leichter Bauweise Flächengründungen auf einer tragenden lastverteilenden Bodenplatte möglich. Das Bettungsmodul kann erst nach ergänzenden Erkundungen sowie Lastangaben angegeben werden.



Bei Bauwerken mit höheren Lasten (z. B. Mehrfamilienhäuser) sind Tiefgründungsmaßnahmen nicht gänzlich auszuschließen.

Die Abdichtung der erdberührten Bauteile in den Bereichen 1 bis 3 sollte aufgrund der Hanglage und wasserstauenden Böden in Kombination mit einer Dränage nach DIN 4095 mit rückstaufreier Ableitung des anfallenden Dränagewassers und der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) nach DIN 18533-1 erfolgen. Direkt unterhalb der Bodenplatte ist hier zum Schutz vor Bodenfeuchte eine mindestens 20 cm dicke kapillARBrechende Sohlfilterschicht anzuordnen.

Ist eine Dränung nicht möglich, kann eine Abdichtung aller erdberührten Bauteile mit der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe) oder W2.2-E (Hohe Einwirkung von drückendem Wasser  $> 3$  m Eintauchtiefe) nach DIN 18533-1 erfolgen. Dies hängt von der Bauwerkseinbindung in das geplante Gelände ab.

Alternativ zu der o.g. Norm kann die Ausführung des Untergeschosses in WU-Beton als sogenannte „Weiße Wanne“ nach DIN 1045 erfolgen. Hier ist die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu berücksichtigen. Dies wird insbesondere für Bauwerke im Bereich 4 in der Talniederung mit Grundwassereinfluss (je nach Bauwerkseinbindung in das Gelände) empfohlen. Eine Dränung ist hier nicht zulässig.

Der Bemessungswasserstand ist objektbezogen festzulegen.

## 9 OBERFLÄCHENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist u.a. nur möglich, wenn in Anlehnung an das DWA-Arbeitsblatt A 138 (April 2005) der Untergrund, der für eine Versickerung vorgesehen ist, Durchlässigkeiten  $k_f > 1 \cdot 10^{-6}$  m/s aufweist. Dies ist bei den bindig geprägten Böden (Schluff/Tone) nicht der Fall.

Im geologischen Bereich 4 (vgl. Anlage 1.2) mit Talfüllungen wäre grundsätzlich eine Versickerung über Mulden-Rigolen-Systeme mit Anbindung an den Talkies möglich, jedoch muss der Abstand von 1 m von der UK Versickerungsanlage zum mittleren höchsten GW-Stand eingehalten werden. Unter Berücksichtigung der BS 3-2000 wurde im Juni 2000 ein Wasserstand mit 404,33 mNN (rd. 1,60 m u. Gel.) eingemessen. Im Bereich der BS 4 mit mächtigeren Kiesen weisen die weich - steifen Schluff/Tone sowie feuchten Kiese auf höhere Wasserstände als angetroffen hin. Hier wäre ein



vergleichbarer Wasserstand möglich. Der Mindestabstand zum Grundwasser kann anhand der Aufschlüsse im Bereich 4 nicht gesichert eingehalten werden, so dass keine Versickerung erfolgen kann.

Für Oberflächenwasser ist ein Regenrückhaltebecken (RRB) am östlichen Rand des Baugebiets vorgesehen. Eine Detailplanung liegt noch nicht vor. Es ist eine offene Erdbauweise vorgesehen. Die Sohle liegt nach Angaben von Stadtlandingenieure bei ca. 405,00 mNN.

Die geplante Sohle liegt damit oberhalb des in der Altbohrung BS 3-2000 eingemessenen Wasserstands von 404,33 mNN. Es ist von einer hydraulischen Verbindung der Talkiese mit dem Kocher auszugehen, d.h. wenn die Wasserstände im Kocher ansteigen, steigt auch der Grundwasserspiegel in den Talkiesen. Nach der Hochwasserrisiko-Risikomanagement-Abfrage beim Daten- und Kartendienst des LUBW liegt das Baugebiet außerhalb von Überflutungsflächen des Kochers. Der Kocher liegt östlich des Baugebiets neben der Kocherstraße (K 3111). Am Übergang Onatsbach zum Kocher kann nach der Abfrage ein  $HQ_{100} = 404,20$  mNN angegeben werden, d. h. bei Hochwasserständen wird sich der Grundwasserspiegel auch unter Berücksichtigung dieser Daten unterhalb der RRB-Sohle (405,00 mNN) einpegeln.

Im Bereich des Beckens wurde die Bohrung BS 4 (GOK = 406,65 mNN) ausgeführt. Die Sohle des Beckens liegt damit rd. 1,65 m unter derzeitigem Gelände. Gemäß der BS 4 (vgl. Anlage 2.4) liegt die Beckensohle in den bindigen, quartären Schichten. Diese weisen mit einer ausreichenden Verdichtung Durchlässigkeiten von  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$  m/s auf. Falls örtlich der Kies höher anstehen sollte, ist ein bindiger Bodenaustausch mit Aushubmaterial einzubauen, damit eine Dichtigkeit gegeben ist.

Das Becken sollte mit möglichst flachen Böschungsneigungen von 1 : 2,5 bis 1 : 3,0 angelegt werden. Zum Schutz und zur Befestigung der Böschungen sind diese zu begrünen. Hierfür kommt z.B. die Anbringung von Saatgutmatten (Kokosmattengewebe) in Frage.



## 11 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Baugebiet wurden durch 4 Bohrsondierungen erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse (u. a. Altbohrungen) beschrieben und beurteilt. Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den Untersuchungen um punktuelle Aufschlüsse handelt und Abweichungen vom hier beschriebenen Befund nicht ausgeschlossen werden können, womit eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnissen und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind.

Für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG



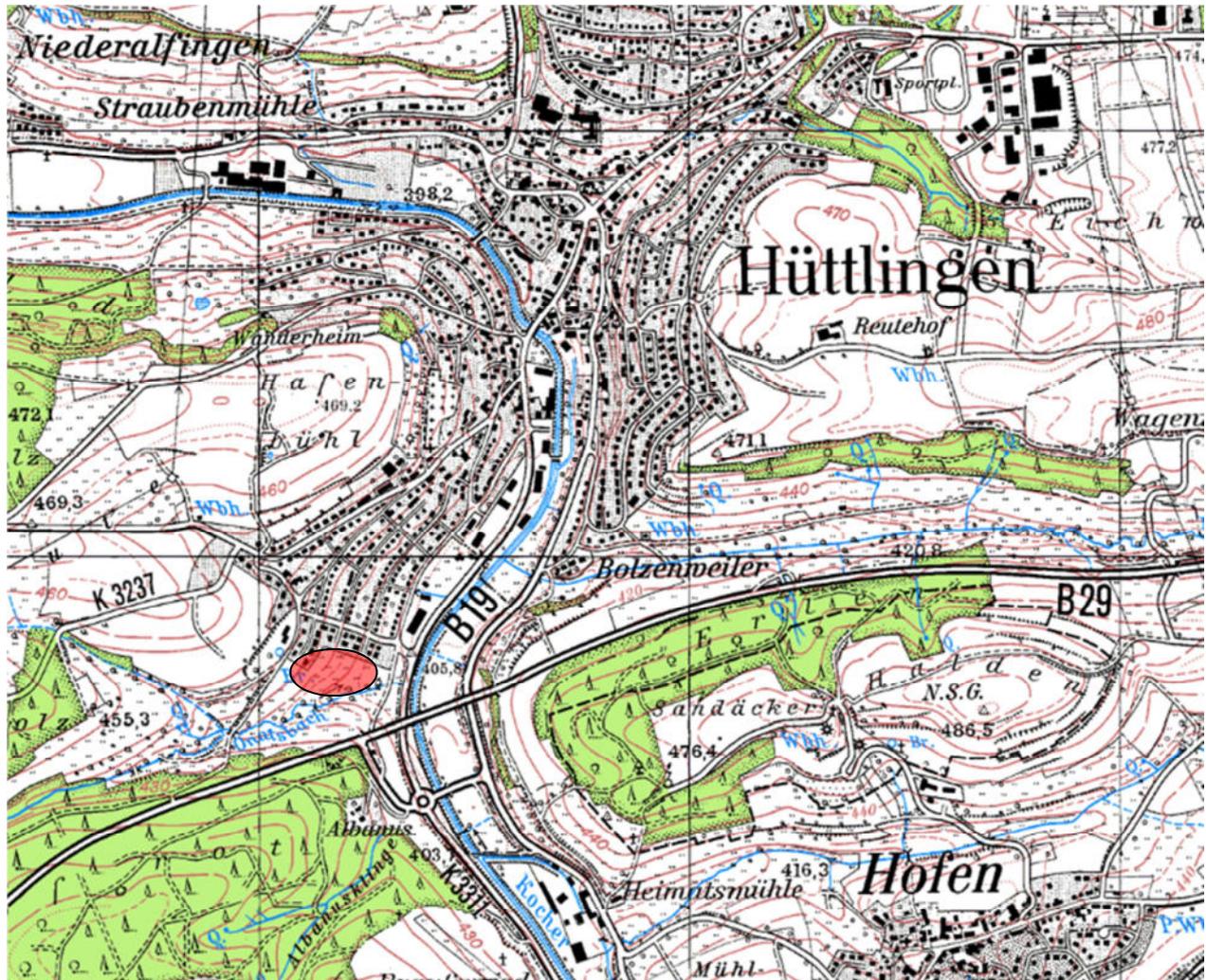
Dipl.- Geol. W. Höfner

Sachbearbeiter

M. Sc. F. Zahn

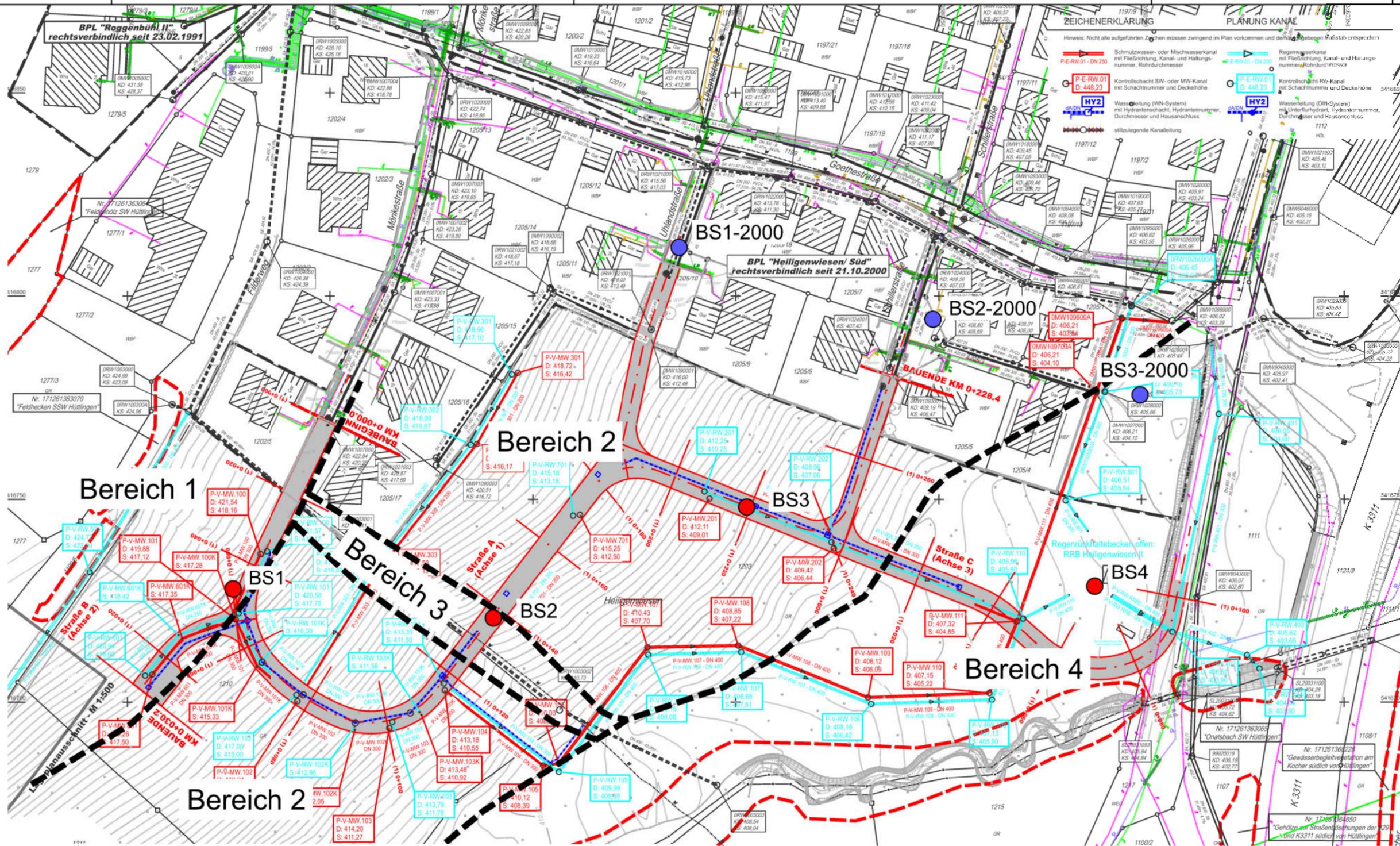
## ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

 Untersuchungsgebiet



Plangrundlage: Lageplan Straße, Kanal und Wasserleitung, Vorabzug 05/21, stadtlandingenieure, Ellwangen

**LEGENDE:**

● Bohrsondierung

● Bohrsondierung AZ 00132

Bereich 1: Fließerde und Schwarzjura

Bereich 2: Fließerde und Knollenmergel

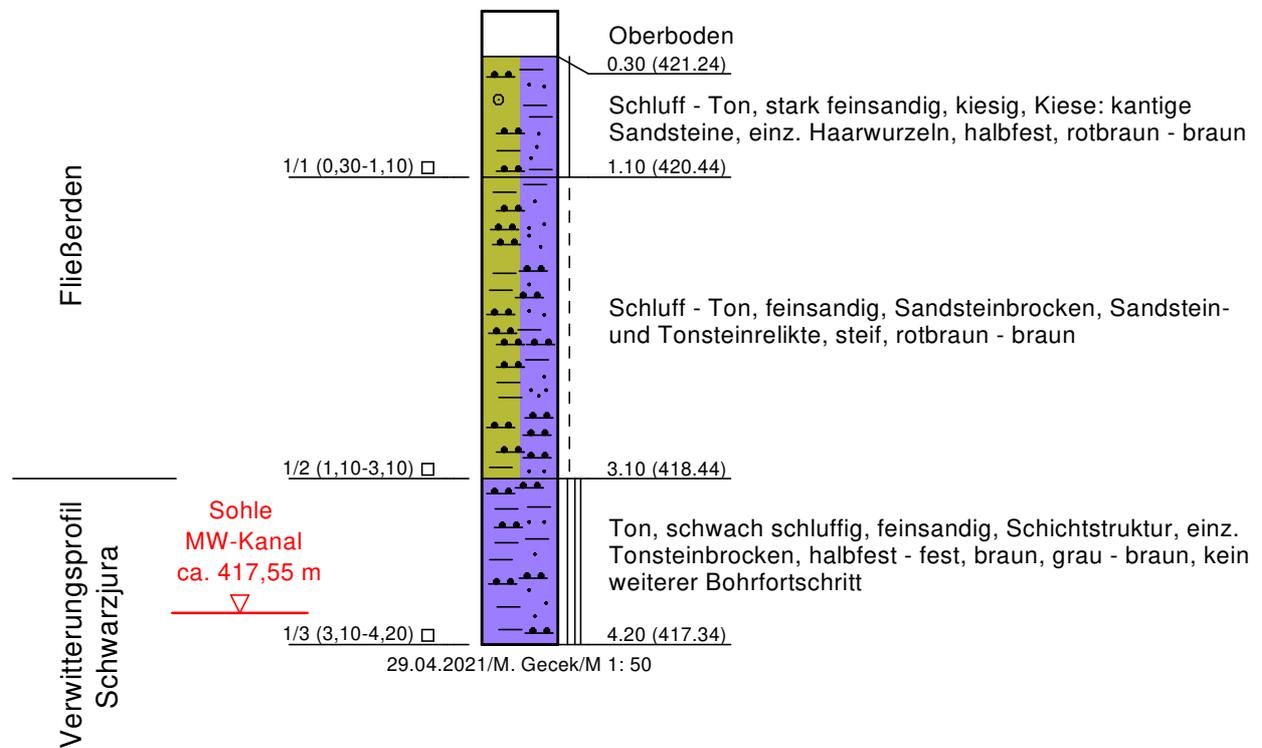
Bereich 3: Fließerde / Rinnenstruktur und Knollenmergel

Bereich 4: Verzahnung Fließerde / Talfüllung und Knollenmergel



# BS 1

421,54 m NN



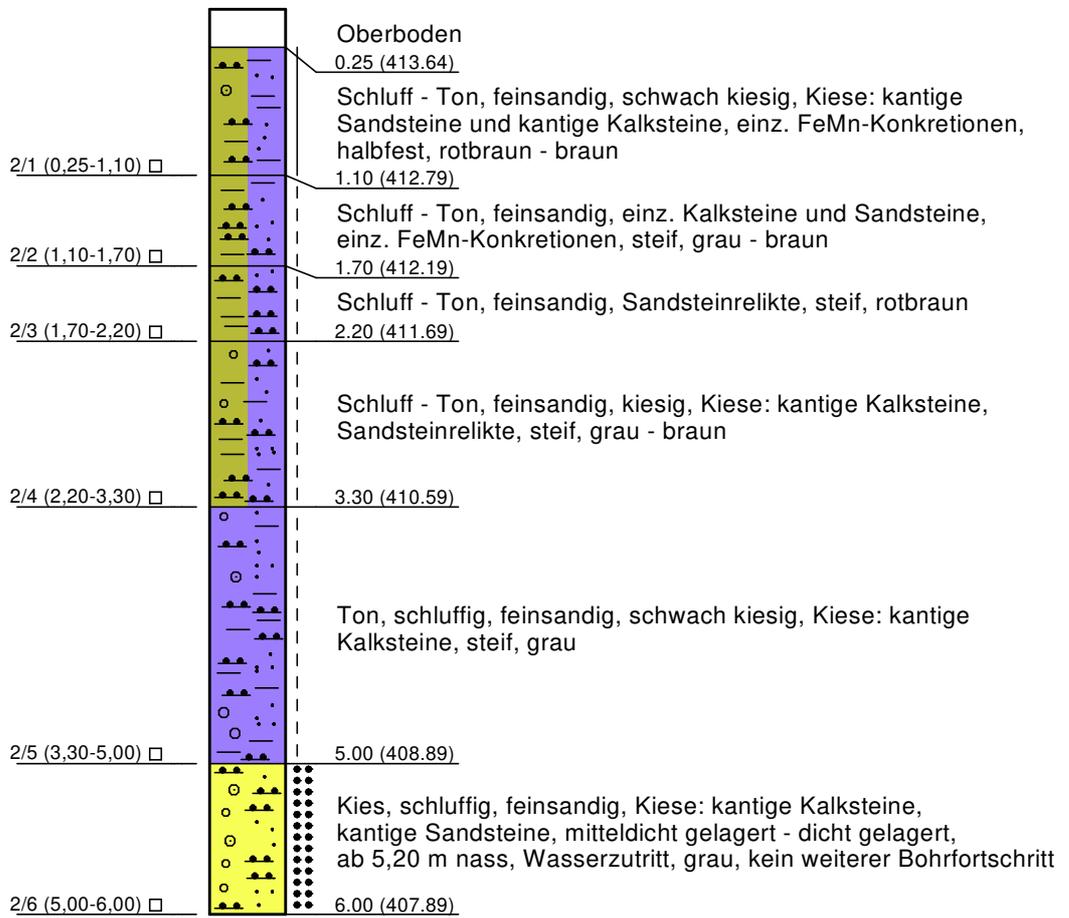
# BS 2

413,89 m NN

Fließberden (Rinnenstruktur)

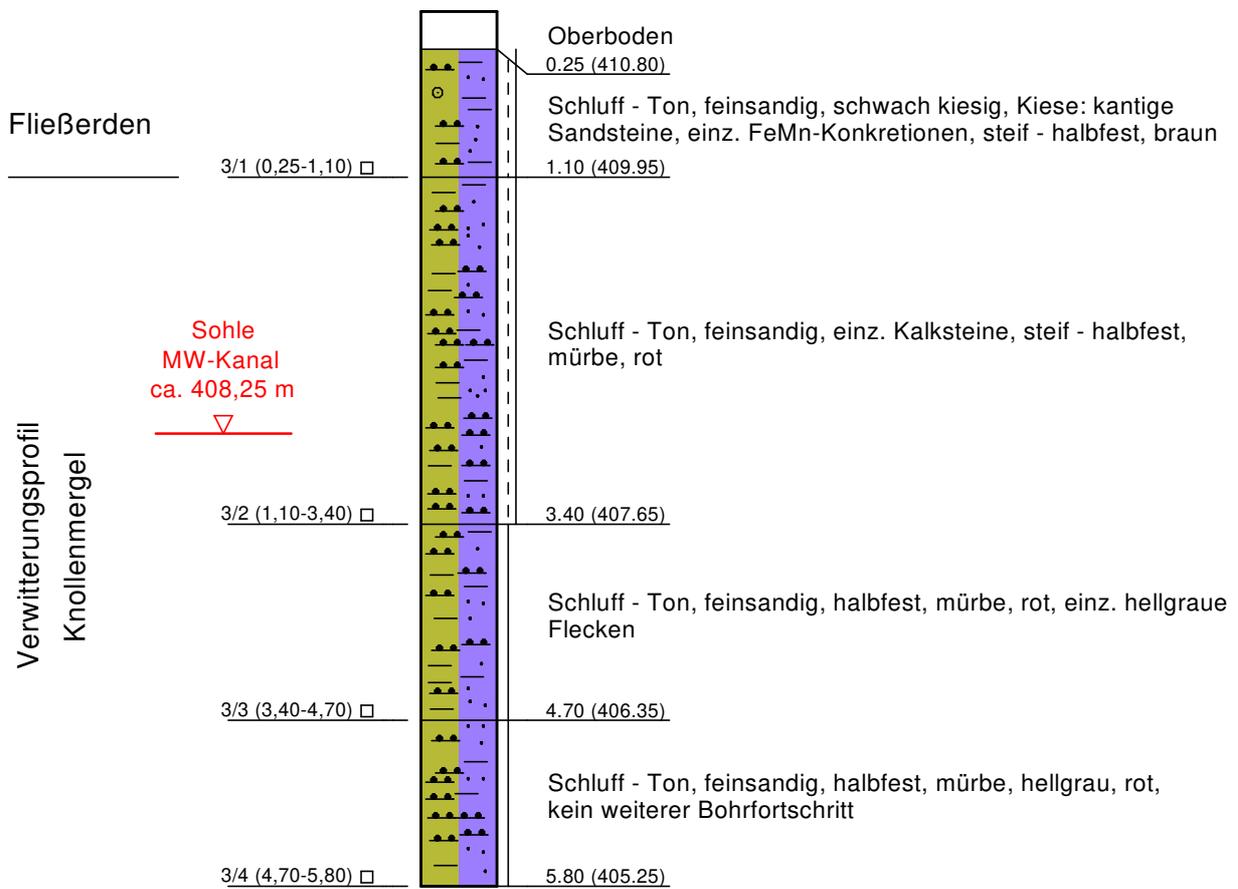
Sohle  
MW-Kanal  
ca. 411,35 m

5.20  
5.50  
SW



# BS 3

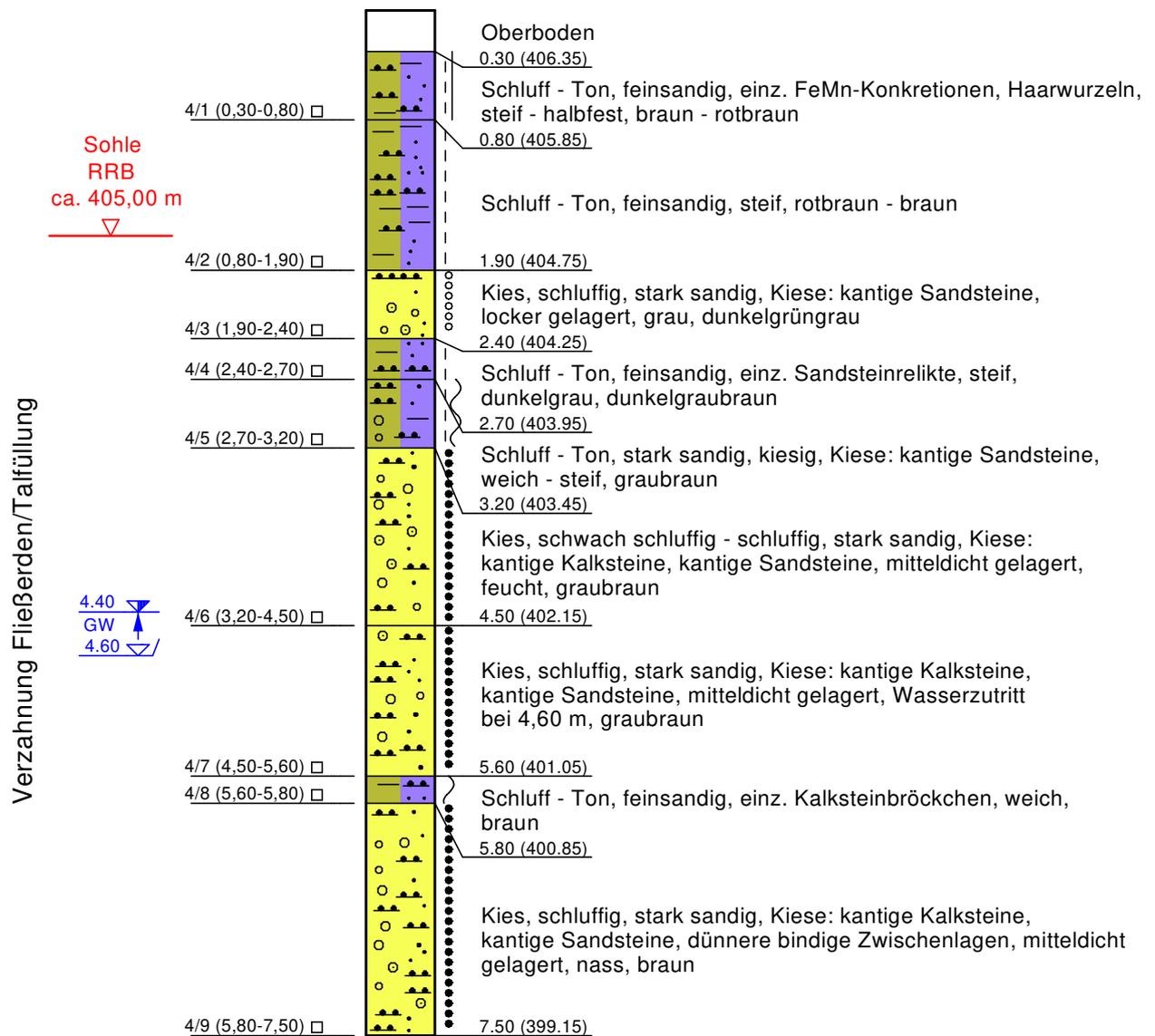
411,05 m NN



29.04.2021/M. Gecek/M 1: 50

# BS 4

406,65 m NN

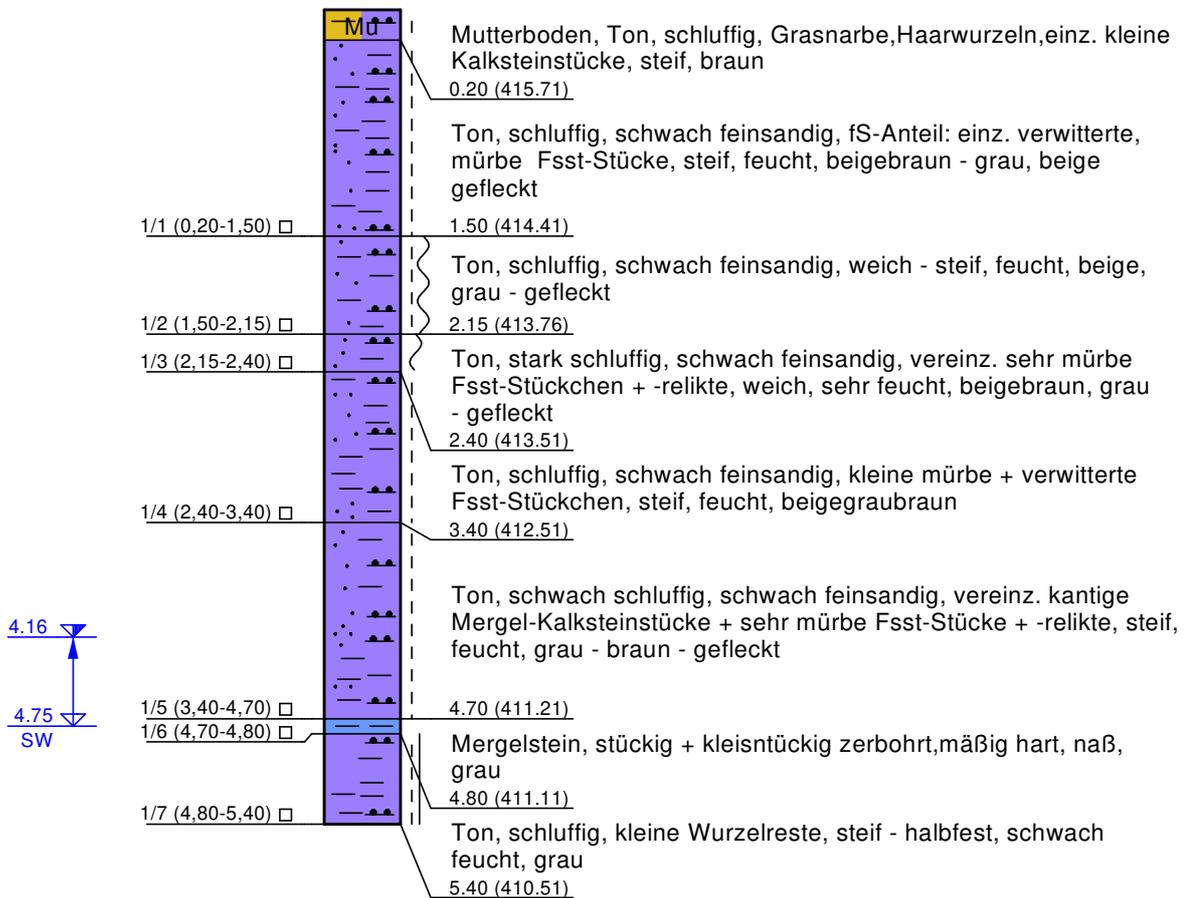


29.04.2021/M. Gecek/M 1: 50

# BS 1-2000

415,91 m NN

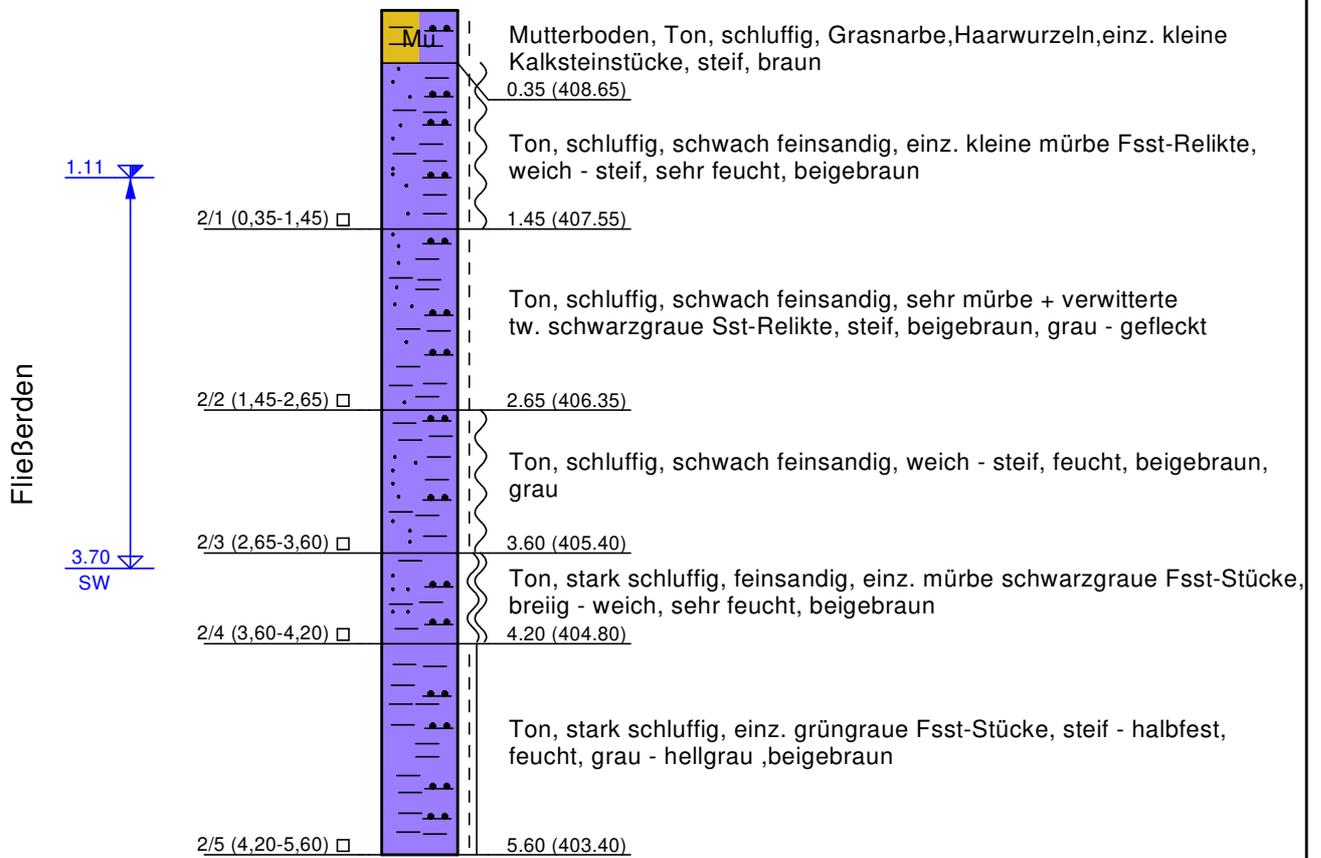
Fließberden



30.05.00/G. Lenz/M 1: 50

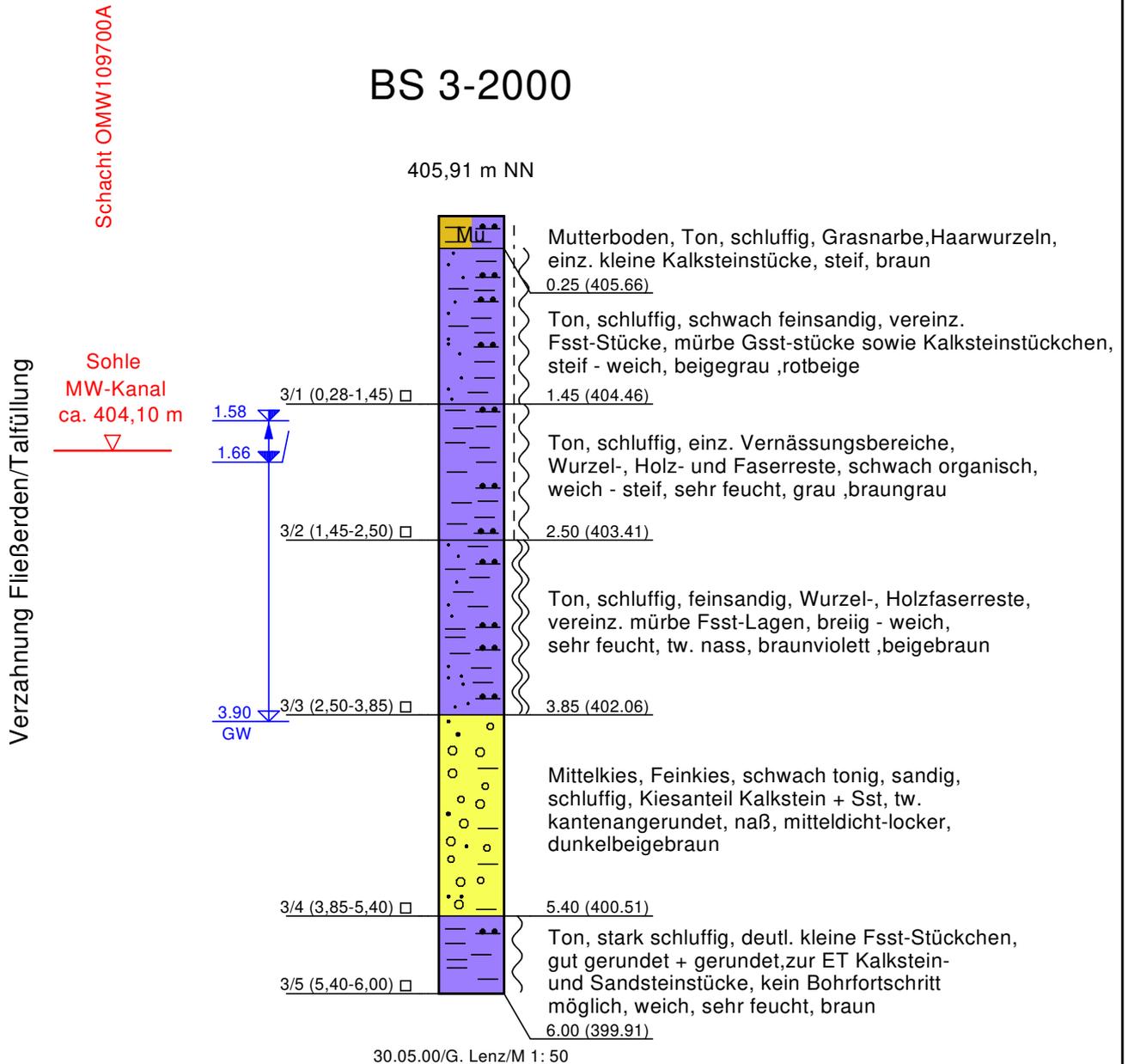
# BS 2-2000

409,00 m NN



30.05.00/G. Lenz/M 1: 50

AZ 00132



## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

### Bebauungsplan "Heiligenwiesen Süd II" in Hüttlingen

Bearbeiter: Ho

Datum: 05.05.2021

Prüfungsnummer: 01  
Entnahmestelle: BS 1 - BS 4  
Tiefe: siehe Anlage 2  
Bodenart: siehe Anlage 2  
Art der Entnahme: gestört  
Entnahme am: 29.04.2021 durch Ge

Probenbezeichnung:	1/1	1/2	1/3	2/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	352.90	368.50	486.80	379.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	299.20	326.70	444.60	339.40
Behälter [g]:	113.70	109.90	108.00	109.40
Porenwasser [g]:	53.70	41.80	42.20	39.70
Trockene Probe [g]:	185.50	216.80	336.60	230.00
Wassergehalt [%]	28.95	19.28	12.54	17.26

Probenbezeichnung:	2/2	2/3	2/4	2/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	469.10	502.40	484.10	295.80
Trockene Probe + Behälter [g]:	402.00	404.60	411.90	260.60
Behälter [g]:	99.80	107.30	98.50	120.20
Porenwasser [g]:	67.10	97.80	72.20	35.20
Trockene Probe [g]:	302.20	297.30	313.40	140.40
Wassergehalt [%]	22.20	32.90	23.04	25.07

Probenbezeichnung:	3/4	4/1	4/2	4/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	495.20	477.30	460.70	517.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	425.70	405.70	380.70	449.70
Behälter [g]:	110.10	114.40	109.60	115.30
Porenwasser [g]:	69.50	71.60	80.00	67.90
Trockene Probe [g]:	315.60	291.30	271.10	334.40
Wassergehalt [%]	22.02	24.58	29.51	20.31

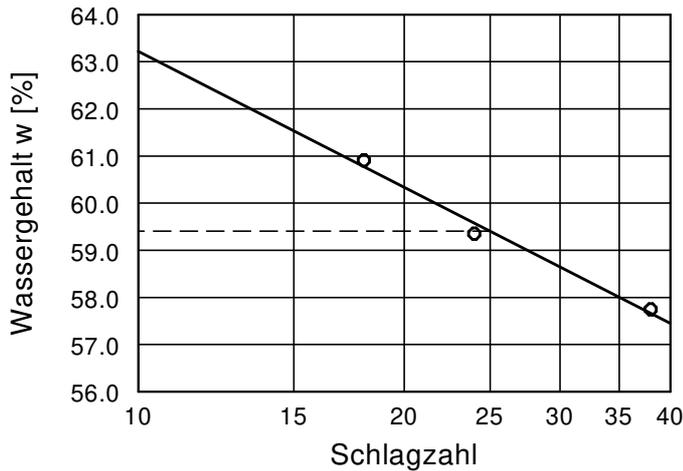
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

MFH Lange Straße  
 in Herbrechtingen

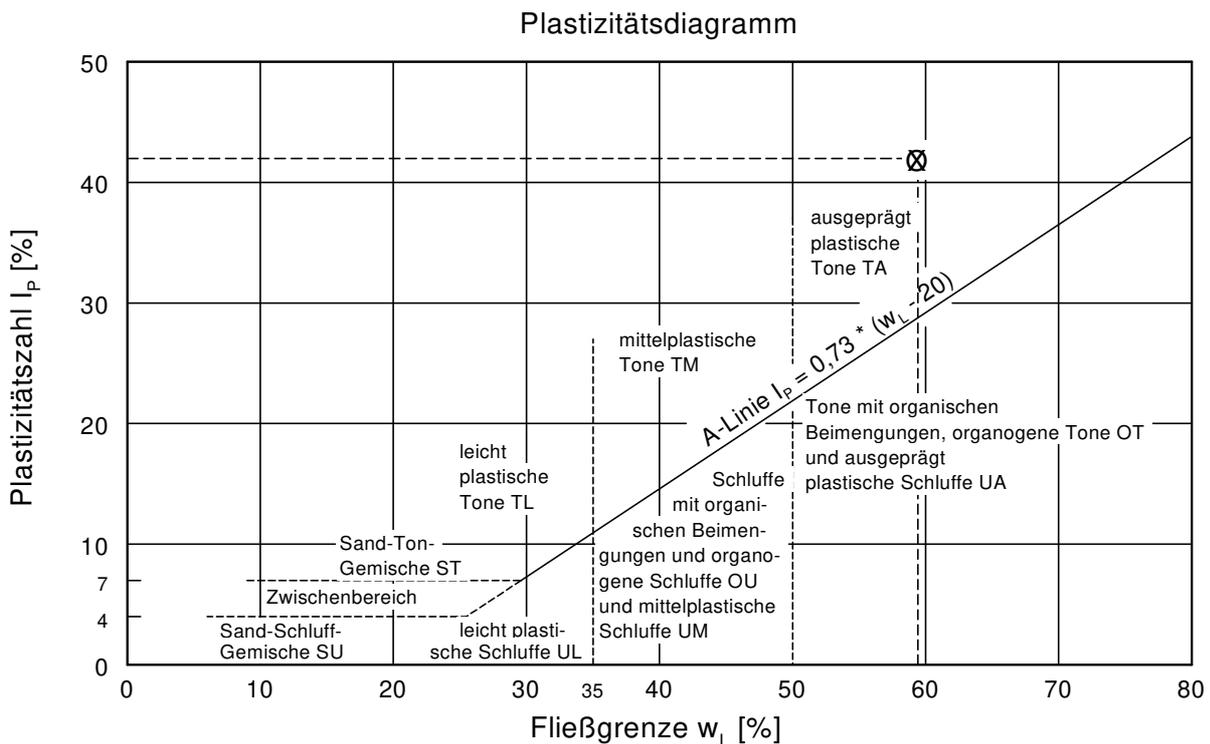
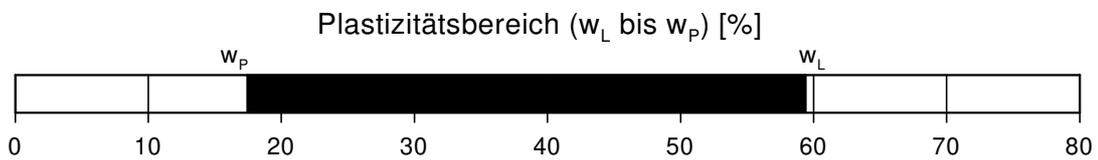
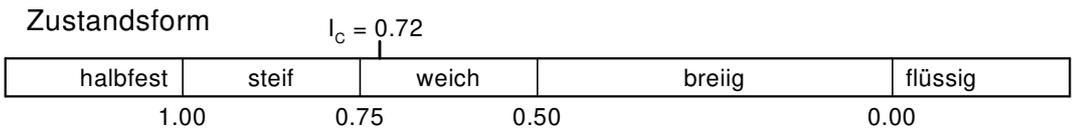
Bearbeiter: He

Datum: 18.05.2021

Prüfungsnummer: 2/4  
 Entnahmestelle: BS 2  
 Tiefe: 2,70 - 4,00 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: Schluff-Ton, s, g (TA)  
 Entnahme: 04.05.2021 durch Ge



Wassergehalt w =	29.1 %
Fließgrenze $w_L$ =	59.4 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	17.4 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	42.0 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.72



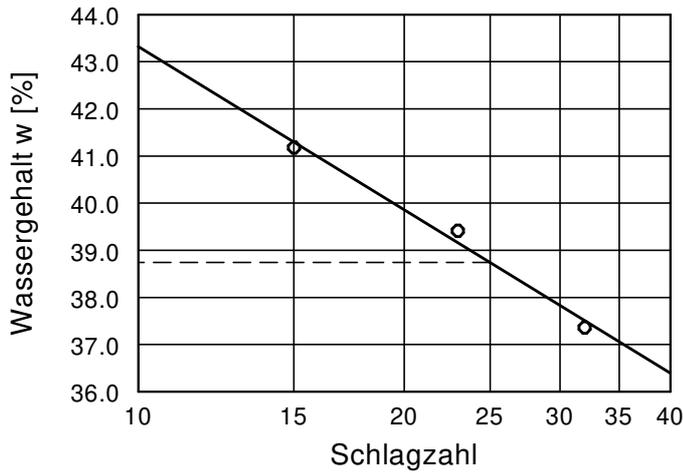
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

MFH Lange Straße  
 in Herbrechtingen

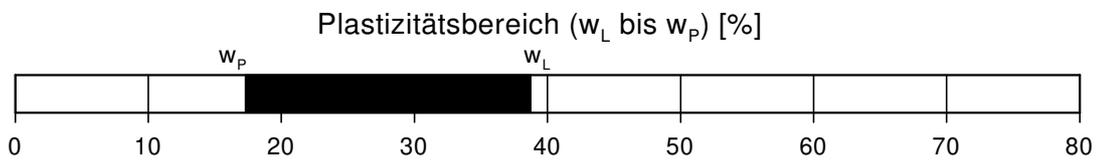
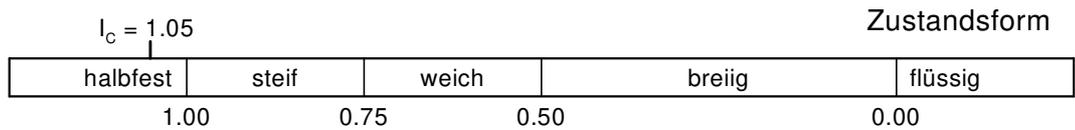
Bearbeiter: He

Datum: 11.05.2021

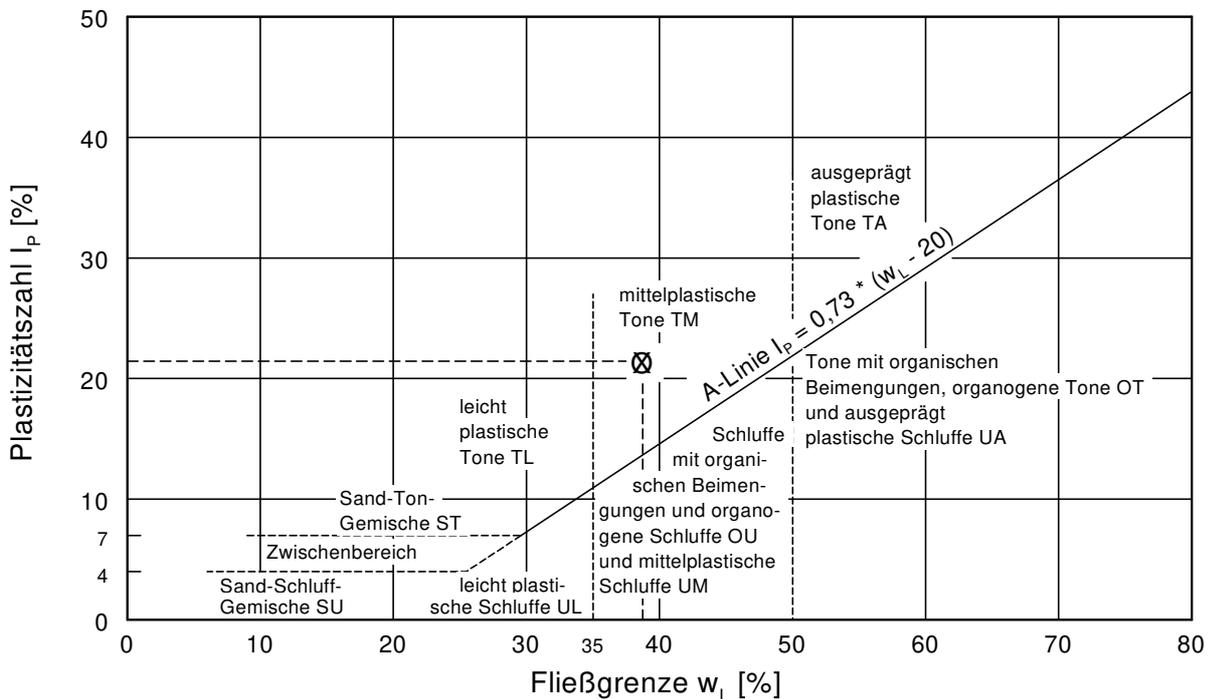
Prüfungsnummer: 3/4  
 Entnahmestelle: BS 3  
 Tiefe: 2,40 - 3,40 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: Schluff-Ton, s (TM)  
 Entnahme: 04.05.2021 durch Ge



Wassergehalt  $w = 16.2 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 38.7 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 17.3 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 21.4 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.05$



Plastizitätsdiagramm



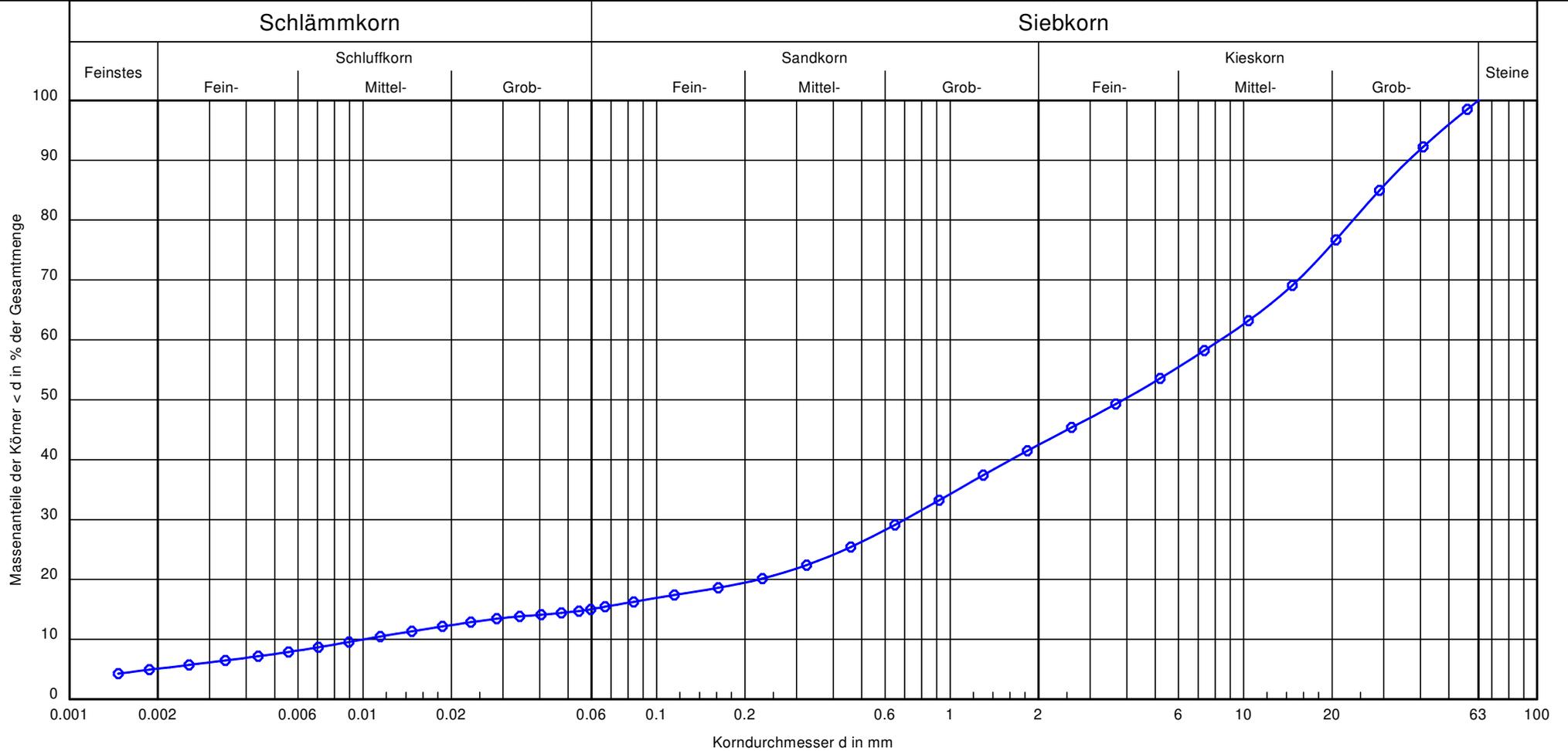
Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG  
 Robert-Bosch-Straße 59  
 73431 Aalen  
 fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4  
 Bebauungsplan  
 "Heiligenwiesen Süd II"  
 in Hüttlingen

Prüfungsnummer: MP\_4/6+4/7  
 Probe entnommen am: 29.04.2021 durch Ge  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse

Bearbeiter: Ho

Datum: 12.05.2021



Bezeichnung:	MP_4/6+4/7
Bodenart:	G, t', u', ms', gs'
Tiefe:	3,20 - 5,60 m
k [m/s] (USBR):	-
Entnahmestelle:	BS 4
U/Cc	827.4/5.8
Anteile	5.1/10.1/27.3/57.5
Bodengruppe	GU*

Bemerkungen:

Bericht:  
 21244  
 Anlage:  
 3.3

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10  
 87733 Markt Rettenbach  
 Tel. 08392/921-0  
 Fax 08392/921-30  
 bv@bv-analytik.de

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59  
 73431 Aalen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>442/6759</b>	<b>Datum:</b>	<b>10.05.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

**Allgemeine Angaben**

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21244		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 29.04.2021	Probeneingang	: 06.05.2021
Originalbezeich.	: MP 01	Probenbezeich.	: 442/6759
Untersuch.-zeitraum	: 06.05.2021 – 10.05.2021		

**1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz**

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	83,7	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	27	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	36	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,52	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	66	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	19	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	55	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	108	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,35	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	101	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 10.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH &amp; Co.KG

 Robert-Bosch-Str. 59  
 73431 Aalen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>442/6760</b>	<b>Datum:</b>	<b>10.05.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21244		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 29.04.2021	Probeneingang	: 06.05.2021
Originalbezeich.	: MP 02	Probenbezeich.	: 442/6760
Untersuch.-zeitraum	: 06.05.2021 – 10.05.2021		

### 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	80,2	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	18	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	36	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,48	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	50	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	60	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	96	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,73	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	127	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[ $\mu$ g/l]	25	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 10.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH &amp; Co.KG

 Robert-Bosch-Str. 59  
 73431 Aalen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>442/6761</b>	<b>Datum:</b>	<b>10.05.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21244		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 29.04.2021	Probeneingang	: 06.05.2021
Originalbezeich.	: MP 03	Probenbezeich.	: 442/6761
Untersuch.-zeitraum	: 06.05.2021 – 10.05.2021		

### 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,4	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	6	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	18	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,32	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	49	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	16	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	37	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	59	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,84		DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	129		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 10.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59  
73431 Aalen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>442/6762</b>	<b>Datum:</b>	<b>10.05.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG  
 Projekt :  
 Projekt-Nr. : 21244  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 29.04.2021 Probeneingang : 06.05.2021  
 Originalbezeich. : MP 04 Probenbezeich. : 442/6762  
 Untersuch.-zeitraum : 06.05.2021 – 10.05.2021

### 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	90,4	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	26	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	26	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,62	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	17	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	35	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,05	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	125	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,18		DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	78		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 10.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)